

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Sekolah	: SMA Negeri 10 Medan
Mata Pelajaran	: Fisika
Kelas/Semester	: X / Ganjil
Materi Pokok	: Resultan Vektor
Alokasi Waktu	: 3 x 45 menit

A. Kompetensi Inti

Rumusan kompetensi sikap adalah menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya, menunjukkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsive, dan pro-aktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan social dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.

KI 3: Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan factual, konseptual, procedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan procedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah

KI 4 : Mengolah, menalar dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan.

B. Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian Kompetensi

Kompetensi Dasar dari KI 3	Indikator Pencapaian Kompetensi
3.3 Menerapkan prinsip penjumlahan vektor sebidang (misalnya perpindahan)	3.3.1 Mengidentifikasi besaran skalar dan besaran vektor 3.3.2 Menentukan resultan vektor dengan metode poligon 3.3.3 Menentukan resultan vektor dengan metode jajargenjang 3.3.4 Menentukan resultan vektor dengan metode analisis vektor 3.3.5 Menganalisis resultan vektor dengan metode analisis 3.3.6 Menentukan perkalian dot vektor 3.3.7 Menentukan perkalian kros vektor
Kompetensi Dasar dari KI 4	Indikator Pencapaian Kompetensi
4.3 Merancang percobaan untuk menentukan resultan vector	4 Membuat prosedur percobaan resultan vektor

sebidang (misalnya perpindahan) beserta presentasi hasil dan makna fisisnya.	4.3.2 Mempresentasikan hasil diskusi percobaan resultan vektor
--	--

C. Tujuan Pembelajaran

Melalui model pembelajaran *discovery learning* peserta didik dapat **berpikir kritis** dan **kreatif** dalam mengidentifikasi besaran skalar dan besaran vektor, menentukan resultan vektor dengan metode polygon, menentukan resultan vektor dengan metode jajaran genjang, menganalisis resultan vektor dengan metode jajaran genjang, menentukan resultan vektor dengan metode analisis, menganalisis resultan vektor dengan metode analisis, menentukan perkalian dot vektor dan menentukan perkalian kros vektor. dan membuat prosedur percobaan resultan vektor, kemudian **kreatif** dan **terampil mengkomunikasikan** atau mempresentasikan data hasil percobaan dan/ atau melalui percobaan dengan memiliki sikap ingin tahu, teliti dalam melakukan pengamatan dan bertanggungjawab dalam menyampaikan pendapat, menjawab pertanyaan, memberi saran dan kritik dalam **kerjasama** kelompok.

D. Materi Pembelajaran

Fakta

Besaran Skalar adalah : suatu besaran yg hanya di tentukan oleh besar atau nilainya saja

Contoh : panjang , massa, volume, jarak dan waktu.

Besaran Vektor adalah : besaran – besaran yang memiliki nilai juga memiliki arah.

Contoh : Perpindahan, gaya, kecepatan, percepatan, dan momentum.

Konsep

Cara untuk menuliskan vector sebagai berikut :

- a) Vektor di tulis dalam satu huruf dapat berupa huruf kecil atau huruf besar dengan anak panah di atasnya.

Contoh : \vec{a} atau \vec{A} di baca vektor a

- b) Vektor di tulis dalam 2 huruf dapat berupa huruf kecil atau huruf besar dengan anak panah di atasnya.

Contoh : \vec{AB} di baca vector AB

Prinsip

Sifat-sifat vektor

- Dapat di pindahkan asalkan besar dan arahnya tidak berubah.
- Dapat dijumlahkan.
- Dapat dikurangi.
- Dapat diuraikan
- Dapat dikalikan.

Prosedur

- Penyajian dan pengolahan data.
- Percobaan resultan vektor.

E. Pendekatan, Metode dan Model Pembelajaran

Pendekatan : Saintifik

Metode : Diskusi kelompok, tanya jawab, dan penugasan

Model : *Discovery Learning*

F. Media Pembelajaran

Media/Alat : Papan Tulis, LCD, Alat Lab (Mistar, Jangka Sorong dan Mikrometer Sekrup), dan LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik)

G. Sumber Belajar

- Principles with Application / Douglas C. Giancoli – 6th ed. Pearson Prentice Hall

2. Kanginan, M., (2013), *Fisika I Untuk SMA/MA*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
3. Internet
4. Buku/sumber lain yang relevan

H. Kegiatan Pembelajaran

Pertemuan pertama

I. Metode Pembelajaran

Pendekatan : Scientific

Model : Discovery

Metode : praktikum, diskusi, tanya jawab

II. Media, Alat dan Sumber Pembelajaran

Media : Powerpoint, whiteboard

Alat : penggaris, neraca pegas, buku, tali, busur derajat

Sumber Pembelajaran : Buku paket fisika kelas X, LKS, internet.

III. Langkah-langkah Pembelajaran

Rincian Kegiatan	Waktu
Pendahuluan	
<ul style="list-style-type: none"> • Memberi salam • Meminta salah satu siswa memimpin doa • Mengecek kehadiran siswa • Menyampaikan tujuan pembelajaran • Guru mengingatkan kembali materi tentang pengukuran dan mengkaitkannya dengan bab yang akan diajarkan 	10 menit

<ul style="list-style-type: none"> Guru menyampaikan motivasi kepada siswa agar siswa lebih giat belajar 		
Kegiatan Inti		
Mengamati	Siswa mengamati pohon-pohon di sekitar.	110 menit
Menanya	Guru menanyakan apakah daun yang jatuh, tempat jatuhnya itu tepat di bawah pohon? Secara berdiskusi siswa menjawab pertanyaan tersebut bahwa jatuhnya daun tidak tepat dibawah tapi melenceng ke samping karena ada dua vektor gaya yaitu gaya gravitasi dan gaya dorong angin. Dan jatuhnya daun itu merupakan resultan dari dua gaya	
Mengumpulkan Data	Secara berkelompok siswa membaca literatur untuk mencari bagaimana cara menjumlahkan vektor, mengurangi vektor, bagaimana mencari resultan dua vektordan bagaimana cara membaca neraca pegas. Selanjutnya siswa melakukan percobaan tentang menentukan resultan vektor.	
Mengasosiasi	Dari data yang didapat, siswa mengolah data dengan membaca literatur yang dimilikinya sehingga didapatkan nilai besar resultan. Siswa membuat laporan secara	

	kelompok dengan dibimbing oleh guru.	
Mengkomunikasikan	Perwakilan dari tiap kelompok menyampaikan hasil diskusi	
Penutup		
	<ul style="list-style-type: none"> • Guru bersama siswa menyimpulkan vektor. • Guru menanyakan pada siswa tentang apa saja yang sudah diperoleh dari pembelajaran hari ini dan apakah masih ada yang belum dipahami? • Memberikan tugas membaca materi selanjutnya • Memberi tugas mengerjakan soal-soal 	15 menit

Pertemuan Kedua

I. Metode Pembelajaran

Pendekatan : Scientific

Model : Problem Based Learning

Metode : diskusi, tanya jawab, ceramah

II. Media, Alat dan Sumber Pembelajaran

Media : Powerpoint, whiteboard

Alat : penggaris

Sumber Pembelajaran : Buku paket fisika kelas X, LKS, internet.

