

Buku Panduan Guru
Prakarya dan Kewirausahaan:
Rekayasa

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
2022

SMA/MA KELAS XI

Hak Cipta pada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia

Dilindungi Undang-Undang

Penafian: Buku ini disiapkan oleh Pemerintah dalam rangka pemenuhan kebutuhan buku pendidikan yang bermutu, murah, dan merata sesuai dengan amanat dalam UU No. 3 Tahun 2017. Buku ini disusun dan ditelaah oleh berbagai pihak di bawah koordinasi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. Buku ini merupakan dokumen hidup yang senantiasa diperbaiki, diperbarui, dan dimutakhirkan sesuai dengan dinamika kebutuhan dan perubahan zaman. Masukan dari berbagai kalangan yang dialamatkan kepada penulis atau melalui alamat surel buku@kemdikbud.go.id diharapkan dapat meningkatkan kualitas buku ini.

Buku Panduan Guru Prakarya dan Kewirausahaan: Rekayasa untuk SMA/MA Kelas XI

Penulis

Indra Samsudin
Hera Novia
Ahmad Aminudin

Penelaah

Iwan Kustiawan
Nana Sutisna

Penyelia/Penyelaras

Supriyatno
Lenny Puspita Ekawaty
Ivan Riadinata
Ervina
Meylina

Kontributor

Hindraswari Enggar Dwipeni
Muhammad Arif Harahap

Ilustrator

M. Rizal Abdi

Editor

Nurhasanah Widianingsih

Desainer

Handini Noorkasih

Penerbit

Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi

Dikeluarkan oleh

Pusat Perbukuan
Kompleks Kemdikbudristek Jalan RS. Fatmawati, Cipete, Jakarta Selatan
<https://buku.kemdikbud.go.id>

Cetakan Pertama, 2022

ISBN 978-602-244-904-1 (no.jil.lengkap)
ISBN 978-602-427-908-0 (jil.2)

Isi buku ini menggunakan huruf Noto Serif 11/14 pt, Steve Matteson.
xxvi, 270 hlm.: 17,6 x 25 cm.

Kata Pengantar

Pusat Perbukuan; Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan; Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi memiliki tugas dan fungsi mengembangkan buku pendidikan pada satuan Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah, termasuk Pendidikan Khusus. Buku yang dikembangkan saat ini mengacu pada Kurikulum Merdeka. Kurikulum ini memberikan keleluasaan bagi satuan/program pendidikan dalam mengimplementasikan kurikulum dengan prinsip diversifikasi sesuai dengan kondisi satuan pendidikan, potensi daerah, dan peserta didik.

Pemerintah dalam hal ini Pusat Perbukuan mendukung implementasi Kurikulum Merdeka di satuan pendidikan dengan mengembangkan buku siswa dan buku panduan guru sebagai buku teks utama. Buku ini dapat menjadi salah satu referensi atau inspirasi sumber belajar yang dapat dimodifikasi, dijadikan contoh, atau rujukan dalam merancang dan mengembangkan pembelajaran sesuai karakteristik, potensi, dan kebutuhan peserta didik.

Adapun acuan penyusunan buku teks utama adalah Pedoman Penerapan Kurikulum dalam rangka Pemulihan Pembelajaran yang ditetapkan melalui Keputusan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi No. 262/M/2022 Tentang Perubahan atas Keputusan Mendikbudristek No. 56/M/2022 Tentang Pedoman Penerapan Kurikulum dalam rangka Pemulihan Pembelajaran, serta Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Nomor 033/H/KR/2022 tentang Perubahan Atas Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 008/H/KR/2022 tentang Capaian Pembelajaran pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah pada Kurikulum Merdeka.

Sebagai dokumen hidup, buku ini tentu dapat diperbaiki dan disesuaikan dengan kebutuhan dan perkembangan keilmuan dan teknologi. Oleh karena itu, saran dan masukan dari para guru, peserta didik, orang tua, dan masyarakat sangat dibutuhkan untuk pengembangan buku ini di masa yang akan datang. Pada kesempatan ini, Pusat Perbukuan menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah terlibat dalam penyusunan buku ini, mulai dari penulis, penelaah, editor, ilustrator, desainer, dan kontributor terkait lainnya. Semoga buku ini dapat bermanfaat khususnya bagi peserta didik dan guru dalam meningkatkan mutu pembelajaran.

Jakarta, Desember 2022

Kepala Pusat,

Supriyatno

NIP 196804051988121001



Prakata

Prakarya dan Kewirausahaan merupakan ilmu terapan yang mengaplikasikan berbagai bidang ilmu pengetahuan untuk menyelesaikan masalah praktis dalam kehidupan sehari-hari. Adapun mata pelajaran Prakarya dan Kewirausahaan bertujuan mengembangkan pengetahuan, keterampilan, dan jiwa kewirausahaan peserta didik melalui produk yang dihasilkan sendiri. Produk tersebut dibuat dengan memanfaatkan potensi sumber daya alam dan kearifan lokal di lingkungan sekitar.

Ruang lingkup mata pelajaran Prakarya dan Kewirausahaan untuk SMA/MA kelas XI meliputi empat aspek, yaitu Kerajinan, Rekayasa, Budi Daya, dan Pengolahan. Setelah mempelajari empat aspek tersebut, peserta didik diharapkan mampu membuat produk dengan memanfaatkan potensi dan kearifan lokal di lingkungan sekitarnya.

Penyusunan Buku Panduan Guru mata pelajaran Prakarya dan Kewirausahaan: Rekayasa kelas XI ini mengacu pada Kurikulum Merdeka yang telah disempurnakan, baik capaian pembelajaran per fase maupun per elemen. Untuk membantu peserta didik memahami materi Prakarya dan Kewirausahaan, setiap pembahasan pada buku ini disertai dengan paparan dan lembar kerja. Dengan harapan, peserta didik dapat aktif bereksplorasi dengan berbagai media belajar.

Penulis berharap buku ini dapat memotivasi guru untuk lebih kreatif dan inovatif dalam memecahkan masalah praktis dengan memanfaatkan potensi sumber daya alam di daerah masing-masing. Penulis juga berharap buku ini dapat memberikan sumbangsih dalam upaya meningkatkan kualitas hasil belajar peserta didik serta turut melestarikan kerajinan, budaya, dan teknologi bangsa Indonesia.

Jakarta, Desember 2022

Indra Samsudin, Hera Novia, Ahmad Aminudin



Daftar Isi

Kata Pengantar	iii
Prakata	iv
Daftar Isi	v
Daftar Gambar	viii
Daftar Tabel	x
Petunjuk Penggunaan Buku	xiii
Pemetaan Pikiran.....	xxiii
PANDUAN UMUM.....	1
A. Pendahuluan.....	2
B. Tujuan Buku Panduan Guru.....	2
C. Karakteristik Mata Pelajaran Prakarya dan Kewirausahaan: Rekayasa	3
D. Capaian Pembelajaran	5
E. Profil Pelajar Pancasila	8
F. Strategi Umum Pembelajaran	10
PANDUAN KHUSUS.....	19
Unit 1 POWER BANK SEL SURYA (PBSS).....	19
A. Peta Materi <i>Power Bank</i> Sel Surya (PBSS).....	20
B. Skema Pembelajaran <i>Power Bank</i> Sel Surya (PBSS).....	21
C. Prosedur Kegiatan Pembelajaran	27
D. Kegiatan Pembelajaran Pertama (Observasi/Eksplorasi)	28
E. Kegiatan Pembelajaran Kedua (Desain/Perencanaan).....	38
F. Kegiatan Pembelajaran Ketiga (Produksi)	46
G. Kegiatan Pembelajaran Keempat Sampai dengan Ketujuh (Produksi)	52



H. Kegiatan Pembelajaran Kedelapan (HPP).....	59
I. Kegiatan Pembelajaran Kesembilan (Evaluasi).....	64
Evaluasi.....	69

Unit 2 POMPA GALON ELEKTRIK..... 71

A. Peta Materi Pompa Galon Elektrik.....	72
B. Skema Pembelajaran Pompa Galon Elektrik	73
C. Prosedur Kegiatan Pembelajaran	75
D. Kegiatan Pembelajaran Pertama (Observasi/Eksplorasi)	77
E. Kegiatan Pembelajaran Kedua dan Ketiga (Desain/ Perencanaan).....	94
F. Kegiatan Pembelajaran Ketiga	107
G. Kegiatan Pembelajaran Keempat Sampai dengan	
Ketujuh (Produksi)	112
H. Kegiatan Pembelajaran Kedelapan.....	119
I. Kegiatan Pembelajaran Kesembilan	124
Evaluasi.....	130

Unit 3 BIOGAS RUMAH TANGGA..... 133

A. Peta Materi Biogas Rumah Tangga	134
B. Skema Pembelajaran Biogas Rumah Tangga (BGRT).....	135
C. Kegiatan Pembelajaran Pertama (Observasi/Eksplorasi)	137
D. Kegiatan Pembelajaran Kedua (Desain/Perancangan).....	151
E. Kegiatan Pembelajaran Ketiga (Perencanaan Produksi)	160
F. Kegiatan Pembelajaran Keempat Sampai dengan	
Ketujuh (Produksi)	166
G. Kegiatan Pembelajaran Kedelapan.....	174
H. Kegiatan Pembelajaran Kesembilan	179
Evaluasi.....	185



Unit 4 KOMPOSTER.....	187
A. Peta Materi Komposter	188
B. Skema Pembelajaran Komposter	189
C. Kegiatan Pembelajaran Pertama (Observasi/Eksplorasi)	194
D. Kegiatan Pembelajaran Kedua (Desain/Perencanaan).....	209
E. Kegiatan Pembelajaran Ketiga (Produksi)	219
F. Kegiatan Pembelajaran Keempat Sampai dengan Ketujuh (Produksi)	224
G. Kegiatan Pembelajaran Kedelapan.....	232
H. Kegiatan Pembelajaran Kesembilan	239
Evaluasi.....	245
Glosarium	249
Daftar Pustaka.....	252
Indeks	258
Biodata Pelaku Perbukuan.....	262



Daftar Gambar

Gambar 1.1	Susunan Baterai dalam <i>Power Bank</i>	24
Gambar 1.2	Contoh <i>Power Bank</i> Sel Surya	24
Gambar 1.3	<i>Light Emitting Diode</i> (LED)	39
Gambar 1.4	Diagram Blok PBSS	47
Gambar 2.1	Instalasi Pompa	78
Gambar 2.2	<i>Mindmap</i> Pompa	79
Gambar 2.3	Pompa Bolak-Balik (<i>Reciprocating Pump</i>).....	80
Gambar 2.4	Pompa Berputar (<i>Rotary Pump</i>).....	81
Gambar 2.5	(a) Pompa Roda Gigi (<i>Gear Pump</i>)	81
Gambar 2.5	(b) Pompa Ulir (<i>Screw Pump</i>).....	82
Gambar 2.5	(c) Pompa <i>Vane</i>	82
Gambar 2.6	Pompa Aksial	83
Gambar 2.7	Pompa Benam.....	83
Gambar 2.8	Pompa <i>Hydraulic Ram</i>	84
Gambar 2.9	Ilustrasi Pompa Galon Manual.....	96
Gambar 2.10	Pompa Air Minum Galon Elektrik	96
Gambar 2.11	Galon Kapasitas 19 Liter	97
Gambar 2.12	Galon Kapasitas 15 Liter	98
Gambar 2.13	Galon 11 Liter	98
Gambar 2.14	Cara Penggunaan Pompa Galon Elektrik.....	98
Gambar 2.15	Bagian dalam Pompa Galon Elektrik	99
Gambar 2.16	Diagram Blok Sistem Produk	99
Gambar 2.17	Pompa Galon Manual.....	130
Gambar 2.18	Pompa Galon Elektrik	131
Gambar 3.1	Biodigester Tipe <i>Fixed Dome</i>	139
Gambar 3.2	Skema Biodigester Tipe <i>Floating Dome</i>	140

Gambar 3.3 Biodigester Tipe Balon	140
Gambar 3.4 Biodigester Tipe <i>Plug Flow</i>	141
Gambar 3.5 Diagram Proses Terbentuknya Biogas	152
Gambar 4.1 Sampah.....	195
Gambar 4.2 Bukit Sampah.....	196
Gambar 4.3 Contoh Sampah Organik.....	196
Gambar 4.4 Sampah Organik Basah.....	197
Gambar 4.5 Sampah Organik Kering.....	198
Gambar 4.6 Kompos	199
Gambar 4.7 Tiga Faktor Utama Pembuatan Kompos.....	211
Gambar 4.8 Jenis Harga Pokok Produksi.....	233
Gambar 4.9 Grafik Jumlah Timbulan Sampah Tahunan Indonesia	245



Daftar Tabel

Tabel 1.1 Format Penilaian Aktivitas 1.....	34
Tabel 1.2 Rentang Nilai dan Kriteria Penilaian Aktivitas 1	35
Tabel 1.3 Format Penilaian Aktivitas 2.....	36
Tabel 1.4 Rentang Nilai dan Kriteria Penilaian Aktivitas 2	36
Tabel 1.5 Format Penilaian Aktivitas 3.....	43
Tabel 1.6 Rentang Nilai dan Rubrik Aktivitas 3.....	44
Tabel 1.7 Format Penilaian Aktivitas 4.....	45
Tabel 1.8 Rentang Nilai dan Rubrik Aktivitas 4.....	45
Tabel 1.9 Format Penilaian Aktivitas 5.....	50
Tabel 1.10 Rentang Nilai dan Rubrik Aktivitas 5.....	51
Tabel 1.11 Format Penilaian Aspek Aktivitas 6.....	56
Tabel 1.12 Rentang Nilai dan Rubrik Aktivitas 6.....	57
Tabel 1.13 Format Penilaian Aktivitas 7	58
Tabel 1.14 Rentang Nilai dan Rubrik Aktivitas 7.....	58
Tabel 1.15 Format Penilaian Aktivitas 8	63
Tabel 1.16 Rentang Nilai dan Rubrik Aktivitas 8.....	63
Tabel 1.17 Lembar Refleksi Diri.....	65
Tabel 1.18 Penilaian Aspek Pengetahuan dan Konsep Kewirausahaan.....	66
Tabel 1.19 Penilaian Aspek Keterampilan.....	67
Tabel 2.1 Data untuk Pemilihan Pompa.....	84
Tabel 2.2 Format Penilaian Aktivitas 1.....	90
Tabel 2.3 Rentang Nilai dan Kriteria Penilaian Aktivitas 1	91
Tabel 2.4 Format Penilaian Aktivitas 2.....	92
Tabel 2.5 Rentang Nilai dan Kriteria Penilaian Aktivitas 2	92
Tabel 2.6 Format Penilaian Aktivitas 3.....	104



Tabel 2.7 Rentang Nilai dan Rubrik Aktivitas 3.....	104
Tabel 2.8 Format Penilaian Aktivitas 4.....	105
Tabel 2.9 Rentang Nilai dan Rubrik Aktivitas 4.....	106
Tabel 2.10 Format Penilaian Aktivitas 5.....	110
Tabel 2.11 Rentang Nilai dan Rubrik Penilaian Aktivitas 5.....	110
Tabel 2.12 Komponen Alat dan Bahan Pompa Galon Elektrik	112
Tabel 2.13 Format Penilaian Aktivitas 6.....	116
Tabel 2.14 Rentang Nilai dan Rubrik Aktivitas 6.....	117
Tabel 2.15 Format Penilaian Aktivitas 7.....	118
Tabel 2.16 Rentang Nilai dan Rubrik Aktivitas 7.....	118
Tabel 2.17 Format Penilaian Aktivitas 8.....	123
Tabel 2.18 Rentang Nilai dan Rubrik Aktivitas 8.....	123
Tabel 3.1 Komposisi Biogas (Ambar P 2015).....	138
Tabel 3.2 Format Penilaian Aktivitas 1.....	148
Tabel 3.3 Rentang Nilai dan Kriteria Penilaian Aktivitas 1.....	148
Tabel 3.4 Format Penilaian Aktivitas 2.....	149
Tabel 3.5 Rentang Nilai dan Kriteria Penilaian Aktivitas 2.....	150
Tabel 3.6 Format Penilaian Aktivitas 3.....	158
Tabel 3.7 Rentang Nilai dan Rubrik Aktivitas 3.....	158
Tabel 3.8 Format Penilaian Aktivitas 4.....	159
Tabel 3.9 Rentang Nilai dan Rubrik Aktivitas 4.....	159
Tabel 3.10 Format Penilaian Aktivitas 5.....	163
Tabel 3.11 Rentang Nilai dan Rubrik Penilaian Aktivitas 5.....	164
Tabel 3.12 Format Penilaian Aspek Sikap.....	164
Tabel 3.13 Format Penilaian Aktivitas 6.....	171
Tabel 3.14 Rentang Nilai dan Rubrik Aktivitas 6.....	172
Tabel 3.15 Format Penilaian Aktivitas 7.....	172
Tabel 3.16 Rentang Nilai dan Rubrik Aktivitas 7.....	173



Tabel 3.17 Format Penilaian Aspek Aktivitas 8.....	178
Tabel 3.18 Rentang Nilai dan Rubrik Aktivitas 8.....	179
Tabel 3.19 Tabel Refleksi Peserta Didik.....	181
Tabel 4.1 Bahan-Bahan Organik Sumber Kompos.....	201
Tabel 4.2 Format Penilaian Aktivitas 1.....	205
Tabel 4.3 Rentang Nilai dan Kriteria Penilaian Aktivitas 1.....	206
Tabel 4.4 Format Penilaian Aktivitas 2.....	207
Tabel 4.5 Rentang Nilai dan Kriteria Penilaian Aktivitas 2.....	208
Tabel 4.6 Bahan Penyusun Kompos.....	210
Tabel 4.7 Format Penilaian Aspek Pengetahuan Aktivitas 3.....	216
Tabel 4.8 Rentang Nilai dan Rubrik Pengetahuan Aktivitas 3.....	216
Tabel 4.9 Format Penilaian Aktivitas 4.....	217
Tabel 4.10 Rentang Nilai dan Rubrik Pengetahuan Aktivitas 4.....	218
Tabel 4.11 Format Penilaian Aspek Keterampilan Aktivitas 5.....	222
Tabel 4.12 Rentang Nilai dan Rubrik Aktivitas 5.....	222
Tabel 4.13 Alat dan Bahan Komposter Takakura.....	224
Tabel 4.14 Format Penilaian Aktivitas 6.....	230
Tabel 4.15 Rentang Nilai dan Rubrik Aktivitas 7.....	230
Tabel 4.16 Format Penilaian Aspek Keterampilan Aktivitas 7.....	230
Tabel 4.17 Rentang Nilai dan Rubrik Aktivitas 7.....	231
Tabel 4.18 Format Penilaian Aktivitas 8.....	231
Tabel 4.19 Rentang Nilai dan Rubrik Pengetahuan Aktivitas 8.....	238
Tabel 4.20 Format Penilaian Refleksi.....	240



Petunjuk Penggunaan Buku

Guru Prakarya dan Kewirausahaan: Rekayasa dapat menerapkan materi dan informasi yang terdapat pada Buku Panduan Guru Prakarya dan Kewirausahaan: Rekayasa ini dalam kegiatan belajar mengajar. Guru juga dapat menjadikan buku ini sebagai referensi dalam proses pembelajaran dan diperkaya dengan informasi dari sumber-sumber yang lain. Guru Prakarya dan Kewirausahaan: Rekayasa diharapkan dapat mengeksplorasi secara lebih mendalam dari informasi yang ada. Guru diharapkan dapat melakukan kolaborasi dalam bentuk diskusi atau kegiatan interaksi lain yang relevan dalam rangka menunjang proses pembelajaran bersama guru-guru Prakarya dan Kewirausahaan lain.

Adapun fitur-fitur yang terdapat pada buku panduan guru ini dapat dilihat pada bagan berikut.

A. Bagian I

Bagian I merupakan Panduan Umum yang berisi mengenai Pendahuluan, Tujuan Buku Panduan Guru, Karakteristik Mata Pelajaran Prakarya dan Kewirausahaan: Rekayasa, Capaian Pembelajaran, Profil Pelajar Pancasila, dan Strategi Umum Pembelajaran.



1. Pendahuluan

Pendahuluan berisikan penjelasan mengenai latar belakang diperlukannya buku teks pada mata pelajaran Prakarya dan Kewirausahaan: Rekayasa.

A. Pendahuluan

Sebagai seorang pendidik dan pengajar, guru merupakan salah satu sosok yang berperan sebagai fasilitator bagi peserta didik dalam pembelajaran untuk dapat mengembangkan potensi dasar dan kemampuannya secara maksimal di sekolah. Dalam pelaksanaannya di sekolah, guru bukan hanya menyampaikan materi, namun juga membekali peserta didik dengan serangkaian kompetensi yang terurus secara sistematis. Peran serta guru dalam menambah kembang potensi peserta didik memiliki peranan yang sangat penting.

Disamping itu, melalui pembelajaran yang disampaikan, guru juga perlu berusaha menghadirkan perubahan pada diri peserta didik, di antaranya dari segi pola pikir, sikap, keterampilan, hubungan sosial, apresiasi, dan sebagainya. Dalam upaya mencapai tujuan tersebut, pada prinsipnya seorang guru harus mampu memahami materi dan kompetensi yang akan diajarkan pada peserta didik. guna menambah kompetensi pengetahuan dan memahami materi yang akan diajarkan, guru membutuhkan buku teks. Sebagaimana diketahui, buku teks merupakan salah satu buku pegangan yang digunakan oleh guru dan peserta didik dalam kegiatan pembelajaran.

2. Tujuan Buku Panduan Guru

Tujuan Buku Panduan Guru menjelaskan kegunaan Buku Panduan Guru Prakarya dan Kewirausahaan: Rekayasa dalam kaitannya dengan Kurikulum Merdeka.

B. Tujuan Buku Panduan Guru

Buku Panduan Guru merupakan pedoman yang digunakan untuk mendapatkan sejumlah informasi dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar. Buku Panduan Guru pada umumnya dibuat oleh pihak pemerintah sesuai dengan kurikulum yang berlaku. Selain sebagai penunjuk, Buku Panduan Guru juga dapat mempermudah guru dalam menyampaikan sebuah materi yang akan diajarkan pada proses

3. Karakteristik Mata Pelajaran Prakarya dan Kewirausahaan: Rekayasa

Karakteristik mata pelajaran Prakarya dan Kewirausahaan: Rekayasa memuat penjelasan mengenai kekhasan mata pelajaran Prakarya sesuai dengan Keputusan Kepala BSKAP Nomor 033/H/KR/2022 Tahun 2022 tentang: Capaian Pembelajaran pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah pada Kurikulum Merdeka.

C. Karakteristik Mata Pelajaran Prakarya dan Kewirausahaan: Rekayasa

Pembelajaran merupakan kegiatan utama dalam sebuah proses pendidikan karena melalui kegiatan ini diharapkan akan tercipta perubahan tingkah laku dalam diri peserta didik. Perubahan ini tentunya hal yang diinginkan oleh semua pihak yang tergantung pada kemampuan peserta didik. Proses pembelajaran yang dilakukan bukan tanpa rencana, perubahan-perubahan yang diharapkan tentunya didasari oleh perencanaan pembelajaran yang matang. Melalui perencanaan yang maksimal, seorang guru dapat menentukan skenario dan strategi yang digunakan agar tujuan pembelajaran dapat tercapai.



4. Capaian Pembelajaran

Capaian pembelajaran memuat capaian pembelajaran umum mata pelajaran Prakarya Rekayasa, capaian pembelajaran per fase berdasarkan elemen, alur pembelajaran per tahun (capaian dan konten) sesuai Keputusan Kepala BSKAP Nomor 033/H/KR/2022 Tahun 2022 tentang: Capaian Pembelajaran pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah pada Kurikulum Merdeka.

D. Capaian Pembelajaran

Capaian pembelajaran merupakan kompetensi pembelajaran yang harus dicapai peserta didik pada setiap fase perkembangannya. Adapun capaian pembelajaran di kelas XI ini dibagi menjadi dua, yaitu capaian pembelajaran per fase dan tujuan pembelajaran per tahun, berikut penjelasannya.

5. Profil Pelajar Pancasila

Profil Pelajar Pancasila merupakan profil lulusan yang dibangun untuk menguatkan nilai-nilai luhur Pancasila dalam diri setiap pelajar Indonesia sesuai dengan visi dan misi Kemendikbudristek. Visi dan misi tersebut tertuang dalam Permendikbudristek RI Nomor 22 Tahun 2020 tentang Rencana Strategis Kemendikbudristek dan Keputusan Kepala BSKAP Nomor 009/H/KR/2022 Tentang Dimensi, Elemen, dan Subelemen Profil Pelajar Pancasila Pada Kurikulum Merdeka.

E. Profil Pelajar Pancasila

Jika kita kaji lebih mendalam, pemikiran filsafat Ki Hadjar Dewantara masih relevan untuk dapat diterapkan pada perkembangan dunia pendidikan saat ini. Ki Hadjar Dewantara meyakini bahwa tujuan pendidikan ialah menuntun segala kodrat yang ada pada anak agar mereka dapat mencapai keselamatan dan kebahagiaan yang setinggi-tingginya, baik sebagai manusia maupun sebagai anggota masyarakat.

6. Strategi Umum Pembelajaran

Strategi umum pembelajaran memuat informasi bagi guru yang menjelaskan tentang strategi yang dapat diterapkan dalam pembelajaran Prakarya dan Kewirausahaan: Rekayasa di kelas XI.

F. Strategi Umum Pembelajaran

Peran guru dalam pembelajaran sangatlah besar sebagai pengarah, pengelola, dan penilai pendidikan. Guru juga bertanggung jawab agar pendidikan bisa berjalan dengan baik. Belajar ialah suatu proses untuk memperoleh keterampilan, pemahaman, dan nilai, sedangkan pembelajaran ialah proses interaksi antara peserta didik, guru, dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar. Beberapa definisi tentang tujuan pembelajaran, di antaranya:



B. Bagian II

Bagian II merupakan panduan khusus yang terdiri atas empat unit. Setiap unit memuat Peta Materi, Tujuan Pembelajaran, Deskripsi Produk Rekeyasa, serta Kegiatan Pembelajaran, Pengayaan, dan Evaluasi.



1. Peta Materi

Peta Materi merupakan desain yang menggambarkan gagasan pokok dari pembahasan yang terkandung dalam unit.

A. Peta Materi Power Bank Sel Surya (PBSS)

Peta materi adalah salah satu media pembelajaran yang di dalamnya terdapat gagasan pokok yang berkaitan satu sama lain dan disajikan secara sistematis dengan tujuan agar materi yang disajikan mudah dipahami. Pada Unit 1, peserta didik akan mempelajari produk rekayasa teknologi berupa Power Bank Sel Surya (PBSS).

Dari dapat mengorganisir dan menunggal gagasannya dalam peta materi berdasarkan informasi, literasi, pengalaman, dan pengetahuan yang dimiliki. Setiap titik dan cabang dapat dikembangkan secara vertikal sesuai dengan pengetahuan dan pengalaman peserta didik. Cara juga dapat mengeksplorasi hal-hal yang belum dipahami peserta didik terkait materi yang tertuang dalam peta materi.

POWER BANK SEL SURYA	
IDENTIFIKASI DAN RESPONSALE LINGKUNGAN SENTAP	<ul style="list-style-type: none">- Analisis Kelelahan- Kemampuan di Tahan di Lingkungan- Sinyal Lingkungan
REVI PEMERIKSAAN	<ul style="list-style-type: none">- Pengumpulan Gagasan- Penemuan Produk- Desain PBSS
PROBANSI	<ul style="list-style-type: none">- Peringatan Alat dan Bahan- Sifat dan Produk- Uji Coba Alat
PERESTIMASIAN BANGA KONDISI PRODUKSI (GIVE)	<ul style="list-style-type: none">- Bahan- Biaya Produksi
REFLEKSI DAN EVALUASI	<ul style="list-style-type: none">- Kesehatan dan Keselamatan- Rekomendasi Pengembangan



2. Skema Pembelajaran

Dalam skema pembelajaran terdapat tujuan pembelajaran yang disusun berdasarkan masing-masing elemen pada setiap unit. Tujuan pembelajaran berisi mengenai kompetensi-kompetensi yang hendak dicapai oleh peserta didik dalam satu capaian pembelajaran di setiap jenjangnya yang terdiri atas tujuan pembelajaran umum dan tujuan per elemen. Selanjutnya juga terdapat rekomendasi alokasi waktu per unit yang memuat kegiatan pembelajaran intrakurikuler, ekstrakurikuler, dan ko-kurikuler.

B. Skema Pembelajaran *Power Bank* Sel Surya (PBSS)

Sebuah pembelajaran memerlukan adanya skema pembelajaran sebagai kerangka/rancangan bagi berlangsungnya proses pembelajaran tersebut. Berikut uraian skema pembelajaran *Power Bank* Sel Surya (PBSS).

1. Tujuan Pembelajaran PBSS

Adapun tujuan pembelajaran pada materi *Power Bank* Sel Surya disesuaikan dengan elemen pembelajaran, yaitu:

a. Observasi dan Eksplorasi

- 1) Peserta didik dapat menunjukkan produk rekayasa teknologi konversi energi berdasarkan spesifikasi dan kompleksitasnya yang mempunyai nilai jual.

3. Prosedur Kegiatan Pembelajaran

Prosedur kegiatan pembelajaran berisikan penjelasan mengenai struktur kegiatan pembelajaran yang tersusun secara sistematis dengan berpedoman pada tahapan pembelajaran.

C. Prosedur Kegiatan Pembelajaran

Masyarakat saat ini menginginkan segala sesuatu dilakukan secara cepat, mudah, praktis, dan modern dikarenakan aktivitas setiap individu semakin meningkat. Hal tersebut yang mendorong manusia

4. Kegiatan Pembelajaran

Kegiatan pembelajaran ini merupakan informasi penting sebagai panduan guru dalam melaksanakan pembelajaran. Adapun fitur-fitur yang terdapat dalam kegiatan pembelajaran ini, di antaranya:

D. Kegiatan Pembelajaran Pertama (Observasi/Eksplorasi)

Pertemuan Ke-1

2 JP - 2 x 45 Menit

1. Konteks Fungsi Produk

Telepon genggam tentu saja membutuhkan listrik untuk mengoperasikannya. Seandainya kita sedang berkegiatan di luar ruangan dalam waktu cukup lama, maka peranti tersebut secara perlahan akan kehabisan daya. Di saat seperti ini kita memerlukan *power bank* agar peranti tetap dapat digunakan.

a. Konteks Fungsi Produk

Konteks fungsi produk merupakan informasi mengenai deskripsi produk yang hendak dibuat, dimulai dengan pemaparan konsep yang melandasinya hingga sudut pandang lain yang berkaitan. Melalui informasi konteks produk, guru dapat menstimulus dan mengembangkan motivasi serta potensi peserta didik sesuai materi yang dibahas.

1. Konteks Fungsi Produk

Telepon genggam tentu saja membutuhkan listrik untuk mengoperasikannya. Seandainya kita sedang berkegiatan di luar ruangan dalam waktu cukup lama, maka peranti tersebut secara perlahan akan kehabisan daya. Di saat seperti ini kita memerlukan *power bank* agar peranti tetap dapat digunakan.

b. Tujuan Kegiatan Pembelajaran

Tujuan kegiatan pembelajaran merupakan berbagai kemampuan pembelajaran yang hendak dicapai oleh peserta didik yang dijabarkan dalam setiap pertemuan.

3. Tujuan Kegiatan Pembelajaran Pertama

Setelah mempelajari materi pada kegiatan pembelajaran ini, peserta didik diharapkan mampu:

- mendeskrripsikan kebutuhan akan *power bank* dalam menunjang aktivitas sehari-hari;
- mengeksplorasi produk rekayasa teknologi terapan alat *power bank* melalui berbagai sumber, seperti internet, jurnal, dan sumber informasi lainnya;
- mendeskrripsikan alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan *power bank*; dan
- mengobservasi kelebihan dan kekurangan dari *power bank* yang tersedia di pasaran.



c. Langkah-Langkah Kegiatan Pembelajaran

Tujuan kegiatan pembelajaran berisi penjelasan mengenai langkah-langkah pembelajaran yang dapat dijadikan referensi oleh guru dalam melaksanakan proses pembelajaran.

4. Langkah-Langkah Kegiatan Pembelajaran Pertama

Langkah-langkah kegiatan pembelajaran merupakan rangkaian tahapan sistematis yang dilakukan oleh guru guna mengelola pengalaman belajar peserta didik. Adapun langkah-langkah kegiatan pembelajaran terdiri dari pendahuluan, inti, dan penutup.

d. Kegiatan Pembelajaran Alternatif

Kegiatan pembelajaran alternatif menjelaskan tentang langkah-langkah pembelajaran yang dapat menjadi pilihan metode pembelajaran bagi guru apabila menemukan kendala pada proses pelaksanaan pembelajaran.

5. Kegiatan Pembelajaran Alternatif

Pada pelaksanaan pembelajaran, suatu hambatan mungkin saja terjadi, baik dari faktor peserta didik, teknik, atau lingkungan belajar. Peralatan yang akan digunakan bisa saja saat pembelajaran tidak dapat digunakan, terutama peralatan

e. Refleksi Guru

Refleksi kegiatan pembelajaran merupakan kegiatan pemberian umpan balik atau penilaian dari peserta didik terhadap guru dan peserta didik setelah mengikuti serangkaian proses belajar mengajar dalam setiap pertemuan atau setiap unit.

7. Refleksi Guru

Pada tahapan refleksi, peserta didik diminta mereviu pembelajaran yang telah dilakukan dengan cara membuat catatan-catatan yang dianggap penting. Guru selanjutnya meminta beberapa perwakilan kelompok untuk menyampaikannya dan guru memberikan tanggapan/masukan. Guru memberi penekanan bahwa dibutuhkan *power bank* yang lebih ramah lingkungan serta lebih fleksibel untuk digunakan dalam menunjang aktivitas sehari-hari.



f. Asesmen/ Penilaian

Pada bagian ini dijabarkan tentang asesmen yang digunakan untuk menilai kegiatan pembelajaran yang telah dilakukan peserta didik. Selain itu, disajikan pula contoh kriteria penilaian dan pedoman penskoran untuk melaksanakan asesmen.

8. Asesmen/Penilaian

Asesmen atau penilaian adalah penerapan cara atau alat untuk mendapatkan sejumlah informasi mengenai hasil belajar dan capaian kompetensi peserta didik. Asesmen dilakukan untuk melihat potensi dan juga kelemahan peserta didik dari hasil analisis data yang ada serta untuk menyusun suatu rencana yang lebih baik.

g. Pengayaan

Pengayaan merupakan bentuk kegiatan yang diberikan kepada peserta didik secara individu atau kelompok yang lebih cepat mencapai kompetensi dibandingkan peserta didik yang lain. Tujuan pelaksanaan pengayaan ini yaitu agar peserta didik dapat memperdalam kecakapannya atau mengembangkan potensinya secara optimal.

5. Pengayaan

Peserta didik yang telah menguasai materi pada Unit 1 dan berminat untuk mempelajari lebih lanjut topik yang telah diberikan, dapat diberikan aktivitas tambahan agar meningkatkan pengetahuan dan keterampilannya. Berikut adalah aktivitas pengayaan yang dapat diberikan, peserta didik dapat membaca artikel terkait materi. Peserta didik dapat memindai kode batang berikut.



h. Evaluasi

Evaluasi merupakan contoh soal latihan yang diberikan guru untuk peserta didik. Guru dapat mengembangkan evaluasi unit dalam bentuk-bentuk soal yang lebih bervariasi.

EVALUASI UNIT 1

Bacalah teks berikut dengan saksama.

Matahari menjadi sumber energi alternatif yang dapat dimanfaatkan di masa yang akan datang dan Indonesia kaya akan sumber energi tersebut. Saat ini pemanfaatan panel surya belumlah maksimal, hal ini disebabkan oleh biaya pembuatan panel surya relatif besar dan daya energi yang dihasilkan tidak terlalu besar. Dengan kata lain, untuk menghasilkan energi listrik yang besar diperlukan panel surya yang besar dan juga biaya yang besar. Pemanfaatan panel surya banyak ditemukan, termasuk untuk aplikasi di perangkat satelit.

Jawablah soal-soal berikut dengan memilih salah satu jawaban yang tepat!

1. Matahari merupakan sumber energi terbesar bagi bumi yang merupakan benda langit yang dapat menghasilkan cahaya sendiri dengan cara . . .
 - A. melalui sumbu panas
 - B. melalui radiasi matahari
 - C. reaksi nuklir



Berikut penjelasan dari keempat unit yang terdapat pada Panduan Khusus.

1. Unit 1

Power Bank Sel Surya (PBSS)

Guru dapat melakukan pembelajaran materi *Power Bank Sel Surya* sesuai dengan karakteristik peserta didik, sarana dan prasarana, serta alokasi waktu yang tersedia.



2. Unit 2

Pompa Galon Elektrik

Guru dapat melakukan pembelajaran materi *Pompa Galon Elektrik* sesuai dengan karakteristik peserta didik, sarana dan prasarana, serta alokasi waktu yang tersedia.



3. Unit 3 Biogas Rumah Tangga

Guru dapat melakukan pembelajaran materi Biogas Rumah Tangga sesuai dengan karakteristik peserta didik, sarana dan prasarana, serta alokasi waktu yang tersedia.

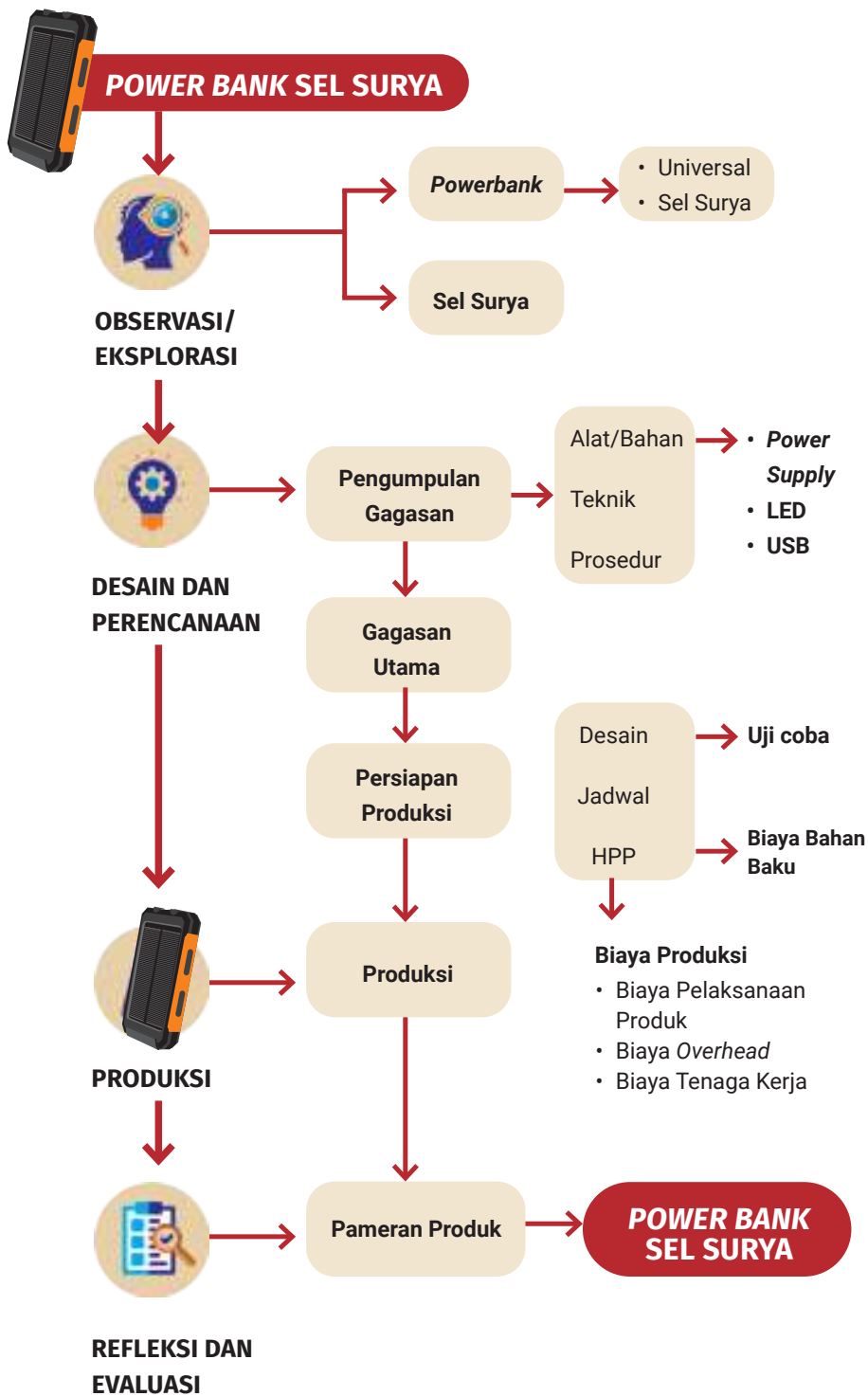


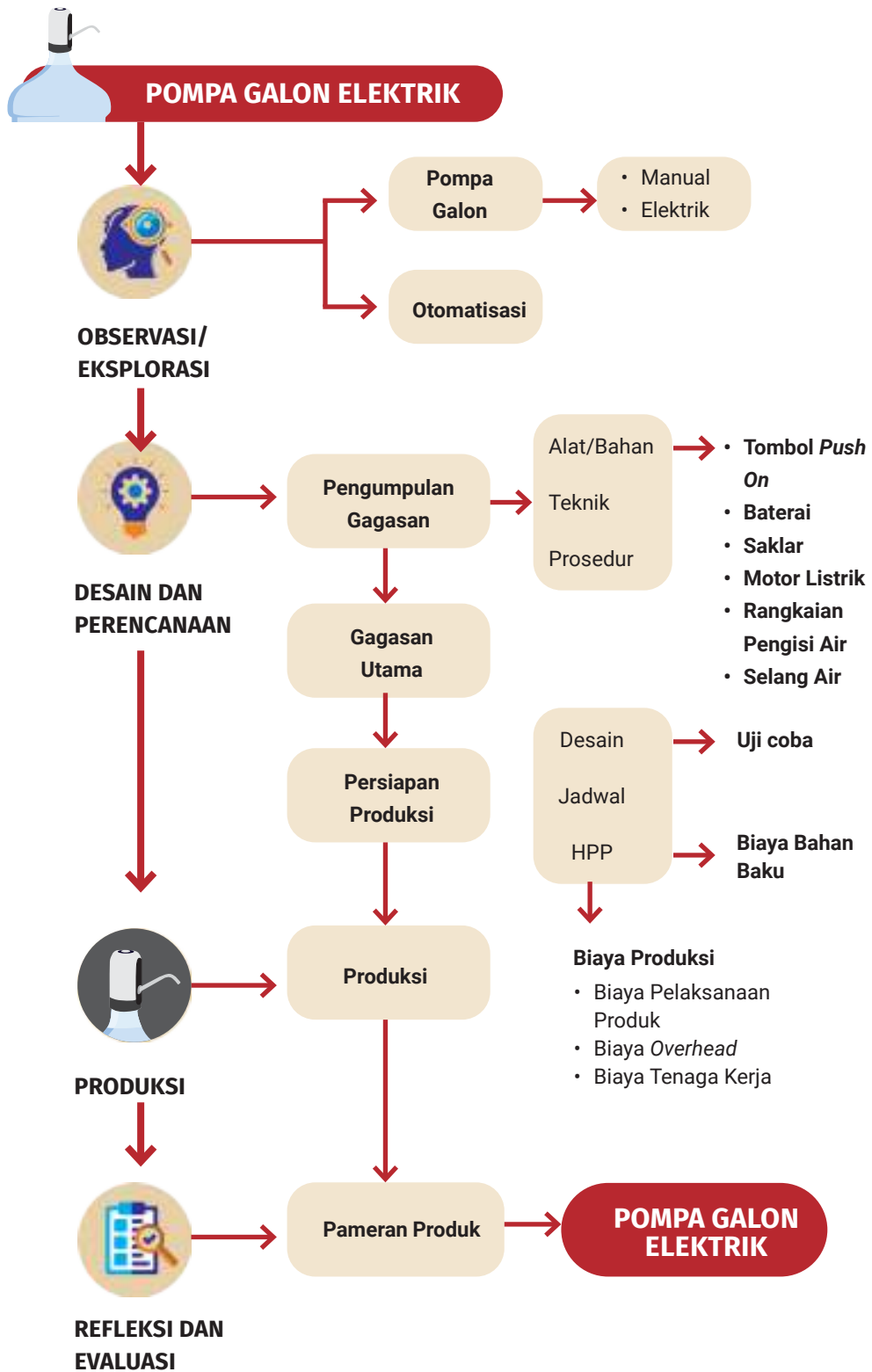
4. Unit 4 Komposter

Guru dapat melakukan pembelajaran materi Komposter sesuai dengan karakteristik peserta didik, sarana dan prasarana, serta alokasi waktu yang tersedia.



Pemetaan Pikiran







BIOGAS RUMAH TANGGA



OBSERVASI/ EKSPLORASI

Pengertian dan
Sumber Biogas

- Pengertian Biogas
- Sumber Biogas dari Kotoran Hewan
- Sumber Biogas dari Sampah Organik

Tipe Biodigester

- *Fixed Domed Plant*
- *Floating Drum Plant*
- Balon
- *Plug Flow*



DESAIN DAN PERENCANAAN

Pengumpulan
Gagasan

Alat/Bahan
Teknik
Prosedur

Gagasan
Utama

Persiapan
Produksi

Desain
Jadwal

- Desain Bentuk, Ukuran, dan Kekuatan Digester
- Pengujian Digester

HPP

Biaya Bahan Baku

Produksi

Biaya Produksi

- Biaya Pelaksanaan Produk
- Biaya *Overhead*
- Biaya Tenaga Kerja



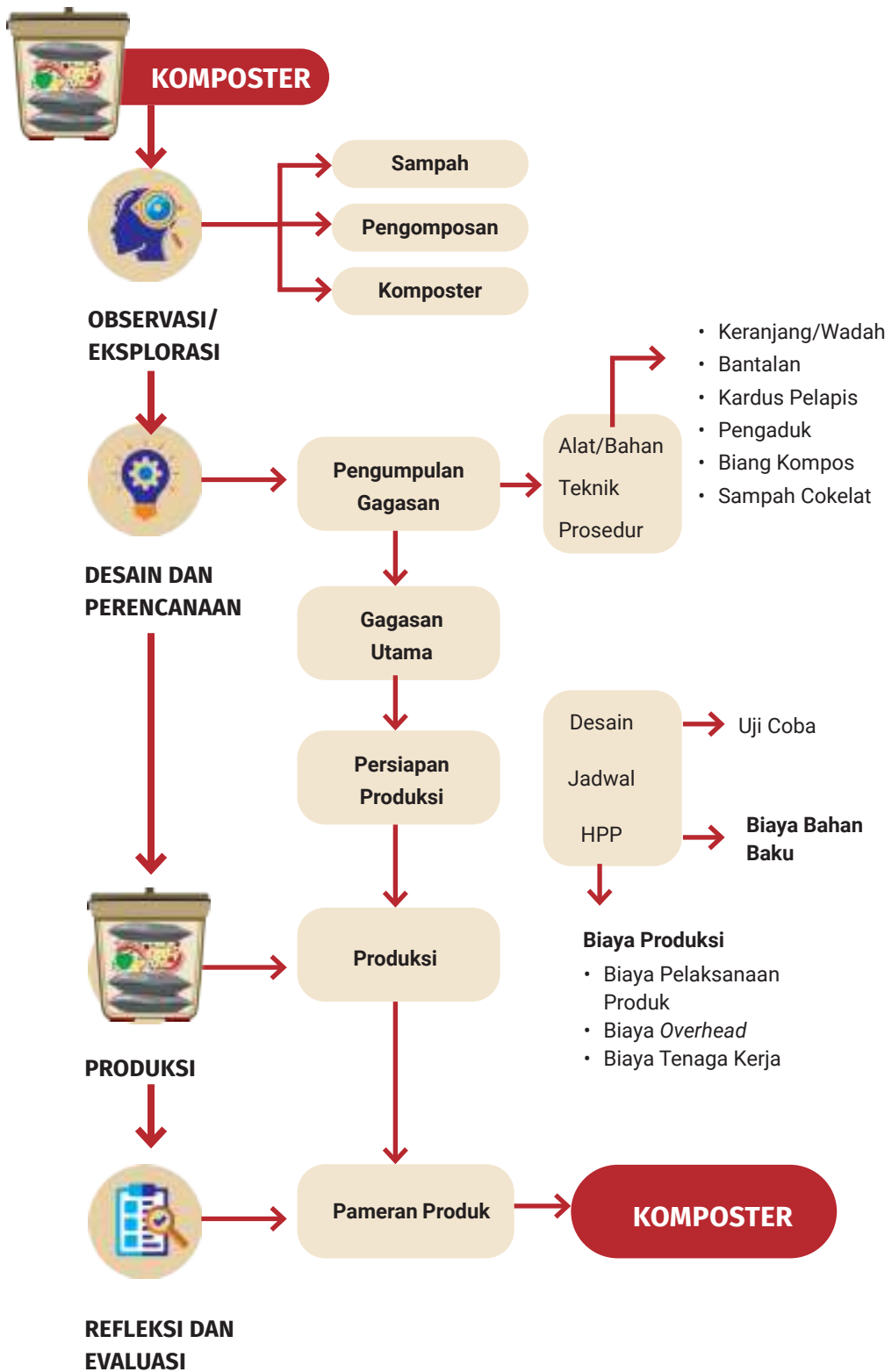
PRODUKSI



REFLEKSI DAN EVALUASI

Pameran Produk

**BIOGAS RUMAH
TANGGA**



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA 2022
Buku Panduan Guru Prakarya dan Kewirausahaan: Rekayasa
untuk SMA/MA Kelas XI
Penulis: Indra Samsudin, Hera Novia, Ahmad Aminudin
ISBN : 978-602-427-908-0 (jil.2)

Panduan Umum



A. Pendahuluan

Sebagai seorang pendidik dan pengajar, guru merupakan salah satu sosok yang berperan sebagai fasilitator bagi peserta didik dalam pembelajaran untuk dapat mengembangkan potensi dasar dan kemampuannya secara maksimal di sekolah. Dalam pelaksanaannya di sekolah, guru bukan hanya menyampaikan materi, namun juga membekali peserta didik dengan serangkaian kompetensi yang tersusun secara sistematis. Peran serta guru dalam tumbuh kembang potensi peserta didik memiliki peranan yang sangat penting.

Di samping itu, melalui pembelajaran yang disampaikan, guru juga perlu berusaha menghadirkan perubahan pada diri peserta didik, di antaranya dari segi pola pikir, sikap, keterampilan, hubungan sosial, apresiasi, dan sebagainya. Dalam upaya mencapai tujuan tersebut, pada prinsipnya seorang guru harus mampu memahami materi dan kompetensi yang akan diajarkan pada peserta didik. Guna menambah kompetensi pengetahuan dan memahami materi yang akan diajarkan, guru membutuhkan buku teks. Sebagaimana diketahui, buku teks merupakan salah satu buku pegangan yang digunakan oleh guru dan peserta didik dalam kegiatan pembelajaran.

B. Tujuan Buku Panduan Guru

Buku Panduan Guru merupakan pedoman yang digunakan untuk mendapatkan sejumlah informasi dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar. Buku Panduan Guru pada umumnya dibuat oleh pihak pemerintah sesuai dengan kurikulum yang berlaku. Selain sebagai petunjuk, Buku Panduan Guru juga dapat mempermudah guru dalam menyampaikan sebuah materi yang akan diajarkan pada proses pembelajaran di kelas maupun di luar kelas. Selain digunakan oleh guru, buku panduan ini juga dapat diperuntukkan sebagai acuan bagi pihak lain, seperti kepala sekolah maupun orang tua/wali peserta didik.

Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 17 tahun 2013 menetapkan bahwa Buku Panduan Guru ini layak digunakan dalam menjalankan sistem pembelajaran di sekolah. Buku Panduan Guru ini pada dasarnya hampir sama halnya dengan Buku siswa. Adapun perbedaannya adalah pada Buku Panduan Guru sudah dilengkapi dengan skenario langkah-langkah dalam pembelajaran yang sudah didesain sedemikian rupa sesuai dengan kurikulum yang berlaku. Oleh karena itu, Buku Panduan Guru memiliki peranan yang sangat penting



dalam proses pembelajaran. Buku panduan ini digunakan sebagai referensi ketika menggunakan Buku siswa.

Buku Panduan Guru berisi tentang urutan materi yang dikembangkan dari Capaian Pembelajaran dan Alur Tujuan Pembelajaran dari masing-masing mata pelajaran. Hal tersebut bertujuan agar dalam penyelenggaraan proses pembelajaran dapat berjalan secara bertahap dan sesuai dengan kompetensi dasar yang harus dikuasai oleh peserta didik. Selain itu, buku panduan guru dilengkapi dengan penjelasan tentang model, strategi, metode, dan pendekatan pembelajaran yang dapat digunakan sebagai acuan dalam menyelenggarakan proses pembelajaran.

Guru harus mampu memahami dan menggunakan arahan dari isi Buku Panduan Guru sebelum menyelenggarakan proses pembelajaran. Buku panduan guru menyajikan beberapa hal, seperti penjelasan tujuan, pemanfaatan media, dan langkah-langkah serta teknik pembelajaran yang akan disajikan pada saat melaksanakan proses pembelajaran. Apabila guru tidak dapat memahami arahan dalam Buku Panduan Guru ini, maka proses pembelajaran kemungkinan tidak akan berjalan sesuai dengan Buku Panduan yang sudah berdasarkan kurikulum yang berlaku.

Saat ini sedang dikembangkan Kurikulum Merdeka yang merupakan pengembangan dari Kurikulum 2013. Kurikulum Merdeka adalah kurikulum dengan pembelajaran intrakurikuler yang beragam, di mana konten akan lebih optimal agar peserta didik memiliki cukup waktu untuk mendalami konsep dan menguatkan kompetensi (Kemendikbud). Pada praktiknya, peserta didik dapat memilih pelajaran apa saja yang ingin dipelajari sesuai dengan potensi dan minat yang dimiliki.

Adapun Kurikulum Merdeka ini pertama kali diinisiasi oleh Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (Mendikbud Ristek), Nadiem Makarim, sebagai bentuk dari tindak evaluasi perbaikan Kurikulum 2013. Salah satu tujuan utama dari penggunaan Kurikulum Merdeka adalah untuk mencetak generasi penerus yang lebih kompeten dalam berbagai bidang.

C. Karakteristik Mata Pelajaran Prakarya dan Kewirausahaan: Rekayasa

Pembelajaran merupakan kegiatan utama dalam sebuah proses pendidikan karena melalui kegiatan ini diharapkan akan tercipta perubahan tingkah laku dalam diri peserta didik. Perubahan ini



tentunya hal yang diinginkan oleh semua pihak yang tergantung pada kemampuan peserta didik. Proses pembelajaran yang dilakukan bukan tanpa rencana, perubahan-perubahan yang diharapkan tentunya didasari oleh perencanaan pembelajaran yang matang. Melalui perencanaan yang maksimal, seorang guru dapat menentukan skenario dan strategi yang digunakan agar tujuan pembelajaran dapat tercapai.

Mata pelajaran Prakarya dan Kewirausahaan: Rekayasa bertujuan untuk mengembangkan pengetahuan, keterampilan, dan jiwa kewirausahaan peserta didik melalui produk yang dihasilkan sendiri dengan memanfaatkan potensi sumber daya alam dan kearifan lokal di lingkungan sekitar. Prakarya itu sendiri merupakan ilmu terapan yang mengaplikasikan berbagai bidang ilmu pengetahuan untuk menyelesaikan masalah praktis dalam kehidupan sehari-hari.

Ruang lingkup mata pelajaran Prakarya untuk SMA kelas XI meliputi empat aspek, yaitu Kerajinan, Rekayasa, Budi Daya, dan Pengolahan. Setelah mempelajari empat aspek tersebut, peserta didik diharapkan mampu membuat produk dengan memanfaatkan potensi dan kearifan lokal dari alam sekitar. Penyusunan Buku Panduan Guru mata pelajaran Prakarya dan Kewirausahaan: Rekayasa kelas XI ini mengacu pada Kurikulum Merdeka yang telah disempurnakan, baik capaian pembelajaran per fase maupun per elemen. Untuk membantu peserta didik memahami materi Prakarya, setiap pembahasan pada buku ini disertai dengan paparan dan lembar kerja. Harapannya agar peserta didik dapat aktif bereksplorasi dengan berbagai media belajar.

Mata pelajaran Prakarya Rekayasa mengacu pada konsep hasta karya Ki Hadjar Dewantara, yaitu mengembangkan cipta, rasa, dan karsa dengan menciptakan produk rekayasa yang berdampak pada diri sendiri serta lingkungan menuju keseimbangan antara alam (*nature*) dan budaya (*culture*). Prakarya Rekayasa mengembangkan kemampuan dan keterampilan peserta didik dengan mengintegrasikan, mengorelasikan, dan mengolaborasikan berbagai pengetahuan dan disiplin ilmu berbasis STEAM (Sains/*Science*, Teknologi/*Technology*, Teknik/*Engineering*, Seni/*Arts*, dan Matematika/*Mathematics*) untuk menciptakan inovasi produk melalui pembelajaran yang terintegrasi antara dunia kerja dan dunia pendidikan lanjut.

Untuk mengaplikasikan Kurikulum Merdeka ini dibutuhkan Buku Panduan Guru. Buku tersebut diharapkan mampu mengarahkan dan memandu guru dalam melaksanakan proses pembelajaran. Dengan adanya Buku Panduan Guru mata pelajaran Prakarya dan



Kewirausahaan: Rekayasa SMA/MA ini, guru diharapkan memiliki pegangan dalam mengaplikasikan berbagai materi Prakarya Rekayasa yang akan diberikan kepada peserta didik.

D. Capaian Pembelajaran

Capaian pembelajaran merupakan kompetensi pembelajaran yang harus dicapai peserta didik pada setiap fase perkembangannya. Adapun capaian pembelajaran di kelas XI ini dibagi menjadi dua, yaitu capaian pembelajaran per fase dan tujuan pembelajaran per tahun, berikut penjelasannya.

1. Capaian Pembelajaran Per Fase

Pada akhir Fase F (Kelas XI dan XII SMA/MA/Program Paket C) peserta didik mampu membuat produk rekayasa teknologi terapan berdasarkan proposal rancangan produk yang dihasilkan melalui kajian ilmiah, analisis kebutuhan dan kelayakan fungsi, serta mempresentasikan produk secara lisan dan tertulis pada media visual dan virtual. Pada fase ini peserta didik mampu mengevaluasi dan memberikan saran perbaikan berdasarkan analisis dampak lingkungan/teknologi terapan.

2. Capaian Pembelajaran Per Tahun

Capaian pembelajaran per tahun terdiri dari beberapa elemen dengan penjelasan sebagai berikut.

Capaian Pembelajaran Per Tahun



OBSERVASI DAN EKSPLORASI LINGKUNGAN SEKITAR

Peserta didik mampu:

- mengeksplorasi karakteristik produk/prototipe/model
- menyusun rancangan produk rekayasa teknologi terapan berdasarkan penelitian dan analisis kebutuhan, kelayakan, kajian ilmiah, serta dampak lingkungan.



DESAIN DAN PERENCANAAN

Peserta didik mampu:

- membuat rancangan/*dummy*/ prototipe gambar teknik rekayasa teknologi terapan dari hasil eksplorasi bahan, teknik, alat, dan prosedur;
- memperhatikan potensi dan dampak lingkungan.



PRODUKSI

Peserta didik mampu:

- menciptakan produk rekayasa teknologi terapan sesuai dengan rancangan/desain/proposal berdasarkan analisis ilmiah, ekonomi, dan teknologi serta melalui eksperimentasi dan/atau modifikasi bentuk, alat, teknik, dan prosedur pembuatan yang berdampak pada lingkungan maupun kehidupan sehari-hari;
- mempresentasikannya secara lisan atau tulisan pada media visual maupun virtual.



REFLEKSI DAN EVALUASI

Peserta didik mampu:

- memberi penilaian, argumentasi, dan rekomendasi produk rekayasa teknologi terapan karya teman sendiri maupun dari sumber yang lain;
- merefleksikan karya ciptaannya berdasarkan kajian ilmiah, analisis ekonomi, teknologi, dan dampak lingkungan terhadap ciptaannya secara lisan atau tulisan pada media visual maupun virtual.

3. Tujuan Pembelajaran Per Tahun

Adapun tujuan pembelajaran yang hendak dicapai pada pembelajaran selama satu tahun, yaitu peserta didik diharapkan mampu:

- a. menunjukkan produk rekayasa teknologi konversi energi berdasarkan spesifikasi dan kompleksitasnya yang memiliki nilai jual;
- b. mengeksplorasi karakteristik produk rekayasa teknologi konversi energi berdasarkan analisis kebutuhan/masalah, dampak lingkungan, dan ketersediaan sekitar;



- c. membuat pola dan/atau desain produk rekayasa teknologi konversi energi dengan memperhatikan potensi kearifan lokal dan dampak terhadap lingkungan;
- d. mengomunikasikan ide mengenai produk rekayasa konversi energi dan cara penyajiannya dalam bentuk purwarupa;
- e. bereksperimen untuk menentukan desain, alat, bahan, dan prosedur yang efektif dan potensial untuk pembuatan produk rekayasa konversi energi;
- f. mengaplikasikan konsep/materi terkait produk rekayasa teknologi konversi energi melalui produk yang dihasilkan;
- g. menguji coba produk rekayasa teknologi otomatisasi secara komprehensif melalui alat ukur yang relevan;
- h. mempresentasikan produk rekayasa teknologi konversi energi yang dihasilkan secara berkelompok, baik dalam bentuk lisan, tertulis, visual, maupun virtual;
- i. menuliskan kembali langkah-langkah pembuatan produk, tantangan yang dihadapi, dan pendekatan yang diambil dalam menyelesaikan masalah;
- j. menyelenggarakan pameran di lingkungan sekitar untuk mempresentasikan atau mempromosikan produk;
- k. memberi penilaian dan saran untuk pengembangan produk selanjutnya berdasarkan pengetahuan penciptaan, dampak lingkungan, dan teknologi konversi energi; serta
- l. menunjukkan kekuatan dan kelemahan produk serta membuat rencana tindak lanjut.

