

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Satuan Pendidikan : SMK Negeri 1 Cikampek
 Tahun Pelajaran : 2020/2021
 Kelas/Semester : XI/3
 Program Keahlian : Teknik Ketenagalistrikan
 Paket Keahlian : Teknik Otomasi Industri
 Mata Pelajaran : Sistem Kontrol Elektropneumatik
 Alokasi Waktu : 21 jp (3 x 7 jp)
 Materi Pokok : Dasar Pneumatik
 (1) Dasar sistem pneumatik dan hukum fluida
 (2) Penyedia udara kempa (Compressor)
 (3) Unit Pelayanan Udara berkualitas (ASU)
 Pertemuan ke : 1, 2 dan 3

A. Kompetensi Inti

1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya
2. Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif, dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
3. Memahami, menerapkan dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.
4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung

B. Kompetensi Dasar

1.1	Menyadari sempurnanya konsep Tuhan tentang benda-benda dengan fenomenanya untuk dipergunakan sebagai aturan dalam melaksanakan pekerjaan di bidang kontrol elektropneumatik
1.2	Mengamalkan nilai-nilai ajaran agama sebagai tuntunan dalam melaksanakan pekerjaan di bidang kontrol elektropneumatik
2.1	Mengamalkan perilaku jujur, disiplin, teliti, kritis, rasa ingin tahu, inovatif dan tanggung jawab dalam melaksanakan pekerjaan di bidang kontrol elektropneumatik.
2.2	Menghargai kerjasama, toleransi, damai, santun, demokratis, dalam menyelesaikan masalah perbedaan konsep berpikir dalam melakukan tugas di bidang kontrol elektropneumatik.
2.3	Menunjukkan sikap responsif, proaktif, konsisten, dan berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam melakukan pekerjaan di bidang kontrol elektropneumatik.
3.1	Menentukan udara kempa untuk keperluan kontrol elektropneumatik Indikator : 3.1.1 Menjelaskan pengertian sistem pneumatik 3.1.2 Menggunakan satuan ukuran besaran (SI Unit) 3.1.3 Mengkonversikan satuan yang digunakan dalam sistem pneumatik 3.1.4 Menerapkan Hukum-hukum Fluida
4.1	Menyiapkan udara kempa untuk keperluan kontrol elektropneumatik Indikator : 4.1.1 Menyebutkan komponen pneumatik penghasil udara berkualitas 4.1.2 Menjelaskan fungsi komponen penghasil udara berkualitas

- | | |
|-------|--|
| 4.1.3 | Menyebutkan komponen pembangkit udara kempa |
| 4.1.4 | Menjelaskan fungsi komponen pembangkit udara kempa |
| 4.1.5 | Memilih komponen pembangkit udara kempa |
| 4.1.6 | Membaca besaran tekanan sistem pneumatik |

C. Tujuan Pembelajaran

Setelah mengikuti kegiatan pembelajaran dasar pneumatik, peserta didik mampu:

1. Menjelaskan pengertian sistem pneumatik sesuai dengan modul secara jujur dan tanggung jawab.
2. Memberikan contoh penerapan sistem pneumatik di dunia industri sesuai dengan modul secara jujur, dan tanggung jawab.
3. Menyebutkan besaran dan Satuan (SI) yang digunakan dalam sistem pneumatik sesuai dengan modul secara jujur, dan tanggung jawab.
4. Mengkonversi antar berbagai besaran melalui modul dan diskusi jujur, teliti, dan tanggung jawab
5. Menghitung nilai masa, gaya, tekanan dan dengan jujur, teliti, disiplin dan tanggung jawab melalui kegiatan praktik.
6. Menerapkan hukum pascal dalam perhitungan masa, gaya, tekanan dengan jujur, teliti, disiplin dan tanggung jawab melalui kegiatan praktik.
7. Menyebutkan komponen penghasil udara berkualitas sesuai dengan modul secara jujur, teliti, disiplin dan tanggung jawab.
8. Menjelaskan fungsi komponen penghasil udara berkualitas sesuai dengan modul secara jujur, teliti, disiplin dan tanggung jawab melalui kegiatan praktik.
9. Menyiapkan komponen penghasil udara berkualitas dengan jujur, teliti, disiplin dan tanggung jawab melalui kegiatan praktik.
10. Menunjukkan pengoperasian komponen property kempa udara dengan jujur, teliti, disiplin dan tanggung jawab melalui kegiatan praktik.
11. Menyebutkan komponen pembangkit udara kempa sesuai dengan modul secara jujur, teliti, disiplin dan tanggung jawab.
12. Menjelaskan fungsi komponen pembangkit udara kempa sesuai dengan modul secara jujur, teliti, disiplin dan tanggung jawab.
13. Memilih komponen pembangkit udara kempa dengan jujur, teliti, disiplin dan tanggung jawab melalui kegiatan praktik.
14. Membaca besaran tekanan sistem pneumatik dengan jujur, teliti, disiplin dan tanggung jawab melalui kegiatan praktik.

D. Materi Pembelajaran

Pertemuan I

1. Pengertian pneumatik dan hukum Fluida

- ✓ Menurut bahasa berarti napas atau udara
- ✓ Menurut ilmu pengetahuan berarti cabang ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang sifat, gerakan dan tingkah laku udara.
- ✓ Menurut otomasi Industri berarti peralatan yang bergerak (linier/putar) dengan menggunakan media udara bertekanan, gerakan tersebut diakibatkan adanya perbedaan tekanan antara sisi masukan dan sisi keluaran.

Komponen pneumatik beroperasi pada tekanan 8 s.d. 10 bar, tetapi dalam praktik dianjurkan beroperasi pada tekanan 5 s.d. 6 bar untuk penggunaan yang ekonomis. Beberapa bidang aplikasi di industri yang menggunakan media pneumatik dalam hal penanganan material adalah sebagai berikut :

- | | |
|----------------------------------|--------------------------------|
| 1) Pencekaman benda kerja | 2) Penggeseran benda kerja |
| 3) Pengaturan posisi benda kerja | 4) Pengaturan arah benda kerja |

Penerapan pneumatik secara umum :

- 1) Pengemasan (packaging)
- 2) Pemakanan (feeding)
- 3) Pengukuran (metering)
- 4) Pengaturan buka dan tutup (door or chute control)
- 5) Pemindahan material (transfer of materials)
- 6) Pemutaran dan pembalikan benda kerja (turning and inverting of parts)
- 7) Pemilahan bahan (sorting of parts)
- 8) Penyusunan benda kerja (stacking of components)

9) Pencetakan benda kerja (stamping and embosing of components)

Susunan sistem pneumatic adalah sebagai berikut :

- 1) Catu daya (energi supply)
- 2) Elemen masukan (sensors)
- 3) Elemen pengolah (processors)
- 4) Elemen kerja (actuators)

2. Sistem Besaran dan Satuan

Sistem satuan yang digunakan yang kita kenal adalah “Sistem Satuan Internasional”, disingkat SI.

Tabel 1-1. Satuan Dasar

Besaran	Simbol	Satuan
Panjang	L	meter (m)
Massa	M	kilogram (kg)
Waktu	T	detik (s)
Temperatur	T	Kelvin (K), $0^{\circ}\text{C} = 273^{\circ}\text{K}$
Arus Listrik	I	Ampere (A)
Intensitas cahaya		Candela (cd)

Tabel 1-2. Satuan Turunan

Besaran	Simbol	Satuan
Gaya	F	Newton (N) , $1\text{N} = 1\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}^2$
Luas	A	Meter persegi (m^2)
Volume	V	Meter kubik (m^3)
Volume Aliran	Q	(m^3/s)
Tekanan	P	Pascal (Pa) , $1\text{Pa} = 1\text{N}/\text{m}^2$, $1\text{bar} = 10^5\text{Pa}$

Dalam sistem pneumatik, kita menggunakan tiga besaran yang pertama yaitu panjang, massa dan waktu. Unit lainnya seperti pada tabel 1-2 (kecepatan, gaya, tekanan) dapat diturunkan dari besaran dasar ini. Kecepatan misalnya, diturunkan dari panjang dibagi waktu (panjang/waktu).