III. Langkah-langkah Kegiatan Pembelajaran

Rincian Kegiatan	Waktu
Pendahuluan	
<ul style="list-style-type: none"> • Memberi salam 	10

<ul style="list-style-type: none"> • Meminta salah satu siswa memimpin doa • Mengecek kehadiran siswa • Menyampaikan tujuan pembelajaran • Guru mengingatkan kembali materi sebelumnya yaitu tentang penggambaran dan menarik notasi vektor, operasi pada vektor serta resultan dua vektor • Guru menyampaikan motivasi kepada siswa agar siswa lebih giat belajar 		menit
Kegiatan Inti		
Mengamati	<p>Disediakan suatu permasalahan sbb: “Rio dan Andi akan menarik sebuah batu menggunakan tali ke arah sumbu x positif. Rio Menarik dengan gaya membentuk sudut 30° terhadap sumbu x sebesar 50 Newton. Sedangkan Andi akan menarik dengan gaya membentuk sudut 340° terhadap sumbu x sebesar 35 Newton”</p> <p>Siswa memahami permasalahan yang diberi dan menguraikan masalah tersebut dalam bentuk grafik</p>	110 menit
Menanya	<p>Guru menanyakan</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. bagaimana cara menguraikan vektor gaya atas komponen-komponennya(terhadap sumbu X dan sumbu Y)? 2. Bagaimana cara mencari besar resultan vektor dari gaya-gaya tersebut? 	
Mengumpulkan Data	Siswa membaca literatur yang relevan	

	sehingga dapat menunjang untuk menjawab pertanyaan tersebut	
Mengasosiasi	Dari literatur yang didapat siswa menyelesaikan pertanyaan tersebut	
Mengkomunikasikan	Salah satu siswa maju ke depan menjelaskan hasil yang dia dapat	
Penutup		
	<ul style="list-style-type: none"> • Guru bersama siswa menyimpulkan penguraian dan perpaduan vektor. • Guru menanyakan pada siswa tentang apa saja yang sudah diperoleh dari pembelajaran hari ini dan apakah masih ada yang belum dipahami? • Memberikan tugas membaca materi selanjutnya 	15 menit

Pertemuan Ketiga

I. Metode Pembelajaran

Pendekatan : Scientific

Model : Problem Based Learning

Metode : diskusi, tanya jawab, ceramah

II. Media, Alat dan Sumber Pembelajaran

Media : Powerpoint, whiteboard

Alat : penggaris

Sumber Pembelajaran : Buku paket fisika kelas X, LKS, internet.

III. Langkah-langkah Kegiatan Pembelajaran

Rincian Kegiatan	Waktu
Pendahuluan	

<ul style="list-style-type: none"> • Memberi salam • Meminta salah satu siswa memimpin doa • Mengecek kehadiran siswa • Menyampaikan tujuan pembelajaran • Guru mengingatkan kembali materi sebelumnya yaitu tentang penguraian dan perpaduan vektor • Guru menyampaikan motivasi kepada siswa agar siswa lebih giat belajar 	10 menit
Kegiatan Inti	
Mengamati	<p>Disediakan suatu permasalahan sbb:</p> <p>“Seorang tukang pos dari kantor pos pusat ingin mengantarkan surat ke kantor pos daerah lain. Tukang pos meninggalkan kantor pos pusat dengan mengendarai sepeda motor sejauh 12 km arah utara ke kota berikutnya (vektor a). Kemudian dia meneruskan dengan arah 60° ke selatan dari arah timur sejauh 17 km ke kota lainnya(vektor b).”</p> <p>Siswa memahami permasalahan yang diberi</p>
Menanya	<p>Guru menanyakan</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Bagaimana cara menyatakan vektor a dan b tersebut dalam bentuk vektor satuan dan vektor posisi 2. Bagaimana cara

	menjumlahkan vektor a dan b ? 3. Bagaimana cara mengalikan vektor a dan b ?	
Mengumpulkan Data	Siswa membaca literatur yang relevan sehingga dapat menunjang untuk menjawab pertanyaan tersebut	
Mengasosiasi	Dari literatur yang didapat siswa menyelesaikan pertanyaan tersebut	
Mengkomunikasikan	Salah satu siswa maju ke depan menjelaskan hasil yang dia dapat	
Penutup		
	<ul style="list-style-type: none"> Guru bersama siswa menyimpulkan vektor satuan dan vektor posisi Guru menanyakan pada siswa tentang apa saja yang sudah diperoleh dari pembelajaran hari ini dan apakah masih ada yang belum dipahami? Memberikan tugas membaca materi selanjutnya 	15 menit

I. Penilaian

Metode dan Bentuk Instrumen

Metode	Bentuk Instrumen
Sikap	Lembar Pengamatan Sikap dan Rubrik
Tes Unjuk Kerja	Tes penilaian kerja diskusi kelompok
Tes Tertulis	Soal Uraian

Instrumen Penilaian Sikap Spiritual

berilah tanda cek (√) sesuai dengan kondisi dan keadaan kalian sehari-hari

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1	Berdoa sebelum dan sesudah melakukan sesuatu				
2	Mengucapkan rasa syukur atas karunia Tuhan				
3	Memberi salam sebelum dan sesudah menyampaikan pendapat/presentasi				
4	Mengungkapkan kekaguman secara lisan maupun tulisan terhadap Tuhan saat melihat kebesaran Tuhan				
5	Merasakan keberadaan dan kebesaran Tuhan saat mempelajari ilmu pengetahuan				
Jumlah Skor					

Keterangan:

4 = selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan

3 = sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan

2 = kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan

1 = tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Instrumen Penilaian Sikap Jujur

berilah tanda cek (√) sesuai dengan kondisi dan keadaan kalian sehari-hari

No	Pernyataan	TP	KD	SR	SL
1	Saya tidak menyontek pada saat mengerjakan ulangan				
2	Saya menyalin karya orang lain dengan menyebutkan sumbernya pada saat mengerjakan tugas				
3	Saya melaporkan kepada yang berwenang jika menemukan barang				
4	Saya berani mengakui kesalahan yang saya dilakukan				
5	Saya mengerjakan soal ujian tanpa melihat jawaban teman yang lain				

Keterangan :