4. Alur Konten Fase F Kelas XI

Alur konten Fase F pada kelas XI ini dibagi berdasarkan jumlah semester dalam satu tahun, yaitu:

- a. Produk Rekayasa Teknologi Terapan Semester 1
 - 1) *Power Bank* Sel Surya
 - 2) Pompa Galon Elektrik
- b. Produk Rekayasa Teknologi Terapan Semester 2
 - 1) Biogas Rumah Tangga
 - 2) Komposter

E. Profil Pelajar Pancasila

Jika kita kaji lebih mendalam, pemikiran filosofis Ki Hadjar Dewantara masih relevan untuk dapat diterapkan pada perkembangan dunia pendidikan saat ini. Ki Hadjar Dewantara menegaskan bahwasanya tujuan pendidikan adalah menuntun segala kodrat yang ada pada anak agar mereka dapat mencapai keselamatan dan kebahagiaan yang setinggi-tingginya, baik sebagai manusia maupun sebagai anggota masyarakat.

Ki Hadjar Dewantara mengatakan bahwa dalam proses menuntun anak perlu diberikan kebebasan dalam belajar serta berpikir, dituntun oleh para pendidik agar anak tidak kehilangan arah serta membahayakan dirinya. Semangat anak untuk bebas belajar dan berpikir guna mencapai keselamatan dan kebahagiaan berdasarkan kesusilaan manusia, ini yang akhirnya menjadi tema besar kebijakan pendidikan Indonesia saat ini, yaitu Merdeka Belajar.

Merdeka Belajar merupakan filosofis yang memberikan kebebasan kepada para guru dan peserta didik dalam menentukan sistem pembelajaran yang akan digunakan. Menciptakan pendidikan yang menyenangkan bagi peserta didik dan guru merupakan tujuan utama dari Merdeka Belajar dikarenakan selama ini pada umumnya konsep pendidikan di dunia pendidikan kita lebih menekankan pada aspek pengetahuan daripada aspek keterampilan. Pembelajaran lebih mengutamakan pada proses transfer pengetahuan tanpa diiringi dengan kompetensi yang lebih penting. Konsep Merdeka belajar juga menekankan pada aspek pengembangan karakter yang sesuai dengan nilai-nilai bangsa Indonesia.

Sebagai salah satu tokoh yang berperan dalam dunia pendidikan, Ki Hadjar Dewantara memandang dunia pendidikan sebagai upaya untuk mencapai perubahan dan kebermanfaatan bagi lingkungan sekitar melalui pengajaran. Nilai-nilai pembentuk karakteristik bangsa yang dimulai dari membenahan sistem pendidikan dan cara mengajar dapat diimplementasikan melalui merdeka belajar. Dengan konsep merdeka belajar, perubahan ke arah yang lebih baik serta memberikan manfaat bagi lingkungan sangat mungkin untuk dapat terlaksana.

Profil Pelajar Pancasila sesuai dengan Visi dan Misi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan sebagaimana tertuang dalam Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 22 Tahun 2020 tentang



Rencana Strategis Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Tahun 2020-2024 dan Keputusan Kepala BSKAP Nomor 009/H/KR/2022 tentang Dimensi, Elemen, dan Subelemen Profil Pelajar Pancasila pada Kurikulum Merdeka: Pelajar Pancasila adalah perwujudan pelajar Indonesia sebagai peserta didik sepanjang hayat yang memiliki kompetensi global dan berperilaku sesuai dengan nilai-nilai Pancasila dengan enam ciri utama, yaitu Beriman, bertakwa kepada Tuhan YME, dan berakhlak mulia; Berkebinekaan global; Bergotong royong; Mandiri; Bernalar kritis; dan Kreatif, seperti ditunjukkan oleh gambar berikut.



BERIMAN, BERTAKWA KEPADA TUHAN YME, DAN BERAKHLAK MULIA

Pelajar Indonesia mengimani dan mengamalkan nilai dan ajaran agama/kepercayaannya.

- 5 Elemen Kunci:**
- (1) Akhlak beragama
 - (2) Akhlak pribadi
 - (3) Akhlak kepada manusia
 - (4) Akhlak kepada alam
 - (5) Akhlak bernegara



BERKEBINEKAAN GLOBAL

Pelajar Indonesia mengenal dan mencintai negara dan budayanya; saling menghargai terhadap kebudayaan berbeda; serta mampu berkomunikasi, berinteraksi, dan bertoleransi antarbudaya. Selain itu, pelajar Indonesia mampu merefleksikan pengalaman kebinekaannya dan menyelaraskan keberagaman budaya agar tercipta masyarakat inklusif, adil, dan berkelanjutan.



BERGOTONG ROYONG

Pelajar Indonesia mampu berkegiatan bersama tanpa merasa terpaksa agar kegiatan yang dilakukan berjalan lancar, mudah, ringan, dan memberikan hasil yang baik. Elemen-elemen bergotong royong adalah kepedulian, berbagi, dan berkolaborasi.



MANDIRI

Pelajar Indonesia merupakan peserta didik yang bertanggung jawab atas proses dan hasil belajarnya. Elemen kunci: kesadaran akan diri dan situasi yang dihadapi serta regulasi diri.



BERNALAR KRITIS

Bernalar kritis merupakan perilaku yang selalu mengedepankan mencari kebenaran dari setiap informasi yang diperoleh. Seseorang yang bernalar kritis selalu menggunakan logika dalam mencari kebenaran ketika menyelesaikan masalah. Karakteristik bernalar kritis adalah konseptual, rasional, reflektif, mandiri berpikir, berpikir terbuka, dan yakin dalam mengambil keputusan.

.....



KREATIF

Elemen kunci dari kreatif adalah dapat menghasilkan suatu karya yang orisinal. Peserta didik yang kreatif dapat memodifikasi bahkan menemukan suatu hal yang orisinal, bermanfaat, berdampak, dan bermakna.

F. Strategi Umum Pembelajaran

Peran guru dalam pembelajaran sangatlah besar sebagai pengarah, pengelola, dan penilai pendidikan. Guru juga bertanggung jawab agar pendidikan bisa berjalan dengan baik. Belajar adalah suatu proses untuk memperoleh keterampilan, pemahaman, dan nilai, sedangkan pembelajaran adalah proses interaksi antara peserta didik, guru, dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar. Beberapa definisi tentang tujuan pembelajaran, di antaranya:

1. Perilaku yang ingin dicapai oleh peserta didik setelah selesai pembelajaran (Magner, 1962).
2. Deskripsi pencapaian tiga aspek kompetensi, yakni pengetahuan, keterampilan, dan sikap, yang diperoleh murid dalam satu atau lebih kegiatan pembelajaran (Kemendikbud).
3. Sesuatu yang hendak dituju setelah melalui serangkaian kegiatan pada proses pembelajaran.

Metode pembelajaran adalah cara yang digunakan untuk mengimplementasikan rencana yang sudah disusun dalam bentuk kegiatan nyata dan praktis untuk mencapai tujuan pembelajaran (Haerullah dan Hasan, 2017:4). Berikut ini penjelasan terkait berapa definisi tentang metode pembelajaran.



METODE PEMBELAJARAN



METODE TANYA JAWAB

- Melalui metode ini, guru mengajukan pertanyaan yang mengarahkan peserta didik untuk memahami materi.
- Pertanyaan yang diajukan bisa berupa pertanyaan tertutup (pertanyaan yang jawabannya hanya satu kemungkinan) dan pertanyaan terbuka (pertanyaan dengan banyak kemungkinan jawaban).
- Pertanyaan disajikan dengan cara yang menarik.



METODE DISKUSI

- Metode penyajian materi melalui pemecahan masalah bersama dengan melibatkan seluruh anggota diskusi.
- Diskusi akan berjalan dengan baik apabila ada pemimpin/pengarah diskusi, topik harus jelas dan menarik, peserta bisa menerima dan memberi masukan, serta suasana diskusi tanpa tekanan.



METODE PENUGASAN

- Metode pemberian tugas kepada peserta didik untuk melakukan pekerjaan secara individu maupun kelompok.
- Hasil kegiatan dapat ditindaklanjuti dengan presentasi kelompok dan ditanggapi oleh peserta didik dari kelompok lain atau oleh guru yang bersangkutan.
- Pada akhir kegiatan dibuatkan kesimpulan.



METODE EKSPERIMEN

- Peserta didik diberi kesempatan untuk mengalami atau melakukan sendiri dengan mengikuti suatu proses, mengamati suatu objek, menganalisis, membuktikan, dan menarik kesimpulan sendiri tentang objek yang dipelajari.
- Eksperimen dapat dilakukan melalui kegiatan individu atau kelompok tergantung pada tujuan dan makna percobaan atau alat yang tersedia.

Selain metode, kegiatan pembelajaran yang dilakukan akan menggunakan beberapa model pembelajaran yang sinergis dengan karakteristik mata pelajaran Prakarya dan Kewirausahaan: Rekayasa. Adapun model pembelajaran tersebut di antaranya:

1. Model Pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL)

Model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) dalam praktiknya turut mengikutsertakan peserta didik dalam kegiatan pembelajaran dan kepada guru diberikan keleluasaan untuk mengelola pembelajaran melalui kerja proyek. Wena (2011) mengungkapkan bahwa pada pembelajaran *Project Based Learning* terdapat beberapa prinsip dalam penerapannya, yaitu:

a. Sentralistis

Sentralistis merupakan model pembelajaran proyek yang menjadi inti dari kegiatan pembelajaran, karena melalui kerja proyek peserta didik dituntut untuk mempelajari konsep utama dari suatu ilmu pengetahuan mengenai proyek yang dikerjakan. Sehingga model *Project Based Learning* memfasilitasi peserta didik untuk belajar melalui proyek yang akan dibuat disertai dengan konsep yang membangun proyek tersebut.

b. Pertanyaan Penuntun

Sumber dari pembelajaran proyek adalah pertanyaan atau persoalan yang memberi kesempatan peserta didik untuk menemukan suatu konsep pada bidang tertentu. Dalam hal ini, kegiatan proyek memberikan suasana baru kepada peserta didik sebagai motivasi eksternal untuk membangkitkan motivasi internal peserta didik.

c. Investigasi Konstruktif

Dalam pembelajaran proyek, peserta didik diberi kesempatan untuk melakukan proses investigasi melalui perumusan pengetahuan yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek. Maka dari itu, tugas guru dituntut untuk merencanakan atau merancang proses



pembelajaran yang dapat memberi kesempatan kepada peserta didik untuk melakukan suatu proses penelitian (*research*) dan pendalaman konsep pengetahuan untuk menyelesaikan proyek yang akan dibuat.

d. Otonomi

Pada pembelajaran berbasis proyek, keberhasilan peserta didik dalam proses pembelajaran dapat dipicu dengan aktivitas guru yang memiliki peranan sebagai fasilitator serta mampu memotivasi peserta didik. Peserta didik diberi keleluasaan dalam menyusun target mengenai proyek yang dibuat serta mampu bertanggung jawab terhadap proyek yang telah direncanakan.

e. Realistis

Proyek yang dikerjakan peserta didik dalam bentuk pekerjaan atau permasalahan yang benar-benar nyata tidak dalam bentuk simulasi. Proyek yang dikerjakan oleh peserta didik merupakan pekerjaan nyata yang sesuai dengan kenyataan di masyarakat atau di lapangan kerja.

Berikut tahapan PjBL yang dikembangkan oleh The George Lucas Education Foundation.

Langkah-Langkah Pembelajaran

Project Based Learning (PjBL)

1 Mengajukan Pertanyaan Mendasar

Guru menyampaikan topik dan mengajukan pertanyaan untuk memecahkan masalah. Peserta didik mengajukan pertanyaan dasar tentang topik/pemecahan masalah. Jawaban atas pertanyaan-pertanyaan dasar tersebut akan ditemukan melalui kegiatan pembelajaran.





2 Mendesain Perencanaan Produk

Guru memilih dan memastikan bahwa setiap peserta didik dalam kelompok mengetahui prosedur pembuatan proyek/produk yang akan dibuat. Peserta didik mendiskusikan perencanaan proyek pemecahan masalah termasuk pembagian tugas, persiapan alat, bahan, media, dan sumber yang diperlukan.



3 Menyusun Jadwal dan Merealisasikan Proyek

Guru dan peserta didik membuat kesepakatan tentang jadwal (tahapan-tahapan dan pengumpulan) untuk menyelesaikan proyek. Peserta didik menjadwalkan penyelesaian proyek dengan mempertimbangkan batas waktu yang ditentukan bersama. Selanjutnya, proyek direalisasikan sesuai dengan jadwal yang telah disepakati bersama.



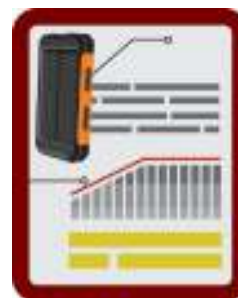
4 Memonitor Keaktifan Peserta Didik dan Perkembangan Proyek

Peserta didik dibimbing jika mengalami kesulitan, diawasi selama pelaksanaan pengembangan serta penyelesaian proyek, dan dinilai keaktifannya. Peserta didik membuat proyek sesuai jadwal, mencatat setiap tahapan, dan mendiskusikan masalah yang muncul selama penyelesaian proyek dengan guru.



5 **Menguji Hasil**

Peserta didik berdiskusi dengan guru tentang prototipe proyek, kelayakan proyek yang telah dibuat, dan membuat laporan produk/karya untuk dipresentasikan. Guru memantau keterlibatan peserta didik dan mengukur ketercapaian standar.



6 **Evaluasi Pengalaman Belajar**

Peserta didik dibimbing oleh guru dalam proses pemaparan proyek, menanggapi hasil, dan merefleksikan atau memberikan kesimpulan terhadap pembelajaran yang dilakukan. Setiap peserta didik memaparkan laporan, peserta didik yang lain memberikan tanggapan, dan bersama guru menyimpulkan hasil proyek.



2. Model Pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL)

Problem Based Learning (PBL) atau Pembelajaran Berbasis Masalah adalah metode pengajaran yang menggunakan masalah dunia nyata yang kompleks sebagai alat untuk pembelajaran konsep, tetapi tidak memberikan secara langsung fakta dan konsep kepada peserta didik. Selain meningkatkan pemahaman konsep, PBL juga dapat meningkatkan pengembangan keterampilan berpikir kritis, kemampuan memecahkan masalah, dan keterampilan komunikasi. Hal ini juga dapat memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk bekerja dalam kelompok, menemukan dan mengevaluasi bahan penelitian, serta merupakan pembelajaran sepanjang hayat (Duch et al, 2001).



Berbagai disiplin ilmu dapat menerapkan PBL dalam pembelajarannya, disertai dengan kemampuan guru dalam menambahkan kreativitasnya. Ada beberapa karakteristik masalah yang dapat menggunakan PBL dalam menyelesaikan masalah, di antaranya (Duch, Groh, dan Allen, 2001):

- a. Masalah harus memotivasi peserta didik untuk mencari pemahaman konsep yang lebih dalam.
- b. Masalah harus menuntut peserta didik untuk membuat keputusan yang beralasan dan untuk membela mereka.
- c. Masalah harus memasukkan tujuan konten sedemikian rupa untuk menghubungkannya dengan kursus/pengetahuan sebelumnya.
- d. Jika digunakan untuk proyek kelompok, masalah membutuhkan tingkat kerumitan untuk memastikan bahwa peserta didik harus bekerja sama dalam menyelesaikannya.
- e. Jika digunakan untuk proyek multistahap, langkah awal masalah harus terbuka dan menarik untuk menarik peserta didik ke dalam masalah.

Masalah dapat berasal dari berbagai sumber, yaitu surat kabar, majalah, jurnal, buku, buku teks, dan televisi/film. Sebagian sumber menyajikan masalah dalam bentuk sedemikian rupa sehingga dapat digunakan dengan sedikit pengeditan, namun sebagian lainnya perlu ditulis ulang agar berguna. Panduan berikut dari *The Power of Problem-Based Learning* (Duch et al, 2001) ditulis untuk membuat masalah PBL untuk kelas yang berpusat di sekitar metode, namun ide umum dapat diterapkan dalam penggunaan PBL yang lebih sederhana, berikut penjelasannya.

- a. Pilihlah ide, konsep, atau prinsip utama yang selalu diajarkan dalam mata pelajaran tertentu kemudian pikirkan masalah akhir bab, tugas, atau pekerjaan rumah yang biasanya diberikan kepada peserta didik untuk membantu peserta didik mempelajari konsep tersebut. Setelah itu, buatlah daftar tujuan pembelajaran yang harus dicapai peserta didik ketika mereka menyelesaikan masalah.



- b. Pikirkan konteks dunia nyata untuk konsep yang sedang dipertimbangkan. Kembangkan aspek mendongeng untuk masalah akhir bab, atau teliti kasus aktual yang dapat disesuaikan, menambah beberapa motivasi bagi peserta didik untuk memecahkan masalah. Masalah yang lebih kompleks akan menantang peserta didik untuk melampaui *plug-and-chug* sederhana untuk menyelesaikannya. Lihatlah majalah, surat kabar, dan artikel untuk ide-ide pada alur cerita. Beberapa praktisi PBL berbicara dengan para profesional di lapangan, kemudian mencari ide-ide aplikasi realistis dari konsep yang diajarkan.
- c. Masalah perlu diperkenalkan secara bertahap sehingga peserta didik akan mampu mengidentifikasi masalah pembelajaran yang akan mengarahkan mereka untuk meneliti konsep yang ditargetkan. Berikut ini beberapa pertanyaan yang dapat membantu memandu proses tersebut:
- 1) Seperti apakah tahapan pertama? Pertanyaan terbuka apa yang bisa diajukan? Masalah pembelajaran apa yang akan diidentifikasi?
 - 2) Bagaimana masalah akan terstruktur?
 - 3) Berapa lama masalahnya? Berapa periode kelas yang dibutuhkan untuk menyelesaikannya?
 - 4) Apakah peserta didik akan diberikan informasi pada tahapan berikutnya saat mereka mengerjakan soal?
 - 5) Sumber daya apa yang dibutuhkan peserta didik?
 - 6) Produk akhir apa yang akan dihasilkan peserta didik pada penyelesaian masalah?
- d. Langkah terakhir adalah mengidentifikasi sumber daya utama bagi peserta didik. Peserta didik perlu belajar untuk mengidentifikasi dan memanfaatkan sumber belajar mereka sendiri, tetapi guru dapat membantu peserta didik dengan menunjukkan beberapa sumber yang baik untuk dijadikan referensi. Banyak peserta didik yang memiliki keterbatasan untuk memperoleh sumber penelitian mereka melalui internet, sehingga penting bagi guru untuk membimbing mereka menuju perpustakaan.



Panduan Khusus

UNIT 1

POWER BANK SEL SURYA (PBSS)

Jika kita sedang berada di alam terbuka, seperti di gunung atau di tengah laut, namun baterai ponsel kita habis, maka bagaimana kita dapat berkomunikasi?



A. Peta Materi *Power Bank Sel Surya (PBSS)*

Peta materi adalah salah satu media pembelajaran yang di dalamnya tercantum gagasan pokok yang berkaitan satu sama lain dan disajikan secara runtut dengan tujuan agar materi yang disampaikan mudah dipahami. Pada Unit 1, peserta didik akan mempelajari produk rekayasa teknologi terapan *Power Bank Sel Surya (PBSS)*.

Guru dapat mengembangkan dan menuangkan gagasannya dalam peta materi berdasarkan informasi, literasi, pengalaman, dan pengetahuan yang dimiliki. Setiap kotak dan cabang dapat dikembangkan secara terbuka sesuai dengan pengetahuan dan pengalaman peserta didik. Guru juga dapat mengeksplorasi hal-hal yang belum dipahami peserta didik terkait materi yang tertuang dalam peta materi.



B. Skema Pembelajaran *Power Bank Sel Surya* (PBSS)

Sebuah pembelajaran memerlukan adanya skema pembelajaran sebagai kerangka/rancangan bagi berlangsungnya proses pembelajaran tersebut. Berikut uraian skema pembelajaran *Power Bank Sel Surya* (PBSS).

1. Tujuan Pembelajaran PBSS

Adapun tujuan pembelajaran pada materi *Power Bank Sel Surya* disesuaikan dengan elemen pembelajaran, yaitu:

a. Observasi dan Eksplorasi

- 1) Peserta didik dapat menunjukkan produk rekayasa teknologi konversi energi berdasarkan spesifikasi dan kompleksitasnya yang mempunyai nilai jual.
- 2) Peserta didik mampu mengeksplorasi karakteristik produk rekayasa teknologi konversi energi berdasarkan analisis kebutuhan/masalah, dampak lingkungan, dan ketersediaan di lingkungan sekitar.

b. Desain/Perencanaan

- 1) Peserta didik mampu membuat pola dan/atau desain produk rekayasa teknologi konversi energi dengan memperhatikan potensi kearifan lokal dan dampaknya terhadap lingkungan.
- 2) Peserta didik mampu mengomunikasikan ide mengenai produk rekayasa konversi energi dan cara penyajiannya dalam bentuk purwarupa.
- 3) Peserta didik mampu melakukan eksperimen untuk menentukan desain, alat, bahan, dan prosedur yang efektif dan potensial dalam pembuatan produk rekayasa konversi energi.

c. Produksi

- 1) Peserta didik mampu mengaplikasikan konsep/materi terkait produk rekayasa teknologi konversi energi melalui produk yang dihasilkan.
- 2) Peserta didik mampu melakukan uji coba produk rekayasa teknologi otomatisasi secara komprehensif melalui alat ukur yang relevan.

- 3) Peserta didik mampu mempresentasikan produk rekayasa teknologi konversi energi yang dihasilkan secara berkelompok, baik dalam bentuk lisan, tulisan, visual, maupun virtual.

d. Refleksi dan Evaluasi

- 1) Peserta didik mampu menuliskan kembali langkah-langkah pembuatan produk, tantangan yang dihadapi, dan pendekatan yang diambil dalam menyelesaikan masalah.
- 2) Peserta didik mampu menyelenggarakan pameran di lingkungan sekitar untuk mempresentasikan atau mempromosikan produk.
- 3) Peserta didik mampu memberi penilaian dan saran untuk pengembangan produk selanjutnya berdasarkan pengetahuan penciptaan, dampak lingkungan, dan teknologi konversi energi.
- 4) Peserta didik mampu menunjukkan kekuatan dan kelemahan produk serta membuat rencana tindak lanjut.

2. Rekomendasi Alokasi Waktu

Pada Salinan Keputusan Menteri Pendidikan Kebudayaan Riset dan Teknologi Nomor 262/M/2022 Perubahan Keputusan Menteri Pendidikan Kebudayaan Riset dan Teknologi No.56/M/2022 tercantum Pedoman Penerapan Kurikulum dalam Rangka Pemulihan Pembelajaran Mata Pelajaran Prakarya dan Kewirausahaan Rekayasa tidak dialokasikan penuh 36 minggu agar dapat memenuhi alokasi untuk proyek penguatan Profil Pelajar Pancasila. Satuan guruan menyediakan minimal 1 (satu) jenis seni dan/atau prakarya dan kewirausahaan. Peserta didik memilih 1 (satu) jenis Seni (Seni Musik, Seni Rupa, Seni Teater, atau Seni Tari) atau Prakarya dan Kewirausahaan (Budi Daya, Pengolahan, Kerajinan, atau Rekayasa).

3. Pokok-Pokok Materi

Pokok-pokok materi pada Unit 1 ini meliputi:

a. Power Bank

Saat ini rekayasa berperan penting dalam kehidupan manusia, dunia modern tidak mungkin terjadi tanpa



adanya kontribusi rekayasa dan teknologi. Banyak bidang yang berkembang secara pesat yang menghasilkan cabang-cabang ilmu baru, seperti perangkat lunak, mekatronika, rekayasa molekular, dan lain sebagainya. Cabang ilmu baru tersebut dapat berupa pengembangan satu ilmu dan juga dapat berupa pengembangan dari lebih satu cabang ilmu yang biasa disebut dengan multidisiplin. Hal ini terjadi karena memang terdapat kebutuhan akan hal tersebut di lapangan atau di masyarakat.

Telepon genggam saat ini menjadi salah satu kebutuhan bagi berbagai kalangan usia, baik itu yang berada di perkotaan maupun di pedesaan. Bahkan untuk usia produktif, telepon genggam dan alat elektronik lainnya menjadi alat yang sangat dibutuhkan untuk menunjang seluruh aktivitas. Saat ini, para petani, pedagang, atau apapun profesinya cukup bergantung pada alat ini.

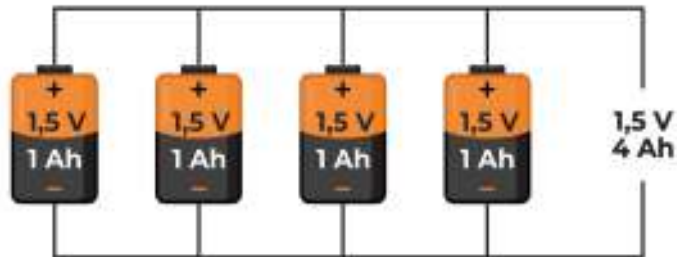
Ide di balik *power bank* adalah agar akses terhadap daya listrik tetap dapat kita peroleh bahkan jika kita berada di puncak gunung yang tidak ditemukan sumber listrik. *Power bank* terdiri dari baterai dan rangkaian elektronik sebagai pengatur listrik ketika *power bank* diisi atau ketika digunakan untuk mengisi.

Power bank dengan merek yang berbeda tentu memiliki jenis baterai dan rangkaian yang berbeda pula, sehingga berdampak kepada kapasitas *power bank* tersebut. *Power bank* umumnya mempunyai baterai yang tersambung secara paralel, sehingga luaran arus besar tetapi tegangannya tetap. Setiap *power bank* mempunyai kemampuan yang berbeda dalam mengisi baterai telepon genggam. Besarnya arus yang tertera pada setiap *power bank* menentukan kemampuan *power bank* tersebut.

Power bank yang tersedia di pasaran saat ini terdiri dari 2 jenis, yaitu *lithium-ion cell* dan *lithium-polymer cell*. *Lithium-ion cell* mempunyai densitas energi yang lebih tinggi dibandingkan dengan *lithium-polimer cell*. Selain itu, *power bank lithium-ion cell* memiliki harga lebih murah daripada *power bank lithium-polimer cell*. Akan tetapi, dari segi keamanan, *power bank lithium-polimer cell* lebih aman dan tidak mengalami kehilangan *charging capacity* terhadap waktu. *Power bank* dengan arus besar akan terlihat lebih



besar karena di dalamnya terdapat rangkaian baterai yang semakin banyak yang disambungkan secara paralel seperti tampak pada gambar 1.1 berikut.



Gambar 1.1 Susunan Baterai dalam *Power Bank*

Sumber: M. Rizal Abdi/Kemendikbudristek (2022)

Selain *power bank* universal, terdapat juga *power bank* sel surya seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.2. Fitur utama dari *power bank* sel surya yang membuatnya unik adalah selama ada sinar matahari, meskipun hanya sedikit, *power bank* akan menarik daya. Daya yang dikumpulkan pada siang hari kemudian disimpan untuk digunakan pada saat dibutuhkan. Sebagian besar *power bank* sel surya portabel tidak dapat digunakan untuk pengisian daya tinggi dan berjam-jam. Khususnya, portabilitas *power bank* adalah salah satu alasan mengapa alat ini diminati banyak orang dan diterima dengan sangat baik. Hal inilah yang menyebabkan mengapa *power bank* berukuran besar ditempatkan secara permanen atau sementara di lokasi tertentu.

Berikut gambar salah satu *power bank* sel surya.



Gambar 1.2 Contoh *Power Bank* Sel Surya

Sumber: Zoe Malin/Nbcnews (2022)



b. Sel Surya

Sel surya merupakan perkembangan teknologi bahan yang memanfaatkan sifat bahan. Ditinjau dari daya hantar listrik, bahan dikelompokkan ke dalam bahan isolator, konduktor, semikonduktor, dan superkonduktor. Konduktor adalah bahan yang dapat menghantarkan energi listrik dengan sangat baik, sedangkan isolator merupakan bahan yang tidak dapat menghantarkan energi listrik dengan baik. Selanjutnya semikonduktor adalah bahan yang mempunyai sifat di antara konduktor dan isolator. Biasanya bahan semikonduktor kita temukan pada komponen elektronika yang terbuat dari *silicon* dan *germanium*, di antaranya sel surya. Terakhir adalah superkonduktor, yaitu bahan yang memiliki hambatan bernilai nol pada suhu yang sangat rendah.

Komponen penting dalam *power bank* tenaga surya adalah panel surya mini yang berfungsi menangkap dan mengonversi cahaya menjadi energi listrik. Panel surya mini ini dihubungkan dengan mikro *USB charger* dan diode. Mikro *USB charger* berfungsi untuk menerima energi listrik dari panel surya dan diisikan ke baterai litium yang digunakan, kemudian daya listrik akan disimpan di dalam baterai.

Diode berfungsi sebagai penyearah arus listrik dari panel surya. Selain itu, diode juga berfungsi sebagai pengaman ketika sel surya tidak bisa menghasilkan daya pada malam hari, yaitu jika terdapat arus listrik yang mengalir dari sumber listrik ke konektor mikro/mini USB, maka arus listrik tersebut tertahan di diode tidak sampai ke panel surya. Setelah itu baterai dihubungkan dengan *USB Booster* yang berfungsi untuk menstabilkan tegangan *output* yang dialirkan dari baterai agar menghasilkan tegangan yang stabil. Kemudian *USB booster* dihubungkan dengan saklar untuk membuka dan menutup aliran listrik pada rangkaian tersebut.

Ketika *power bank* tidak digunakan, maka saklarnya harus di *off*-kan agar baterai tidak boros karena mengaktifkan modul *output USB Booster* secara terus-menerus. Semua komponen listrik tersebut dirangkai secara paralel, kecuali *USB Booster* terhadap saklar yang dirangkai secara seri.

4. Aktivitas

Belajar adalah proses pembelajaran yang dilaksanakan oleh guru untuk menciptakan suasana aktif dan interaktif. Dalam proses pembelajaran guru dan siswa banyak melakukan aktivitas yang menghasilkan perubahan kemampuan pada peserta didik. Pada proses pembelajaran, guru merupakan fasilitator dalam memberikan pengetahuan (*cognitive*), nilai dan sikap (*affective*), dan keterampilan (*psychomotor*) kepada peserta didik. Kontribusi guru terhadap perkembangan peserta didik sangat besar. Peran guru di antaranya sebagai pengajar, pendidik, dan manajer.

Beberapa aspek yang harus diperhatikan guru dalam melaksanakan proses pembelajaran, yaitu aspek pengetahuan (*cognitive*), aspek sikap (*affective*), dan aspek keterampilan (*psychomotor*) kepada siswa. Penyampaian materi pelajaran adalah satu dari sekian banyak aktivitas dalam pembelajaran sebagai suatu proses dinamis dalam perkembangan siswa.

Sekolah adalah pusat kegiatan belajar, berbagai aktivitas dilakukan peserta didik di sekolah. Aktivitas dalam belajar dapat dikelompokkan menjadi aktivitas visual, lisan, mendengarkan, menulis, menggambar, metrik, mental, dan emosional. Sementara itu, aktivitas peserta didik dalam pembelajaran dikelompokkan menjadi aktivitas fisik yang teramati, seperti menulis, bereksperimen, membaca, dan aktivitas psikis yang sulit teramati, seperti mengingat materi pembelajaran, memecahkan masalah, memahami konsep, dan aktivitas lainnya.

5. Asesmen/Penilaian

Asesmen adalah bagian dari pembelajaran sebagai proses dalam mempertimbangkan setiap informasi yang berkaitan dengan peserta didik sebagai umpan balik bagi guru, peserta didik, dan orang tua sebagai rujukan dalam menentukan kegiatan pembelajaran selanjutnya.

Menurut Hornby (1986), asesmen adalah usaha dalam menentukan nilai, sementara Suchman (1961) mengatakan bahwa asesmen adalah proses dalam menentukan hasil yang telah tercapai dari berbagai aktivitas yang dilakukan dalam rangka mencapai tujuan. Asesmen dilakukan secara terpadu yang terdiri dari kompetensi ranah pengetahuan, keterampilan, dan sikap.



Adapun pelaksanaan asesmen pada dasarnya terbagi ke dalam tiga bagian, yaitu:

a. Diagnostik

Asesmen diagnostik dapat dilakukan pada awal pembelajaran dengan tujuan untuk mengidentifikasi kekuatan, kelemahan, dan kompetensi yang dimiliki peserta didik dan hasilnya digunakan untuk merencanakan pembelajaran sesuai kebutuhan peserta didik. Beberapa faktor yang memengaruhi proses pembelajaran, seperti motivasi, minat, dan kesiapan belajar dapat menjadi bahan pertimbangan dalam merencanakan pembelajaran.

b. Formatif

Asesmen formatif dilaksanakan untuk mengidentifikasi kebutuhan belajar, kesulitan belajar, dan mendapatkan informasi perkembangan peserta didik yang dijadikan umpan balik bagi guru dan peserta didik. Bagi peserta didik, asesmen formatif dapat digunakan sebagai bahan refleksi, memonitor perkembangan dan kesulitan yang dihadapi, dan selanjutnya menentukan langkah solusinya. Bagi guru, asesmen formatif digunakan sebagai bahan refleksi atas strategi pembelajaran yang digunakan dan menentukan rencana pembelajaran berikutnya yang lebih efektif.

c. Sumatif

Asesmen sumatif dilakukan setelah satu materi pembelajaran berakhir pada akhir semester atau akhir fase. Guru dapat menggunakan berbagai instrumen dan teknik yang bervariasi, bukan hanya berupa tes tetapi dapat juga dalam bentuk observasi dan uji performa. Hasil dari asesmen sumatif dapat menggambarkan perkembangan peserta didik dan menjadi panduan guru dalam merancang pembelajaran berikutnya.

C. Prosedur Kegiatan Pembelajaran

Masyarakat saat ini menginginkan segala sesuatu dilakukan secara cepat, mudah, praktis, dan modern dikarenakan aktivitas setiap individu semakin meningkat. Hal tersebut yang mendorong manusia

melakukan berbagai inovasi di berbagai bidang dengan memanfaatkan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Produk rekayasa merupakan salah satu contoh inovasi produk yang dapat mempermudah aktivitas manusia sehari-hari. Pompa galon elektrik, komposter sampah, *mini reactor* biogas, dan *power bank* sel surya adalah beberapa contoh produk rekayasa. Produk tersebut memanfaatkan teknologi terapan yang sederhana sehingga mudah dibuat, serta menggunakan bahan yang mudah didapat dengan harga yang terjangkau.

Perkembangan teknologi dan pengetahuan terus menghasilkan produk yang memudahkan aktivitas manusia sehingga menjadi nyaman. Menurut Manuel Castells (2004), teknologi merupakan suatu kumpulan alat, aturan, dan prosedur sebagai hasil penerapan sebuah pengetahuan ilmiah terhadap sebuah pekerjaan tertentu dalam suatu kondisi tertentu yang dapat memungkinkan terjadinya pengulangan ([http://m.merdeka.com/trending/9 Mei 2022](http://m.merdeka.com/trending/9%20Mei%202022)).

Pada unit ini peserta didik akan membuat suatu produk rekayasa teknologi terapan sederhana yang bermanfaat bagi kehidupan sehari-hari, yaitu *Power Bank* Sel Surya (PBSS) melalui pengetahuan yang diberikan. Berbagai ilmu pengetahuan, seperti teknik elektronika, teknik fisika, teknik arsitektur, desain grafis (aplikasi), atau lainnya dapat digunakan untuk menunjang pembuatan produk. Ilmu pengetahuan tersebut dapat menjadi modal dalam membuat produk rekayasa teknologi terapan *power bank* sel surya.

D. Kegiatan Pembelajaran Pertama (Observasi/Eksplorasi)

Pertemuan Ke-1

2 JP = 2 x 45 Menit

1. Konteks Fungsi Produk

Telepon genggam tentu saja membutuhkan listrik untuk mengoperasikannya. Seandainya kita sedang berkegiatan di luar ruangan dalam waktu cukup lama, maka peranti tersebut secara perlahan akan kehabisan daya. Di saat seperti ini kita memerlukan *power bank* agar peranti tetap dapat digunakan.



Power bank sel surya telah menjadi salah satu solusi penyimpanan energi teratas dalam beberapa tahun terakhir. *Power bank* sel surya adalah perangkat penyimpanan energi yang memperoleh energi dari matahari dan menggunakannya untuk mengisi daya berbagai perangkat elektronik, seperti telepon genggam, laptop, lampu, dan lainnya sehingga perkembangan produknya menjadi bahan pertimbangan sebagai sumber energi alternatif.

2. Informasi untuk Guru

Berikut ini penjelasan mengenai beberapa informasi yang perlu diketahui oleh Bapak/Ibu Guru sebelum melaksanakan kegiatan pembelajaran.

a. Deskripsi Umum Kegiatan

Pada kegiatan ini peserta didik mengenal berbagai jenis *power bank* yang ditemui di pasaran dan menentukan hal apa saja yang perlu diperhatikan dalam memilih suatu *power bank*. Peserta didik mengumpulkan informasi terkait produk rekayasa teknologi terapan, baik secara individu maupun berkelompok serta melakukan eksplorasi terkait karakteristik bahan, teknik, dan proses pembuatan dari berbagai sumber informasi, seperti internet, jurnal, sumber bacaan, media elektronik, dan sumber lainnya. Selain itu peserta didik diharapkan juga dapat memberikan pandangannya terhadap pengaruh produk *power bank* terhadap lingkungan. Dari kegiatan ini juga peserta didik dapat menentukan apakah dibutuhkan *power bank* jenis lainnya untuk menunjang aktivitas sehari-hari.

b. Pengaturan Kegiatan Belajar

Pada kegiatan ini guru melakukan pengorganisasian proses belajar, dapat berupa kegiatan mandiri atau berkelompok disesuaikan dengan kondisi dan kemampuan peserta didik. Apabila kegiatan dilakukan secara berkelompok, maka sebaiknya terjadi pembauran antara peserta didik yang mempunyai kemampuan rendah, sedang, dan tinggi agar terjadi pembelajaran teman sebaya. Peserta didik dengan kemampuan tinggi akan berbagi informasi dan melakukan pembimbingan kepada teman sekelompoknya dan dapat menjadi motivator bagi teman lainnya. Pengaturan Kegiatan Belajar berlaku sampai akhir Unit 1 (Kegiatan Pembelajaran Kesembilan).



c. Persiapan Kegiatan Pembelajaran

Setiap kegiatan pembelajaran mempunyai tujuan yang diharapkan tercapai setelah selesai proses pembelajaran. Agar tujuan tercapai, maka guru hendaknya melakukan persiapan sebaik mungkin sebelum melaksanakan pembelajaran. Persiapan yang harus dilakukan terkait rencana pembelajaran, media pembelajaran, bentuk evaluasi, dan pendalaman materi. Dalam mempersiapkan pembelajaran, hendaknya diperhatikan karakteristik peserta didik.

Persiapan yang perlu dilakukan guru di awal pembelajaran adalah menyediakan media berupa bahan bacaan, foto, ataupun video terkait *power bank*, baik yang berkaitan dengan penggunaan, pembuatan, maupun hal lainnya yang berhubungan dengan materi. Guru menyiapkan (Lembar Kerja Peserta Didik) LKPD dan format penilaian untuk setiap kegiatan pembelajaran dan juga fasilitas penunjang kegiatan pembelajaran, seperti alat tulis dan laptop. Persiapan Kegiatan Pembelajaran berlaku sampai akhir Unit 1 (Kegiatan Pembelajaran Kesembilan).

3. Tujuan Kegiatan Pembelajaran Pertama

Setelah mempelajari materi pada kegiatan pembelajaran ini, peserta didik diharapkan mampu:

- a. mendeskripsikan kebutuhan akan *power bank* dalam menunjang aktivitas sehari-hari;
- b. mengeksplorasi produk rekayasa teknologi terapan alat *power bank* melalui berbagai sumber, seperti internet, jurnal, dan sumber informasi lainnya;
- c. mendeskripsikan alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan *power bank*; dan
- d. mengobservasi kelebihan dan kekurangan dari *power bank* yang tersedia di pasaran.

4. Langkah-Langkah Kegiatan Pembelajaran Pertama

Langkah-langkah kegiatan pembelajaran merupakan rangkaian tahapan sistematis yang dilakukan oleh guru guna mengelola pengalaman belajar peserta didik. Adapun langkah-langkah kegiatan pembelajaran terdiri dari pendahuluan, inti dan penutup.



a. Kegiatan Pendahuluan

Awal kegiatan dapat dimulai dengan cara guru memberikan wawasan kepada peserta didik bahwa mata pelajaran prakarya rekayasa berkontribusi terhadap berkembangnya ilmu pengetahuan. Untuk mengetahui bagaimana pengetahuan peserta didik terkait materi, maka peserta didik diberikan pertanyaan pemantik terkait produk. Berikut contoh pertanyaan pemantik yang dapat diberikan kepada peserta didik:

- 1) Apa yang harus diperhatikan ketika seseorang memilih *power bank*?
- 2) Kriteria apa yang diperlukan saat memilih *power bank*?

Selanjutnya guru memberikan motivasi untuk mempelajari lebih jauh terhadap materi yang akan dipelajari.

b. Kegiatan Inti

Pada tahapan ini peserta didik berkolaborasi melakukan observasi produk rekayasa teknologi terapan, baik dalam bentuk teks, gambar atau video yang sudah disiapkan oleh guru. Pada kegiatan ini peserta didik diminta untuk mengidentifikasi faktor apa yang menyebabkan suatu produk rekayasa teknologi terapan dihasilkan. Guru memberikan arahan kepada peserta didik untuk melakukan Aktivitas 1.



AKTIVITAS 1. Observasi Produk

Untuk mengerjakan Aktivitas 1 ini, lakukanlah hal-hal berikut:

1. Bergabunglah dalam kelompok yang terdiri dari 3–5 orang!
2. Perhatikan beberapa produk rekayasa teknologi terapan yang kalian jumpai/digunakan. Apa yang menjadi latar belakang terciptanya produk rekayasa teknologi terapan tersebut?
3. Dari beberapa produk rekayasa yang berhasil diidentifikasi pada jawaban nomor 2, apakah ditemukan produk yang berhubungan dengan energi? Apabila ada, sebutkan nama produk tersebut!

Dari aktivitas 1 diharapkan peserta didik memahami konsep dan alasan mengapa suatu produk rekayasa teknologi terapan tercipta. Kegiatan selanjutnya adalah mengarahkan peserta didik untuk mengidentifikasi produk *power bank* yang biasa digunakan dan memberikan suatu pendapat/gagasan apakah perlu dibuat *power bank* lain sebagai alternatif.



AKTIVITAS 2. Identifikasi Produk

Untuk mengerjakan Aktivitas 2 ini, lakukanlah hal-hal berikut:

1. Bergabunglah dalam kelompok yang terdiri dari 3–5 orang!
2. Amati/observasi *power bank* yang ada di pasaran. Diskusikanlah apa yang menjadi kriteria dalam memilih *power bank*! Kemudian sebutkan kekurangan dan kelebihan dari produk tersebut!
3. Lakukanlah eksplorasi dampak produk terhadap lingkungan!
4. Dari hasil diskusi pada nomor 2–3, apakah diperlukan produk *power bank* jenis lain?
5. Sajikan hasil diskusi kelompok kalian dalam bentuk presentasi!

c. Kegiatan Penutup

Di akhir kegiatan peserta didik diminta untuk menyampaikan apa yang sudah dipelajari secara lisan dan guru mereviu mengenai apa yang telah dipelajari peserta didik selama pembelajaran serta menyampaikan hal penting apa yang diperoleh dari Aktivitas 1 dan Aktivitas 2 yang telah dilakukan. Selanjutnya guru meminta beberapa perwakilan kelompok untuk mempresentasikan pengalaman belajar mereka selama pembelajaran.

5. Kegiatan Pembelajaran Alternatif

Pada pelaksanaan pembelajaran, suatu hambatan mungkin saja terjadi, baik dari faktor peserta didik, teknik atau lingkungan belajar. Peralatan yang akan digunakan bisa saja saat pembelajaran tidak dapat digunakan, terutama peralatan



yang berhubungan dengan listrik sebagai sumber. Untuk mengantisipasi kendala tersebut, hendaknya guru menyiapkan pembelajaran alternatif agar proses belajar tetap terlaksana dan tujuan pembelajaran dapat tercapai.

Guru memiliki wewenang untuk menentukan pembelajaran alternatif apa yang akan digunakan. Pada kegiatan observasi dan eksplorasi, guru dapat memilih topik lain yang setara dengan topik utama dan menggunakan beberapa metode, seperti metode ceramah, tanya jawab dan diskusi.

6. Interaksi dengan Orang Tua

Kerja sama antara guru dan orang tua/wali dapat terjalin terkait tugas yang diberikan guru. Guru mengomunikasikan tugas yang diberikan dengan harapan orang tua dapat membimbing peserta didik dalam kegiatan observasi dan eksplorasi terkait kebermanfaatan *power bank* saat ini dalam menunjang aktivitas manusia, bahan/komponen dan teknologi apa yang digunakan dalam pembuatan *power bank*, serta bagaimana dampaknya terhadap lingkungan.

7. Refleksi Guru

Pada tahapan refleksi, peserta didik diminta mereviu pembelajaran yang telah dilakukan dengan cara membuat catatan-catatan yang dianggap penting. Guru selanjutnya meminta beberapa perwakilan kelompok untuk menyampaikannya dan guru memberikan tanggapan/masukan. Guru memberi penekanan bahwa dibutuhkan *power bank* yang lebih ramah lingkungan serta lebih fleksibel untuk digunakan dalam menunjang aktivitas sehari-hari.

8. Asesmen/Penilaian

Asesmen atau penilaian adalah penerapan cara atau alat untuk mendapatkan sejumlah informasi mengenai hasil belajar dan capaian kompetensi peserta didik. Asesmen dilakukan untuk melihat potensi dan juga kelemahan peserta didik dari hasil analisis data yang ada serta untuk menyusun suatu rencana yang lebih baik.

Asesmen diagnostik biasanya dilakukan untuk melihat kebutuhan peserta didik dan biasanya diberikan di awal pembelajaran. Tujuan dari asesmen diagnostik adalah

mengidentifikasi kompetensi, kekuatan, dan kelemahan peserta didik sehingga pembelajaran disesuaikan dengan kompetensi rata-rata peserta didik.

Penilaian formatif dilakukan untuk melihat bagaimana pemahaman peserta didik setelah pembelajaran dan bagaimana kemajuan peserta didik selama kegiatan pembelajaran, sehingga guru dapat menentukan umpan balik apa yang harus disiapkan pada pembelajaran berikutnya. Penilaian formatif juga dapat dilakukan selama proses pembelajaran, di mana guru mengajukan beberapa pertanyaan untuk memperoleh informasi tingkat pemahaman peserta didik.

Penilaian yang dilakukan guru meliputi aspek sikap, pengetahuan, dan keterampilan peserta didik. Seluruh aspek penilaian terintegrasi dengan Profil Pelajar Pancasila (PPP) yang meliputi elemen Beriman, Bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, dan Berakhlak Mulia, Berkebinekaan Global, Bergotong Royong, Kreatif, Bernalar Kritis, dan Mandiri.

Tabel 1.1 Format Penilaian Aktivitas 1

No.	Nama Kelompok	Konsep Materi												Jumlah Skor	Ket.
		Analisis Masalah				Identifikasi Solusi Masalah				Identifikasi Produk Rekayasa Teknologi Terapan					
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
1															
2															
3															
4															
5															
Skor Maksimum															12

Keterangan Skor: 1 = Kurang Baik 3 = Baik
 2 = Cukup Baik 4 = Sangat Baik



Tabel 1.2 Rentang Nilai dan Kriteria Penilaian Aktivitas 1

Indikator	Skor			
	1	2	3	4
Kemampuan Menganalisis Masalah	Peserta didik belum mampu menemukan masalah rekayasa teknologi terapan.	Peserta didik belum mampu melakukan analisis masalah produk rekayasa teknologi terapan.	Peserta didik mampu melakukan analisis masalah terkait produk rekayasa teknologi terapan dengan menyebutkan satu masalah, tetapi belum secara terperinci/jelas.	Peserta didik mampu melakukan analisis masalah terkait produk rekayasa teknologi terapan dengan menyebutkan satu masalah dengan terperinci/jelas.
Kemampuan Mengidentifikasi dan Mengatasi Masalah	Peserta didik belum mampu mengemukakan cara/metode mengatasi masalah.	Peserta didik hanya mampu menyebutkan 1 cara/metode mengatasi masalah, tetapi tidak dapat menjelaskannya.	Peserta didik mampu menyebutkan lebih dari 2-3 cara/metode mengatasi masalah dan dapat menjelaskan walau tidak secara terperinci/jelas.	Peserta didik hanya mampu menyebutkan 2-3 cara/metode dan dapat menjelaskan secara terperinci/jelas.
Kemampuan Mengidentifikasi Produk Rekayasa Teknologi Sekitar	Peserta didik belum mampu menemukan produk rekayasa teknologi terapan yang ada di lingkungan sekitar.	Peserta didik belum mampu melakukan identifikasi produk rekayasa teknologi sekitar.	Peserta didik mampu mengidentifikasi produk rekayasa teknologi terapan yang berhubungan dengan energi, tetapi belum dapat menentukan fungsi produk dan bentuk energi yang bekerja.	Peserta didik mampu mengidentifikasi produk rekayasa teknologi terapan yang berhubungan dengan energi, fungsi produk, dan bentuk energi yang bekerja.

Rumus Konversi Penilaian

$$\text{Skor: } \frac{\text{Jumlah Skor yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100 = \dots$$

Skor Minimal : 3

Skor Maksimal : 12



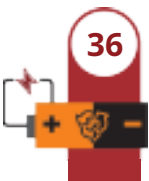
Tabel 1.3 Format Penilaian Aktivitas 2

No.	Nama Kelompok	Konsep Materi												Jumlah Skor	Ket.
		Eksplorasi Produk Rekayasa Teknologi Terapan				Analisis Produk Rekayasa Teknologi Terapan				Analisis Kebutuhan Produk Baru					
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
1															
2															
3															
4															
5															
Skor Maksimum												12			

Keterangan Skor: 1 = Kurang Baik 3 = Baik
 2 = Cukup Baik 4 = Sangat Baik

Tabel 1.4 Rentang Nilai dan Kriteria Penilaian Aktivitas 2

Indikator	Skor			
	1	2	3	4
Kemampuan Mengeksplorasi Produk Rekayasa Teknologi Terapan Power Bank	Peserta didik belum mampu mengeksplorasi kriteria pemilihan <i>power bank</i> .	Peserta didik sudah dapat mengeksplorasi kriteria pemilihan <i>power bank</i> , tetapi belum dapat menentukan kelebihan dan kekurangannya.	Peserta didik sudah dapat mengeksplorasi kriteria pemilihan <i>power bank</i> , serta menentukan kelebihan dan kekurangannya.	Peserta didik sudah dapat mengeksplorasi kriteria pemilihan <i>power bank</i> , menentukan kelebihan dan kekurangan, serta dampaknya terhadap lingkungan.
Kemampuan Menganalisis Produk Rekayasa Terapan	Peserta didik tidak mampu menganalisis produk <i>power bank</i> .	Peserta didik kurang mampu menganalisis produk <i>power bank</i> , minimal satu berdasarkan fungsinya.	Peserta didik mampu menganalisis produk <i>power bank</i> minimal berdasarkan fungsinya, tetapi tidak lengkap.	Peserta didik mampu menganalisis produk <i>power bank</i> berdasarkan fungsinya dengan lengkap.



Rumus Konversi Penilaian

$$\text{Skor: } \frac{\text{Jumlah Skor yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100 = \dots$$

Skor Minimal : 3

Skor Maksimal : 12

Asesmen Diri (*Self Assessment*)

Berilah tanda centang (✓) pada Asesmen Diri berikut berdasarkan kompetensimu dalam mengeksplorasi karakteristik dan fungsi produk *Power Bank*. Pilihlah pernyataan yang sesuai dengan kondisimu!

<input type="checkbox"/>	Saya memahami mengapa suatu produk rekayasa dihasilkan.
<input type="checkbox"/>	Saya memahami beberapa produk rekayasa terkait energi.
<input type="checkbox"/>	Saya memahami bahwa produk rekayasa berdampak terhadap lingkungan.
<input type="checkbox"/>	Saya memahami kelebihan dan kekurangan <i>Power Bank</i> .

Asesmen Antarteman (*Peer Assessment*)

Penilaian Presentasi

Nama Penilai :

Nama Teman yang Dinilai :

Berilah tanda centang (✓) pada pernyataan yang menurutmu sesuai!

<input type="checkbox"/>	Penyampaian materi mudah dipahami.
<input type="checkbox"/>	Penjelasan disampaikan secara terstruktur.
<input type="checkbox"/>	Kemampuan berkomunikasi baik.

Penilaian dapat dikembangkan oleh guru sesuai dengan kondisi peserta didik dan sekolah. Tabel di atas hanyalah sebagai contoh hal apa saja yang dapat menjadi penilaian, selain itu guru dapat juga melakukan penilaian dalam bentuk portofolio, LKPD, atau kumpulan karya peserta didik. Format penilaian, skor, dan rentang penilaian disesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi peserta didik.

E. Kegiatan Pembelajaran Kedua (Desain/Perencanaan)

Pertemuan Ke-2

2 JP = 2 x 45 Menit

1. Konteks Fungsi Produk

Power Bank Sel Surya adalah sebuah produk rekayasa teknologi terapan yang mengandung panel surya di dalamnya. Prinsip kerja dari produk ini adalah memanfaatkan tenaga surya dan menyimpannya untuk digunakan saat dibutuhkan. Terdapat tiga komponen pada produk ini, yaitu:

a. Sel Surya

Sel surya merupakan piranti elektronik berbahan semikonduktor yang terdiri dari *P-N Junction*, karena adanya energi dari matahari, maka akan mampu menghasilkan energi listrik. Perubahan energi matahari yang berubah menjadi energi listrik disebut efek *photovoltaics*.

b. Power Supply

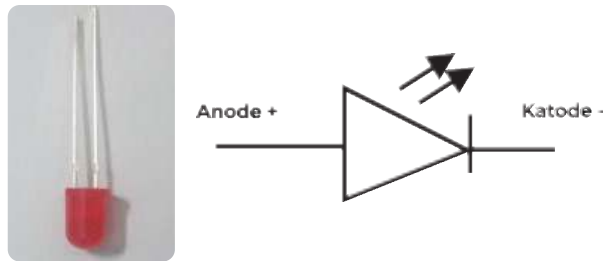
Power Supply adalah komponen elektronik yang berfungsi sebagai pemasok daya listrik ke satu atau lebih perangkat elektronik. Selain itu, *power supply* dapat juga berfungsi sebagai pengubah bentuk energi, misalkan dari energi matahari menjadi energi listrik. Berikut fungsi lain dari *power supply*:

- 1) mengubah arus listrik agar tidak melebihi batas maksimal perangkat;
- 2) sebagai daya cadangan dalam bentuk baterai; dan
- 3) mengubah arus AC menjadi arus DC.

c. LED (*Light Emitting Diode*)

LED merupakan komponen elektronik yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan tegangan maju. Warna yang dipancarkan oleh LED sangat ditentukan oleh bahan semikonduktor yang digunakan. LED dapat juga memancarkan warna yang tidak terlihat oleh mata, seperti yang terdapat pada *remote control* peralatan elektronik. Kedua kaki LED memiliki panjang yang berbeda, kaki panjang sebagai anode dan yang lebih pendek sebagai katode.





Gambar 1.3 Light Emitting Diode (LED)

Sumber: Hera Novia/Kemendikbudristek (2022)

d. USB Driver

USB Driver power bank dapat menjadi *output* ketika proses pengisian listrik pada telepon genggam berlangsung dan untuk mengukur *output* saat power bank terkoneksi dengan telepon genggam.

Pada kegiatan perencanaan ini, peserta didik lebih mengetahui tentang produk PBSS dan bagaimana keterpakaiannya dalam kehidupan. Saat berkelompok, peserta didik membahas pembuatan PBSS dengan memberikan suatu inovasi yang akan dilaksanakan pada pertemuan berikutnya. Peserta didik dapat mencari sumber informasi dari berbagai media.

2. Informasi untuk Guru

Pada pertemuan kedua, peserta didik akan melaksanakan tahap perencanaan, di mana tahapan ini adalah hal penting dalam menghasilkan suatu produk. Kegiatan yang dapat dilakukan adalah melalui curah pendapat (*brainstorming*) yang dilakukan dalam kelompok. Setiap anggota kelompok bebas mengemukakan pendapat tanpa takut merasa salah atau merasa gagasannya tidak masuk akal. Kesuksesan dari *brainstorming* adalah saling menghargai pendapat, setiap orang berhak berpendapat, ide bisa orisinal dari apa yang dipikirkan atau berdasarkan perkembangan ide yang sudah ada sebelumnya. Setelah gagasan terkumpul selanjutnya dilakukan perencanaan. Perencanaan yang matang akan menghasilkan produk yang baik sehingga jika ditinjau secara bisnis akan menguntungkan.

Selanjutnya ide yang terkumpul tersebut dituangkan dalam bentuk sketsa atau desain agar terlihat bagaimana model produk. Sketsa desain dapat disajikan di atas kertas atau dalam bentuk *paperless*. Sangat memungkinkan sketsa yang dihasilkan lebih dari satu desain, maka hendaklah dipilih desain yang paling rasional untuk dibuat berdasarkan tingkat kesulitan, ketersediaan bahan, jenis bahan, dan teknik pembuatan.

3. Tujuan Kegiatan Pembelajaran Kedua

Setelah mengikuti kegiatan pembelajaran ini, peserta didik diharapkan mampu:

- a. mengumpulkan gagasan untuk pembuatan produk rekayasa teknologi terapan *power bank* sel surya dengan memperhatikan bagaimana dampak produk terhadap lingkungan;
- b. membuat perencanaan secara terjadwal/ pelaksanaan pembuatan *power bank* sel surya;
- c. membuat diagram blok pembuatan produk yang akan dilaksanakan.

4. Langkah-Langkah Kegiatan Pembelajaran Kedua

Langkah-langkah kegiatan pembelajaran merupakan rangkaian tahapan sistematis yang dilakukan oleh guru guna mengelola pengalaman belajar peserta didik. Adapun langkah-langkah kegiatan pembelajaran terdiri dari pendahuluan, inti, dan penutup.

a. Kegiatan Pendahuluan

Kegiatan pendahuluan dimulai dengan memberikan pertanyaan untuk membuka wawasan atau mengondisikan pembelajaran. Contoh pertanyaan pemantik yang dapat diberikan adalah:

“Apabila kalian sedang mendaki gunung, ternyata alat komunikasi (HP) yang dibawa habis baterai, dan power bank yang kalian bawa juga sudah habis baterainya, apa yang kalian lakukan dalam kondisi seperti itu?”

Dari pertanyaan tersebut dimunculkan satu paradigma bawa perlu dilakukan suatu inovasi untuk mengatasi suatu masalah.



b. Kegiatan Inti

Pada kegiatan inti, peserta didik melakukan aktivitas membahas bahan bacaan, gambar, dan juga video yang terkait dengan produk PBSS. Guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengajukan pertanyaan terkait referensi yang diberikan oleh guru. Hal ini dilakukan agar peserta didik terkondisikan dan tertarik dengan materi yang disampaikan, selain itu, dari pembahasan yang dilakukan peserta didik akan menemukan ide-ide lain, selain yang sudah mereka diskusikan di dalam kelompok.

Peserta didik berkolaborasi untuk mengevaluasi ide-ide yang muncul dengan mempertimbangkan berbagai hal, seperti: Bagaimana cara penggunaan produk? Apakah bahan dan alat mudah didapat? Bagaimana proses pembuatannya? dan hal lainnya. Pada kegiatan ini juga peserta didik menyusun dan diagram blok secara jelas dan disepakati oleh guru. Kegiatan selanjutnya, peserta didik dapat melaksanakan Aktivitas 3 dan Aktivitas 4.



AKTIVITAS 3. Perencanaan Ide

Untuk mengerjakan Aktivitas 3 ini, lakukanlah hal-hal berikut:

1. Bergabunglah dalam kelompok, lalu diskusikan tentang *Power Bank* yang akan dibuat!
2. Buatlah inventaris seluruh gagasan dari anggota kelompok!
3. Jelaskan bagaimana karakteristik alat dan bahan yang dibutuhkan serta prosedur/teknik pembuatan produk!
4. Berdasarkan seluruh gagasan anggota kelompok, pilihlah satu gagasan yang paling memungkinkan untuk dipraktikkan. Apa pertimbangan dari pemilihan gagasan tersebut?
5. Sebutkan kelebihan dan kekurangan dari produk yang akan kalian buat!



AKTIVITAS 4. Jadwal Kegiatan Proyek

Untuk mengerjakan Aktivitas 4 ini, lakukanlah hal-hal berikut:

1. Bergabunglah dalam kelompok, kemudian buatlah pembuatan produk *Power Bank* yang telah ditentukan dalam kelompok dan disepakati oleh guru!
2. Buatlah diagram blok rancangan pembuatan produk!

c. Kegiatan Penutup

Di akhir kegiatan, peserta didik mereviu kegiatan diskusi yang telah dilaksanakan, mengungkapkan hal baru apa yang dialami, kesulitan apa yang ditemui, serta hal positif apa yang diperoleh. Guru memberikan tanggapan terhadap apa yang disampaikan oleh peserta didik.

5. Kegiatan Pembelajaran Alternatif

Pada pelaksanaan pembelajaran sering terjadi hambatan, baik dari faktor peserta didik, kerusakan alat, metode pembelajaran tidak berjalan dengan baik, dan mungkin ada beberapa faktor lainnya. Apabila pembahasan terkait produk *power bank* sulit dilaksanakan, maka dapat diganti dengan produk terapan lainnya dengan fungsi yang sama. Kesulitan peserta didik terkait pembuatan diagram alur dapat diganti dengan membuat *mind map* sebagai alternatif.

6. Interaksi dengan Orang Tua

Kerja sama antara guru dan orang tua/wali dapat terjalin terkait tugas yang diberikan guru. Guru mengomunikasikan akan tugas yang diberikan dengan harapan orang tua dapat membimbing dalam kegiatan observasi dan eksplorasi terkait kebermanfaatan *power bank* saat ini dalam menunjang aktivitas manusia, bahan/komponen dan teknologi apa yang digunakan dalam pembuatan *power bank*, serta bagaimana dampaknya terhadap lingkungan.



7. Refleksi Guru

Pada tahapan refleksi, peserta didik diminta mereviu pembelajaran yang telah dilakukan dengan cara membuat catatan-catatan yang dianggap penting. Guru selanjutnya meminta beberapa perwakilan kelompok untuk menyampaikannya dan guru memberikan tanggapan/masukan. Guru memberi penekanan bahwa dibutuhkan *power bank* yang lebih ramah lingkungan dan lebih fleksibel untuk digunakan dalam menunjang aktivitas sehari-hari.