Massa dan Gaya

Sistem pneumatik dan hidrolik umumnya bergantung pada tekanan dalam cairan. Sebelum itu harus diketahui dulu apa yang dimaksud dengan istilah sehari-hari seperti berat, massa dan gaya. Berat merupakan gaya yang timbul dari tarikan gravitasi antara massa sebuah obyek dan bumi. Seseorang memiliki berat 75 kg, hal ini setara dengan gaya 75 kg antara kaki dan tanah. Oleh karena itu berat tergantung pada gaya gravitasi. Di bulan, dimana gravitasinya adalah seperenam daripada di bumi, sehingga orang tersebut akan mempunyai berat sekitar 12,5 kg; di ruang bebas berat akan menjadi nol.

Jika sebuah gaya yang diterapkan ke massa, percepatan (atau perlambatan) akan menghasilkan persamaan yang dikenal dengan rumus :

$$\mathbf{F = m \cdot a} \quad (1-1)$$

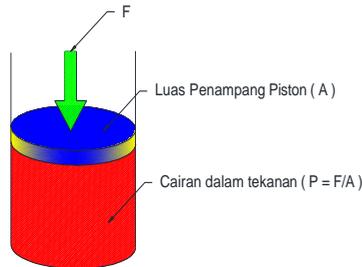
dengan :
 F = gaya dalam lbs f atau kgf,
 m = massa dalam lbs atau kg,
 a = percepatan atau gravitasi.

1 newton (N) = 0,2248 pound force (lb f) = 0,1019 kilogram force (kg f)
1 lb f = 4,448 N = 0,4534 kg f 1 kg f = 9,81 N = 2,205 lb
Besaran lainnya :
dyne (unit cgs) : $1\text{N} = 10^5\text{dyne}$
ponds (gram force): $1\text{N} = 10^2\text{ponds}$
Unit SI adalah newton : $\text{N} = \text{kg ms}^{-2}$

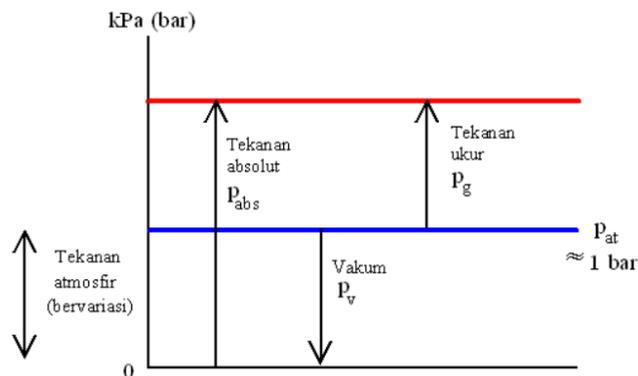
Tekanan

Tekanan dalam cairan terjadi ketika ia diberi gaya. Dalam gambar 1.4 gaya (F) diberikan pada cairan tertutup melalui piston dengan luas penampang (A). Ini akan menghasilkan tekanan (P) dalam cairan. Tekanan dalam cairan itu dapat didefinisikan sebagai gaya per luas penampang, atau:

$$p = \frac{F}{A} \quad (1-2)$$



Sistem SI menentukan tekanan sebagai gaya dalam newton per meter persegi (Nm^2). Satuan tekanan dalam SI adalah pascal ($1\text{Pa} = 1\text{Nm}^2$). Hubungan antara tekanan absolut dan tekanan ukur diilustrasikan seperti di bawah ini:



1 bar = 100 kPa = 14,5 psi = 750 mmHg = 401,8 inch W G = 1,0197 kgf cm ⁻² = 0,9872 atmosphere (atm)
1 kilopascal = 1000 Pa = 0,01 bar = 0,145 psi = 1,0197 x 10 ⁻³ kgf cm ⁻² = 4,018 inches W G = 9,872 x 10 ⁻³ atmosphere
1 pound per square inch (psi) = 6.895 kPa = 0,0703 kgf cm ⁻² = 27,7 inches W G
1 kilogram force per square cm (kgf cm ⁻²) = 98,07 kPa = 14.223 psi
1 atm = 1,013 bar = 14,7 psi = 1,033 kgf cm ⁻²

Kerja, Energi dan Daya

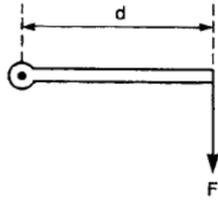
Kerja dilakukan (energi dipindahkan), ketika obyek tersebut akan dipindahkan terhadap gaya, dan didefinisikan sebagai : **kerja = gaya x jarak**
Satuan kerja dalam SI adalah Joule, dengan 1J = 1Nm (= 1m² kg/ s²).

Daya adalah rasio yang sudah dilakukan: **daya = kerja/waktu** Satuan daya dalam unit SI adalah watt, yang didefinisikan sebagai 1 J/s.

1 kilowatt (kW) = 1,34 HP = 1,36 metric HP = 102 kgf m s ⁻¹ = 1000 W
1 daya kuda (HP) = 0,7457 kW = 550 Ft lb s ⁻¹ = 2545 BTU h ⁻¹

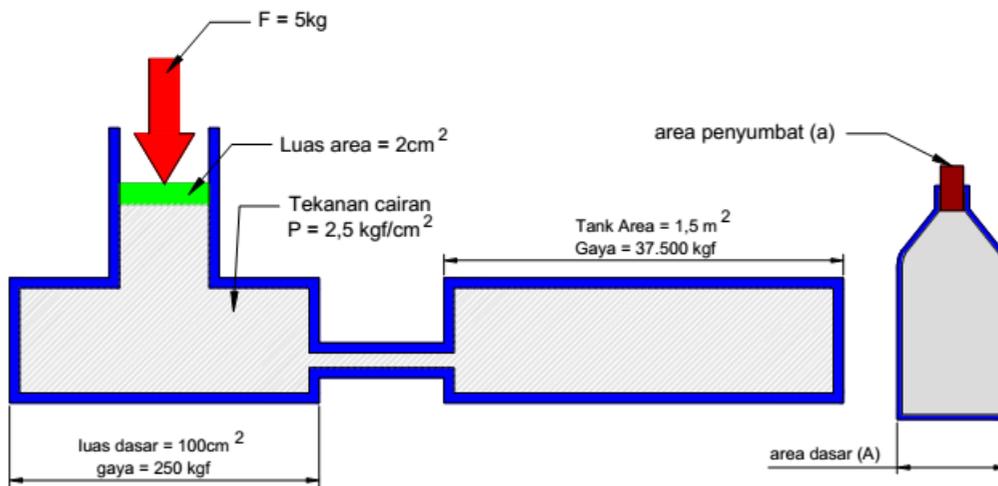
Torsi (Gaya Putar)

Istilah torsi digunakan untuk mendefinisikan sebuah gaya putar, dan hasil perkalian antara gaya dan jari-jari yang efektif seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah. Dengan demikian kita memiliki: $T = F \times d$



Hukum Pascal

Kesetaraan tekanan ini dikenal sebagai Hukum Pascal, dan diilustrasikan pada gambar berikut.

