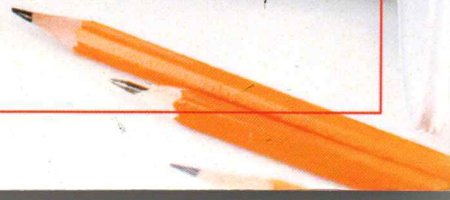
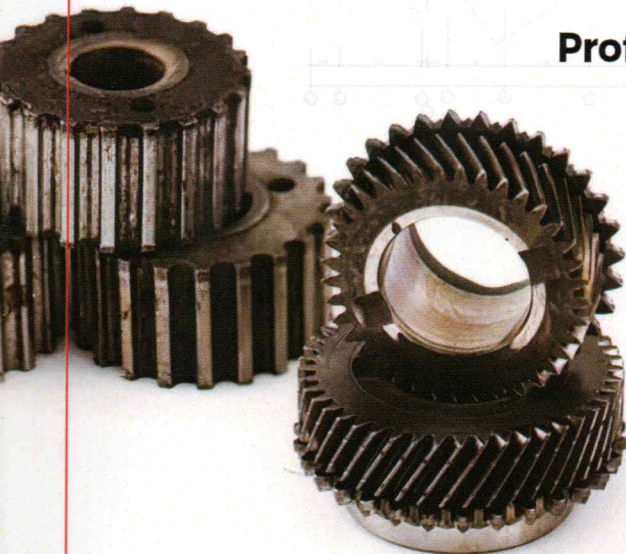




Mekanika Teknik

Teori & Aplikasi

**Prof. Dr. Ambiyar, M.Pd.
Hendri Nurdin, M.T.
Dr. Waskito, M.T.**



Mekanika Teknik

Teori & Aplikasi

Prof. Dr. Ambiyar, M.Pd.

Hendri Nurdin, M.T.

Dr. Waskito, M.T.



RAJAWALI PERS
Divisi Buku Perguruan Tinggi
PT RajaGrafindo Persada
DEPOK

Perpustakaan Nasional: Katalog dalam terbitan (KDT)

Ambiyar, Hendri Nurdin, dan Waskito

Mekanika Teknik: Teori & Aplikasi/Ambiyar, Hendri Nurdin, dan Waskito
—Ed. 1, Cet. 1.—Depok: Rajawali Pers, 2021.

x, 286 hlm. 23 cm.

Bibliografi: 277

ISBN 978-623-372-088-5

Hak cipta 2021, pada penulis

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh isi buku ini dengan cara apa pun,
termasuk dengan cara penggunaan mesin fotokopi, tanpa izin sah dari penerbit

2021.3222 RAJ

Prof. Dr. Ambiyar, M.Pd.

Hendri Nurdin, M.T.

Dr. Waskito, M.T.

MEKANIKA TEKNIK: TEORI DAN APLIKASI

Cetakan ke-1, November 2021

Hak penerbitan pada PT RajaGrafindo Persada, Depok

Editor : Shara Nurachma

Setter : Ria Purwanti

Desain cover : Tim Kreatif RGP

Dicetak di Rajawali Printing

PT RAJAGRAFINDO PERSADA

Anggota IKAPI

Kantor Pusat:

Jl. Raya Leuwilinggung, No.112, Kel. Leuwilinggung, Kec. Tapos, Kota Depok 16456

Telepon : (021) 84311162

E-mail : rajapers@rajagrafindo.co.id <http://www.rajagrafindo.co.id>

Perwakilan:

Jakarta-16456 Jl. Raya Leuwilinggung No. 112, Kel. Leuwilinggung, Kec. Tapos, Depok, Telp. (021) 84311162. **Bandung**-40243, Jl. H. Kurdi Timur No. 8 Komplek Kurdi, Telp. 022-5206202. **Yogyakarta**-Perum. Pondok Soragan Indah Blok A1, Jl. Soragan, Ngestiharjo, Kasihan, Bantul, Telp. 0274-625093. **Surabaya**-60118, Jl. Rungkut Harapan Blok A No. 09, Telp. 031-8700819. **Palembang**-30137, Jl. Macan Kumbang III No. 10/4459 RT 78 Kel. Demang Lebar Daun, Telp. 0711-445062. **Pekanbaru**-28294, Perum De' Diandra Land Blok C 1 No. 1, Jl. Kartama Marpyan Damai, Telp. 0761-65807. **Medan**-20144, Jl. Eka Rasmi Gg. Eka Rossa No. 3A Blok A Komplek Johor Residence Kec. Medan Johor, Telp. 061-7871546. **Makassar**-90221, Jl. Sultan Alauddin Komp. Bumi Permata Hijau Bumi 14 Blok A14 No. 3, Telp. 0411-861618. **Banjarmasin**-70114, Jl. Bali No. 31 Rt 05, Telp. 0511-3352060. **Bali**, Jl. Imam Bonjol Gg 100/V No. 2, Denpasar Telp. (0361) 8607995. **Bandar Lampung**-35115, Perum. Bilabong Jaya Block B8 No. 3 Susunan Baru, Langkapura, Hp. 081299047094.



KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan buku yang berjudul *Mekanika Teknik; Teori dan Aplikasi*. Tantangan pendidikan khususnya di universitas dalam menghasilkan lulusan yang berdaya saing dalam menempatkan diri dalam dunia kerja. Bekal keilmuan sebagai modal bagi lulusan yang mungkin diperoleh dari bahan ajar ini.

Mekanika Teknik: Teori dan Aplikasi yang memuat materi pengetahuan tentang konsep mekanika teknik yang berkaitan dengan benda tegar yang mempelajari tentang benda dalam keadaan diam (statika) dan bergerak (kinematika dan dinamika), gaya dan penerapannya, tegangan dan regangan, momen inersia, lendutan pada batang yang dipengaruhi oleh bahan. Materi dalam buku ini dilengkapi dengan teori dan aplikasinya. Sebuah pemahaman menyeluruh teori untuk masalah teknik yang sebenarnya tidak dapat dikuasai dengan mempelajari contoh yang ada, namun disarankan mengambil peran aktif dalam memecahkan berbagai masalah secara mandiri.

Dalam penyelesaian buku ini tidak lepas bantuan dari berbagai pihak yang telah diberikan. Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas bantuan yang telah diberikan semoga mendapat rahmat dari Tuhan Yang Maha Esa. *Aamiin Ya Rabbal 'Alamiin*.

Penulis menyadari akan segala kekurangan dan keterbatasan yang ada pada buku ini. Oleh karena itu diharapkan sumbang saran dari pembaca guna meningkatkan kualitasnya dan diharapkan dengan adanya buku ini dapat memberikan manfaat yang lebih banyak bagi mahasiswa dan dosen. Semoga buku ini menjadi referensi bagi para pembaca, terutama mahasiswa.

Padang, Maret 2021

Penulis.



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
A. Pengertian Mekanika	1
B. Konsep dan Prinsip Dasar Mekanika	2
C. Sistem Satuan	3
D. Vektor	7
SOAL LATIHAN	12
BAB 2 GAYA	15
A. Pengertian Gaya	15
B. Resultan Gaya	16
C. Penguraian Gaya	23
D. Gaya Koplanar dan Konkuren	25
E. Kesetimbangan Gaya	25
F. Kesetimbangan Gaya-gaya Nonkoplanar	30
SOAL LATIHAN	33
BAB 3 MOMEN	37
A. Pengertian Momen	37
B. Jenis Momen	38
C. Teorema Varignon	40
D. Momen Kopel	42

E.	Pemakaian Prinsip Momen	45
F.	Menghitung Reaksi Titik Tumpuan	51
	SOAL LATIHAN	61
BAB 4	STRUKTUR RANGKA BATANG	67
A.	Pengertian Rangka	67
B.	Gaya Tekan dan Tarik	68
C.	Metode Penentuan Gaya-gaya	69
D.	Truss Kantilever	85
E.	Struktur dengan Satu Ujung Tumpuan Engsel dan Satu Ujung Tumpuan Rol Menerima Beban Horizontal	91
F.	Struktur dengan Satu Ujung Tumpuan Engsel dan Satu Ujung Tumpuan Rol Menerima Beban Miring	95
G.	Struktur dengan Kedua Ujung Dijepit	98
H.	Metode Substitusi	99
	SOAL LATIHAN	105
BAB 5	TITIK BERAT	117
A.	Titik Berat	117
B.	Metode Menentukan Titik Berat	117
	SOAL LATIHAN	138
BAB 6	MOMEN INERSIA	141
A.	Momen Inersia Partikel	141
B.	Momen Inersia Benda Tegar	142
C.	Metode Inersia Segi Empat	146
D.	Teorema Penting Melibatkan Momen Inersia	148
BAB 7	GESEKAN	163
A.	Gesekan	163
B.	Koefisien Gesekan	165
C.	Sudut Gesekan	169
BAB 8	TEGANGAN DAN REGANGAN	181
A.	Tegangan	181
B.	Regangan	188
C.	Tegangan dan Regangan Langsung	188

D.	Diagram Tegangan dan Regangan	190
E.	Modulus Elastisitas	192
F.	Tegangan dan Beban Izin	195
G.	Tegangan <i>Thermal</i>	196
	SOAL LATIHAN	200
BAB 9	KONSTANTA ELASTIS	203
A.	<i>Poisson's Ratio</i>	203
B.	Regangan Volume	205
C.	Tegangan Geser	208
D.	Geser Ganda (<i>Double Shear</i>)	210
E.	Energi Regangan	211
	SOAL LATIHAN	212
BAB 10	GAYA GESER DAN MOMEN BENGKOK	215
A.	Gaya Geser	215
B.	Konvensi Tanda Gaya Geser dan Momen Bengkok	216
C.	Hubungan Matematik antara Gaya Geser dan Momen Bengkok	217
D.	Metode Alternatif dari Diagram Gaya Geser	219
E.	Solusi Grafis untuk Diagram Momen Bengkok	227
F.	Momen Tahanan	228
	SOAL LATIHAN	232
BAB 11	PEMBEBANAN AKSIAL DAN MOMEN LENTUR	235
A.	Pembebanan Aksial	235
B.	Pembebanan Dinamis	238
C.	Lendutan Batang	241
	SOAL LATIHAN	248
BAB 12	LENDUTAN BATANG	251
A.	Lendutan pada Batang	251
B.	Metode Pengukuran Lendutan	254
	SOAL LATIHAN	274
	DAFTAR PUSTAKA	277
	LAMPIRAN	279
	PARA PENULIS	285



