

Pertemuan 1: IFA 103 (2 SKS)

FISIKA DASAR

Oleh Wayan Suparta, PhD

<https://wayansuparta.wordpress.com>

Prodi Informatika

Universitas Pembangunan Jaya



RENCANA KULIAH FISDAS

- Kehadiran mahasiswa tepat waktu (terlambat 15 menit); kehadiran harus di atas 75%
- Metode kuliah: ceramah, presentasi dan tugas
- Kuliah diawali dengan ceramah dan penyampaian materi oleh dosen
- Presentasi individu oleh mahasiswa
- **UTS**: ujian tertulis mengikuti jadwal yang ditentukan oleh UPJ (14 – 18 Oktober 2019)
- **UAS**: ujian tertulis mengikuti jadwal yang ditentukan oleh UPJ (16 – 20 Desember 2019)
- Keaktifan mahasiswa adalah tambahan nilai

Kontrak: WAJIB FISDAS

1. Setiap mahasiswa harus mempunyai dan membawa **BUKU LOG/LATIHAN** berukuran 30 cm x 20 cm
2. Presentasi kelompok mulai **16 September 2019** di sesi akhir kuliah!
3. Tugas makalah (individu) dikumpulkan sebelum **9 Desember 2019** (judul cari sendiri !!!)
4. *No laptop* in the class dan atau *bermain HP* tanpa diarahkan!
5. Kuiz bersifat dadakan

PENILAIAN

- **KEHADIRAN = 5%**
- **UTS = 25%**
- **UAS = 30%**
- **PRESENTASI = 5%**
- **MAKALAH = 10%**
- **TUGAS = 20%**
- **KUIS = 5%**

Format Makalah

Judul *(2 baris)*

Abstrak *(100 – 200 kata)*

1. Pendahuluan

2. Metodologi

3. Hasil dan Analisis

4. Kesimpulan

Referensi *(Minimal 10) – Format*

Widyakala UPJ

http://p2m.upj.ac.id/userfiles/files/TemplateWidyakala_English.docx

Rincian materi perkuliahan tiap pertemuan:

- Pertemuan 1 : Besaran dan Satuan serta pengenalan Vektor
- Pertemuan 2 : Kinematika: GLB dan GLBB
- Pertemuan 3 : Hukum Newton dan Gravitasi
- Pertemuan 4 : Dinamika Partikel
- Pertemuan 5 : Usaha, Energi, dan Daya
- Pertemuan 6 : Impuls dan Momentum
- Pertemuan 7 : Keseimbangan Gaya (konkuren)
- **Pertemuan 8 : UTS**
- Pertemuan 9 : Fluida: Statik dan Dinamik
- Pertemuan 10 : Gerak Harmonik Sederhana dan Pegas
- Pertemuan 11: Optika dan Gelombang
- Pertemuan 12 : Kalor dan Termodinamika
- Pertemuan 13 : Listrik Statik
- Pertemuan 14-15 : Listrik Dinamik
- **Pertemuan 16 : UAS**

Sumber Bacaan:

1. Utama (*download free*)

1. Frederick J. Bueche, Eugene Hecht, 2006, "College Physics" Schaum's outlines, Ninth edition, McGraw-Hill.
2. David Halliday and Robert Resnick, 2007, "Fundamentals of Physics" Fourth Edition, McGraw-Hill.
3. Halliday, D., Resnick, R., and Walker, J. 2013. Fundamental of Physics, 10th Edition. Willey

2. Tambahan

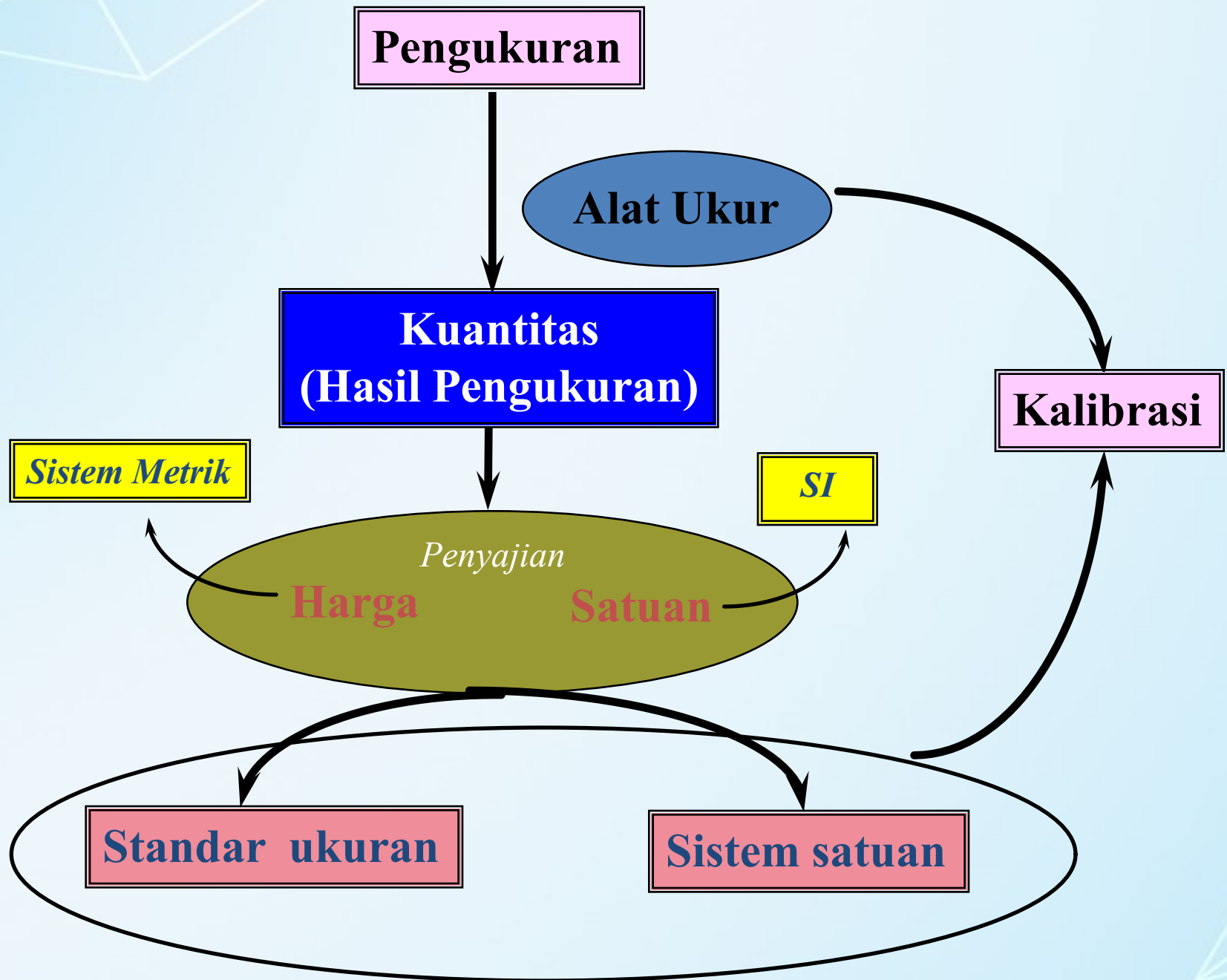
1. Fisbane, F. 1992. Physics for Scientists and Engineers, Prentice Hall International, Inc. New Jersey
2. Bouche, F. and Wallach, D. L. 1994. Technical Physics, Fourth Edition, John Willey and Sons Inc., USA
3. Zemansky, S. 1994. Fisika untuk Universitas I, terjemahan: Soedarjana, Amir Achmad, Binacipta, Bandung