8. Asesmen/Penilaian

Penilaian dilakukan untuk melihat sejauh mana peserta didik menguasai suatu kompetensi, mengevaluasi hasil belajar, dan mengukur ketercapaian tujuan pembelajaran. Penilaian pengetahuan dilaksanakan melalui tes tulis, sedangkan penilaian sikap mengacu pada indikator penilaian Profil Pelajar Pancasila.

Tabel 1.5 Format Penilaian Aktivitas 3

No.	Nama Kelompok	Konsep Materi												Jumlah Skor yang Diperoleh	Ket.
		Gagasan Rancangan				Identifikasi Karakteristik Produk Pilihan				Memahami Referensi					
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
1															
2															
3															
4															
5															
Skor Maksimum															

Keterangan Skor: 1 = Kurang Baik 3 = Baik
 2 = Cukup Baik 4 = Sangat Baik

Tabel 1.6 Rentang Nilai dan Rubrik Aktivitas 3

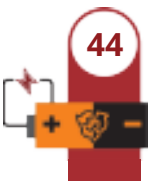
Indikator	Skor			
	1	2	3	4
Kemampuan Menyampaikan Gagasan Rancangan	Peserta didik belum mampu memberikan gagasan dengan baik terkait produk <i>power bank</i> .	Peserta didik mampu memberikan sedikit gagasan rancangan <i>power bank</i> dengan kurang baik.	Peserta didik mampu memberikan sedikit gagasan <i>power bank</i> dengan baik.	Peserta didik mampu memberikan banyak gagasan produk <i>power bank</i> dengan baik.
Kemampuan Mengidentifikasi Karakteristik Produk Pilihan	Peserta didik belum mampu mengidentifikasi karakteristik produk.	Peserta didik cukup mampu mengidentifikasi karakteristik produk.	Peserta didik mampu mengidentifikasi karakteristik produk dengan cukup baik.	Peserta didik mampu mengidentifikasi karakteristik produk dengan baik.
Kemampuan Memahami Referensi	Peserta didik belum memahami referensi yang dijadikan rujukan.	Mampu memahami referensi visual cukup baik, tetapi belum memahami referensi cetak.	Peserta didik cukup mampu memahami referensi, baik dalam bentuk cetak maupun noncetak.	Peserta didik mampu memahami referensi, baik cetak maupun noncetak.

Rumus Konversi Penilaian

$$\text{Skor: } \frac{\text{Jumlah Skor yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100 = \dots$$

Skor Minimal : 3

Skor Maksimal : 12



Tabel 1.7 Format Penilaian Aktivitas 4

No.	Nama Peserta Didik	Konsep Materi								Jumlah Skor yang Diperoleh	Ket.
		Rancangan Rencana Kegiatan				Pembuatan Diagram Blok					
		1	2	3	4	1	2	3	4		
1											
2											
3											
4											
5											
Skor Maksimum											

Keterangan Skor: 1 = Kurang Baik 3 = Baik
 2 = Cukup Baik 4 = Sangat Baik

Tabel 1.8 Rentang Nilai dan Rubrik Aktivitas 4

Indikator	Skor			
	1	2	3	4
Kemampuan Membuat Rencana Kegiatan	Peserta didik belum mampu membuat jadwal kegiatan/ pembuatan <i>Power Bank</i> Sel Surya.	Peserta didik cukup mampu membuat jadwal kegiatan/ pembuatan <i>Power Bank</i> Sel Surya, tetapi belum secara detail.	Peserta didik mampu membuat jadwal kegiatan/ pembuatan <i>Power Bank</i> Sel Surya secara detail dan disajikan secara sederhana.	Peserta didik sangat mampu membuat jadwal kegiatan/ pembuatan <i>Power Bank</i> Sel Surya secara detail dengan tampilan yang menarik.
Kemampuan Membuat Diagram Blok	Peserta didik belum mampu membuat diagram blok dengan baik.	Peserta didik cukup mampu membuat diagram blok dengan baik, namun belum detail.	Peserta didik mampu membuat diagram blok dengan baik dan detail.	Peserta didik belum mampu membuat diagram blok dengan baik, runtut, dan detail.



Rumus Konversi Penilaian

$$\text{Skor: } \frac{\text{Jumlah Skor yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100 = \dots$$

Skor Minimal : 3

Skor Maksimal : 12

Tabel di atas merupakan contoh penilaian. Guru dapat memodifikasinya sesuai dengan kondisi peserta didik dan sekolah masing-masing. Guru dapat juga menggunakan bentuk penilaian lain, seperti portofolio, yaitu penilaian dilakukan dengan cara menilai kumpulan seluruh karya peserta didik atau kumpulan lembar kerja peserta didik (LKPD). Indikator, rubrik, dan rentang penilaian dapat diadaptasi sesuai kebutuhan dan kondisi.

F. Kegiatan Pembelajaran Ketiga (Produksi)

Pertemuan Ke-3

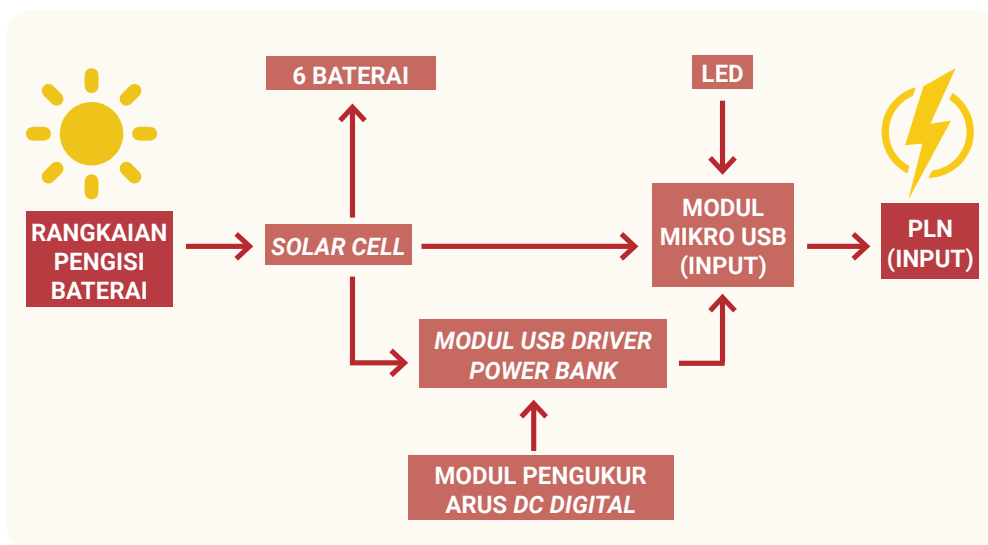
2 JP = 2 x 45 Menit

1. Konteks Fungsi Produk

Masalah yang muncul saat melakukan aktivitas sehari-hari dapat dijadikan bahan kajian dalam pembelajaran Prakarya Rekayasa. Fakta dan informasi di lapangan dapat menjadi rujukan dalam pembahasan kelompok pada pembelajaran Prakarya Rekayasa. Pada pembelajaran ketiga, peserta didik secara berkelompok berdiskusi membuat desain berdasarkan hasil analisis dan pengumpulan gagasan pada pembelajaran sebelumnya dan akan direalisasikan pada kegiatan berikutnya. Pada kegiatan ini, peserta didik membuat diagram blok kegiatan sebagai panduan pembuatan produk. Guru memberikan arahan untuk menemukan satu gagasan yang paling mungkin untuk dijadikan produk. Berbagai informasi bisa didapatkan dari jurnal, buku teks, internet, atau sumber lainnya.



Gambar 1.4 adalah diagram blok pembuatan produk PBSS. Sel surya berfungsi mengisi daya baterai, sedangkan baterai adalah sumber daya agar sistem pada alat menjadi hidup. Untuk menghantarkan arus listrik ke satu arah dan menghambat ke arah lainnya, maka diode yang bekerja. Sehingga sinar matahari masuk ke solar sel dan diubah menjadi energi listrik yang tersimpan di dalam baterai untuk menyimpan energi matahari saat terhubung dengan USB *driver*. Kit modul *charger* mikro USB *li-Ion* berfungsi mengisi daya baterai menggunakan aliran listrik dari matahari dengan menggunakan saklar dengan tujuan menghemat baterai karena terdapat USB *Booster*. Lampu LED digunakan sebagai indikator apabila *power bank* sudah penuh.



Gambar 1.4 Diagram Blok PBSS

Sumber: M. Rizal Abdi/Kemendikbudristek (2022)

2. Informasi untuk Guru

Peserta didik pada pembelajaran ketiga ini bekerja dalam kelompok, berdiskusi untuk membuat rancangan PBSS berdasarkan gagasan yang diperoleh dari pertemuan sebelumnya. Guru mengarahkan peserta didik dalam memilih gagasan utama dengan mempertimbangkan ketersediaan dan kemudahan alat serta bahan. Peserta didik juga diminta untuk membuat diagram blok kegiatan agar aktivitas peserta didik terstruktur. Hasil dari kegiatan ini adalah menghasilkan

desain yang akan direalisasikan pada pertemuan berikutnya. Peserta didik dapat memperkaya wawasan dengan mencari informasi tambahan dari berbagai referensi, baik cetak maupun noncetak.

3. Tujuan Kegiatan Pembelajaran Ketiga

Pada pembelajaran ketiga, peserta didik diharapkan mampu:

- a. menentukan gagasan utama dari sekian gagasan yang dihasilkan dalam pembuatan PBSS yang hendak dibuat;
- b. menuangkan gagasan dalam bentuk desain untuk produk PBSS; dan
- c. menjelaskan rancangan yang dibuat berdasarkan hasil observasi dan analisis yang telah dilakukan.

4. Langkah-Langkah Kegiatan Pembelajaran Ketiga

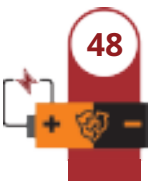
Langkah-langkah kegiatan pembelajaran merupakan rangkaian tahapan sistematis yang dilakukan oleh guru guna mengelola pengalaman belajar peserta didik. Adapun langkah-langkah kegiatan pembelajaran terdiri dari pendahuluan, inti, dan penutup.

a. Kegiatan Pendahuluan

Kegiatan di awal pembelajaran bertujuan untuk mempersiapkan peserta didik siap untuk belajar, termotivasi sehingga dapat mengikuti kegiatan inti dengan baik. Guru dapat memulai pembelajaran dengan memberikan pertanyaan/mereviu kegiatan yang telah dilakukan agar peserta didik siap belajar dan termotivasi untuk mempelajari materi yang disampaikan dan memanfaatkan potensi yang dimilikinya.

b. Kegiatan Inti

Peserta didik dengan arahan dari guru berkolaborasi membuat desain/rancangan produk PBSS. Desain dapat dibuat di atas kertas sedangkan yang memiliki kemampuan menggambar dengan menggunakan komputer juga hendaknya difasilitasi. Desain yang dihasilkan juga disertai keterangan lengkap.





AKTIVITAS 5. Desain Alat

Untuk mengerjakan Aktivitas 5 ini, lakukanlah hal-hal berikut:

1. Bergabunglah dalam kelompok dan buatlah suatu desain/rancangan produk PBSS!
2. Jelaskan desain yang kalian buat kepada teman di kelas!
(Rangkaian/desain yang digunakan dapat berupa pengembangan hasil kajian atau contoh yang diberikan guru.)
3. Buatlah alur pembuatan produk dalam bentuk diagram blok!
4. Pengalaman penting apa yang kalian peroleh selama kegiatan pembuatan desain? Kemukakan pengalaman tersebut pada kegiatan diskusi kelas!

c. Kegiatan Penutup

Pada kegiatan penutup ini peserta didik diminta untuk menyampaikan hasil diskusi serta pengalaman yang diperoleh selama proses pembelajaran. Guru merespons apa yang disampaikan peserta didik dan memberikan tanggapan terkait karya desain peserta didik.

5. Kegiatan Pembelajaran Alternatif

Mata pelajaran Prakarya dan Kewirausahaan: Rekayasa mengarahkan peserta didik untuk menghasilkan suatu produk dari setiap unit pembelajaran. Produk yang dihasilkan adalah produk yang dapat menunjang aktivitas sehari-hari. Apabila kendala saat pembelajaran bersumber dari peserta didik, maka pembuatan produk dapat diganti dengan pembuatan laporan kegiatan proyek dengan menerapkan PjBL. Pembuatan poster dan *mind map* juga dapat menjadi alternatif kegiatan yang dapat memunculkan kreativitas peserta didik.

6. Interaksi dengan Orang Tua

Kerja sama antara guru dan orang tua/wali dapat terjalin terkait tugas yang diberikan guru. Guru mengomunikasikan tugas yang diberikan dengan harapan orang tua dapat

membimbing dalam kegiatan penentuan gagasan utama, menuangkan gagasan ke dalam suatu desain, dan menjelaskan hasil rancangan yang dibuat.

7. Refleksi Guru

Pada tahap refleksi peserta didik diarahkan untuk mereviu pembelajaran dengan membuat catatan kegiatan yang telah dilakukan. Perwakilan diminta untuk menyampaikannya untuk berbagi dengan peserta didik lainnya dan guru memberikan respons serta masukan terkait desain yang telah dibuat. Guru menegaskan pentingnya suatu desain dan kriteria desain yang baik.

8. Asesmen/Penilaian

Penilaian dapat dilihat dari aspek pengetahuan, keterampilan, dan sikap selama proses pembelajaran. Penilaian sikap dilakukan mengacu kepada elemen Profil Pelajar Pancasila (PPP) yang memiliki ciri utama, yaitu beriman, bertaqwa kepada Tuhan yang Maha Esa, dan berahlak mulia, berkebinekaan global, bergotong royong, mandiri, bernalar kritis, dan kreatif.

Tabel 1.9 Format Penilaian Aktivitas 5

No.	Nama Kelompok	Produk												Jumlah Skor yang Diperoleh	Ket.
		Pembuatan Desain				Penjelasan Desain				Pembuatan Diagram Blok					
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
1															
2															
3															
4															
5															
Skor Maksimum												12			

Keterangan: 4 = Sangat Baik 2 = Cukup Baik
 3 = Baik 1 = Kurang Baik



Tabel 1.10 Rentang Nilai dan Rubrik Aktivitas 5

Indikator	Skor			
	1	2	3	4
Kemampuan Membuat Desain Produk PBSS	Peserta didik belum mampu membuat desain secara sederhana, gambar kurang jelas, dan tidak ada keterangan gambar.	Peserta didik mampu membuat konsep desain secara sederhana, gambar terlihat jelas, dan terdapat keterangan gambar secara sederhana.	Peserta didik mampu membuat desain secara jelas, detail, dan keterangan gambar mendeskripsikan produk.	Peserta didik mampu membuat konsep desain yang estetis, dengan detail, gambar terlihat jelas, dan keterangan gambar mendeskripsikan produk.
Kemampuan Menjelaskan Desain Produk	Peserta didik belum dapat menjelaskan desain produk.	Peserta didik dapat menjelaskan desain produk, tetapi belum jelas.	Peserta didik dapat menjelaskan desain produk dengan jelas, tetapi tidak lengkap.	Peserta didik dapat menjelaskan desain produk secara jelas dan lengkap.
Kemampuan Membuat Diagram Blok Produk	Peserta didik belum dapat membuat diagram blok produk.	Peserta didik dapat membuat diagram blok produk, tetapi tidak lengkap.	Peserta didik dapat membuat diagram blok produk dengan lengkap, tetapi tidak sistematis.	Peserta didik dapat membuat diagram blok produk dengan lengkap dan sistematis.

Rumus Konversi Penilaian

$$\text{Skor: } \frac{\text{Jumlah Skor yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100 = \dots$$

Skor Minimal : 3

Skor Maksimal : 12

Asesmen Diri (*Self Assessment*)

Berilah tanda centang (✓) pada Asesmen Diri berikut berdasarkan kompetensimu dalam membuat desain produk. Pilihlah pernyataan yang sesuai dengan kondisimu!

<input type="checkbox"/>	Saya dapat membuat desain produk PBSS.
<input type="checkbox"/>	Saya dapat menjelaskan desain yang saya buat.

	Saya dapat mengidentifikasi alat dan bahan yang diperlukan dalam pembuatan produk PBSS.
	Saya dapat membuat diagram blok pembuatan PBSS.

Asesmen Antarteman (*Peer Assessment*)

Penilaian Presentasi

Nama Penilai :

Nama Teman yang Dinilai :

Berilah tanda centang (✓) pada pernyataan yang menurutmu sesuai!

	Teman saya dapat membuat desain produk PBSS.
	Teman saya dapat mengidentifikasi alat dan bahan yang diperlukan.
	Teman saya mengetahui karakteristik alat dan bahan pembuatan produk PBSS.

Tabel penilaian di atas merupakan contoh dalam melakukan penilaian. Guru dapat melakukan pengembangan dalam melaksanakan penilaian sesuai dengan kondisi sekolah dan peserta didik. Penilaian dapat juga dalam bentuk portofolio, kumpulan karya peserta didik, atau LKPD. Format penilaian dan kriteria penilaian dapat diadaptasi sesuai kebutuhan.

G. Kegiatan Pembelajaran Keempat Sampai dengan Ketujuh (Produksi)

Pertemuan Ke-4 Sampai dengan Ke-7

8 JP = 8 x 45 Menit

1. Konteks Fungsi Produk

Produksi merupakan suatu aktivitas yang dilakukan untuk menghasilkan atau menambahkan nilai guna suatu produk. Beberapa faktor yang memengaruhi kegiatan produksi, di antaranya sumber daya alam, keterampilan, modal, sumber daya manusia, dan teknologi. Pada tahap ini peserta didik akan merealisasikan desain yang telah dibuat pada



pertemuan sebelumnya. Persiapan terkait alat dan bahan yang diperlukan serta spesifikasi dari alat dan bahan tersebut harus diperhatikan.

Pada saat pembuatan produk, peserta didik hendaknya memperhatikan faktor Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3). K3 berkaitan dengan kenyamanan dalam bekerja serta upaya agar terhindar dari bahaya selama berkegiatan. Beberapa hal yang harus diperhatikan saat bekerja menggunakan listrik adalah berkaitan dengan alat, bahan, proses, dan lingkungan. Peserta didik diarahkan untuk memahami fungsi alat dan bahan serta mengetahui spesifikasi alat dan bahan tersebut.

2. Informasi untuk Guru

Kegiatan peserta didik pada Aktivitas Keempat sampai dengan Aktivitas Ketujuh adalah merealisasikan desain yang telah dibuat sebagai hasil modifikasi dan improvisasi dari berbagai referensi. Kegiatan dilakukan secara berkelompok dengan tahapan awal menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan untuk membuat PBSS. Setelah desain berhasil direalisasikan maka kegiatan selanjutnya adalah melakukan uji coba produk di kelompok masyarakat tertentu.

3. Tujuan Kegiatan Pembelajaran

Setelah mengikuti kegiatan pembelajaran ini, peserta didik diharapkan mampu:

- a. menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan dalam kegiatan memproduksi PBSS;
- b. memahami teknik dan prosedur pembuatan produk PBSS;
- c. merealisasikan desain yang telah dibuat untuk menghasilkan PBSS; dan
- d. melakukan uji coba produk yang dihasilkan.

4. Langkah-Langkah Kegiatan Pembelajaran

Langkah-langkah kegiatan pembelajaran merupakan rangkaian tahapan sistematis yang dilakukan oleh guru guna mengelola pengalaman belajar peserta didik. Adapun langkah-langkah kegiatan pembelajaran terdiri dari pendahuluan, inti, dan penutup.

a. Kegiatan Pendahuluan

Kegiatan di awal pembelajaran bertujuan untuk mempersiapkan peserta didik agar termotivasi untuk belajar, sehingga dapat mengikuti kegiatan inti dengan baik. Salah satu cara yang dapat dilakukan guru adalah dengan memberikan pertanyaan/mereviu kegiatan yang telah dilakukan.

b. Kegiatan Inti

Peserta didik dengan arahan dari guru berkolaborasi membuat desain/rancangan produk PBSS. Desain dapat dibuat di atas kertas, sedangkan yang memiliki kemampuan menggambar dengan menggunakan komputer juga hendaknya difasilitasi. Desain yang dihasilkan juga disertai keterangan lengkap.



AKTIVITAS 6. Persiapan Produksi

Untuk mengerjakan Aktivitas 6 ini, lakukanlah hal-hal berikut:

1. Bergabunglah dalam kelompok, kemudian siapkan alat dan bahan yang diperlukan dalam pembuatan *Power Bank* Sel Surya!
2. Perhatikan spesifikasi alat dan bahan, kemudian jelaskan fungsi dari masing-masing alat dan bahan tersebut!
(Catatlah harga pembelian alat dan bahan untuk kegiatan penentuan HPP.)



AKTIVITAS 7. Pembuatan PBSS

Untuk mengerjakan Aktivitas 7 ini, lakukanlah hal-hal berikut:

1. Bergabunglah dalam kelompok, kemudian buatlah produk PBSS berdasarkan desain yang telah dibuat pada Aktivitas 5!
(Perhatikan keselamatan kerja saat menggunakan benda tajam, alat, dan listrik.)



2. Jelaskan prosedur pembuatan PBSS!
3. Lakukan uji coba terhadap produk PBSS yang dihasilkan. Buatlah dokumentasi alat dan proses uji coba!
4. Buatlah laporan kegiatan pembuatan produk secara tertulis!
5. Laporkan seluruh kegiatan secara tertulis!
(Laporan dapat berupa makalah, jurnal kegiatan, atau lembar kerja yang disesuaikan dengan potensi dan kondisi peserta didik.)

c. Kegiatan Penutup

Di akhir pembelajaran peserta didik menyajikan hasil pembuatan produk dalam bentuk presentasi, serta berpendapat tentang pengalaman penting selama proses pembuatan produk. Guru memberikan respons dan masukan atas kerja dan pendapat peserta didik, serta mengapresiasi peserta didik yang aktif.

5. Kegiatan Pembelajaran Alternatif

Pelaksanaan pembelajaran terkadang berjalan tidak lancar, berbagai faktor dapat menjadi penyebabnya. Apabila kendala disebabkan alat dan bahan, maka guru memberikan arahan terkait alat dan bahan pengganti dengan fungsi yang sama tetapi spesifikasi mungkin berbeda. Peserta didik diarahkan untuk memanfaatkan kemampuan literasinya untuk mencari informasi terkait alat dan bahan yang digunakan. Apabila memungkinkan, guru dapat mengundang orang tua yang memiliki kompetensi terkait materi agar peserta didik bertambah wawasan dan termotivasi.

6. Interaksi dengan Orang Tua/Wali

Kerja sama antara guru dan orang tua/wali dapat terjalin terkait tugas yang diberikan guru. Guru mengomunikasikan tugas yang diberikan dengan harapan orang tua dapat membimbing dan mengawasi saat peserta didik melakukan kegiatan di rumah. Keselamatan perlu diperhatikan pada saat kegiatan produksi, selain itu peran orang tua juga sangat besar dalam menjaga keselamatan peserta didik saat berkegiatan di rumah.

7. Refleksi Guru

Pada tahap refleksi peserta didik diarahkan untuk mereviu pembelajaran dengan membuat catatan kegiatan yang telah dilakukan. Perwakilan peserta didik diminta untuk menyampaikan hasil reviunya untuk berbagi dengan peserta didik lain dan guru memberikan respons serta masukan bahwa desain yang baik, memahami fungsi alat, bahan, dan mengikuti diagram blok yang telah dibuat sangat menentukan keberhasilan pembuatan suatu produk.

Tabel 1.11 Format Penilaian Aspek Aktivitas 6

No.	Nama	Pengetahuan								Jumlah Skor yang Diperoleh	Ket.
		Identifikasi Alat dan Bahan yang Digunakan				Identifikasi Fungsi Alat dan Bahan					
		1	2	3	4	1	2	3	4		
1											
2											
3											
4											
5											
Skor Maksimum											8

Keterangan: 4 = Sangat Baik 2 = Cukup Baik
 3 = Baik 1 = Kurang Baik

8. Asesmen/Penilaian

Penilaian dapat dilihat dari aspek pengetahuan, keterampilan, dan sikap selama proses pembelajaran. Penilaian sikap dilakukan mengacu kepada elemen Profil Pelajar Pancasila (PPP) yang memiliki ciri utama, yaitu beriman, bertaqwa kepada Tuhan yang Maha Esa, dan berahlak mulia, berkebinekaan global, bergotong royong, mandiri, kritis, dan kreatif.



Tabel 1.12 Rentang Nilai dan Rubrik Aktivitas 6

Indikator	Skor			
	1	2	3	4
Mengidentifikasi Alat, Bahan, dan Desain	Peserta didik belum dapat menyiapkan alat, bahan, serta desain produk PBSS secara lengkap.	Peserta didik meyiapkan alat, bahan, dan desain produk PBSS secara tidak lengkap.	Peserta didik mampu menjelaskan fungsi alat dan bahan yang digunakan, namun terdapat yang kurang tepat, tetapi desain produk PBSS sudah lengkap.	Peserta didik mempersiapkan alat, bahan, dan desain produk PBSS secara lengkap.
Mengidentifikasi Fungsi Alat dan Bahan	Peserta didik belum mampu menjelaskan fungsi alat dan bahan yang digunakan pada proses pembuatan produk PBSS.	Peserta didik cukup mampu menjelaskan fungsi alat dan bahan yang digunakan pada proses pembuatan produk PBSS, namun belum lengkap.	Peserta didik cukup mampu menjelaskan fungsi alat dan bahan yang digunakan pada proses pembuatan produk PBSS secara lengkap.	Peserta didik mampu menjelaskan fungsi alat dan bahan yang digunakan pada proses pembuatan produk PBSS dengan baik dan lengkap.

Rumus Konversi Penilaian

$$\text{Skor: } \frac{\text{Jumlah Skor yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100 = \dots$$

Skor Minimal : 2

Skor Maksimal : 8

Tabel 1.13 Format Penilaian Aktivitas 7

No.	Nama Peserta Didik	Produk dan Kewirausahaan								Jumlah Skor
		Membuat Produk PBSS				Membuat Laporan Kegiatan				
		4	3	2	1	4	3	2	1	
1										
2										
3										
4										
5										
Skor Maksimum										8

Keterangan: 4 = Sangat Baik 3 = Baik
 2 = Cukup Baik 1 = Kurang Baik

Tabel 1.14 Rentang Nilai dan Rubrik Aktivitas 7

Indikator	Skor			
	1	2	3	4
Kemampuan Membuat Produk	Peserta didik mampu membuat produk PBSS dengan bahan dan teknik sederhana, tetapi tidak sesuai dengan desain.	Peserta didik mampu membuat produk PBSS dengan alat, bahan, dan teknik sesuai dengan referensi yang mereka dapatkan.	Peserta didik mampu membuat produk PBSS yang merupakan hasil modifikasi dari referensi yang diperoleh.	Peserta didik mampu membuat produk PBSS dengan memodifikasi alat, bahan, dan teknik pembuatan, serta berhasil diuji coba dengan baik.
Kemampuan Membuat Laporan	Peserta didik belum mampu membuat laporan kegiatan pembuatan produk.	Peserta didik mampu membuat laporan kegiatan pembuatan produk, tetapi tidak lengkap.	Peserta didik mampu membuat laporan kegiatan pembuatan produk, tetapi belum detail.	Peserta didik sangat mampu membuat laporan kegiatan pembuatan produk secara lengkap.



Rumus Konversi Penilaian Keterampilan

$$\text{Skor: } \frac{\text{Jumlah Skor yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100 = \dots$$

Skor Minimal : 2

Skor Maksimal : 8

Asesmen Diri (*Self Assessment*)

Berilah tanda centang (✓) pada Asesmen Diri berikut berdasarkan kompetensimu dalam membuat desain produk. Pilihlah pernyataan yang sesuai dengan kondisimu!

<input type="checkbox"/>	Saya memahami prosedur pembuatan produk PBSS.
<input type="checkbox"/>	Saya mengalami kesulitan saat membuat produk PBSS.
<input type="checkbox"/>	Saya memahami fungsi alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan produk PBSS.

Tabel di atas adalah contoh penilaian yang dapat diadaptasi oleh guru sesuai dengan kondisi peserta didik dan kondisi sekolah masing-masing. Guru dapat juga melakukan penilaian melalui portofolio, yaitu penilaian melalui kumpulan karya atau kumpulan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Format, rubrik, dan skor penilaian dapat disesuaikan dengan kebutuhan.

H. Kegiatan Pembelajaran Kedelapan (HPP)

Pertemuan Ke-8

2 JP = 2 x 45 Menit

1. Konteks Fungsi Produk

Suatu produk setelah melalui tahapan uji coba dan dinyatakan layak untuk dijual, maka peluang bisnis terbuka lebar. Bagaimana cara menentukan harga produk yang akan dijual? Caranya adalah menggunakan perhitungan Harga Pokok Penjualan (HPP). HPP dapat dijadikan sebagai harga dasar

dalam menjual produk. Peserta didik hendaknya mengetahui komponen apa saja yang menentukan HPP, agar tidak salah dalam melakukan perhitungan dan dapat menentukan harga jual produk dengan tepat.

2. Informasi untuk Guru

Pada Kegiatan Pembelajaran Kedelapan, peserta didik akan mempelajari Harga Pokok Penjualan (HPP), yaitu pengeluaran dan beban yang langsung maupun tidak langsung dikeluarkan selama memproduksi PBSS. Nilai HPP menentukan berapa keuntungan yang diinginkan dari suatu produksi. Beberapa komponen yang menentukan HPP, diantaranya pembelian kotor, pengurangan harga, retur pembelian, potongan pembelian, dan faktor lainnya. Guru hendaknya menginformasikan kepada peserta didik terkait pentingnya menentukan HPP, hal apa saja yang perlu diperhatikan dalam menentukan HPP, dan kapan perhitungan HPP dilaksanakan. Kerugian dari suatu usaha sering diakibatkan oleh ketidakcermatan dalam menentukan HPP.

Penentuan keuntungan biasanya dilakukan setelah melakukan studi lapangan terhadap produk yang sama atau sejenis. Peserta didik diarahkan untuk mencari referensi terkait penentuan HPP dari berbagai sumber, baik cetak maupun noncetak.

3. Tujuan Kegiatan Pembelajaran Kedelapan

Setelah mengikuti kegiatan pembelajaran ini, peserta didik diharapkan mampu:

- memahami apa yang dimaksud Harga Pokok Produksi (HPP);
- menjelaskan cara menentukan HPP suatu produk; dan
- menentukan HPP suatu produk dengan benar.

4. Langkah-Langkah Kegiatan Pembelajaran

Langkah-langkah kegiatan pembelajaran merupakan rangkaian tahapan sistematis yang dilakukan oleh guru guna mengelola pengalaman belajar peserta didik. Adapun langkah-langkah kegiatan pembelajaran terdiri dari pendahuluan, inti, dan penutup.



a. Kegiatan Pendahuluan

Pada awal kegiatan guru mengondisikan siswa untuk fokus dan termotivasi untuk belajar, salah satunya dengan cara memberikan pertanyaan. Kegiatan lain yang dapat dilakukan adalah menyajikan video produksi suatu produk dan bagaimana produk mempunyai nilai jual dan menghasilkan secara ekonomi, sehingga peserta didik termotivasi untuk berkarya.

b. Kegiatan Inti

Pada kegiatan inti peserta didik diarahkan mencari informasi terkait Harga Pokok Penjualan (HPP) sebagai gambaran perkiraan biaya yang dikeluarkan langsung maupun tidak langsung selama produksi. Komponen yang menentukan HPP umumnya dipengaruhi oleh faktor upah tenaga kerja, biaya, alat, dan bahan. Penentuan HPP ini dituangkan dalam bentuk laporan.



AKTIVITAS 8. Perhitungan Harga Pokok Penjualan

Untuk mengerjakan Aktivitas 8 ini, lakukanlah hal-hal berikut:

1. Bergabunglah dalam kelompok, kemudian catatlah harga dari alat dan bahan yang digunakan untuk memproduksi *Power Bank Sel Surya*!
2. Diskusikan bagaimana cara menetapkan Harga Pokok Penjualan (HPP) dan harga jual dari produk yang dibuat!

c. Kegiatan Penutup

Di akhir kegiatan, beberapa perwakilan kelompok diminta untuk menyajikan hasil laporan aktivitas yang dibuat terkait penentuan Harga Pokok Penjualan (HPP). Guru mengapresiasi dan memberikan tanggapan dan arahan terkait hasil kerja peserta didik.

5. Kegiatan Pembelajaran Alternatif

Materi rekayasa dan kewirausahaan dapat dilaksanakan dengan menggunakan berbagai metode, seperti diskusi, eksperimen, berbagi peran, dan *problem-based learning* (PBL). Beberapa kelebihan dari metode ini adalah melatih peserta didik untuk mengetahui alasan dari suatu keputusan, memahami masalah, mengatasi masalah kewirausahaan, dan memahami alasan suatu keputusan dibuat. Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila dapat digunakan untuk memberikan pemahaman terkait materi Harga Pokok Produksi yang terintegrasi dalam pembelajaran.

6. Interaksi dengan Orang Tua/Wali

Kerja sama antara guru dan orang tua/wali dapat terjalin terkait tugas yang diberikan guru. Guru mengomunikasikan tugas yang diberikan dengan harapan orang tua dapat membimbing dalam kegiatan penentuan HPP dari produk yang dihasilkan. Berdasarkan pengalaman yang dimilikinya, orang tua/wali dapat memberikan informasi terkait kewirausahaan sebagai tambahan pengetahuan bagi peserta didik.

7. Refleksi Guru

Setelah proses pembelajaran, sebaiknya guru melakukan refleksi diri untuk mengetahui sejauh mana peserta didik dapat mengikuti pembelajaran, seberapa berhasilkah metode, pendekatan, strategi, dan model pembelajaran yang digunakan, mengetahui kelemahan sebagai bahan perbaikan untuk pembelajaran selanjutnya, dan mengetahui kebutuhan peserta didik lebih terperinci sehingga guru dapat merancang pembelajaran dengan lebih baik. Ketuntasan belajar bukan tujuan utama dalam pembelajaran, proses pembelajaran hendaknya menjadi perhatian guru.



8. Asesmen/Penilaian

Tabel 1.15 Format Penilaian Aktivitas 8

No.	Nama Peserta Didik	Elemen Kunci *)												Jumlah Skor yang Diperoleh
		Perhitungan Biaya Bahan Baku				Perhitungan Biaya Produksi				Perhitungan HPP				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1														
2														
3														
4														
5														
Skor Maksimum												12		

Keterangan : 4 = Sangat Baik 3 = Baik
 2 = Cukup Baik 1 = Kurang Baik

Tabel 1.16 Rentang Nilai dan Rubrik Aktivitas 8

Indikator	Skor			
	1	2	3	4
Mampu Menentukan Biaya Bahan Baku Produk PBSS	Peserta didik belum mampu melakukan perhitungan biaya bahan baku, total biaya produksi, dan menentukan HPP.	Peserta didik cukup mampu melakukan perhitungan biaya bahan baku dan total biaya produksi, namun masih salah dalam menentukan HPP.	Peserta didik mampu melakukan perhitungan biaya bahan baku dan total biaya produksi, namun masih salah dalam menentukan HPP.	Peserta didik sangat mampu melakukan perhitungan biaya bahan baku, total biaya produksi, dan menentukan HPP.

Rumus Konversi Penilaian

$$\text{Skor: } \frac{\text{Jumlah Skor yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100 = \dots$$

Skor Minimal : 3

Skor Maksimal : 12

Tabel penilaian di atas adalah sebagai contoh dalam melakukan penilaian. Guru dapat melakukan pengembangan dalam melaksanakan penilaian sesuai dengan kondisi sekolah dan peserta didik. Penilaian dapat juga dalam bentuk portofolio, kumpulan karya peserta didik, atau LKPD. Format penilaian dan kriteria penilaian dapat diadaptasi sesuai kebutuhan.

I. Kegiatan Pembelajaran Kesembilan (Evaluasi)

Pertemuan Ke-9

2 JP = 2 x 45 Menit

1. Konteks Fungsi Produk

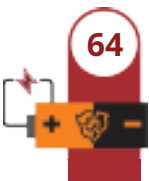
Keberhasilan pembelajaran bermakna ketuntasan dalam belajar dan ketuntasan dalam proses pembelajaran. Belajar tuntas adalah tercapainya kompetensi yang meliputi pengetahuan, keterampilan, dan sikap, atau nilai yang diwujudkan dalam kebiasaan berpikir dan bertindak. Adapun ketuntasan dalam pembelajaran berkaitan dengan standar pelaksanaan yang melibatkan komponen guru dan peserta didik.

Keberhasilan belajar dapat dilihat dengan cara melakukan evaluasi dengan tujuan untuk:

- mengetahui apakah peserta didik memahami materi yang diberikan;
- mengetahui apakah peserta didik mempunyai sikap sesuai harapan;
- mengetahui apakah peserta didik memiliki keterampilan berkomunikasi; dan
- mengetahui keberhasilan proses belajar mengajar.

2. Informasi untuk Guru

Penilaian hasil belajar oleh pendidik adalah proses pengumpulan informasi tentang capaian pembelajaran peserta didik dalam aspek sikap, pengetahuan, dan keterampilan yang dilakukan secara terencana dan sistematis untuk memantau proses, kemajuan belajar, dan perbaikan hasil belajar melalui penugasan dan evaluasi hasil belajar.



3. Tujuan Kegiatan Pembelajaran

Setelah mengikuti kegiatan pembelajaran ini, peserta didik diharapkan mampu:

- mengidentifikasi kesulitan yang dihadapi saat pembelajaran;
- melakukan analisis masalah yang dihadapi selama pembelajaran sebagai bahan perbaikan untuk pembelajaran berikutnya; dan
- mengevaluasi kemampuan diri terkait materi.

4. Refleksi Peserta Didik

Refleksi adalah suatu aktivitas yang bertujuan memberikan kesempatan kepada peserta didik memikirkan kembali proses belajar (Chang, 2019).

Tabel 1.17 Lembar Refleksi Diri

No.	Aspek yang Diukur	Tingkat Pemahaman			
		1	2	3	4
1	Memahami pentingnya PBSS				
2	Memahami tahapan persiapan produksi				
3	Mampu mempraktikkan desain produk				
4	Memahami tahapan pembuatan produk				
5	Memahami perhitungan HPP				
6	Mampu membuat diagram blok				
7	Keterlaksanaan				
8	Memahami prosedur pembuatan alat				

Keterangan: 4 = Sangat Paham 3 = Paham
2 = Kurang Paham 1 = Tidak Paham

Rumus Konversi Evaluasi Diri

$$\frac{\text{Jumlah Skor yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100 = \dots$$

Pedoman Penilaian:

Nilai Akhir	Predikat
81–100	A
61–80	B
41–60	C
21–40	D
≤ 20	E

Contoh Penilaian

Nama Peserta Didik : Salsabila

Skor : 80

Deskripsi :

Peserta didik memiliki kemampuan yang baik dalam memahami materi dan konsep produk rekayasa PBSS, juga mempunyai kompetensi keterampilan produksi dan kewirausahaan yang baik.

5. Pengayaan

Peserta didik yang telah menguasai materi pada Unit 1 dan berminat untuk mempelajari lebih lanjut topik yang telah diberikan, dapat diberikan aktivitas tambahan agar meningkatkan pengetahuan dan keterampilannya. Berikut adalah aktivitas pengayaan yang dapat diberikan, peserta didik dapat membaca artikel terkait materi. Peserta didik dapat memindai kode batang berikut.



6. Penilaian

a. Penilaian Aspek Pengetahuan dan Konsep Kewirausahaan

Tabel 1.18 Penilaian Aspek Pengetahuan dan Konsep Kewirausahaan

Aspek Pengetahuan	Skor				Ket.
	4	3	2	1	
Aktivitas 1					
• Menganalisis Masalah	√				
• Mengidentifikasi Produk Rekayasa Terapan		√			



Aktivitas 2					
• Mengeksplorasi Produk Rekayasa Teknologi Terapan di Lingkungan Sekitar		√			
• Menganalisis Hasil Produksi Rekayasa Teknologi Terapan di Lingkungan Sekitar	√				
Aktivitas 3					
• Mengidentifikasi Gagasan Rancangan		√			
• Mengidentifikasi Karakteristik Produk PBSS yang Dipilih		√			
Aktivitas 6					
• Mengidentifikasi Alat dan Bahan yang Digunakan		√			
• Mengidentifikasi Fungsi Alat dan Bahan		√			
Aktivitas 8					
• Menghitung Biaya Bahan Baku		√			
• Menghitung Total Biaya Produksi		√			
• Menghitung HPP		√			
Jumlah Skor			35		
Skor Maksimum			44		

Nilai Konversi Pengetahuan: $(35/44) \times 100 = 79,5$

b. Penilaian Aspek Keterampilan

Tabel 1.19 Penilaian Aspek Keterampilan

Produk dan Kewirausahaan	Skor				Ket.
	4	3	2	1	
Aktivitas 4					
• Merencanakan Kegiatan Perancangan	√				
• Kesesuaian Rencana Kegiatan	√				
Aktivitas 5					
• Mendesain Produk		√			
• Mempresentasi Desain Produk		√			

Aktivitas 7					
• Produk PBSS		√			
• Pelaporan Kegiatan		√			
Jumlah Skor					
Skor Maksimum	24				

Nilai Konversi Keterampilan : $(20/24) \times 100 = 83,3$

c. Pedoman Penilaian Aspek Sikap

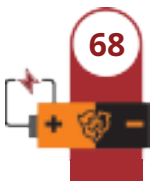
Perhitungan nilai akhir aspek sikap diperoleh dari rata-rata nilai setiap kegiatan.

Nilai Akhir	Predikat
81–100	A
61–80	B
41–60	C
21–40	D
≤ 20	E

Deskripsi:

Diperoleh skor rata-rata berada pada rentang 81–100, maka peserta didik dapat dinyatakan mempunyai sikap yang sangat baik yang mengalami peningkatan selama pembelajaran.

Penilaian melalui portofolio juga dapat dilakukan, yaitu dengan cara menilai kumpulan seluruh karya peserta didik dalam suatu tugas tertentu untuk mengetahui perkembangan dan kreativitas peserta didik dalam jangka waktu tertentu. Format, rubrik, dan skor penilaian dapat dirumuskan sesuai kebutuhan.



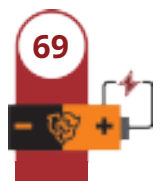
EVALUASI UNIT 1

Bacalah teks berikut dengan saksama.

Matahari menjadi sumber energi alternatif yang dapat dimanfaatkan di masa yang akan datang dan Indonesia kaya akan sumber energi tersebut. Saat ini pemanfaatan panel surya belumlah maksimal, hal ini disebabkan oleh biaya pembuatan panel surya relatif besar dan daya energi yang dihasilkan tidak terlalu besar. Dengan kata lain, untuk menghasilkan energi listrik yang besar diperlukan panel surya yang besar dan juga biaya yang besar. Pemanfaatan panel surya banyak ditemukan, termasuk untuk aplikasi di perangkat satelit.

Jawablah soal-soal berikut dengan memilih salah satu jawaban yang tepat!

1. Matahari merupakan sumber energi terbesar bagi bumi yang merupakan benda langit yang dapat menghasilkan cahaya sendiri dengan cara
 - A. melalui sumbu panas
 - B. melalui radiasi matahari
 - C. reaksi nuklir
 - D. reaksi fusi di dalam inti
 - E. reaksi kimia
2. Sumber daya alam terbagi menjadi sumber daya alam yang dapat diperbarui dan tidak dapat diperbarui, hal tersebut dibedakan berdasarkan
 - A. keberlimpahan bahan
 - B. ketersediaan di alam
 - C. ada tidaknya bahan pengganti
 - D. waktu dalam menghasilkan kembali
 - E. produksi alam itu sendiri



3. Saat ini penggunaan panel surya belum dapat digunakan secara optimal, hal ini disebabkan karena . . .
- A. sinar matahari yang terbatas
 - B. cuaca yang berubah
 - C. biaya pemasangan yang mahal
 - D. arus yang tidak stabil
 - E. musim yang sering berganti
4. Jenis arus yang dihasilkan oleh pembangkit listrik sebelum diubah oleh *inverter* pada pembangkit listrik energi surya adalah . . .
- A. *alternating current*
 - B. *direct current*
 - C. tegangan
 - D. gaya
 - E. arus statis



Panduan Khusus

UNIT 2

POMPA GALON ELEKTRIK

Pernahkah kalian mengalami kesulitan dalam mengangkat galon? Dengan pompa galon elektrik, hanya sekali tekan, kita bisa mengisi gelas dan tanpa repot.



A. Peta Materi Pompa Galon Elektrik

Peta materi adalah desain yang menggambarkan gagasan pokok dari pembahasan yang terkandung dalam buku. Peta konsep merupakan suatu cara memetakan sebuah informasi yang digambarkan ke dalam bentuk cabang-cabang pikiran dengan berbagai imajinasi kreatif (Chusni dkk, 2018: 6). Pada Unit 2 ini peta konsep yang dibuat membahas materi produk rekayasa teknologi terapan, yaitu Pompa Galon Elektrik.

Guru dapat membuat peta materi guna membantu peserta didik dalam memahami materi yang disajikan. Penyajian dilakukan melalui pemaparan konsep-konsep yang berhubungan dan terintegrasi. Materi yang tidak dipahami oleh peserta didik dapat ditanyakan secara langsung kepada guru melalui interaksi pembelajaran. Di samping itu, peta materi juga berguna untuk menghaluskan pemikiran peserta didik menjadi lebih kreatif dan kritis.



B. Skema Pembelajaran Pompa Galon Elektrik

Sebuah pembelajaran memerlukan adanya skema pembelajaran sebagai kerangka/rancangan bagi berlangsungnya proses pembelajaran tersebut. Berikut uraian skema pembelajaran Pompa Galon Elektrik.

1. Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaran disusun berdasarkan elemen berikut:

a. Observasi dan Eksplorasi

Setelah mempelajari materi ini, peserta didik diharapkan mampu:

- 1) menunjukkan produk rekayasa teknologi konversi energi berdasarkan spesifikasi dan kompleksitasnya yang memiliki nilai jual;
- 2) mengeksplorasi karakteristik produk rekayasa teknologi konversi energi berdasarkan analisis kebutuhan/masalah, dampak lingkungan, dan ketersediaan di lingkungan sekitar.

b. Desain/Perencanaan

Setelah mempelajari materi ini, peserta didik diharapkan mampu:

- 1) membuat pola dan/atau desain produk rekayasa teknologi konversi energi dengan memperhatikan potensi kearifan lokal dan dampak terhadap lingkungan;
- 2) mengomunikasikan ide mengenai produk rekayasa konversi energi dan cara penyajiannya dalam bentuk purwarupa;
- 3) bereksperimen untuk menentukan desain, alat, bahan, dan prosedur yang efektif dan potensial pembuatan produk rekayasa konversi energi.

c. Produksi

Setelah mempelajari materi ini, peserta didik diharapkan mampu:

- 1) mengaplikasikan konsep/materi terkait produk rekayasa teknologi konversi energi melalui produk yang dihasilkan;

- 2) menguji coba produk rekayasa teknologi konversi energi secara komprehensif melalui alat ukur yang relevan;
- 3) mempresentasikan produk rekayasa teknologi konversi energi yang dihasilkan secara berkelompok, baik dalam bentuk lisan, tertulis, visual, maupun virtual.

d. Refleksi dan Evaluasi

Setelah mempelajari materi ini, peserta didik diharapkan mampu:

- 1) menuliskan kembali langkah-langkah pembuatan produk, tantangan yang dihadapi, dan pendekatan yang diambil dalam menyelesaikan masalah;
- 2) menyelenggarakan pameran di lingkungan sekitar untuk mempresentasikan atau mempromosikan produk;
- 3) memberi penilaian dan saran untuk pengembangan produk selanjutnya berdasarkan pengetahuan penciptaan, dampak lingkungan, dan teknologi konversi energi;
- 4) menunjukkan kekuatan dan kelemahan produk serta membuat rencana tindak lanjut.

2. Rekomendasi Alokasi Waktu Per Unit

Berdasarkan Keputusan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 262/M/2022 Perubahan atas Keputusan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 56/M/2022 tentang Pedoman Penerapan Kurikulum dalam Rangka Pemulihan Pembelajaran Mata Pelajaran Prakarya dan Kewirausahaan: Rekayasa tidak dialokasikan penuh 36 minggu agar dapat memenuhi alokasi untuk proyek penguatan Profil Pelajar Pancasila. Satuan pendidikan menyediakan minimal 1 (satu) jenis seni dan/atau prakarya dan kewirausahaan. Peserta didik memilih 1 (satu) jenis Seni (Seni Musik, Seni Rupa, Seni Teater, atau Seni Tari) atau Prakarya dan Kewirausahaan (Budi Daya, Pengolahan, Kerajinan, atau Rekayasa).

Adapun pokok-pokok materi yang akan dipelajari adalah Pengertian Pompa, Jenis Pompa, Spesifikasi Pompa, Konstruksi Dasar Pompa, Standar dan Ukuran Galon, Prinsip Kerja Pompa, Cara Pemakaian Pompa secara Umum, Spesifikasi dan Pemilihan Pompa, hingga Konsep Otomatisasi Pompa Berbasis



Elektrik. Pokok-pokok materi dapat diperluas sesuai dengan situasi kondisi yang ada di lingkungan belajar masing-masing.

Pembelajaran Prakarya Kewirausahaan: Rekayasa mengajak dan memberikan tantangan kepada peserta didik untuk berpikir logis, sistematis, dan inovatif. Di mana hasil inovasi tersebut dapat memberikan dampak positif, baik bagi diri sendiri maupun kepada masyarakat atau lingkungan yang lebih luas. Berpikir global dengan mengusung kearifan dan konteks lokal diharapkan dapat tercermin dalam karya-karya yang dikembangkan oleh peserta didik di dalam mata pelajaran ini.

Melalui pembelajaran Prakarya ini, diharapkan terbentuk peserta didik Indonesia yang berkualitas, berjiwa kewirausahaan yang tinggi (jujur, disiplin dan berintegritas), juga mampu bekerja secara mandiri maupun bekerja sama dengan orang lain, baik di bawah, sejajar, atau di atas dirinya tanpa memandang perbedaan suku, agama, ras, dan antargolongan secara efektif dan efisien. Sehingga tujuan dari pembelajaran Prakarya memiliki peran yang sangat penting sebagai pembentuk peserta didik sesuai Profil Pelajar Pancasila.

C. Prosedur Kegiatan Pembelajaran

Indikator keberhasilan suatu kegiatan belajar mengajar dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah proses pembelajaran. Proses pembelajaran dapat dikatakan sebagai sesuatu rangkaian kegiatan dan interaksi antara guru dan peserta didik yang diatur melalui suatu perencanaan pembelajaran. Pelaksanaan proses pembelajaran perlu dilakukan secara terstruktur dengan berpedoman kepada tahapan pembelajaran yang telah direncanakan sehingga salah satu bekal kompetensi yang harus dimiliki oleh guru adalah mampu membuat, memahami, dan melaksanakan prosedur/tahapan pembelajaran dalam pembelajaran kelompok/bersama, individual, maupun klasikal.

Untuk dapat mengaplikasikan kemampuan tersebut dalam kegiatan pembelajaran, guru perlu untuk mereviu kembali pemahaman tentang konsep dan prinsip belajar mengajar, berbagai jenis pendekatan belajar dan pembelajaran, serta tentang berbagai jenis strategi belajar mengajar, terutama strategi yang sesuai dengan tuntutan kurikulum yang mendukung terciptanya merdeka belajar dan merdeka mengajar,

seperti pembelajaran kontekstual, pembelajaran berbasis masalah, pembelajaran berbasis penemuan (*inquiry*), pembelajaran berbasis proyek (PjBL), dan yang lainnya.

Secara umum tahapan pembelajaran dibagi menjadi tiga, yakni kegiatan pendahuluan, kegiatan inti, dan kegiatan akhir pembelajaran/penutup. Setiap tahapan menggambarkan rangkaian proses sistematis yang harus dilalui peserta didik. Pada kegiatan pendahuluan terdapat asesmen diagnostik dan pertanyaan pemantik. Asesmen diagnostik dibagi menjadi 2 bagian, yakni kognitif dan nonkognitif.

Asesmen diagnostik kognitif dilakukan di awal pembelajaran untuk menilai level pemahaman peserta didik. Jika nanti ternyata hasil asesmen menunjukkan rata-rata level pemahaman peserta didik kurang, maka kegiatan pembelajaran tetap dilakukan sesuai rencana awal tanpa perlu penyesuaian lagi. Di samping itu, guru juga dapat melakukan asesmen diagnostik nonkognitif dengan menggali informasi melalui pertanyaan-pertanyaan yang berkaitan dengan kesejahteraan psikologis dan sosial emosi peserta didik, aktivitas mereka selama belajar di rumah, bagaimana kondisi keluarga dan pergaulannya, termasuk gaya belajar, karakter, serta minat.

Selanjutnya melalui pertanyaan pemantik, guru diharapkan mampu menstimulus kolaborasi dengan peserta didik terutama dalam rangka mencapai pemahaman bermakna. Keterampilan guru dalam membuat pertanyaan yang baik diperlukan guna mendapatkan respons/*feedback* dari peserta didik.

Pada kegiatan inti, peserta didik diharapkan mengalami proses mengonstruksi pengetahuan mereka. Guru tentu saja dalam hal ini perlu memiliki pemahaman yang luas mengenai metode-metode pembelajaran yang mampu mendukung terjadinya perubahan kompetensi peserta didik. Terdapat banyak hal yang harus dapat dilihat oleh guru terutama dari perspektif yang mendorong terciptanya perkembangan kognitif, sosial, emosi, dan spiritual, di mana tujuan akhir dari tujuan pembelajarannya adalah Profil Pelajar Pancasila.

Pembelajaran yang dilakukan juga seyogianya berhubungan dengan konteks dunia nyata yang dihadapi peserta didik. Dengan dihubungkannya pada kerangka kontekstual, maka akan menjadi daya tarik peserta didik untuk mau belajar. Pada konteks yang lebih luas lagi, melibatkan peran orang tua/wali dan masyarakat akan lebih meningkatkan motivasi peserta didik dalam upaya penerapan



pemahaman yang sudah didapat. Melalui pemberdayaan peran serta masyarakat sekitar sebagai salah satu sumber belajar akan memberikan pengalaman baru dan memaksimalkan tercapainya tujuan pembelajaran Profil Pelajar Pancasila.

Pada kegiatan penutup, guru memberikan umpan balik secara kontinu kepada peserta didik. Umpan balik juga hendaknya diberikan oleh sesama peserta didik untuk dapat menguatkan kolaborasi di antara mereka. Guru tidak lupa pula memberikan penguatan mengenai pentingnya keterampilan Abad 21 dalam pembelajaran yang selanjutnya akan dilakukan. Diharapkan dengan pemberian *feedback* dan pemahaman bermakna, tingkat ketercapaian tujuan pembelajaran akan meningkat.

D. Kegiatan Pembelajaran Pertama (Observasi/Eksplorasi)

Pertemuan Ke-1

2 JP = 2 x 45 Menit

1. Konteks Fungsi Produk

a. Pengertian Pompa

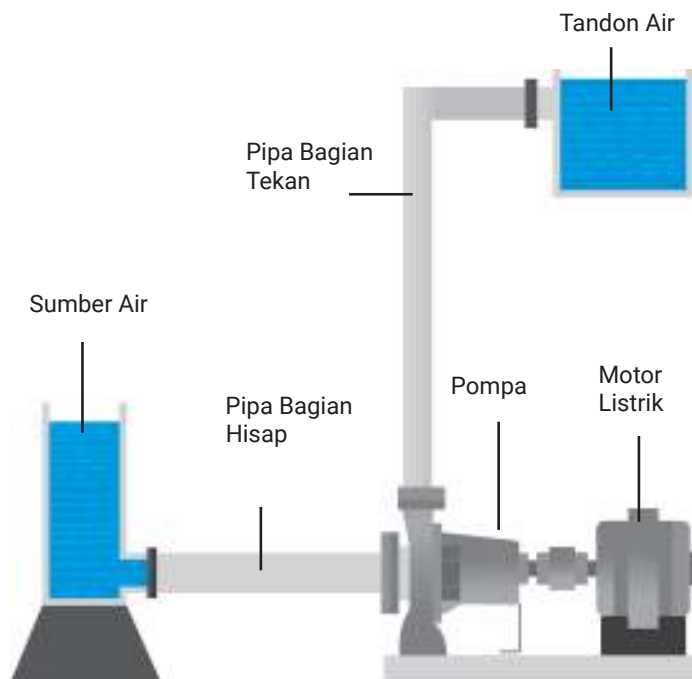
Pompa merupakan alat yang digunakan untuk memindahkan cairan (fluida) dari satu tempat ke tempat yang lain melalui media perpipaan, yakni dengan menambahkan energi pada cairan yang dipindahkan dan dapat berlangsung secara kontinu. Dalam penggunaan sehari-hari, pompa banyak digunakan untuk mempermudah kegiatan manusia terutama dalam memenuhi kebutuhan seputar rumah tangga. Dengan demikian, pompa memiliki peranan yang sangat penting.

Pada dasarnya sebuah pompa beroperasi dengan perbedaan tekanan yang terjadi di antara bagian masuk (*suction*) dengan bagian keluar (*discharge*). Di samping itu, pompa juga mengubah tenaga mekanis menjadi tenaga kinetis (kecepatan). Tenaga penggerak ini mengalirkan cairan dan mengatasi hambatan yang ada di sepanjang aliran fluida yang dilalui.

Seperti disampaikan pada paparan di atas, pompa merupakan mesin yang berfungsi untuk memindahkan zat cair dari suatu tempat ke tempat yang diinginkan. Contoh dari zat cair di antaranya air, oli, minyak, atau fluida lainnya yang tak mampu mengalir. Terdapat banyak sekali dunia industri yang menggunakan pompa sebagai salah satu peralatan untuk proses produksi, contohnya pada pembangkit listrik tenaga uap, pompa banyak dimanfaatkan sebagai alat untuk menyuplai air umpan ke *boiler* atau membantu sirkulasi air yang akan diuapkan di *boiler*.

b. Konstruksi Dasar Pompa

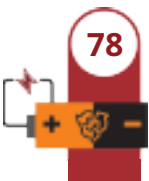
Berikut adalah konstruksi dari instalasi pompa seperti terlihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Instalasi Pompa

Sumber: M. Rizal Abdi/Kemendikbudristek (2022)

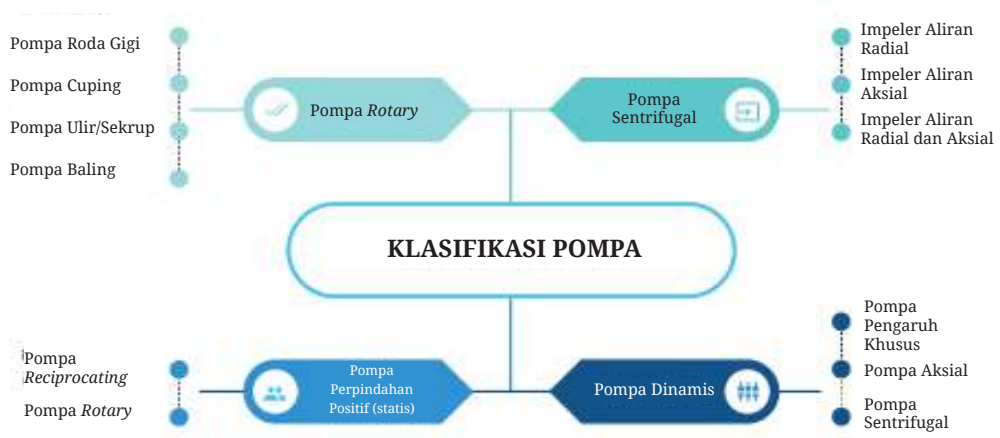
Pada dunia industri, pemanfaatan pompa itu sendiri banyak dimanfaatkan untuk menyirkulasi air atau minyak pelumas atau pendingin mesin-mesin industri. Pompa juga dipakai pada mesin motor bakar, yaitu sebagai pompa pelumas, bensin, atau air pendingin. Jadi secara kontekstual



pompa sangat penting untuk kehidupan manusia secara langsung yang dipakai di rumah tangga atau tidak langsung seperti pada pemakaian pompa di industri.

c. Klasifikasi Pompa

Pompa diklasifikasikan seperti gambar berikut.



Gambar 2.2 Mindmap Pompa

Sumber: Indra Samsudin/Kemendikbudristek (2022)

Berdasarkan prinsip mekanismenya, pompa dapat dibedakan menjadi pompa statis dan pompa dinamis.

1) Pompa Statis (Pompa Perpindahan Positif)

Pompa perpindahan positif (*positive displacement pump*) merupakan pompa yang mengalirkan fluida dengan debit yang konstan/tetap terhadap perubahan/variasi tekanan dan fluida yang berpindahannya pun karena menerima dorongan/desakan.

Berdasarkan cara perpindahannya pompa perpindahan positif dapat dikategorikan menjadi 2 jenis, yakni pompa bolak-balik (*reciprocating pump*) dan pompa berputar (*rotary pump*). Pompa bolak-balik juga dapat dibagi ke dalam jenis lain, yakni pompa torak, pompa *plunyer*, dan pompa diafragma. Begitu pun dengan pompa berputar (*rotary*) yang masih dapat dibagi ke dalam 3 bagian, yakni pompa roda gigi, pompa ulir/*screw*, pompa *vane*, dan pompa *lobe*.

a) Pompa Bolak-Balik (*Reciprocating Pump*)

Pompa bolak-balik atau *reciprocating pump* adalah pompa yang mengubah energi mekanis poros dari penggerak pompa menjadi energi aliran dari zat cair yang dipindahkan dengan menggunakan elemen yang bergerak bolak-balik dalam silinder. Pompa bolak-balik umumnya digunakan untuk pemompaan sumur minyak.



Gambar 2.3 Pompa Bolak-Balik (*Reciprocating Pump*)

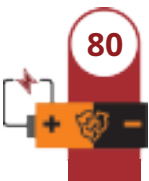
Sumber: Wendynovianto/Kompasiana (2015)

Adapun kekurangan pompa bolak-balik, antara lain:

- (1) Tekanan yang dihasilkan tinggi, sehingga hanya dibatasi oleh tenaga dari unit pompa dan bagian dari unit pompa;
- (2) Tekanan yang dihasilkan tidak bergantung dari kapasitasnya;
- (3) Kerja pompa membutuhkan katup-katup, sehingga dilihat dari segi ekonomis kurang praktis;
- (4) Membutuhkan dimensi yang besar untuk mendapatkan kapasitas terbaik;
- (5) Efisiensi rendah pada kapasitas tinggi.

b) Pompa Berputar (*Rotary Pump*)

Susunan penggerak pompa rotari untuk desain *multishaft* terdiri dari dua jenis. Elemen pemompa pada poros yang digerakkan dapat menggerakkan elemen pasangannya pada poros yang bebas, akan tetapi bila



bahan-bahan *abrasive* yang ada di dalam cairan itu dapat menyebabkan keausan yang berlebihan atau bila elemen pemompa itu fleksibel, roda gigi pengatur waktu (*timing gear*) akan menggerakkan poros yang bebas tadi. Hal ini memungkinkan elemen-elemen pompa beroperasi pada *clearance* yang sempit tanpa terjadinya persentuhan yang keras.