SL = Selalu , apabila selalu melakukan sesuai pernyataan

SR = Sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan

KD = Kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan

TP = Tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Instrumen Penilaian Sikap Disiplin

berilah tanda cek (√) sesuai dengan kondisi dan keadaan kalian sehari-hari

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4

1	Masuk kelas tepat waktu				
2	Mengumpulkan tugas tepat waktu				
3	Memakai seragam sesuai tata tertib				
4	Mengerjakan tugas yang diberikan				
5	Tertib dalam mengikuti pembelajaran				
6	Membawa buku teks sesuai mata pelajaran				
	Jumlah Skor				

Keterangan:

- 4 = selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan
3 = sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan
2 = kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan
1 = tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Lembar Pengamatan Sikap

No	Nama	Sikap							Ket
		Jujur	Disiplin	Tanggung Jawab	Toleransi	Gotong Royong	Santun	Percaya Diri	
1									
2									
3									
4									
5									
6									

Pengolahan Nilai Siswa

KD	Skor			Skor Akhir	
	Tes Praktik	Projek	Portofolio	Skala 1 - 100	Skala 1 - 4
4.1					
4.2					
4.3					
Rata-Rata Skor Akhir					

Petunjuk Penskoran :

Skor akhir menggunakan skala 1 sampai 4

Perhitungan skor akhir menggunakan rumus :

$$\frac{\text{Skor diperoleh}}{\text{skor maksimal}} \times 4 = \text{skor akhir}$$

Peserta didik memperoleh nilai :

Sangat Baik : apabila memperoleh skor : $3.33 < \text{skor} \leq 4.00$

Baik : apabila memperoleh skor : $2.33 < \text{skor} \leq 3.33$

Cukup : apabila memperoleh skor : $1.33 < \text{skor} \leq 2.33$

Kurang : apabila memperoleh skor : $\text{skor} \leq 1.33$

Konversi Nilai Pengetahuan, Keterampilan, Sikap

Predikat	Nilai Kompetensi		
	Pengetahuan	Ketrampilan	Sikap
A	4	4	SB
A -	3.66	3.66	
B +	3.33	3.33	B

B	3	3	
B -	2.66	2.66	
C +	2.33	2.33	
C	2	2	C
C -	1.66	1.66	
D +	1.33	1.33	K
D		1	

Rentang Nilai

No.	SKOR	Nilai
1	$0.00 \leq \text{skor} \leq 1,00$	D
2	$1,00 < \text{skor} \leq 1,33$	D +
3	$1,33 < \text{skor} \leq 1,66$	C -
4	$1,66 < \text{skor} \leq 2,00$	C
5	$2,00 < \text{skor} \leq 2,33$	C +
6	$2,33 < \text{skor} \leq 2,66$	B -
7	$2,66 < \text{skor} \leq 3,00$	B
8	$3,00 < \text{skor} \leq 3,33$	B +
9	$3,33 < \text{skor} \leq 3,66$	A -
10	$3,66 < \text{skor} \leq 4,00$	A

Medan, Oktober 2020

Kepala SMA N 10 Medan

Guru Mata Pelajaran Fisika

(SUSNESI, S.Pd)

(Tianas Simanjuntak, S.Pd, M.Si)

RINGKASAN MATERI

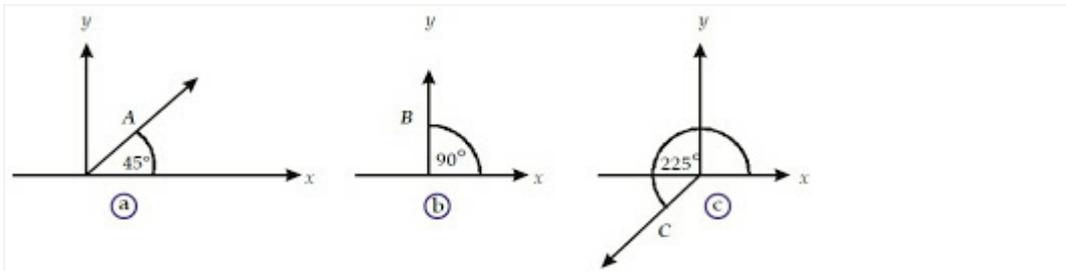
Definisi, Gambar, dan Notasi Vektor

Besaran vektor adalah besaran yang memiliki nilai dan arah. Dalam ilmu Fisika, banyak besaran yang termasuk vektor, di antaranya perpindahan, gaya, kecepatan, percepatan, dan momentum. Selain besaran vektor, ada juga besaran yang hanya memiliki nilai. Besaran seperti ini disebut besaran skalar. Besaran yang termasuk besaran skalar, di antaranya massa, waktu, kuat arus, usaha, energi, dan suhu. Sebuah vektor digambarkan oleh sebuah anak panah. Panjang anak panah mewakili besar atau nilai vektor, sedangkan arah anak panah mewakili arah vektor. Notasi atau simbol sebuah vektor dapat menggunakan satu atau dua huruf dengan tanda panah di atasnya, misalnya

\vec{A} atau \vec{AB} . Akan tetapi, dalam buku ini, vektor digambarkan oleh sebuah huruf yang dicetak tebal dan miring, misalnya **A** atau **B**. Gambar 1. menunjukkan gambar beberapa vektor dengan notasinya.



Titik A disebut titik pangkal vektor dan titik B disebut ujung vektor. Besar sebuah vektor dapat ditulis dengan beberapa cara, di antaranya dengan memberi tanda mutlak ($||$) atau dicetak miring tanpa ditebalkan. Sebagai contoh, besar vektor **A** ditulis $|A|$ atau *A* dan besar vektor **B** ditulis $|B|$ atau *B*. Arah sebuah vektor dinyatakan oleh sudut tertentu terhadap arah acuan tertentu. Umumnya, sudut yang menyatakan arah sebuah vektor dinyatakan terhadap sumbu-x positif. Gambar 2. memperlihatkan tiga buah vektor **A**, **B**, dan **C** dengan arah masing-masing membentuk sudut 45° , 90° , dan 225° terhadap sumbu-x positif.



Gambar 2. Arah vektor dinyatakan oleh sudut yang dibentuknya terhadap sumbu positif.

B. Penjumlahan Vektor Menggunakan Metode Grafis dan Analitis

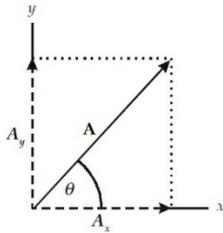
Pernahkah Anda membayangkan jika Anda berenang di sungai searah dengan aliran sungai, kemudian Anda tiba-tiba berbalik arah 90° dari arah pergerakan semula? Apakah posisi terakhir Anda tepat sesuai keinginan Anda? Tentu tidak, arah akhir posisi Anda tidak akan membentuk sudut 90° dari posisi semula karena terdapat hambatan arus sungai yang membuat arah gerak Anda tidak tepat atau menyimpang. Anda dapat menentukan posisi akhir Anda dengan cara menjumlahkan vektor gerak Anda, baik perpindahannya maupun kecepatannya. Apakah Anda mengetahui cara menjumlahkan dua buah vektor?

