

SATUAN ACARA PERKULIAHAN (SAP)

1. Identitas Mata Kuliah

Nama Mata Kuliah : Mekanika Teknik

Jurusan/Prodi : Pendidikan Teknik Elektro/ Pendidikan Teknik Mekatronika

Semester : 3 (tiga)

Minggu ke : 2 (dua)

Waktu : 100 menit

Dosen : Eko Prianto, S.Pd.T., M.Eng

2. Capaian Pembelajaran – Tatap Muka (CP-TM)

Menganalisis Sistem Gaya

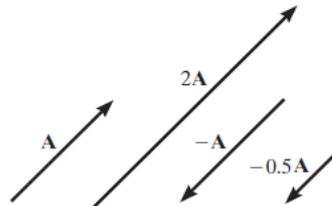
3. Indikator Capaian Pembelajaran

- Mahasiswa dapat menjelaskan operasi penambahan vektor gaya
- Mahasiswa dapat menjelaskan operasi penambahan vektor Cartesian
- Mahasiswa dapat menganalisis berdasarkan operasi penambahan vektor gaya
- Mahasiswa dapat menganalisis berdasarkan operasi pada vektor cartesian

4. Materi Ajar

- Perkalian dan Pembagian vektor dengan scalar

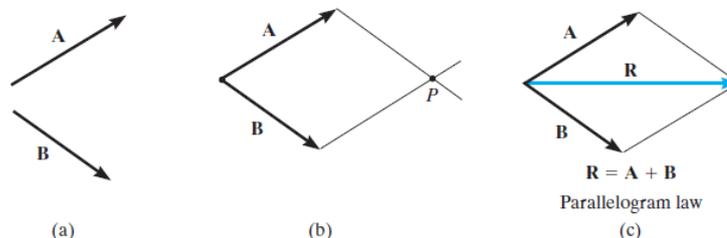
Jika vektor dikalikan dengan nilai positif maka besarnya meningkat sesuai jumlah pengalinya. Perkalian dengan bilangan negatif akan mengubah besar dan arah vektor



Gambar 1. Perkalian dan pembagian vektor

- Operasi Penambahan Vektor Gaya

Operasi penambahan vektor dapat dilakukan dengan metode parallelogram law of addition. Sebagai contoh, terdapat dua buah vektor A dan B yang akan dijumlahkan sehingga mendapatkan sebuah vektor resultan R. Pada operasi ini berlaku rumus $R = A + B$. Berikut ilustrasinya :



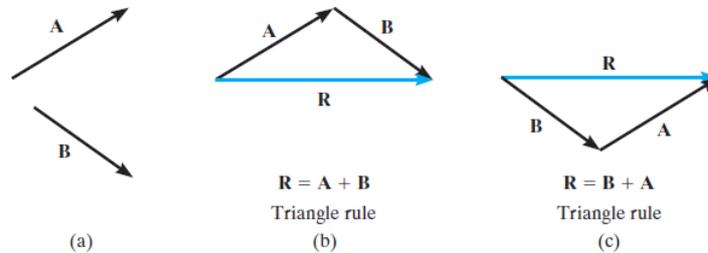
Gambar 2. Parallelogram law of addition

Langkahnya sebagai berikut :

- Hubungkan bagian ekor kedua vektor
- Buatlah garis yang sejajar dengan vektor B dimulai dibagian ujung kepala vektor A, sebaliknya buatlah garis yang sejajar dengan vektor A dimulai dari ujung kepala vektor B sehingga kedua buah garis tersebut memotong satu sama lain melalui satu titik P.

- Buatlah garis dimulai dari ujung pertemuan ekor vektor A dan B ke titik P. Garis tersebut merepresentasikan vektor resultan R.