Gambar 2.4 Pompa Berputar (*Rotary Pump*)

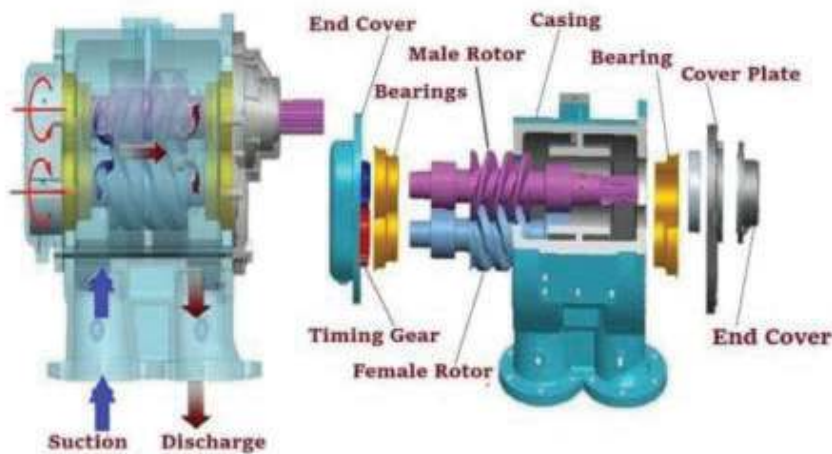
Sumber: Nordroden/Unsplash (2018)

Pompa *rotary* dibagi menjadi beberapa bagian, di antaranya:

- (1) Pompa roda gigi
- (2) Pompa cuping
- (3) Pompa ulir/sekrup
- (4) Pompa baling



Gambar 2.5 (a) Pompa Roda Gigi (*Gear Pump*)



Gambar 2.5 (b) Pompa Ulir (*Screw Pump*)



Gambar 2.5 (c) Pompa Vane

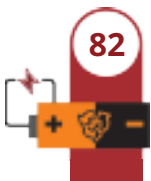
Sumber: Wahyusetiawan/Caramesin (2021)

2) Pompa Dinamis

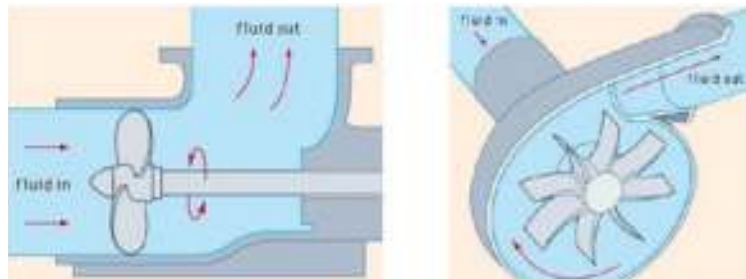
Pompa dinamis adalah pompa dengan daerah kerja yang tidak berubah selama pompa melakukan fungsinya. Pompa dinamis mempunyai komponen dasar, yakni sebuah rotor dengan satu sudu-sudu yang berputar dengan kecepatan yang tinggi. Pada saat fluida masuk, maka sudu-sudu akan mempercepatnya sehingga terjadi kenaikan kecepatan absolut fluida dan tekanannya, lalu melemparkan aliran melalui volut. Adapun yang tergolong ke dalam pompa dinamis, antara lain:

a) Pompa Aksial

Pompa jenis ini merupakan pompa yang banyak digunakan untuk kepentingan irigasi. Pompa ini bekerja berdasarkan prinsip putaran sudu-sudu yang mengisap fluida yang dipompakan kemudian menekan ke sisi tekan lain dalam arah tegak lurus. Pompa aksial



dibuat untuk kebutuhan pompa dengan *head* yang rendah dan kapasitas aliran yang besar.



Gambar 2.6 Pompa Aksial

Sumber: Taufiqullah/Tneutron.net (2022)

b) Pompa Benam



Gambar 2.7 Pompa Benam

Sumber: Taufiqullah/Tneutron.net (2022)

Pompa benam dikenal juga dengan pompa *sumbersible*, pompa jenis ini menggunakan listrik untuk menggerakkan motornya. Pada praktiknya, pompa benam harus berada di dalam air atau cairan yang akan dipompakannya. Motor pompa akan dibungkus dan dikemas secara rapat dan kedap air. Di sekitar motor pompa diisi dengan minyak guna melindunginya dari kerusakan, yakni mencegah masuknya cairan apapun yang dapat menyebabkan korsleting ke dalam motor pompa.

c) Pompa *Hydraulic Ram*

Pompa *Hydraulic Ram* merupakan jenis pompa yang tidak memerlukan energi listrik untuk bekerja. Pompa ini bekerja dengan memanfaatkan tekanan dinamik atau gaya air yang timbul dari adanya aliran air dari sumber air ke pompa. Selanjutnya gaya tersebut akan digunakan sebagai penggerak katup yang bekerja pada frekuensi tinggi, sehingga diperoleh gaya besar untuk mendorong air ke atas.



Gambar 2.8 Pompa *Hydraulic Ram*

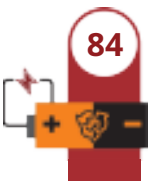
Sumber: Taufiqullah/Tneutron.net (2022)

d. Spesifikasi dan Pemilihan Pompa

Dalam kaitannya dengan pemilihan pompa untuk suatu kebutuhan, maka hal pertama yang harus dipahami adalah mengenai *head* dan kapasitas/debit aliran yang diperlukan. Agar pompa dapat bekerja dengan baik, perlu diperkirakan berapa tekanan minimum yang tersedia pada sisi masuk/ isap pompa yang terpasang pada instalasinya. Putaran pompa dapat ditentukan atas dasar tekanan isap ini. Contoh data yang diperlukan untuk memilih pompa disajikan pada tabel berikut.

Tabel 2.1 Data untuk Pemilihan Pompa

No.	Data yang Diperlukan	Keterangan
1	Kapasitas/Debit	Diperlukan juga keterangan mengenai kapasitas maksimum dan minimum.
2	Kondisi Isap	Tinggi isap dari permukaan air isap ke level pompa, tinggi fluktuasi permukaan air isap, dan tekanan yang bekerja pada permukaan air isap.
3	Kondisi Keluar	Tinggi permukaan air keluar level pompa, tinggi fluktuasi permukaan air isap, dan besarnya tekanan pada permukaan air keluar kondisi pipa keluar.
4	<i>Head</i> Total Pompa	Harus ditentukan berdasarkan kondisi di atas.
5	Jumlah Pompa	Jumlah pompa yang diperlukan untuk kondisi di atas.
6	Kondisi Pompa	Kerja terus-menerus, terputus-putus, dan jumlah jam kerja dalam setahun.
7	Penggerak Pompa	Motor listrik, motor bakar torak, dan turbin uap.
8	Poros Tegak atau Mendatar	Hal ini kadang-kadang ditentukan oleh pabrik pompa berdasarkan instalasinya.



2. Informasi untuk Guru

Berikut ini penjelasan mengenai beberapa informasi yang perlu diketahui oleh Bapak/Ibu Guru sebelum melaksanakan kegiatan pembelajaran.

a. Deskripsi Umum Kegiatan

Secara garis besar pada kegiatan ini peserta didik mengenal produk rekayasa teknologi terapan di lingkungan atau daerah sekitar. Selanjutnya, peserta didik secara mandiri atau kelompok mengumpulkan informasi terkait produk rekayasa teknologi terapan yang akan dibuat, yaitu pompa galon elektrik. Peserta didik pun mengeksplorasi karakteristik bahan, teknik, dan prosedur pembuatan produk pompa galon elektrik. Informasi dapat diperoleh melalui berbagai sumber, seperti internet, buku, jurnal, dan sumber lain.

b. Pengaturan Kegiatan Belajar

Guru melakukan pengaturan kegiatan peserta didik, yaitu secara mandiri atau kelompok. Kegiatan secara mandiri maupun kelompok disesuaikan dengan kebutuhan pembelajaran. Penentuan anggota kelompok harus heterogen, yaitu setiap kelompok terdiri atas peserta didik yang memiliki tingkat pemahaman tinggi, sedang, dan rendah. Upaya ini bertujuan agar terjadi pembelajaran antarteman sebaya dan kolaborasi efektif antara kelompok satu dengan kelompok yang lain. Harapannya, peserta didik dengan tingkat pemahaman tinggi dapat membimbing teman yang lain. Pengaturan kegiatan belajar seperti ini dilakukan pada pertemuan-pertemuan selanjutnya

c. Persiapan Kegiatan Pembelajaran

Mengajar dan mendidik peserta didik di sekolah adalah tugas utama seorang guru. Dalam proses belajar mengajar, terdapat target-target atau tujuan-tujuan pembelajaran yang harus dicapai oleh peserta didik. Oleh karena itu, seorang guru tidak boleh mengajar dengan sembarangan. Dibutuhkan persiapan-persiapan yang matang sebelum guru mengajar peserta didik di kelas supaya tujuan pembelajaran dapat dicapai secara optimal.

Membuat rencana pelaksanaan pembelajaran berupa Modul Ajar bukan satu-satunya aktivitas yang harus dilakukan sebelum mengajar. Beberapa aktivitas lain yang harus dilakukan supaya pembelajaran berjalan dengan lancar di antaranya mengetahui metode karakteristik peserta didik, membuat perangkat pembelajaran, membuat media pembelajaran, mendesain penilaian/evaluasi, hingga mereviu materi yang akan disampaikan.

Media yang perlu dipersiapkan guru pada awal kegiatan pembelajaran, yaitu contoh gambar/video/foto terkait sejarah penemuan pompa. Adapun sumber gambar/video/foto dapat berasal dari dokumen pribadi, buku, majalah, atau internet. Setiap kegiatan pembelajaran Bapak/Ibu Guru juga perlu menyiapkan dan membawa laptop, buku catatan dan alat tulis, LKPD, serta buku penilaian. Kegiatan persiapan pembelajaran ini dilakukan pada pertemuan-pertemuan selanjutnya.

3. Tujuan Kegiatan Pembelajaran Pertama

Setelah mempelajari materi ini, peserta didik diharapkan mampu:

- a. memahami fungsi dasar dan perkembangan pompa;
- b. mengenal jenis-jenis pompa yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari melalui kegiatan observasi;
- c. melakukan eksplorasi produk rekayasa teknologi terapan pompa galon elektrik melalui penelusuran internet, sumber bacaan, jurnal, dan lainnya;
- d. mendeskripsikan karakteristik alat dan bahan serta teknik dan prosedur pembuatan produk rekayasa teknologi terapan pompa galon elektrik berdasarkan hasil eksplorasi.

4. Langkah-Langkah Kegiatan Pembelajaran Pertama

Langkah-langkah kegiatan pembelajaran merupakan rangkaian tahapan sistematis yang dilakukan oleh guru guna mengelola pengalaman belajar peserta didik. Adapun langkah-langkah kegiatan pembelajaran terdiri dari pendahuluan, inti, dan penutup.



a. Kegiatan Pendahuluan

Peserta didik diberi asesmen diagnostik untuk melihat sejauh mana peserta didik memiliki pengetahuan dasar terkait pompa air. Asesmen diagnostik dapat dilakukan guru dengan memberikan pertanyaan kepada peserta didik. Contoh pertanyaan tersebut di antaranya:

- 1) Bagaimana cara kerja sebuah pompa?
- 2) Bagian-bagian apa saja yang menyusun pompa?

Setelah melakukan asesmen diagnostik, guru memberikan motivasi untuk menumbuhkan rasa ingin tahu peserta didik terhadap materi yang akan dipelajari.

b. Kegiatan Inti

Peserta didik berkolaborasi mengamati produk rekayasa teknologi terapan dari gambar atau video yang diberikan. Guru dapat mengarahkan peserta didik untuk mengidentifikasi masalah yang melatarbelakangi terciptanya produk teknologi terapan tersebut. Selanjutnya, peserta didik diminta untuk melakukan Aktivitas 1.



AKTIVITAS 1. Pengamatan Produk

Untuk mengerjakan Aktivitas 1 ini, lakukanlah hal-hal berikut:

1. Bentuklah kelompok yang terdiri atas 3–5 orang, kemudian amati beragam produk rekayasa teknologi terapan yang ada di sekitar kalian. Identifikasi masalah yang melatarbelakangi terciptanya produk rekayasa teknologi terapan di lingkungan kalian!
2. Apakah kalian pernah menemukan produk rekayasa teknologi terapan yang dioperasikan secara otomatis sehingga suatu pekerjaan menjadi efektif dan efisien? Jika ya, sebutkan nama produk, lokasi, dan fungsi atau manfaat produk tersebut!

Setelah memahami konsep produk teknologi terapan, selanjutnya peserta didik diarahkan untuk mengidentifikasi karakteristik pompa air yang ada di lingkungan sekitar sesuai dengan panduan Aktivitas 2.





AKTIVITAS 2. Identifikasi Produk

Untuk mengerjakan Aktivitas 2 ini, lakukanlah hal-hal berikut.

1. Bentuklah kelompok yang terdiri atas 3–5 orang, kemudian perhatikanlah pompa air yang ada di lingkungan sekitar kalian!
2. Identifikasilah berdasarkan lokasi/bidang, jenis, karakteristik, dan fungsinya. Tuliskan hasil diskusi kelompok kalian!

Pada akhir kegiatan pembelajaran, mintalah peserta didik untuk mempresentasikan hasil identifikasi kelompoknya.

c. Kegiatan Penutup

Peserta didik menyampaikan kembali materi yang sudah dipelajari secara lisan. Selanjutnya, setiap perwakilan kelompok mempresentasikan pengalaman belajarnya pada akhir kegiatan.

5. Kegiatan Pembelajaran Alternatif

Pada kegiatan pembelajaran dapat saja guru dihadapkan pada suatu hambatan atau kendala yang tidak terduga, baik dari kesiapan peserta didik, kondisi sekolah, ataupun lingkungan yang kurang memadai. Mungkin saja pada saat menerangkan dan menampilkan media ajar, listrik padam atau proyektor tidak menyala. Tentu sebagai guru harus mampu untuk mengatasi hambatan dan kendala tersebut serta cepat melakukan penyesuaian. Guru perlu mempersiapkan alternatif kegiatan pembelajaran agar tetap berjalan dan tujuan pembelajaran tercapai sesuai dengan prinsip pembelajaran.

Sehubungan dengan hal tersebut, guru diberikan keleluasan dalam memberikan pembelajaran alternatif. Hal ini dilakukan sebagai solusi dalam mengatasi hambatan dalam mengajar. Pada kegiatan pembelajaran pertama, guru dapat menentukan topik lain yang setara dengan topik utama. Di samping itu, jika terpaksa guru masih dapat melakukan pembelajaran dengan metode ceramah, tanya jawab, maupun diskusi.



6. Interaksi dengan Orang Tua

Guru menjalin komunikasi dengan orang tua/wali terkait kegiatan pembelajaran. Dalam hal mencari informasi terkait sejarah pompa, jenis, karakteristik, dan fungsi di lingkungan sekitar, guru dapat berkomunikasi dengan orang tua agar dapat membimbing peserta didik dalam kegiatan eksplorasi tersebut. Orang tua/wali dapat memberikan pengalaman yang sudah didapat untuk kemudian menjadi tambahan pengetahuan bagi anak-anaknya.

7. Refleksi Guru

Refleksi diri perlu untuk dapat dilakukan oleh guru karena dengan melakukan hal tersebut, guru mampu melakukan perbaikan dalam melaksanakan tugas selanjutnya. Dalam hal ini, guru memikirkan kembali mengenai hal yang telah dilakukan ketika proses pembelajaran berlangsung. Ketika seorang guru melakukan refleksi, perlu digarisbawahi bahwa bagian pentingnya bukanlah mengenai lancar tidaknya pembelajaran, namun memuaskan atau tidaknya proses pembelajaran yang dilakukan sehingga dapat diperbaiki di waktu mendatang.

8. Asesmen/Penilaian

Asesmen/penilaian terhadap pembelajaran dilakukan melalui asesmen diagnostik dan asesmen formatif. Asesmen diagnostik dilakukan guna mengidentifikasi kompetensi, kekuatan, dan juga kelemahan peserta didik sehingga guru dapat merancang pembelajaran sesuai dengan kompetensi dan juga kondisi dari peserta didik. Bagi peserta didik yang hasil belajarnya paling tertinggal berdasarkan asesmen diagnostik, diberikan pendampingan belajar secara pribadi.

Pada implementasinya seorang guru dapat menyelenggarakan asesmen diagnostik pada awal lingkup materi, pada awal pembelajaran, ataupun sebelum menyusun pembelajaran secara mandiri. Adapun teknik yang dapat digunakan di antaranya tes tertulis, wawancara, observasi, dan juga praktik. Instrumen asesmen diagnostik terdiri dari instrumen soal tes tertulis, pedoman wawancara, pedoman observasi, dan juga pedoman penilaian praktik.



Asesmen formatif digunakan untuk menilai pemahaman peserta didik, kebutuhan belajar, dan kemajuan selama proses pembelajaran berlangsung. Penilaian formatif memantau pembelajaran peserta didik dan memberikan umpan balik yang teratur dan berkelanjutan. Bagi peserta didik, penilaian formatif bertujuan untuk membantu peserta didik mengidentifikasi kekuatan dan untuk pengembangan.

Penilaian yang digunakan untuk mengukur ketercapaian pembelajaran meliputi penilaian pengetahuan dan sikap. Penilaian pengetahuan diperoleh melalui tes tulis. Adapun untuk penilaian sikap mengacu pada indikator penilaian Profil Pelajar Pancasila.

Tabel 2.2 Format Penilaian Aktivitas 1

No.	Nama Kelompok	Konsep Materi								Jumlah Skor yang Diperoleh	Ket.
		Analisis Masalah				Identifikasi Produk Rekayasa Teknologi Terapan					
		4	3	2	1	4	3	2	1		
1											
2											
3											
4											
5											
Skor Maksimum										8	

Keterangan Skor: 1 = Kurang Baik 3 = Baik
 2 = Cukup Baik 4 = Sangat Baik



Tabel 2.3 Rentang Nilai dan Kriteria Penilaian Aktivitas 1

Indikator	Skor			
	1	2	3	4
Kemampuan Menganalisis Masalah	Peserta didik belum mampu menemukan masalah rekayasa teknologi terapan.	Peserta didik belum mampu melakukan analisis masalah produk rekayasa teknologi terapan.	Peserta didik mampu melakukan analisis masalah terkait produk rekayasa teknologi terapan dengan menyebutkan satu masalah, tetapi belum secara terperinci/jelas.	Peserta didik mampu melakukan analisis masalah terkait produk rekayasa teknologi terapan dengan menyebutkan satu masalah dengan terperinci/jelas.
Kemampuan Mengidentifikasi Produk Rekayasa Teknologi Sekitar	Peserta didik belum mampu menemukan produk rekayasa teknologi terapan yang ada di lingkungan sekitar.	Peserta didik belum mampu melakukan identifikasi produk rekayasa teknologi sekitar.	Peserta didik mampu melakukan identifikasi terkait produk rekayasa teknologi terapan dengan menyebutkan satu masalah, tetapi belum secara terperinci/jelas.	Peserta didik mampu melakukan identifikasi terkait produk rekayasa teknologi terapan dengan menyebutkan satu masalah dengan terperinci/jelas.

Rumus Konversi Penilaian

$$\text{Skor: } \frac{\text{Jumlah Skor yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100 = \dots$$

Skor Minimal : 2

Skor Maksimal : 8

Tabel 2.4 Format Penilaian Aktivitas 2

No.	Nama Kelompok	Konsep Materi								Jumlah Skor yang Diperoleh	Ket.
		Eksplorasi Produk Rekayasa Teknologi Terapan di Lingkungan Sekitar				Analisis Produk Rekayasa Teknologi Terapan di Lingkungan Sekitar					
		4	3	2	1	4	3	2	1		
1											
2											
3											
4											
5											
Skor Maksimum										8	

Keterangan Skor: 1 = Kurang Baik 3 = Baik
 2 = Cukup Baik 4 = Sangat Baik

Tabel 2.5 Rentang Nilai dan Kriteria Penilaian Aktivitas 2

Indikator	Skor			
	1	2	3	4
Kemampuan Mengeksplorasi Produk Rekayasa Teknologi Terapan	Peserta didik tidak mampu mengidentifikasi pompa, minimal satu berdasarkan jenis dan karakteristiknya.	Peserta didik kurang mampu mengidentifikasi pompa, minimal satu berdasarkan jenis dan karakteristiknya.	Peserta didik mampu mengidentifikasi pompa berdasarkan jenis dan karakteristiknya, tetapi tidak lengkap.	Peserta didik mampu mengidentifikasi pompa berdasarkan jenis dan karakteristiknya dengan lengkap.
Kemampuan Menganalisis Produk Rekayasa Terapan	Peserta didik tidak mampu menganalisis pompa, minimal satu berdasarkan fungsinya.	Peserta didik kurang mampu menganalisis pompa, minimal satu berdasarkan fungsinya.	Peserta didik mampu menganalisis pompa minimal satu berdasarkan fungsinya, tetapi tidak lengkap.	Peserta didik mampu menganalisis pompa berdasarkan fungsinya dengan lengkap.



Rumus Konversi Penilaian

$$\text{Skor: } \frac{\text{Jumlah Skor yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100 = \dots$$

Skor Minimal : 2

Skor Maksimal : 8

Asesmen Diri (*Self Assessment*)

Berilah tanda centang (✓) pada Asesmen Diri berikut berdasarkan kompetensimu dalam mengeksplorasi pemahaman mengenai jenis, karakteristik, dan fungsi pompa. Pilihlah pernyataan yang sesuai dengan kondisimu!

<input type="checkbox"/>	Saya dapat mengenali jenis pompa.
<input type="checkbox"/>	Saya memahami karakteristik pompa.
<input type="checkbox"/>	Saya dapat mengidentifikasi jenis pompa berdasarkan fungsinya.

Asesmen Antarteman (*Peer Assessment*)

Penilaian Presentasi

Nama Penilai :

Nama Teman yang Dinilai :

Berilah tanda centang (✓) pada pernyataan yang menurutmu sesuai!

<input type="checkbox"/>	Pesan yang disampaikan jelas.
<input type="checkbox"/>	Materi yang disampaikan runtut.
<input type="checkbox"/>	Kemampuan menyampaikan baik.

Tabel penilaian di atas hanya merupakan contoh. Guru dapat melakukan modifikasi penilaian sesuai dengan kondisi sekolah masing-masing. Guru juga dapat menggunakan penilaian portofolio, yaitu menilai seluruh kumpulan karya peserta didik atau kumpulan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Format, skor, dan kriteria penilaian dapat dirumuskan sesuai kebutuhan.

E. Kegiatan Pembelajaran Kedua dan Ketiga (Desain/Perencanaan)

Pertemuan Ke-2 dan Ke-3

4 JP = 4 x 45 Menit

1. Konteks Fungsi Produk

Pada Kegiatan Pembelajaran Kedua dan Ketiga, peserta didik akan melakukan tahap perencanaan. Tahap perencanaan yang diperlukan dalam membuat sebuah produk rekayasa teknologi terapan, yaitu mencari ide terkait produk yang akan dibuat dan menuangkannya dalam bentuk desain. Tahap perencanaan merupakan tahap yang sangat penting. Dalam menciptakan sebuah produk rekayasa teknologi terapan diperlukan ide dan perencanaan yang baik.

Ide-ide produk dan perencanaan produk rekayasa digambarkan dalam sketsa agar ide terlihat atau berwujud. Ide-ide rancangan dapat disajikan menjadi sketsa desain dalam sebuah buku atau lembaran kertas. Sketsa desain tersebut kemudian dipilih berdasarkan kemungkinan dibuat atau dilakukan dengan mempertimbangkan jenis bahan, alat, dan teknik agar lebih efisien dan efektif. Selain sketsa, desain ide juga dapat diimplementasikan dalam bentuk blok diagram.

Ide pengembangan diawali dari modifikasi fungsi dan karakteristik pompa yang sudah ada. Pada umumnya dalam kehidupan sehari-hari pompa galon yang banyak digunakan adalah pompa galon manual. Pompa galon ini banyak digunakan oleh kalangan rumah tangga sebagai salah satu kebutuhan yang vital.

a. Ihwal Galon

Sebagaimana diketahui, air merupakan kebutuhan utama manusia karena diperkirakan sekitar 55–78% tubuh manusia terdiri dari air. Pada umumnya, masyarakat memenuhi kebutuhan air minumannya dengan cara merebus air hingga mendidih untuk kemudian ditempatkan di dalam teko atau perkakas sejenisnya. Sedangkan bagi masyarakat perkotaan dengan tingkat kesibukan yang lebih tinggi,

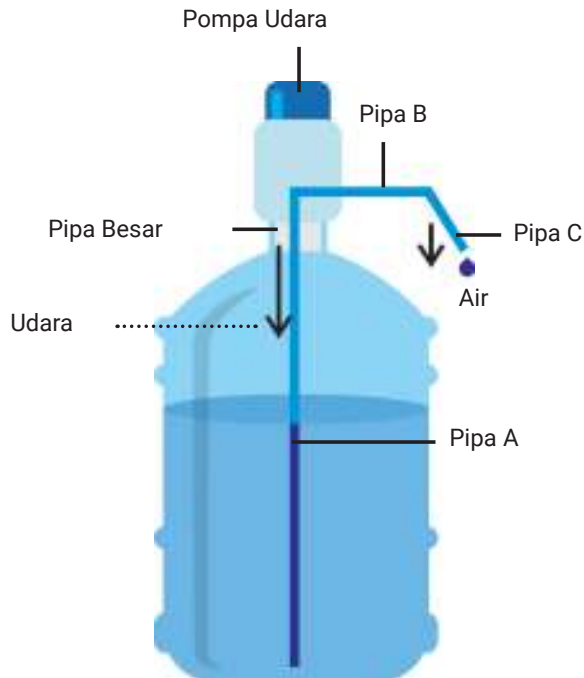


kebutuhan air minum dipenuhi dengan penggunaan galon dan dispenser sebagai tempat penyimpanan air. Galon dan dispenser dianggap lebih higienis dan dapat menyediakan air dalam kondisi panas, biasa (normal), dan dingin.

Dengan semakin tingginya mobilitas masyarakat, maka tingkat konsumsi air mineral pun semakin meningkat. Hal ini terjadi mengingat air dalam bentuk kemasan, baik itu botol, gelas, bahkan galon sekalipun lebih praktis dan mudah untuk dikonsumsi dalam keadaan apa pun. Namun terkait pemanfaatan galon, terdapat kendala yang menjadi masalah umum, yaitu karena volumenya besar, sering kali pemanfaatannya memerlukan usaha lebih, terutama bagi mereka yang memiliki dispenser. Proses pemindahan galon (memindahkan ke dispenser atau alat sejenisnya) tidak dapat dilakukan oleh semua orang. Dengan volume galon sekitar 19 liter (ketika massa jenis air pada temperatur kamar adalah 0,9958 kg/liter) maka bobot galon dapat setara dengan 19 kg.

Mengangkat benda seberat ini biasanya dilakukan oleh orang dewasa (terutama laki-laki) dan akan sangat berisiko jika harus dilakukan oleh wanita, terlebih orang tua. Bahkan dapat menjadi kegiatan yang fatal dan berisiko, karena besarnya gaya pada postur kerja yang keliru dapat menimbulkan cedera pada punggung dan persendian. Oleh karena itu, harus dicari cara bagaimana menjalankan fungsi tersebut dengan gaya yang kecil sehingga mengurangi risiko cedera.

Pemanfaatan pompa pada galon mineral menjadi solusi praktis bagaimana usaha manusia untuk mengaktifkan kegiatannya. Dengan menggunakan pompa, maka air dapat dipindahkan tanpa perlu kita mengangkat/membalikkan galon. Hanya dengan menekan pompa, maka air akan keluar dengan sendirinya. Tentunya hal ini cukup menguntungkan terutama bagi kaum ibu yang setiap hari berurusan dengan kebutuhan rumah tangga. Penggunaannya pun cukup mudah, tinggal ditekan ujung pangkal pompa, maka air akan mengalir dengan sendirinya seperti terlihat pada gambar berikut.



Gambar 2.9 Ilustrasi Pompa Galon Manual

Sumber: M. Rizal Abdi/Kemendikbudristek (2022)

Pada perkembangannya, pompa mengalami perubahan yang signifikan, di antaranya perubahan bentuk, fungsi, hingga karakteristik. Dimulai dari kemasan yang praktis digunakan hingga kemudahan dalam menggunakannya. Sebelum pompa galon elektrik digunakan, orang sudah mengenal pompa galon manual.

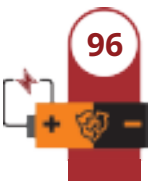


Gambar 2.10 Pompa Air Minum Galon Elektrik

Sumber: Suraidi, dkk/UNTAR (2021)

Sistem pompa air minum galon elektrik banyak di pasaran dengan harga terjangkau, pada penelitian ini menggunakan tipe yang banyak dijual dan harganya murah. Gambar 2.10 berikut memperlihatkan pompa elektrik yang dimaksud.

Pada pompa galon elektrik, proses penggunaannya juga cukup mudah, hanya dengan menekan satu tombol, pompa



akan langsung mengisap air yang ada di dalam galon. Pompa galon elektrik memudahkan kita dalam menggunakan dispenser galon bawah. Tidak perlu mengangkat galon yang berat ketika harus mengisi ulang. Sebagai sumber energi utamanya digunakan listrik DC yang dapat kita pakai secara otomatis maupun manual.

b. Standar dan Ukuran Macam-Macam Galon

Standar ukuran galon yang dipasarkan secara komersil di Indonesia memiliki spesifikasi teknis sebagai berikut: tinggi ± 44 cm, diameter galon 30 cm, diameter lubang 4 cm, volume galon 19 liter. Tidak ada standar khusus mengenai dimensi galon. Oleh karena itu, galon di Indonesia berbeda-beda. Saat ini bisa dipastikan semua produsen air minum kemasan (dalam negeri) seragam menggunakan galon ukuran 19 liter (5 galon US). Jika massa air 1 liter sama dengan 1 kg (air murni 1 liter = 1 kg), berarti air kemasan galon memiliki massa 19 kg. Bisa dipastikan kaum wanita (ibu rumah tangga atau anak kos putri) tak akan sanggup membawanya. Pada akhirnya mereka (kaum perempuan) akan bergantung kepada jasa antarjemput. Mengenai ukuran kemasan galon ini, cukup banyak variasi ukuran dan desainnya yang telah diproduksi dan dijual bebas.

Gambar berikut sekadar contoh dari beragam desain yang ada:



1) Kemasan Galon 19 Liter

Kemasan ini adalah galon air minum dengan ukuran 19 liter, kemasan ini merupakan kemasan galon dengan kapasitas terbesar yang biasa dipasarkan di Indonesia.

Gambar 2.11 Galon Kapasitas 19 Liter

Sumber: Perytskyy/Unsplash (2021)



2) Kemasan Galon 15 Liter

Kemasan ini adalah kemasan galon air minum ukuran 15 liter. Diameter lubang masih sama dengan galon air minum 19 liter, sehingga tetap cocok dengan dispenser yang ada di pasaran. Sedang tingginya kira-kira $\frac{3}{4}$ dari galon 19 liter.

Gambar 2.12 Galon Kapasitas 15 Liter

Sumber: Doram/Unsplash (2010)



3) Kemasan Galon 11 Liter

Kemasan ini merupakan kemasan galon air minum ukuran 11 liter. Diameternya sama dengan galon air minum 19 liter, berarti tetap cocok dengan dispenser yang ada di pasaran, sedangkan tingginya kira-kira $\frac{1}{2}$ dari tinggi galon 19 liter.

Gambar 2.13 Galon 11 Liter

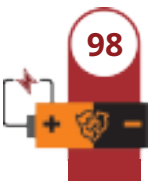
Sumber: Agus Sentana/Unpas Bandung (2016)

Pompa galon elektrik merupakan sebuah alat yang membantu memompa air galon sehingga kita tidak perlu lagi menuangkannya ke dispenser. Pompa galon elektrik sangat mudah digunakan, kita hanya perlu memasangnya pada galon ataupun botol, lalu tekan tombol pada kepala pompa. Setelah itu, air akan memancar dengan sendirinya.



Gambar 2.14 Cara Penggunaan Pompa Galon Elektrik

Sumber: Nuriwan Trihendrawan/Sindonews (2021)



Pompa galon elektrik yang beredar di pasaran pada dasarnya merupakan sebuah rangkaian elektronik yang sederhana. Bagiannya terdiri dari sebuah baterai yang dapat diisi ulang dan sebuah pompa. Tampak dalam dari pompa elektrik ini dapat dilihat pada Gambar 2.15 berikut.



Gambar 2.15 Bagian dalam Pompa Galon Elektrik

Sumber: M. Rizal Abdi/Kemendikbudristek (2022)

Setidaknya terdapat 3 manfaat yang kita dapat ketika menggunakan pompa galon elektrik, di antaranya:

- 1) memudahkan saat memindahkan air dari galon ke dalam gelas ataupun teko; serta
- 2) mengefisienkan waktu kerja, higienis, dan mudah untuk digunakan.

Berikut diagram blok dari sistem produk:



Gambar 2.16 Diagram Blok Sistem Produk

Sumber: M. Rizal Abdi/Kemendikbudristek (2022)

Penjelasan dari diagram blok sistem tersebut adalah:

a. Tombol *Push-on*

Berupa saklar untuk menghidupkan atau mematikan rangkaian listrik. Tombol *push-on* mempunyai karakteristik terhubung singkat pada saat tertekan saja. Jika dilepas tombol tersebut, maka kondisi kembali menjadi *open circuit*.

b. Rangkaian Pengendali

Mengendalikan pompa dengan menggunakan sebuah tombol, di mana tombol ini hanya satu buah yang berfungsi untuk menyalakan dan mematikan pompa dengan tombol yang sama.

c. Baterai

Baterai yang digunakan pada produk ini dapat diisi ulang dengan cara *di-charge*.

d. Pompa

Pompa terdiri dari selang yang berfungsi untuk mengalirkan air.

2. Informasi untuk Guru

Pada Kegiatan Pembelajaran Kedua dan Ketiga, peserta didik mengenal pompa yang biasa digunakan sehari-hari. Peserta didik akan melakukan kegiatan diskusi bersama kelompok dalam menentukan ide inovasi pembuatan pompa galon elektrik yang akan dipraktikkan pada pertemuan selanjutnya. Dalam kegiatan ini, peserta didik dapat mencari sumber informasi dari majalah, buku bacaan, jurnal, ataupun internet.

3. Tujuan Kegiatan Pembelajaran Kedua

Setelah mempelajari materi ini, peserta didik diharapkan mampu:

- menentukan ide dalam pembuatan produk rekayasa teknologi terapan pompa galon elektrik dengan memperhatikan kebutuhan dan kondisi lingkungan sekitar;
- merancang perencanaan jadwal/*timeline* pelaksanaan kegiatan pembuatan pompa galon elektrik; dan
- membuat diagram alur pembuatan produk yang akan dibuat.



4. Langkah-Langkah Kegiatan Pembelajaran Kedua

Langkah-langkah kegiatan pembelajaran merupakan rangkaian tahapan sistematis yang dilakukan oleh guru guna mengelola pengalaman belajar peserta didik. Adapun langkah-langkah kegiatan pembelajaran terdiri dari pendahuluan, inti, dan penutup.

a. Kegiatan Pendahuluan

Pada awal kegiatan pembelajaran peserta didik diberi pertanyaan pemantik. Contoh pertanyaan pemantik yang dapat digunakan pada Pembelajaran Kedua, di antaranya:

- 1) Apakah kalian pernah memiliki kesulitan dalam menuangkan air minum dari galon?
- 2) Pernahkah terpikirkan oleh kalian untuk membuat semuanya menjadi lebih mudah? Misalnya tinggal pencet, air langsung keluar?

Peserta didik diberi motivasi terkait pentingnya melakukan inovasi untuk mempermudah aktivitas dalam menggunakan air dari galon.

b. Kegiatan Inti

Kegiatan inti pembelajaran dimulai dengan peserta didik mengamati gambar atau video terkait pompa galon elektrik. Peserta didik diberi kesempatan untuk mengajukan pertanyaan mengenai gambar atau video yang disajikan guru. Kegiatan ini bertujuan menumbuhkan keingintahuan dan ketertarikan peserta didik terkait materi yang disampaikan dan menemukan potensi lingkungan sekitar yang dapat dijadikan ide.

Peserta didik berkolaborasi dan berdiskusi mengenai ide produk pompa galon elektrik yang akan dibuat. Guru dapat mengarahkan peserta didik untuk merinci ide produk pompa galon elektrik yang akan dibuat, seperti karakteristik alat dan bahan yang akan digunakan serta teknik atau prosedur pembuatan. Peserta didik diarahkan untuk menyusun *timeline* dan diagram blok secara jelas dan telah disepakati bersama guru. Selanjutnya, peserta didik diarahkan untuk melakukan Aktivitas 3 dan Aktivitas 4.



AKTIVITAS 3. Perencanaan Ide

Untuk mengerjakan Aktivitas 3, lakukanlah hal-hal berikut:

1. Berdiskusilah bersama kelompok kalian mengenai produk pompa galon elektrik yang akan dibuat pada kegiatan berikutnya!
2. Tulislah ide kelompok kalian terkait pembuatan pompa galon elektrik yang akan dibuat. Jelaskan pula karakteristik alat dan bahan yang akan digunakan serta teknik/prosedur pembuatan alat!
3. Pilihlah salah satu ide pembuatan pompa galon elektrik yang memungkinkan untuk dipraktikkan. Kaji alasan yang digunakan dengan mempertimbangkan beragam pertimbangan. Menurut kalian, apa kelebihan dan kelemahan pompa galon elektrik yang akan kalian buat?



AKTIVITAS 4. Jadwal Kegiatan Proyek

Untuk mengerjakan Aktivitas 4, lakukanlah hal-hal berikut:

1. Buatlah jadwal perencanaan/*timeline* kegiatan pembuatan proyek pompa galon elektrik yang telah disepakati bersama antara guru dengan kalian!
2. Buatlah diagram blok perencanaan kegiatan pembuatan produk yang akan dilakukan!

c. Kegiatan Penutup

Peserta didik melakukan reviu hasil diskusi dan mengungkapkan pengalaman yang diperoleh selama kegiatan diskusi. Guru memberikan umpan balik dan tanggapan atas hasil reviu yang disampaikan peserta didik.



5. Kegiatan Pembelajaran Alternatif

Guru dapat menggunakan alternatif pembelajaran jika dalam pelaksanaannya ditemukan kendala. Mulai dari keterbatasan alat, metode, sarana dan prasarana, dan faktor pendukung lainnya. Jika di tempat Bapak/Ibu tidak memungkinkan ditemukannya pompa dikarenakan termasuk tempat dengan kondisi sumber air yang terbatas, maka dapat diganti dengan produk dan teknologi terapan lain yang mudah ditemukan, misalnya baling-baling udara sederhana, penyedot udara sederhana, dan lain-lain. Dalam pembelajarannya, jika peserta didik kesulitan dalam membuat diagram alur, maka pembuatan *mind map* dapat menjadi salah satu alternatifnya.

6. Interaksi dengan Orang Tua

Guru menjalin komunikasi dengan orang tua/wali terkait kegiatan pembelajaran. Dalam hal mencari informasi dan berkolaborasi terkait pembuatan desain/perencanaan produk berdasarkan wawasan atau pengalaman pribadi, guru dapat berkomunikasi dengan orang tua agar dapat membimbing peserta didik dalam kegiatan tersebut.

7. Refleksi Guru

Refleksi diri perlu untuk dapat dilakukan oleh guru karena dengan melakukan hal tersebut, guru mampu melakukan perbaikan dalam melaksanakan tugas selanjutnya. Dalam hal ini, guru memikirkan kembali mengenai hal yang telah dilakukan ketika proses pembelajaran berlangsung. Ketika seorang guru melakukan refleksi, perlu digarisbawahi bahwa bagian pentingnya bukanlah mengenai lancar tidaknya pembelajaran, namun memuaskan atau tidaknya proses pembelajaran yang dilakukan sehingga dapat diperbaiki di waktu mendatang.

8. Asesmen/Penilaian

Penilaian yang digunakan untuk mengukur ketercapaian pembelajaran meliputi penilaian pengetahuan, sikap, dan keterampilan yang terintegrasi dengan Profil Pelajar Pancasila. Penilaian pengetahuan diperoleh melalui tes tulis. Adapun penilaian sikap mengacu pada indikator dimensi elemen Profil Pelajar Pancasila.

Tabel 2.6 Format Penilaian Aktivitas 3

Nama Peserta Didik	Konsep Materi	Skor				Ket.
		1	2	3	4	
	Ide Rancangan					
	Identifikasi Karakteristik Pompa yang Dipilih					
	Teknik dan Prosedur Pembuatan Desain					
	Pembuatan Blok Diagram					
	Jumlah Skor					
	Skor Maksimum	16				

Keterangan Skor: 1 = Kurang Baik 3 = Baik
 2 = Cukup Baik 4 = Sangat Baik

Tabel 2.7 Rentang Nilai dan Rubrik Aktivitas 3

Indikator	Skor			
	1	2	3	4
Kemampuan Merancang Ide	Peserta didik belum mampu merancang ide produk pompa galon elektrik.	Peserta didik cukup mampu merancang ide produk pompa galon elektrik.	Peserta didik mampu merancang ide produk pompa galon elektrik dengan baik, tetapi belum detail memberikan keterangannya.	Peserta didik sangat mampu merancang ide produk pompa galon elektrik dan detail dalam memberikan keterangannya.
Kemampuan Menjelaskan Karakteristik Pompa	Peserta didik belum mampu menjelaskan karakteristik pompa galon elektrik dari ide yang telah disepakati kelompok.	Peserta didik cukup mampu mengidentifikasi karakteristik pompa galon elektrik dari ide yang telah disepakati kelompok.	Peserta didik mampu mengidentifikasi karakteristik pompa galon elektrik dari ide yang telah disepakati kelompok, namun tidak menyebutkan prosedur pembuatannya.	Peserta didik sangat mampu secara lengkap mengidentifikasi karakteristik pompa galon elektrik dari ide yang telah disepakati kelompok.



Teknik dan Prosedur dalam Membuat Desain Produk	Peserta didik belum mampu menguasai teknik dan prosedur dalam membuat desain produk.	Peserta didik cukup mampu menguasai teknik dan prosedur dalam membuat desain produk.	Peserta didik mampu menguasai teknik dan prosedur dalam membuat desain produk, namun tidak terampil.	Peserta didik terampil dalam teknik dan prosedur membuat desain produk.
--	--	--	--	---

Rumus Konversi Penilaian

$$\text{Skor: } \frac{\text{Jumlah Skor yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100 = \dots$$

Skor Minimal : 3

Skor Maksimal : 12

Tabel 2.8 Format Penilaian Aktivitas 4

Nama Peserta Didik	Konsep Materi	Skor				Keterangan
		1	2	3	4	
	Rencana Kegiatan Rancangan					
	Pembuatan Diagram Blok					
Jumlah Skor yang Diperoleh						
Skor Maksimum		4				

Keterangan Skor: 1 = Kurang Baik 3 = Baik
 2 = Cukup Baik 4 = Sangat Baik

Tabel 2.9 Rentang Nilai dan Rubrik Aktivitas 4

Indikator	Skor			
	1	2	3	4
Kemampuan Membuat Rencana Kegiatan	Peserta didik belum mampu membuat jadwal kegiatan/ <i>timeline</i> pembuatan pompa galon elektrik.	Peserta didik cukup mampu membuat jadwal kegiatan/ <i>timeline</i> pembuatan pompa galon elektrik, namun belum dilengkapi dengan tanggal waktu pelaksanaan, serta tidak sesuai urutan.	Peserta didik mampu membuat jadwal kegiatan/ <i>timeline</i> pembuatan pompa galon elektrik, namun tidak berurutan.	Peserta didik sangat mampu membuat jadwal kegiatan/ <i>timeline</i> pembuatan pompa galon elektrik dan lengkap.
Kemampuan Membuat Diagram Blok	Peserta didik belum mampu membuat diagram blok dengan baik dan detail.	Peserta didik cukup mampu membuat diagram blok dengan baik, namun belum detail.	Peserta didik mampu membuat diagram blok dengan baik dan detail.	Peserta didik belum mampu membuat diagram blok dengan baik, runtut, dan detail.

Rumus Konversi Penilaian

$$\text{Skor: } \frac{\text{Jumlah Skor yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100 = \dots$$

Skor Minimal : 2

Skor Maksimal : 8

Tabel penilaian di atas adalah contoh, guru dapat melakukan modifikasi penilaian yang disesuaikan dengan kondisi sekolah masing-masing. Dalam melakukan penilaian, guru dapat menggunakan penilaian portofolio, di mana penilaian dilakukan dengan cara menilai kumpulan seluruh karya peserta didik atau kumpulan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Format, skor, dan rubrik penilaian dapat dirumuskan sesuai kebutuhan.



F. Kegiatan Pembelajaran Ketiga

1. Informasi untuk Guru

Pada kegiatan pembelajaran 3, peserta didik akan melakukan kegiatan diskusi bersama kelompok dalam membuat desain pompa galon elektrik dalam bentuk sketsa yang akan dipraktikkan pada pertemuan selanjutnya. Desain yang dibuat disesuaikan dengan ide/gagasan peserta didik pada pertemuan sebelumnya. Peserta didik juga akan diminta membuat diagram blok alur kegiatan, sehingga diharapkan kegiatan tersebut akan lebih terstruktur dan sistematis. Guru mengarahkan peserta didik untuk memilih satu ide/gagasan untuk dituangkan ke dalam sketsa desain alat dengan mempertimbangkan kemungkinan untuk dipraktikkan serta kebutuhan atau potensi sekitar. Peserta didik dapat mencari sumber informasi dari majalah, buku bacaan, jurnal, ataupun internet.

2. Tujuan Kegiatan Pembelajaran Ketiga

Setelah mempelajari materi ini, peserta didik diharapkan mampu:

- a. menentukan ide/gagasan pembuatan pompa galon elektrik yang ingin dibuat;
- b. membuat desain berdasarkan ide/gagasan untuk pembuatan pompa galon elektrik yang ingin dibuat;
- c. membuat diagram blok pembuatan pompa galon elektrik;
- d. menuliskan penjelasan desain/rancangan berdasarkan observasi dan analisis yang telah dilakukan.

3. Langkah-Langkah Kegiatan Pembelajaran Ketiga

Langkah-langkah kegiatan pembelajaran merupakan rangkaian tahapan sistematis yang dilakukan oleh guru guna mengelola pengalaman belajar peserta didik. Adapun langkah-langkah kegiatan pembelajaran terdiri dari pendahuluan, inti, dan penutup.

a. Kegiatan Pendahuluan

Kegiatan awal pembelajaran dimulai dengan peserta didik mengamati gambar atau video terkait pembuatan desain pompa. Peserta didik diberikan kesempatan untuk bertanya mengenai gambar atau video yang diberikan supaya tumbuh motivasi keingintahuan terkait materi yang disampaikan dan tumbuh kesadaran akan potensi lingkungan sekitar sehingga dapat dijadikan ide.

b. Kegiatan Inti

Peserta didik berkolaborasi dalam membuat desain produk pompa galon elektrik. Arahkan peserta didik untuk membuat desain di atas selembar kertas HVS atau *sketchbook*. Desain yang sudah jadi diberi keterangan lengkap. Peserta didik yang memiliki kemampuan menggambar di komputer diberikan kesempatan dan fasilitas sebagai cara mengembangkan kemampuan dan bakat. Selanjutnya peserta didik diarahkan untuk mengerjakan Aktivitas 5.



AKTIVITAS 5. Desain Alat

Untuk mengerjakan Aktivitas 5, lakukanlah hal-hal berikut:

1. Buatlah desain/rancangan rangkaian pompa galon elektrik sederhana bersama kelompok kalian!
2. Kalian dapat menggunakan dan/atau mengembangkan rancangan pompa galon elektrik yang ada di buku/internet dan disampaikan oleh guru di kelas secara kreatif dan inovatif!
3. Buatlah diagram blok alur kegiatan pembuatan produk!
4. Apa kesan yang kalian peroleh selama pembuatan desain/rancangan dan persiapan produksi? Ungkapkan pendapat kalian dalam diskusi!

c. Kegiatan Penutup

Peserta didik mereviu hasil diskusi dan mengungkapkan pengalaman yang diperoleh selama kegiatan diskusi. Guru memberikan tanggapan atas pemaparan yang dikemukakan oleh peserta didik.



4. Kegiatan Pembelajaran Alternatif

Pada pelajaran Prakarya dan Kewirausahaan: Rekayasa, peserta didik diarahkan untuk mampu menciptakan sebuah produk atau alat sebagai hasil karya setiap unit yang telah dipelajari. Jika kendala yang muncul berkaitan dengan kemampuan peserta didik, maka produk dapat disesuaikan dengan kemampuan peserta didik. Contoh: Pada pembelajaran dengan menerapkan PjBL peserta didik diarahkan untuk membuat sebuah laporan kegiatan proyek. Peserta didik yang memiliki kelebihan di bidang menulis dan visual yang bagus, maka tugas akhir pembuatan laporan dapat berbentuk sebuah ilustrasi yang menggambarkan secara jelas tahapan dan proses pembuatan produk. Dapat juga tugas *mind mapping* menjadi tugas membuat poster yang menarik, berwarna, dan informatif. Guru dapat menyediakan beragam pilihan tugas yang berbeda sehingga dapat menantang dan sesuai dengan keterampilan peserta didik.

5. Interaksi dengan Orang Tua

Guru menjalin komunikasi dengan orang tua/wali terkait kegiatan pembelajaran. Dalam hal membuat desain/perencanaan pembuatan produk. Orang tua/wali dapat membagikan pengalamannya yang berhubungan dengan pembuatan pompa atau informasi terkait. Guru juga dapat berkomunikasi dengan orang tua agar dapat membimbing peserta didik dalam kegiatan desain/perencanaan tersebut.

6. Refleksi Guru

Refleksi diri perlu untuk dapat dilakukan oleh guru karena dengan melakukan hal tersebut, guru mampu melakukan perbaikan dalam melaksanakan tugas selanjutnya. Dalam hal ini, guru memikirkan kembali mengenai hal yang telah dilakukan ketika proses pembelajaran berlangsung. Ketika seorang guru melakukan refleksi, perlu digarisbawahi bahwa bagian pentingnya bukanlah mengenai lancar tidaknya pembelajaran, namun memuaskan atau tidaknya proses pembelajaran yang dilakukan sehingga dapat diperbaiki di waktu mendatang.

7. Asesmen/Penilaian

Penilaian yang digunakan untuk mengukur ketercapaian pembelajaran meliputi penilaian keterampilan dan sikap. Penilaian keterampilan diperoleh melalui proyek. Sedangkan untuk penilaian sikap mengacu pada indikator penilaian Profil Pelajar Pancasila.

Tabel 2.10 Format Penilaian Aktivitas 5

Nama Peserta Didik	Produk	Skor				Ket.
		1	2	3	4	
	Desain Produk					
	Originalitas Ide					
	Jumlah Skor yang Diperoleh					
	Skor Maksimum	8				

Keterangan Skor: 1 = Kurang Baik 3 = Baik
 2 = Cukup Baik 4 = Sangat Baik

Tabel 2.11 Rentang Nilai dan Rubrik Penilaian Aktivitas 5

Indikator	Skor			
	1	2	3	4
Kemampuan Membuat Desain Produk	Peserta didik mampu membuat konsep desain secara sederhana, gambar kurang jelas, dan tidak ada keterangan gambar.	Peserta didik mampu membuat konsep desain secara sederhana, gambar terlihat jelas, keterangan gambar dibuat sederhana dan dapat mengomunikasikan dengan baik.	Peserta didik mampu membuat konsep desain yang estetik dan ergonomis dengan detail, gambar terlihat jelas, keterangan gambar dibuat optimal, dan dapat mengomunikasikan dengan baik.	Peserta didik mampu membuat konsep desain yang estetik dan ergonomis dengan detail, gambar terlihat jelas, keterangan gambar dibuat optimal, dan dapat mengomunikasikan dengan baik.



Kemampuan Menghasilkan Ide yang Orisinal	Peserta didik menghasilkan ide lama yang diperbarui.	Peserta didik menghasilkan ide baru, namun masih belum sistematis.	Peserta didik menghasilkan ide baru yang kreatif, namun kurang inovatif.	Peserta didik menghasilkan ide yang kreatif, inovatif, dan bermanfaat.
---	--	--	--	--

Rumus Konversi Penilaian

$$\text{Skor: } \frac{\text{Jumlah Skor yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100 = \dots$$

Skor Minimal : 2

Skor Maksimal : 8

Asesmen Diri (*Self Assesment*)

Berilah tanda centang (✓) pada Asesmen Diri berikut berdasarkan kompetensimu dalam membuat rencana desain/perencanaan produk. Pilihlah pernyataan yang sesuai dengan kondisimu!

	Saya dapat membuat desain produk pompa.
	Saya dapat mengidentifikasi alat dan bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan pompa.
	Saya dapat membuat diagram blok pembuatan pompa berdasarkan fungsinya.

Asesmen Antarteman (*Peer Assesment*)

Tugas Presentasi

Nama Penilai :

Nama Teman yang Dinilai :

Berilah tanda centang (✓) pada kolom jawaban yang menurutmu sesuai!

	Penyampaian materi mudah dipahami.
	Penjelasan disampaikan secara terstruktur.
	Kemampuan berkomunikasi baik.

Tabel penilaian di atas adalah contoh, guru dapat melakukan modifikasi penilaian yang disesuaikan dengan kondisi sekolah masing-masing. Dalam mengambil penilaian, guru dapat menggunakan penilaian portofolio, di mana penilaian dilakukan dengan cara menilai kumpulan seluruh karya peserta didik atau kumpulan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Format, skor, dan rubrik penilaian dapat dirumuskan sesuai kebutuhan.

G. Kegiatan Pembelajaran Keempat Sampai dengan Ketujuh (Produksi)

Pertemuan Ke-4 Sampai dengan Ke-7

8 JP = 8 x 45 Menit

1. Konteks Fungsi Produk

Pertemuan keempat sampai dengan ketujuh berkaitan dengan proses produksi yang akan dilakukan. Perencanaan desain yang sudah dilakukan pada tahap sebelumnya akan dilaksanakan pada tahap ini. Sehubungan dengan hal tersebut, maka perlu dilakukan sejumlah persiapan secara matang.

Pada proses produksi, peserta didik sudah mulai menyiapkan alat dan bahan sebagai berikut:

Tabel 2.12 Komponen Alat dan Bahan Pompa Galon Elektrik

No.	Nama Alat	Keterangan
1	Tombol <i>Push On</i>	1 buah
2	Baterai <i>Rechargeable</i> (dapat diisi ulang)	1-2 buah
3	Saklar	1 buah
4	Motor Listrik	1 buah
5	Rangkaian Pengisi Air	1 buah
6	Selang Air Kecil	1 buah

Pada proses produksi terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan, di antaranya penggunaan alat dan bahan yang tepat sasaran dalam pengerjaan hingga keselamatan kerja. Hal



ini menjadi penting dikarenakan pada saat pembuatan produk banyak terkait dengan kinerja di lapangan. Sekaitan dengan kinerja di lapangan, penting bagi guru dan peserta didik untuk memperhatikan keselamatan kerja.

Secara umum pengertian Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) menurut keilmuan adalah semua ilmu dan penerapannya untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja, penyakit akibat kerja (PAK), kebakaran, peledakan, dan pencemaran lingkungan. Menurut OHSAS (18001:2007), Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) adalah semua kondisi dan faktor yang dapat berdampak pada keselamatan dan kesehatan kerja bagi tenaga kerja maupun orang lain (kontraktor, pemasok, pengunjung, dan tamu) di tempat kerja. Dalam penerapan K3 di tempat kerja, penting ditegaskan agar semua orang yang terlibat atau yang berada di lingkungan kerja harus terhindar dari segala bentuk kecelakaan kerja dan terhindar dari gangguan kesehatan kerja.

2. Informasi untuk Guru

Pada Kegiatan Pembelajaran Ke-4 sampai dengan Ke-7, peserta didik akan melakukan kegiatan bersama kelompok dalam membuat alat pompa galon elektrik yang dimodifikasi sesuai desain yang telah dibuat sebelumnya. Peserta didik dapat mencari sumber informasi dari majalah, buku bacaan, jurnal, ataupun internet, selanjutnya peserta didik beserta anggota kelompok mempersiapkan alat dan bahan yang diperlukan untuk membuat pompa galon elektrik. Setelah semua sudah dipersiapkan, kegiatan selanjutnya adalah proses pembuatan pompa galon elektrik dengan melakukan uji coba pompa galon elektrik yang telah dibuat pada lingkungan yang relevan, seperti di sekolah ataupun di rumah.

3. Tujuan Kegiatan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini peserta didik diharapkan mampu:

- a. menyiapkan bahan dan alat yang diperlukan dalam kegiatan produksi pompa galon elektrik;
- b. melakukan kegiatan produksi pembuatan pompa galon elektrik berdasarkan desain yang telah dibuat sebelumnya;

- c. melakukan uji coba pompa galon elektrik pada lingkungan yang relevan.

4. Langkah-Langkah Kegiatan Pembelajaran

Langkah-langkah kegiatan pembelajaran merupakan rangkaian tahapan sistematis yang dilakukan oleh guru guna mengelola pengalaman belajar peserta didik. Adapun langkah-langkah kegiatan pembelajaran terdiri dari pendahuluan, inti, dan penutup.

a. Kegiatan Pendahuluan

Pada kegiatan awal, peserta didik bersama kelompoknya mengecek seluruh alat dan bahan yang diperlukan untuk membuat pompa galon elektrik, serta mempersiapkan desain rancangan alat dan prosedur pembuatan.

b. Kegiatan Inti

Peserta didik mulai membuat produk pompa galon elektrik dengan memperhatikan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) serta berhati-hati selama kegiatan. Peserta didik diarahkan untuk melakukan uji coba pompa galon elektrik. Berikut contoh Aktivitas 6 dan Aktivitas 7 yang dapat dilakukan.



AKTIVITAS 6. Persiapan Produksi

Untuk mengerjakan Aktivitas 6, lakukanlah hal-hal berikut:

1. Siapkanlah alat dan bahan yang dibutuhkan untuk pembuatan pompa galon elektrik, kemudian jelaskan fungsi dari masing-masing alat dan bahan tersebut!
2. Simpanlah nota atau bukti pembelian alat dan bahan, karena akan digunakan pada kegiatan pembelajaran Cara Menentukan Harga Pokok Produksi (HPP)!





AKTIVITAS 7. Membuat Pompa Galon Elektrik (Kelompok)

Untuk mengerjakan Aktivitas 7, lakukanlah hal-hal berikut:

1. Buatlah sebuah pompa galon elektrik berdasarkan desain rangkaian yang telah dibuat pada pertemuan sebelumnya!
(Perhatikan Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada saat praktik terutama jika menggunakan alat tajam. Gunakanlah arus DC pada kegiatan praktik untuk Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)!)
2. Jelaskan secara rinci prosedur kerja pembuatan pompa galon elektrik!
3. Uji cobalah pompa galon elektrik yang telah kalian buat di lingkungan yang relevan! Apakah alat dapat berfungsi dengan baik?
(Jika memungkinkan, dokumentasikan hasil akhir pompa galon elektrik yang kelompok kalian buat!)
4. Buatlah laporan akhir kegiatan pembuatan pompa galon elektrik!
(Bentuk laporan dapat berupa jurnal kegiatan atau makalah. Guru dapat menyesuaikan dengan kondisi di sekolah masing-masing!)

5. Kegiatan Pembelajaran Alternatif

Pada pembelajaran akan ditemukan kendala terkait alat dan bahan. Jika ditemukan kondisi seperti itu, maka Bapak/Ibu Guru bisa memfasilitasi peserta didik untuk mencari alat dan bahan pengganti yang memiliki fungsi yang sama. Sampaikan juga ke peserta didik untuk melakukan literasi digital terkait pemahaman mengenai produk yang akan dibuat.

6. Interaksi dengan Orang Tua/Wali

Guru menjalin komunikasi dengan orang tua/wali terkait kegiatan pembelajaran. Peserta didik diberikan pendampingan selama proses pembuatan produk Pompa Galon Elektrik.

Orang tua dapat berbagi pengalaman terutama pada saat proses pengerjaan berlangsung. Ingatkan peserta didik untuk berhati-hati dalam menggunakan alat dan bahan yang berbau tajam. Guru juga dapat mendatangkan ahli/pakar lokal yang kompeten di bidang produk yang sedang dibuat. Diharapkan dengan adanya kolaborasi efektif seperti ini, motivasi dan pengalaman peserta didik akan meningkat sejalan dengan banyaknya referensi yang didapat.

7. Refleksi Guru

Refleksi diri perlu untuk dilakukan oleh guru karena dengan melakukan hal tersebut, guru mampu melakukan perbaikan dalam melaksanakan tugas selanjutnya. Dalam hal ini, guru memikirkan kembali mengenai hal yang telah dilakukan ketika proses pembelajaran berlangsung. Ketika seorang guru melakukan refleksi, perlu digarisbawahi bahwa bagian pentingnya bukanlah mengenai lancar tidaknya pembelajaran, namun memuaskan atau tidaknya proses pembelajaran yang dilakukan sehingga dapat diperbaiki di waktu mendatang.

8. Asesmen/Penilaian

Penilaian yang digunakan untuk mengukur ketercapaian pembelajaran meliputi penilaian pengetahuan, keterampilan, dan sikap. Penilaian pengetahuan diperoleh melalui tes tertulis dan untuk penilaian keterampilan diperoleh melalui proyek, sedangkan untuk penilaian sikap mengacu pada indikator penilaian Profil Pelajar Pancasila.