Pertemuan 1:

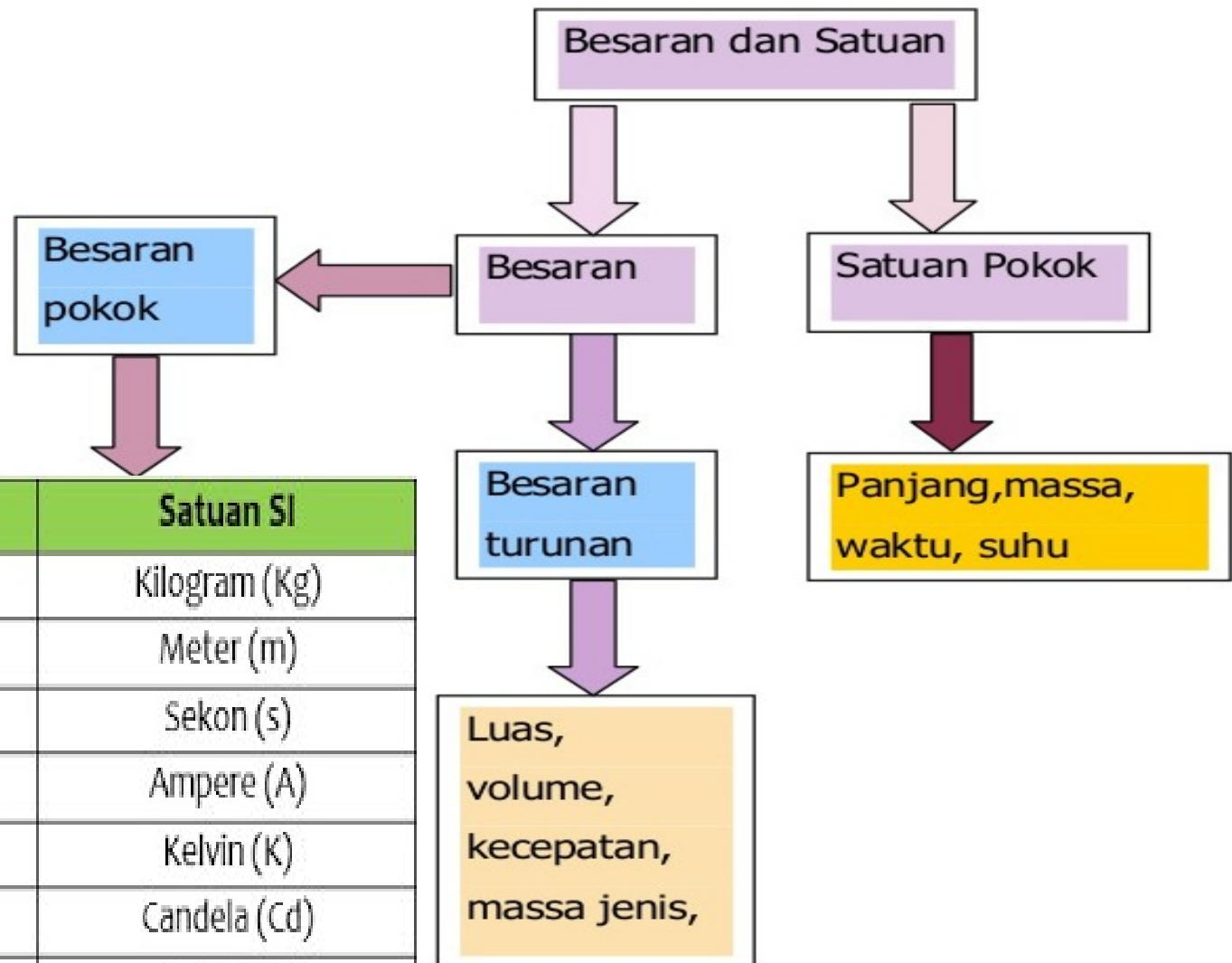
1. BESARAN DAN SATUAN

Capaian Pembelajaran:

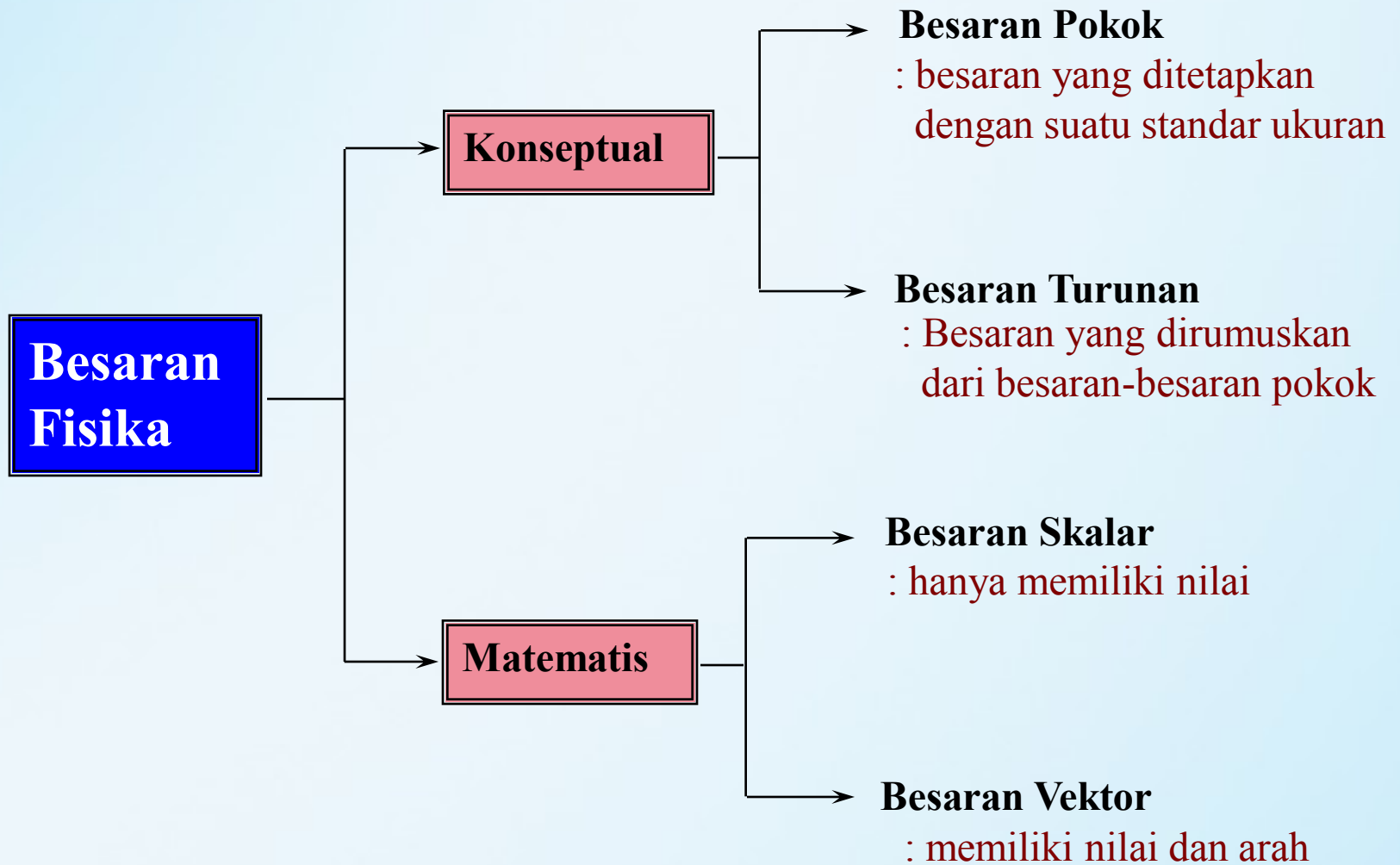
Memahami konsep dasar besaran, satuan, dan pengukuran Memahami dan menjelaskan besaran vektor dan skalar, serta mampu menerapkan operasi matematikanya.



Peta konsep
Besaran dan satuan



Besaran Pokok	Satuan SI
Massa	Kilogram (Kg)
Panjang	Meter (m)
Waktu	Sekon (s)
Kuat Arus	Ampere (A)
Suhu	Kelvin (K)
Intensitas Cahaya	Candela (Cd)
Jumlah Zat	Mol (mol)



Definisi standar besaran pokok dan Simbol

➤ Panjang (L) - meter :

Satu meter adalah panjang lintasan di dalam ruang hampa yang dilalui oleh cahaya dalam selang waktu $1/299,792,458$ sekon.

➤ Massa (M) - kilogram :

Satu kilogram adalah massa silinder platinum iridium dengan tinggi 39 mm dan diameter 39 mm.

➤ Waktu (T) - sekon

Satu sekon adalah 9,192,631,770 kali periode (getaran) radiasi yang dipancarkan oleh atom cesium-133 dalam transisi antara dua tingkat energi (hyperfine level) yang terdapat pada aras dasar (ground state).