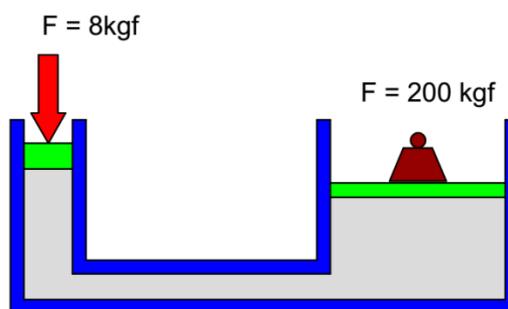


Persamaan Tekanan diperoleh : $P = F/A$

Gaya pada dasar = $F = P \cdot A$

Dari turunan $F = P \cdot (A/a)$

Persamaan di atas menunjukkan fluida tertutup dapat digunakan untuk memperbesar gaya. Perhatikan gambar di bawah, beban 2000 kg sedang duduk di sebuah piston dengan luas 500 cm² (jari-jari sekitar 12 cm). Piston yang lebih kecil mempunyai luas 2 cm². Sebuah gaya sebesar $F = 2000 \times (2 / 500) = 8$ kgf akan mengangkat beban sebesar 2000 kg. Dapat dikatakan keuntungan mekanik sebesar 250 kali



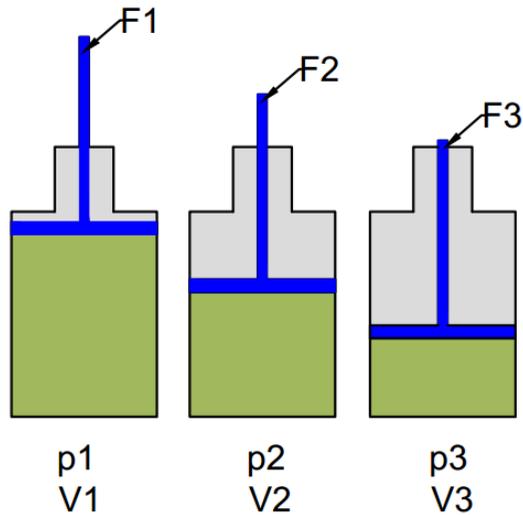
Aliran Fluida

Sistem hidrolik dan pneumatik keduanya berkaitan dengan aliran fluida (cair atau gas) ke pipa. Flow (aliran) adalah istilah yang umum yang memiliki tiga arti yang berbeda: Aliran volumetrik, aliran massa, ukuran kecepatan aliran laju linear.

Hukum Gas

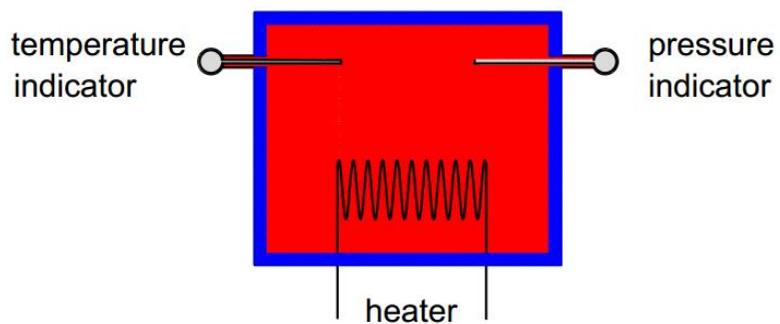
Sifat Cairan yang digunakan dalam sistem hidrolik dapat dianggap inkompresibel dan tidak sensitif terhadap perubahan temperatur. Sedangkan sifat gas dalam sistem pneumatik sangat sensitif terhadap perubahan tekanan dan temperatur, dan perilaku ditentukan oleh hukum gas yang dijelaskan berikut ini.

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 = p_3 \cdot V_3 = \text{konstan}$$



Kenaikan suhu dari T_1 sampai T_2 menghasilkan peningkatan tekanan dari p_1 ke p_2 , di mana:

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$



Jika kedua persamaan di atas digabungkan maka $\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$

Pertemuan II

Karakteristik Udara

Udara mengandung oksigen, nitrogen, partikel uap air, kotoran, debu udara dan lain-lain. Udara bertekanan memiliki banyak sekali keuntungan disamping itu juga kerugian, antara lain :

Keuntungan :

- ✓ Jumlah tidak terbatas
- ✓ mudah disimpan
- ✓ transportasi mudah
- ✓ bersih
- ✓ Tahan ledakan
- ✓ mudah pengontrolan
- ✓ tahan beban lebih

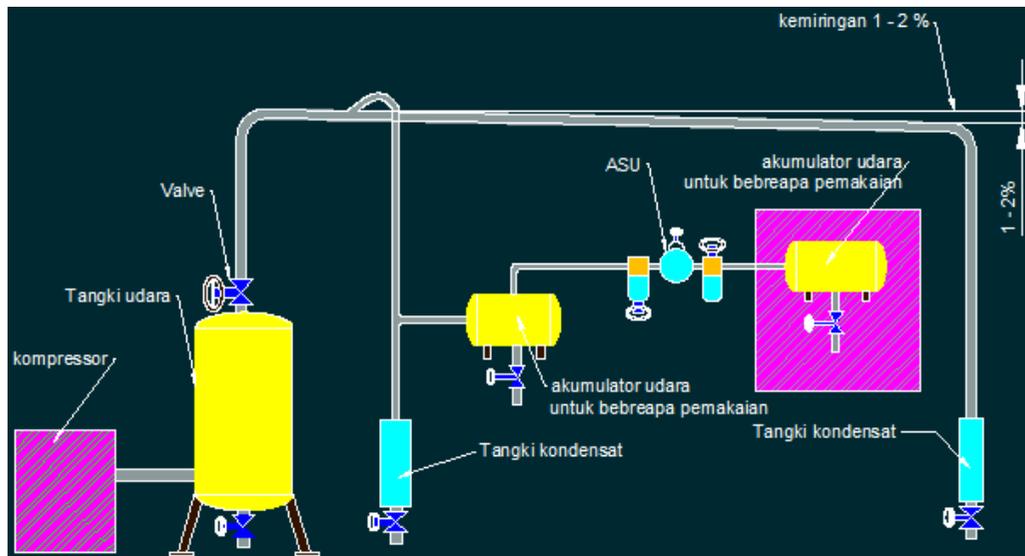
Kerugian :

- ✓ Biaya tinggi
- ✓ Persiapan
- ✓ polusi suara (dikurangi dengan silencer)
- ✓ gaya terbatas (ekonomis sampai 25 000 N)

Sistem pengadaan udara kempa terdiri dari kompresor udara, tangki udara, pengering udara, saluran udara dan tempat pembuangan untuk kondensasi, serta unit pemeliharaan/pelayanan udara yang terdiri dari filter udara, pengatur tekanan dan pelumas. Persiapan udara yang kurang baik akan mengakibatkan sering menimbulkan gangguan dan menurunkan daya tahan sistem pneumatik. Berikut adalah gejala-gejala yang tampak:

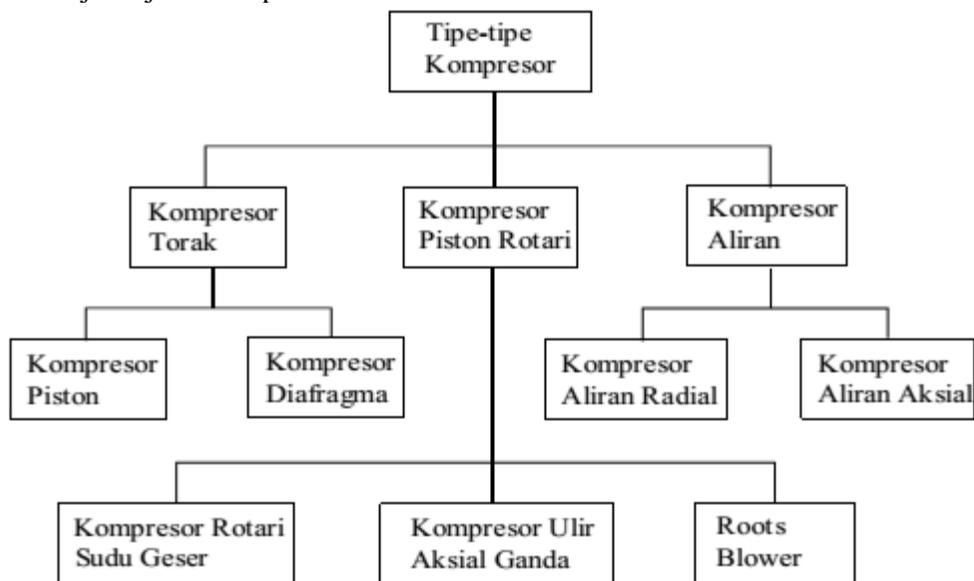
- ✓ Keausan yang cepat pada seal dan elemen yang bergerak dalam katup dan silinder.
- ✓ Katup beroli
- ✓ Peredam suara kotor

Perhatikan sistem pengadaan udara bertekanan pada gambar berikut :