Tabel 2.13 Format Penilaian Aktivitas 6

Nama Peserta Didik	Konsep Materi	Skor				Ket.
		1	2	3	4	
	Identifikasi Alat dan Bahan yang Digunakan					
	Identifikasi Fungsi Alat dan Bahan					
	Jumlah Skor					
	Skor Maksimum	8				

Keterangan Skor: 1 = Kurang Baik 3 = Baik
 2 = Cukup Baik 4 = Sangat Baik



Tabel 2.14 Rentang Nilai dan Rubrik Aktivitas 6

Indikator	Skor			
	1	2	3	4
Persiapan Alat dan Bahan	Peserta didik belum mempersiapkan alat, bahan, dan desain produk secara lengkap.	Peserta didik mempersiapkan alat, bahan, dan desain produk namun seadanya.	Peserta didik mampu menjelaskan fungsi alat dan bahan yang digunakan pada proses pembuatan pompa galon elektrik, namun terdapat 1 yang kurang tepat.	Peserta didik mempersiapkan alat, bahan, dan desain produk secara lengkap.
Menjelaskan Fungsi Alat dan Bahan	Peserta didik belum mampu menjelaskan fungsi alat dan bahan yang digunakan pada proses pembuatan pompa galon elektrik.	Peserta didik cukup mampu menjelaskan fungsi alat dan bahan yang digunakan pada proses pembuatan pompa galon elektrik, namun belum lengkap.	Peserta didik cukup mampu menjelaskan fungsi alat dan bahan yang digunakan pada proses pembuatan pompa galon elektrik secara lengkap.	Peserta didik mampu menjelaskan fungsi alat dan bahan yang digunakan pada proses pembuatan pompa galon elektrik dengan baik dan lengkap.

Rumus Konversi Penilaian

$$\text{Skor: } \frac{\text{Jumlah Skor yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100 = \dots$$

Skor Minimal : 2

Skor Maksimal : 8

Tabel 2.15 Format Penilaian Aktivitas 7

Nama Peserta Didik	Produk dan Kewirausahaan	Skor				Ket.
		1	2	3	4	
	Pembuatan Produk Pompa Galon Elektrik					
	Pembuatan Laporan Kegiatan					
	Jumlah Skor yang Diperoleh					
	Skor Maksimum	8				

Keterangan Skor: 1 = Kurang Baik 3 = Baik
 2 = Cukup Baik 4 = Sangat Baik

Tabel 2.16 Rentang Nilai dan Rubrik Aktivitas 7

Indikator	Skor			
	1	2	3	4
Kemampuan Membuat Produk Pompa Galon Elektrik	Peserta didik mampu membuat produk pompa galon elektrik dengan bahan seadanya dan teknik sederhana, namun tidak sesuai dengan perencanaan, baik desain maupun karakteristiknya.	Peserta didik mampu membuat produk dengan bahan seadanya dan teknik sederhana, tanpa terlihat inovasi atau modifikasi.	Peserta didik mampu membuat produk pompa galon elektrik dengan modifikasi bahan dan teknik.	Peserta didik mampu membuat produk rekayasa dengan modifikasi bahan dan teknik, bentuk produk yang inovatif, dan tampilan yang menarik.
Kemampuan Membuat Laporan Kegiatan	Peserta didik tidak mampu membuat laporan kegiatan pembuatan pompa galon elektrik.	Peserta didik belum mampu membuat laporan kegiatan pembuatan pompa galon elektrik.	Peserta didik mampu membuat laporan kegiatan pembuatan pompa galon elektrik, namun kurang lengkap.	Peserta didik sangat mampu membuat laporan kegiatan pembuatan pompa galon elektrik dengan lengkap.



Rumus Konversi Penilaian

$$\text{Skor: } \frac{\text{Jumlah Skor yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100 = \dots$$

Skor Minimal : 2

Skor Maksimal : 8

Tabel penilaian di atas adalah contoh, guru dapat melakukan modifikasi penilaian yang disesuaikan dengan kondisi sekolah masing-masing. Dalam mengambil penilaian, Guru dapat menggunakan penilaian portofolio, di mana penilaian dilakukan dengan cara menilai kumpulan seluruh karya peserta didik atau kumpulan lembar kerja peserta didik (LKPD). Format, skor, dan rubrik penilaian dapat dirumuskan sesuai kebutuhan.

H. Kegiatan Pembelajaran Kedelapan

Pertemuan Ke-8

2 JP = 2 x 45 Menit

1. Konteks Fungsi Produk

Sebuah produk yang berhasil lolos uji coba produk memiliki peluang bisnis yang bernilai jual. Oleh karena itu, perlu dilakukan perhitungan harga pokok produksi (HPP) untuk melihat apakah memang produk tersebut layak jual.

Harga jual produk diperoleh dari penetapan perhitungan harga pokok produksi (HPP). Peserta didik perlu untuk mengetahui cara menentukan HPP agar mampu melakukan perhitungan dan penetapan harga jual produk sesuai dengan pasar sasarannya.

2. Informasi untuk Guru

Pada Kegiatan Pembelajaran Ke-8, peserta didik akan melakukan perhitungan dan penentuan Harga Pokok Produksi (HPP) secara diskusi bersama kelompok sesuai dengan pompa

galon elektrik yang telah dibuat. Peserta didik dapat mencari sumber informasi dari majalah, buku bacaan, jurnal, ataupun internet. Peserta didik mencatat setiap harga bahan dan alat yang digunakan dalam pembuatan pompa galon elektrik.

Jika kita akan melakukan usaha, maka lakukanlah perhitungan HPP sebelum membuat produk. Perhitungan HPP dapat dilakukan pada tahap perencanaan, hal ini dapat mencegah kerugian yang besar.

Guru harus menjelaskan dengan terperinci tentang cara penentuan HPP, hal apa saja yang harus diperhatikan sehingga tidak ada kekeliruan dalam penentuan HPP tersebut. Semua biaya tetap dan biaya tidak tetap harus dimasukkan dalam perhitungan HPP, termasuk yang harus terus diingatkan adalah memasukkan biaya penyusutan alat dan mesin, karena ini juga termasuk dalam komponen HPP. Jika ada hal yang terlewat untuk dimasukkan ke dalam komponen HPP, ini bisa menjadi penyebab pada akhirnya bisnis yang dilakukan tidak menghasilkan laba.

Saat penentuan margin keuntungan, guru menekankan bahwa besar keuntungan yang didapatkan harus berdasarkan studi pasar terhadap produk pesaingnya (jika sudah ada) ataupun terhadap produk yang sejenis (jika belum ada yang sama). Walaupun besaran keuntungan tidak ada batasan, tetapi harus diperhatikan tingkat penerimaan dan persaingan di pasar.

3. Tujuan Kegiatan Pembelajaran Kedelapan

Setelah mempelajari materi ini peserta didik diharapkan mampu:

- a. menjelaskan pengertian Harga Pokok Produksi (HPP);
- b. memahami cara menentukan HPP suatu produk;
- c. melakukan perhitungan HPP suatu produk dengan benar; serta
- d. membuat laporan kegiatan produksi.

4. Langkah-Langkah Kegiatan Pembelajaran

Langkah-langkah kegiatan pembelajaran merupakan rangkaian tahapan sistematis yang dilakukan oleh guru guna



mengelola pengalaman belajar peserta didik. Adapun langkah-langkah kegiatan pembelajaran terdiri dari pendahuluan, inti, dan penutup.

a. Kegiatan Pendahuluan

Kegiatan awal pembelajaran dimulai dengan peserta didik mengamati gambar atau video terkait perhitungan HPP. Peserta didik diberikan kesempatan untuk bertanya mengenai gambar atau video yang diberikan supaya tumbuh motivasi keingintahuan terkait materi yang disampaikan dan tumbuh kesadaran akan potensi lingkungan sekitar sehingga dapat dijadikan ide.

b. Kegiatan Inti

Peserta didik menggali informasi terkait pengertian Harga Pokok Produksi (HPP) dan cara penentuan HPP. Perhitungan HPP dilakukan sebelum masuk tahap produksi, agar dapat melihat layak atau tidaknya produk yang kita buat untuk bersaing di pasaran. Peserta didik diarahkan untuk membuat laporan perhitungan HPP dengan melakukan kegiatan sesuai Aktivitas 8.



AKTIVITAS 8. Perhitungan Harga Pokok Produksi

Untuk mengerjakan Aktivitas 8 ini, lakukanlah hal-hal berikut:

1. Buatlah catatan harga alat dan bahan yang digunakan untuk membuat produk pompa galon elektrik!
2. Diskusikan dan hitung penetapan harga pokok penjualan dan harga jual produk pompa galon elektrik!

c. Kegiatan Penutup

Pada akhir kegiatan, peserta didik sebagai perwakilan kelompok akan melakukan presentasi terkait laporan perhitungan Harga Pokok Produksi (HPP) produk yang dibuat. Guru mengapresiasi hasil diskusi dan memberikan penilaian.

5. Kegiatan Pembelajaran Alternatif

Pembelajaran yang dilakukan terkait materi kewirausahaan dapat dilaksanakan dengan beragam metode. Adapun metode yang dapat dilakukan selain menggunakan pemanfaatan gambar/video di antaranya diskusi, bermain peran, *teaching factory*, dan praktik langsung di lapangan. Guru dapat menggunakan Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila untuk memaksimalkan materi mengenai Harga Pokok Produksi yang terintegrasi dengan mata pelajaran lainnya. Muatan-muatan kewirausahaan dapat ditambahkan sesuai dengan karakteristik mata pelajaran dan sekolah.

6. Interaksi dengan Orang Tua/Wali

Guru menjalin komunikasi dengan orang tua/wali terkait kegiatan pembelajaran. Dalam hal mencari informasi mengenai Harga Pokok Produksi (HPP), orang tua dapat membagikan pengalaman keseharian terkait kewirausahaannya. Proses jual beli barang dalam aktivitas sehari-hari dapat menjadi tambahan pengetahuan dan wawasan terhadap proses pembelajaran yang dialami peserta didik.

7. Refleksi Guru

Refleksi diri perlu untuk dilakukan oleh guru karena dengan melakukan hal tersebut, guru mampu melakukan perbaikan dalam melaksanakan tugas selanjutnya. Dalam hal ini, guru memikirkan kembali mengenai hal yang telah dilakukan ketika proses pembelajaran berlangsung. Ketika seorang guru melakukan refleksi, perlu digarisbawahi bahwa bagian pentingnya bukanlah mengenai lancar tidaknya pembelajaran, namun memuaskan atau tidaknya proses pembelajaran yang dilakukan sehingga dapat diperbaiki di waktu mendatang.

8. Asesmen/Penilaian

Penilaian yang digunakan untuk mengukur ketercapaian pembelajaran meliputi penilaian pengetahuan, keterampilan, dan sikap. Penilaian pengetahuan diperoleh melalui tes tertulis dan untuk penilaian keterampilan diperoleh melalui proyek. Sedangkan untuk penilaian sikap mengacu pada indikator penilaian Profil Pelajar Pancasila.



Tabel 2.17 Format Penilaian Aktivitas 8

Nama Peserta Didik	Konsep Materi	Skor				Ket.
		1	2	3	4	
	Perhitungan Biaya Bahan Baku					
	Perhitungan Total Biaya Produksi					
	Perhitungan HPP					
	Jumlah Skor yang Diperoleh					
	Skor Maksimum	12				

Keterangan Skor: 1 = Kurang Baik 3 = Baik
 2 = Cukup Baik 4 = Sangat Baik

Tabel 2.18 Rentang Nilai dan Rubrik Aktivitas 8

Indikator	Skor			
	1	2	3	4
Kemampuan Menghitung Biaya Bahan Baku Produk	Peserta didik belum mampu melakukan perhitungan biaya bahan baku, total biaya produksi, dan menentukan HPP.	Peserta didik cukup mampu melakukan perhitungan biaya bahan baku, total biaya produksi, namun masih salah dalam menentukan HPP.	Peserta didik mampu melakukan perhitungan biaya bahan baku, total biaya produksi, namun masih salah dalam menentukan HPP.	Peserta didik sangat mampu melakukan perhitungan biaya bahan baku, total biaya produksi, dan menentukan HPP.

Rumus Konversi Penilaian

Skor:

$$\frac{\text{Jumlah Skor yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100 = \dots$$

Tabel penilaian di atas adalah contoh, guru dapat melakukan modifikasi penilaian yang disesuaikan dengan kondisi sekolah masing-masing. Dalam mengambil penilaian, guru dapat menggunakan penilaian portofolio, di mana

penilaian dilakukan dengan cara menilai kumpulan seluruh karya peserta didik atau kumpulan lembar kerja peserta didik (LKPD). Format, skor, dan rubrik penilaian dapat dirumuskan sesuai kebutuhan.

I. Kegiatan Pembelajaran Kesembilan

Pertemuan Ke-9

2 JP = 2 x 45 Menit

1. Konteks Fungsi Produk

Keberhasilan belajar peserta didik dapat dilihat dengan cara melakukan evaluasi pembelajaran. Melalui evaluasi, guru dapat:

- mengetahui apakah peserta didik mampu memahami dan menguasai materi yang telah diberikan;
- mengetahui apakah peserta didik bersikap sebagaimana yang diharapkan;
- mengetahui apakah peserta didik telah memiliki keterampilan berbahasa; dan
- mengetahui keberhasilan proses belajar mengajar yang telah dilakukan.

Proses pembelajaran yang tidak berhasil dapat disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain tingkat kemampuan peserta didik yang rendah, kualitas materi pelajaran tidak sesuai dengan tingkat usia peserta didik, jumlah beban pelajaran terlalu banyak sehingga tidak sesuai dengan waktu yang diberikan, dan komponen proses belajar dan mengajar yang kurang sesuai dengan tujuan yang telah ditentukan oleh guru (Magdalena, 2020). Seorang guru harus melakukan evaluasi agar mengetahui perubahan yang seharusnya dilakukan.

Adapun prinsip umum evaluasi adalah harus kontinu tidak boleh insidental, komprehensif terhadap suatu objek, adil dan objektif, kooperatif, dan praktis. Praktis artinya mudah digunakan bagi yang menyusun evaluasi maupun yang menggunakannya (Ratnawulan dan Rosdiana, 2014).



2. Informasi untuk Guru

Evaluasi pembelajaran dapat disesuaikan dengan kondisi sekolah masing-masing. Guru dapat melakukan ulangan atau tes akhir yang berkaitan dengan materi Unit 2 yang dipelajari. Bentuk soal dapat berupa pilihan ganda atau esai. Bentuk evaluasi yang dapat dilakukan selain melakukan ulangan, yakni membuat jurnal kegiatan. Guru diberikan kebebasan memilih dan menentukan cara mengevaluasi kegiatan pembelajaran.

3. Tujuan Kegiatan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini peserta didik diharapkan mampu:

- mengidentifikasi permasalahan yang terjadi saat pembelajaran;
- menganalisis permasalahan yang terjadi selama proses pembelajaran agar pembelajaran berikutnya menjadi lebih baik; serta
- melihat kemampuan diri selama proses pembelajaran.

4. Refleksi Peserta Didik

Untuk mengukur pemahaman kalian terhadap materi Unit 2, isilah tabel berikut. Berilah tanda centang (✓) pada kolom tidak, kurang, atau paham berdasarkan jawaban yang paling tepat.

No.	Aspek yang Diukur	Tingkat Pemahaman			
		4	3	2	1
1	Menyimpulkan materi terkait produk rekayasa teknologi terapan				
2	Memahami materi tentang perkembangan pompa				
3	Mampu membandingkan jenis-jenis pompa				
4	Memahami tahapan persiapan produksi pompa galon elektrik				
5	Mempraktikkan pembuatan pompa galon elektrik				
6	Memahami prosedur kerja pembuatan pompa galon elektrik				
7	Memahami perhitungan HPP				

Keterangan :

4 = Sangat Paham

3 = Paham

2 = Kurang Paham

1 = Tidak Paham

Rumus Konversi Evaluasi Diri

$$\text{Skor: } \frac{\text{Jumlah Skor yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100 = \dots$$

Skor Minimal : 2

Skor Maksimal : 8

Pedoman Penilaian :

Nilai Akhir	Predikat
81–100	A
61–80	B
41–60	C
21–40	D
≤ 20	E

Contoh:

Nama Peserta Didik: Dessi

Skor : 85

Deskripsi :

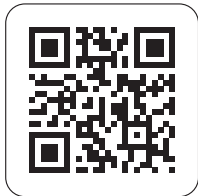
Peserta didik memiliki kemampuan **sangat baik** dalam pemahaman pengetahuan materi dan konsep produk rekayasa teknologi terapan serta **kompeten** dalam keterampilan produksi dan kewirausahaan.

Bagi peserta didik yang masih kurang memahami materi yang telah diberikan, dapat diberikan kegiatan remedial. Bentuk kegiatan remedial dapat berupa pembuatan *mindmap* materi yang telah diberikan. Adapun kegiatan pengayaan yang diberikan kepada peserta didik yang telah menguasai materi bisa melalui pemberian informasi tambahan.



5. Pengayaan

Peserta didik yang telah mampu menguasai materi Unit 2 dan memiliki minat yang tinggi terhadap topik yang diajarkan dapat diberikan aktivitas dan materi tambahan agar mampu meningkatkan level pengetahuannya. Contoh aktivitas pengayaan yang dapat diberikan dengan mencari artikel terkait **Arduino Uno** dan peserta didik membuat *mindmap* dari apa yang telah dibaca.



Peserta didik dapat memperoleh informasi dengan mengunjungi laman berikut: <http://jurnal.iaii.or.id/> atau peserta didik dapat memindai kode batang berikut:

6. Penilaian

a. Penilaian Aspek Pengetahuan dan Konsep Kewirausahaan

Aspek Pengetahuan	Rubrik				Ket.
	1	2	3	4	
Aktivitas 1					
• Analisis Masalah				√	
• Identifikasi Produk Rekayasa Teknologi Terapan			√		
Aktivitas 2					
• Eksplorasi Produk Rekayasa Teknologi Terapan di Lingkungan Sekitar			√		
• Analisis Hasil Produksi Rekayasa Teknologi Terapan di Lingkungan Sekitar			√		
Aktivitas 3					
• Ide Rancangan			√		
• Identifikasi Karakteristik Pompa Galon yang Dipilih			√		
Aktivitas 6					
• Identifikasi Alat dan Bahan yang Digunakan				√	
• Identifikasi Fungsi Alat dan Bahan				√	

Aspek Pengetahuan	Rubrik				Ket.
	1	2	3	4	
Aktivitas 8					
• Perhitungan Biaya Bahan Baku				√	
• Perhitungan Total Biaya Produksi				√	
• Perhitungan HPP				√	
Jumlah Skor	39				
Skor Maksimum	44				

Nilai Konversi Pengetahuan: $39/44 \times 100 = 88,6$

b. Penilaian Aspek Keterampilan

Produk dan Kewirausahaan	Skor				Ket.
	1	2	3	4	
Aktivitas 4					
• Rencana Kegiatan Rancangan				√	
• Kesesuaian Rencana Kegiatan				√	
Aktivitas 5					
• Desain Produk				√	
• Presentasi Desain Produk			√		
Aktivitas 7					
• Produk Pompa Galon Elektrik			√		
• Laporan Kegiatan				√	
Jumlah Skor	22				
Skor Maksimum	24				

Nilai Konversi Keterampilan: $22/24 \times 100 = 91,7$

c. Pedoman Penilaian Aspek Sikap

Nilai akhir perhitungan sikap diperoleh dari rata-rata perolehan nilai sikap di setiap kegiatan.



Nilai Akhir	Predikat
81–100	A
61–80	B
41–60	C
21–40	D
≤ 20	E

Deskripsi :

Peserta didik mampu memperlihatkan karakter **sangat baik** yang **berkembang** dalam kegiatan pembelajaran di kelas.

Guru juga dapat menggunakan penilaian portofolio, di mana penilaian dilakukan dengan cara menilai kumpulan seluruh karya peserta didik dalam suatu tugas tertentu yang bersifat reflektif-integratif untuk mengetahui perkembangan, dan kreativitas peserta didik dalam kurun waktu tertentu. Format, skor, dan rubrik penilaian dapat dirumuskan sesuai kebutuhan.

EVALUASI UNIT 2

Kerjakanlah soal-soal berikut dengan jujur dan saksama!

1. Perhatikan gambar berikut!



Gambar 2.17 Pompa Galon Manual

Sumber: Tim Editorial/Rumah.com (2022)

Jelaskan dengan kata-katamu sendiri proses yang terjadi pada saat kita menggunakan pompa galon manual?

2. Sekelompok peserta didik akan melakukan pembuatan sebuah proyek. Produk yang akan dibuatnya adalah pompa galon elektrik. Andi sebagai ketua memiliki inisiatif untuk membuat pompa galon elektrik yang bisa bekerja secara otomatis. Idennya disambut baik oleh peserta didik juga oleh guru pembimbingnya. Berilah tanda centang (✓) pada kotak berikut dengan memilih alat dan bahan yang dapat digunakan untuk pembuatan pompa galon elektrik otomatis.
 - Tombol *push-on*
 - Rangkaian pengisian baterai
 - Rangkaian pengendali pompa
 - Pompa air
 - Baterai SX 18650
 - Sensor
 - *Relay*



3. Perhatikan gambar pompa galon elektrik berikut!



Gambar 2.18 Pompa Galon Elektrik

Sumber: Indra Samsudin/Kemendikbudristek (2022)

- Berdasarkan informasi pada gambar tersebut, pilihlah salah satu jawaban yang tepat! (Pilihlah B jika pernyataan sesuai dengan gambar dan pilihlah S jika pernyataan tidak sesuai dengan gambar).
- (B-S) Kekuatan pancaran air bergantung pada tegangan listrik yang ada pada pompa.
 - (B-S) Pompa galon elektrik hanya dapat digunakan untuk arus DC saja.
- Kelompok Budi akan mempresentasikan cara kerja pompa galon elektrik buatannya namun yang dibuat tidak sesuai dengan desain/perencanaan. Seharusnya kelompok Budi membuat produk dengan ukuran galon 19 liter sesuai perencanaan. Mereka menyampaikan bahwa tidak berhasil membuat produk dengan alasan kesulitan menemukan alat dan bahan. Hambatan lain yang dikemukakan oleh Budi adalah menyamakan tujuan dan menentukan produk. Setiap anggota kelompok ingin membuat pompa galon dengan ukuran yang berbeda-beda. Jelaskan kelebihan dan kelemahan kelompok Budi berdasarkan pendapat kalian!
 - Dalam perkembangannya sudah banyak terdapat produk pompa galon sejenis yang dijual di pasaran. Jelaskan menurut pendapatmu kelebihan produk yang kelompok kalian buat!



Panduan Khusus

UNIT 3

BIOGAS RUMAH TANGGA

Bagaimana cara memanfaatkan
limbah organik rumah tangga
menjadi energi biogas?



A. Peta Materi Biogas Rumah Tangga

Biogas merupakan gas yang dihasilkan oleh bakteri ketika bahan organik mengalami proses fermentasi dalam reaktor (biodigester) dalam kondisi anaerob (tanpa udara). Komposisi biogas terdiri dari gabungan gas metana (CH_4), gas CO_2 , dan gas lainnya. Pada subbab ini digambarkan peta materi biogas yang berasal dari limbah rumah tangga. Peta materi merupakan desain yang menggambarkan gagasan pokok dari pembahasan yang terkandung dalam buku. Unit ini membahas materi produk rekayasa teknologi terapan, yaitu Biogas Rumah Tangga.

Guru dapat membuat peta materi guna membantu peserta didik dalam memahami materi yang disajikan. Penyajian dilakukan melalui pemaparan konsep-konsep yang berhubungan dan terintegrasi. Materi yang tidak dipahami oleh peserta didik dapat ditanyakan secara langsung kepada guru melalui interaksi pembelajaran.



B. Skema Pembelajaran Biogas Rumah Tangga (BGRT)

Sebuah pembelajaran memerlukan adanya skema pembelajaran sebagai kerangka/rancangan bagi berlangsungnya proses pembelajaran tersebut. Berikut uraian skema pembelajaran Biogas Rumah Tangga.

1. Tujuan Pembelajaran Biogas Rumah Tangga (BGRT)

Tujuan pembelajaran disusun berdasarkan elemen sebagai berikut:

a. Observasi dan Eksplorasi

Setelah mempelajari materi ini, peserta didik diharapkan mampu:

- 1) menunjukkan produk rekayasa teknologi konversi energi berdasarkan spesifikasi dan kompleksitasnya yang memiliki nilai jual; dan
- 2) mengeksplorasi karakteristik produk rekayasa teknologi konversi energi berdasarkan analisis kebutuhan/masalah, dampak lingkungan, dan ketersediaan sekitar.

b. Desain/Perancangan

Setelah mempelajari materi ini, peserta didik diharapkan mampu:

- 1) membuat pola dan/atau desain produk rekayasa teknologi konversi energi dengan memperhatikan potensi kearifan lokal dan dampak terhadap lingkungan;
- 2) mengomunikasikan ide mengenai produk rekayasa konversi energi dan cara penyajiannya dalam bentuk purwarupa; dan
- 3) bereksperimen untuk menentukan desain, alat, bahan, serta prosedur yang efektif dan potensial dalam pembuatan dalam produk rekayasa konversi energi.

c. Produksi

Setelah mempelajari materi ini, peserta didik diharapkan mampu:

- 1) mengaplikasikan konsep/materi terkait produk rekayasa teknologi konversi energi melalui produk yang dihasilkan;

- 2) menguji coba produk rekayasa teknologi konversi energi secara komprehensif melalui alat ukur yang relevan; dan
- 3) mempresentasikan produk rekayasa teknologi konversi energi yang dihasilkan secara berkelompok, baik dalam bentuk lisan, tulisan, visual, maupun virtual.

d. Refleksi dan Evaluasi

Setelah mempelajari materi ini, peserta didik diharapkan mampu:

- 1) menuliskan kembali langkah-langkah pembuatan produk, tantangan yang dihadapi, dan pendekatan yang diambil dalam menyelesaikan masalah;
- 2) menyelenggarakan pameran di lingkungan sekitar untuk mempresentasikan atau mempromosikan produk;
- 3) memberi penilaian dan saran untuk pengembangan produk selanjutnya berdasarkan pengetahuan penciptaan, dampak lingkungan, dan teknologi konversi energi; serta
- 4) menunjukkan kekuatan dan kelemahan produk serta membuat rencana tindak lanjut.

2. Rekomendasi Alokasi Waktu Per Unit

Berdasarkan Keputusan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 262/M/2022 Perubahan atas Keputusan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 56/M/2022 tentang Pedoman Penerapan Kurikulum dalam Rangka Pemulihan Pembelajaran Mata Pelajaran Prakarya dan Kewirausahaan: Rekayasa tidak dialokasikan penuh 36 minggu agar dapat memenuhi alokasi untuk Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila.

Satuan guru menyediakan minimal 1 (satu) jenis Seni dan/ atau Prakarya dan Kewirausahaan. Peserta didik memilih 1 (satu) jenis Seni (Seni Musik, Seni Rupa, Seni Teater, atau Seni Tari) atau Prakarya dan Kewirausahaan (Budi Daya, Pengolahan, Kerajinan, atau Rekayasa). Pokok-pokok materi yang dipelajari meliputi Pengertian Biogas, Jenis-Jenis Biogas, Spesifikasi Biogas, Kelebihan dan Kekurangan Biogas, dan Konsep Biogas Berbasis Limbah Rumah Tangga.



Pembelajaran Prakarya Kewirausahaan: Rekayasa dapat membentuk pola pikir peserta didik agar berpikir logis, sistematis, dan inovatif. Kemudian hasil inovasi tersebut dapat memberikan dampak positif, baik bagi diri sendiri maupun bagi masyarakat atau lingkungan yang lebih luas. Cara berpikir menyeluruh dengan mengusung kearifan dan konteks lokal diharapkan dapat tercermin dalam karya-karya yang dikembangkan oleh peserta didik di dalam mata pelajaran ini.

Dengan pembelajaran Prakarya ini, diharapkan terbentuk peserta didik Indonesia yang berkualitas, berjiwa kewirausahaan yang tinggi (jujur, disiplin, dan berintegritas), juga mampu bekerja secara mandiri maupun berkelompok dengan orang lain, baik di bawah, sejajar, atau di atas dirinya, tanpa memandang perbedaan suku, agama, ras, dan antargolongan secara efektif dan efisien. Sehingga, tujuan dari pembelajaran Prakarya memiliki peran yang sangat penting sebagai pembentuk peserta didik sesuai Profil Pelajar Pancasila.

C. Kegiatan Pembelajaran Pertama (Observasi/Eksplorasi)

Pertemuan Ke-1

2 JP = 2 x 45 Menit

1. Konteks Fungsi Produk

Berdasarkan banyaknya peternakan dan pertanian yang luas, maka Indonesia memiliki potensi biogas sangat tinggi. Hasil penelitian dari salah satu peternakan sapi di Bogor menunjukkan bahwa potensi *supply* biogas di daerah tersebut cukup besar. Berdasarkan populasi ternak sapi perah yang ada diperkirakan bahwa volume biogas yang potensial dapat diproduksi adalah sebesar 258,4 m³ per hari sehingga dapat digunakan untuk memasak oleh 129 rumah tangga setempat (Alla Asmara, 2013).

a. Konsep Dasar Biogas

Biogas didefinisikan sebagai gas hasil proses fermentasi bahan organik yang diurai oleh bakteri dalam sebuah reaktor. Reaktor yang dimaksud adalah tempat untuk



penumbuhan bakteri yang akan bereaksi atau mengurai bahan-bahan organik. Reaktor untuk terbentuknya biogas disebut biodigester. Agar bakteri dalam reaktor dapat berkembang biak dan menghasilkan jumlah gas tertentu, maka harus dikondisikan kelembapan, suhu, dan tingkat keasamannya. Dari hasil fermentasi diperoleh metana (CH_4), CO_2 , dan gas lainnya.

Kandungan sebagian besar biogas adalah gas metana (CH_4), karbondioksida (CO_2), dan juga beberapa kandungan senyawa lain yang jumlahnya kecil, seperti hidrogen sulfida (H_2S), amonia (NH_3), hidrogen (H_2), serta oksigen (O_2). Secara umum komposisi biogas dapat ditunjukkan pada tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Komposisi Biogas (Ambar P 2015)

Gas yang Dihasilkan	%
Metana	55–75
Karbon Dioksida	25–45
Nitrogen	0–0,3
Hidrogen	1–5
Hidrogen Sulfida	1–5
Oksigen	0,1–0,5

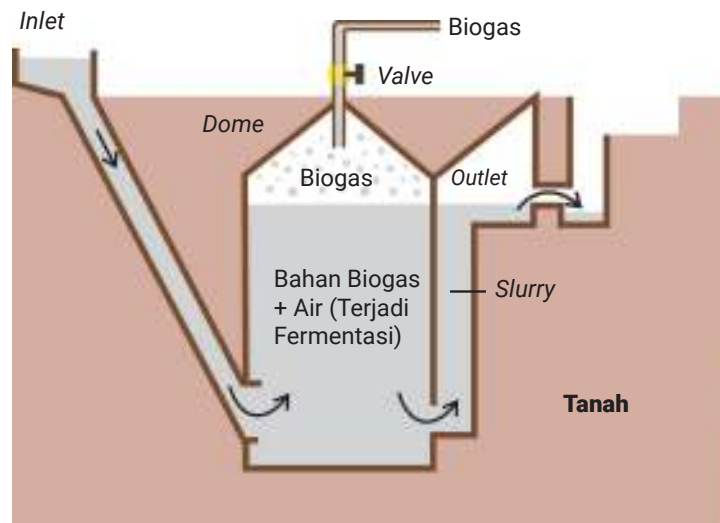
Biogas diperoleh dari bahan organik yang terurai di dalam alat, yaitu Digester Biogas/Biodigester. Alat ini bekerja dengan cara menempatkan bahan organik ke suatu tempat penampungan bahan organik pada kondisi anaerob (bebas oksigen), sehingga dapat difermentasi oleh bakteri metanogen yang kemudian menghasilkan biogas. Selanjutnya Biogas dapat dialirkan ke tempat penampungan biogas. Lumpur sisa aktivitas fermentasi dikeluarkan lalu dijadikan pupuk alami yang dapat dimanfaatkan untuk usaha pertanian maupun perkebunan.

Perkembangan teknologi biogas terus mengalami peningkatan dari waktu ke waktu. Hal ini terlihat dengan ditemukannya berbagai macam tipe atau model digester yang digunakan. Berikut merupakan 4 tipe digester.



1) Tipe *Fixed Domed Plant*

Tipe ini memiliki digester dengan posisi penampung di bagian atasnya. Saat penguraian mulai menghasilkan gas, gas tersebut akan menekan lumpur sisa hasil fermentasi (*slurry*) ke bak *slurry*. Bila pasokan bahan baku biogas terus menerus, gas yang timbul akan terus menekan *slurry* sampai meluap keluar. Kemudian gas digunakan/dikeluarkan melalui kontrol *valve*/katup.

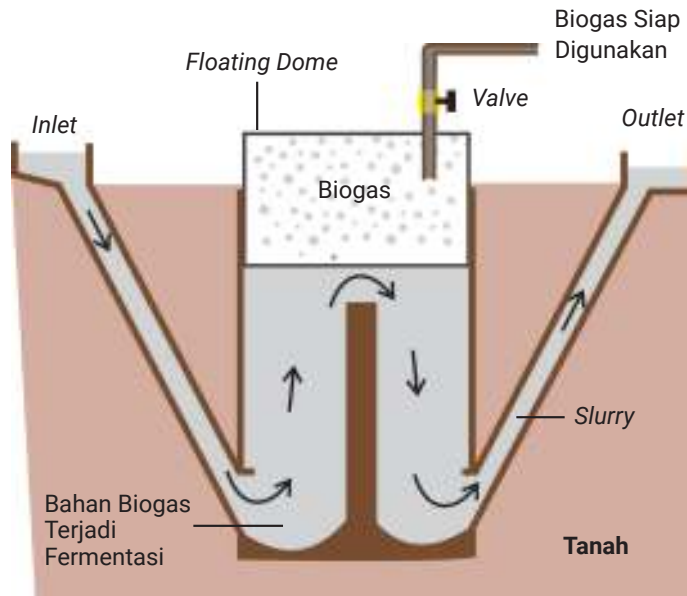


Gambar 3.1 Biodigester Tipe *Fixed Dome*

Sumber: M. Rizal Abdi/Kemendikbudristek (2022)

2) Tipe *Floating Drum Plant*

Tipe *floating drum plant* memiliki sebuah digester dengan penampung gas yang dapat bergerak. Jika gas mulai timbul dan jumlahnya bertambah, maka penampung gas ini akan bergerak ke atas dan jika terjadi sebaliknya, maka akan turun lagi.

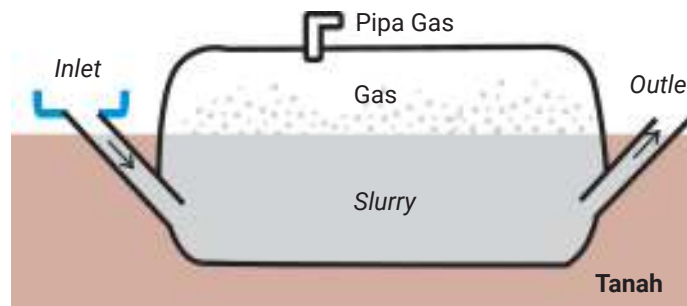


Gambar 3.2 Skema Biodigester Tipe *Floating Dome*

Sumber: M. Rizal Abdi/Kemendikbudristek (2022)

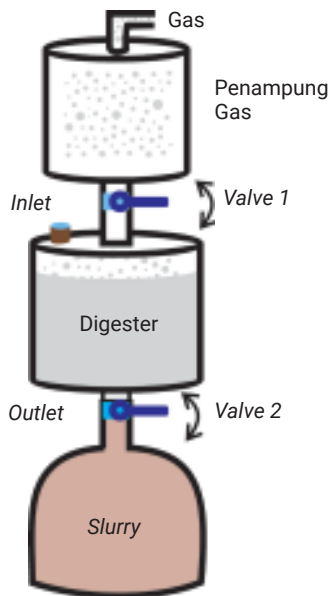
3) Tipe Balon

Tipe balon ini memiliki konstruksi yang sederhana menyerupai balon yang ditenamkan dalam tanah setengahnya, seperti terlihat pada gambar 3.3. Bahan yang digunakan dapat terbuat dari plastik yang kuat. Bagian *inlet* digunakan untuk memasukkan bahan baku biogas sedangkan bagian *outlet* digunakan untuk membuang sisa fermentasinya. Bagian dalam balon tersebut menghasilkan gas di bagian atas dan sisa fermentasi (*slurry*) di bagian bawah. Selanjutnya gas dapat disalurkan untuk pipa gas di bagian atas.



Gambar 3.3 Biodigester Tipe Balon

Sumber: M. Rizal Abdi/Kemendikbudristek (2022)



4) Tipe *Plug Flow*

Tipe plug flow memiliki konstruksi yang terdiri dari bagian tabung penampung gas, tabung digester, dan tabung untuk sisa penguraian atau slurry. Bahan biogas masuk melalui inlet kemudian masuk ke digester dengan posisi valve 1 dan valve 2 tertutup. Tunggu beberapa hari, setelah terjadi fermentasi maka akan menghasilkan gas yang kemudian masuk ke tabung penampung melalui kontrol valve 1.

Gambar 3.4 Biodigester Tipe *Plug Flow*

Sumber: M. Rizal Abdi/Kemendikbudristek (2022)

b. Syarat Bahan Baku Biogas

Bahan baku biogas yang utama adalah bahan organik dan air. Bahan baku yang akan digunakan untuk biogas harus memenuhi kriteria berikut:

- 1) Bahan organik harus mengandung unsur karbon dan hidrogen serta nitrogen karena unsur nitrogen diperlukan bakteri untuk pembentukan sel.
- 2) Bahan baku harus digiling atau dihancurkan agar terjadi fermentasi lebih cepat.
- 3) Perbandingan bahan baku dan air adalah 1:1 sehingga berbentuk bubur.
- 4) Air yang digunakan tidak menghambat pengembangbiakan bakteri.
- 5) Untuk pembentukan biogas, perbandingan unsur karbon dan nitrogen (C/N) adalah 30.

Perbandingan ideal C/N untuk proses fermentasi agar menghasilkan metana adalah 25–30. Oleh karena itu, pada proses pencemaran bahan baku diusahakan memenuhi rasio ideal.

c. Komponen Utama Reaktor Biogas

Komponen Utama Reaktor Biogas disebut Biodigester. Biodigester memiliki 6 bagian utama, yaitu:

- 1) *inlet* (tangki pencampur) berfungsi untuk tempat kotoran hewan masuk,
- 2) reaktor (ruang pencernaan anaerob),
- 3) penampung gas (ruang penyimpanan),
- 4) *outlet* (ruang pemisah),
- 5) sistem pengangkut gas, dan
- 6) lubang kompos kotoran hewan yang telah hilang gasnya/*bio-slurry*.

Campuran kotoran dan air (dicampur dalam saluran masuk atau ruang pencampur) mengalir melalui saluran pipa menuju digester. Pencampuran tersebut menghasilkan gas melalui proses pencernaan di reaktor dan gas yang telah dihasilkan, kemudian disimpan dalam penampung gas (bagian atas kubah). Setelah itu, *slurry* mengalir keluar dari digester menuju *outlet* dan menjadi *bio-slurry* mengalir ke lubang *slurry* melalui *overflow*, kemudian gas dialirkan ke dapur melalui saluran pipa.

2. Informasi untuk Guru

a. Deskripsi Umum Kegiatan

Bagian utama kegiatan ini adalah peserta didik mengenal produk rekayasa teknologi terapan di lingkungan atau daerah sekitar. Kemudian, peserta didik secara mandiri atau kelompok mengumpulkan informasi terkait produk rekayasa teknologi terapan yang akan dibuat, yaitu produk biogas. Peserta didik pun mengeksplorasi karakteristik bahan, teknik, dan prosedur pembuatan biogas. Informasi dapat diperoleh melalui berbagai sumber, seperti internet, buku, jurnal, dan sumber lain.

b. Pengaturan Kegiatan Belajar

Guru melakukan pengaturan kegiatan peserta didik, yaitu secara mandiri atau kelompok. Kegiatan secara mandiri maupun kelompok disesuaikan dengan kebutuhan pembelajaran. Penentuan anggota kelompok harus heterogen, yaitu setiap kelompok terdiri atas peserta



didik yang memiliki tingkat pemahaman tinggi, sedang, dan rendah. Pengelompokan ini bertujuan agar terjadi pembelajaran antarteman sebaya. Harapannya, peserta didik dengan tingkat pemahaman tinggi dapat membimbing teman yang lain. Pengaturan kegiatan belajar ini berlaku untuk pertemuan selanjutnya.

c. Persiapan Kegiatan Pembelajaran

Mengajar dan mendidik peserta didik di sekolah adalah tugas utama seorang guru. Dalam proses belajar mengajar terdapat target-target atau tujuan-tujuan pembelajaran yang harus dicapai oleh peserta didik. Oleh karena itu, seorang guru tidak boleh mengajar dengan sembarangan. Dibutuhkan persiapan-persiapan yang matang sebelum guru mengajar peserta didik di kelas supaya tujuan pembelajaran dapat dicapai secara optimal.

Membuat rencana pelaksanaan pembelajaran berupa Modul Ajar bukan satu-satunya aktivitas yang harus dilakukan sebelum mengajar. Beberapa aktivitas lain yang harus dilakukan supaya pembelajaran berjalan dengan lancar, di antaranya mengetahui metode karakteristik peserta didik, membuat perangkat pembelajaran, membuat media pembelajaran, mendesain penilaian/evaluasi, hingga mereviu materi yang akan disampaikan.

Media yang perlu dipersiapkan guru pada awal kegiatan pembelajaran, yaitu contoh gambar/video/foto terkait sejarah penemuan biodigester. Adapun sumber gambar/video/foto dapat berasal dari dokumen pribadi, buku, majalah, atau internet. Setiap kegiatan pembelajaran Bapak/Ibu Guru juga perlu menyiapkan dan membawa laptop, buku catatan dan alat tulis, LKPD, serta buku penilaian. Persiapan kegiatan pembelajaran ini berlaku untuk pertemuan selanjutnya.

d. Tujuan Kegiatan Pembelajaran Pertama

Setelah mempelajari materi ini, peserta didik diharapkan mampu:

- 1) memahami fungsi dasar dan perkembangan biogas;
- 2) mengenal jenis-jenis biogas yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari melalui kegiatan observasi;

- 3) melakukan eksplorasi produk rekayasa teknologi terapan biogas melalui penelusuran internet, sumber bacaan, jurnal, dan lainnya; serta
- 4) mendeskripsikan karakteristik alat dan bahan serta teknik dan prosedur pembuatan produk rekayasa teknologi terapan biogas berdasarkan hasil eksplorasi.

3. Langkah-Langkah Kegiatan Pembelajaran Pertama

Langkah-langkah kegiatan pembelajaran merupakan rangkaian tahapan sistematis yang dilakukan oleh guru guna mengelola pengalaman belajar peserta didik. Adapun langkah-langkah kegiatan pembelajaran terdiri dari pendahuluan, inti, dan penutup.

a. Kegiatan Pendahuluan

Peserta didik diberi asesmen diagnostik untuk melihat sejauh mana peserta didik memiliki pengetahuan dasar terkait biogas. Asesmen diagnostik dapat dilakukan guru dengan memberikan pertanyaan kepada peserta didik. Contoh pertanyaan tersebut, di antaranya:

- 1) Bagaimana cara kerja biodigester?
- 2) Apa bagian-bagian biodigester dan fungsinya?

Setelah melakukan asesmen diagnostik, guru memberikan motivasi untuk menumbuhkan rasa ingin tahu peserta didik terhadap materi yang akan dipelajari.

b. Kegiatan Inti

Peserta didik bersama-sama dalam kelompok mengamati produk rekayasa teknologi biogas yang diberikan. Dalam pelaksanaannya guru dapat memberi pengarahan kepada peserta didik untuk mengidentifikasi masalah yang melatarbelakangi terciptanya produk tersebut. Langkah selanjutnya, peserta didik diminta untuk melakukan Aktivitas 1.



AKTIVITAS 1. Pengamatan Produk

Untuk mengerjakan Aktivitas 1 ini, lakukanlah hal-hal berikut:

1. Bentuklah kelompok yang terdiri atas 3–5 orang!
2. Amati produk rekayasa teknologi terapan yang ada di sekitar kalian yang dapat menghasilkan energi. Identifikasi masalah yang melatarbelakangi terciptanya produk rekayasa teknologi terapan tersebut!
3. Apakah kalian pernah menemukan produk rekayasa teknologi terapan yang menghasilkan energi? Jika ya, sebutkan nama produk, lokasi, dan fungsi atau manfaat produk tersebut!

Setelah memahami konsep produk teknologi terapan, selanjutnya peserta diarahkan untuk mengidentifikasi biogas yang ada di lingkungan sekitar sesuai dengan panduan Aktivitas 2.



AKTIVITAS 2. Identifikasi Produk

Untuk mengerjakan Aktivitas 2 ini, lakukanlah hal-hal berikut:

1. Bentuklah kelompok yang terdiri atas 3–5 orang!
2. Perhatikan biogas yang ada di lingkungan kalian!
3. Identifikasi biogas tersebut berdasarkan lokasi, jenis, karakteristik, dan fungsinya. Tuliskan hasil diskusi kelompok kalian pada LK-2!

Selanjutnya pada akhir kegiatan pembelajaran, peserta didik diminta mempresentasikan hasil identifikasi kelompoknya.

c. Kegiatan Penutup

Peserta didik menyampaikan kembali materi yang sudah dipelajari secara lisan. Selanjutnya, setiap perwakilan kelompok mempresentasikan pengalaman belajarnya pada akhir kegiatan.

4. Kegiatan Pembelajaran Alternatif

Berbagai kendala mungkin terjadi dalam sebuah kegiatan pembelajaran. Sumber kendala dapat berasal dari kesiapan peserta didik, kondisi sekolah, ataupun lingkungan yang kurang memadai. Mungkin saja pada saat menerangkan dan menampilkan media ajar, listrik padam atau proyektor tidak menyala. Dalam hal ini guru harus mampu untuk mengatasi hambatan dan kendala tersebut serta cepat melakukan penyesuaian. Oleh karena itu, guru harus mempersiapkan alternatif kegiatan pembelajaran agar tetap berjalan dan tujuan pembelajaran tercapai sesuai dengan prinsip pembelajaran.

Berkaitan dengan permasalahan tersebut, guru diberikan keleluasan dalam memberikan pembelajaran alternatif. Hal ini dilakukan sebagai solusi dalam mengatasi hambatan dalam mengajar. Pada kegiatan pembelajaran pertama, guru dapat menentukan topik lain yang setara dengan topik utama. Di samping itu, jika terpaksa, guru masih dapat melakukan pembelajaran dengan metode ceramah, tanya jawab, dan diskusi.

5. Interaksi dengan Orang Tua

Guru menjalin komunikasi dengan orang tua/wali terkait kegiatan pembelajaran. Dalam hal mencari informasi terkait biodigester, jenis, karakteristik, dan fungsi di lingkungan sekitar. Guru dapat berkomunikasi dengan orang tua agar dapat membimbing peserta didik dalam kegiatan eksplorasi tersebut. Orang tua/wali dapat memberikan pengalaman yang sudah didapat untuk kemudian menjadi tambahan pengetahuan bagi anak-anaknya.



6. Refleksi Guru

Refleksi diri perlu dilakukan oleh guru karena dengan melakukan hal tersebut guru mampu melakukan perbaikan dalam melaksanakan tugas selanjutnya. Dalam hal ini, guru memikirkan kembali mengenai hal yang telah dilakukan ketika proses pembelajaran berlangsung. Ketika seorang guru melakukan refleksi, perlu digarisbawahi bahwa bagian pentingnya bukanlah mengenai lancar tidaknya pembelajaran, namun memuaskan atau tidaknya proses pembelajaran yang dilakukan sehingga dapat diperbaiki di waktu mendatang.

7. Asesmen/Penilaian

Asesmen/penilaian terhadap pembelajaran dilakukan melalui asesmen diagnostik dan asesmen formatif. Asesmen diagnostik dilakukan guna mengidentifikasi kompetensi, kekuatan, dan juga kelemahan peserta didik, sehingga guru dapat merancang pembelajaran sesuai dengan kompetensi dan juga kondisi dari peserta didik. Bagi peserta didik dengan hasil belajarnya paling tertinggal berdasarkan asesmen diagnostik, diberikan pendampingan belajar secara pribadi.

Pada implementasinya, seorang guru dapat menyelenggarakan asesmen diagnostik pada awal lingkup materi, pada awal pembelajaran, ataupun sebelum menyusun pembelajaran secara mandiri. Adapun teknik yang dapat digunakan, di antaranya tes tertulis, wawancara, observasi, dan juga praktik. Instrumen asesmen diagnostik terdiri dari instrumen soal tes tertulis, pedoman wawancara, pedoman observasi, dan juga pedoman penilaian praktik.

Asesmen formatif digunakan untuk menilai pemahaman peserta didik, kebutuhan belajar, dan kemajuan selama proses pembelajaran berlangsung. Penilaian formatif memantau pembelajaran peserta didik dan memberikan umpan balik yang teratur dan berkelanjutan. Bagi peserta didik, penilaian formatif bertujuan untuk membantu peserta didik mengidentifikasi kekuatan dan untuk pengembangan.

Penilaian yang digunakan untuk mengukur ketercapaian pembelajaran meliputi penilaian pengetahuan dan sikap. Penilaian pengetahuan diperoleh melalui tes tulis. Adapun untuk penilaian sikap mengacu pada indikator penilaian Profil Pelajar Pancasila.



Tabel 3.2 Format Penilaian Aktivitas 1

No.	Nama Kelompok	Konsep Materi								Jumlah Skor yang Diperoleh	Ket.
		Analisis Masalah				Identifikasi Produk Rekayasa Teknologi Terapan					
		4	3	2	1	4	3	2	1		
1											
2											
3											
4											
5											
Skor Maksimum										8	

Tabel 3.3 Rentang Nilai dan Kriteria Penilaian Aktivitas 1

Indikator	Skor			
	1	2	3	4
Kemampuan Menganalisis Masalah	Peserta didik belum mampu menemukan masalah rekayasa teknologi terapan.	Peserta didik belum mampu melakukan analisis masalah produk rekayasa teknologi terapan.	Peserta didik mampu melakukan analisis masalah terkait produk rekayasa teknologi terapan dengan menyebutkan satu masalah, tetapi belum secara terperinci/jelas.	Peserta didik mampu melakukan analisis masalah terkait produk rekayasa teknologi terapan dengan menyebutkan satu masalah secara terperinci/jelas.



Kemampuan Mengidentifikasi Produk Rekayasa Teknologi Sekitar	Peserta didik belum mampu menemukan produk rekayasa teknologi terapan yang ada di lingkungan sekitar.	Peserta didik belum mampu melakukan identifikasi produk rekayasa teknologi sekitar.	Peserta didik mampu melakukan identifikasi terkait produk rekayasa teknologi terapan dengan menyebutkan satu masalah, tetapi belum secara terperinci/jelas.	Peserta didik mampu melakukan identifikasi terkait produk rekayasa teknologi terapan dengan menyebutkan satu masalah secara terperinci/jelas.
---	---	---	---	---

Rumus Konversi Penilaian

$$\text{Skor: } \frac{\text{Jumlah Skor yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100 = \dots$$

Skor Minimal : 2

Skor Maksimal : 8

Tabel 3.4 Format Penilaian Aktivitas 2

No.	Nama Kelompok	Konsep Materi								Jumlah Skor yang Diperoleh	Ket.
		Eksplorasi Produk Rekayasa Teknologi Terapan di Lingkungan Sekitar				Analisis Produk Rekayasa Teknologi Terapan di Lingkungan Sekitar					
		4	3	2	1	4	3	2	1		
1											
2											
3											
4											
5											
Skor Maksimum										8	

Tabel 3.5 Rentang Nilai dan Kriteria Penilaian Aktivitas 2

Indikator	Skor			
	1	2	3	4
Kemampuan Mengeksplorasi Produk Rekayasa Teknologi Terapan	Peserta didik tidak mampu mengidentifikasi biodigester (minimal satu) berdasarkan jenis dan karakteristiknya.	Peserta didik kurang mampu mengidentifikasi biodigester (minimal satu) berdasarkan jenis dan karakteristiknya.	Peserta didik mampu mengidentifikasi biodigester berdasarkan jenis dan karakteristiknya, tetapi tidak lengkap.	Peserta didik mampu mengidentifikasi biodigester berdasarkan jenis dan karakteristiknya dengan lengkap.
Kemampuan Menganalisis Produk Rekayasa Terapan	Peserta didik tidak mampu menganalisis biodigester (minimal satu) berdasarkan fungsinya.	Peserta didik kurang mampu menganalisis biodigester (minimal satu) berdasarkan fungsinya.	Peserta didik mampu menganalisis biodigester (minimal satu) berdasarkan fungsinya, tetapi tidak lengkap.	Peserta didik mampu menganalisis biodigester berdasarkan fungsinya dengan lengkap.

Rumus Konversi Penilaian

$$\text{Skor: } \frac{\text{Jumlah Skor yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100 = \dots$$

Skor Minimal : 2

Skor Maksimal : 8

Asesmen Diri (*Self Assesment*)

Berilah tanda centang (✓) pada Asesmen Diri berikut berdasarkan kompetensimu dalam mengeksplorasi pemahaman mengenai jenis, karakteristik, dan fungsi biodigester berdasarkan tingkat pemahamanmu!

<input type="checkbox"/>	Saya dapat mengenali jenis biodigester.
<input type="checkbox"/>	Saya dapat memahami karakteristik biodigester.
<input type="checkbox"/>	Saya dapat mengidentifikasi jenis biodigester berdasarkan fungsinya.



Asesmen Antarteman (*Peer Assessment*)

Tugas Presentasi

Nama Penilai :

Nama Teman yang Dinilai :

Berilah tanda centang (✓) pada pernyataan yang menurutmu sesuai!

<input type="checkbox"/>	Pesan yang disampaikan jelas.
<input type="checkbox"/>	Materi yang disampaikan runtut.
<input type="checkbox"/>	Kemampuan menyampaikan baik.

Tabel penilaian di atas hanya contoh. Guru dapat melakukan modifikasi penilaian sesuai dengan kondisi sekolah masing-masing. Guru juga dapat menggunakan penilaian portofolio, yaitu menilai seluruh kumpulan karya peserta didik atau kumpulan lembar kerja peserta didik (LKPD). Format, skor, dan kriteria penilaian dapat dirumuskan sesuai kebutuhan.

D. Kegiatan Pembelajaran Kedua (Desain/Perancangan)

Pertemuan Ke-2 dan Ke-3

4 JP = 4 x 45 Menit

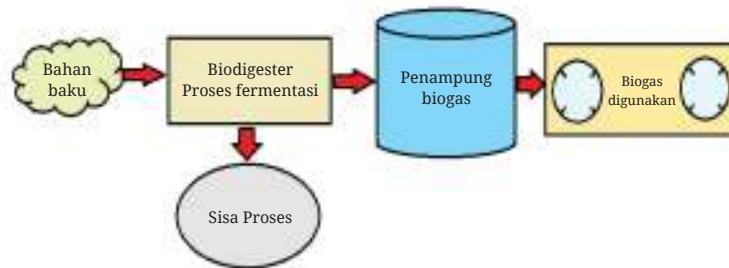
1. Konteks Fungsi Produk

Pada Kegiatan Pembelajaran Kedua dan Ketiga peserta didik akan melakukan tahap perancangan. Tahap perancangan yang diperlukan dalam membuat sebuah produk rekayasa teknologi terapan, yaitu mencari ide terkait produk yang akan dibuat dan menuangkannya dalam bentuk desain. Tahap perancangan merupakan tahap yang sangat penting untuk memperkirakan, menghitung, menggambar, dan cara pengujian agar memperoleh gambaran yang jelas.

Ide-ide produk dan perancangan produk rekayasa digambarkan dalam sketsa agar ide terlihat atau berwujud. Ide-ide rancangan dapat disajikan menjadi sketsa desain dalam



sebuah buku atau lembaran kertas. Sketsa desain tersebut kemudian dipilih berdasarkan kemungkinan dibuat atau dilakukan dengan mempertimbangkan jenis bahan, alat, dan teknik agar lebih efisien dan efektif. Selain sketsa desain ide juga dapat diimplementasikan dalam bentuk diagram berikut.



Gambar 3.5 Diagram Proses Terbentuknya Biogas

Sumber: Ahmad Aminudin/Kemendikbudristek (2022)

Bahan baku merupakan limbah yang akan diurai menjadi biogas. Sumber bahan baku dapat diperoleh dari limbah peternakan, seperti kotoran sapi, limbah pertanian seperti jerami padi, atau limbah/sampah organik seperti buah-buahan dan sayuran busuk. Limbah tahu juga dapat digunakan sebagai sumber biogas. Pemanfaatan limbah tahu skala rumah tangga ditambah kotoran sapi sampai volume 1,525 liter dengan waktu fermentasi 14 hari (Hanifah Nisrina, 2018). Selanjutnya pada bahan baku ini terjadi penguraian oleh bakteri (terjadi fermentasi) dalam biodigester.

Proses dalam biodigester menghasilkan berbagai gas yang didominasi gas metana. Gas tersebut ditampung dalam wadah/bak penampung. Setelah itu, sisa penguraiannya ditampung dan dimanfaatkan sebagai pupuk atau yang lainnya. Setelah gas metana ditampung, kita dapat memanfaatkannya untuk berbagai kebutuhan, seperti memasak, penerangan, dan pembangkit listrik.

Perancangan biodigester dipengaruhi oleh kuantitas, kualitas bahan organik, jenis bahan organik yang ada, dan temperatur proses fermentasi. Ukuran volume biodigester dapat ditentukan melalui rumus berikut:

$$V_d = S_d + RT \quad \dots \quad (3.1)$$

Keterangan:

S_d = jumlah masukan bahan baku

RT = *retention time* (waktu bahan baku berada dalam digester).

Waktu retensi (RT) dipengaruhi temperatur operasi biodigester. Wilayah Indonesia memiliki temperatur yang stabil sepanjang musim, maka banyak biodigester dibuat dan beroperasi pada temperatur kamar. Pada kondisi biodigester semacam ini, dalam perancangan biodigester, temperatur operasi dapat dipilih 1–2 °C di atas temperatur tanah. Sedangkan RT untuk biodigester sederhana tanpa pemanasan dapat dipilih 40 hari (Werner, 1989). Pemasukan bahan baku tergantung seberapa banyak air harus dimasukkan ke dalam biodigester sehingga kadar bahan baku padatnya sekitar 4–8%.

$$S_d = \text{Padatan} + \text{Air} \left[\frac{m^3}{\text{hari}} \right] \dots \dots (3.2)$$

Umumnya, pencampuran kotoran dari air dibuat dengan perbandingan antara 1:3 dan 2:1 (Uli Werner, 1989). Di Indonesia untuk kotoran sapi umumnya dicampur dengan air pada perbandingan 1:1 sampai 1:2.

2. Informasi untuk Guru

Pada Kegiatan Pembelajaran Ke-2, peserta didik diharapkan mengenal biogas yang biasa digunakan sehari-hari. Peserta didik melakukan kegiatan diskusi bersama anggota kelompoknya dalam menentukan ide inovasi pembuatan biodigester yang akan dipraktikkan pada pertemuan selanjutnya. Dalam kegiatan ini, peserta didik dapat mencari sumber informasi dari majalah, buku bacaan, jurnal, ataupun internet.

Biodigester merupakan sebuah alat yang digunakan untuk mengurai bahan baku, seperti sampah organik atau kotoran sapi dan air menjadi biogas. Biogas ini umumnya adalah gas metana yang dapat digunakan untuk keperluan sehari-hari, seperti memasak. Bahan baku biogas dapat diperoleh dari berbagai sumber, seperti limbah peternakan, pertanian, perairan, industri, dan bahkan kotoran manusia.

Limbah peternakan yang diperoleh masyarakat pedesaan, seperti kotoran sapi dapat digunakan untuk bahan baku biogas.

Kotoran sapi sangat potensial untuk menghasilkan gas metana. Dengan 2–5 ekor sapi sudah cukup untuk sumber energi biogas secara mandiri.

Adapun biogas dari limbah pertanian, di antaranya limbah dari tanaman padi. Tanaman padi yang cukup luas sebagai sumber komoditas pangan utama dapat menghasilkan limbah berupa jerami sekitar 3,0–3,7 ton/ha. Pada umumnya limbah jerami ini diatasi dengan cara dibakar dan ditimbun. Padahal dapat digunakan sebagai sumber bahan baku biogas. Jerami padi dapat menghasilkan gas metana dan sisa fermentasinya dapat digunakan untuk pupuk pertanian.

Di samping itu, hasil perairan yang sampai saat ini dimanfaatkan hanya sebatas kekayaan ikan saja. Padahal, masih banyak sumber daya air lain yang dapat dimanfaatkan, seperti rumput laut, alga, dan eceng gondok.

Biogas selanjutnya berasal dari limbah industri, seperti kelapa sawit, tebu, singkong, dan kedelai. Setelah diolah menjadi produk yang lebih tinggi nilainya, sisa proses pengolahannya akan menghasilkan limbah. Limbah ini yang kemudian dapat diproses menjadi biogas.

Di samping itu, ada pula biogas yang berasal dari limbah sampah organik, di antaranya sayuran dan buah-buahan. Selain limbah sampah organik, bahkan kotoran manusia pun dapat menghasilkan gas metana yang dapat digunakan sebagai sumber biogas.

3. Tujuan Kegiatan Pembelajaran Kedua

Setelah mempelajari materi ini, peserta didik diharapkan mampu:

- a. menentukan ide dalam pembuatan produk rekayasa teknologi terapan biodigester dengan memperhatikan kebutuhan dan kondisi lingkungan sekitar;
- b. membuat perencanaan jadwal/*timeline* pelaksanaan kegiatan pembuatan biodigester; dan
- c. membuat diagram alur pembuatan produk yang akan dibuat.

4. Langkah-Langkah Kegiatan Pembelajaran Kedua

Langkah-langkah kegiatan pembelajaran merupakan rangkaian tahapan sistematis yang dilakukan oleh guru guna



mengelola pengalaman belajar peserta didik. Adapun langkah-langkah kegiatan pembelajaran terdiri dari pendahuluan, inti, dan penutup.

a. Kegiatan Pendahuluan

Pada awal kegiatan pembelajaran peserta didik diberi pertanyaan pemantik. Contoh pertanyaan pemantik, yaitu “Apakah kalian pernah melihat dampak pencemaran udara (gas metana) dari pembusukan limbah sampah? Apakah ada manfaatnya?”. Peserta didik diberi motivasi terkait pentingnya melakukan inovasi untuk memanfaatkan limbah dalam bentuk biogas.

b. Kegiatan Inti

Kegiatan inti pembelajaran dimulai dengan peserta didik mengamati gambar atau video terkait biodigester. Peserta didik diberi kesempatan untuk mengajukan pertanyaan mengenai gambar atau video yang disajikan guru. Kegiatan ini bertujuan menumbuhkan keingintahuan dan ketertarikan peserta didik terkait materi yang disampaikan dan menemukan potensi lingkungan sekitar yang dapat dijadikan ide.