Penjumlahan vektor tidak sama dengan penjumlahan skalar. Hal ini karena vektor selain memiliki nilai, juga memiliki arah. Vektor yang diperoleh dari hasil penjumlahan beberapa vektor disebut vektor resultan.

Berikut ini akan dibahas metode-metode untuk menentukan vektor resultan.

1. Resultan Dua Vektor yang Saling Tegak Lurus

Misalnya, Anda memacu kendaraan Anda lurus ke timur sejauh 40 km dan kemudian berbelok tegak lurus menuju utara sejauh 30 km. Secara grafis, perpindahan Anda seperti diperlihatkan pada Gambar 5.



Besar resultan perpindahannya, r , diperoleh menggunakan Dalil Pythagoras, yakni sebagai berikut :

dan arahnya

$$\tan \theta = \frac{y}{x} = \frac{30}{40} = \frac{3}{4} \rightarrow \tan^{-1} \left(\frac{3}{4} \right) = 37^\circ$$

terhadap sumbu-x positif (atau 37° dari arah timur).

Dari contoh kasus tersebut, jika dua buah vektor, A dan B, yang saling tegak lurus akan menghasilkan vektor resultan, R, yang besarnya :

$$R = \sqrt{A^2 + B^2}$$

dengan arah

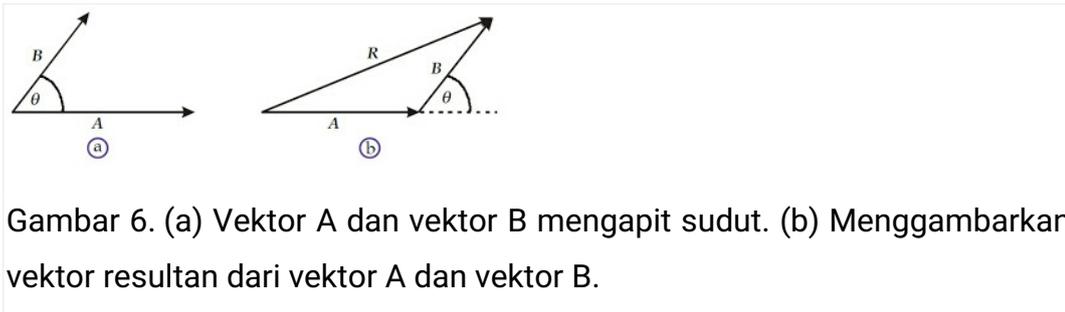
$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{B}{A} \right)$$

terhadap arah vektor A dengan catatan vektor B searah sumbu-y dan vektor A searah sumbu-x.

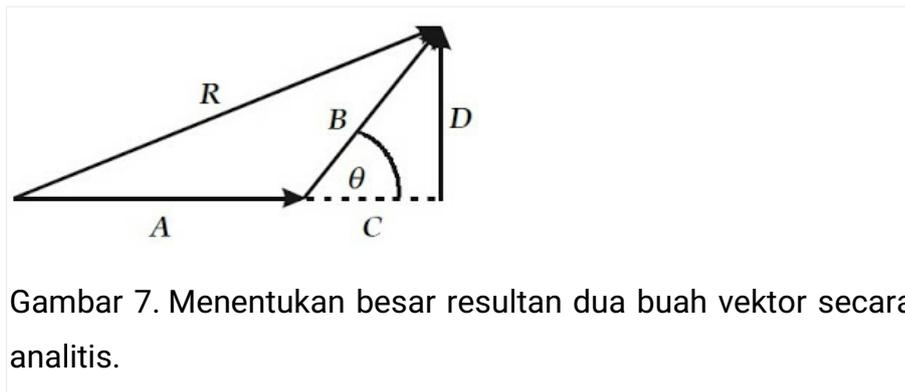
3. Resultan Dua Vektor yang Mengapit Sudut

Sekarang tinjau dua buah vektor, A dan B, yang satu sama lain mengapit sudut seperti yang diperlihatkan pada Gambar 6 (a). Gambar vektor resultannya dapat diperoleh dengan cara menempatkan pangkal vektor B di ujung vektor A. Selanjutnya, tarik garis dari titik pangkal vektor A ke titik ujung vektor B dan buatlah panah tepat di ujung yang berimpit dengan ujung vektor B. Vektor inilah, R, resultan dari vektor A dan B. Hasilnya

seperti diperlihatkan pada Gambar 6 (b).



Besar vektor resultan, R, dapat ditentukan secara analitis sebagai berikut. Perhatikan Gambar 7. Vektor C dan D diberikan sebagai alat bantu sehingga vektor A + C tegak lurus vektor D dan ketiganya membentuk resultan yang sama dengan resultan dari vektor A dan B, yakni R.



Gambar 7. Menentukan besar resultan dua buah vektor secara analitis.

Dengan menggunakan Dalil Pythagoras, besarnya vektor resultan R adalah :

$$R = \sqrt{(A + C)^2 + D^2} = \sqrt{A^2 + 2AC + C^2 + D^2}$$

Selanjutnya, juga dengan menggunakan Dalil Pythagoras, dari gambar diperoleh :

$$C^2 + D^2 = B^2$$

Dan dari trigonometri,

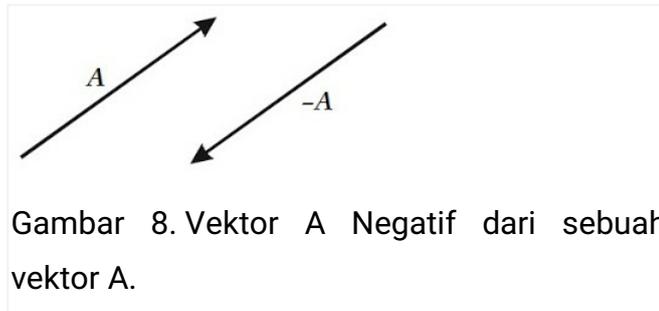
$$\cos\theta = \frac{C}{B} \text{ atau } C = B\cos\theta$$

Dengan memasukkan dua persamaan terakhir ke persamaan pertama, diperoleh besarnya vektor resultan R.