✓ **Kompresor**

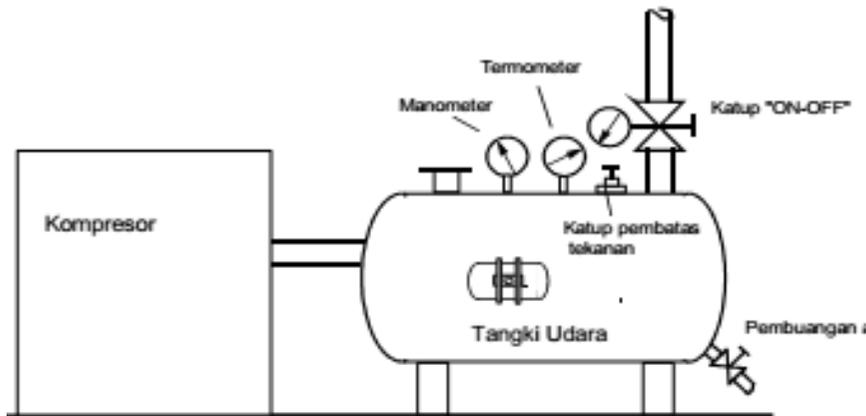
1. Fungsi : Kompresor adalah mesin untuk memampatkan udara atau gas sehingga didapatkan tekanan kerja yang diinginkan.
2. Kriteria pemilihan kompresor : volume gas yang dikeluarkan (m^3/min atau liter (l)/min dan tekanan kerja (bar). Kriteria lain yang diperlukan untuk menentukan kompresor adalah : desain, tipe penggerak, kapasitas penyimpanan, pendinginan, kondisi dan lingkungan instalasi, perawatan, biaya. Berikut ini jenis-jenis kompresor :



✓ **Tangki**

- 1). Fungsi tangki
 - a. Untuk mendapatkan tekanan konstan pada sistem pneumatik, dengan tidak mengindahkan beban yang berfluktuasi.
 - b. Penyimpan/tandon udara sebagai “emergency suplay” bila sewaktu-waktu ada kegagalan kompresor, beban pemakaian yang tiba-tiba besar.
 - c. Ruangannya yang luas dari tangki akan mendinginkan udara. Oleh karena itu, penting pada tangki bagian bawah dipasang kran untuk membuang air kondensasi.
- 2). Komponen-komponen tangki
 Komponen-komponen yang terdapat pada tangki adalah sebagai berikut:
 - a) Manometer
 - b) Thermometer
 - c) Katup pembatas tekanan
 - d) Katup pengatur tekanan

- e) Pembuangan air
- f) Pintu tangki



3). Pemilihan ukuran tangki

Pemilihan ukuran tangki udara bertekanan tergantung dari:

- a. Volume udara yang ditarik ke dalam kompresor
- b. Pemakaian udara konsumen
- c. Ukuran saluran
- d. Jenis dari pengaturan siklus kerja kompresor
- e. Penurunan tekanan yang diperkenankan dari jaringan saluran

✓ Pengering udara

1). Sifat/kondisi udara bertekanan

Udara yang dihisap kompresor selalu mengandung uap air. Kadar air ini harus ditekan serendah mungkin. Suhu dan tekanan udara menentukan kadar kelembaban udara. Makin tinggi suhu udara, makin banyak kadar uap air yang dapat diserap.

2). Akibat air kondensasi dalam sistem pneumatik

Air kondensasi ini, jika tidak dikeluarkan dapat mengakibatkan :

- Korosi dalam pipa, katup, silinder, dan elemen-elemen lainnya. Ini akan menambah biaya pemakaian dan perawatan.
- Mencuci pelumas asli pada elemen yang bergerak.
- Mengganggu fungsi kontak dari katup
- Mencemarkan dan merusak hal tertentu misalnya pada industri makanan, dan pengecatan.

3). Macam-macam pengering udara

Ada 3 cara untuk mengurangi kandungan air di dalam udara :

- Pengering temperatur rendah (dengan sistem pendingin)
- Pengering adsorbsi
- Pengering absorbsi

✓ Saluran udara

Untuk menjamin distribusi udara yang handal dan lancar, beberapa hal harus diperhatikan. Ukuran pipa yang benar sama pentingnya seperti halnya bahan yang digunakan, tahanan sirkulasi, susunan pipa dan pemeliharaan.

1). Ukuran Pipa Saluran

Penentuan diameter dalam pipa tergantung dari :

- o kecepatan aliran
- o panjang pipa
- o kerugian tekanan yang diijinkan (ideal 0,1 bar)
- o tekanan kerja
- o jumlah pencabangan, tahanan pipa.

2). Bahan pipa

Kriteria bahan pipa yang baik adalah sebagai berikut :

- kerugian tekanan rendah
- bebas kebocoran
- tahan karat

- mempunyai kemampuan pemuai.
- 3). Instalasi Pipa Udara Bertekanan
- saluran pemipaan dengan kemiringan 1-2% agar air kondensasi dapat dibuang,
 - pada titik terendah dipasang pembuangan air,
 - dibuat dalam bentuk melingkar (Ring Main)

Pertemuan III

✓ Unit Pelayanan Udara / Air Service Unit (ASU)

Pada prinsipnya, udara bertekanan harus kering, bebas dari minyak. Untuk beberapa komponen udara berlubrikasi adalah merusak yang lain, tetapi untuk komponen daya, lubrikasi justru sangat diperlukan. Lubrikasi dari udara bertekanan, seharusnya dibatasi pada bagian tertentu, jika lubrikasi diperlukan. Untuk hal ini, diperlukan minyak khusus. Minyak yang terbawa udara dari kompresor tidak cocok bila digunakan untuk lubrikasi komponen sistem kontrol. Masalah yang terjadi dengan lubrikasi (pelumasan) yang berlebihan adalah:

- Gangguan pada komponen yang terlubrikasi secara berlebihan.
- Polusi pada lingkungan.
- Pengaretan terjadi setelah komponen diam dalam waktu yang lama.
- Kesulitan di dalam pengaturan lubrikasi yang tepat.

Walaupun hal tersebut di atas adalah masalah, tetapi lubrikasi diperlukan pada hal-hal sebagai berikut:

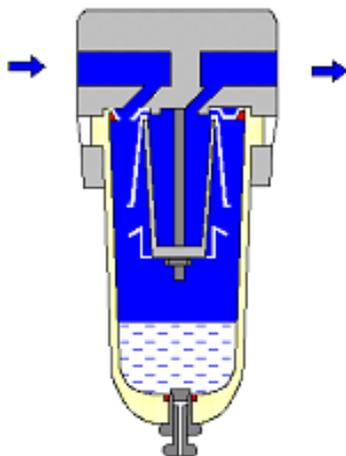
- Gerakan bolak-balik yang sangat cepat
- Silinder diameter besar (125 mm ke atas), lubrikator seharusnya dipasang langsung dekat dengan silinder.

Untuk keperluan mendapatkan udara berkualitas harus diperlukan komponen Unit Pelayanan Udara yang terdiri dari:

- ✓ Penyaring udara bertekanan (Filter)
- ✓ Pengatur tekanan udara (Pressure Regulator)
- ✓ Pelumas udara bertekanan (Lubricator)

➤ Filter

Gambar Filter



a). Fungsi:

- Untuk menyaring partikel-partikel debu
- Untuk menyaring kotoran-kotoran

b). Ukuran filter

- Ukuran pori filter menunjukkan ukuran partikel minimum yang dapat disaring dari udara mampat,
- Misal filter 5 micron akan menyaring partikel yang mempunyai diameter lebih besar dari 0,005 mm.

c). Penggantian filter

- Penggantian filter dilakukan jika perbedaan tekanan antara output dan input sebesar 0,4 – 0,6 bar.

d). Perawatan Filter

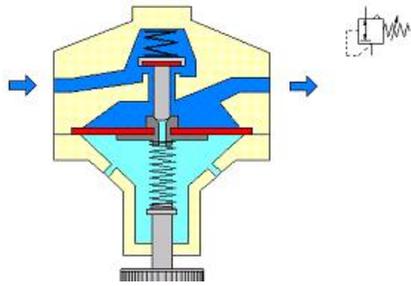
- mengganti atau mencuci elemen filter
- membuang air kondensasi

Harap diperhatikan!