Peserta didik berkolaborasi dan berdiskusi mengenai ide biodigester yang akan dibuat. Guru dapat mengarahkan peserta didik untuk merinci ide produk biodigester yang akan dibuat, seperti karakteristik alat dan bahan yang akan digunakan serta teknik atau prosedur pembuatan. Peserta didik diarahkan untuk menyusun *timeline* dan diagram blok secara jelas dan telah disepakati bersama guru. Selanjutnya, peserta didik diarahkan untuk melakukan Aktivitas 3 dan Aktivitas 4.



AKTIVITAS 3. Perencanaan Ide

Untuk mengerjakan Aktivitas 3 ini, lakukanlah hal-hal berikut:

1. Berdiskusilah bersama kelompok kalian mengenai biodigester yang akan dibuat pada kegiatan berikutnya, kemudian tulislah ide kelompok kalian terkait pembuatan biodigester yang akan dibuat!



2. Jelaskan karakteristik alat dan bahan yang akan digunakan, teknik/prosedur pembuatan, serta pembuatan alat!
3. Pilihlah salah satu ide pembuatan biodigester yang memungkinkan untuk dipraktikkan!
(Kaji alasan yang digunakan dengan mempertimbangkan beragam pertimbangan.)
4. Menurut kalian, apa kelebihan dan kelemahan biodigester yang akan kalian buat tersebut?



AKTIVITAS 4. Jadwal Kegiatan Proyek

Untuk mengerjakan Aktivitas 4 ini, lakukanlah hal-hal berikut:

1. Buatlah jadwal perencanaan/*timeline* kegiatan pembuatan proyek biodigester yang telah disepakati bersama antara guru dengan kalian!
2. Buatlah diagram blok perencanaan kegiatan pembuatan produk yang akan dilakukan!

c. Kegiatan Penutup

Peserta didik melakukan reviu hasil diskusi dan mengungkapkan pengalaman yang diperoleh selama kegiatan diskusi. Guru memberikan umpan balik dan tanggapan atas hasil reviu yang disampaikan peserta didik.

5. Kegiatan Pembelajaran Alternatif

Guru dapat menggunakan alternatif pembelajaran jika dalam pelaksanaannya ditemukan kendala. Mulai dari keterbatasan alat, metode, sarana dan prasarana, serta faktor pendukung lainnya. Jika di tempat Bapak/Ibu tidak memungkinkan ditemukannya bahan baku biogas limbah sapi dikarenakan



kondisi yang terbatas, maka dapat diganti dengan sumber bahan baku yang lain, seperti limbah organik rumah tangga, misalnya sayur-sayuran dan buah-buahan. Dalam proses pembelajarannya, jika peserta didik kesulitan dalam membuat diagram alur, maka pembuatan *mind map* dapat menjadi salah satu alternatifnya.

6. Interaksi dengan Orang Tua

Guru menjalin komunikasi dengan orang tua/wali terkait kegiatan pembelajaran. Dalam hal mencari informasi dan berkolaborasi terkait pembuatan desain/perencanaan produk berdasarkan wawasan atau pengalaman pribadi, guru dapat berkomunikasi dengan orang tua agar dapat membimbing peserta didik dalam kegiatan tersebut.

7. Refleksi Guru

Refleksi diri perlu untuk dapat dilakukan oleh guru karena dengan melakukan hal tersebut, guru mampu melakukan perbaikan dalam melaksanakan tugas selanjutnya. Dalam hal ini, guru memikirkan kembali mengenai hal yang telah dilakukan ketika proses pembelajaran berlangsung. Ketika seorang guru melakukan refleksi, perlu digarisbawahi bahwa bagian pentingnya bukanlah mengenai lancar tidaknya pembelajaran, namun memuaskan atau tidaknya proses pembelajaran yang dilakukan sehingga dapat diperbaiki di waktu mendatang.

8. Asesmen/Penilaian

Penilaian yang digunakan untuk mengukur ketercapaian pembelajaran meliputi penilaian pengetahuan, sikap, dan keterampilan yang terintegrasi dengan Profil Pelajar Pancasila. Penilaian pengetahuan diperoleh melalui tes tulis. Adapun penilaian sikap mengacu pada indikator dimensi elemen Profil Pelajar Pancasila.

Tabel 3.6 Format Penilaian Aktivitas 3

Nama Peserta Didik	Konsep Materi	Skor				Ket.
		1	2	3	4	
	Ide Rancangan					
	Identifikasi Karakteristik Biodigester yang Dipilih					
	Jumlah Skor					
	Skor Maksimum	8				

Keterangan Skor : 1 = Kurang Baik 3 = Baik
 2 = Cukup Baik 4 = Sangat Baik

Tabel 3.7 Rentang Nilai dan Rubrik Aktivitas 3

Indikator	Skor			
	1	2	3	4
Kemampuan Merancang Ide	Peserta didik belum mampu merancang ide produk biodigester.	Peserta didik cukup mampu merancang ide produk biodigester.	Peserta didik mampu merancang ide produk biodigester dengan baik, tetapi belum detail memberikan keterangannya.	Peserta didik sangat mampu merancang ide produk biodigester dan detail dalam memberikan keterangannya.
Kemampuan Menjelaskan Karakteristik Biodigester	Peserta didik belum mampu menjelaskan karakteristik biodigester dari ide yang telah disepakati kelompok.	Peserta didik cukup mampu mengidentifikasi karakteristik biodigester dari ide yang telah disepakati kelompok.	Peserta didik mampu mengidentifikasi karakteristik biodigester dari ide yang telah disepakati kelompok, namun tidak menyebutkan prosedur pembuatannya.	Peserta didik sangat mampu dan lengkap mengidentifikasi karakteristik biodigester dari ide yang telah disepakati kelompok serta menyebutkan prosedur pembuatannya.



Rumus Konversi Penilaian

$$\text{Skor: } \frac{\text{Jumlah Skor yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100 = \dots$$

Skor Minimal : 2

Skor Maksimal : 8

Tabel 3.8 Format Penilaian Aktivitas 4

Nama Peserta Didik	Konsep Materi	Skor				Ket.
		1	2	3	4	
	Rencana Kegiatan Rancangan					
	Pembuatan Diagram Blok					
Jumlah Skor yang Diperoleh						
Skor Maksimum		4				

Keterangan Skor : 1 = Kurang Baik 3 = Baik
 2 = Cukup Baik 4 = Sangat Baik

Tabel 3.9 Rentang Nilai dan Rubrik Aktivitas 4

Indikator	Skor			
	1	2	3	4
Kemampuan Membuat Rencana Kegiatan	Peserta didik belum mampu membuat jadwal kegiatan/ <i>timeline</i> pembuatan biodigester.	Peserta didik cukup mampu membuat jadwal kegiatan/ <i>timeline</i> pembuatan biodigester, namun belum dilengkapi dengan tanggal waktu pelaksanaan dan kegiatan tidak sesuai urutan.	Peserta didik mampu membuat jadwal kegiatan/ <i>timeline</i> pembuatan biodigester, namun tidak berurutan.	Peserta didik sangat mampu membuat jadwal kegiatan/ <i>timeline</i> pembuatan biodigester dan lengkap.

Kemampuan Membuat Diagram Blok	Peserta didik belum mampu membuat diagram blok dengan baik dan detail.	Peserta didik cukup mampu membuat diagram blok dengan baik, namun belum detail.	Peserta didik mampu membuat diagram blok dengan baik dan detail.	Peserta didik belum mampu membuat diagram blok dengan baik, runtut, dan detail.
---------------------------------------	--	---	--	---

Rumus Konversi Penilaian

$$\text{Skor: } \frac{\text{Jumlah Skor yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100 = \dots$$

Skor Minimal : 2

Skor Maksimal : 8

Tabel penilaian di atas adalah sekadar contoh, guru dapat memodifikasi penilaian yang disesuaikan dengan kondisi sekolah masing-masing. Dalam penilaian, guru dapat menggunakan penilaian portofolio, penilaian dilakukan dengan cara menilai kumpulan seluruh karya peserta didik atau kumpulan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Format, skor, dan rubrik penilaian dapat dirumuskan sesuai kebutuhan.

E. Kegiatan Pembelajaran Ketiga (Perencanaan Produksi)

1. Informasi untuk Guru

Kegiatan Pembelajaran Ke-3, peserta didik akan melakukan kegiatan diskusi bersama kelompok dalam membuat desain biodigester dalam bentuk sketsa yang akan dipraktikkan pada pertemuan selanjutnya. Desain yang dibuat disesuaikan dengan ide/gagasan peserta didik pada pertemuan sebelumnya. Peserta didik juga akan diminta membuat diagram blok alur kegiatan sehingga diharapkan akan lebih terstruktur dan sistematis proses pengerjaannya. Guru mengarahkan peserta didik untuk memilih satu ide/gagasan untuk dituangkan ke dalam sketsa desain alat dengan mempertimbangkan kemungkinan untuk dipraktikkan dan kebutuhan atau potensi sekitar. Peserta didik dapat mencari sumber informasi dari majalah, buku bacaan, jurnal, ataupun internet.



2. Tujuan Kegiatan Pembelajaran Ketiga

Setelah mempelajari materi ini, peserta didik diharapkan mampu:

- a. menentukan ide/gagasan pembuatan biodigester yang ingin dibuat;
- b. membuat desain berdasarkan ide/gagasan untuk pembuatan biodigester yang ingin dibuat;
- c. membuat diagram blok pembuatan biodigester; dan
- d. menuliskan penjelasan desain/rancangan berdasarkan observasi dan analisis yang telah dilakukan.

3. Langkah-Langkah Kegiatan Pembelajaran Ketiga

Langkah-langkah kegiatan pembelajaran merupakan rangkaian tahapan sistematis yang dilakukan oleh guru guna mengelola pengalaman belajar peserta didik. Adapun langkah-langkah kegiatan pembelajaran terdiri dari pendahuluan, inti, dan penutup.

a. Kegiatan Pendahuluan

Kegiatan awal pembelajaran dimulai dengan peserta didik mengamati gambar atau video terkait pembuatan desain biodigester. Peserta didik diberikan kesempatan untuk bertanya mengenai gambar atau video yang diberikan supaya tumbuh motivasi keingintahuan terkait materi yang disampaikan dan tumbuh kesadaran akan potensi lingkungan sekitar sehingga dapat dijadikan ide.

b. Kegiatan Inti

Peserta didik berkolaborasi dalam membuat desain produk biodigester. Arahkan peserta didik untuk membuat desain di atas selembar kertas HVS atau *sketchbook*. Desain yang sudah jadi diberi keterangan lengkap. Peserta didik yang memiliki kemampuan menggambar di komputer diberikan kesempatan dan fasilitas sebagai cara mengembangkan kemampuan dan bakat. Selanjutnya peserta didik diarahkan untuk mengerjakan Aktivitas 5.



AKTIVITAS 5. Desain Alat

Untuk mengerjakan Aktivitas 5 ini, lakukanlah hal-hal berikut:

1. Buatlah desain/rancangan biodigester sederhana bersama kelompok kalian!

(Peserta didik dapat menggunakan dan/atau mengembangkan rancangan biodigester yang ada di buku/internet dan disampaikan di kelas secara kreatif dan inovatif.)

2. Buatlah diagram blok alur kegiatan pembuatan produk!
3. Apa kesan yang kalian peroleh selama pembuatan desain/rancangan dan persiapan produksi? Ungkapkan pendapat kalian dalam diskusi!

c. Kegiatan Penutup

Peserta didik mereviu hasil diskusi dan mengungkapkan pengalaman yang diperoleh selama kegiatan diskusi. Guru memberikan tanggapan atas reviu yang dikemukakan oleh peserta didik.

4. Kegiatan Pembelajaran Alternatif

Pada mata pelajaran Prakarya dan Kewirausahaan: Rekayasa, peserta didik diarahkan untuk mampu menciptakan sebuah produk atau alat sebagai hasil karya setiap unit yang telah dipelajari. Jika terdapat kendala yang berkaitan dengan kemampuan peserta didik, maka produk dapat disesuaikan dengan kemampuan peserta didik. Sebagai contoh, pada pembelajaran yang menerapkan metode PjBL, peserta didik diarahkan untuk membuat sebuah laporan kegiatan proyek. Peserta didik yang memiliki kelebihan di bidang menulis dan visual bagus, maka tugas akhir pembuatan laporan dapat berbentuk sebuah ilustrasi yang menggambarkan secara jelas tahapan dan proses pembuatan produk. Dapat juga tugas *mind mapping* menjadi tugas membuat poster yang menarik, berwarna, dan informatif. Guru dapat menyediakan beragam pilihan tugas yang berbeda sehingga dapat menantang dan sesuai dengan keterampilan peserta didik.



5. Interaksi dengan Orang Tua

Guru menjalin komunikasi dengan orang tua/wali terkait kegiatan pembelajaran. Dalam hal membuat desain/perencanaan pembuatan produk, orang tua/wali dapat membagikan pengalamannya yang berhubungan dengan biodigester atau informasi terkait. Guru juga dapat berkomunikasi dengan orang tua agar dapat membimbing peserta didik dalam kegiatan desain/perencanaan tersebut.

6. Refleksi Guru

Refleksi diri perlu untuk dilakukan oleh guru karena dengan melakukan hal tersebut, guru mampu melakukan perbaikan dalam melaksanakan tugas selanjutnya. Dalam hal ini, guru memikirkan kembali mengenai hal yang telah dilakukan ketika proses pembelajaran berlangsung. Ketika seorang guru melakukan refleksi, perlu digarisbawahi bahwa bagian pentingnya bukanlah mengenai lancar tidaknya pembelajaran, namun memuaskan atau tidaknya proses pembelajaran yang dilakukan sehingga dapat diperbaiki di waktu mendatang.

7. Asesmen/Penilaian

Penilaian yang digunakan untuk mengukur ketercapaian pembelajaran meliputi penilaian keterampilan dan sikap. Penilaian keterampilan diperoleh melalui proyek, sedangkan untuk penilaian sikap mengacu pada indikator penilaian Profil Pelajar Pancasila.

Tabel 3.10 Format Penilaian Aktivitas 5

Nama Peserta Didik	Produk	Skor				Ket.
		1	2	3	4	
	Desain Produk					
	Originalitas Ide					
	Jumlah Skor yang Diperoleh					
	Skor Maksimum			8		

Tabel 3.11 Rentang Nilai dan Rubrik Penilaian Aktivitas 5

Indikator	Skor			
	1	2	3	4
Kemampuan Membuat Desain Produk	Peserta didik mampu membuat konsep desain secara sederhana, gambar kurang jelas, dan tidak ada keterangan gambar.	Peserta didik mampu membuat konsep desain secara sederhana, gambar terlihat jelas, keterangan gambar dibuat sederhana, dan dapat mengomunikasikan dengan baik.	Peserta didik mampu membuat konsep desain yang estetis dan ergonomis dengan detail, gambar terlihat jelas, keterangan gambar dibuat optimal, dan dapat mengomunikasikan dengan baik.	Peserta didik mampu membuat konsep desain yang estetis dan ergonomis dengan detail, gambar terlihat jelas, keterangan gambar dibuat optimal, dan dapat mengomunikasikan dengan baik.

Rumus Konversi Penilaian

$$\text{Skor: } \frac{\text{Jumlah Skor yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100 = \dots$$

Skor Minimal : 2

Skor Maksimal : 8

Tabel 3.12 Format Penilaian Aspek Sikap

Nama Peserta Didik	Proses Berkarya	Skala Sikap				Ket.
		Belum Terlihat	Mulai Terlihat dengan Bimbingan	Terlihat	Berkembang	
	Memahami & Menghargai Perasaan dan Sudut Pandang Orang/ Kelompok Lain					



	Mem- bangun Tim dan Menge- lola Kerja Sama					
	Menga- jukan Pertanya- an untuk Mengan- alisis Secara Kritis Permasa- lahan yang Kompleks dan Abstrak					
Jumlah Skor yang Diperoleh						
Skor Maksimal		12				

Keterangan Skor :

- 1 = Belum Terlihat
- 2 = Mulai Terlihat dengan Bimbingan
- 3 = Terlihat
- 4 = Berkembang

Rumus Konversi Penilaian Sikap

Skor:

$$\frac{\text{Jumlah Skor yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100 = \dots$$

Asesmen Diri (*Self Assesment*)

Berilah tanda cetang (✓) pada Asesmen Diri berikut berdasarkan kompetensimu dalam membuat rencana desain/perencanaan produk berdasarkan tingkat pemahamanmu!

	Saya dapat membuat rancangan desain biodigester.
	Saya dapat mengidentifikasi alat dan bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan biodigester.
	Saya dapat membuat diagram blok pembuatan biodigester berdasarkan fungsinya.

Asesmen Antarteman (*Peer Assessment*)

Tugas Presentasi

Nama Penilai :

Nama Teman yang Dinilai :

Berilah tanda centang (✓) pada pernyataan yang menurutmu sesuai!

	Pesan yang disampaikan jelas.
	Materi yang disampaikan runtut.
	Kemampuan menyampaikan baik.

Tabel penilaian di atas adalah contoh, guru dapat melakukan modifikasi penilaian yang disesuaikan dengan kondisi sekolah masing-masing. Dalam mengambil penilaian, guru dapat menggunakan penilaian portofolio, di mana penilaian dilakukan dengan cara menilai kumpulan seluruh karya peserta didik atau kumpulan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Format, skor, dan rubrik penilaian dapat dirumuskan sesuai kebutuhan.

F. Kegiatan Pembelajaran Keempat Sampai dengan Ketujuh (Produksi)

Pertemuan Ke-4 Sampai dengan Ke-7

8 JP = 8 x 45 Menit

1. Konteks Fungsi Produk

Pada kegiatan pembelajaran tahap produksi ini, diharapkan menghasilkan produk biodigester rumah tangga yang berfungsi untuk menghasilkan biogas skala rumah tangga. Dalam proses produksi pembuatan biodigester, harus dilakukan dengan tahapan yang benar.

Sebelum membuat produk, ada beberapa dokumen yang harus disiapkan, seperti spesifikasi teknis yang akan dibuat, perkiraan volume *output*/produksi, anggaran biaya untuk bisa



mencapai target, kinerja yang harus dipenuhi dalam produk, rencana waktu pembuatan, dan di mana tempat biodigester tersebut akan dibuat.

Produk biodigester yang dibuat harus melalui proses pengujian, mulai dari pengujian bahan, pengujian tekanan, pengujian temperatur, pengujian gas yang dihasilkan, dan pengujian pemakaian langsung untuk keperluan rumah tangga. Pengujian ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi adanya risiko dan meminimalkan atau bahkan menghilangkan risiko yang mungkin timbul.

2. Informasi untuk Guru

Pada Kegiatan Pembelajaran Ke-4 sampai dengan Ke-7, peserta didik akan melakukan kegiatan bersama kelompok dalam membuat biodigester yang dimodifikasi sesuai dengan desain yang telah dibuat sebelumnya. Peserta didik dapat mencari sumber informasi dari majalah, buku bacaan, jurnal, ataupun internet, selanjutnya peserta didik beserta anggota kelompok mempersiapkan alat dan bahan yang diperlukan untuk membuat biodigester. Setelah semua sudah dipersiapkan, kegiatan selanjutnya adalah proses pembuatan biodigester dengan melakukan uji coba produk yang telah dibuat pada lingkungan yang relevan, seperti taman di sekolah atau di rumah.

3. Tujuan Kegiatan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini, peserta didik diharapkan mampu:

- a. menyiapkan bahan dan alat yang diperlukan dalam kegiatan produksi biodigester;
- b. melakukan kegiatan produksi pembuatan biodigester berdasarkan desain yang telah dibuat sebelumnya; dan
- c. melakukan uji coba biodigester di tempat atau lingkungan yang relevan.

4. Langkah-Langkah Kegiatan Pembelajaran

Langkah-langkah kegiatan pembelajaran merupakan rangkaian tahapan sistematis yang dilakukan oleh guru guna

mengelola pengalaman belajar peserta didik. Adapun langkah-langkah kegiatan pembelajaran terdiri dari pendahuluan, inti, dan penutup.

a. Kegiatan Pendahuluan

Pada kegiatan awal, peserta didik bersama kelompoknya mengecek seluruh alat dan bahan yang diperlukan untuk membuat biodigester serta mempersiapkan desain rancangan alat dan prosedur pembuatan.

b. Kegiatan Inti

Peserta didik mulai membuat biodigester dengan memperhatikan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) serta berhati-hati selama kegiatan. Peserta didik diarahkan untuk melakukan uji coba biodigester. Berikut contoh Aktivitas 6 dan Aktivitas 7 yang dapat dilakukan.



AKTIVITAS 6. Persiapan Produksi

Untuk mengerjakan Aktivitas 6 ini, lakukanlah hal-hal berikut:

1. Siapkan alat dan bahan yang dibutuhkan untuk pembuatan biodigester, kemudian jelaskan fungsi dari masing-masing alat dan bahan tersebut!
2. Simpanlah nota atau bukti pembelian alat dan bahan tersebut karena akan digunakan pada kegiatan pembelajaran cara menentukan Harga Pokok Produksi (HPP)!



AKTIVITAS 7. Membuat Biodigester (Kelompok)

Untuk mengerjakan Aktivitas 7 ini, lakukanlah hal-hal berikut:

1. Buatlah biodigester berdasarkan desain yang telah dibuat pada pertemuan sebelumnya!



(Perhatikan keselamatan dan kesehatan kerja pada saat praktik, terutama jika menggunakan alat tajam. Kalian akan berinteraksi dengan limbah. Oleh karena itu, gunakanlah alat-alat pelindung kesehatan, seperti sarung tangan, masker, dan *handsanitizer* pada kegiatan praktik untuk menjaga kesehatan, keamanan, dan keselamatan.)

2. Jelaskan secara rinci prosedur kerja pembuatan biodigester!
3. Uji cobalah biodigester yang telah kalian buat di lingkungan yang relevan! Apakah alat dapat berfungsi dengan baik?
(Jika memungkinkan, dokumentasikanlah hasil akhir biodigester yang kelompok kalian buat.)
4. Buatlah laporan akhir kegiatan pembuatan biodigester!
(Laporan dapat berbentuk jurnal kegiatan, makalah, atau mengisi LK-7! Guru dapat menyesuaikan dengan kondisi di sekolah masing-masing.)

5. Kegiatan Pembelajaran Alternatif

Pada kegiatan pembelajaran dapat saja guru dihadapkan pada suatu hambatan atau kendala yang tidak terduga, baik dari kesiapan peserta didik, kondisi sekolah, ataupun lingkungan yang kurang memadai. Mungkin saja pada saat menjelaskan dan menampilkan media ajar, listrik padam atau proyektor tidak menyala. Tentu saja guru harus mampu untuk mengatasi hambatan dan kendala tersebut serta cepat melakukan penyesuaian. Guru perlu mempersiapkan alternatif kegiatan pembelajaran agar tetap berjalan dan tujuan pembelajaran tercapai sesuai dengan prinsip pembelajaran.

Persiapkanlah rancangan kegiatan pembelajaran alternatif sesuai dengan hambatan atau kendala yang mungkin terjadi di sekolah masing-masing. Setiap sekolah sangat mungkin untuk menghadapi hambatan atau kendala yang berbeda. Berikut adalah contoh kegiatan pembelajaran alternatif yang dapat menjadi inspirasi bagi guru dalam melaksanakan kegiatan di kelas.

a. Metode Pembelajaran

Gunakanlah metode pembelajaran yang mendukung kemajuan perkembangan kompetensi peserta didik. Evaluasilah metode yang digunakan di kelas. Jika metode berbasis proyek tidak dapat dilakukan di sekolah, maka guru dapat menerapkan metode lain, seperti metode yang berbasis tantangan atau berbasis masalah.

b. Media Pembelajaran

Guru dapat memanfaatkan media Youtube sebagai media pembelajaran. Sebagai contoh, guru melakukan siaran langsung melalui Youtube sehingga guru dapat menyapa dan menjalin komunikasi dua arah dengan peserta didik. Materi yang disampaikan dapat diunggah melalui *channel* Youtube sehingga peserta didik dapat mengakses pembelajaran kapan saja dan di mana saja. Peserta didik dapat mengulang pembelajaran yang terlewat atau belum dipahami.

c. Strategi Pembelajaran

Banyak alternatif strategi pembelajaran yang dapat dipilih dan diterapkan oleh guru agar pembelajaran menarik dan tidak membosankan. Misalnya model *Student Team Achievement Divisions* (STAD), *Problem Based Instructions* (PBI), *Talking Stick*, dan lain sebagainya.

d. Kegiatan Pembelajaran

Pada mata pelajaran Prakarya dan Kewirausahaan: Rekayasa, peserta didik diarahkan untuk mampu menciptakan sebuah produk atau alat sebagai hasil karya setiap unit yang telah dipelajari. Jika kendala yang muncul berkaitan dengan kemampuan peserta didik, maka produk dapat disesuaikan dengan kemampuan peserta didik, contoh: Pada proses pembelajaran yang menerapkan PjBL peserta didik diarahkan untuk membuat sebuah laporan kegiatan proyek. Peserta didik yang memiliki kelebihan di bidang menulis dan visual bagus, maka tugas akhir pembuatan laporan dapat berbentuk sebuah ilustrasi yang menggambarkan secara jelas tahapan dan proses pembuatan produk. Dapat juga tugas *mind mapping* menjadi tugas membuat poster yang menarik, berwarna, dan informatif. Guru dapat menyediakan beragam pilihan



tugas yang berbeda sehingga dapat menantang dan sesuai dengan keterampilan peserta didik.

e. Interaksi dengan Orang Tua/Wali

Guru menjalin komunikasi dengan orang tua/wali terkait kegiatan pembelajaran. Peserta didik diberikan pendampingan selama proses pembuatan produk biodigester. Orang tua dapat berbagi pengalaman terutama pada saat proses pengerjaan berlangsung. Ingatkan peserta didik untuk berhati-hati dalam menggunakan alat dan bahan yang berbau tajam.

f. Refleksi Guru

Refleksi diri perlu untuk dapat dilakukan oleh guru karena dengan melakukan hal tersebut, guru mampu melakukan perbaikan dalam melaksanakan tugas selanjutnya. Dalam hal ini, guru memikirkan kembali hal yang telah dilakukan ketika proses pembelajaran berlangsung. Ketika seorang guru melakukan refleksi, perlu digarisbawahi bahwa bagian pentingnya bukanlah mengenai lancar tidaknya pembelajaran namun memuaskan atau tidaknya proses pembelajaran yang dilakukan sehingga dapat diperbaiki di waktu mendatang.

g. Asesmen/Penilaian

Penilaian yang digunakan untuk mengukur ketercapaian pembelajaran meliputi penilaian pengetahuan, keterampilan, dan sikap. Penilaian pengetahuan diperoleh melalui tes tertulis dan untuk penilaian keterampilan diperoleh melalui proyek. Sedangkan untuk penilaian sikap mengacu pada indikator penilaian Profil Pelajar Pancasila.

Tabel 3.13 Format Penilaian Aktivitas 6

Nama Peserta Didik	Konsep Materi	Skor				Ket.
		1	2	3	4	
	Mengidentifikasi Alat dan Bahan yang Digunakan					
	Identifikasi Fungsi Alat dan Bahan					
	Jumlah Skor					
	Skor Maksimum	8				

Tabel 3.14 Rentang Nilai dan Rubrik Aktivitas 6

Indikator	Skor			
	1	2	3	4
Persiapan Alat dan Bahan	Peserta didik belum mempersiapkan alat, bahan, dan desain rancangan secara lengkap.	Peserta didik mempersiapkan alat, bahan, dan desain rancangan namun tidak lengkap.	Peserta didik mempersiapkan alat, bahan, dan desain, tetapi terdapat 1 alat/bahan yang kurang tepat.	Peserta didik mempersiapkan alat, bahan, dan desain rancangan secara lengkap.
Menjelaskan Fungsi Alat dan Bahan	Peserta didik belum mampu menjelaskan fungsi alat dan bahan yang digunakan pada proses pembuatan biodigester.	Peserta didik cukup mampu menjelaskan fungsi alat dan bahan yang digunakan pada proses pembuatan biodigester, namun belum lengkap.	Peserta didik cukup mampu menjelaskan fungsi alat dan bahan yang digunakan pada proses pembuatan biodigester secara lengkap.	Peserta didik mampu menjelaskan fungsi alat dan bahan yang digunakan pada proses pembuatan biodigester dengan baik dan lengkap.

Rumus Konversi Penilaian

$$\text{Skor: } \frac{\text{Jumlah Skor yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100 = \dots$$

Skor Minimal : 2

Skor Maksimal : 8

Tabel 3.15 Format Penilaian Aktivitas 7

Nama Peserta Didik	Produk dan Kewirausahaan	Skor				Ket.
		1	2	3	4	
	Membuat Produk Biodigester					
	Membuat Laporan Kegiatan					
	Jumlah Skor yang Diperoleh					
	Skor Maksimum	8				



Tabel 3.16 Rentang Nilai dan Rubrik Aktivitas 7

Indikator	Skor			
	1	2	3	4
Kemampuan Membuat Produk Biodigester	Peserta didik mampu membuat produk biodigester dengan bahan seadanya dan teknik sederhana, namun tidak sesuai dengan perencanaan, baik desain maupun karakteristiknya.	Peserta didik mampu membuat produk dengan bahan seadanya dan teknik sederhana, tanpa terlihat inovasi atau modifikasi.	Peserta didik mampu membuat produk biodigester dengan modifikasi bahan dan teknik.	Peserta didik mampu membuat produk rekayasa dengan modifikasi bahan dan teknik, bentuk produk yang inovatif, dan tampilan yang menarik.
Kemampuan Membuat Laporan Kegiatan	Peserta didik belum mampu membuat laporan kegiatan pembuatan biodigester.	Peserta didik cukup mampu membuat laporan kegiatan pembuatan biodigester.	Peserta didik mampu membuat laporan kegiatan pembuatan biodigester.	Peserta didik sangat mampu membuat laporan kegiatan pembuatan biodigester dengan lengkap.

Rumus Konversi Penilaian

$$\text{Skor: } \frac{\text{Jumlah Skor yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100 = \dots$$

Skor Minimal : 2

Skor Maksimal : 8

Tabel penilaian di atas adalah contoh, guru dapat melakukan modifikasi penilaian yang disesuaikan dengan kondisi sekolah masing-masing. Dalam mengambil penilaian, guru dapat menggunakan penilaian portofolio, yaitu penilaian dilakukan dengan cara menilai kumpulan seluruh karya peserta didik atau kumpulan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Format, skor, dan rubrik penilaian dapat dirumuskan sesuai kebutuhan.

G. Kegiatan Pembelajaran Kedelapan

Pertemuan Ke-8

2 JP = 2 x 45 Menit

1. Konteks Fungsi Produk

Sebuah produk biodigester yang berhasil lolos uji coba produk akan memiliki peluang bisnis sehingga akan bernilai jual. Oleh karena itu, perlu dilakukan perhitungan harga produk untuk melihat apakah memang layak jual.

Harga jual produk diperoleh dari penetapan perhitungan Harga Pokok Produksi (HPP). Peserta didik perlu untuk mengetahui cara menentukan HPP agar mampu melakukan perhitungan dan penetapan harga jual produk sesuai dengan pasar sasarnya.

2. Informasi untuk Guru

Pada Kegiatan Pembelajaran Ke-8, peserta didik akan melakukan perhitungan dan penentuan Harga Pokok Produksi (HPP) secara diskusi bersama kelompok sesuai dengan biodigester yang telah dibuat. Peserta didik dapat mencari sumber informasi dari majalah, buku bacaan, jurnal, ataupun internet. Peserta didik mencatat setiap harga bahan dan alat yang digunakan dalam pembuatan biodigester.

Jika kita akan melakukan usaha, maka lakukanlah perhitungan HPP ini sebelum membuat produk. Perhitungan HPP dapat kalian lakukan pada tahap perencanaan, hal ini dapat mencegah kerugian yang besar.

Guru harus menjelaskan dengan terperinci dalam hal penentuan HPP, hal apa saja yang harus diperhatikan sehingga tidak ada kekeliruan dalam penentuan HPP tersebut. Semua biaya tetap dan biaya tidak tetap harus dimasukkan dalam perhitungan HPP, termasuk yang harus terus diingatkan adalah memasukkan biaya penyusutan alat dan mesin, karena hal ini juga termasuk dalam komponen HPP. Jika ada hal yang terlewat untuk dimasukkan ke dalam komponen HPP, ini bisa menjadi penyebab pada akhirnya bisnis yang dilakukan tidak menghasilkan laba.



Saat penentuan margin keuntungan, guru menekankan bahwa besar keuntungan yang didapatkan harus berdasarkan studi pasar terhadap produk pesaingnya jika sudah ada, atau produk yang sejenis jika belum ada yang sama. Walaupun besaran keuntungan tidak ada batasan, tetapi harus diperhatikan tingkat penerimaan dan persaingan di pasar.

3. Tujuan Kegiatan Pembelajaran Kedelapan

Setelah mempelajari materi ini peserta didik diharapkan mampu:

- a. menjelaskan pengertian Harga Pokok Produksi (HPP);
- b. memahami cara menentukan HPP suatu produk;
- c. melakukan perhitungan HPP suatu produk dengan benar; dan
- d. membuat laporan kegiatan produksi.

4. Langkah-Langkah Kegiatan Pembelajaran

Langkah-langkah kegiatan pembelajaran merupakan rangkaian tahapan sistematis yang dilakukan oleh guru guna mengelola pengalaman belajar peserta didik. Adapun langkah-langkah kegiatan pembelajaran terdiri dari pendahuluan, inti, dan penutup.

a. Kegiatan Pendahuluan

Kegiatan awal pembelajaran dimulai dengan peserta didik mengamati gambar atau video terkait perhitungan HPP produk biodigester. Peserta didik diberikan kesempatan untuk bertanya mengenai gambar atau video yang diberikan supaya tumbuh motivasi keingintahuan terkait materi yang disampaikan dan tumbuh kesadaran akan potensi lingkungan sekitar sehingga dapat dijadikan ide.

b. Kegiatan Inti

Peserta didik menggali informasi terkait pengertian Harga Pokok Produksi (HPP) dan cara penentuan HPP. Perhitungan HPP dilakukan sebelum masuk tahap produksi, agar dapat melihat layak atau tidak produk yang kita buat untuk bersaing di pasaran. Peserta didik diarahkan untuk membuat laporan perhitungan HPP. Peserta didik melakukan kegiatan sesuai Aktivitas 8.



AKTIVITAS 8. Perhitungan Harga Pokok Produksi

Untuk mengerjakan Aktivitas 8 ini, lakukanlah hal-hal berikut:

1. Buatlah catatan harga alat dan bahan yang digunakan untuk membuat produk biodigester!
2. Diskusikan dan hitung penetapan harga pokok penjualan dan harga jual produk biodigester!

c. Kegiatan Penutup

Pada akhir kegiatan, peserta didik sebagai perwakilan kelompok akan melakukan presentasi terkait laporan perhitungan Harga Pokok Produksi (HPP) produk yang dibuat. Guru mengapresiasi hasil diskusi dan memberikan penilaian.

5. Kegiatan Pembelajaran Alternatif

Pada kegiatan pembelajaran dapat saja guru dihadapkan pada suatu hambatan atau kendala yang tidak terduga, baik dari kesiapan peserta didik, kondisi sekolah, ataupun lingkungan yang kurang memadai. Mungkin saja pada saat menjelaskan dan menampilkan media ajar, listrik padam atau proyektor tidak menyala. Tentu saja guru harus mampu untuk mengatasi hambatan dan kendala tersebut dan cepat melakukan penyesuaian. Guru perlu mempersiapkan alternatif kegiatan pembelajaran agar tetap berjalan dan tujuan pembelajaran tercapai sesuai dengan prinsip pembelajaran.

Persiapkanlah rancangan kegiatan pembelajaran alternatif sesuai dengan hambatan atau kendala yang mungkin terjadi di sekolah masing-masing. Setiap sekolah sangat mungkin untuk menghadapi hambatan atau kendala yang berbeda. Berikut contoh kegiatan pembelajaran alternatif yang dapat menjadi inspirasi bagi guru dalam melaksanakan kegiatan di kelas.

a. Metode Pembelajaran

Gunakanlah metode pembelajaran yang mendukung kemajuan perkembangan kompetensi peserta didik.



Evaluasilah metode yang digunakan di kelas. Jika metode berbasis proyek tidak dapat dilakukan di sekolah, maka guru dapat menerapkan metode lain, seperti metode yang berbasis tantangan atau berbasis masalah.

b. Media Pembelajaran

Guru dapat memanfaatkan media Youtube sebagai media pembelajaran. Sebagai contoh, guru melakukan siaran langsung melalui Youtube sehingga guru dapat menyapa dan menjalin komunikasi dua arah dengan peserta didik. Materi yang disampaikan dapat diunggah melalui *channel* Youtube sehingga peserta didik dapat mengakses pembelajaran kapan saja dan di mana saja. Peserta didik dapat mengulang pembelajaran yang terlewat atau belum dipahami.

c. Strategi Pembelajaran

Banyak alternatif strategi pembelajaran yang dapat dipilih dan diterapkan oleh guru agar pembelajaran menarik dan tidak membosankan. Sebagai contoh model *Student Team Achievement Divisions* (STAD), *Problem Based Instructions* (PBI), *Talking Stick*, dan lain sebagainya.

d. Kegiatan Pembelajaran

Pada pelajaran Prakarya dan Kewirausahaan: Rekayasa, peserta didik diarahkan untuk mampu menciptakan sebuah produk atau alat sebagai hasil karya setiap unit yang telah dipelajari. Jika kendala yang muncul berkaitan dengan kemampuan peserta didik, maka produk dapat disesuaikan dengan kemampuan peserta didik, contoh: Pada proses pembelajaran dengan menerapkan PjBL peserta didik diarahkan untuk membuat sebuah laporan kegiatan proyek. Peserta didik yang memiliki kelebihan di bidang menulis dan visual bagus, maka tugas akhir pembuatan laporan dapat berbentuk sebuah ilustrasi yang menggambarkan secara jelas tahapan dan proses pembuatan produk. Dapat juga tugas *mind mapping* menjadi tugas membuat poster yang menarik, berwarna, dan informatif. Guru dapat menyediakan beragam pilihan tugas yang berbeda sehingga dapat menantang dan sesuai dengan keterampilan peserta didik.

6. Interaksi dengan Orang Tua/Wali

Guru menjalin komunikasi dengan orang tua/wali terkait kegiatan pembelajaran. Dalam hal mencari informasi mengenai Harga Pokok Produksi (HPP), orang tua dapat membagikan pengalaman keseharian terkait kewirausahaannya. Proses jual beli barang dalam aktivitas sehari-hari dapat menjadi tambahan pengetahuan dan wawasan terhadap proses pembelajaran yang dialami peserta didik.

7. Refleksi Guru

Refleksi diri perlu untuk dapat dilakukan oleh guru karena dengan melakukan hal tersebut, guru mampu melakukan perbaikan dalam melaksanakan tugas selanjutnya. Dalam hal ini, guru memikirkan kembali mengenai hal yang telah dilakukan ketika proses pembelajaran berlangsung. Ketika seorang guru melakukan refleksi, perlu digarisbawahi bahwa bagian pentingnya bukanlah mengenai lancar tidaknya pembelajaran, namun memuaskan atau tidaknya proses pembelajaran yang dilakukan sehingga dapat diperbaiki di waktu mendatang.

8. Asesmen/Penilaian

Penilaian yang digunakan untuk mengukur ketercapaian pembelajaran meliputi penilaian pengetahuan, keterampilan, dan sikap. Penilaian pengetahuan diperoleh melalui tes tertulis dan untuk penilaian keterampilan diperoleh melalui proyek. Sedangkan untuk penilaian sikap mengacu pada indikator penilaian Profil Pelajar Pancasila.

Tabei 3.17 Format Penilaian Aspek Aktivitas 8

Nama Peserta Didik	Konsep Materi	Skor				Ket.
		1	2	3	4	
	Perhitungan Biaya Bahan Baku					
	Perhitungan Total Biaya Produksi					
	Perhitungan HPP					
	Jumlah Skor yang Diperoleh					
	Skor Maksimum			12		



Tabel 3.18 Rentang Nilai dan Rubrik Aktivitas 8

Indikator	Skor			
	1	2	3	4
Kemampuan Menghitung Biaya Bahan Baku Produk	Peserta didik belum mampu melakukan perhitungan biaya bahan baku dan total biaya produksi serta menentukan HPP untuk biodigester.	Peserta didik cukup mampu melakukan perhitungan biaya bahan baku dan total biaya produksi, namun masih salah dalam menentukan HPP untuk biodigester.	Peserta didik mampu melakukan perhitungan biaya bahan baku dan total biaya produksi, namun masih salah dalam menentukan HPP untuk biodigester.	Peserta didik sangat mampu melakukan perhitungan biaya bahan baku dan total biaya produksi serta mampu menentukan HPP untuk biodigester.

Rumus Konversi Penilaian Pengetahuan

$$\text{Skor: } \frac{\text{Jumlah Skor yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100 = \dots$$

Skor Minimal : 2

Skor Maksimal : 8

Tabel penilaian di atas adalah contoh, guru dapat melakukan modifikasi penilaian yang disesuaikan dengan kondisi sekolah masing-masing. Dalam mengambil penilaian, Guru dapat menggunakan penilaian portofolio kemudian penilaian dilakukan dengan cara menilai kumpulan seluruh karya peserta didik atau kumpulan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Format, skor, dan rubrik penilaian dapat dirumuskan sesuai kebutuhan.

H. Kegiatan Pembelajaran Kesembilan

Pertemuan Ke-9

2 JP = 2 x 45 Menit

1. Konteks Fungsi Produk

Keberhasilan belajar peserta didik dapat dilihat dengan cara melakukan evaluasi pembelajaran. Melalui evaluasi, guru dapat:

- a. mengetahui apakah peserta didik mampu memahami dan menguasai materi yang telah diberikan;
- b. mengetahui apakah peserta didik bersikap sebagaimana yang diharapkan;
- c. mengetahui apakah mereka telah memiliki keterampilan berbahasa; dan
- d. mengetahui keberhasilan proses belajar mengajar yang telah dilakukan.

Proses pembelajaran yang tidak berhasil dapat disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain tingkat kemampuan peserta didik yang rendah, kualitas materi pelajaran tidak sesuai dengan tingkat usia anak, jumlah beban pelajaran terlalu banyak sehingga tidak sesuai dengan waktu yang diberikan, dan komponen proses belajar dan mengajar yang kurang sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan oleh guru (Magdalena, 2020). Seorang guru harus melakukan evaluasi agar mengetahui perubahan yang seharusnya dilakukan.

Adapun prinsip umum evaluasi adalah harus kontinu tidak boleh insidental, komprehensif terhadap suatu objek, adil dan objektif, kooperatif, dan praktis. Praktis artinya mudah digunakan bagi yang menyusun evaluasi maupun yang menggunakannya (Ratnawulan dan Rosdiana, 2014).

2. Informasi untuk Guru

Evaluasi pembelajaran dapat disesuaikan dengan kondisi sekolah masing-masing. Guru dapat melakukan ulangan atau tes akhir yang berkaitan dengan materi Unit 3 yang dipelajari. Bentuk soal dapat berupa pilihan ganda atau esai. Bentuk evaluasi yang dapat dilakukan selain melakukan ulangan, yakni membuat jurnal kegiatan. Guru diberikan kebebasan memilih dan menentukan cara mengevaluasi kegiatan pembelajaran.

3. Tujuan Kegiatan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini peserta didik diharapkan mampu:

- a. mengidentifikasi permasalahan yang terjadi saat pembelajaran;



- b. menganalisis permasalahan yang terjadi selama proses pembelajaran agar pembelajaran berikutnya menjadi lebih baik; dan
- c. melihat kemampuan diri selama proses pembelajaran.

4. Refleksi Peserta Didik

Untuk mengukur pemahaman kalian terhadap materi Unit 3, isilah tabel berikut. Berilah tanda centang (√) pada kolom tidak, kurang, atau paham berdasarkan tingkat pemahaman kalian.

Tabel 3.19 Tabel Refleksi Peserta Didik

No.	Aspek yang Diukur	Tingkat Pemahaman			
		4	3	2	1
1	Menyimpulkan terkait produk rekayasa teknologi terapan				
2	Memahami tentang perkembangan biodigester				
3	Mampu membandingkan jenis-jenis biodigester				
4	Memahami tahapan persiapan produksi				
5	Mempraktikkan pembuatan biodigester				
6	Memahami prosedur kerja pembuatan biodigester skala rumah tangga				
7	Memahami perhitungan HPP				

Keterangan :

4 = Sangat Paham

3 = Paham

2 = Kurang Paham

1 = Tidak Paham

Rumus Konversi Evaluasi Diri

Skor:

$$\frac{\text{Jumlah Skor yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100 = \dots$$

Pedoman Penilaian:

Nilai Akhir	Predikat
81–100	A
61–80	B
41–60	C
21–40	D
≤ 20	E

Contoh:

Nama Peserta Didik: Desi

Skor : 85

Deskripsi : Peserta didik memiliki kemampuan **sangat baik** dalam pemahaman pengetahuan materi dan konsep produk rekayasa teknologi terapan serta **kompeten** dalam keterampilan produksi dan kewirausahaan.

Bagi peserta didik yang masih kurang memahami materi yang telah diberikan, dapat diberikan kegiatan remedial. Bentuk kegiatan remedial dapat berupa pembuatan *mindmap* materi yang telah diberikan. Adapun kegiatan pengayaan yang diberikan kepada peserta didik yang telah menguasai materi bisa melalui pemberian informasi tambahan.

5. Pengayaan

Peserta didik yang telah mampu menguasai materi Unit 3 dan memiliki minat yang tinggi terhadap topik yang diajarkan dapat diberikan aktivitas dan materi tambahan agar mampu meningkatkan level pengetahuannya. Contoh aktivitas pengayaan yang dapat diberikan dengan mencari artikel terkait Biogas untuk Pembangkit Listrik dan peserta didik membuat *mindmap* dari apa yang telah dibaca. Peserta didik dapat memperoleh informasi dengan mengunjungi laman berikut:

- <https://www.bppt.go.id/berita-bppt/plt-biogas-pome-olah-limbah-cair-sawit-menjadi-listrik>
- <http://www.pertagas.pertamina.com/Portal/Content/Read/48>
- <https://www.youtube.com/watch?v=kNAAH6zH4ws>



6. Asesmen/Penilaian

a. Penilaian Aspek Pengetahuan

Aspek Pengetahuan	Rubrik				Ket.
	1	2	3	4	
Aktivitas 1					
• Analisis Masalah				√	
• Identifikasi Produk Rekayasa Teknologi Terapan			√		
Aktivitas 2					
• Eksplorasi Produk Rekayasa Teknologi Terapan di Lingkungan Sekitar			√		
• Analisis Hasil Produksi Rekayasa Teknologi Terapan di Lingkungan Sekitar			√		
Aktivitas 3					
• Ide Rancangan			√		
• Identifikasi Karakteristik Biodigester yang Dipilih			√		
Aktivitas 6					
• Identifikasi Alat dan Bahan yang Digunakan				√	
• Identifikasi Fungsi Alat dan Bahan				√	
Aktivitas 8					
• Perhitungan Biaya Bahan Baku				√	
• Perhitungan Total Biaya Produksi				√	
• Perhitungan HPP				√	
Jumlah Skor			39		
Skor Maksimum			44		

Nilai Konversi Pengetahuan: $39/44 \times 100 = 88,6$

b. Penilaian Aspek Keterampilan

Produk dan Kewirausahaan	Skor				Ket.
	1	2	3	4	
Aktivitas 4					
• Rencana Kegiatan Rancangan				√	
• Kesesuaian Rencana Kegiatan				√	

Aktivitas 5					
• Desain Produk				√	
• Presentasi Desain Produk			√		
Aktivitas 7					
• Produk Biodigester			√		
• Laporan Kegiatan				√	
Jumlah Skor			22		
Skor Maksimum			24		

Nilai Konversi Keterampilan: $22/24 \times 100 = 91,7$

c. Pedoman Penilaian Aspek Sikap

Nilai akhir perhitungan sikap diperoleh dari rata-rata perolehan nilai sikap di setiap kegiatan.

Nilai Akhir	Predikat
81–100	A
61–80	B
41–60	C
21–40	D
≤ 20	E

Deskripsi:

Peserta didik mampu memperlihatkan karakter **sangat baik** yang **berkembang** dalam kegiatan pembelajaran di kelas.

Guru juga dapat menggunakan penilaian portofolio, di mana penilaian dilakukan dengan cara menilai kumpulan seluruh karya peserta didik dalam suatu tugas tertentu yang bersifat reflektif-integratif untuk mengetahui perkembangan dan kreativitas peserta didik dalam kurun waktu tertentu. Format, skor, dan rubrik penilaian dapat dirumuskan sesuai kebutuhan.



EVALUASI UNIT 3

Jawablah soal-soal berikut dengan memilih salah satu jawaban yang tepat!

1. Proses fermentasi sampah organik rumah tangga, seperti sisa makanan, buah-buahan, sayuran, dan kotoran hewan ternak dapat menghasilkan berbagai jenis gas yang didominasi oleh gas
 - A. karbondioksida
 - B. nitrogen
 - C. metana
 - D. karbonmonoksida
 - E. hidrogen sulfida
2. Digester yang memiliki penampung gas yang dapat bergerak ke atas ketika gas bertambah dan turun ketika gas berkurang adalah digester tipe
 - A. *fix domed plant*
 - B. *floating drum plant*
 - C. balon
 - D. *plug flow*
 - E. *circle floating plant*
3. Untuk menghasilkan gas yang optimal diperlukan pencampuran kotoran sapi dengan air, jika ada kotoran sapi 15 m³, maka harus ditambah air sebanyak
 - A. 20 liter
 - B. 40 liter
 - C. 60 liter
 - D. 75 liter
 - E. 80 liter
4. Banyaknya produksi biogas sangat ditentukan oleh jenis bahan bakunya, bahan berikut yang dapat digunakan sebagai penghasil biogas adalah . . .

- A. kotoran sapi, sampah buah-buahan atau sayuran, dan sampah plastik.
 - B. kotoran kambing, sampah sayuran, dan sampah botol plastik air mineral.
 - C. kotoran ayam, sampah buah-buahan, kotoran sapi, dan sampah elektronik.
 - D. kotoran manusia, kotoran ayam, sampah buah-buahan, dan kotoran sapi.
 - E. kotoran sapi, sisa potongan pipa PVC, sisa makanan, dan kotoran kambing.
5. Volume gas yang dihasilkan dari proses fermentasi bahan baku biogas sangat bergantung pada
- A. jenis sampah atau kotoran yang digunakan
 - B. tingkat keasaman bahan baku biogas
 - C. tingkat kelembaban ruang digester
 - D. banyaknya sampah atau kotoran yang digunakan
 - E. semuanya benar



Panduan Khusus

UNIT 4	KOMPOSTER
-------------------------	------------------

Fenomena sampah merupakan masalah yang sampai saat ini sulit dipecahkan.

Mampukah kita menemukan solusi mengenai permasalahan sampah? Bagaimana cara mengelola sampah yang efektif dan efisien?



A. Peta Materi Komposter

Peta materi adalah desain yang menggambarkan gagasan pokok dari pembahasan yang terkandung dalam buku. Peta materi merupakan suatu cara memetakan sebuah informasi yang digambarkan ke dalam bentuk cabang-cabang pikiran dengan berbagai imajinasi kreatif (Chusni dkk, 2018: 6). Pada Unit 4 ini peta materi yang dibuat membahas materi produk rekayasa teknologi terapan, yaitu Komposter.

Guru dapat membuat peta materi guna membantu peserta didik dalam memahami materi yang disajikan. Penyajian dilakukan melalui pemaparan konsep-konsep yang berhubungan dan terintegrasi. Materi yang tidak dipahami oleh peserta didik dapat ditanyakan secara langsung kepada guru melalui interaksi pembelajaran. Di samping itu, peta materi juga berguna untuk menghaluskan pemikiran peserta didik agar menjadi lebih kreatif dan kritis.



B. Skema Pembelajaran Komposter

Sebuah pembelajaran memerlukan adanya skema pembelajaran sebagai kerangka/rancangan bagi berlangsungnya proses pembelajaran tersebut. Berikut uraian skema pembelajaran Komposter.

1. Tujuan Pembelajaran Komposter

Tujuan pembelajaran disusun berdasarkan elemen sebagai berikut:

a. Observasi dan Eksplorasi

Setelah mempelajari materi ini peserta didik diharapkan mampu:

- 1) menunjukkan produk rekayasa teknologi konversi energi berdasarkan spesifikasi dan kompleksitasnya yang memiliki nilai jual; dan
- 2) mengeksplorasi karakteristik produk rekayasa teknologi konversi energi berdasarkan analisis kebutuhan/masalah, dampak lingkungan, dan ketersediaan di lingkungan sekitar.

b. Desain/Perencanaan

Setelah mempelajari materi ini peserta didik diharapkan mampu:

- 1) membuat pola dan/atau desain produk rekayasa teknologi konversi energi dengan memperhatikan potensi kearifan lokal dan dampak terhadap lingkungan;
- 2) mengomunikasikan ide mengenai produk rekayasa konversi energi dan cara penyajiannya dalam bentuk purwarupa; dan
- 3) bereksperimen untuk menentukan desain, alat, bahan, dan prosedur yang efektif dan potensial pada pembuatan produk rekayasa konversi energi.

c. Produksi

Setelah mempelajari materi ini peserta didik diharapkan mampu:

- 1) mengaplikasikan konsep/materi terkait produk rekayasa teknologi konversi energi melalui produk yang dihasilkan;

- 2) menguji coba produk rekayasa teknologi konversi energi secara komprehensif melalui alat ukur yang relevan; dan
- 3) mempresentasikan produk rekayasa teknologi konversi energi yang dihasilkan secara berkelompok, baik dalam bentuk lisan, tulisan, visual, maupun virtual.

d. Refleksi dan Evaluasi

Setelah mempelajari materi ini peserta didik diharapkan mampu:

- 1) menuliskan kembali langkah-langkah pembuatan produk, tantangan yang dihadapi, dan pendekatan yang diambil dalam menyelesaikan masalah;
- 2) menyelenggarakan pameran di lingkungan sekitar untuk mempresentasikan atau mempromosikan produk;
- 3) memberi penilaian dan saran untuk pengembangan produk selanjutnya berdasarkan pengetahuan penciptaan, dampak lingkungan, dan teknologi konversi energi; dan
- 4) menunjukkan kekuatan dan kelemahan produk serta membuat rencana tindak lanjut.

2. Rekomendasi Alokasi Waktu Per Unit

Berdasarkan Keputusan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 262/M/2022 Perubahan atas Keputusan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 56/M/2022 tentang Pedoman Penerapan Kurikulum dalam Rangka Pemulihan Pembelajaran Mata Pelajaran Prakarya dan Kewirausahaan: Rekayasa tidak dialokasikan penuh 36 minggu agar dapat memenuhi alokasi untuk Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila. Satuan pendidikan menyediakan minimal 1 (satu) jenis Seni dan/atau Prakarya dan Kewirausahaan. Peserta didik memilih 1 (satu) jenis Seni (Seni Musik, Seni Rupa, Seni Teater, atau Seni Tari) atau Prakarya dan Kewirausahaan (Budi Daya, Pengolahan, Kerajinan, atau Rekayasa).

Adapun pokok-pokok materi yang akan dipelajari di antaranya mengenai Pengertian Sampah, Jenis-Jenis Sampah, Kompos dan Pengomposan, Tahapan dan Proses Pengomposan,



Aktivator Pengomposan, Penggunaan dan Standarisasi Pengomposan, Komposter, Jenis-Jenis Komposter, serta Pengolahan dan Ekstraksi Komposter Takakura. Pokok-pokok materi dapat diperluas sesuai dengan situasi kondisi yang ada di lingkungan belajar masing-masing.

Pembelajaran Prakarya Kewirausahaan: Rekayasa mengajak dan memberikan tantangan kepada peserta didik untuk berpikir logis, sistematis, dan inovatif. Di mana hasil inovasi tersebut dapat memberikan dampak positif, baik bagi diri sendiri maupun bagi masyarakat atau lingkungan yang lebih luas. Berpikir global dengan mengusung kearifan dan konteks lokal diharapkan dapat tercermin dalam karya-karya yang dikembangkan oleh peserta didik di dalam mata pelajaran ini.

Melalui pembelajaran Prakarya ini, diharapkan terbentuk peserta didik Indonesia yang berkualitas, berjiwa kewirausahaan yang tinggi (jujur, disiplin dan berintegritas), juga mampu bekerja secara mandiri maupun bekerja sama dengan orang lain, baik di bawah, sejajar, atau di atas dirinya tanpa memandang perbedaan suku, agama, ras, dan antargolongan secara efektif dan efisien. Sehingga tujuan dari pembelajaran Prakarya memiliki peran yang sangat penting sebagai pembentuk peserta didik sesuai Profil Pelajar Pancasila.

Struktur Kurikulum Merdeka dibagi menjadi 3 bagian utama, yakni Kegiatan Intrakurikuler (tatap muka), Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila, dan Kegiatan Estrakurikuler. Alokasi jam pelajaran pada struktur kurikulum dituliskan secara total dalam satu tahun dan dilengkapi dengan saran alokasi jam pelajaran jika disampaikan secara reguler/mingguan. Tidak ada perubahan total jam pelajaran, hanya saja JP (jam pelajaran) untuk setiap mata pelajaran dialokasikan untuk dua kegiatan pembelajaran, yaitu Pembelajaran Intrakurikuler dan Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila. Jadi, jika dihitung JP kegiatan belajar rutin di kelas (intrakurikuler) saja, memang seolah-olah JP-nya berkurang dibandingkan dengan Kurikulum 2013. Namun, selisih jam pelajaran tersebut dialokasikan untuk Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila.

Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila dilaksanakan dengan melatih peserta didik untuk menggali isu nyata di lingkungan sekitar dan berkolaborasi untuk memecahkan masalah tersebut. Oleh karena itu, alokasi waktu tersendiri

sangat dibutuhkan guna memastikan Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila dapat berjalan dengan baik.

Untuk muatan lokal, satuan pendidikan dan/atau pemerintah daerah dapat menambahkan muatan tambahan sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik. Satuan pendidikan dan/atau daerah dapat mengelola kurikulum muatan lokal secara fleksibel. Muatan lokal dapat dilakukan melalui tiga metode, yaitu metode mengintegrasikan muatan lokal ke dalam mata pelajaran lain, mengintegrasikan muatan lokal ke tema Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila, atau mengembangkan mata pelajaran khusus muatan lokal yang berdiri sendiri sebagai bagian dari program intrakurikuler.

3. Prosedur Kegiatan Pembelajaran

Indikator keberhasilan suatu kegiatan belajar mengajar dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya adalah proses pembelajaran. Proses pembelajaran dapat dikatakan sebagai suatu rangkaian kegiatan dan interaksi antara guru dan peserta didik yang diatur melalui suatu perencanaan pembelajaran. Pelaksanaan proses pembelajaran perlu dilakukan secara terstruktur dengan berpedomankan kepada tahapan pembelajaran yang telah direncanakan sehingga salah satu bekal kompetensi yang harus dimiliki oleh guru adalah mampu membuat, memahami, dan melaksanakan prosedur/ tahapan pembelajaran dalam pembelajaran kelompok/ bersama, individual, maupun klasikal.

Untuk dapat mengaplikasikan kemampuan tersebut dalam kegiatan pembelajaran guru perlu untuk mereviu kembali pemahaman tentang konsep dan prinsip belajar mengajar, berbagai jenis pendekatan belajar dan pembelajaran, serta tentang berbagai jenis strategi belajar mengajar, terutama strategi yang sesuai dengan tuntutan kurikulum yang mendukung terciptanya merdeka belajar dan merdeka mengajar, seperti pembelajaran kontekstual, pembelajaran berbasis masalah, pembelajaran berbasis penemuan (*inquiry*), pembelajaran berbasis proyek (PjBL), dan yang lainnya.

Secara umum tahapan pembelajaran dibagi menjadi tiga, yakni kegiatan pendahuluan, kegiatan inti, dan kegiatan akhir pembelajaran/penutup. Setiap tahapan menggambarkan



rangkaian proses sistematis yang harus dilalui siswa. Pada kegiatan pendahuluan terdapat asesmen diagnostik dan pertanyaan pemantik. Asesmen diagnostik dibagi menjadi 2 bagian, yakni kognitif dan nonkognitif.

Asesmen diagnostik kognitif dilakukan di awal pembelajaran untuk menilai level pemahaman peserta didik. Jika nanti ternyata hasilnya menunjukkan rata-rata level pemahaman anak kurang, kegiatan pembelajaran tetap dilakukan sesuai rencana awal tanpa perlu penyesuaian lagi. Di samping itu, kita juga dapat melakukan asesmen diagnostik nonkognitif dengan menggali informasi melalui pertanyaan beberapa hal, seperti kesejahteraan psikologis dan sosial emosi peserta didik, aktivitas mereka selama belajar di rumah, kondisi keluarga dan pergaulannya, termasuk gaya belajar, karakter, serta minat.

Selanjutnya melalui pertanyaan pemantik, guru diharapkan mampu menstimulus kolaborasi dengan peserta didik terutama dalam rangka mencapai pemahaman bermakna. Keterampilan guru dalam membuat pertanyaan yang baik diperlukan guna mendapatkan respons/*feedback* dari peserta didik.

Pada kegiatan inti peserta didik diharapkan mengalami proses mengkonstruksi pengetahuan mereka. Guru tentu saja dalam hal ini perlu memiliki pemahaman yang luas mengenai metode-metode pembelajaran yang mampu mendukung terjadinya perubahan kompetensi peserta didik. Terdapat banyak hal yang harus dilihat oleh guru terutama dari perspektif yang mendorong terciptanya perkembangan kognitif, sosial, emosi, dan spiritual. Di mana tujuan akhir dari tujuan pembelajarannya adalah Profil Pelajar Pancasila.

Pembelajaran yang dilakukan juga seyogianya berhubungan dengan konteks dunia nyata yang dihadapi peserta didik. Dengan dihubungkannya pada kerangka kontekstual, maka akan menjadi daya tarik bagi peserta didik untuk mau belajar. Pada konteks yang lebih luas lagi, pelibatan peran orang tua/wali dan masyarakat akan lebih meningkatkan motivasi peserta didik dalam upaya penerapan pemahaman yang sudah didapat. Melalui pemberdayaan peran serta masyarakat sekitar sebagai salah satu sumber belajar akan memberikan pengalaman baru dan memaksimalkan tercapainya tujuan pembelajaran Profil Pelajar Pancasila.