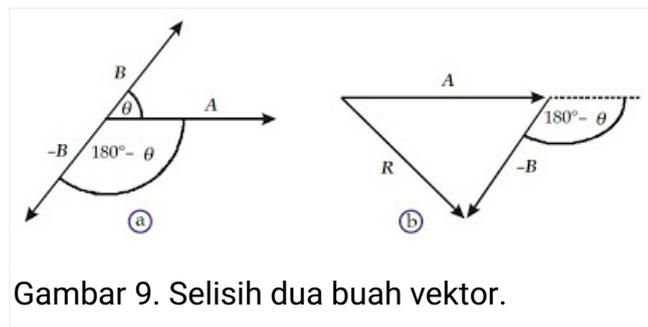
$$R = \sqrt{A^2 + C^2 + 2AB\cos\theta} \quad (1-5)$$

4. Selisih Dua Vektor yang Mengapit Sudut

Vektor A dan vektor -A, memiliki besar yang sama, yakni $|A| = |-A| = A$, tetapi arahnya berlawanan seperti diperlihatkan pada Gambar 8.



Selisih dari dua buah vektor, misalnya vektor $A - B$, secara grafis sama dengan jumlah antara vektor A dan vektor $-B$, seperti diperlihatkan pada Gambar 9.



Secara matematis, vektor selisihnya ditulis $R = A - B$.

Secara analitis, besar vektor selisihnya ditentukan dari Persamaan (1-5) dengan mengganti θ dengan $180 - \theta$. Oleh karena, $\cos(180^\circ - \theta) = -\cos\theta$ sehingga diperoleh :

$$R = \sqrt{A^2 + B^2 - 2AB\cos\theta} \quad (1-6)$$

Catatan Fisika :

$\cos(180 - \theta) = -\cos\theta$. Hal ini dikarenakan $\cos(180 - \theta)$ sama dengan $\cos(180)\cos\theta + \sin(180)\sin\theta$ di mana nilai $\cos(180) = -1$ dan nilai $\sin(180) = 0$. Bagaimana jika $\cos(180 + \theta)$? Apakah sama dengan $-\cos\theta$?

5. Melukis Resultan Beberapa Vektor dengan Metode Poligon

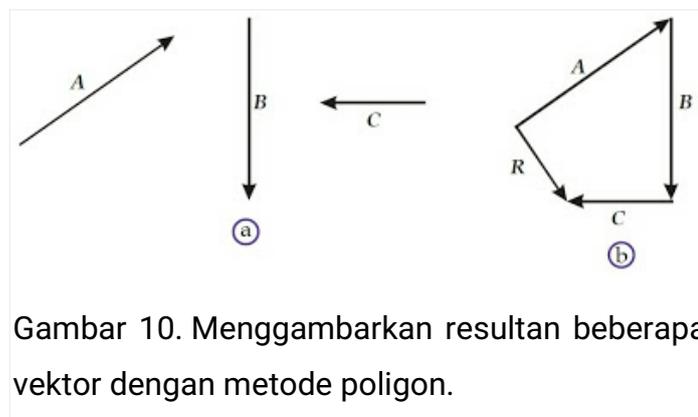
Jika terdapat tiga buah vektor, A, B, dan C, yang besar dan arahnya

berbeda seperti diperlihatkan pada Gambar 10 (a), resultannya dapat diperoleh dengan cara menggunakan metode poligon, yakni sebagai berikut.

a. Hubungkan titik tangkap vektor B pada ujung vektor A dan titik pangkal vektor C pada ujung vektor B.

b. Buat vektor resultan, R, dengan titik tangkap sama dengan titik pangkal vektor A dan ujung panahnya tepat di titik ujung vektor C.

Hasilnya seperti diperlihatkan pada Gambar 10 (b).



Gambar 10. Menggambarkan resultan beberapa vektor dengan metode poligon.

Secara matematis, vektor resultan pada Gambar 10. ditulis sebagai berikut.

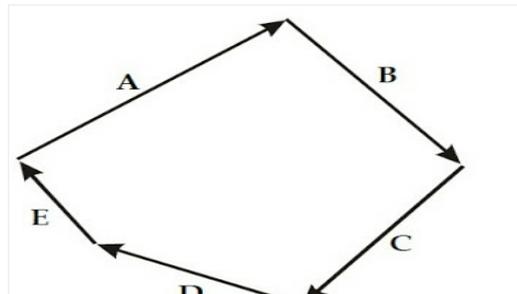
$$R = A + B + C$$

6. Vektor Nol

Vektor nol adalah vektor hasil penjumlahan beberapa buah vektor yang hasilnya nol. Sebagai contoh, lima buah vektor, A, B, C, D, dan E, menghasilkan resultan sama dengan nol maka secara matematis ditulis

$$A + B + C + D + E = 0$$

Dengan menggunakan metode poligon, secara grafis vektor-vektor tersebut diperlihatkan seperti pada Gambar 11. Perhatikan bahwa ujung vektor terakhir (vektor E) bertemu kembali dengan titik pangkal vektor pertama (vektor A).



Gambar 11. Penjumlahan lima buah vektor yang menghasilkan vektor nol.

Contoh Soal 1 :

Dua buah vektor satu sama lain membentuk sudut 60° . Besar kedua vektor tersebut sama, yakni 5 satuan. Tentukanlah :

- resultan, dan
- selisih kedua vektor tersebut.

Kunci Jawaban :

Misalnya, kedua vektor tersebut adalah A dan B. Besarnya, $A = B = 5$ dan sudutnya $\theta = 60^\circ$. Dengan menggunakan Persamaan (2-5) dan (2-6), diperoleh :

- resultannya
- selisihnya

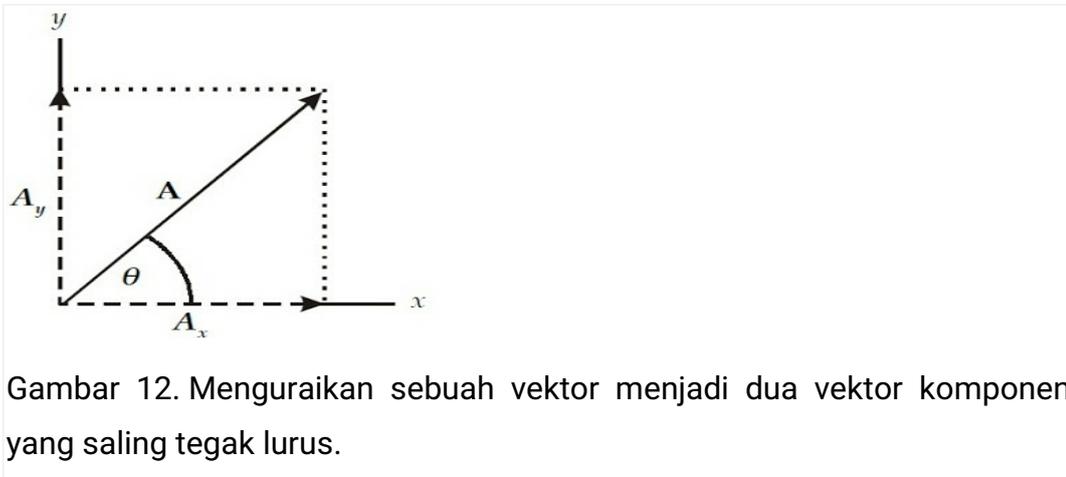
C. Menjumlahkan Vektor dengan Metode Uraian

Dalam beberapa kasus, seringkali Anda menjumlahkan beberapa vektor yang lebih dari dua buah. Secara grafis, metode yang digunakan adalah metode poligon, seperti yang telah disinggung sebelumnya. Akan tetapi, bagaimanakah cara menentukan besar dan arah vektor resultannya? Salah satu metode yang digunakan adalah metode uraian, seperti yang akan di bahas pada sub-subbab berikut ini.