- Arah aliran
- Jumlah/besar aliran
- Batas maksimum air kondensasi
- Pembersihan elemen filter yang kontinyu

➤ Pengatur Tekanan

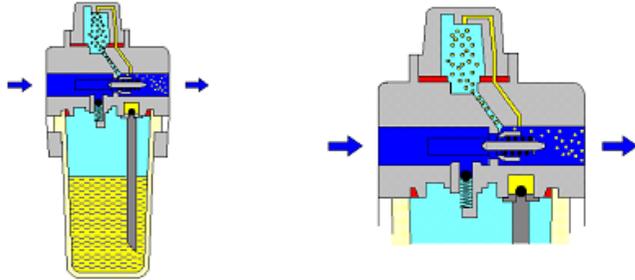
Fungsi : untuk menjaga tekanan konstan dari udara mampat pada elemen kontrol



Gambar Pengatur tekanan

➤ Pelumas

Fungsi : untuk menyalurkan minyak berupa kabut dalam jumlah yang dapat diatur, lalu dialirkan ke komponen pneumatik yang membutuhkannya.



➤ Perawatan

Berikut hal-hal yang harus diperhatikan dalam unit pelayanan udara :

- Ukuran unit pelayanan udara ditentukan oleh aliran udara (m^3/h). Nilai aliran udara yang terlalu tinggi mengakibatkan susutnya tekanan dalam peralatan menjadi besar pula. Oleh sebab itu keterangan pabrik mutlak harus diperhatikan.
- Tekanan kerja jangan melampaui harga yang tercantum pada unit pemeliharaan.
- Suhu lingkungan tidak boleh lebih tinggi dari $50^{\circ}C$ (nilai maksimal untuk mangkuk plastik)

Pekerjaan pemeliharaan berikut ini harus dilaksanakan secara teratur :

1). Filter Udara

Batas kondensat harus dikontrol secara teratur, sebab batas yang tampak pada kaca pemeriksa tidak boleh terlampaui. Kalau terlampaui mengakibatkan kondensat yang sudah terkumpul terisap lagi kedalam saluran udara. Kondensat yang terlalu banyak dapat dibuang melalui kran pembuangan di bawah mangkuk. Selanjutnya pelindung filterpun harus selalu dikontrol dan kalau perlu dibersihkan.

2). Pengatur Tekanan:

Tidak memerlukan pemeliharaan kecuali kalau filter dipasang di depan.

3). Pelumas Udara :

Penunjuk keadaan penuh harus dikontrol pada kaca periksa dan bila perlu ditambahkan minyak. Hanya minyak mineral yang boleh dipakai. Filter plastik dan mangkuk minyak tidak boleh dibersihkan dengan trikloretilin.

E. Pendekatan/Model/Metode

- Pendekatan : Pendekatan saintifik
- Model Pembelajaran : Discovery learning
- Metode : Paparan, Praktek terbimbing, Diskusi dan Tanya jawab

F. Alat/Media/Sumber Pembelajaran

- Alat
 - Laptop, Kalkulator, Compresor, ASU (Air Service Unit)
 - LKS (Lembar Kerja Siswa)
 - Manometer
- Media
 - LCD projector, Powerpoint.
- Sumber Pembelajaran
 1. Buku Guru dan Buku Siswa Pneumatik dan hidrolik kelas XI Semester 1
 2. *Pneumatic Basic Level TP 101*, Esslingen, P. Croser
 3. *Pengantar Ilmu Teknik Pneumatika*, Peter Patient
 4. *Praktek Sistem Kontrol Pneumatik*, Sugeng Isdwiyanudi

5. *Introduction to Pneumatic*, H. Meixner
6. Buku referensi dan artikel yang sesuai

G. Kegiatan Pembelajaran

Alokasi waktu yang disediakan untuk penyajian topik 1: Dasar sistem Pneumatik dan hukum Fluida adalah 4 JP (180 menit), topik 2 : Compressor adalah 4 JP (180 menit), dan topik 3 Air Suplly unit adalah 4 JP (120 menit), ulangan harian materi pertemuan 1 - 3 (60 menit)

Pertemuan 1: Dasar-dasar sistem Pneumatik dan Hukum Fluida

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa dan guru bersama-sama memulai pembelajaran dengan berdo'a. 2. Siswa merespon salam dan pertanyaan dari guru berhubungan dengan kesiapan belajar. 3. Siswa menerima informasi tentang keterkaitan kebutuhan industri dengan pembelajaran yang akan dilaksanakan. (<i>apersepsi</i>) 4. Siswa menerima informasi tentang kompetensi dan materi yang akan dipelajari, langkah pembelajaran dan penilaian yang akan dilaksanakan terkait dasar-dasar sistem pneumatik. 	15 menit
Inti	<p>Fase 1: Stimulation (Pemberian rangsangan)</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Siswa memperhatikan demonstrasi besar penunjukkan tekanan udara suplai dalam satuan tekanan (bar dan satuan tekanan lain). (Mengamati). Guru mengajukan pertanyaan mengenai pengaturan tekanan udara suplai dalam satuan tekanan (bar dan satuan tekanan lain untuk memicu sikap berfikir teliti dan kritis siswa (Menanya)) 6. Siswa berdiskusi secara berkelompok untuk melakukan penalaran dan menyampaikan pendapatnya tentang hukum-hukum fluida. <p>Fase 2: Problem statement (pertanyaan/ identifikasi masalah)</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. Guru memberikan orientasi masalah secara konseptual tentang satuan dan hukum-hukum fluida. <p>Fase 3: Data collection (pengumpulan data)</p> <ol style="list-style-type: none"> 8. Peserta didik menghitung konversi satuan berdasarkan SI, massa, gaya, dan tekanan. (Mengumpulkan informasi/ mencoba). <p>Fase 4: Data Processing (pengolahan data)</p> <ol style="list-style-type: none"> 9. Peserta didik menuliskan kembali fakta-fakta yang diperoleh dari hasil praktikum untuk dapat menentukan besaran nilai konversi. (Mengasosiasi/menalar) 10. Secara berkelompok peserta mendiskusikan permasalahan yang diajukan dan menuliskan fakta-fakta untuk dapat menentukan besaran nilai konversi. <p>Fase 5: Generalization (menarik kesimpulan/generalisasi)</p> <ol style="list-style-type: none"> 11. Setelah kegiatan diskusi selesai, setiap kelompok secara bergiliran menyerahkan hasil diskusi kelompoknya dari kesimpulan hasil pengolahan data perhitungan dan praktikum. (Mengkomunikasikan) 12. Peserta didik mengamati dan memberikan tanggapan terhadap setiap kelompok penyaji. 13. Siswa mencermati penguatan yang diberikan oleh guru. 	155 menit
Penutup	<ol style="list-style-type: none"> 14. Guru melakukan tanya jawab dengan siswa untuk membuat rangkuman materi belajar. 15. Guru memberikan penguatan konsep dari materi yang diajarkan (Konfirmasi). 16. Guru mengakhiri kegiatan pembelajaran dengan berdo'a, dan memberikan motivasi untuk tetap semangat serta mengingatkan siswa untuk mempelajari materi baru yang lebih menantang. 	10 menit