Pada kegiatan penutup, guru memberikan umpan balik secara kontinu kepada peserta didik. Umpan balik juga hendaknya diberikan oleh sesama peserta didik untuk dapat menguatkan kolaborasi di antara mereka. Guru tidak lupa pula memberikan penguatan mengenai pentingnya keterampilan Abad 21 dalam pembelajaran yang selanjutnya akan dilakukan. Diharapkan dengan pemberian *feedback* dan pemahaman bermakna tingkat ketercapaian tujuan pembelajaran akan meningkat.

C. Kegiatan Pembelajaran Pertama (Observasi/Eksplorasi)

Pertemuan Ke-1

2 JP = 2 x 45 Menit

1. Konteks Fungsi Produk

a. Ihwal Sampah

Sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat (Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. 6 Tahun 2022). Dalam referensi lain, sampah dapat diartikan sebagai sisa suatu usaha atau kegiatan (manusia) yang berwujud padat (baik berupa zat organik maupun anorganik yang bersifat dapat terurai maupun tidak terurai) dan dianggap sudah tidak berguna lagi (sehingga dibuang ke lingkungan) (Nasih dalam Sujarwo dkk, 2014:1).

Di Indonesia, diperkirakan setiap orang menghasilkan sekitar 0,68 kg sampah per hari (data World Bank). Jika dihitung dalam skala yang lebih luas, yaitu skala nasional, terdapat sebanyak 67,8 juta ton sampah/tahun (menurut data KLHK). Data tersebut menjadikan Indonesia berada pada peringkat kedua dunia sampah plastik ke lautan, setelah Cina. Jika dirinci lebih jauh persentase komponen sampah dapat diuraikan sebagai berikut: karet 5%, kertas 9%, plastik 14%, kaleng 9%, lain-lain 3%, dan sampah organik sebesar 60%. Sementara itu, data persentase pengolahan dan pembuangan sampah terbesar masih bergantung pada Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) atau Tempat



Pemrosesan Akhir (TPA) yang sudah kelebihan kapasitas sebesar 69%. Sisanya sebesar 24% merupakan pengolahan sampah secara ilegal, sementara sampah yang dapat didaur ulang berada pada kisaran 7%.

Sampah merupakan salah satu masalah yang penanganannya tidak kunjung usai. Hampir semua wilayah di seluruh penjuru dunia mengalaminya. Bukan hanya negara yang sedang berkembang, negara maju sekalipun juga mengalami permasalahan seputar sampah. Tidak terkecuali negara kita, di mana rata-rata setiap harinya kota-kota besar di Indonesia menghasilkan puluhan ton sampah.



Sumber sampah tersebut dapat berasal dari berbagai kehidupan, mulai dari sampah rumah tangga hingga sampah industri yang semakin hari semakin banyak.

Gambar 4.1 Sampah

Sumber: Jasmin Sessler/Unsplash (2019)

Penanganan sampah dalam keseharian biasanya dikumpulkan di suatu tempat tertentu untuk kemudian diangkut oleh truk khusus pengangkut sampah. Selanjutnya sampah tersebut disimpan di tempat pembuangan akhir. Proses tindak lanjut terhadap pengolahan sampah memang ada, namun persentasenya kecil jika dibandingkan dengan volume sampah yang terus datang setiap hari. Pemilahan biasanya dilakukan oleh para pemulung dengan memisahkan sampah berdasarkan jenisnya. Jika ditemukan sampah yang masih bisa digunakan atau bernilai ekonomis, maka sampah akan diambil. Akan tetapi, jika tidak ada manfaat yang dapat diambil, maka sampah akan dibiarkan begitu saja.

Seiring dengan bertambahnya waktu, maka sampah akan terus menumpuk hingga menimbulkan adanya bukit sampah seperti yang sering kita lihat pada beberapa berita atau peristiwa. Timbunan sampah yang menumpuk itu, tentu saja akan menimbulkan banyak dampak negatif, di antaranya pemandangan yang kurang nyaman, bau yang

menyengat, dan dampak lain yang tentu saja berpengaruh terhadap kondisi kesehatan lingkungan sekitar. Dengan banyaknya kemungkinan dampak negatif, penanganan terhadap masalah sampah merupakan prioritas yang harus disegerakan untuk diselesaikan.



Gambar 4.2 Bukit Sampah

Sumber: Borchee/Unsplash (2022)

Berdasarkan jenisnya, sampah dapat dibedakan menjadi sampah organik dan sampah anorganik. Sampah organik merupakan sampah yang berasal dari makhluk hidup, baik itu manusia, hewan, maupun tumbuhan dengan karakteristik mudah terurai secara alami. Sampah organik dapat dikatakan sebagai sampah ramah lingkungan karena selain dapat terurai secara alami (*biodegradable*) juga bisa diolah kembali menjadi suatu yang bermanfaat bila dikelola dengan cara yang tepat. Akan tetapi, apabila tidak dikelola dengan benar, sampah organik pun akan menimbulkan penyakit, di antaranya bau yang kurang sedap serta efek lain terhadap kesehatan dikarenakan proses pembusukan sampah organik yang begitu cepat.



Gambar 4.3 Contoh Sampah Organik

Sumber: Mateo Destefano/Unsplash (2010)



Berdasarkan jenisnya, sampah organik dapat digolongkan menjadi 2, yaitu sampah organik basah dan sampah organik kering.

1) Sampah Organik Basah

Sampah organik basah adalah sampah organik dengan karakteristik terdapat kandungan air di dalamnya. Sampah ini merupakan jenis sampah yang berasal dari sisa pengolahan atau sisa makanan rumah tangga atau merupakan timbunan hasil sisa makanan, seperti sayur mayur, kulit buah-buahan, kulit bawang, atau yang sejenisnya. Sifat umumnya adalah mengandung air dan cepat membusuk sehingga mudah menimbulkan bau yang tidak sedap.



Gambar 4.4 Sampah Organik Basah

Sumber: Artjom Kissler/Unsplash (2021)

2) Sampah Organik Kering

Sampah organik kering adalah sampah organik yang sedikit kandungannya. Sampah golongan ini dikelompokkan menjadi 2 (dua) jenis, yakni sampah tak lapuk dan sampah mudah lapuk. Sampah tak lapuk merupakan jenis sampah yang benar-benar tak akan bisa lapuk secara alami meski sudah memakan waktu selama bertahun-tahun, contohnya kaca dan mika. Sedangkan untuk sampah mudah lapuk, sampah jenis ini akan bisa lapuk perlahan-lahan secara alami.



Gambar 4.5 Sampah Organik Kering

Sumber: Mustafaoncul/Unsplash (2022)

Sampah dapat bersumber dari beragam kegiatan yang dilakukan oleh manusia, di antaranya kegiatan rumah tangga, pertanian, sisa bangunan, aktivitas umum dan perdagangan, pelayanan perkantoran, serta dari bidang industri. Adapun dari semua aktivitas tersebut, sampah yang paling banyak dihasilkan adalah berasal dari sampah rumah tangga (Suwerda, 2012).

b. Penanganan Sampah

Bila dilihat secara sekilas mengenai sampah, kita beranggapan bahwa sampah tidak ada gunanya. Selain merupakan masalah lingkungan juga dapat menimbulkan masalah lain yang erat kaitannya dengan kesehatan. Akan tetapi, apabila dikaji secara mendalam mengenai pengolahan dan pengelolaannya, maka sampah merupakan sumber daya potensial yang dapat berdampak ke hampir semua aspek kehidupan. Dengan teknologi dan penanganan yang tepat, sampah dapat menjadi salah satu sumber energi terbarukan yang dapat menjadi alternatif kelangkaan energi. Kemudian dengan prinsip 3R (*Reuse, Reduce, dan Recycle*), sampah dapat membantu dalam mengondisikan lingkungan sekitar.

Pengelolaan sampah secara umum terdiri atas pengurangan dan penanganan sampah. Pengurangan sampah terdiri dari pembatasan timbunan, pendauran ulang, dan pemanfaatan kembali sampah. Sedangkan penanganan sampah meliputi pemilahan, pengumpulan, dan pengolahan sampah.

Dalam melakukan pengelolaan sampah, perlu dilakukan beberapa hal, seperti pengurangan jumlah sampah melalui



kebijakan, daur ulang, dan penggunaan kembali. Selanjutnya diikuti dengan upaya penanganan sampah yang terdiri dari pemilahan jenis sampah, pengumpulan, dan pengolahan sampah. Dengan dilakukannya hal tersebut diharapkan dapat mengurangi jumlah volume sampah yang masuk ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA).

c. Kompos dan Pengomposan

Salah satu cara dalam menyiasati tingginya volume sampah organik agar tidak mencemari lingkungan adalah dengan cara pengomposan. Pengomposan merupakan salah satu cara yang dapat kita lakukan untuk mengubah sampah organik menjadi bentuk lain yang bernilai, seperti pupuk. Proses pemanfaatan sampah organik menjadi kompos merupakan upaya yang dapat kita maksimalkan dalam menanggulangi dan mengurangi timbunan sampah, yang akhirnya berdampak pada pengurangan pencemaran lingkungan.

Kompos merupakan hasil pelapukan dari berbagai bahan yang berasal dari makhluk hidup, seperti dedaunan, cabang dan ranting tanaman, kotoran hewan, dan sampah (Siti Latifah dkk, 2014:1). Pada praktiknya di lapangan, kompos dapat terbentuk dengan sendirinya, namun tentunya akan memerlukan waktu yang cukup lama. Untuk mengefektifkan waktu pembuatan kompos dapat dibantu dengan aktivator.



Gambar 4.6 Kompos

Sumber: Julietta Watson/Unsplash (2020)

Pengomposan dilakukan untuk tujuan pengelolaan lingkungan dengan memanfaatkan kembali limbah yang tersedia sehingga dapat bermanfaat bagi dunia pertanian

sekaligus membuat lingkungan menjadi nyaman dan asri. Di samping itu, kita juga dapat mengatur jenis kompos yang dihasilkan dengan menyesuaikan pada ketersediaan sampah organik dan jenis komposter yang akan digunakan. Faktor waktu juga dapat kita atur sedemikian rupa, yaitu dipercepat dengan menggunakan aktivator di samping cara yang alami.

Terkait hal yang lainnya, jika proses pengomposan dilakukan secara tekun, maka akan menghasilkan pendapatan. Hal ini akan semakin potensial jika mampu dibuat secara skala besar dan mampu menumbuhkan semangat untuk berwirausaha.

Kompos sangat beragam jika dilihat dari jenis dan metode yang digunakan dalam prosesnya, mulai dari yang berbentuk padatan hingga yang berbentuk cair. Kompos itu sendiri dapat dibuat dari bahan yang pada umumnya homogen, seperti kulit durian, jerami, eceng gondok, dan lain-lain. Kompos juga dapat berupa bahan dasar berbagai campuran sampah organik, seperti campuran sayuran dari pasar. Pada umumnya, penamaan kompos disesuaikan dengan bahan dasar utamanya, misalnya saja kompos yang dibuat dari bahan jerami, maka hasil akhirnya dinamai dengan kompos jerami.

Bagi kompos yang terjadi secara alamiah tanpa diberikan aktivator yang biasa digunakan untuk mempercepat proses pengomposan, biasanya disebut sebagai kompos saja. Jika diberi tambahan berupa larutan untuk mempercepat penguraian, maka disebut kompos *bokashi*.

Bahan baku pengomposan adalah semua bahan yang mengandung unsur karbon dan nitrogen, seperti kotoran hewan, sampah hijau, sampah kota, lumpur cair, dan limbah industri pertanian. Pada tabel berikut kita dapat melihat bahan-bahan organik yang dapat dijadikan sebagai kompos.



Tabel 4.1 Bahan-Bahan Organik Sumber Kompos

No.	Nama Bahan
1	sampah dari dapur
2	sisa-sisa makanan
3	pembungkus makanan (selain kertas, karet, dan plastik)
4	tepung
5	sayuran
6	kulit buah
7	daun
8	ranting

Sumber: Sujarwo, dkk/FIP UNY (2014)

2. Informasi untuk Guru

Secara garis besar, pada kegiatan ini peserta didik mengenal produk rekayasa teknologi terapan di lingkungan atau daerah sekitar. Diawali dengan pengenalan terhadap materi sampah, yakni bagaimana peserta didik mengenal sampah sebagai sumber daya yang potensial untuk kemudian diolah menjadi sesuatu yang bernilai guna. Selanjutnya, peserta didik secara mandiri atau kelompok mengumpulkan informasi terkait produk rekayasa teknologi terapan yang akan dibuat, yaitu komposter. Peserta didik pun mengeksplorasi karakteristik bahan, teknik, dan prosedur pembuatan produk komposter. Informasi dapat diperoleh melalui berbagai sumber, seperti internet, buku, jurnal, dan sumber lain.

3. Tujuan Kegiatan Pembelajaran Pertama

Setelah mempelajari materi ini, peserta didik diharapkan mampu:

- memahami pengertian sampah;
- memahami jenis-jenis sampah;
- memahami mekanisme pengelolaan sampah yang sesuai dengan daya dukung lingkungan dan kearifan lokal; serta
- memahami kompos dan proses pengomposan.

4. Langkah-Langkah Kegiatan Pembelajaran Pertama

Langkah-langkah kegiatan pembelajaran merupakan rangkaian tahapan sistematis yang dilakukan oleh guru guna mengelola pengalaman belajar peserta didik. Adapun langkah-langkah kegiatan pembelajaran terdiri dari pendahuluan, inti, dan penutup.

a. Kegiatan Pendahuluan

Peserta didik diberi asesmen diagnostik untuk melihat sejauh mana peserta didik memiliki pengetahuan dasar terkait sampah. Asesmen diagnostik yang dapat dilakukan guru dengan memberikan pertanyaan kepada peserta didik. Contoh pertanyaan tersebut di antaranya:

- 1) Sebutkan jenis sampah yang kalian ketahui!
- 2) Apa yang kalian ketahui mengenai sampah organik?
- 3) Bagaimana cara mengelola sampah yang ramah lingkungan?

Setelah melakukan asesmen diagnostik, guru memberikan motivasi untuk menumbuhkan rasa ingin tahu peserta didik terhadap materi yang akan dipelajari.

b. Kegiatan Inti

Peserta didik berkolaborasi mengamati produk rekayasa teknologi terapan dari gambar atau video yang diberikan. Guru dapat mengarahkan peserta didik untuk mengidentifikasi masalah yang melatarbelakangi terciptanya produk teknologi terapan tersebut. Selanjutnya, peserta didik diminta untuk melakukan Aktivitas 1.



AKTIVITAS 1. Pengamatan Produk

Untuk mengerjakan Aktivitas 1 ini, lakukanlah hal-hal berikut:

1. Bentuklah kelompok kerja yang terdiri atas 3–5 orang!
2. Lakukan pengamatan untuk mengidentifikasi jenis sampah berdasarkan pengetahuan yang sudah kalian miliki!
3. Amati lingkungan sekitar, kemudian identifikasi bagaimana penanganan sampah di lingkungan kalian!



Setelah memahami konsep produk teknologi terapan, selanjutnya peserta diarahkan untuk mengidentifikasi karakteristik pengolah sampah yang ada di lingkungan sekitar sesuai dengan panduan Aktivitas 2. Pada akhir kegiatan pembelajaran peserta didik diminta mempresentasikan hasil identifikasi kelompoknya.



AKTIVITAS 2. Identifikasi Produk

Untuk mengerjakan Aktivitas 2 ini, lakukanlah hal-hal berikut:

1. Bentuklah kelompok kerja yang terdiri atas 3–5 orang!
2. Apakah kalian pernah menemukan produk rekayasa teknologi terapan yang digunakan dalam menangani sampah sehingga menjadi efektif dan efisien? Jika iya, sebutkan nama produk, lokasi, dan fungsi atau manfaat produk tersebut!
3. Perhatikan pengolah sampah yang ada di lingkungan kalian (jika ada). Identifikasilah berdasarkan lokasi/bidang, jenis, karakteristik, dan fungsinya. Tuliskan hasil diskusi kelompok kalian!

c. Kegiatan Penutup

Peserta didik menyampaikan kembali materi yang sudah dipelajari secara lisan. Selanjutnya, setiap perwakilan kelompok mempresentasikan pengalamannya pada akhir kegiatan.

5. Kegiatan Pembelajaran Alternatif

Ketika berbicara mengenai sampah, masing-masing daerah tentu saja memiliki kekhasan dalam menangani sampah. Hal ini tergantung dari karakteristik, kebutuhan, dan sumber daya yang dihasilkan. Jika suatu daerah berada pada kawasan industri, maka sampah yang dihasilkan lebih cenderung ke limbah produk industrinya. Pada contoh lain, jika suatu daerah lebih dominan pada padatnya pemukiman, maka sampah rumah tangga yang akan lebih dominan. Perbedaan ini turut menentukan bagaimana penanganan dan pengelolaan sampah yang seharusnya dilakukan. Pada kesempatan ini guru

sedapat mungkin mampu memberikan gambaran mengenai penanganan sampah yang berbasis daya dukung lingkungan dan kearifan lokal sekitar. Guru dapat saja memakai metode ceramah dan diskusi guna memastikan tercapainya pemahaman mendasar terkait karakteristik sampah dan mekanisme pengelolaannya di daerah masing-masing.

6. Interaksi dengan Orang Tua

Guru menjalin komunikasi dengan orang tua/wali terkait kegiatan pembelajaran. Dalam hal mencari informasi terkait sejarah sampah, jenis sampah, dan hal lain terkait penanganan sampah yang ada di lingkungan sekitar. Guru dapat berkomunikasi dengan orang tua agar dapat membimbing peserta didik dalam kegiatan eksplorasi tersebut. Jika memungkinkan, orang tua/wali dapat membantu mendemonstrasikan bagaimana penanganan sampah sesuai dengan kondisi lingkungan yang ada di sekitar.

7. Refleksi Guru

Refleksi diri perlu untuk dapat dilakukan oleh pendidik karena dengan melakukan hal tersebut, pendidik mampu melakukan perbaikan dalam melaksanakan tugas selanjutnya. Dalam hal ini, pendidik memikirkan kembali mengenai hal yang telah dilakukan ketika proses pembelajaran berlangsung. Ketika seorang pendidik melakukan refleksi, perlu digarisbawahi bahwa bagian pentingnya bukanlah mengenai lancar tidaknya pembelajaran, namun memuaskan atau tidaknya proses pembelajaran yang dilakukan sehingga dapat diperbaiki di waktu mendatang.

8. Asesmen/Penilaian

Asesmen/penilaian terhadap pembelajaran dilakukan melalui asesmen diagnostik dan asesmen formatif. Asesmen diagnostik dilakukan guna mengidentifikasi kompetensi, kekuatan, dan juga kelemahan peserta didik, sehingga pendidik dapat merancang pembelajaran sesuai dengan kompetensi dan juga kondisi dari peserta didik. Peserta didik dengan perkembangan atau hasil belajarnya kurang baik berdasarkan hasil asesmen diagnostik, maka akan diberikan pendampingan belajar secara individual.



Pada implementasinya, seorang pendidik dapat menyelenggarakan asesmen pada awal lingkup materi, pada awal pembelajaran, ataupun sebelum menyusun pembelajaran secara mandiri. Adapun teknik yang dapat digunakan di antaranya tes tertulis, wawancara, observasi, dan juga praktik. Instrumen asesmen diagnostik terdiri dari instrumen soal tes tertulis, pedoman wawancara, pedoman observasi, dan juga pedoman penilaian praktik.

Asesmen formatif digunakan untuk menilai sejauh mana peserta didik memahami pembelajaran, kebutuhan peserta didik dalam belajar, dan kemajuan selama proses pembelajaran berlangsung. Penilaian formatif juga dapat digunakan untuk melihat perkembangan belajar peserta didik dan memberikan umpan balik yang teratur dan berkelanjutan. Bagi peserta didik, penilaian formatif bertujuan untuk membantu dalam mengidentifikasi kekuatan, kelemahan, dan untuk pengembangan serta tindak lanjut ke depannya.

Penilaian yang digunakan untuk mengukur ketercapaian pembelajaran meliputi penilaian pengetahuan dan sikap. Dalam Kurikulum Merdeka, aspek yang biasanya terpisah menjadi terintegrasi. Penilaian pengetahuan diperoleh melalui tes tulis. Adapun untuk penilaian sikap mengacu pada indikator penilaian Profil Pelajar Pancasila.

Tabel 4.2 Format Penilaian Aktivitas 1

No.	Nama Kelompok	Konsep Materi								Jumlah Skor yang Diperoleh	Ket.
		Analisis Masalah				Identifikasi Produk Rekayasa Teknologi Terapan					
		4	3	2	1	4	3	2	1		
1											
2											
3											
4											
5											
Skor Maksimum										8	

Keterangan Skor : 1 = Kurang Baik 3 = Baik
 2 = Cukup Baik 4 = Sangat Baik

Tabel 4.3 Rentang Nilai dan Kriteria Penilaian Aktivitas 1

Indikator	Skor			
	1	2	3	4
Kemampuan Menganalisis Masalah	Peserta didik belum mampu menemukan masalah rekayasa teknologi terapan.	Peserta didik belum mampu melakukan analisis masalah produk rekayasa teknologi terapan.	Peserta didik mampu melakukan analisis masalah terkait produk rekayasa teknologi terapan dengan menyebutkan satu masalah, tetapi belum secara terperinci/ jelas.	Peserta didik mampu melakukan analisis masalah terkait produk rekayasa teknologi terapan dengan menyebutkan satu masalah dengan terperinci/ jelas.
Kemampuan Mengidentifikasi Produk Rekayasa Teknologi Sekitar	Peserta didik belum mampu menemukan produk rekayasa teknologi terapan yang ada di lingkungan sekitar.	Peserta didik belum mampu melakukan identifikasi produk rekayasa teknologi sekitar.	Peserta didik mampu melakukan identifikasi terkait produk rekayasa teknologi terapan dengan menyebutkan satu masalah, tetapi belum secara terperinci/ jelas.	Peserta didik mampu melakukan identifikasi terkait produk rekayasa teknologi terapan dengan menyebutkan satu masalah dengan terperinci/ jelas.



Rumus Konversi Penilaian

$$\text{Skor: } \frac{\text{Jumlah Skor yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100 = \dots$$

Skor Minimal : 2

Skor Maksimal : 8

Tabel 4.4 Format Penilaian Aktivitas 2

No.	Nama Kelompok	Konsep Materi								Jumlah Skor yang Diperoleh	Ket.
		Eksplorasi Produk Rekayasa Teknologi Terapan di Lingkungan Sekitar				Analisis Produk Rekayasa Teknologi Terapan di Lingkungan Sekitar					
		4	3	2	1	4	3	2	1		
1											
2											
3											
4											
5											
Skor Maksimum										8	

Keterangan Skor : 1 = Kurang Baik 3 = Baik
 2 = Cukup Baik 4 = Sangat Baik

Tabel 4.5 Rentang Nilai dan Kriteria Penilaian Aktivitas 2

Indikator	Skor			
	1	2	3	4
Kemampuan Mengeksplorasi Produk Rekayasa Teknologi Terapan	Peserta didik tidak mampu mengidentifikasi komposter, minimal satu berdasarkan jenis, dan karakteristiknya.	Peserta didik kurang mampu mengidentifikasi komposter, minimal satu berdasarkan jenis dan karakteristiknya.	Peserta didik mampu mengidentifikasi komposter berdasarkan jenis dan karakteristiknya, tetapi tidak lengkap.	Peserta didik mampu mengidentifikasi komposter berdasarkan jenis dan karakteristiknya dengan lengkap.
Kemampuan Menganalisis Produk Rekayasa Terapan	Peserta didik tidak mampu menganalisis komposter, minimal satu berdasarkan fungsinya.	Peserta didik kurang mampu menganalisis komposter, minimal satu berdasarkan fungsinya.	Peserta didik mampu menganalisis komposter minimal satu berdasarkan fungsinya, tetapi tidak lengkap.	Peserta didik mampu menganalisis komposter berdasarkan fungsinya dengan lengkap.

Rumus Konversi Penilaian

$$\text{Skor: } \frac{\text{Jumlah Skor yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100 = \dots$$

Skor Minimal : 2

Skor Maksimal : 8

Asesmen Diri (*Self Assessment*)

Berilah tanda centang (✓) pada Asesmen Diri berikut berdasarkan kompetensimu dalam mengeksplorasi pemahaman mengenai jenis, karakteristik, dan fungsi komposter. Sampai di manakah pemahamanmu?

<input type="checkbox"/>	Saya dapat mengenali jenis sampah.
<input type="checkbox"/>	Saya dapat memahami proses pengelolaan sampah.
<input type="checkbox"/>	Saya dapat mengidentifikasi kemungkinan pengelolaan sampah.



	Saya dapat memahami peranan kompos dalam kehidupan.
	Saya dapat memahami proses pengomposan.

Asesmen Antarteman (*Peer Assesment*)

Tugas Presentasi

Nama Penilai :

Nama Teman yang Dinilai :

Berilah tanda centang (✓) pada pernyataan yang menurutmu sesuai!

	Pesan yang disampaikan jelas.
	Materi yang disampaikan runtut.
	Kemampuan menyampaikan baik.

Tabel penilaian di atas hanya contoh. Guru dapat melakukan modifikasi penilaian sesuai dengan kondisi sekolah masing-masing. Guru juga dapat menggunakan penilaian portofolio, yaitu menilai seluruh kumpulan karya peserta didik atau kumpulan lembar kerja peserta didik (LKPD). Format, skor, dan kriteria penilaian dapat dirumuskan sesuai kebutuhan.

D. Kegiatan Pembelajaran Kedua (Desain/Perencanaan)

Pertemuan Ke-2 dan Ke-3

4 JP = 4 x 45 Menit

1. Konteks Fungsi Produk

Pada pertemuan kedua dan ketiga, peserta didik akan melakukan tahap perencanaan. Tahap perencanaan yang diperlukan dalam membuat sebuah produk rekayasa teknologi terapan, yaitu mencari ide terkait produk yang akan dibuat dan menuangkannya dalam bentuk desain. Tahap perencanaan merupakan tahap yang sangat penting. Dalam menciptakan sebuah produk rekayasa teknologi terapan diperlukan ide dan perencanaan yang baik.

Ide-ide produk dan perencanaan produk rekayasa digambarkan dalam sketsa agar ide terlihat atau berwujud. Ide-ide rancangan dapat disajikan menjadi sketsa desain dalam sebuah buku atau lembaran kertas. Sketsa desain tersebut kemudian dipilih berdasarkan kemungkinan dibuat atau dilakukan dengan mempertimbangkan jenis bahan, alat, dan teknik agar lebih efisien dan efektif. Adapun terkait ide produk yang akan dibuat didahului kajian literatur terhadap kompos terutama mengenai alat dan bahan yang harus disiapkan.

Tabel 4.6 Bahan Penyusun Kompos

Asal	Bahan
1. Pertanian	
Limbah dan Residu Tanaman	jerami dan sekam padi, gulma, batang dan tongkol jagung, semua bagian vegetatif tanaman, batang pisang, sabut kelapa
Limbah dan Residu Ternak	kotoran padat, limbah ternak cair, limbah pakan ternak, cairan biogas
Tanaman Air	azola, ganggang biru, enceng gondok, gulma air
2. Industri	
Limbah Padat	serbuk gergaji kayu, blotong, kertas, ampas tebu, limbah kelapa sawit, limbah pengalengan makanan dan pemotongan hewan
Limbah Cair	alkohol, limbah pengolahan kertas, limbah pengolahan minyak kelapa sawit
3. Rumah Tangga	
Sampah	sampah (padat) rumah tangga dan sampah kota rumah tangga
Limbah Padat dan Cair	limbah rumah tangga: tinja, urin
4. Pasar	
Sampah	sampah (padat) pasar tradisional dan modern
Limbah Padat dan Cair	limbah pasar: tinja, urin

Sumber: Sang Gede Purnama, FK Univ. Udayana

Terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan dalam proses pembuatan kompos, seperti menjaga keseimbangan komposisi, kadar air, pH, dan temperatur ideal melalui penyiraman dan pembalikan. Pada tahap awal proses pengomposan, temperatur kompos akan dipanaskan hingga



mencapai suhu 65–750 °C sehingga organisme patogen, bibit penyakit tanaman, serta bibit gulma yang berada pada limbah yang dikomposkan akan mati.

Adapun beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam proses pengomposan di antaranya:

- a. Kelembapan timbunan bahan kompos.
- b. Aerasi timbunan.
- c. Suhu yang harus dijaga (suhu tertinggi sekitar 60 °C).
- d. Proses pengomposan secara umum memproduksi asam-asam organik yang membuat pH menjadi turun.
- e. Keasaman dibuat netral dengan melakukan penambahan bahan pengapuran.
- f. Sering kali ditambahkan pupuk yang mengandung unsur hara P pada timbunan guna meningkatkan dan mempercepat proses pengomposan.

Salah satu indikator penting pada metode pengomposan Takakura adalah untuk mengoptimalkan proses degradasi yang terjadi secara alami dari sampah organik menjadi kompos halus. Setidaknya terdapat 3 hal yang harus kita perhatikan dalam menghindari kegagalan pengomposan yang dilakukan secara aerobik.



Gambar 4.7 Tiga Faktor Utama Pembuatan Kompos

Sumber: Indra Samsudin/Kemendikbudristek (2022)

Berikut penjelasan dari masing-masing faktor tersebut:

- a. Beragam mikroorganisme fermentasi diperlukan untuk menyelesaikan proses dekomposisi terutama jika sampah organik berasal dari dapur, pasar, kebun, hingga sampah organik industri. Ketika memasuki tahap di mana terjadi proses penguraian, berbagai jenis mikroorganisme menjadi aktif. Berdasarkan hal tersebut dapat dipastikan kompos mengandung berbagai jenis mikroorganisme. Kita juga dapat memperoleh mikroorganisme ini dari fermentasi makanan yang tersedia secara lokal, tanah humus, dan jamur.
- b. Dalam proses pembuatan kompos terdapat banyak metode, antara metode satu dengan yang lain tidak banyak berbeda karena metode tersebut hanya merupakan modifikasi dari metode lain. Pengomposan berdasarkan ketersediaan udara dibedakan menjadi 2 jenis, yakni aerobik dan nonaerobik. Proses pengomposan aerobik membutuhkan udara dari luar. Oleh karena itu, pada proses ini perlu dilakukan aerasi. Aerasi bisa dilakukan dengan dua cara, yaitu pasif dan aktif. Aerasi pasif adalah cara pengaliran udara tanpa menggunakan alat bantu jadi udara masuk ke dalam proses pengomposan melalui beda tekanan antara luar dan dalam ditimbun bahan baku kompos, sedangkan aerasi aktif dilakukan dengan menggunakan tekanan yang umumnya berasal dari mesin.

2. Informasi untuk Guru

Pada kegiatan pembelajaran ke-2, peserta didik mengenal komposter yang biasa digunakan sehari-hari. Peserta didik akan melakukan kegiatan diskusi bersama kelompok dalam menentukan ide inovasi pembuatan komposter yang akan dipraktikkan pada pertemuan selanjutnya. Dalam kegiatan ini, peserta didik dapat mencari sumber informasi dari majalah, buku bacaan, jurnal, ataupun internet.

3. Tujuan Kegiatan Pembelajaran Kedua

Setelah mempelajari materi ini, peserta didik diharapkan mampu:

- a. menentukan ide dalam pembuatan produk rekayasa teknologi terapan komposter dengan memperhatikan kebutuhan dan kondisi lingkungan sekitar;



- b. merancang perencanaan jadwal/*timeline* pelaksanaan kegiatan pembuatan komposter; dan
- c. membuat diagram alur pembuatan produk yang akan dibuat.

4. Langkah-Langkah Kegiatan Pembelajaran Kedua

Langkah-langkah kegiatan pembelajaran merupakan rangkaian tahapan sistematis yang dilakukan oleh guru guna mengelola pengalaman belajar peserta didik. Adapun langkah-langkah kegiatan pembelajaran terdiri dari pendahuluan, inti, dan penutup.

a. Kegiatan Pendahuluan

Pada awal kegiatan pembelajaran peserta didik diberi pertanyaan pemantik. Contoh pertanyaan pemantik, yaitu:

- 1) Bagaimana cara menangani sampah dengan baik dan benar?
- 2) Bagaimana cara membuat komposter yang mudah dan praktis?

Peserta didik diberi motivasi terkait pentingnya melakukan inovasi untuk mempermudah aktivitas dalam membuat komposter.

b. Kegiatan Inti

Kegiatan inti pembelajaran dimulai dengan peserta didik mengamati gambar atau video terkait komposter. Peserta didik diberi kesempatan untuk mengajukan pertanyaan mengenai gambar atau video yang disajikan guru. Kegiatan ini bertujuan menumbuhkan keingintahuan dan ketertarikan peserta didik terkait materi yang disampaikan dan menemukan potensi lingkungan sekitar yang dapat dijadikan ide.

Peserta didik berkolaborasi dan berdiskusi mengenai ide produk komposter yang akan dibuat. Guru dapat mengarahkan peserta didik untuk merinci ide produk komposter yang akan dibuat, seperti karakteristik alat dan bahan yang akan digunakan, teknik, atau prosedur pembuatan. Peserta didik diarahkan untuk menyusun *timeline* dan diagram blok secara jelas dan telah disepakati bersama guru. Selanjutnya, peserta didik diarahkan untuk melakukan Aktivitas 3 dan Aktivitas 4.



AKTIVITAS 3. Perencanaan Ide

Untuk mengerjakan Aktivitas 3 ini, lakukanlah hal-hal berikut:

1. Berdiskusilah bersama kelompok kalian mengenai produk komposter yang akan dibuat pada kegiatan berikutnya!
2. Tulislah ide kelompok kalian terkait pembuatan komposter yang akan dibuat. Jelaskan pula karakteristik alat dan bahan yang akan digunakan, teknik/prosedur pembuatan, serta proses pembuatan alat!
3. Pilihlah salah satu ide pembuatan Komposter yang memungkinkan untuk dipraktikkan!

(Kaji alasan yang digunakan dengan mempertimbangkan beragam pertimbangan.)

4. Menurut kalian, apa kelebihan dan kelemahan komposter yang akan kalian buat?



AKTIVITAS 4. Jadwal Kegiatan Proyek

Untuk mengerjakan Aktivitas 4 ini, lakukanlah hal-hal berikut:

1. Buatlah jadwal perencanaan/*timeline* kegiatan pembuatan proyek komposter yang telah disepakati bersama, antara guru dengan kalian!
2. Buatlah diagram blok perencanaan kegiatan pembuatan produk yang akan dilakukan!

c. Kegiatan Penutup

Peserta didik melakukan revidi hasil diskusi dan mengungkapkan pengalaman yang diperoleh selama kegiatan diskusi. Guru memberikan umpan balik dan tanggapan atas hasil revidi yang disampaikan peserta didik.



5. Kegiatan Pembelajaran Alternatif

Pembelajaran alternatif pada kegiatan pembelajaran kedua dapat berupa tugas mandiri yang dilakukan oleh peserta didik berupa observasi ke lapangan/lingkungan sekitar. Peserta didik diberikan tugas untuk melihat penanganan sampah di daerahnya dan memahami prinsip kerja komposter lokal yang digunakan (jika ada). Biasanya masyarakat membuat komposter sesuai dengan kondisi lingkungan. Dari hasil observasi tersebut, peserta didik diharapkan mendapatkan gambaran mengenai rancangan desain komposter yang sesuai dengan daya dukung lingkungan dan kearifan lokal sekitar. Jika pada daerahnya tidak ditemukan adanya komposter, maka peserta didik cukup mengobservasi tempat pembuangan sampah akhir yang terdapat di daerahnya.

6. Interaksi dengan Orang Tua

Guru menjalin komunikasi dengan orang tua/wali terkait kegiatan pembelajaran. Dalam hal mencari informasi dan berkolaborasi terkait pembuatan desain/perencanaan produk berdasarkan wawasan atau pengalaman pribadi, guru dapat berkomunikasi dengan orang tua agar dapat membimbing peserta didik dalam kegiatan tersebut.

Peran orang tua/wali dapat berupa mitra yang memberikan referensi alternatif terkait desain/perencanaan produk komposter yang akan dibuat. Orang tua/wali dapat mengajak peserta didik langsung melihat komposter yang ada di lingkungan sekitarnya untuk kemudian dijadikan bahan literasi.

7. Refleksi Guru

Refleksi diri perlu untuk dapat dilakukan oleh pendidik karena dengan melakukan hal tersebut, pendidik mampu melakukan perbaikan dalam melaksanakan tugas selanjutnya. Dalam hal ini, pendidik memikirkan kembali mengenai hal yang telah dilakukan ketika proses pembelajaran berlangsung. Ketika seorang pendidik melakukan refleksi, perlu digarisbawahi bahwa bagian pentingnya bukanlah mengenai lancar tidaknya pembelajaran, namun memuaskan atau tidaknya proses pembelajaran yang dilakukan sehingga dapat diperbaiki di waktu mendatang.

8. Asesmen/Penilaian

Penilaian yang digunakan untuk mengukur ketercapaian pembelajaran meliputi penilaian pengetahuan, sikap, dan keterampilan yang terintegrasi dengan Profil Pelajar Pancasila. Penilaian pengetahuan diperoleh melalui tes tulis. Adapun penilaian sikap mengacu pada indikator dimensi elemen Profil Pelajar Pancasila.

Tabel 4.7 Format Penilaian Aspek Pengetahuan Aktivitas 3

Nama Siswa	Konsep Materi	Skor				Ket.
		1	2	3	4	
	Ide Rancangan					
	Identifikasi Karakteristik Komposter yang Dipilih					
	Jumlah Skor					
	Skor Maksimum	8				

Keterangan Skor : 1 = Kurang Baik 3 = Baik
 2 = Cukup Baik 4 = Sangat Baik

Tabel 4.8 Rentang Nilai dan Rubrik Pengetahuan Aktivitas 3

Indikator	Skor			
	1	2	3	4
Kemampuan Merancang Ide	Peserta didik belum mampu merancang ide produk komposter.	Peserta didik cukup mampu merancang ide produk komposter.	Peserta didik mampu merancang ide produk komposter dengan baik, tetapi belum detail memberikan keterangannya.	Peserta didik sangat mampu merancang ide produk komposter dan detail dalam memberikan keterangannya.



Kemampuan Menjelaskan Karakteristik Komposter	Peserta didik belum mampu menjelaskan karakteristik komposter dari ide yang telah disepakati kelompok.	Peserta didik cukup mampu mengidentifikasi karakteristik komposter dari ide yang telah disepakati kelompok.	Peserta didik mampu mengidentifikasi karakteristik komposter dari ide yang telah disepakati kelompok, namun tidak menyebutkan prosedur pembuatannya.	Peserta didik sangat mampu dan lengkap mengidentifikasi karakteristik komposter dari ide yang telah disepakati kelompok.
--	--	---	--	--

Rumus Konversi Penilaian

$$\text{Skor: } \frac{\text{Jumlah Skor yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100 = \dots$$

Skor Minimal : 2

Skor Maksimal : 8

Tabel 4.9 Format Penilaian Aktivitas 4

Nama Siswa	Konsep Materi	Skor				Ket.
		1	2	3	4	
	Rencana Kegiatan Rancangan					
	Pembuatan Diagram Blok					
Jumlah Skor yang Diperoleh						
Skor Maksimum		4				

Keterangan Skor : 1 = Kurang Baik 3 = Baik
 2 = Cukup Baik 4 = Sangat Baik

Tabel 4.10 Rentang Nilai dan Rubrik Pengetahuan Aktivitas 4

Indikator	Skor			
	1	2	3	4
Kemampuan Membuat Rencana Kegiatan	Peserta didik belum mampu membuat jadwal kegiatan/ <i>timeline</i> pembuatan komposter.	Peserta didik cukup mampu membuat jadwal kegiatan/ <i>timeline</i> pembuatan komposter, namun belum dilengkapi dengan tanggal waktu pelaksanaan dan tidak sesuai urutan.	Peserta didik mampu membuat jadwal kegiatan/ <i>timeline</i> pembuatan komposter, namun tidak sesuai urutan.	Peserta didik sangat mampu membuat jadwal kegiatan/ <i>timeline</i> pembuatan komposter dan lengkap.
Kemampuan Membuat Diagram Blok	Peserta didik belum mampu membuat diagram blok dengan baik dan detail.	Peserta didik cukup mampu membuat diagram blok dengan baik, namun belum detail.	Peserta didik mampu membuat diagram blok dengan baik dan detail.	Peserta didik belum mampu membuat diagram blok dengan baik, runtut, dan detail.

Rumus Konversi Penilaian Pengetahuan

$$\text{Skor: } \frac{\text{Jumlah Skor yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100 = \dots$$

Skor Minimal : 2

Skor Maksimal : 8

Tabel penilaian di atas adalah contoh, guru dapat melakukan modifikasi penilaian yang disesuaikan dengan kondisi sekolah masing-masing. Dalam mengambil penilaian, guru dapat menggunakan penilaian portofolio, di mana penilaian dilakukan dengan cara menilai kumpulan seluruh karya peserta didik atau kumpulan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Format, skor, dan rubrik penilaian dapat dirumuskan sesuai kebutuhan.



E. Kegiatan Pembelajaran Ketiga (Produksi)

1. Informasi untuk Guru

Pada kegiatan pembelajaran ke-3, peserta didik akan melakukan kegiatan diskusi bersama kelompok dalam membuat desain komposter dalam bentuk sketsa yang akan dipraktikkan pada pertemuan selanjutnya. Desain yang dibuat disesuaikan dengan ide/gagasan peserta didik pada pertemuan sebelumnya. Peserta didik juga akan diminta membuat diagram blok alur kegiatan sehingga diharapkan akan lebih terstruktur dan sistematis proses pengerjaannya. Guru mengarahkan peserta didik untuk memilih satu ide/gagasan untuk dituangkan ke dalam sketsa desain alat dengan mempertimbangkan kemungkinan untuk dipraktikkan dan kebutuhan atau potensi sekitar. Peserta didik dapat mencari sumber informasi dari majalah, buku bacaan, jurnal, ataupun internet.

2. Tujuan Kegiatan Pembelajaran Ketiga

Setelah mempelajari materi ini, peserta didik diharapkan mampu:

- a. menentukan ide/gagasan pembuatan komposter yang ingin dibuat;
- b. membuat desain berdasarkan ide/gagasan untuk pembuatan komposter yang ingin dibuat;
- c. membuat diagram blok pembuatan komposter;
- d. menuliskan penjelasan desain/rancangan berdasarkan observasi dan analisis yang telah dilakukan; dan
- e. mendeskripsikan karakteristik alat dan bahan serta teknik dan prosedur pembuatan produk rekayasa teknologi terapan komposter berdasarkan hasil eksplorasi.

3. Langkah-Langkah Kegiatan Pembelajaran Ketiga

Langkah-langkah kegiatan pembelajaran merupakan rangkaian tahapan sistematis yang dilakukan oleh guru guna mengelola pengalaman belajar peserta didik. Adapun langkah-langkah kegiatan pembelajaran terdiri dari pendahuluan, inti, dan penutup.

a. Kegiatan Pendahuluan

Kegiatan awal pembelajaran dimulai dengan peserta didik mengamati gambar atau video terkait pembuatan desain komposter. Peserta didik diberikan kesempatan untuk bertanya mengenai gambar atau video yang diberikan supaya tumbuh motivasi keingintahuan terkait materi yang disampaikan dan tumbuh kesadaran akan potensi lingkungan sekitar sehingga dapat dijadikan ide.

b. Kegiatan Inti

Peserta didik berkolaborasi dalam membuat desain produk komposter. Arahkan peserta didik untuk membuat desain pada selembar kertas HVS atau *sketchbook*. Desain yang sudah jadi diberi keterangan lengkap. Peserta didik yang memiliki kemampuan menggambar di komputer diberikan kesempatan dan fasilitas sebagai cara mengembangkan kemampuan dan bakat. Selanjutnya peserta didik diarahkan untuk mengerjakan Aktivitas 5.



AKTIVITAS 5. Desain Alat

Untuk mengerjakan Aktivitas 5 ini, lakukanlah hal-hal berikut:

1. Buatlah desain/rancangan rangkaian komposter sederhana bersama kelompok kalian!

(Peserta didik dapat menggunakan dan/atau mengembangkan rancangan komposter yang ada di buku/internet dan disampaikan oleh guru di kelas secara kreatif dan inovatif.)

2. Buatlah diagram blok alur kegiatan pembuatan produk!
3. Apa kesan yang kalian peroleh selama pembuatan desain/rancangan dan persiapan produksi? Ungkapkan pendapat kalian dalam diskusi!

c. Kegiatan Penutup

Peserta didik mereviu hasil diskusi dan mengungkapkan pengalaman yang diperoleh selama kegiatan diskusi. Guru memberikan tanggapan atas paparan yang dikemukakan oleh peserta didik.



4. Kegiatan Pembelajaran Alternatif

Pada Kegiatan Pembelajaran Ketiga peserta didik diminta untuk membuat desain produk komposter yang akan dibuat. Peserta didik diberikan kebebasan menggunakan beragam media yang terjangkau dalam kaitannya dengan pembuatan desain komposter. Pastikan semua anggota kelompok turut berpartisipasi dalam pembuatan ide desainnya.

5. Interaksi dengan Orang Tua

Guru menjalin komunikasi dengan orang tua/wali terkait kegiatan pembelajaran. Dalam hal membuat desain/perencanaan pembuatan produk. Orang tua/wali dapat membagikan pengalamannya yang berhubungan dengan pembuatan komposter atau informasi terkait. Guru juga dapat berkomunikasi dengan orang tua agar dapat membimbing peserta didik dalam kegiatan desain/perencanaan tersebut.

6. Refleksi Guru

Refleksi diri perlu untuk dapat dilakukan oleh pendidik karena dengan melakukan hal tersebut, pendidik mampu melakukan perbaikan dalam melaksanakan tugas selanjutnya. Dalam hal ini, pendidik memikirkan kembali mengenai hal yang telah dilakukan ketika proses pembelajaran berlangsung. Ketika seorang pendidik melakukan refleksi, perlu digarisbawahi bahwa bagian pentingnya bukanlah mengenai lancar tidaknya pembelajaran namun memuaskan atau tidaknya proses pembelajaran yang dilakukan sehingga dapat diperbaiki di waktu mendatang.

7. Asesmen/Penilaian

Penilaian yang digunakan untuk mengukur ketercapaian pembelajaran meliputi penilaian keterampilan dan sikap. Penilaian keterampilan diperoleh melalui proyek. Sedangkan untuk penilaian sikap mengacu pada indikator penilaian Profil Pelajar Pancasila.

Tabel 4.11 Format Penilaian Aspek Keterampilan Aktivitas 5

Nama Siswa	Produk	Skor				Ket.
		1	2	3	4	
	Desain Produk					
	Originalitas Ide					
	Jumlah Skor yang Diperoleh					
	Skor Maksimum	8				

Keterangan Skor : 1 = Kurang Baik 3 = Baik
 2 = Cukup Baik 4 = Sangat Baik

Tabel 4.12 Rentang Nilai dan Rubrik Aktivitas 5

Indikator	Skor			
	1	2	3	4
Kemampuan Membuat Desain Produk	Peserta didik mampu membuat konsep desain secara sederhana, gambar kurang jelas, dan tidak ada keterangan gambar.	Peserta didik mampu membuat konsep desain secara sederhana, gambar terlihat jelas, keterangan gambar dibuat sederhana, dan dapat mengomunikasikan dengan baik.	Peserta didik mampu membuat konsep desain yang estetis dan ergonomis dengan detail, gambar terlihat jelas, keterangan gambar dibuat optimal, dan dapat mengomunikasikan dengan baik.	Peserta didik mampu membuat konsep desain yang estetis dan ergonomis dengan detail, gambar terlihat jelas, keterangan gambar dibuat optimal, dan dapat mengomunikasikan dengan baik.

Rumus Konversi Penilaian

$$\text{Skor: } \frac{\text{Jumlah Skor yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100 = \dots$$

Skor Minimal : 2

Skor Maksimal : 8



Asesmen Diri (*Self Assessment*)

Berilah tanda centang (√) pada Asesmen Diri berikut berdasarkan kompetensimu dalam membuat rencana desain/perencanaan produk. Sampai di manakah pemahamanmu?

	Saya dapat membuat rancangan desain produk komposter.
	Saya dapat mengidentifikasi alat dan bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan komposter.
	Saya dapat membuat diagram blok pembuatan komposter berdasarkan fungsinya.

Asesmen Antarteman (*Peer Assessment*)

Tugas Presentasi

Nama Penilai :

Nama Teman yang Dinilai :

Berilah tanda centang (√) pada pernyataan yang menurutmu sesuai!

	Pesan yang disampaikan jelas.
	Materi yang disampaikan runtut.
	Kemampuan menyampaikan baik.

Tabel penilaian di atas adalah contoh, guru dapat melakukan modifikasi penilaian yang disesuaikan dengan kondisi sekolah masing-masing. Dalam mengambil penilaian, guru dapat menggunakan penilaian portofolio, di mana penilaian dilakukan dengan cara menilai kumpulan seluruh karya peserta didik atau kumpulan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Format, skor, dan rubrik penilaian dapat dirumuskan sesuai kebutuhan.

F. Kegiatan Pembelajaran Keempat Sampai dengan Ketujuh (Produksi)

Pertemuan Ke-4 Sampai dengan Ke-7

8 JP = 8 x 45 Menit

1. Konteks Fungsi Produk

Permasalahan di kehidupan sehari-hari terkait teknologi terapan dapat menjadi topik yang diangkat dalam pembelajaran prakarya rekayasa. Informasi yang diperoleh dapat menjadi bahan proyek kegiatan pembelajaran prakarya rekayasa yang akan dilakukan secara berkelompok.

Pada pertemuan keempat hingga ketujuh peserta didik akan melakukan proses pembuatan produk komposter. Sejumlah persiapan perlu dilakukan sekaitan dengan keperluan alat dan bahan. Di samping itu, pada proses produksi ini perlu memperhatikan Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan (K3L).

Untuk mencegah terjadinya hal yang tidak diinginkan, sebaiknya peserta didik memahami dan melaksanakan segala ketentuan keselamatan kerja dan mengikuti petunjuk yang terdapat pada Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD) yang sudah disediakan oleh guru yang bersangkutan. Hal ini penting mengingat pada setiap tahap produksi terdapat potensi kecelakaan kerja yang harus diketahui oleh peserta didik termasuk potensi pencemaran lingkungan.

Pada proses produksi ini beragam persiapan sudah harus disiapkan oleh siswa, seperti alat dan bahan. Berikut rincian alat dan bahan yang dibutuhkan:

Tabel 4.13 Alat dan Bahan Komposter Takakura

No.	Nama Komponen	Keterangan
1	keranjang/wadah berlubang	1 buah
2	bantalan dari jaring plastik/kain yang diisi sabut kelapa, sekam, atau kain perca.	1 buah
3	kardus pelapis	1 buah



4	pengaduk	1 buah
5	biang kompos	1 buah
6	sampah cokelat	daun kering, rumput kering, serbuk gergaji, sekam padi, kertas, kulit jagung, jerami, dan tangkai sayur.
7	sampah hijau	sayuran, buah-buahan, potongan rumput segar, sampah dapur, bubuk teh/kopi, kulit telur, pupuk kandang, dan kulit buah.

Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Indonesia (2018)

Berikut merupakan tahapan metode Takakura:

- a. Masukkan biang kompos ke dalam keranjang dengan tinggi kira-kira 5 cm di atas permukaan bantalan atas.
- b. Masukkan bahan-bahan kompos yang berupa sampah mengandung karbon (sampah cokelat) sebagai sumber energi dan bahan yang mengandung mikroba serta nitrogen (sampah hijau).

2. Informasi untuk Guru

Pada Kegiatan Pembelajaran ke-4 sampai dengan ke-7, peserta didik akan melakukan kegiatan bersama kelompok dalam membuat alat Komposter Takakura yang dimodifikasi sesuai desain yang telah dibuat sebelumnya. Peserta didik dapat mencari sumber informasi dari majalah, buku bacaan, jurnal, ataupun internet. Selanjutnya peserta didik beserta anggota kelompok mempersiapkan alat dan bahan yang diperlukan untuk membuat komposter. Setelah semua sudah dipersiapkan, kegiatan selanjutnya adalah proses pembuatan komposter dengan melakukan uji coba komposter yang telah dibuat pada lingkungan yang relevan, seperti taman di sekolah atau di rumah.

Proses pengomposan dapat kita percepat dengan menambahkan bahan bekatul dan dedak untuk meningkatkan aktivitas mikroba. Proses pematangan akan berlangsung selama kurang lebih 7 hingga 10 hari. Sebelum sampah baru dimasukkan, adonan kompos yang lama perlu diaduk terlebih dahulu untuk menjaga oksigen di bagian bawah. Setelah melewati proses tersebut, kompos harus diayak menggunakan

ayakan kawat berukuran 0,5 cm. Kompos halus dapat kita manfaatkan sebagai pupuk, sedangkan kompos kasar dapat kita gunakan kembali sebagai biang kompos.

3. Tujuan Kegiatan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini peserta didik diharapkan mampu:

- a. menyiapkan bahan dan alat yang diperlukan dalam kegiatan produksi komposter;
- b. melakukan kegiatan produksi pembuatan komposter berdasarkan desain yang telah dibuat sebelumnya; dan
- c. melakukan uji coba komposter pada lingkungan yang relevan.

4. Langkah-Langkah Kegiatan Pembelajaran

Langkah-langkah kegiatan pembelajaran merupakan rangkaian tahapan sistematis yang dilakukan oleh guru guna mengelola pengalaman belajar peserta didik. Adapun langkah-langkah kegiatan pembelajaran terdiri dari pendahuluan, inti, dan penutup.

a. Kegiatan Pendahuluan

Pada kegiatan awal, peserta didik bersama kelompoknya mengecek seluruh alat dan bahan yang diperlukan untuk membuat komposter serta mempersiapkan desain rancangan alat dan prosedur pembuatan.

b. Kegiatan Inti

Peserta didik mulai membuat produk komposter dengan memperhatikan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) serta berhati-hati selama kegiatan. Peserta didik diarahkan untuk melakukan uji coba komposter. Berikut contoh Aktivitas 6 dan Aktivitas 7 yang dapat dilakukan.





AKTIVITAS 6. Persiapan Produksi

Untuk mengerjakan Aktivitas 6 ini, lakukanlah hal-hal berikut:

1. Persiapkanlah alat dan bahan yang dibutuhkan untuk pembuatan Komposter Takakura. Jelaskanlah fungsi dari masing-masing alat dan bahan tersebut!
2. Simpanlah nota atau bukti pembelian alat dan bahan tersebut untuk kemudian akan digunakan pada kegiatan pembelajaran Cara Menentukan Harga Pokok Produksi (HPP)!



AKTIVITAS 7. Membuat Komposter (Kelompok)

Untuk mengerjakan Aktivitas 7 ini, lakukanlah hal-hal berikut:

1. Buatlah sebuah Komposter Takakura berdasarkan desain rangkaian yang telah dibuat pada pertemuan sebelumnya!
(Perhatikan keselamatan dan kesehatan kerja pada saat praktik terutama jika menggunakan alat tajam.)
2. Jelaskan secara rinci prosedur kerja pembuatan Komposter Takakura!
3. Uji cobalah Komposter Takakura yang telah kalian buat di lingkungan yang relevan! Apakah alat tersebut dapat berfungsi dengan baik?
(Jika memungkinkan, dokumentasikanlah hasil akhir Komposter Takakura yang telah kalian buat.)
4. Tulislah laporan akhir kegiatan pembuatan komposter!
(Bentuk laporan dapat berbentuk jurnal kegiatan atau makalah! Guru dapat menyesuaikan dengan kondisi sekolah masing-masing.)



5. Kegiatan Pembelajaran Alternatif

Dalam pembelajaran terdapat beberapa alternatif yang dapat dilakukan jika terkendala oleh sumber daya maupun sarana dan prasarana. Jika kondisi tidak memungkinkan untuk membuat produk Komposter Takakura, maka Bapak/Ibu Guru dapat melakukan penugasan yang lainnya. Penugasan yang dimaksud di antaranya pembuatan tempat sampah, bank sampah, maupun pemilahan untuk jenis sampah tertentu, baik itu sampah organik maupun anorganik. Guru dan peserta didik diberikan keleluasaan untuk melakukan pembelajaran alternatif yang sesuai dengan daya dukung lingkungan dan kearifan lokal.

Sehubungan dengan hal tersebut, maka produk komposter yang dibuat tentu tidak akan sama untuk masing-masing wilayah. Untuk itu diperlukan suatu pemahaman menyeluruh bagaimana seharusnya penanganan sampah dilakukan. Pemaparan yang terdapat pada buku ini berfokus pada Komposter Takakura.

Keranjang Takakura memiliki karakteristik pengomposannya memerlukan udara. Pada prosesnya udara dibutuhkan sebagai asupan penting dalam proses pertumbuhan mikroorganisme yang menguraikan sampah menjadi kompos. Komponen utama yang diperlukan dalam proses pengomposan ini dengan menggunakan keranjang yang sudah dilubangi, kemudian diisi dengan bahan-bahan yang dapat memberikan keadaan kondusif bagi mikroorganisme. Proses pengomposan dengan cara ini dilakukan melalui proses memasukkan sampah organik (yang sudah dicacah) ke dalam keranjang setiap hari dan setelah itu dilakukan kontrol suhu dengan cara diaduk dan disiram air.

Jika metode pengomposan takakura tidak memungkinkan untuk dilakukan, maka guru dapat mencoba metode lain yang sesuai dengan karakteristik dan kondisi lingkungan. Alternatif pengomposan yang dapat dilakukan di antaranya metode *Open Windrow* dan *Biopori*. Kedua metode ini selain mudah dan praktis untuk dilakukan juga sudah banyak dibuat di kalangan masyarakat Indonesia secara umum.



6. Interaksi dengan Orang Tua/Wali

Guru menjalin komunikasi dengan orang tua/wali terkait kegiatan pembelajaran. Peserta didik diberikan pendampingan selama proses pembuatan produk komposter. Orang tua dapat berbagi pengalaman terutama pada saat proses pengerjaan berlangsung. Ingatkan peserta didik untuk berhati-hati dalam menggunakan alat dan bahan yang berbau tajam. Orang tua juga dapat mengajak anaknya untuk mengunjungi tempat atau pengolahan sampah yang ada di daerahnya masing-masing guna memberikan tambahan literatur.

7. Refleksi Guru

Refleksi diri perlu untuk dapat dilakukan oleh pendidik karena dengan melakukan hal tersebut, pendidik mampu melakukan perbaikan dalam melaksanakan tugas selanjutnya. Dalam hal ini, pendidik memikirkan kembali mengenai hal yang telah dilakukan ketika proses pembelajaran berlangsung. Ketika seorang pendidik melakukan refleksi, perlu digaribawahi bahwa bagian pentingnya bukanlah mengenai lancar atau tidaknya pembelajaran, namun memuaskan atau tidaknya proses pembelajaran yang dilakukan sehingga dapat diperbaiki di waktu mendatang.

8. Asesmen/Penilaian

Penilaian yang digunakan untuk mengukur ketercapaian pembelajaran meliputi penilaian pengetahuan, keterampilan, dan sikap. Penilaian pengetahuan diperoleh melalui tes tertulis dan untuk penilaian keterampilan diperoleh melalui proyek. Sedangkan untuk penilaian sikap mengacu pada indikator penilaian Profil Pelajar Pancasila.

Tabel 4.14 Format Penilaian Aktivitas 6

Nama Siswa	Konsep Materi	Skor				Ket.
		1	2	3	4	
	Mengidentifikasi Alat dan Bahan yang Digunakan					
	Identifikasi Fungsi Alat dan Bahan					
	Jumlah Skor					
	Skor Maksimum	8				

Keterangan Skor : 1 = Kurang Baik 3 = Baik
 2 = Cukup Baik 4 = Sangat Baik

Tabel 4.15 Rentang Nilai dan Rubrik Aktivitas 7

Indikator	Skor			
	1	2	3	4
Persiapan Alat dan Bahan	Peserta didik belum mempersiapkan alat, bahan, dan desain rancangan secara lengkap.	Peserta didik mempersiapkan alat, bahan, dan desain, rancangan namun seadanya.	Peserta didik mampu menjelaskan fungsi alat dan bahan yang digunakan pada proses pembuatan komposter, namun terdapat satu alat/bahan yang kurang tepat.	Peserta didik mempersiapkan alat, bahan, dan desain rancangan secara lengkap.
Menjelaskan Fungsi Alat dan Bahan	Peserta didik belum mampu menjelaskan fungsi alat dan bahan yang digunakan pada proses pembuatan komposter.	Peserta didik cukup mampu menjelaskan fungsi alat dan bahan yang digunakan pada proses pembuatan komposter, namun belum lengkap.	Peserta didik cukup mampu menjelaskan fungsi alat dan bahan yang digunakan pada proses pembuatan komposter secara lengkap.	Peserta didik mampu menjelaskan fungsi alat dan bahan yang digunakan pada proses pembuatan komposter dengan baik dan lengkap.



Rumus Konversi Penilaian

$$\text{Skor: } \frac{\text{Jumlah Skor yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100 = \dots$$

Skor Minimal : 2

Skor Maksimal : 8

Tabel 4.16 Format Penilaian Aspek Keterampilan Aktivitas 7

Nama Siswa	Produk dan Kewirausahaan	Skor				Ket.
		1	2	3	4	
	Membuat Produk Komposter					
	Membuat Laporan Kegiatan					
	Jumlah Skor yang Diperoleh					
	Skor Maksimum	8				

Keterangan Skor : 1 = Kurang Baik 3 = Baik
 2 = Cukup Baik 4 = Sangat Baik

Tabel 4.17 Rentang Nilai dan Rubrik Aktivitas 7

Indikator	Skor			
	1	2	3	4
Pembuatan Produk Komposter Takakura	Peserta didik mampu membuat produk Komposter Takakura dengan bahan seadanya dan teknik sederhana, namun tidak sesuai dengan perencanaan, baik desain maupun karakteristiknya.	Peserta didik mampu membuat produk dengan bahan seadanya dan teknik sederhana, tanpa terlihat inovasi atau modifikasi.	Peserta didik mampu membuat produk Komposter Takakura dengan modifikasi bahan dan teknik.	Peserta didik mampu membuat produk rekayasa dengan modifikasi bahan dan teknik, bentuk produk yang inovatif, dan tampilan yang menarik.

Pembuatan Laporan Kegiatan	Peserta didik tidak mampu membuat laporan kegiatan pembuatan komposter.	Peserta didik belum mampu membuat laporan kegiatan pembuatan komposter.	Peserta didik mampu membuat laporan kegiatan pembuatan komposter, namun kurang lengkap.	Peserta didik sangat mampu membuat laporan kegiatan pembuatan komposter dengan lengkap.
-----------------------------------	---	---	---	---

Rumus Konversi Penilaian

$$\text{Skor: } \frac{\text{Jumlah Skor yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100 = \dots$$

Skor Minimal : 2

Skor Maksimal : 8

Tabel penilaian di atas adalah contoh, guru dapat melakukan modifikasi penilaian yang disesuaikan dengan kondisi sekolah masing-masing. Dalam mengambil penilaian, guru dapat menggunakan penilaian portofolio, di mana penilaian dilakukan dengan cara menilai kumpulan seluruh karya peserta didik atau kumpulan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Format, skor, dan rubrik penilaian dapat dirumuskan sesuai kebutuhan.