Besaran Pokok dalam SI

No.	Besaran Pokok		Satuan SI		
	Nama Besaran	Simbol Besaran	Nama Satuan	Simbol Satuan	Dimensi
1.	Panjang	ℓ	meter	m	L
2.	Massa	m	kilogram	kg	M
3.	Waktu	t	sekon	s	T
4.	Suhu	T	Kelvin	K	θ
5.	Kuat arus	i	ampere	A	I
6.	Intensitas Cahaya	I	candela	cd	J
7.	Jumlah molekul zat	N	mole	mol	N

SISTEM METRIK DALAM SI

Faktor	Awalan	Simbol	Faktor	Awalan	Simbol
10^{18}	exa-	E	10^{-1}	desi-	d
10^{15}	peta-	P	10^{-2}	senti-	c
10^{12}	tera-	T	10^{-3}	mili-	m
10^9	giga-	G	10^{-6}	mikro-	μ
10^6	mega-	M	10^{-9}	nano-	n
10^3	kilo-	k	10^{-12}	piko-	p
10^2	hekto-	h	10^{-15}	femto-	f
10^1	deka-	da	10^{-18}	ato-	a

Besaran Turunan

❖ Contoh :

☞ Kecepatan

- *pergeseran yang dilakukan persatuan waktu*
- **satuan** : *meter per sekon* (ms^{-1})

☞ Percepatan

- *perubahan kecepatan per satuan waktu*
- **satuan** : *meter per sekon kuadrat* (ms^{-2})

☞ Gaya

- *massa kali percepatan*
- **satuan** : *Newton (N) = kg m s⁻²*

❖ Analisa Dimensi

- Suatu besaran dapat dijumlahkan atau dikurangkan apabila memiliki dimensi yang sama.
- Setiap suku dalam persamaan fisika harus memiliki dimensi yang sama.

Tabel besaran turunan

Besaran Turunan	simbol	Rumus	Dimensi	Satuan dan Singkatan
Luas	l	$P \times l$	$[L]^2$	m^2
Volume	V	$p \times l \times t$	$[L]^3$	m^3
Massa jenis		m / v	$[M][L]^{-3}$	kgm^{-3}
Kecepatan	v	s / t	$[L][T]^{-1}$	ms^{-1}
Percepatan	a	v / t	$[L][T]^{-2}$	ms^{-2}
Gaya	F	$m \times a$	$[M][L][T]^{-2}$	$kgms^{-2} = \text{newton (N)}$
Usaha dan Energi	W	$F \times s$	$[M][L]^2[T]^{-2}$	$kgm^2s^{-2} = \text{joule (J)}$
Tekanan	P	F / a	$[M][L]^{-1}[T]^{-2}$	$kgm^{-1}s^{-2} = \text{pascal (Pa)}$
Daya	P	W / t	$[M][L]^2[T]^{-3}$	$kgm^2s^{-3} = \text{watt (W)}$

Dimensi

- Dimensi menyatakan esensi dari suatu besaran fisika yang tidak bergantung pada satuan yang digunakan.

Jarak antara dua tempat dapat dinyatakan dalam meter, mil, langkah, dll. Apapun satuannya jarak pada dasarnya adalah “panjang”.

Besaran Pokok	Simbol Dimensi	Besaran Pokok	Simbol Dimensi
Massa	M	Suhu	θ
Panjang	L	Jumlah Zat	N
Waktu	T	Intensitas	J
Arus listrik	I		

Contoh :

Perioda ayunan sederhana T dinyatakan dengan rumus berikut ini :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

yang mana l panjang tali dan g percepatan gravitasi dengan satuan panjang per kwadrat waktu. Tunjukkan bahwa persamaan ini secara dimensional benar !

Jawab :

Dimensi perioda $[T] : T$

Dimensi panjang tali $[l] : L$

Dimensi percepatan gravitasi $[g] : LT^{-2}$

π : tak berdimensi

$$\left. \begin{array}{l} [T] : T \\ [l] : L \\ [g] : LT^{-2} \end{array} \right\} \begin{array}{l} T = \sqrt{\frac{\cancel{L}}{\cancel{L}T^{-2}}} \\ = T \end{array}$$

2.1 BESARAN SKALAR DAN VEKTOR

Sifat besaran fisis :

- Skalar
- Vektor

➤ Besaran Skalar

Besaran yang cukup dinyatakan oleh besarnya saja (besar dinyatakan oleh bilangan dan satuan).

Contoh : waktu, suhu, volume, laju, energi

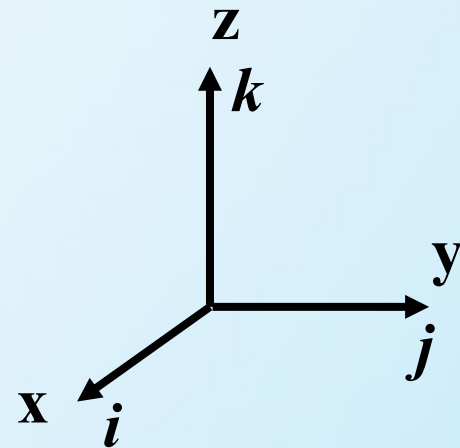
Catatan : skalar tidak tergantung sistem koordinat

➤ Besaran Vektor

Besaran yang dicirikan oleh besar dan arah.