Pertemuan 2: Compressor

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa dan guru bersama-sama memulai pembelajaran dengan berdoa. 2. Siswa merespon salam dan pertanyaan dari guru berhubungan dengan kondisi dan pembelajaran sebelumnya 3. Siswa menerima informasi tentang keterkaitan pembelajaran sebelumnya dengan pembelajaran yang akan dilaksanakan. (<i>apersepsi</i>) 4. Siswa menerima informasi tentang kompetensi dan materi yang akan dipelajari, langkah pembelajaran dan penilaian yang akan dilaksanakan terkait kompressor. 	15 menit
Inti	<p><i>Fase 1: Stimulation</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Siswa menerima tantangan yang diberikan oleh guru tentang komponen penyedia udara kempa. Secara berkelompok siswa melakukan pengumpulan informasi, melakukan inferensi terkait dengan jenis, fungsi, dan prinsip kerja penyedia udara kempa kemudian mempresentasikan di kelas. 6. Siswa memperhatikan (Mengamati) penjelasan dan demonstrasi yang diberikan oleh guru berkaitan dengan karakteristik udara, penggunaan komponen penyedia udara kempa. 7. Siswa mengajukan pertanyaan (Menanya) tentang berbagai hal yang tidak diketahuinya terkait dengan cara penggunaan fungsi dan prinsip kerja komponen penyedia udara kempa. 8. Guru memberikan orientasi masalah secara logika tentang permasalahan yang terjadi jika salah satu komponen penyedia udara kempa tidak sesuai dengan kriteria sistem pneumatik yang menimbulkan keinginan siswa untuk menemukan jawaban sendiri melalui aktivitas mengumpulkan informasi dari berbagai sumber belajar. <p><i>Fase 2: Problem statement</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 9. Dengan penuh semangat siswa menggunakan kesempatan yang diberikan oleh guru kepada setiap kelompok belajar untuk mengumpulkan data dan statement sebanyak mungkin masalah yang relevan dengan sifat dan parameter komponen penyedia udara kempa kemudian merumuskan permasalahannya dan memperkirakan jawaban sementara. (eksplorasi) <p><i>Fase 3: Data collection</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 10. Siswa melakukan praktikum untuk mengumpulkan data mengenai komponen penyediaan udara kempa serta membandingkan dengan sumber informasi lain, kajian literatur, browsing dan guru memperhatikan, mengarahkan, serta memberikan bantuan informasi kepada siswa agar tidak salah arah. (Mengumpulkan informasi). <p><i>Fase 4: Data Processing</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 11. Siswa melakukan diskusi, dengan menelaah (mengolah informasi) seluruh informasi yang telah dikumpulkannya agar dapat menjawab permasalahan yang telah dirumuskannya 12. Siswa mendokumentasikan hasil diskusi untuk mendapatkan solusi terkait dengan permasalahan penyedia udara kempa yang diperolehnya. (Elaborasi) <p><i>Fase 5: Verification</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 13. Siswa melakukan pencermatan informasi secara cermat untuk menjawab permasalahan yang telah dirumuskannya berikut jawaban sementara. 14. Siswa (mengkomunikasikan) menyampaikan hasil penemuannya dan mendapat penguatan dari guru dan kelompok lainnya. <p><i>Fase 5: Generalization</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 15. Masing-masing siswa membuat generalisasi terkait dengan permasalahan komponen penyedia udara kempa dalam sistem pneumatik. 16. Siswa mencermati penguatan yang diberikan oleh guru. (Konfirmasi) 	155 menit

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan	Alokasi Waktu
Penutup	17. Guru melakukan tanya jawab dengan siswa untuk membuat rangkuman materi belajar. 18. Guru mengakhiri kegiatan pembelajaran dengan berdo'a, dan memberikan motivasi untuk tetap semangat serta mengingatkan siswa untuk mempelajari materi baru yang lebih menantang.	10 menit

Pertemuan 3: Air Supply Unit

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan	Alokasi Waktu
Pendahuluan	1. Siswa merespon salam dan pertanyaan dari guru berhubungan dengan kondisi dan pembelajaran sebelumnya 2. Siswa menerima informasi tentang keterkaitan pembelajaran sebelumnya dengan pembelajaran yang akan dilaksanakan. (<i>apersepsi</i>) 3. Siswa menerima informasi tentang kompetensi dan materi yang akan dipelajari, langkah pembelajaran dan penilaian yang akan dilaksanakan terkait Unit Pelayanan Udara (ASU)	20 menit
Inti	<p><i>Fase 1: Stimulation</i></p> 4. Siswa memperhatikan (Mengamati) penjelasan yang diberikan oleh guru berkaitan dengan parameter udara berkualitas yang dibutuhkan dalam sistem pneumatik. 5. Siswa mengajukan pertanyaan (Menanya) tentang berbagai hal yang tidak diketahuinya terkait dengan sifat dan parameter kualitas udara yang dibutuhkan. 6. Guru memberikan orientasi pemecahan masalah secara konseptual tentang kualitas udara dan kebutuhan udara dalam sistem pneumatik yang menimbulkan keinginan siswa untuk menemukan jawaban sendiri melalui aktivitas mengumpulkan informasi dari berbagai sumber belajar.	100 menit
	<p><i>Fase 2: Problem statement</i></p> 7. Dengan penuh semangat siswa menggunakan kesempatan yang diberikan oleh guru kepada setiap kelompok belajar untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin agenda-agenda masalah yang relevan dengan sifat dan parameter kualitas udara kempa yang dibutuhkan yang diamatinya berdasarkan petunjuk guru kemudian merumuskan permasalahannya dan memperkirakan jawaban sementara. (eksplorasi)	
	<p><i>Fase 3: Data collection</i></p> 8. Siswa (Mengumpulkan informasi) informasi melalui berbagai sumber informasi, kajian literatur, browsing dan guru memperhatikan, mengarahkan, serta memberikan bantuan informasi kepada siswa agar tidak salah arah.	
	<p><i>Fase 4: Data Processing</i></p> 9. Siswa melakukan diskusi, dengan menelaah (mengolah informasi) seluruh informasi yang telah dikumpulkannya agar dapat menjawab permasalahan yang telah dirumuskannya 10. Siswa mendokumentasikan hasil diskusi untuk mendapatkan solusi terkait dengan permasalahan udara kempa yang diamatinya. (Elaborasi)	
	<p><i>Fase 5: Verification</i></p> 11. Siswa melakukan pencermatan informasi secara cermat untuk menjawab permasalahan yang telah dirumuskannya berikut jawaban sementara.	

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan	Alokasi Waktu
	<p>12. Siswa (mengkomunikasikan) menyampaikan hasil penemuannya dan mendapat penguatan dari guru dan kelompok lainnya.</p> <p>Fase 5: Generalization</p> <p>13. Masing-masing siswa membuat generalisasi terkait dengan fungsi setiap komponen pelayanan udara kempa.</p> <p>14. Siswa mencermati penguatan yang diberikan oleh guru. (Konfirmasi)</p>	
Penutup	<p>15. Guru melakukan tanya jawab dengan siswa untuk membuat rangkuman materi belajar.</p> <p>16. Guru mengakhiri kegiatan pembelajaran, dan motivasi untuk tetap semangat serta mengingatkan siswa untuk mempelajari materi baru yang lebih menantang.</p> <p>17. Guru memberikan tes tertulis (waktu 45 menit)</p>	60 menit

H. Penilaian

- Teknik penilaian : Pengamatan dan Tes Tertulis
- Prosedur penilaian :

No	Aspek yang dinilai	Teknik Penilaian	Waktu Penilaian
1.	<p>Sikap</p> <p>1. Menunjukkan sikap jujur dalam kegiatan mengerjakan tugas/latihan.</p> <p>2. Menunjukkan sikap disiplin dalam kegiatan pembelajaran.</p> <p>3. Menunjukkan sikap tanggung jawab dalam kegiatan melaksanakan tugas yang diberikan.</p> <p>4. Menunjukkan sikap teliti dalam kegiatan melaksanakan tugas yang diberikan.</p>	<p>1. Pengamatan/observasi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lampiran 1 <p>2. Penilaian antar teman</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lampiran 2 <p>3. Penilaian diri</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lampiran 3 <p>4. Jurnal</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lampiran 4 	<ul style="list-style-type: none"> • Selama pembelajaran dan saat diskusi • Dilakukan diakhir semester 1 peserta didik dinilai oleh 5 peserta didik lainnya • Dilakukan diakhir semester • Selama pembelajaran dan saat diskusi
2.	<p>Pengetahuan</p> <p>a. Konversi satuan SI dan hukum-hukum fluida</p> <p>b. Identifikasi property penyedia udara kempa</p> <p>c. Identifikasi property pelayanan udara kempa</p>	<p>1. Tes tertulis</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lampiran 5 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengerjakan soal setelah selesai pembelajaran
3.	<p>Keterampilan</p> <p>a. Terampil menemutunjukkan berbagai komponen penyediann udara kempa.</p>	<p>1. Praktik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lampiran 6 <p>2. Portofolio</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lampiran 7 	<ul style="list-style-type: none"> • Penyelesaian tugas (baik individu maupun kelompok) pada saat melakukan praktik di lab • Pada saat diskusi dan menyusun laporan

LAMPIRAN 1

**LEMBAR PENGAMATAN PENILAIAN SIKAP
PENILAIAN OBSERVASI**

No	Nama Siswa/ Kelompok	Jujur				Disiplin				Tanggung Jawab				teliti				Nilai Akhir
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1.																		
2.																		
3.																		
4.																		
5.																		
6.																		
7.																		
8.																		
9.																		
10.																		
11.																		
12.																		
13.																		
14.																		
15.																		
16.																		
17.																		
18.																		
19.																		
20.																		
21.																		
22.																		
23.																		
24.																		
25.																		
26.																		