1. Menguraikan Vektor Menjadi Vektor Komponennya

Sebuah vektor dapat diuraikan menjadi dua buah vektor yang saling

tegak lurus. Vektor-vektor baru hasil uraian disebut vektor-vektor komponen. Ketika sebuah vektor telah diuraikan menjadi vektor-vektor komponennya, vektor tersebut dianggap tidak ada karena telah diwakili oleh vektor-vektor komponennya. Sebagai contoh, ketika Anda menguraikan sekarung beras 50 kg menjadi dua karung dengan masing-masing 20 kg dan 30 kg, apakah karung yang berisi 50 kg tetap ada?



Gambar 12. memperlihatkan sebuah vektor A yang diuraikan menjadi dua buah vektor komponen, masing-masing berada pada sumbu-x dan sumbu-y. A_x adalah komponen vektor A pada sumbu-x dan A_y adalah komponen vektor A pada sumbu-y. Dengan mengingat definisi $\sin \theta$ dan $\cos \theta$ dari trigonometri, besar setiap komponen vektor A dapat ditulis sebagai berikut.

$$A_x = A \cos \theta \text{ dan } A_y = A \sin \theta \quad (1-7)$$

Sementara itu, dengan menggunakan Dalil Pythagoras diperoleh hubungan :

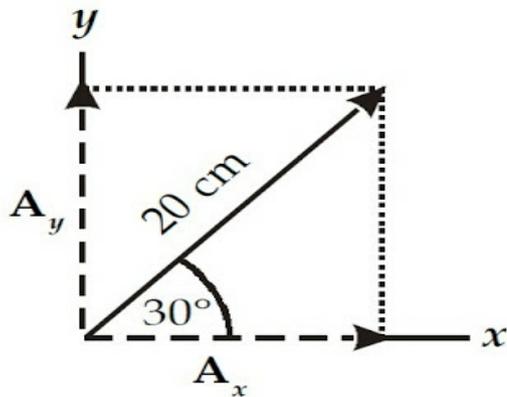
$$A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2} \quad (1-8)$$

Selanjutnya, hubungan antara A_x dan A_y diberikan oleh :

$$\tan \theta = \frac{A_y}{A_x} \quad (1-9)$$

Contoh Soal 2 :

Sebuah vektor panjangnya 20 cm dan membentuk sudut 30° terhadap sumbu-x positif seperti diperlihatkan pada gambar.



Tentukanlah komponen-komponen vektor tersebut pada sumbu-x dan sumbu-y.

Kunci Jawaban :

Gunakan Persamaan (1-7) maka diperoleh :

$$A_x = A \cos 30^\circ$$

$$A_x = (20) \left(\frac{1}{2} \sqrt{3} \right) = 10\sqrt{3} \text{ cm}$$

dan

$$A_y = A \sin 30^\circ$$

$$A_y = (20) \left(\frac{1}{2} \right) = 10 \text{ cm}$$

2. Menjumlahkan Vektor Melalui Vektor-Vektor Komponennya

Menjumlahkan sejumlah vektor dapat dilakukan dengan menguraikan setiap vektor menjadi komponen-komponennya ke sumbu-x dan sumbu-y pada koordinat kartesius. Metode seperti ini disebut metode uraian.

Berikut adalah tahapan-tahapan untuk mencari besar dan arah vektor resultan dengan metode uraian.

1. B
 uraikan setiap vektor ke dalam koordinat kartesius x-y.
2. L
 letakkan titik tangkap semua vektor pada titik asal (0,0). Hati-hati, arah vektor tidak boleh berubah.

3.

U

raikan setiap vektor, yang tidak berimpit dengan sumbu-x atau sumbu-y, menjadi komponen-komponennya pada sumbu-x dan sumbu-y.

4.

T

entukanlah resultan vektor-vektor komponen pada setiap sumbu, misalnya :

x ΣR_x = resultan vektor-vektor komponen pada sumbu-x.

y ΣR_y = resultan vektor-vektor komponen pada sumbu-y.

Besar vektor resultannya

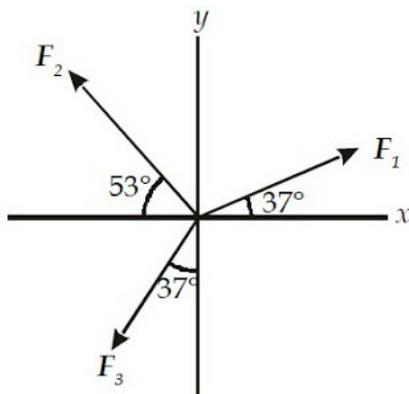
$$R = \sqrt{(\Sigma R_x)^2 + (\Sigma R_y)^2} \quad (1-10)$$

dan arahnya terhadap sumbu-x positif

$$\tan \theta = \frac{\Sigma R_y}{\Sigma R_x} \quad (1-11)$$

Contoh Soal 3 :

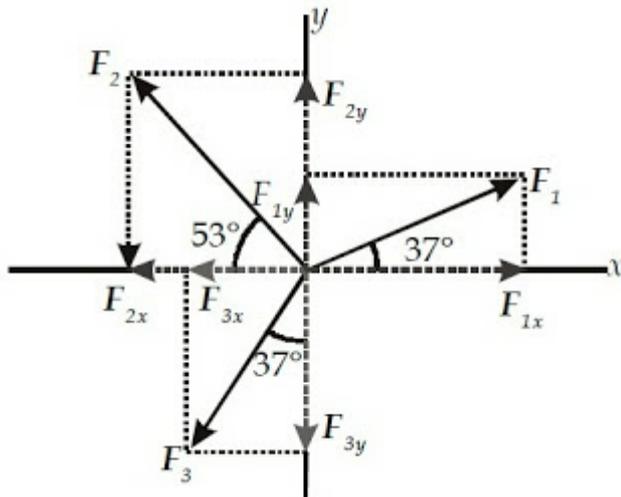
Tiga buah vektor gaya masing-masing besarnya $F_1 = 10$ N, $F_2 = 30$ N, dan $F_3 = 20$ N. Arah ketiga vektor tersebut ditunjukkan pada gambar. Tentukanlah resultan ketiga vektor tersebut (besar dan arahnya).