Contoh : kecepatan, percepatan, gaya

Catatan : vektor tergantung sistem koordinat



2.2 PENGGAMBARAN DAN PENULISAN (NOTASI) VEKTOR

Gambar : 

Titik A : Titik pangkal vektor

Titik B : Ujung vektor

Tanda panah : Arah vektor

Panjang $AB = |AB|$: Besarnya (panjang) vektor

Notasi Vektor

A $\longrightarrow$ Huruf tebal

$\vec{A}$ $\longrightarrow$ Pakai tanda panah di atas

A $\longrightarrow$ Huruf miring

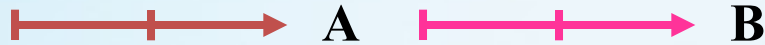
Besar vektor $A = A = |A|$
(pakai tanda mutlak)

Catatan :

Untuk selanjutnya notasi vektor yang digunakan **huruf tebal**



a. Dua vektor sama jika arah dan besarnya sama



$$A = B$$

b. Dua vektor dikatakan tidak sama jika :

1. Besar sama, arah berbeda



$$A \neq B$$

2. Besar tidak sama, arah sama



$$A \neq B$$

3. Besar dan arahnya berbeda



$$A \neq B$$

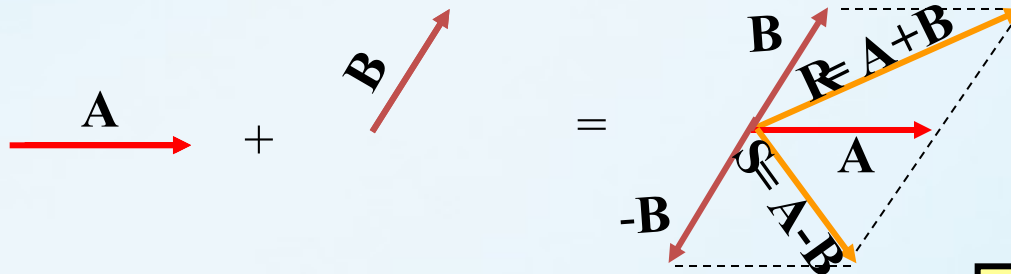
2.3 OPERASI MATEMATIK VEKTOR

1. Operasi jumlah dan selisih vektor
2. Operasi kali (*cross*)

2.3.1 JUMLAH DAN SELISIH VEKTOR

1. Jajaran Genjang
2. Segitiga
3. Poligon
4. Uraian

1. Jajaran Genjang



$$R = A + B$$

Besarnya vektor $R = |R| =$

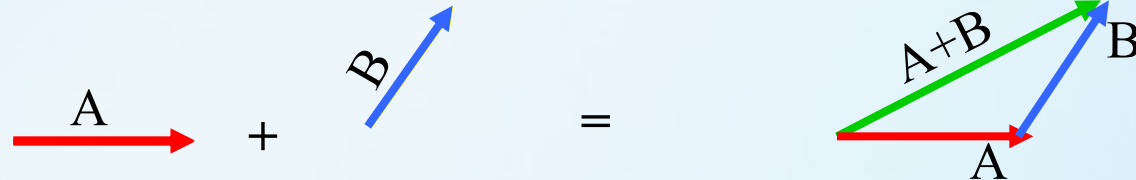
$$\sqrt{A^2 + B^2 + 2AB \cos \theta}$$

Besarnya vektor $A+B = R = |R| = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB \cos \theta}$

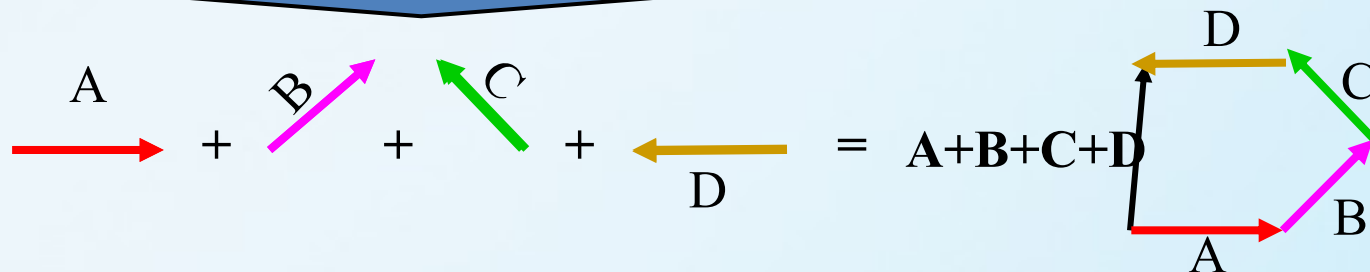
Besarnya vektor $A-B = S = |S| = \sqrt{A^2 + B^2 - 2AB \cos \theta}$

- Jika vektor A dan B searah $\rightarrow \theta = 0^\circ : R = A + B$
- Jika vektor A dan B berlawanan arah $\rightarrow \theta = 180^\circ : R = A - B$
- Jika vektor A dan B Saling tegak lurus $\rightarrow \theta = 90^\circ : R = 0$

2. Segitiga

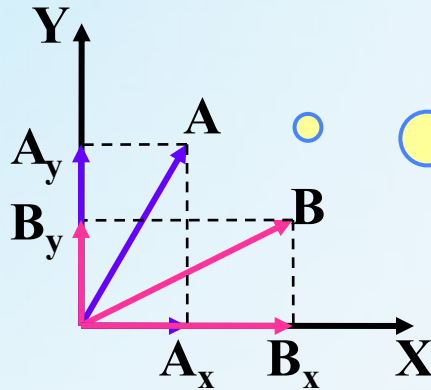


3. Poligon (Segi Banyak)



4. Uraian

Vektor diuraikan atas komponen-komponennya (sumbu x dan sumbu y)



$$\mathbf{A} = A_x \cdot \mathbf{i} + A_y \cdot \mathbf{j} ; \quad \mathbf{B} = B_x \cdot \mathbf{i} + B_y \cdot \mathbf{j}$$

$$A_x = A \cos \theta ; \quad B_x = B \cos \theta$$

$$A_y = A \sin \theta ; \quad B_y = B \sin \theta$$

Besar vektor $\mathbf{A} + \mathbf{B} = |\mathbf{A+B}| = |\mathbf{R}|$

$$R_x = A_x + B_x$$

$$R_y = A_y + B_y$$

$$|\mathbf{R}| = |\mathbf{A} + \mathbf{B}| = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$$

$$\text{Arah Vektor R (terhadap sb.x positif)} = \text{tg } \theta = \frac{R_y}{R_x}$$

$$\theta = \text{arc tg } \frac{R_y}{R_x}$$

2.3.2 PERKALIAN VEKTOR

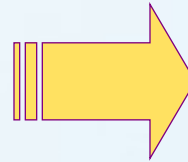
1. Perkalian Skalar dengan Vektor
2. Perkalian vektor dengan Vektor
 - a. Perkalian Titik (Dot Product)
 - b. Perkalian Silang (Cross Product)