G. Kegiatan Pembelajaran Kedelapan

Pertemuan Ke-8

2 JP = 2 x 45 Menit

1. Konteks Fungsi Produk

Sebuah produk yang berhasil lolos uji coba produk memiliki peluang bisnis yang bernilai jual. Oleh karena itu, perlu dilakukan perhitungan Harga Pokok Produk (HPP) untuk melihat apakah memang layak jual.



Harga jual produk diperoleh dari penetapan perhitungan Harga Pokok Produksi (HPP). Peserta didik perlu untuk mengetahui cara menentukan HPP agar mampu melakukan perhitungan dan penetapan harga jual produk sesuai dengan pasar sasarnya.

Dalam menentukan harga pokok produksi terdapat dua metode yang dapat dilakukan, yaitu dengan menggunakan metode harga pokok berdasarkan pesanan (*job order costing*) dan metode harga pokok berdasarkan proses (*process costing*), seperti terlihat pada gambar berikut.



Gambar 4.8 Jenis Harga Pokok Produksi

Sumber: Indra Samsudin/Kemendikbudristek (2022)

Dalam menentukan besaran biaya menurut pesanan, maka sistemnya ditentukan berdasarkan akumulasi dari biaya produk dan biaya pesanan tertentu. Setelah pesanan dari pembeli datang, maka produk akan diolah melalui serangkaian dokumen pesanan penjualan. Dokumen tersebut terdiri dari jumlah dan jenis produk, rincian pesanan, serta tanggal terima dan penyerahan.

Untuk sistem produksi yang dilakukan atas dasar pesanan, maka besarnya biaya produksi dihitung untuk setiap pesanan/pekerjaan. Jika proses pesanan atau pekerjaan selesai, maka harga pokok per unit untuk pesanan tertentu dapat dihitung dengan membagi total biaya per pesanan dengan jumlah unit yang dihasilkan.

Penentuan biaya produk berdasarkan proses adalah sistem penentuan biaya produk atau jasa berdasarkan proses atau departemen dan kemudian membebankan biaya tersebut ke sejumlah besar produk yang hampir identik. Rudianto (2013:24) mengartikan penentuan harga pokok proses sebagai suatu metode di mana bahan baku, tenaga kerja, dan *overhead* pabrik dibebankan ke pusat biaya atau departemen. Biaya yang dibebankan ke setiap unit produk yang dihasilkan ditentukan dengan membagi total biaya yang dibebankan ke pusat biaya atau departemen tersebut dengan jumlah unit yang diproduksi pada pusat biaya yang bersangkutan.

Cara menghitung harga pokok produksi adalah memperhitungkan semua biaya yang berkaitan dengan pembuatan persediaan termasuk bahan langsung, *overhead* pabrik dan biaya tenaga kerja. Berikut ini rumus yang digunakan untuk menghitung harga pokok produksi:

$$\text{Harga Pokok Produksi} = \text{Biaya Bahan Baku} + \text{Biaya Tenaga Kerja} + \text{Biaya Overhead Pabrik.}$$

Berikut penjelasan untuk masing-masing komponen tersebut:

- a. Biaya bahan baku mengacu pada bahan yang digunakan dalam proses produksi yang menjadi bagian utama dari produk dan biayanya dapat dihitung serta dikenakan langsung padanya.
- b. Biaya tenaga kerja merupakan biaya yang dikeluarkan untuk membayar para pekerja dan pegawai yang bekerja. Biaya tenaga kerja langsung adalah bagian dari upah atau gaji.
- c. Biaya *overhead* pabrik adalah biaya produksi selain biaya bahan baku dan biaya tenaga kerja langsung.

2. Informasi untuk Guru

Pada Kegiatan Pembelajaran Ke-8 peserta didik akan melakukan perhitungan dan penentuan Harga Pokok Produksi (HPP) secara diskusi bersama kelompok sesuai dengan komposter yang telah dibuat. Peserta didik dapat mencari sumber informasi



dari majalah, buku bacaan, jurnal, ataupun internet. Peserta didik mencatat setiap harga bahan dan alat yang digunakan dalam pembuatan komposter.

Jika kita akan melakukan usaha, maka lakukanlah perhitungan HPP ini sebelum membuat produk. Perhitungan HPP dapat kalian lakukan pada tahap perencanaan, hal ini dapat mencegah kerugian yang besar.

Guru harus menjelaskan dengan terperinci dalam hal penentuan HPP, hal apa saja yang harus diperhatikan sehingga tidak ada kekeliruan dalam penentuan HPP tersebut. Semua biaya tetap dan biaya tidak tetap harus dimasukkan dalam perhitungan HPP, termasuk yang harus terus diingatkan adalah memasukkan biaya penyusutan alat dan mesin, karena ini juga termasuk dalam komponen HPP. Jika ada hal yang terlewat untuk dimasukkan ke dalam komponen HPP, ini bisa menjadi penyebab pada akhirnya bisnis yang dilakukan tidak menghasilkan laba.

Saat penentuan margin keuntungan, guru menekankan bahwa besar keuntungan yang didapatkan harus berdasarkan studi pasar terhadap produk pesaingnya jika sudah ada, atau produk yang sejenis jika belum ada yang sama. Walaupun besaran keuntungan tidak ada batasan, tetapi harus diperhatikan tingkat penerimaan dan persaingan di pasar.

3. Tujuan Kegiatan Pembelajaran Kedelapan

Setelah mempelajari materi ini peserta didik diharapkan mampu:

- a. menjelaskan pengertian Harga Pokok Produksi (HPP);
- b. memahami cara menentukan HPP suatu produk;
- c. melakukan perhitungan HPP suatu produk dengan benar; dan
- d. membuat laporan kegiatan produksi.

4. Langkah-Langkah Kegiatan Pembelajaran

Langkah-langkah kegiatan pembelajaran merupakan rangkaian tahapan sistematis yang dilakukan oleh guru guna mengelola pengalaman belajar peserta didik. Adapun langkah-langkah kegiatan pembelajaran terdiri dari pendahuluan, inti, dan penutup.

a. Kegiatan Pendahuluan

Kegiatan awal pembelajaran dimulai dengan peserta didik mengamati gambar atau video terkait perhitungan HPP. Peserta didik diberikan kesempatan untuk bertanya mengenai gambar atau video yang diberikan supaya tumbuh motivasi keingintahuan terkait materi yang disampaikan dan tumbuh kesadaran akan potensi lingkungan sekitar sehingga dapat dijadikan ide.

b. Kegiatan Inti

Peserta didik menggali informasi terkait pengertian Harga Pokok Produksi (HPP) dan cara penentuan HPP. Perhitungan HPP dilakukan sebelum masuk tahap produksi agar dapat melihat layak atau tidaknya produk yang kita buat untuk bersaing di pasaran. Peserta didik diarahkan untuk membuat laporan perhitungan HPP. Peserta didik melakukan kegiatan sesuai Aktivitas 8.



AKTIVITAS 8. Perhitungan Harga Pokok Produksi

Untuk mengerjakan Aktivitas 8 ini, lakukanlah hal-hal berikut:

1. Buatlah catatan harga alat dan bahan yang digunakan untuk membuat produk komposter!
2. Diskusikan dan hitung penetapan harga pokok penjualan dan harga jual produk Komposter Takakura!

c. Kegiatan Penutup

Pada akhir kegiatan, peserta didik sebagai perwakilan kelompok akan melakukan presentasi terkait laporan perhitungan Harga Pokok Produksi (HPP) produk yang dibuat. Guru mengapresiasi hasil diskusi dan memberikan penilaian.

5. Kegiatan Pembelajaran Alternatif

Dalam pelaksanaan pembelajaran di lapangan, guru mungkin saja dihadapkan pada kendala di mana tidak dapat



menyampaikan materi mengenai Harga Pokok Produksi. Sebagai gantinya guru dapat menyampaikan materi mengenai Laporan Rugi Laba.

Jika berkaitan dengan barang/produk, maka perhitungannya adalah:

$$\text{Laba Bersih} = \text{Laba Kotor} - \text{Beban Usaha (Biaya Operasional dan Nonoperasional)}$$

6. Interaksi dengan Orang Tua/Wali

Guru menjalin komunikasi dengan orang tua/wali terkait kegiatan pembelajaran. Dalam hal mencari informasi mengenai Harga Pokok Produksi (HPP), orang tua dapat membagikan pengalaman keseharian terkait kewirausahaannya. Proses jual beli barang dalam aktivitas sehari-hari dapat menjadi tambahan pengetahuan dan wawasan terhadap proses pembelajaran yang dialami peserta didik.

7. Refleksi Guru

Refleksi diri perlu untuk dapat dilakukan oleh pendidik karena dengan melakukan hal tersebut, pendidik mampu melakukan perbaikan dalam melaksanakan tugas selanjutnya. Dalam hal ini, pendidik memikirkan kembali mengenai hal yang telah dilakukan ketika proses pembelajaran berlangsung. Ketika seorang pendidik melakukan refleksi, perlu digarisbawahi bahwa bagian pentingnya bukanlah mengenai lancar tidaknya pembelajaran, namun memuaskan atau tidaknya proses pembelajaran yang dilakukan sehingga dapat diperbaiki di waktu mendatang.

8. Asesmen/Penilaian

Penilaian yang digunakan untuk mengukur ketercapaian pembelajaran meliputi penilaian pengetahuan, keterampilan, dan sikap. Penilaian pengetahuan diperoleh melalui tes tertulis dan untuk penilaian keterampilan diperoleh melalui proyek. Sedangkan untuk penilaian sikap mengacu pada indikator penilaian Profil Pelajar Pancasila.

Tabel 4.18 Format Penilaian Aktivitas 8

Nama Siswa	Konsep Materi	Skor				Ket.
		1	2	3	4	
	Perhitungan Biaya Bahan Baku					
	Perhitungan Total Biaya Produksi					
	Perhitungan HPP					
	Jumlah Skor yang Diperoleh					
	Skor Maksimum	12				

Keterangan Skor : 1 = Kurang Baik 3 = Baik
 2 = Cukup Baik 4 = Sangat Baik

Tabel 4.19 Rentang Nilai dan Rubrik Pengetahuan Aktivitas 8

Indikator	Skor			
	1	2	3	4
Kemampuan Menghitung Biaya Bahan Baku Produk	Peserta didik belum mampu melakukan perhitungan biaya bahan baku, total biaya produksi, dan menentukan HPP.	Peserta didik cukup mampu melakukan perhitungan biaya bahan baku dan total biaya produksi, namun masih salah dalam menentukan HPP.	Peserta didik mampu melakukan perhitungan biaya bahan baku dan total biaya produksi, namun masih salah dalam menentukan HPP.	Peserta didik sangat mampu melakukan perhitungan biaya bahan baku, total biaya produksi, dan menentukan HPP.

Rumus Konversi Penilaian

$$\text{Skor: } \frac{\text{Jumlah Skor yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100 = \dots$$

Skor Minimal : 2

Skor Maksimal : 8



Tabel penilaian di atas adalah contoh, guru dapat melakukan modifikasi penilaian yang disesuaikan dengan kondisi sekolah masing-masing. Dalam mengambil penilaian, guru dapat menggunakan penilaian portofolio, di mana penilaian dilakukan dengan cara menilai kumpulan seluruh karya peserta didik atau kumpulan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Format, skor, dan rubrik penilaian dapat dirumuskan sesuai kebutuhan.

H. Kegiatan Pembelajaran Kesembilan

Pertemuan Ke-9

2 JP = 2 x 45 Menit

1. Konteks Fungsi Produk

Keberhasilan belajar peserta didik dapat dilihat dengan cara melakukan evaluasi pembelajaran. Melalui evaluasi, guru dapat:

- mengetahui apakah peserta didik mampu memahami dan menguasai materi yang telah diberikan;
- mengetahui apakah peserta didik bersikap sebagaimana yang diharapkan; dan
- mengetahui keberhasilan proses belajar mengajar yang telah dilakukan.

Proses pembelajaran yang tidak berhasil dapat disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain tingkat kemampuan peserta didik yang rendah, kualitas materi pelajaran yang tidak sesuai dengan tingkat usia anak, jumlah beban pelajaran terlalu banyak sehingga tidak sesuai dengan waktu yang diberikan, dan komponen proses belajar dan mengajar yang kurang sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan oleh guru (Magdalena, 2020). Seorang guru harus melakukan evaluasi agar mengetahui perubahan yang seharusnya dilakukan.

Adapun prinsip umum evaluasi adalah harus kontinu tidak boleh insidental, komprehensif terhadap suatu objek, adil dan objektif, kooperatif, dan praktis. Praktis artinya mudah digunakan bagi yang menyusun evaluasi maupun yang menggunakannya (Ratnawulan dan Rosdiana, 2014).

2. Informasi untuk Guru

Evaluasi pembelajaran dapat disesuaikan dengan kondisi sekolah masing-masing. Guru dapat melakukan ulangan atau tes akhir yang berkaitan dengan materi Unit 4 yang dipelajari. Bentuk soal dapat berupa pilihan ganda atau esai. Bentuk evaluasi yang dapat dilakukan selain melakukan ulangan, yakni membuat jurnal kegiatan. Guru diberikan kebebasan memilih dan menentukan cara mengevaluasi kegiatan pembelajaran.

3. Tujuan Kegiatan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini peserta didik diharapkan mampu:

- mengidentifikasi permasalahan yang terjadi saat pembelajaran;
- menganalisis permasalahan yang terjadi selama proses pembelajaran agar pembelajaran berikutnya menjadi lebih baik; dan
- melihat kemampuan diri selama proses pembelajaran.

4. Refleksi Peserta Didik

Untuk mengukur pemahaman kalian terhadap materi Unit 4, isilah tabel berikut. Berilah tanda centang (✓) pada kolom tidak, kurang, atau paham berdasarkan tingkat pemahaman kalian.

Tabel 4.20 Format Penilaian Refleksi

No.	Aspek yang Diukur	Tingkat Pemahaman			
		4	3	2	1
1	Menyimpulkan Terkait Produk Rekyasa Teknologi Terapan Komposter				
2	Memahami tentang Perkembangan Komposter				
3	Mampu Membandingkan Jenis-Jenis Komposter				
4	Memahami Tahapan Persiapan Produksi				
5	Mempraktikkan Membuat Komposter				
6	Memahami Prosedur Kerja Pembuatan Komposter				
7	Memahami Perhitungan HPP				



Keterangan :

4 = Sangat Paham

3 = Paham

2 = Kurang Paham

1 = Tidak Paham

Rumus Konversi Evaluasi Diri

Skor:

$$\frac{\text{Jumlah Skor yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100 = \dots$$

Pedoman Penilaian:

Nilai Akhir	Predikat
81–100	A
61–80	B
41–60	C
21–40	D
≤ 20	E

Contoh:

Nama Peserta Didik : Indra

Skor : 85

Deskripsi : Peserta didik memiliki kemampuan **sangat baik** dalam pemahaman pengetahuan materi dan konsep produk rekayasa teknologi terapan serta **kompeten** dalam keterampilan produksi dan kewirausahaan.

Bagi peserta didik yang masih kurang memahami materi yang telah diberikan dapat diberikan kegiatan remedial. Bentuk kegiatan remedial dapat berupa pembuatan *mindmap* materi yang telah diberikan. Adapun kegiatan pengayaan yang diberikan kepada peserta didik yang telah menguasai materi bisa melalui pemberian informasi tambahan.

5. Pengayaan

Peserta didik yang telah mampu menguasai materi Unit 4. dapat diberikan aktivitas dan materi tambahan agar mampu meningkatkan pengetahuannya. Contoh aktivitas pengayaan yang dapat diberikan dengan mencari artikel terkait **Pengembangan Komposter Takakura** dan peserta didik membuat *mindmap* dari apa yang telah dibaca.



Peserta didik dapat memperoleh informasi dengan mengunjungi laman berikut:

<https://www.unesa.ac.id/kembangkan-komposter-aerob-menuju-eco-campus>

atau peserta didik dapat memindai kode batang berikut:

6. Penilaian

a. Penilaian Aspek Pengetahuan dan Konsep Kewirausahaan

Aspek Pengetahuan	Rubrik				Ket.
	1	2	3	4	
Aktivitas 1					
• Analisis Masalah				√	
• Identifikasi Produk Rekayasa Teknologi Terapan			√		
Aktivitas 2					
• Eksplorasi Produk Rekayasa Teknologi Terapan di Lingkungan Sekitar			√		
• Analisis Hasil Produksi Rekayasa Teknologi Terapan di Lingkungan Sekitar			√		
Aktivitas 3					
• Ide Rancangan			√		
• Identifikasi Karakteristik Komposter yang Dipilih			√		
Aktivitas 6					
• Identifikasi Alat dan Bahan yang Digunakan				√	
• Identifikasi Fungsi Alat dan Bahan				√	

Aspek Pengetahuan	Rubrik				Ket.
	1	2	3	4	
Aktivitas 8					
• Perhitungan Biaya Bahan Baku				√	
• Perhitungan Total Biaya Produksi				√	
• Perhitungan HPP				√	
Jumlah Skor	39				
Skor Maksimum	44				

Nilai Konversi Pengetahuan: $39/44 \times 100 = 88,6$

b. Penilaian Aspek Keterampilan

Produk dan Kewirausahaan	Skor				Ket.
	1	2	3	4	
Aktivitas 4					
• Rencana Kegiatan Rancangan				√	
• Kesesuaian Rencana Kegiatan				√	
Aktivitas 5					
• Desain Produk				√	
• Presentasi Desain Produk			√		
Aktivitas 7					
• Produk Komposter			√		
• Laporan Kegiatan				√	
Jumlah Skor	22				
Skor Maksimum	24				

Nilai Konversi Keterampilan: $22/24 \times 100 = 91,7$

c. Penilaian Aspek Sikap

Nilai akhir perhitungan sikap diperoleh dari rata-rata perolehan nilai sikap di setiap kegiatan.

Nilai Akhir	Predikat
81–100	A
61–80	B
41–60	C
21–40	D
≤ 20	E

Deskripsi :

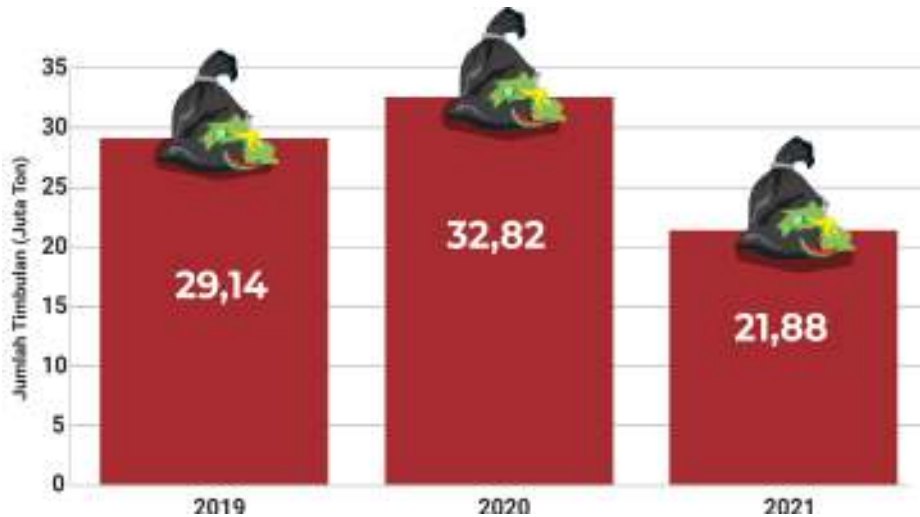
Peserta didik mampu memperlihatkan karakter **sangat baik** yang **berkembang** dalam kegiatan pembelajaran di kelas.

Guru juga dapat menggunakan penilaian portofolio, di mana penilaian dilakukan dengan cara menilai kumpulan seluruh karya peserta didik dalam suatu tugas tertentu yang bersifat reflektif-integratif untuk mengetahui perkembangan dan kreativitas peserta didik dalam kurun waktu tertentu. Format, skor, dan rubrik penilaian dapat dirumuskan sesuai kebutuhan.

EVALUASI UNIT 4

Kerjakanlah Evaluasi Unit 4 dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut!

1. Andaikan sebuah perusahaan persaingan tidak sempurna memproduksi *output* sebanyak 100 unit dan diketahui bahwa $P = 10$, $MR = 8$, dan $MC = 9$. Jika perusahaan berusaha memaksimalkan laba, yang harus dilakukan perusahaan adalah . . .
 - A. tidak ada yang perlu diubah, kondisi tersebut merupakan laba maksimal
 - B. meningkatkan Q dan menurunkan P
 - C. meningkatkan Q dan meningkatkan P
 - D. menurunkan Q dan meningkatkan P
 - E. menurunkan Q dan menurunkan P
2. Perhatikan gambar berikut!



Gambar 4.9 Grafik Jumlah Timbunan Sampah Tahunan Indonesia

Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK)/DataIndonesia (2022)



Berdasarkan informasi pada gambar di atas, analisis dan lakukanlah literasi digital mengenai data timbulan sampah yang ada di daerah kalian masing-masing lengkap dengan komposisi sumber sampah dan jenis sampah!

3. Perkembangan bioteknologi di bidang pertanian sudah dapat mengatasi kekurangan yang dimiliki pada proses pengomposan tradisional. Salah satu modifikasi teknik pengomposan yang telah dikembangkan dan banyak digunakan saat ini adalah dengan memanfaatkan mikroorganisme efektif atau dikenal dengan nama *EM Technology*. Jelaskan apa yang dimaksud dengan *EM Technology*?
4. Perhatikan gambar berikut!

Berikut diagram alur proses pengomposan.



Gambar 4.10 Diagram Alur Proses Pengomposan

Sumber: M. Rizal Abdi/Kemendikbudristek (2022)

Berdasarkan diagram alur proses pengomposan tersebut, maka kerjakanlah soal berikut dengan cara memilih salah satu jawaban yang tepat (B/S). Pilihlah B jika pernyataan berikut sesuai dengan diagram alur proses pengomposan dan pilihlah S apabila pernyataan tidak sesuai dengan diagram alur pengomposan!

- a. (B-S) Proses pencacahan dilakukan guna mempercepat pengomposan karena terjadi penambahan luas permukaan untuk diserang mikroorganisme.
 - b. (B-S) Pada saat proses fermentasi terjadi perubahan suhu yang signifikan, di mana secara umum suhu akan tinggi pada 2-7 hari pertama dengan kisaran 55-70 °C seterusnya menurun secara perlahan mendekati suhu kamar.
5. Jelaskan faktor-faktor yang memengaruhi proses Pengomposan Komposter Takakura!



Glosarium

<i>abrasive</i>	: benda halus
aerasi	: penambahan oksigen ke dalam air
aerobik	: bersifat memerlukan oksigen
anorganik	: mengenai atau terdiri atas benda selain manusia, tumbuhan, dan hewan; mengenai benda tidak hidup
azolla	: Tumbuhan yang hidup dan berkembang pada air tergenang.
biodigester	: Tempat proses fermentasi bahan biogas.
biogas	: Gas yang terbuat dari kotoran ternak.
biopori	: Lubang buatan pada tanah yang diisi sampah organik untuk resapan air.
<i>charging capacity</i>	: Kapasitas maksimal daya yang dapat disimpan pada suatu alat.
<i>clearance</i>	: jarak ruangan
debit	: Jumlah air yang dipindahkan dalam suatu satuan waktu pada titik tertentu.
desain	: kerangka bentuk atau rancangan
digester	: Tempat untuk terjadinya proses fermentasi.
diode	: Piranti elektronik yang berfungsi sebagai penyearah dan juga penghambat arus listrik.
fermentasi	: proses peragian; proses penguraian bahan biogas oleh bakteri
fluktuasi	: keadaan naik-turun
global	: secara umum, keseluruhan
gulma	: tumbuhan pengganggu
harga pokok produksi	: Semua biaya langsung dan tidak langsung yang dikeluarkan perusahaan untuk proses produksi sehingga barang atau jasa tersebut bisa dijual.
<i>inquiry</i>	: penyelidikan, penemuan
instalasi	: Perangkat peralatan teknik beserta perlengkapannya yang dipasang pada posisinya dan siap dipergunakan.

isolator	: Bahan yang bersifat tidak dapat menghantarkan panas dan listrik.
karbon dioksida	: gas CO ₂
katup	: penutup
konduktor	: Bahan yang dapat menghantarkan panas dan listrik dengan sangat baik.
konstruksi	: susunan
konversi	: perubahan
K3	: (Keselamatan dan Kesehatan Kerja) Segala kegiatan untuk menjamin dan melindungi keselamatan dan kesehatan tenaga kerja melalui upaya pencegahan kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja.
LED	: Piranti elektronik yang memancarkan cahaya monokromatik.
listrik dc	: Jenis arus yang mengalir secara searah.
mekanis	: otomatis menurut kerja mesin
metana	: gas CH ₄
multishaft	: batang banyak
open windrow	: Salah satu sistem pengomposan di tempat terbuka beratap dengan aerasi alamiah.
organik	: berkaitan dengan zat yang berasal dari makhluk hidup
patogen	: yang dapat menimbulkan penyakit
pompa galon elektrik	: Pompa galon yang sumber tenangnya berasal dari listrik.
power bank	: Alat yang berfungsi sebagai pengisi daya alat elektronik.
power bank sel surya	: Alat penyimpan daya yang menggunakan cahaya matahari sebagai sumber.
power bank universal	: Alat penyimpan daya yang menggunakan listrik sebagai sumber.
power supply	: Piranti elektronik yang berfungsi sebagai pemasok daya listrik ke suatu perangkat elektronik.
profil pelajar pancasila	: Profil lulusan yang bertujuan menunjukkan karakter dan kompetensi yang diharapkan diraih dan menguatkan nilai-nilai luhur Pancasila peserta didik dan para pemangku kepentingan.



<i>project based learning</i>	: Pendekatan pengajaran yang dibangun di atas kegiatan pembelajaran dan tugas nyata yang memberikan tantangan bagi peserta didik yang terkait dengan kehidupan sehari-hari untuk dipecahkan secara berkelompok.
prototipe	: Model awal yang menjadi contoh.
reduksi	: pengurangan
saklar	: Peralatan listrik yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan arus listrik.
semikonduktor	: Bahan yang memiliki konduktivitas di antara isolator dan konduktor.
sketsa	: gambar rancangan
slurry	: Sisa fermentasi yang sudah tidak menghasilkan gas.
spesifikasi	: perincian
superkonduktor	: Bahan yang tidak memiliki hambatan, tetapi memiliki arus di bawah suhu tertentu.
timeline	: linimasa
torak	: Bagian dari mesin atau motor yang bergerak mondar-mandir dalam suatu silinder karena tenaga uap atau karena pembakaran bahan bakar.
USB booster	: Piranti elektronik yang berfungsi sebagai penstabil tegangan.
valve	: Katup yang digunakan untuk membuka atau menutup saluran.
vegetatif	: Cara perkembangbiakan secara tak kawin.
wirausaha	: Orang yang mengelola, mengorganisasikan, dan berani menanggung segala risiko untuk menciptakan peluang dan usaha baru.
3R (Reuse, Reduce, dan Recycle)	: Cara dalam mengelola dan menangani sampah plastik dengan berbagai jenisnya. Penerapan sistem ini sangat baik untuk mengelola sampah dari berbagai jenis plastik, dari yang aman hingga yang beracun.

Daftar Pustaka

SUMBER BUKU

- Ambar Pertiwiningrum. 2015. *Instalasi Biogas*. Yogyakarta: Kolom Cetak.
- Chusni, Muhammad Minan, et al. 2018. *Belajar dan Pembelajaran Fisika*. Banjarnegara: Pelita Gemilang Sejahtera.
- Duch, B. J., Groh, S. E., & Allen, D. E. 2001. *The Power of Problem-Based Learning: A Practical "How to" for Teaching Undergraduate Courses in Any Discipline*. Virginia: Stylus Publishing, LLC.
- Gerlach, V.S. & Ely, D.P. 1980. *Teaching and Media: A Systematic Approach. 2nd. Ed.* Englewood Cliffs. New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- Haerullah, Ade & Said Hasan. 2017. *Model & Pendekatan Pembelajaran Inovatif/ Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta: Lintas Nalar.
- Kemdikbud. Buku Saku Tanya Jawab Kurikulum Merdeka Tahun 2022.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia 2018 mengenai Pedoman Pengelolaan Sampah Rumah Tangga.
- Keputusan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 56/M/2022 tentang Pedoman Penerapan Kurikulum dalam Rangka Pemulihan Pembelajaran Mata Pelajaran Prakarya dan Kewirausahaan Rekayasa.
- Keputusan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 262/M/2022 Perubahan atas Keputusan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- Latifah, Siti., dkk. 2014. *Pupuk Organik Kompos Memanfaatkan Limbah Sekitar Lingkungan*. Medan: Kiswatech.
- Mager F. R. 1975. *Preparing Instructional Objectives, Second Edition*. California: Pitman Learning Inc.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. 6 Tahun 2022.
- Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 17 tahun 2013.
- Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 22 Tahun 2020 tentang Rencana Strategis Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Tahun 2020–2024.



- Purnama, Sang Gede. 2010. *Panduan Praktikum Pembuatan Kompos Organik dan Pupuk Cair*. Bali: Fakultas Kedokteran Universitas Udayana.
- Ratna Wulan, Elis dan Rusdiana, A. 2015. *Evaluasi Pembelajaran*. Bandung: Pustaka Setia.
- OHSAS 18001:2007 *Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja*.
- Ratna Wulan, Elis, dan Rusdiana, A. 2015. *Evaluasi Pembelajaran*. Bandung: Pustaka Setia.
- Rudianto. 2013. *Akuntansi Manajemen Informasi untuk Pengambilan Keputusan Strategis*. Jakarta: Erlangga.
- Sentana, Agus dan Bukti, Tarigan. 2016. *Rancang Bangun Mesin Pemasang Galon Air Minum ke Water Dispenser untuk Kebutuhan Masyarakat dalam Upaya Peningkatan Pemberdayaan Industri Kecil (Tahun ke-1)*. Bandung: Universitas Pasundan.
- Sujarwo, Trisnanti dan Widyaningsih. 2014. *Pengelolaan Sampah Organik dan Anorganik*. Yogyakarta: FIP UNY.
- Suraidi, Meirista Wulandari, dan Wiryo Tanjung. 2022. *Perancangan Modifikasi Pompa Galon Air Minum Elektrik Menjadi Otomatis*. Jakarta: Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara.
- Suwerda, B. 2012. *Bank Sampah (Kajian Teori dan Penerapan) Disertai Penerapan Bank Sampah "Gemah Ripah" di Dusun Badegan Bantul*. Yogyakarta: Pustaka Rihama.
- Suyitno, Agus Sujono, dan Dharmanto. 2010. *Teknologi Biogas: Pembuatan, Operasional, dan Pemanfaatan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Uli, W., Ulrich, S., dan Nicolai, H. 1989. *Biogas Plants in Animal Husbandry*. Germany: GTZ.
- Wena, Made. 2013. *Strategi Pembelajaran Inovatif Kontemporer: Suatu Tinjauan Konseptual Operasional*. Jakarta: Bumi Aksara.

SUMBER INTERNET

- Administrator. dalam [bppt.go.id](https://www.bppt.go.id/berita-bppt/plt-biogas-pome-olah-limbah-cair-sawit-menjadi-listrik) diakses pada 04 September 2022 dari <<https://www.bppt.go.id/berita-bppt/plt-biogas-pome-olah-limbah-cair-sawit-menjadi-listrik>>.
- Alla Asmara, M. Parulian Hutagaol, dan Salundik. *Analisis Potensi Produksi dan Persepsi Masyarakat dalam Pengembangan Biogas pada Sentra Usaha Ternak Sapi Perah di Kabupaten Bogor*. *Jurnal Agribisnis Indonesia* (Vol 1 No 1, Juni 2013); halaman 71-80.

- Anto, B., Hamdani, E., & Abdullah, R. 2014. *Portable battery charger berbasis sel surya. Jurnal Rekayasa Elektrika*, 11(1), 19-24.
- Dhal, S. B., Agarwal, A., & Agarwal, K. 2016. *Solar powered mobile power bank systems. American Journal of Electrical and Electronic Engineering*, 4(5), 148-151. DOI:10.12691/ajeee-4-5-4.
- Guo, P., Saab, N., Post, L. S., & Admiraal, W. 2020. *A Review of Project-Based Learning in Higher Education: Student Outcomes and Measures. International Journal of Educational Research*, 102, <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101586>.
- Hanifah Nisrina dan Pertiwi Andarani. 2018. *Pemanfaatan Limbah Tahu Skala Rumah Tangga menjadi Biogas sebagai upaya Teknologi Bersih di Laboratorium Pusat Teknologi Lingkungan-BPPT, Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, Vol. 15 No.2
- Haryadi, S., & Syahrillah, G. R. F. 2017. *Rancang Bangun Pemanfaatan Panel Surya Sebagai Charger Handphone Di Tempat Umum. Al Jazari: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 2(1).
<https://guru.kemdikbud.go.id/kurikulum/perkenalan/cp-atp/konsep-tujuan-pembelajaran/> (diakses pada 8 desember 2022 pukul 16.00).
- Kumpanan. 2018. "Mengelilingi Pembangkit Listrik Tenaga Biogas PT. Inti Indosawit Subur". Youtube 28 Januari 2018. dilihat 04 September 2022. <<https://www.youtube.com/watch?v=kNAAH6zH4ws>>.
- Magdalena, I, Wahyuni, A., dan Hartana D. *Pengelolaan Pembelajaran Daring yang Efektif selama Pandemi di SDN 1 Tanah Tinggi. Jurnal Edukasi dan Sains*, 2(2), 366-377.
- Rufiyanto, A., Rostika, R. N., Purnomo, B. S., & Jatiningrat, H. S. 2020. *Optimalisasi Alat Power Bank dengan Solar Cell di Era Globalisasi. Neo Teknika*, 6(1).
- Sysadmin. dalam [pertagas.pertamina.com](http://www.pertagas.pertamina.com) diakses pada 04 September 2022 dari <<http://www.pertagas.pertamina.com/Portal/Content/Read/48>>.
- The George Lucas Educational Foundation . 2005. *Instructional Module Project Based Learning*. Diakses pada tanggal 8 Desember 2022 dari <https://www.edutopia.org/project-based-learning>.

DAFTAR SUMBER GAMBAR

- Gambar 1.1: M. Rizal Abdi/Kemendikbudristek, 2022. *Susunan Baterai dalam Power Bank*. Kemendikbudristek.
- Gambar 1.2: Zoe Malin, 2022. *Contoh Power Bank Sel Surya*. Diakses melalui <https://www.nbcnews.com/select/shopping/best-solar-power-banks-ncna1294231/> pada tanggal 28 Agustus 2022.
- Gambar 1.4: M. Rizal Abdi/Kemendikbudristek 2022. *Diagram Blok PBSS*. Kemendikbudristek.
- Gambar 2.1: M. Rizal Abdi/Kemendikbudristek 2022. *Instalasi Pompa*. Kemendikbudristek.
- Gambar 2.3: Wendynovianto, 2015. *Pompa Bolak-Balik (Reciprocating Pump)*. Diakses melalui <https://www.kompasiana.com/wendynovianto> pada tanggal 04 September 2022.
- Gambar 2.4: Nordroden, 2018. *Pompa Berputar (Rotary Pump)*. Diakses melalui <https://www.istockphoto.com/id/foto/fragmen-sistem-penyegelan-pompa-industri-gm1031288068-276260458?phrase=nordroden%20rotary%20pump> pada tanggal 04 September 2022.
- Gambar 2.5: Wahyusetiawan, 2021. (a) *Pompa Vane*. Diakses melalui <https://caramesin.com/cara-kerja-pompa-rotary/> pada 04 September 2022.
- Gambar 2.5: (b) Wahyusetiawan, 2021. (a) *Pompa Vane*. Diakses melalui <https://caramesin.com/cara-kerja-pompa-rotary/> pada 04 September 2022.
- Gambar 2.5: (c) Wahyusetiawan, 2021. (a) *Pompa Vane*. Diakses melalui <https://caramesin.com/cara-kerja-pompa-rotary/> pada 04 September 2022.
- Gambar 2.6: Taufiqullah, 2022. *Pompa Aksial*. Diakses melalui <https://www.tneutron.net/sipil/jenis-pompa-dinamik/> pada 13 November 2022.
- Gambar 2.7: Taufiqullah, 2022. *Pompa Benam*. <https://www.tneutron.net/sipil/jenis-pompa-dinamik/> pada 13 November 2022.
- Gambar 2.8: Taufiqullah, 2022. *Pompa Hydraulic Ram*. <https://www.tneutron.net/sipil/jenis-pompa-dinamik/> pada 13 November 2022.
- Gambar 2.9: M. Rizal Abdi/Kemendikbudristek, 2022. *Ilustrasi Pompa Galon Manual*. Kemendikbudristek.
- Gambar 2.10: Suraidi, dkk/UNTAR, 2021. *Pompa Air Minum Galon Elektrik*. Diakses melalui <https://images.app.goo.gl/NMV6DAsRsiUPTfscA> pada 04 September 2022.

Gambar 2.11: Perytskyy, 2021. *Galon Kapasitas 19 Liter*. Diakses melalui <https://www.istockphoto.com/id/foto/botol-air-gm1357880410-431665064?phrase=Perytskyy%20gallon> pada 04 September 2022.

Gambar 2.12: Doram, 2010. *Galon Kapasitas 15 Liter*. Diakses melalui <https://www.istockphoto.com/id/foto/sebotol-air-gm182469336-11876055?phrase=doram%202010> pada 04 September 2022.

Gambar 2.13: Agus Sentana, 2016. *Galon 11 Liter*. Diakses melalui https://lemlit.unpas.ac.id/wp-content/uploads/2020/08/laporan_akhir_Ir_AGUS_SENTANA_M_T-5.pdf pada 04 September 2022.

Gambar 2.14: Nuriwan Trihendrawan, 2021. *Cara Penggunaan Pompa Galon Elektrik*. Diakses melalui <https://daerah.sindonews.com/read/302278/701/> pada 22 Mei 2022.

Gambar 2.15: M. Rizal Abdi, 2022. *Bagian dalam Pompa Galon Elektrik*. Kemendikbudristek.

Gambar 2.16: M. Rizal Abdi, 2022. *Diagram Blok Sistem Produk*. Kemendikbudristek.

Gambar 2.17: Tim Editorial, 2022. *Pompa Galon Manual*. Diakses melalui <https://www.rumah.com/panduan-properti/pompa-air-galon-53352> pada 03 Oktober 2022.

Gambar 3.1: M. Rizal Abdi, 2022. *Biodigester Tipe Fixed Dome*. Kemendikbudristek.

Gambar 3.2: M. Rizal Abdi, 2022. *Skema Biodigester Tipe Floating Dome*. Kemendikbudristek.

Gambar 3.3: M. Rizal Abdi, 2022. *Biodigester Tipe Balon*. Kemendikbudristek.

Gambar 3.4: M. Rizal Abdi, 2022. *Biodigester Tipe Plug Flow*. Kemendikbudristek.

Gambar 4.1: Jasmin Sessler, 2019. *Sampah*. Diakses melalui <https://unsplash.com/photos/5Wfttm2CjeI> pada 18 September 2022.

Gambar 4.2: Borchee, 2022. *Bukit Sampah*. Diakses melalui <https://www.istockphoto.com/id/foto/pembuangan-sampah-gm1385464177-444205166?phrase=borchee%20sampah> pada 18 September 2022.

Gambar 4.3: Matteo Destefano, 2010. *Contoh Sampah Organik*. Diakses melalui <https://www.istockphoto.com/id/foto/sampah-gm136258139-13079145?phrase=sampah%20organik> pada 18 September 2022.

Gambar 4.4: Artjom Kissler, 2021. *Sampah Organik Basah*. Diakses melalui <https://www.istockphoto.com/id/foto/masker-bedah-dibuang-di-hutan-gm1369857454-439537136?phrase=Artjom%20Kissler%20sampah> pada 18 September 2022.

Gambar 4.5: Mustafaoncul, 2022. *Sampah Organik Kering*. Diakses melalui <https://www.istockphoto.com/id/foto/tekstur-latar-belakang-abstrak-dari-serutan-kayu-alami-potongan-kayu-di-tanah-gm1369224972-439027619> pada 18 September 2022.

Gambar 4.6: Julietta Watson, 2020. *Kompos*. Diakses melalui <https://unsplash.com/photos/Eg96FyQVwY8> pada 18 September 2022.

Gambar 4.9: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), 2022. *Grafik Jumlah Timbulan Sampah Tahunan Indonesia*. Diakses melalui <https://dataindonesia.id/ragam/detail/indonesia-hasilkan-2188-juta-ton-sampah-pada-2021> pada 18 September 2022.

Indeks

Simbol

3R 198, 251

A

abrasive 81, 82, 249, 258

aerasi 211, 212

aerobik 211, 212, 249, 258

aktivator 199, 200

anorganik 194, 196, 228, 249

arus 23, 25, 38, 47, 70, 115, 123, 131,
249, 250, 251

azola 210

B

biodigester 143, 144, 145, 146, 148,
150, 152, 153, 154, 155, 156, 158,
159, 160, 161, 162, 163, 165, 166,
167, 168, 169, 171, 172, 173, 174,
175, 176, 179, 181, 169

biogas 28, 137, 138, 139, 140, 141, 142,
143, 144, 145, 146, 152, 153, 154,
155, 156, 166, 182, 185, 186, 210,
249

Biopori 228

C

clearance 81, 249

D

daya 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 38, 42,
47, 51, 52, 58, 69, , 76, 154, 193,
198, 201, 203, 204, 215, 228, 249,
250

debit 79, 84, 249

desain 21, 28, 29, 40, 46, 48, 49, 50, 51,
52, 53, 54, 56, 57, 58, 59, 65, 131,
72, 73, 80, 82, 151, 152, 94, 97, 103,
105, 107, 108, 109, 110, 111, 112,
113, 114, 115, 117, 118, 119, 120,
121, 122, 125, 126, , 151, 152, 157,
160, 161, 162, 163, 164, 165, 167,
168, 172, 173, 178, 179, 188, 189,
209, 210, 215, 219, 220, 221, 222,
223, 225, 226, 230, 168

digester 138, 139, 141, 142, 143, 153,
154, 185, 186, 249

E

elektrik 28, 85, 86, 96, 97, 98, 99, 100,
101, 102, 104, 106, 107, 108, 113,
114, 115, 117, 118, 120, 121, 122,
123, 125, 130, 131, 250

energi 21, 22, 23, 24, 25, 26, 29, 30, 35,
37, 38, 47, 69, 70, 73, 74, 77, 78, 80,
81, 83, 85, 97, 100, 133, 135, 136,
154, 155, 189, 190, 198, 145, 31,
225

F

fermentasi 137, 138, 139, 140, 141,
142, 152, 154, 185, 186, , 212, 247,
249, 251



fixed domed plant 139

floating drum plant 139, 185

fluida 77, 78, 79, 82

fluktuasi 84, 249

G

galon 28, 71, 85, 86, 94, 95, 96, 97, 98,
99, 100, 101, 102, 104, 106, 107,
108, 113, 114, 115, 117, 118, 120,
121, 123, 125, 130, 131, , 250, 106

germanium 25

global 50, 56, 75, 191, 249

gulma 210, 211, 249

H

harga pokok produksi 119, 233, 234,
249

Harga Pokok Produksi 60, 62, 114,
119, 120, 121, 122, 168, 174, 175,
176, 178, 227, 232, 233, 234, 235,
236, 237

I

industri 78, 79, 153, 154, 195, 198, 200,
203, 212

inquiry 76, 192, 249

internet 29, 30, 46, 85, 86, 100, 107,
108, 113, 120, 142, 143, 153, 160,
162, 164, 167, 172, 174, 201, 212,
219, 220, 225, 234

K

K3 53, 168, 113, 114, 115, 173, 226, 250

karbon 141, 200, 225, 249

karbon dioksida 138

katup 80, 83, 139, 250

kompos 142, 199, 200, 201, 209, 210,
211, 212, 225, 226, 228

konstruksi 78, 140, 141, 250

konstruksi 74, 75, 78

konversi 35, 37, 44, 46, 51, 57, 59, 63,
65, 67, 68, 91, 93, 105, 106, 111,
117, 119, 123, 126, 128, 149, 150,
159, 160, 164, 165, 172, 173, 179,
181, 183, 184, 207, 208, 217, 218,
222, 231, 232, 238, 241, 243

L

limbah 134, 152, 153, 154, 155, 156,
182, 199, 200, 203, 210, 211, 169

lingkungan 21, 22, 29, 32, 33, 35, 36,
37, 40, 42, 43, 53, 73, 74, 75, 85, 87,
88, 89, 90, 91, 92, 94, 100, 101, 106,
107, 108, 113, 114, 115, 120, 121,
123, 130, 135, 136, 142, 145, 146,
149, 154, 155, 161, 167, 169, 175,
176, 183, 189, 190, 191, 194, 196,
198, 199, 200, 201, 202, 203, 204,
206, 212, 213, 215, 220, 169, 224,
225, 226, 227, 228, 236

listrik 25, 26, 28, 30, 33, 34, 38, 39, 41,
42, 47, 51, 53, 54, 69, 70, 83, 85, 86,
88, 90, 97, 100, 131, 146, 152, 169,
176, 182, 249, 250, 251



M

mekanis 77, 80, 250
metana 134, 138, 141, 152, 153, 154,
155, 250
multishaft 80, 250

O

open window 228
organik 137, 138, 139, 141, 142, 152,
153, 154, 156, 185, 194, 196, 197,
199, 200, 202, 211, 212, 228, 249,
250

P

paralel 23, 24, 25
patogen 211, 250
plug flow 141, 185,
pompa 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85,
86, 87, 88, 89, 92, 93, 94, 95, 96, 97,
98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 106,
107, 108, 109, 111, 113, 114, 115,
117, 118, 120, 121, 123, 125, 130,
131, 250
pompa 28, 72, 73, 74, 75, 77, 78, 79, 80,
81, 82, 83, 84, 85, 94, 96, 97, 98, 99,
100, 104, 112, 115, 118, 127, 128,
130, 131, 96
poros 85
portabilitas 24
potensi 21, 33, 36, 48, 54, 55, 62, 73,
101, 107, 108, 113, 114, 121, 135,
137, 138, 155, 157, 160, 161, 164,
165, 175, 182, 189, 213, 219, 220,
224, 236

profil pelajar pancasila 22, 34, 43, 50,
56, 62, 74, 75, 76, 77, 90, 93, 103,
109, 110, 116, 122, 131, 136, 137,
147, 149, 157, 160, 163, 167, 171,
177, 178, 185, 190, 191, 192, 193,
205, 216, 221, 229, 237
purwarupa 21, 73, 135, 189

R

reduksi 251
Residu 210

S

sampah 28, 152, 153, 154, 155, 185,
186, 187, 194, 195, 196, 197, 198,
199, 200, 201, 202, 203, 204, 208,
210, 211, 212, 213, 215, 225, 228,
229, 246, 249, 251
sampah 188, 190, 194, 195, 196, 197,
198, 210, 245, 246
sel surya 24, 25, 28, 29, 40, 250
sketsa 40, 94, 107, 151, 152, 160, 210,
219, 251
slurry 139, 140, 141, 142, 251
spesifikasi 21, 53, 54, 55, 58, 59, 62, 73,
97, 100, 135, 166, 171, 189, 251
sudu-sudu 82

T

tekanan 77, 79, 83, 84, 167, 212
teknologi , 20, 21, 22, 23, 25, 28, 29, 30,
31, 32, 33, 35, 38, 40, 42, 52, 125,
126, 72, 73, 74, 85, 86, 87, 88, 89,



90, 91, 94, 97, 100, 103, 108, 181,
182, , , 134, 135, 136, 138, 142, 143,
144, 145, 148, 149, 151, 154, 157, , ,
1, 188, 189, 190, 198, 145, 31, 201,
202, 203, 206, 209

telepon genggam 23, 29, 39

temperatur 95, 152, 153, 167, 210

timeline 154, 155, 156, 100, 101, 102,
108, 157, 158, 159, 159, 106, 159

torak 79, 85, 251

U

universal 24, 250

V

valve 139, 141, 251

vegetatif 210, 251

volume 95, 97, 137, 152, 166, 195, 199

W

wirausaha 251



PENULIS



Indra Samsudin, S.Pd., M.Pd.

- Email** : indrahatoy@gmail.com
- Instansi** : SMAN 1 Cikembar
- Alamat Instansi** : Jl. Pelabuhan II Km. 20 Cikembar Sukabumi
Kabupaten Sukabumi 43157
- Bidang Keahlian** : Pendidikan Fisika, Google *Certified Educator*, MIE *Expert* dan Tim Pengembang Kurikulum Puskurbuk Mata Pelajaran Prakarya Aspek Rekayasa.

Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):

1. Guru Fisika SMAN 1 Kalibunder Kabupaten Sukabumi 2011–2016
2. Guru Fisika SMAN 1 Cikembar Kabupaten Sukabumi 2016 – Sekarang

Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar:

1. SDN Sawahlega 1988–1994
2. SMPN 1 Cisaat 1994–1997
3. SMAN 4 Kota Sukabumi 1997–2000
4. Jurusan Pendidikan Fisika UPI Bandung 2001–2006
5. Magister Pendidikan Matematika dan IPA UNINDRA Jakarta 2017–2020

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. Modul Prakarya untuk Ketunaan A, B, C, dan D Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Tahun 2015
2. Buku Teks Siswa Mata Pelajaran Prakarya SMP Kelas VII Semester 1 (Edisi Revisi) Tahun 2016
3. Buku Teks Siswa Mata Pelajaran Prakarya SMP Kelas VII Semester 2 (Edisi Revisi) Tahun 2016
4. Buku Panduan Guru Mata Pelajaran Prakarya Kelas VII SMP (Edisi Revisi) Tahun 2016
5. Buku Panduan Menggunakan Quizizz untuk Guru Indonesia Tahun 2022

Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. Pengaruh Model Pembelajaran Laboratorium dan Minat Belajar Siswa Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Fisika (Eksperimen pada SMA Negeri di Kabupaten Sukabumi) (Alfarisi : Jurnal Pendidikan MIPA Unindra Jakarta, 2020)
2. *Easy Automatic Animal Food Box (EAFOX)*, 2018.
3. Alat Pengaduk Kopi Otomatis, 2018.
4. Filter Air Sederhana, 2018.





Dr. Hera Novia, M.T.

Instansi : Departemen Pendidikan Fisika-FPMIPA
Universitas Pendidikan Indonesia

Alamat Instansi : Jl. Dr. Setiabudhi No. 229, Bandung

Bidang Keahlian : Pendidikan Fisika

Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):

Dosen Departemen Pendidikan Fisika, FPMIPA, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.

Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar:

1. S1: Fisika-Universitas Padjadjaran (1991)
2. S2: Ilmu dan Teknik Material-Institut Teknologi Bandung (2003)
3. S3: Pendidikan IPA-Universitas Pendidikan Indonesia (2018)

Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. Identifikasi Pengetahuan Metakognisi Calon Guru Fisika (2016)
2. Penerapan Pendekatan Metakognitif dalam Upaya Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika Siswa SMA pada Materi Gerak Harmonik Sederhana (2016)
3. *Collaboration Skill-based Multimedia-Based Integrated Instruction (CS-MBI2): a Development Study on Refraction Concept* (2018)
4. Penerapan Pembelajaran Fisika Menggunakan Multi Representasi untuk Meningkatkan Kemampuan Kognitif dan Pemecahan Masalah Siswa SMA pada Pokok Bahasan Gerak Parabola (2019)
5. *Reducing Eleventh-grade Students' Misconceptions on Gravity Concept Using PDEODE E-Based Conceptual Change Model* (2019)
6. Analisis Hakikat Sains (Nature of Science) dalam Buku Teks Fisika SMA Kelas X di Kota Bandung (2019)
7. *Development of MBI2 as Interactive Media in Order to Enhance Scientific Communication Skills in Global Warming Subject* (2019)
8. *The Development of Metacognitive Awareness Related to The Implementation of Metacognitive-based Learning* (2019)
9. Penerapan Strategi Metaconceptual Teaching Activity untuk Meningkatkan Kemampuan Memahami Siswa pada Materi Elastisitas (2019)
10. *Enhancing Students Collaboration Skills in Learning Geometrical Optics Trough the ICARE Learning Model at Kabawo* (2021)
11. *Enhancing Sundanese Students' creative Thinking Skills using ICARE Model on Physics Concept: A Rasch Analysis Approach* (2021)
12. Meningkatkan Kompetensi Guru SMA/MA dalam Mendesain Eksperimen Fisika Sebagai Upaya Melatihkan Keterampilan Abad 21 (2022)



PENULIS

Dr. Ahmad Aminudin, M.Si.



Email : aaminudin@upi.edu
Instansi : Universitas Pendidikan Indonesia
Alamat Instansi : Jl. Dr. Setiabudi No. 229 Bandung
Bidang Keahlian : Pendidikan Fisika, Lektor / III.c

Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):

Dosen Departemen Pendidikan Fisika, FPMIPA, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.

Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar:

1. S1: Fisika-Universitas Indonesia (1998)
2. S2: Fisika-Universitas Indonesia (2004)
3. S3: Fisika-Institut Teknologi Bandung (2017)

Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. Pemodelan Arus Terobosan pada Transistor Dwikutub Sambungan Si/Si_{1-x}Ge_x/Si Anisotropik untuk Berbagai Variasi Orientasi Subtrat–Program Unggulan PT dari DIKTI (2013)
2. Pembuatan Alat Uji Kualitas Minyak Goreng Menggunakan Sensor Magnetik– Hibah Bersaing DIKTI (2014)
3. Pemetaan Lahan Gambut Tropis sebagai Proxi Dampak Perubahan Iklim (Studi Kasus Lahan Gambut di Kalimantan Barat dan Sumatera Barat) – Hibah Bersaing DIKTI (2014)
4. Analisis Model Karakteristik *Tunnel Field Effect* Transistor Berbasis Material *Graphiene Nanoribbon* untuk Aplikasi Divais Elektronik Berdaya Rendah dan Berkecepatan Tinggi– Penelitian Fundamental DIKTI (2015)
5. Pembuatan Alat Uji Kualitas Minyak Goreng Menggunakan Sensor Magnetik– Hibah Bersaing DIKTI (2015)
6. Pemetaan Lahan Gambut Tropis sebagai Proxi Dampak Perubahan Iklim (Studi Kasus Lahan Gambut di Kalimantan Barat dan Sumatera Barat) – Hibah Bersaing DIKTI (2015)
7. Fabrikasi Sistem Jaringan Sensor Optik Nirkabel untuk Aplikasi Monitoring Kualitas Air pada Budi Daya Udang– PUPT DIKTI (2018)
8. Karakterisasi Emisi Karbon Dioksida pada Lahan Gambut Tropis di Kalimantan dalam Pemicu Pemanasan Global– PUPT DIKTI (2018)



**Iwan Kustiawan, M.T., Ph.D.**

Email : iwan_kustiawan@upi.edu
Instansi : Dept. Pendidikan Teknik Elektro FPTK UPI
Alamat Instansi : Jl. Dr. Setiabudhi No. 229, Bandung
Bidang Keahlian : Pendidikan Teknik Elektro.

Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):

1. Dosen Dept. Pendidikan Teknik Elektro FPTK UPI
2. Dosen Sekolah Pascasarjana UPI
3. Ketua Prodi Teknik Elektro FPTK UPI
4. Ketua TVET Research Center UPI

Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar:

1. S1: Pend. Teknik Elektro - Universitas Pendidikan Indonesia (2001)
2. S2: Teknik Elektro - Institut Teknologi Bandung (2008)
3. S3: Teknik Elektro - National Yunlin University of Science and Technology (2017)

Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. *School-to-Work (S-t-W) Information Bases in Selected Developing Countries of Asia and The Pacific Project* (2012)
2. Susunan Antena Vivaldi dengan *Series Fed* untuk Aplikasi Radar *S-Band* (2018)
3. Strategi Keputusan *Handoff* Melalui Pendekatan Multimetrik dalam Jaringan *Wireless Heterogen* (2018)
4. Model *Handoff* Vertikal pada Jaringan *Next Generation Wireless Networks* (2019)
5. Perumusan Kompetensi Guru Vokasi di Era Merdeka Belajar (2020)
6. Antena *Quasi-Yagi Uda* MIMO 2x2 untuk Aplikasi 5G pada Perangkat *Mobile* (2020)
7. Susunan Antena Mikrostrip untuk Aplikasi Radar UWB Sebagai Alat Deteksi Dini Kanker (2020)
8. Eksplorasi Penelitian Bidang *Technical and Vocational Education and Training* di Universitas Pendidikan Indonesia (2020)
9. Steganografi Audio Digital Menggunakan Metode *Least Significant Bit (LSB)* dan *Discrete Cosine Transform (DCT)* (2021–2022)





Nana Sutisna

Email : nana.sutisna@stei.itb.ac.id
Instansi : Institut Teknologi Bandung
Alamat Instansi : Jl. Ganesa No. 10, Bandung, Jawa Barat
Bidang Keahlian : Electrical Engineering

Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):

1. Lecturer, Institut Teknologi Bandung
2. Post-Doctoral Researcher, Kyushu Institute of Technology Incubation Center
3. Research Assistant, Departement of Computer Science and System Engineering, Kyushu Institute of Technology

Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar:

1. S1: Department of Electrical Engineering, Faculty of Industrial Technology, Institut Teknologi Bandung (2005)
2. S2: School of Electrical Engineering and Informatics, Institut Teknologi Bandung, Indonesia Major: Microelectronic (2011)
3. S3: Department of Computer Science and System Engineering, Kyushu Institute of Technology, Japan (2017)

Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. *Artificial Intelligent (AI) processor design*
2. *Wireless Communication System Design: Transceiver signal processing, Front-end mitigation and compensation, MIMO OFDM/OFDMA Wireless System*
3. *VLSI Design: Algorithm and Architecture design, RTL design, HW/SW co-design, System-on-Chip, High Level Synthesis*
4. *FPGA prototyping: Hardware-in-the loop system*

Daftar Penghargaan (10 Tahun Terakhir):

1. *Best Paper Award International Symposium on Electronic and Smart Devices (ISESD) (2021)*
2. *KDDI Scholarship for Graduate Student (2015)*
3. *Live Demonstration Award IEEE Asia Pacific Conference on Circuit and System (APCCAS) (2014)*



M. Rizal Abdi

Bidang Keahlian : Editorial Desain dan Ilustrasi

Alamat Kantor : -

Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):

1. 2021-sekarang : Staf Pendidikan Publik, Center for Religious and Cross-Cultural Studies (CRCS) di Sekolah Pascasarjana UGM
2. 2015-sekarang : Desainer Editorial dan Ilustrator Penerbit Indie di Yogyakarta dan Jakarta
3. 2006-2012 : Desainer di Hocuspocus Rekavasthu

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:

1. S2-Center for Religious and Cross-Cultural Studies (CRCS), Sekolah Pascasarjana, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta (2015)
2. S1-Ilmu Komunikasi, Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta (2004)

Buku yang Pernah Dibuat Ilustrasi dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. *Co-Designing Sustainable, Just, and Smart Urban Living: A Monograph, 2019-2021. Indonesian Consortium for Religious Studies* (2022)
2. Buku Siswa dan Buku Panduan Guru Sejarah; Antropologi SMA Kelas XI. Pusat Perbukuan; Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan; Kementerian Pendidikan, Riset, dan Teknologi (2020)
3. *The Possibilities for Interreligious Dialogues on Ecology in Indonesia*. CRCS UGM (2021)
4. Agama, Pelestarian Lingkungan, dan Pemulihan Ekosistem Gambut. *Indonesian Consortium for Religious Studies* (2021)
5. Agama, Sains, dan Pendidikan. *Indonesian Consortium for Religious Studies* (2021)
6. Ama Jurubasa: Hayat dan Karya Penerjemah Sunda dan Patih Sukabumi, Raden Kartawinata. Pusat Digitalisasi Pengembangan Budaya Sunda Universitas Padjajaran (2021)





Nurhasanah Widianingsih, M.Pd.

- Email** : wonderfullwidi@gmail.com
- Instansi** : SMP Labschool UPI Cibiru
- Alamat Instansi** : Jl. Pendidikan Kel. Cibiru Wetan Kec. Cileunyi
Kab. Bandung-Jawa Barat
- Bidang Keahlian** : pendidik, penyunting, penelaah, penulis modul

Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):

1. Guru di SMP Labschool UPI Cibiru
2. Editor

Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar:

1. SDN Karang Tengah IV Sukabumi (1990–1996)
2. MTs. Yasti 1 Cisaat (1996–1999)
3. SMU-T Darul ‘Amal Sukabumi (1999–2002)
4. Fakultas Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia, Universitas Pendidikan Indonesia (2002–2006)
5. Sekolah Pascasarjana, Universitas Pendidikan Indonesia (2017–2020)

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. Dasar-Dasar Teknik Konstruksi Kapal (1)

Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. Model Investigasi Kelompok Berbasis Multimodal dalam Pembelajaran Menulis Laporan Ilmiah (2020)

Informasi Lain dari Penulis/Penelaah/Illustrator/Editor:

1. Penulis Penyusunan Perangkat Ajar Penyederhanaan Kurikulum (2020), Pusat Asesmen dan Pembelajaran, Balitbang, Kemedikbud
2. Penelaah Modul Pembelajaran SMP Terbuka (2021), Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah Direktorat Sekolah Menengah Pertama, Kemendikbudristek



Handini Noorkasih

Email : handini.nk@gmail.com

Alamat : Bekasi

Bidang Keahlian : Desain Grafis, Branding

Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):

1. Freelancer Desain Grafis (2019-sekarang)
2. Desainer Grafis, Kwik Kian Gie School of Business (2016-2019)
3. Desainer Grafis, Kotak Imaji Creative Studio (2015-2016)
4. Desainer Grafis, Cosmogirl Magazine (2014)

Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar:

S1 Desain Komunikasi Visual, Sekolah Tinggi Media Komunikasi Trisakti (2009-2013)

Judul Buku di Desain dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

1. Desain Buku Agama Kurikulum Kemdikbud (2013)
2. Buku Panduan Guru Pendidikan Khusus bagi Peserta Didik Disabilitas Fisik Disertai Hambatan Intelektual untuk SDLB, SMPLB, dan SMALB (2022)
3. Dasar-Dasar Teknik Elektronika untuk SMK/MAK Kelas X Semester 1 (2022)

Informasi Lain dari Penulis/Penelaah/Illustrator/Editor:

<https://www.kreavi.com/dindinspica>

<https://www.behance.net/handinink/>