Kunci Jawaban :

Diketahui: $F_1 = 10$ N, $F_2 = 30$ N, dan $F_3 = 20$ N.

Uraian setiap vektor pada sumbu-x dan sumbu-y, seperti diperlihatkan pada gambar berikut ini.



Besar komponen-komponen setiap vektornya adalah:

$$F_{1x} = F_1 \cos 37^\circ = 10 \text{ N} \times 0,8 = 8 \text{ N}$$

$$F_{1y} = F_1 \sin 37^\circ = 10 \text{ N} \times 0,6 = 6 \text{ N}$$

$$F_{2x} = F_2 \cos 53^\circ = 30 \text{ N} \times 0,6 = 18 \text{ N}$$

$$F_{2y} = F_2 \sin 53^\circ = 30 \text{ N} \times 0,8 = 24 \text{ N}$$

$$F_{3x} = F_3 \sin 37^\circ = 20 \text{ N} \times 0,6 = 12 \text{ N}$$

$$F_{3y} = F_3 \cos 37^\circ = 20 \text{ N} \times 0,8 = 16 \text{ N}$$

Resultan pada sumbu-x dan sumbu-y masing-masing:

$$\Sigma R_x = F_{1x} - F_{2x} - F_{3x} = 8 - 18 - 12 = -22 \text{ N}$$

$$\Sigma R_y = F_{1y} - F_{2y} - F_{3y} = 6 + 24 - 12 = 18 \text{ N}$$

Dengan demikian, besar resultan ketiga vektor tersebut adalah :

$$R = \sqrt{484 \text{ N} + 324 \text{ N}} = \sqrt{808 \text{ N}} = 28,4 \text{ N}$$

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (DISKUSI) 1

BESARAN VEKTOR & PENJUMLAHAN VEKTOR METODE POLIGON

Tujuan : 1. Menggambar besaran vektor
2. Menggambarkan penjumlahan vektor dengan metode Poligon

Diskusikan dengan kelompok !

1. A
pakah pengertian besaran vector

.....
.....
.....
.....

2. G
ambarkan dua buah vektor yang memiliki titik tangkap yang berbeda dan arah yang sama

.....
.....
.....

3. G
ambarkan dua buah vektor yang memiliki titik tangkap yang berbeda dan arah yang berlawanan

.....
.....
.....

4. G
ambarkan dua buah vektor yang memiliki titik tangkap yang berbeda dan arah yang membentuk sudut 60^0

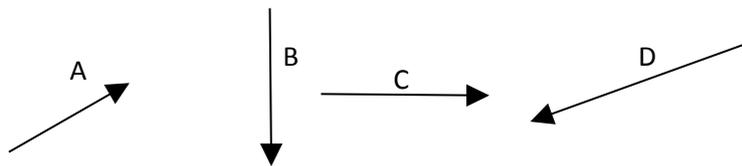
.....
.....

.....

5. A
pakah yang dimaksud dengan penjumlahan vektor secara poligon!

.....
.....
.....

Untuk pertanyaan no. 6 dan 7 .Perhatikan gambar berikut !



6. G
ambarkan penjumlahan vektor $\vec{a} + \vec{b} + \vec{c} + \vec{d}$

7. G
ambarkan penjumlahan vektor $\vec{a} + \vec{b} - \vec{c} + \vec{d}$

8. K
esimpulan

.....
.....
.....
.....
.....

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK 2
Penjumlahan Vektor secara Grafis

1. T
tujuan : Menjumlahkan 2 vektor dengan metode Jajaran genjang Vektor

2. A
alat dan bahan

- a. neraca pegas 2 buah (5 Newton)
- b. neraca pegas 1 buah (10 Newton)
- c. benang
- d. kertas grafik
- e. papan triplek
- f. paku payung
- g. busur derajat

3. Teori dasar

Berapa vektor dapat dijumlahkan menjadi sebuah vektor yang disebut resultan vector. Resultan vektor salah satunya dapat diperoleh dengan metode jajaran genjang vector

Cara Kerja:

1. L
letakkan kertas grafik di atas meja.
2. P

otong benang kira-kira sepanjang 25 cm sebanyak 3 potong

3. I

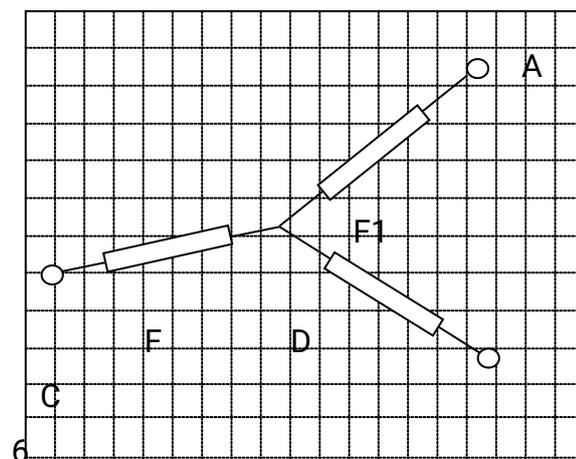
kat ketiga ujung benang menjadi Satu

4. I

katkan neraca pegas diujung-ujung benang yang lain.

5. S

usun neraca pegas seperti pada gambar



6. N

eraca $F_1 = F_2 = 5$ Newton dan $F = 10$ Newton

7. T

ancapkan paku pada ujung-ujung pegas (di titik A, B, dan C) seperti pada gambar.

8. T

andai titik D dengan ballpoint

9. C

atat harga dari F_1, F_2 dan F (pada kolom percobaan) Lepas semua paku. Hubungkan titik AD, BD dan CD.

10. L

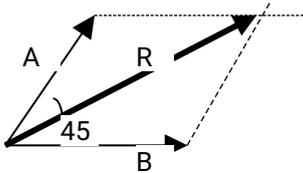
ukislah Vektor pada AD, BD dan CD dengan panjang vector skala anda

Buat jajaran genjang vector dari F_1 dan F_2

11. U
ukur sudut antara F1 dan F2
12. U
ukur panjang Resultan F1+F2
13. A
pakah harga $F_R = F_1+F_2$.
14. U
langi percobaanmu dengan mengubah sudut apit yang berbeda
(3x)
15. S
impulkan Percobaanmu...