27																			
.																			
28																			
.																			
29																			
.																			
30																			
.																			
31																			
.																			
32																			
.																			
33																			
.																			
34																			
.																			
35																			
.																			

Keterangan:

4 = jika empat indikator terlihat

3 = jika tiga indikator terlihat

2 = jika dua indikator terlihat

1 = jika satu indikator terlihat

Indikator Penilaian Sikap:

Jujur

- a. Menyampaikan sesuatu berdasarkan keadaan yang sebenarnya
- b. Tidak menutupi kesalahan yang terjadi
- c. Tidak mencontek atau melihat data/pekerjaan orang lain
- d. Mencantumkan sumber belajar dari yang dikutip/dipelajari

Disiplin

- a. Tertib mengikuti instruksi
- b. Mengerjakan tugas tepat waktu
- c. Tidak melakukan kegiatan yang tidak diminta
- d. Tidak membuat kondisi kelas menjadi tidak kondusif

Tanggung Jawab

- a. Melaksanakan tugas secara teratur.
- b. Peran serta aktif dalam kegiatan diskusi kelompok
- c. Mengajukan usul pemecahan masalah.
- d. Mengerjakan tugas sesuai yang ditugaskan

Teliti

- a. Mengerjakan tugas dengan baik dan benar
- b. Memanfaatkan bahan praktek dengan efektif dan efisien
- c. Membaca parameter alat ukur dengan benar
- d. Menggunakan peralatan praktek sesuai SOP

Nilai akhir sikap diperoleh dari **modus** (skor yang paling sering muncul) dari keempat aspek sikap di atas.

Kategori nilai sikap:

- a. Sangat baik jika memperoleh nilai akhir 4

- b. Baik jika memperoleh nilai akhir 3
- c. Cukup jika memperoleh nilai akhir 2
- d. Kurang jika memperoleh nilai akhir 1



Kepala SMKN 1 Cikampek

H. Mutia Purnamawati, S.Pd, M.M
NIP 19630903 198403 2005

Cikampek, Juli 2020
Guru Mata Pelajaran

TEDI RUSWANDI, S.Pd, S.ST
NIP. 19750108 200012 1 002

LAMPIRAN 2

LEMBAR PENILAIAN SIKAP PENILAIAN TEMAN SEBAYA

Petunjuk

Berilah tanda ceklist (V) pada pilihan yang paling menggambarkan kondisi teman sejawat kamu dalam kurun waktu 2 minggu terakhir

Nama Teman yang dinilai.....

No	Aspek Penilaian	4	3	2	1
1.	Siswa menunjukkan kerjasama dalam mengerjakan tugas kelompok				
2.	Siswa menerima pendapat orang lain yang diekspresikan dengan pernyataan mau menerima atau mengharap orang lain memberikan pendapat				
3.	Siswa menerima kritikan. yang diekspresikan dengan pernyataan mau menerima atau mengharap orang lain memberikan masukan				
4.	Sopan dan santun dalam memberikan kritikan kepada siswa lain yang diekspresikan dengan cara meminta kesempatan dan rela jika pendapatnya tidak diterima				
5.	Kerelaan membantu teman yang lain yang mengalami kesulitan dalam mengemukakan pendapat yang diekspresikan dengan mendorong atau memberikan kesempatan teman untuk berpendapat				

Keterangan:

4 = jika selalu dilakukan

3 = jika sering dilakukan

2 = jika jarang dilakukan

1 = jika tidak pernah dilakukan

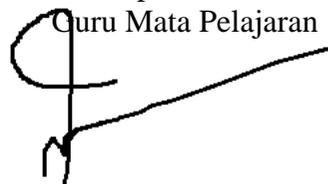
Nilai akhir sikap diperoleh dari modus (skor yang paling sering muncul) dari keempat aspek sikap di atas.

Kategori nilai sikap:

- Sangat baik jika memperoleh nilai akhir 4
- Baik jika memperoleh nilai akhir 3
- Cukup jika memperoleh nilai akhir 2
- Kurang jika memperoleh nilai akhir 1

Cikampek, Juli 2020

Curu Mata Pelajaran



TEDI RUSWANDI, S.Pd, S.ST

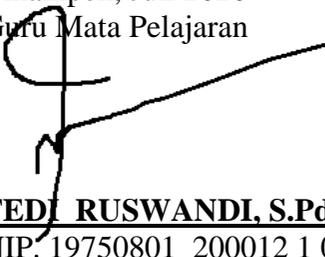
NIP. 19750801 200012 1 002

LAMPIRAN 3

**LEMBAR PENILAIAN SIKAP
PENILAIAN DIRI**

PENILAIAN DIRI	
Nama _____ :	
Untuk pertanyaan 1 sampai dengan 7, tulis masing-masing huruf sesuai dengan pendapatmu! A = Selalu (4) B = Sering (3) C = Jarang (2) D = Tidak pernah (1)	
1	_____ Saya bekerja-sama dalam menyelesaikan tugas kelompok
2	_____ Saya menunjukkan sikap disiplin dalam menyelesaikan tugas individu maupun kelompok
3	_____ Saya menunjukkan rasa percaya diri dalam mengemukakan gagasan, bertanya, atau menyajikan hasil diskusi
4	_____ Saya berusaha untuk berpikir kritis dalam mempelajari dasar dan pengukuran listrik
5	_____ Saya bertanggung-jawab terhadap tugas-tugas yang diberikan, baik dalam tugas individu maupun kelompok
6	_____ Saya berusaha untuk selalu jujur dalam mengerjakan soal-soal latihan maupun saat ulangan/evaluasi
7	_____ Saya memiliki rasa ingin tahu berkaitan dengan materi yang disampaikan

Cikampek, Juli 2020
Guru Mata Pelajaran



TEDI RUSWANDI, S.Pd, S.ST
NIP. 19750801 200012 1 002

LAMPIRAN 4

LEMBAR PENILAIAN JURNAL

Nama	:			
Kelas	:			
No	Hari / Tanggal	Sikap/Perilaku		Keterangan
		Positif	Negatif	
1				
2				
3				
4				
5				
6				

Ket :

1. Ceklist (✓) sikap/perilaku yang dilakukan siswa
2. Isi keterangan dengan deskripsi sikap perilaku siswa

Cikampek, Juli 2020
Guru Mata Pelajaran



TEDI RUSWANDI, S.Pd, S.ST
NIP. 19750801 200012 1 002

LAMPIRAN 5**LEMBAR TES TULIS****Penilaian Pengetahuan**

Tes Tertulis (Post Test)

1. Jelaskan pengertian pneumatik dalam dunia industri?
2. Berikan 2 contoh penggunaan sistem pneumatik di dunia industri!
3. Sebutkan satuan gaya dan tekanan !
4. Konversikan satuan berikut :
 - a. 4 bar = psi
 - b. 200 kPa = bar
 - c. 20 N = kgf
 - d. 2,5 HP = kW
5. Suatu gaya diberikan pada tabung sebesar 1N, Jiak Volume tabung tersebut 100 cm³. Hitung nilai tekanan pada tabung tersebut!
6. Sebutkan 5 hal apa sajakah yang harus diperhatikan untuk mendapatkan udara yang berkualitas?
7. Untuk mempersiapkan udara bertekanan, sebutkan 4 elemen-elemen apa sajakah yang diperlukan?
8. Sebutkan 2 alasan mengapa udara bertekanan sistem pneumatik harus kering ?
9. Sebutkan 5 kriteria pemilihan kompresor !