Operasi penambahan vektor juga dapat dilakukan dengan metode triangle rule. Berikut ilustrasinya :

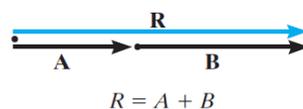


Gambar 3. Triangle rule

Langkahnya sebagai berikut :

- Hubungkan bagian ujung kepala vektor A dengan ekor vektor B.
- Vektor resultan R didapatkan dengan membuat garis dari ujung ekor vektor A ke kepala vektor B.
- Bila dilakukan sebaliknya, yaitu ujung kepala vektor B dihubungkan dengan ekor vektor A, juga akan mendapatkan panjang garis yang sama dari ujung ekor vektor B ke kepala vektor A yaitu vektor resultan R. Sehingga operasi penambahan vektor juga bersifat kumulatif yaitu $R = A + B = B + A$

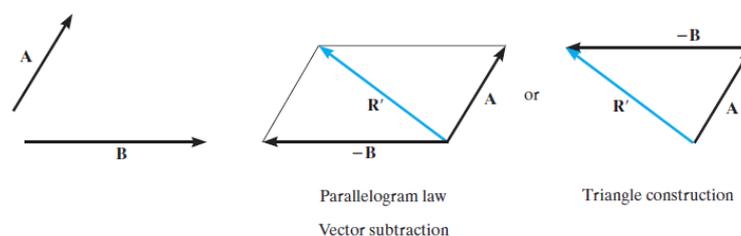
Dalam kasus khusus, apabila vektor A dan B sejajar, maka operasi penambahan vektor berubah ke operasi secara scalar.



Gambar 4. Operasi penambahan pada vektor yang sejajar

- Operasi Pengurangan Vektor

Operasi pengurangan pada dua buah vektor dapat diilustrasikan se bagai berikut :

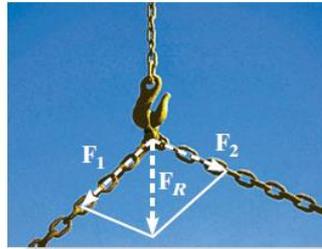


Gambar 5. Operasi pengurangan pada vektor

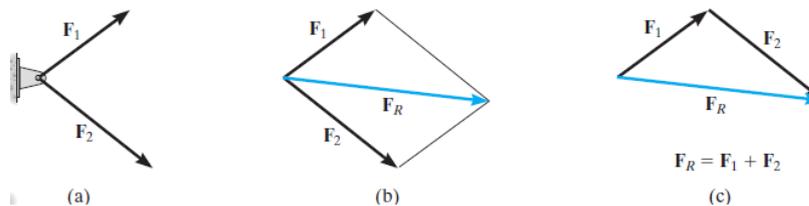
Penjelasan dari gambar diatas, apabila terdapat suatu operasi pengurangan dengan rumus $R = A - B$ yang dapat dinotasikan pula sebagai $R = A + (-B)$. Dari rumus tersebut $-B$ berarti arah berkebalikan dengan arah B, sehingga ekor vektor B menjadi kepala vektor B dan

sebaliknya. Teknik paralelogram dan triangle dapat digunakan untuk mendapatkan resultan vektor R .

- Operasi penambahan vektor gaya
Perhatikan gambar di bawah ini :

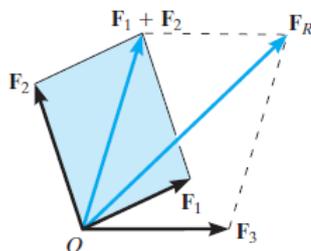


Parallelogram law harus digunakan dalam mencari resultan gaya seperti gambar diatas.



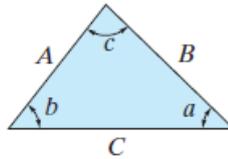
Dua buah komponen vektor gaya F_1 dan F_2 yang menarik Pin pada gambar diatas dapat dijumlahkan untuk mendapatkan nilai resultan gayanya. $F_R = F_1 + F_2$. Dari bentuk tersebut kita dapat menggunakan paralelogram law maupun triangle rule untuk mencari besarnya vektor gaya F_R . Kita dapat menggunakan hukum cosinus maupun sinus pada segitiga dalam menghitung besar dan arah vektor F_R .