N	F1(N)	F2(N)	F_R	$\alpha(...^0)$
0				
1				
2				
3				

Soal :

No	soal	jawab	skor
1	Dua buah vector A = 3 cm arah timur dan B= 4 cm membentuk sudut 45^0 , Lukis Resultan kedua vector tersebut.	<p>Diketahui : A= 3 cm arah timur B= 4 cm, $\alpha = 45^0$</p> <p>Ditanya : R</p> <p>Jawab:</p> 	<p>2</p> <p>1</p> <p>3</p>

		R= 6,5 cm	2
		Total skor	8

$$\text{nilai} = \frac{\text{jumlah skor}}{\text{Total skor}} \times 100$$

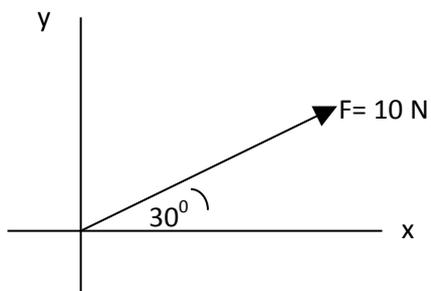
LEMBAR KERJA SISWA 3

PENJUMLAHAN VEKTOR DENGAN METODE ANALISIS VEKTOR

1.

G

ambarkan uraian vektor gaya berikut dalam komponen sumbu x dan sumbu y

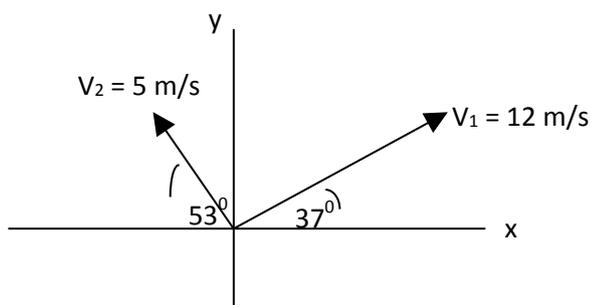


$F_x = \dots\dots$
$F_y = \dots\dots$

2.

T

entukan besar dan arah resultan vektor-vektor kecepatan berikut dengan metode analitik

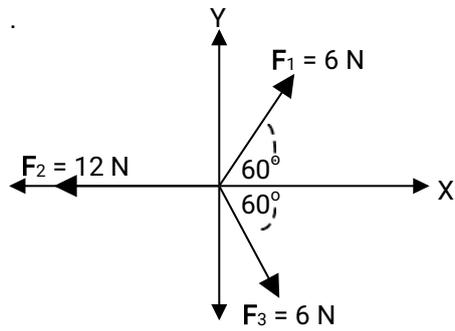


$\sum V_x = \dots\dots$
$\sum V_y = \dots\dots$
$V_R = \sqrt{\sum V_x^2 + \sum V_y^2} = \dots\dots$
Arah V_R ; $\theta = \text{arc tg } \frac{\sum V_y^2}{\sum V_x^2} = \dots\dots$

3.

T

entukan besar dan arah resultan vector berikut

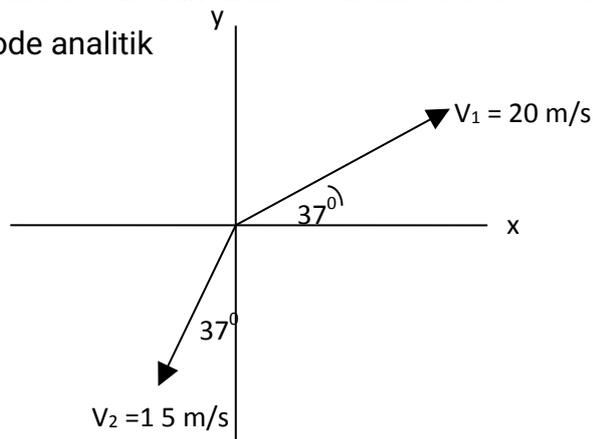


Lembar Soal Kuis Metode Analisis 3

1.

T

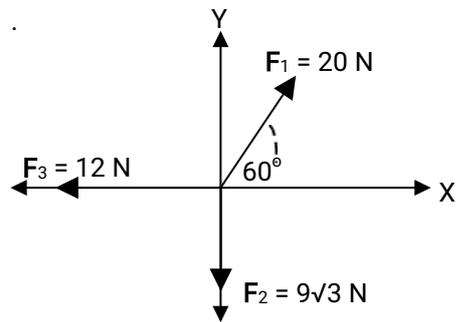
entukan besar dan arah resultan vektor-vektor kecepatan berikut dengan metode analitik



2.

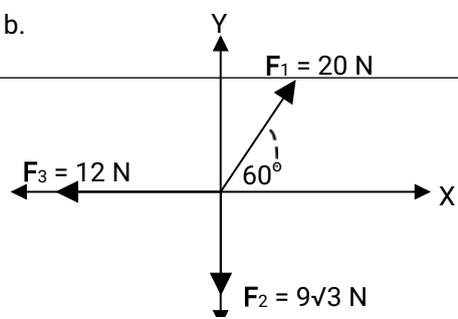
T

entukan besar dan arah resultan vector berikut



Pedoman Penskoran Kuis Metode Analitik

No	Rambu-Rambu Jawaban	Skore
1	<p>Menentukan komponen</p> $V_{1x} = V_1 \cos 37^\circ$ $V_{1x} = 16 \text{ m/s}$ $V_{1y} = V_1 \sin 37^\circ$ $V_{1y} = 12 \text{ m/s}$ $V_{2x} = -V_1 \cos 37^\circ$ $V_{2x} = -9 \text{ m/s}$ $V_{2y} = -V_1 \sin 37^\circ$ $V_{2y} = -12 \text{ m/s}$ <p>Menentukan Resultan Vektor Komponen</p> $\sum V_x = V_{1x} + V_{2x} = 16 - 9 = 7 \text{ m/s}$ $\sum V_y = V_{1y} + V_{2y} = 12 - 12 = 0$ <p>Menentukan Resultan Vektor</p> $V_R = \sqrt{\sum V_x^2 + \sum V_y^2} = 0$	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>
		11
2	<p>Menentukan komponen F₁ b.</p>	



	$F_{1x} = F_1 \cos 60^\circ = 10 \text{ N}$	1
	$F_{1y} = F_1 \sin 60^\circ = 10\sqrt{3} \text{ N}$	1
	<p>Menentukan Resultan Vektor Komponen</p>	
	$\Sigma F_x = F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} = 10 - 12 = -2 \text{ N}$	3
	$\Sigma F_y = F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} = 10\sqrt{3} - 9\sqrt{3} = \sqrt{3}$	3
	$F_R = \sqrt{F_x^2 + \Sigma F_y^2} = \sqrt{7} \text{ N}$	1
	<p>TOTAL SCORE MAKSIMUM</p>	20

$$\text{NILAI} = \frac{\text{TOTAL SCORE}}{20} \times 100\% = \dots$$