Teknik Penskoran

Nomor Soal	Langkah penyelesaian	Penskoran
1.	Menurut otomasi Industri berarti peralatan yang bergerak (linier/putar) dengan menggunakan media udara bertekanan, gerakan tersebut diakibatkan adanya perbedaan tekanan antara sisi masukan dan sisi keluaran.	5
2.	a. Pencekaman benda kerja b. Penggeseran benda kerja c. Pengaturan posisi benda kerja d. Pengaturan arah benda kerja	10
3.	Satuan Gaya = Newton (N) , 1N = 1 kg.m/s ² Satuan Tekanan = Pascal (Pa), 1 Pa = 1 N/m ² , 1 bar = 10 ⁵ Pa	10
4.	a. 4 bar = 4 x 14,5 = 58 psi b. 250 kPa = 250 / 100 KPa = 2,5 bar c. 20 N = 20 x 0,1019 = 2, 038 kgf d. 2 HP = 2 x 0,7457 = 1,49 kW	20
5.	Dik : F = 1 N, V = 100 cm ³ = 0.01m ³ Dit : p : ? Jawab : F = V.p p = F/V = 1 / 0.01 = 10Pa	10
6.	Aspek di bawah ini harus diperhatikan guna untuk mendapatkan udara yang berkualitas : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Kuantitas udara yang diinginkan harus memenuhi kebutuhan sistem ▪ Jenis kompresor yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan sistem ▪ Tangki penyimpan udara yang memadai ▪ Persyaratan udara yang bersih ▪ Tingkat kelembaban udara yang dapat mengurangi korosi dan lembab ▪ Persyaratan pelumasan jika diperlukan ▪ Temperatur udara dan pengaruh lain yang rendah pada sistem ▪ Persyaratan tekanan kerja ▪ Ukuran katup dan saluran harus memenuhi kebutuhan sistem ▪ Pemilihan bahan dan kebutuhan sistem harus sesuai dengan lingkungan ▪ Tersedianya titik-titik drainase dan saluran buangan pada sistem distribusi. ▪ Tata letak sistem pendistribusian udara yang sesuai. 	15

7.	<p>Elemen-elemen berikut harus dipergunakan dalam penyiapan udara bertekanan:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Kompresor udara ▪ Tangki udara ▪ Penyaring udara dengan pemisah air ▪ Pengering udara ▪ Pengatur-tekanan ▪ Pelumas ▪ Tempat pembuangan untuk kondensasi 	5
8.	<p>Kandungan air dalam udara menyebabkan :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Korosi dalam pipa, katup, silinder, dan elemen-elemen lainnya. Ini akan menambah biaya pemakaian dan perawatan. ✓ Mencuci pelumas asli pada elemen yang bergerak. ✓ Mengganggu fungsi kontak dari katup ✓ Mencemarkan dan merusak hal tertentu misalnya pada industri makanan, dan pengecatan. 	10
9.	<p>Kriteria pemilihan kompresor :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ volume udara yang dikeluarkan dengan satuan m³/min atau l / min ➤ tekanan kerja dengan satuan bar. ➤ desain ➤ tenaga : tipe penggerak ➤ kapasitas penyimpanan ➤ pendinginan ➤ kondisi dan lingkungan instalasi. ➤ Perawatan ➤ Biaya 	15
Jumlah skor		100
Nilai		
<p>Nilai yang diperoleh siswa = $\frac{\text{jumlah skor yang diperoleh}}{\text{jumlah bobot skor}} \times 100$</p>		

LAMPIRAN 6

LEMBAR PENILAIAN KINERJA

Penilaian Kinerja Praktikum

No	Nama Siswa	Keterampilan			Skor
		Membaca meter	Mengelola percobaan	Mengumpulkan data	
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					
11.					
12.					
13.					
14.					
15.					
16.					
17.					
18.					
19.					
20.					
21.					
22.					
23.					
24.					
25.					
26.					
27.					
28.					
29.					
30.					
31.					
32.					
33.					
34.					
35.					
36.					

Keterangan:

- C : Kurang Terampil (1)
- B : Terampil (3)
- A : Sangat Terampil (5)

$$\text{Penilaian Keterampilan} = \frac{\text{Jumlah Skor}}{\text{Total Skor Maksimal}} \times 100$$

Penilaian Hasil Praktek

No	Nama Siswa	Keterampilan			Skor
		Kecermatan pembacaan meter	Penyajian dan pembahasan Data	Kesimpulan	
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					
11.					
12.					
13.					
14.					
15.					
16.					
17.					
18.					
19.					
20.					
21.					
22.					
23.					
24.					
25.					
26.					
27.					
28.					
29.					
30.					
31.					
32.					
33.					
34.					
35.					
36.					

Keterangan:

C : Kurang Terampil (1)

B : Terampil (3)

A : Sangat Terampil (5)

LAMPIRAN 7

$$Penilaian\ Keterampilan = \frac{Jumlah\ Skor}{Total\ Skor\ Maksimal} \times 100$$

PENILAIAN PORTOFOLIO

Jenis Portofolio : Kumpulan Hasil Tugas individu atau Kelompok
Tujuan Portofolio : Memantau perkembangan kemampuan keterampilan siswa untuk dapat menemukannya komponen penyedia udara

Tugas I

1. Buat rangkuman dari tugas praktikum
2. Simpan setiap tugas yang diberikan ke dalam map individu siswa (warna map sesuai dengan kelas masing-masing/tiap kelas beda warna map)
3. Batas waktu pengumpulan tugas adalah di pertemuan terakhir.

Pedoman Penskoran

Kriteria	Skor Maksimal
Siswa menyimpan semua tugas yang telah dikerjakan dengan lengkap, dan tugas dikerjakan dengan benar, serta dikumpulkan tepat waktu	4
Siswa menyimpan tugas-tugas yang telah dikerjakan, dan sebagian besar benar tapi kurang lengkap, serta dikumpulkan tepat waktu	3
Siswa menyimpan tugas-tugas yang telah dikerjakan, namun sebagian besar salah, kurang lengkap, dan tidak dikumpulkan tepat waktu	2
Siswa menyimpan tugas-tugas yang telah dikerjakan, namun tugas yang dikerjakan salah, dan kurang lengkap, serta tidak dikumpulkan tepat waktu	1
Siswa tidak menyimpan satu pun tugas-tugas yang diberikan karena tidak pernah mengumpulkan tugas	0

LEMBAR PENILAIAN PORTOFOLIO

Nama siswa/Kelompok :

Kelas :

Semester/Tahun Pelajaran :

No	Jenis Tugas	KD	Nilai	Tanda Tangan		Keterangan (Tgl Pengumpulan)
				Peserta Didik	Guru	
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						

LEMBAR AKTIVITAS SISWA

Petunjuk Umum :

1. Bacalah perintah dalam Lembar Aktifitas Siswa (LAS) ini dengan teliti
2. Galilah informasi melalui pengamatan, kajian literatur, *browsing* untuk mendapatkan informasi yang relevan
3. Komunikasikan dengan rekan se-kelompok untuk mendapatkan kesimpulan dan dokumentasikan hasilnya

Pertemuan 1: Pengertian pneumatik dan hukum Fluida

Tugas Kelompok

Mengkonversikan satuan SI yang berkaitan dengan massa, gaya, tekanan.

Tugas kalian kali ini adalah memecahkan masalah yang terkait konversi satuan yang telah diberikan oleh guru berupa tabel yang terdiri dari: (1) satuan daya, (2) Tekanan. Untuk itu cermati petunjuk khusus yang diberikan oleh guru.

Petunjuk khusus

Konversikan satuan yang ditanyakan dengan melihat/mengingat standar pengali/pembagi yang telah ditentukan

Pertemuan 2 : Compressor

Tugas Kelompok

Mengamati sebuah unit kompresor. Lakukan pengamatan secara berkelompok. Diskusikan hasilnya dengan teman-temanmu. Tulis hasil pekerjaan di lembar pekerjaan siswa.

Tugas kalian kali ini adalah mengamati komponen yang ada pada penyedia udara kempa.

Petunjuk Khusus:

1. Perhatikan gambar kompresor dan alat yang disediakan dalam praktik.
2. Tentukan nomor komponen yang sesuai dengan gambar
3. Catat semua letak dan nama komponen kompresor yang kalian amati.
4. Operasikan mesin dan perhatikan kerja setiap komponen penyedia udara kempa.
5. Dari data yang telah terkumpul, lakukan pengolahan data untuk mencari hubungan antar komponen penyedia dan pelayanan udara kempa.
6. Buat laporan investigasi dan laporkan pada guru.