- Operasi penambahan pada lebih dari dua gaya
Operasi penambahan lebih dari dua gaya dapat dilakukan dengan ilustrasi sebagai berikut :



Dengan menggunakan hukum paralelogram, kita dapat menjumlahkan ketiga buah gaya tersebut dengan pertama kali kita jumlahkan dua buah gaya terlebih dahulu. Misal kita jumlahkan gaya F_1 dan F_2 dan kita beri notasi $F_1 + F_2$, kemudian resultan gaya $F_1 + F_2$ dijumlahkan dengan F_3 untuk mendapatkan resultan gaya F_R , sehingga kita dapatkan rumusan $F_R = (F_1 + F_2) + F_3$.

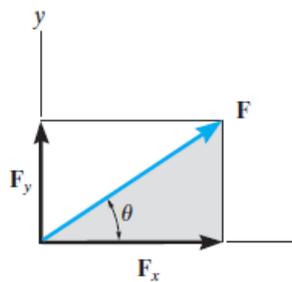
Untuk menyelesaikan operasi tersebut, kita membutuhkan hukum cosinus maupun sinus sebagai berikut :



<p>Cosine law: $C = \sqrt{A^2 + B^2 - 2AB \cos c}$</p> <p>Sine law: $\frac{A}{\sin a} = \frac{B}{\sin b} = \frac{C}{\sin c}$</p>
--

(c)

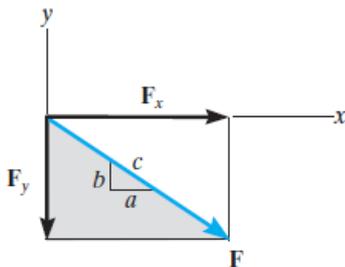
- Operasi penambahan gaya pada sistem coplanar
 Apabila terdapat dua buah gaya yang sejajar dengan sumbu x dan y pada sistem Cartesien.
 - Notasi scalar



Dari gambar diatas dapat kita ketahui bahwa suatu gaya yang sejajar dengan sumbu x dan y akan memiliki komponen gaya berupa F_x yang searah dengan sumbu x dan F_y yang searah dengan sumbu y pada sistem koordinat Cartesien. Untuk mendapatkan nilai F_x dan F_y dengan mengimplementasikan hukum sinus dan cosinus didapatkan :

$$F_x = F \cos \Theta \quad \text{dan} \quad F_y = F \sin \Theta$$

Terkadang, notasi sudut Θ digantikan dengan sebuah perbandingan segitiga kecil sebagai berikut :



Penyelesaian untuk gambar diatas diberlakukan rumusan sebagai berikut :

$$\frac{F_x}{F} = \frac{a}{c}$$

atau

$$F_x = F \left(\frac{a}{c} \right)$$

dan

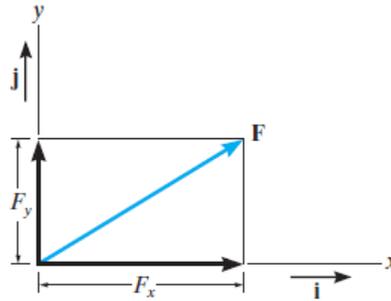
$$\frac{F_y}{F} = \frac{b}{c}$$

atau

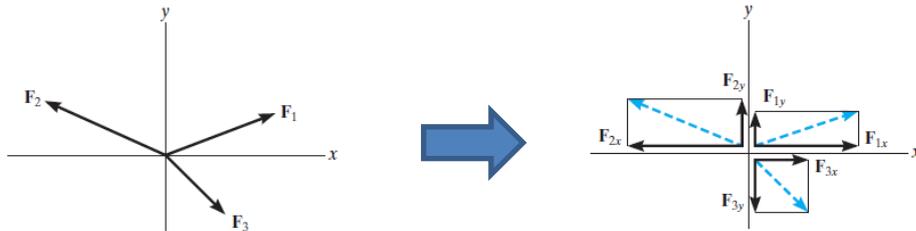
$$F_y = -F\left(\frac{b}{c}\right)$$

Untuk memberikan notasi pada nilai F_x dan F_y diberikan dalam bentuk unit vektor \mathbf{i} untuk nilai F_x dan \mathbf{j} untuk nilai F_y . Rumusan untuk nilai vektor gaya \mathbf{F} adalah,

$$\mathbf{F} = F_x \mathbf{i} + F_y \mathbf{j}$$



Penjumlahan beberapa buah vektor gaya pada sistem coplanar dapat dijelaskan sebagai berikut :