1. Perkalian Skalar dengan Vektor vektor

$$\mathbf{C} = k \mathbf{A}$$

k : Skalar

$\mathbf{A}$: Vektor

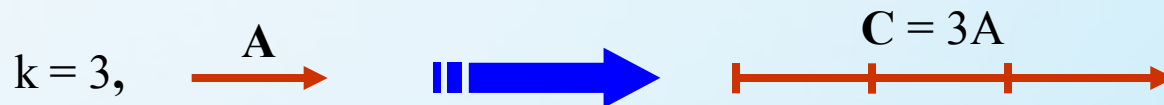


Hasilnya

Vektor $\mathbf{C}$ merupakan hasil perkalian antara skalar k dengan vektor $\mathbf{A}$

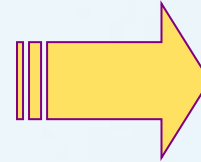
Catatan :

- Jika k positif arah $\mathbf{C}$ searah dengan $\mathbf{A}$
- Jika k negatif arah $\mathbf{C}$ berlawanan dengan $\mathbf{A}$



2. Perkalian Vektor dengan Vektor

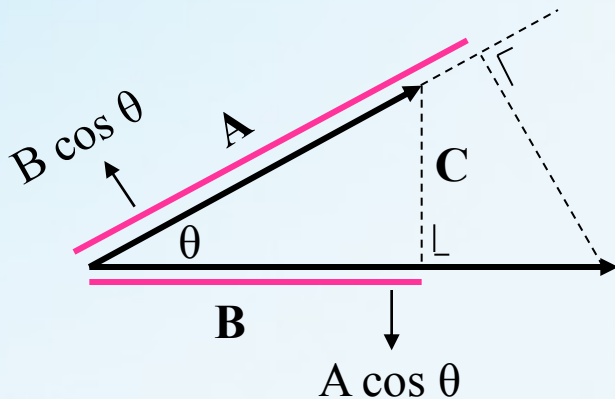
a. Perkalian Titik (Dot Product)



Hasilnya skalar

$$\mathbf{A} \cdot \mathbf{B} = C$$

C = skalar



Besarnya : $C = |\mathbf{A}||\mathbf{B}| \cos \theta$

$A = |\mathbf{A}|$ = besar vektor **A**

$B = |\mathbf{B}|$ = besar vektor **B**

θ = sudut antara vektor **A** dan **B**

Catatan :

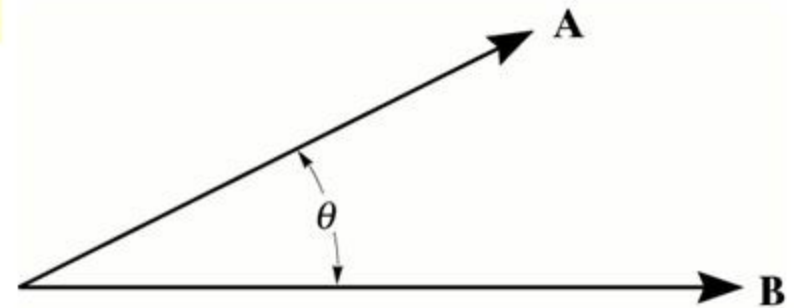
1. Jika **A** dan **B** saling tegak lurus $\rightarrow \mathbf{A} \cdot \mathbf{B} = |\mathbf{A}||\mathbf{B}| \cos 90^\circ = 0$
2. Jika **A** dan **B** searah $\rightarrow \mathbf{A} \cdot \mathbf{B} = |\mathbf{A}||\mathbf{B}| \cos 0^\circ = \mathbf{A} \cdot \mathbf{B}$
3. Jika **A** dan **B** berlawanan arah $\rightarrow \mathbf{A} \cdot \mathbf{B} = |\mathbf{A}||\mathbf{B}| \cos 180^\circ = - \mathbf{A} \cdot \mathbf{B}$

Sifat-sifat Perkalian Titik (Dot Product)

$$\mathbf{A} \cdot \mathbf{B} = AB \cos \theta^\circ \text{ for } 0^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$$

1 Commutative law

$$\mathbf{A} \cdot \mathbf{B} = \mathbf{B} \cdot \mathbf{A}$$



2 Multiplication by a scalar

$$a(\mathbf{A} \cdot \mathbf{B}) = (a\mathbf{A}) \cdot \mathbf{B} = \mathbf{A} \cdot (a\mathbf{B}) = a(\mathbf{B} \cdot \mathbf{A})$$

$$\mathbf{i} \cdot \mathbf{i} = (1)(1) \cos 0^\circ = 1$$

$$\mathbf{i} \cdot \mathbf{j} = (1)(1) \cos 90^\circ = 0$$

3 Distributive law

$$\mathbf{A} \cdot (\mathbf{B} + \mathbf{D}) = \mathbf{A} \cdot \mathbf{B} + \mathbf{A} \cdot \mathbf{D}$$

$$\mathbf{i} \cdot \mathbf{i} = 1 \quad \mathbf{j} \cdot \mathbf{j} = 1 \quad \mathbf{k} \cdot \mathbf{k} = 1$$

$$\mathbf{i} \cdot \mathbf{j} = 0 \quad \mathbf{j} \cdot \mathbf{k} = 0 \quad \mathbf{k} \cdot \mathbf{i} = 0$$