Dari gambar diatas didapat suatu persamaan :

$$\mathbf{F}_1 = F_{1x} \mathbf{i} + F_{1y} \mathbf{j}$$

$$\mathbf{F}_2 = -F_{2x} \mathbf{i} + F_{2y} \mathbf{j}$$

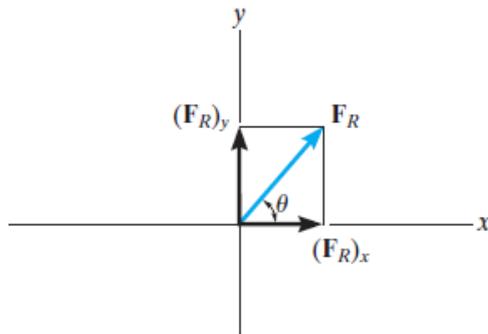
$$\mathbf{F}_3 = F_{3x} \mathbf{i} - F_{3y} \mathbf{j}$$

Sehingga untuk menghitung besarnya resultan gayanya,

$$\begin{aligned} \mathbf{F}_R &= \mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2 + \mathbf{F}_3 \\ &= F_{1x} \mathbf{i} + F_{1y} \mathbf{j} - F_{2x} \mathbf{i} + F_{2y} \mathbf{j} + F_{3x} \mathbf{i} - F_{3y} \mathbf{j} \\ &= (F_{1x} - F_{2x} + F_{3x}) \mathbf{i} + (F_{1y} + F_{2y} - F_{3y}) \mathbf{j} \\ &= (F_{Rx}) \mathbf{i} + (F_{Ry}) \mathbf{j} \end{aligned}$$

Dalam notasi scalar digunakan,

$$\begin{aligned} (\rightarrow) \quad (F_R)_x &= F_{1x} - F_{2x} + F_{3x} \\ (+\uparrow) \quad (F_R)_y &= F_{1y} + F_{2y} - F_{3y} \end{aligned} \quad \Rightarrow \quad \begin{aligned} (F_R)_x &= \sum F_x \\ (F_R)_y &= \sum F_y \end{aligned}$$



Nilai resultan gayanya dirumuskan,

$$F_R = \sqrt{(F_R)_x^2 + (F_R)_y^2}$$

Untuk mendapatkan nilai sudut θ yang merepresentasikan arah resultan gayanya dapat diselesaikan dengan rumus trigonometri,

$$\theta = \tan^{-1} \left| \frac{(F_R)_y}{(F_R)_x} \right|$$

5. Skenario/Kegiatan Pembelajaran

- a. Apersepsi : mahasiswa diminta untuk berdoa, diberikan penjelasan tentang materi sebelumnya, dijelaskan mengenai capaian pembelajaran pada pertemuan saat ini.
- b. Inti :
 - Dosen menjelaskan tentang operasi penambahan vektor gaya dan operasi penambahan vektor Cartesian.
 - Mahasiswa menelaah materi ajar secara individu
 - Mahasiswa merespon sajian materi ajar
 - Dosen memberi pertanyaan tentang materi yang sudah dijelaskan.
 - Mahasiswa menganalisis berdasarkan operasi penambahan vektor gaya, vektor Cartesian secara kelompok
 - Mahasiswa menjawab pertanyaan dosen tentang operasi penambahan vektor gaya dan operasi penambahan vektor Cartesian.
 - Dosen memberi kesempatan kepada mahasiswa untuk mengkonfirmasi tentang materi yang telah didiskusikan.
 - Mahasiswa mengerjakan tugas 2 secara kelompok.
- c. Penutup :
 - Dosen memberi kesimpulan dari materi yang telah dibahas dan aplikasinya di kehidupan sehari-hari.
 - Dosen menutup perkuliahan dengan berdoa.

6. Penilaian

- a. Pertanyaan lisan
- b. Tugas 2
- c. Pengukuran sikap

7. Sumber Belajar

- R.C. Hibbeler. 2010. *Engineering Mechanics : Statics*. New Jersey : Pearson Prentice Hall.