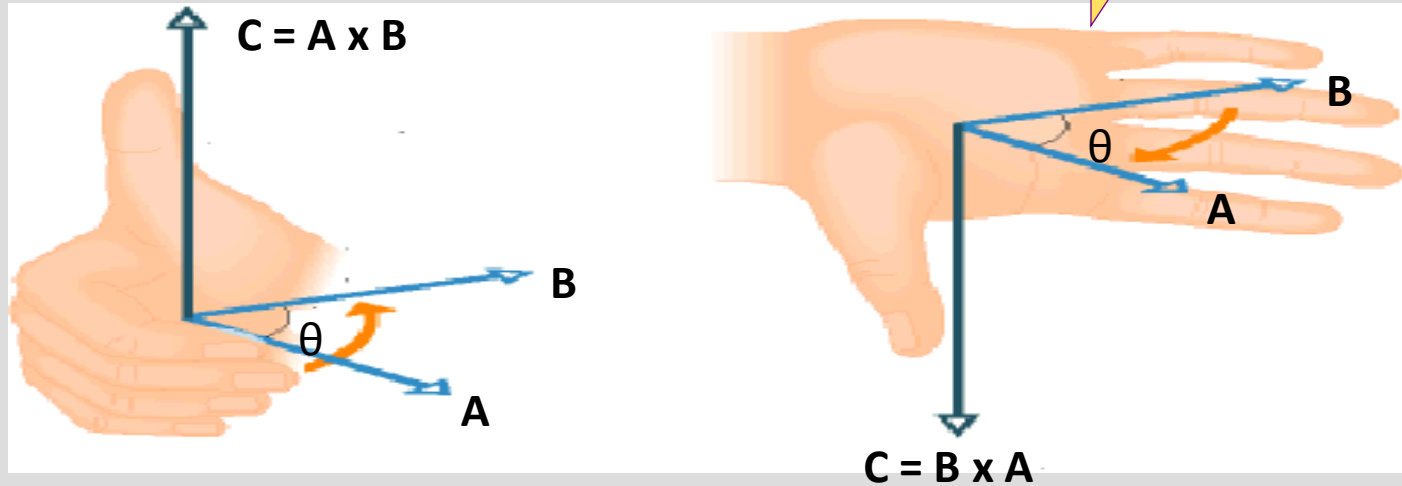
$$\mathbf{A} \cdot \mathbf{B} = A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z$$

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = (a_x \hat{i} + a_y \hat{j} + a_z \hat{k}) \cdot (b_x \hat{i} + b_y \hat{j} + b_z \hat{k})$$

$$\theta = \cos^{-1} \left(\frac{\mathbf{A} \cdot \mathbf{B}}{|\mathbf{A}| |\mathbf{B}|} \right)$$

b. Perkalian Silang (Cross Product)

Hasilnya vektor



Catatan :

Arah vektor C sesuai aturan tangan kanan

Besarnya vektor $C = A \times B = AB \sin \theta$

Sifat-sifat :

1. Tidak komutatif $\rightarrow A \times B \neq B \times A$
2. Jika A dan B saling tegak lurus $\rightarrow A \times B = B \times A$
3. Jika A dan B searah atau berlawanan arah $\rightarrow A \times B = 0$

$$A \times B = \begin{vmatrix} \mathbf{i} & \mathbf{j} & \mathbf{k} \\ A_x & A_y & A_z \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \mathbf{i} & \mathbf{j} \\ A_x & A_y \\ B_x & B_y \end{vmatrix} - \begin{vmatrix} \mathbf{i} & \mathbf{k} \\ A_x & A_z \\ B_x & B_z \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} \mathbf{j} & \mathbf{k} \\ A_y & A_z \\ B_y & B_z \end{vmatrix}$$

Diagram illustrating the expansion of the cross product determinant using the right-hand rule for the signs of the terms.

2.4 VEKTOR SATUAN

Vektor yang besarnya satu satuan

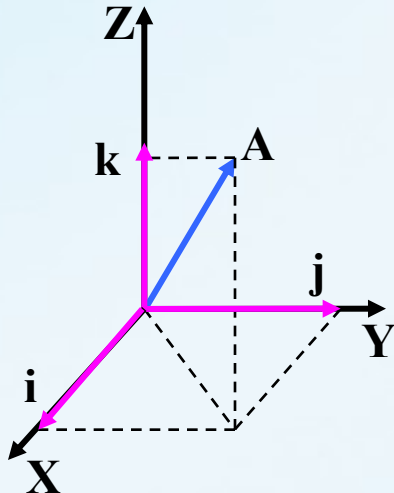
Notasi

$$\hat{A} = \frac{\bar{A}}{|A|}$$

$$\hat{A} = |\hat{A}| = \frac{|\bar{A}|}{|A|} = 1$$

Besar Vektor

Dalam koordinat Cartesian (koordinat tegak)

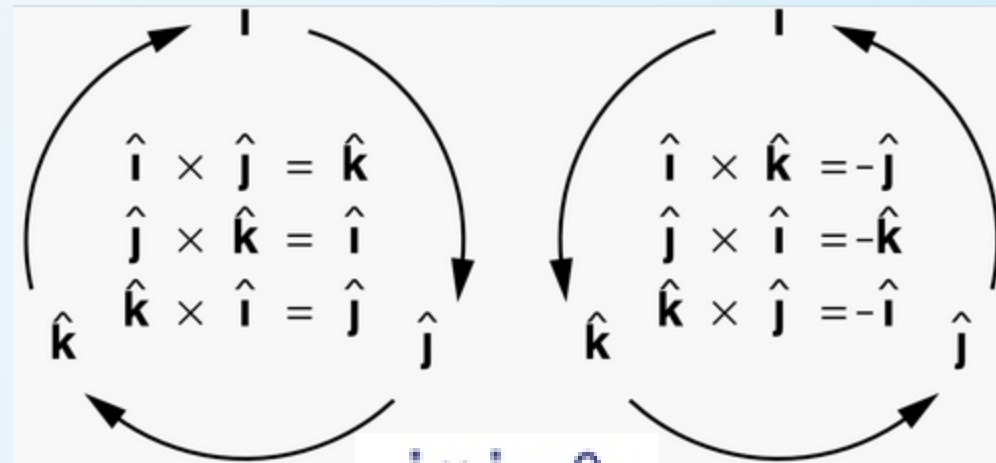


Arah sumbu x

Arah sumbu y

Arah sumbu z

$$\bar{A} = A_x \hat{i} + A_y \hat{j} + A_z \hat{k}$$



$$\hat{i} \times \hat{i} = 0$$

$$\hat{j} \times \hat{j} = 0$$

$$\hat{k} \times \hat{k} = 0$$

CONTOH SOAL

1. Hitung besar sudut α dan β jika $\mathbf{a} = 3\mathbf{i} - 4\mathbf{j}$ dan $\mathbf{b} = -2\mathbf{i} + 3\mathbf{k}$

Jawab:

$$\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = ab \cos \phi \quad (1)$$

Besarnya vektor $\mathbf{a}$ dan $\mathbf{b}$ adalah

$$\mathbf{a} = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5, \mathbf{b} = \sqrt{(-2)^2 + 3^2} = 3,6 \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \mathbf{a} \cdot \mathbf{b} &= (3\mathbf{i} - 4\mathbf{j}) \cdot (-2\mathbf{i} + 3\mathbf{k}) \cos \phi = \\ &= (3\mathbf{i}) \cdot (-2\mathbf{i}) + (3\mathbf{i}) \cdot (3\mathbf{k}) + (-4\mathbf{j}) \cdot (-2\mathbf{i}) + (-4\mathbf{j}) \cdot (3\mathbf{k}) \\ &= (-6) + 0 + 0 + 0 = -6 \end{aligned} \quad (3)$$

Substitusikan (2) = (3), maka

$$-6 = (5)(3.6) \cos \phi \implies \cos \phi = \frac{-6}{18} = -\frac{1}{3} \implies \phi = \cos^{-1}\left(\frac{1}{3}\right) = 109^\circ$$

SOAL-SOAL LATIHAN

1. Apa perbedaan antara kelajuan dan kecepatan?
2. Nyatakan besaran dan dimensi untuk mengukur kekuatan cahaya lampu senter.
3. Tuliskan dimensi percepatan gravitasi?
4. Seorang mahasiswa lupa akan hubungan antara kecepatan dan percepatan. Perhatikan berikut mana hubungan yang benar:
 $v = \frac{1}{2} at^2$, $v = \frac{1}{2} at$, $v^2 = \frac{1}{2} at$
5. Sawah berbentuk empat persegi panjang dengan panjang 12,25 m dan lebar 8.3 m. Berapa luasnya menurut angka penting?
6. Diberikan $\mathbf{x} = 3\mathbf{i} + 4\mathbf{j}$ km dan $\mathbf{y} = -4\mathbf{i} + 5\mathbf{j}$ km. Jika $\mathbf{z} = 3\mathbf{x} - 2\mathbf{y}$, tentukan besar dan arah kedua vektor tersebut.
7. Diberikan tiga buah vektor, $\mathbf{A} = 4\mathbf{i} + 3\mathbf{j} - 2\mathbf{k}$, $\mathbf{B} = 7\mathbf{i} + 2\mathbf{j} + 5\mathbf{k}$, dan $\mathbf{C} = 2\mathbf{i} + 2\mathbf{j} + \mathbf{k}$. Tentukan hasil dari (a) $\mathbf{A} \times \mathbf{B}$, (b) $(\mathbf{A} \cdot \mathbf{C}) \times \mathbf{B}$ dan (c) $(\mathbf{B} + \mathbf{C}) \times \mathbf{A}$

8. Sebuah mobil bergerak dengan kecepatan $\mathbf{v} = (2\mathbf{i} + 3\mathbf{j})$ m/s dengan titik tangkapnya berpindah menurut $\mathbf{r} = (4\mathbf{i} + a\mathbf{j})$ m dan vektor $\mathbf{i}$ dan $\mathbf{j}$ berturut-turut adalah vektor satuan yang searah dengan sumbu x dan sumbu y pada koordinat kartesian. Bila percepatannya itu bernilai $(\mathbf{i} + 6\mathbf{j})$ m/s², maka berapakah nilai a?
9. Dua buah vektor bernilai sama. Jika perbandingan resultan dan selisih kedua vektor adalah $\sqrt{3}$, tentukan nilai θ kedua vektor itu.
10. Sebuah kapal bergerak dengan kecepatan 50 km/jam dan kecepatan aliran sungai 10 km/jam, yang masing-masing membentuk sudut 60° dan 30° . Kedua vektor dinyatakan dengan **A** dan **B**. Berapakah kecepatan resultan kapal ini?
11. Berapa resultan ketiga kecepatan dari gambar di samping ini?