1

PENDAHULUAN

A. Pengertian Mekanika

Mekanika dapat didefinisikan sebagai ilmu yang menggambarkan dan meramalkan kondisi benda yang diam atau bergerak karena pengaruh gaya yang beraksi pada benda. Mekanika dibagi menjadi tiga bagian yakni mekanika benda tegar, mekanika benda lentuk, dan mekanika fluida (Beer, *et. al.*, 2006).

Mekanika benda tegar dibagi menjadi statika dan dinamika. Statika membahas benda dalam keadaan diam dan dinamika membahas benda dalam keadaan bergerak. Dalam pembahasan mekanika yang diuraikan di sini benda dianggap tegar sempurna. Struktur dan mesin yang sesungguhnya tidak pernah benar-benar tegar dan mengalami deformasi {pelentukan} akibat pengaruh tekanan beban yang dikerjakan pada benda. Tetapi umumnya deformasi ini kecil dan tidak memengaruhi kondisi keseimbangan atau gerakan struktur yang ditinjau. Masalah deformasi ini yang berhubungan dengan daya kemampuan suatu kerangka menahan suatu beban, dipelajari dalam mekanika bahan, yang merupakan sebagian dari mekanika fluida. Bagian ketiga dari mekanika adalah mekanika fluida. Mekanika fluida dibagi lagi menjadi studi mengenai fluida termampatkan dan tak termampatkan. Salah satu bagian penting dari studi mengenai fluida

yang tak termampatkan adalah hidrolika. Sedangkan studi mengenai fluida yang termampatkan adalah termodinamika.

Mekanika adalah suatu cabang ilmu fisika, karena berhubungan dengan studi mengenai gejala fisis. Tetapi pada sebagian orang menghubungkan mekanika dengan matematika dan yang lain menganggap sebagai ilmu teknik. Kedua pandangan ini sebagian dapat dibenarkan. Mekanika merupakan dasar dari banyak ilmu-ilmu teknik dan merupakan persyaratan mula yang tidak dapat dihilangkan untuk mempelajarinya. Tetapi mekanika tidak berdasar pada kaidah empiris seperti yang terdapat pada ilmu teknik lain, pendekatan lebih dititikberatkan pada cara deduktif yang menyerupai pendekatan matematika. Mekanika bukanlah suatu ilmu yang abstrak atau murni, tetapi ilmu yang terpakai. Tujuan mekanika adalah menerangkan dan meramalkan gejala fisis dan dengan demikian meletakkan dasar-dasar aplikasi teknik (Beer, *et. al.*, 2006).

B. Konsep dan Prinsip Dasar Mekanika

Konsep dasar yang digunakan dalam mekanika adalah ruang, waktu, massa, dan gaya. Konsep ini sukar untuk didefinisikan. Harus diterima atas dasar intuisi dan pengalaman untuk digunakan sebagai kerangka referensi (acuan) dalam studi mengenai mekanika.

Konsep ruang dihubungkan dengan kedudukan suatu titik, misalnya titik P. Posisi titik P dapat didefinisikan dengan tiga jarak diukur dari suatu titik referensi atau titik asal dalam tiga arah yang ditentukan, jarak ini dikenal sebagai koordinat titik P.

Untuk mendefinisikan suatu kejadian atau peristiwa, tidak cukup dengan menunjukkan posisinya dalam ruang. Waktu kejadian tersebut juga perlu diberikan. Konsep massa digunakan untuk menentukan dan membedakan benda atas dasar suatu percobaan mekanika. Dua benda dengan massa yang sama, misalnya akan ditarik oleh bumi dengan cara yang sama, kedua benda tersebut juga menunjukkan sifat hambatan yang sama ketika mengalami perubahan gerak translasi.

Suatu gaya menunjukkan aksi suatu benda terhadap benda yang lain. Gaya ini dapat bereaksi melalui suatu kontak langsung atau dari suatu jarak tertentu, seperti pada gaya gravitasi dan gaya magnetik. Gaya ditentukan oleh titik aksi, besar, dan arah gaya yang dinyatakan sebagai suatu vektor.

Dalam mekanika Newton, ruang, waktu dan massa adalah konsep yang absolut, saling tidak tergantung satu sama lain. Tetapi konsep gaya tergantung pada ketiga besaran di atas. Salah satu prinsip dasar mekanika Newton yang diuraikan di sini menunjukkan bahwa gaya resultante yang bekerja pada sebuah benda berhubungan dengan massa benda dan bentuk perubahan kecepatan benda terhadap waktu.

Selanjutnya rumusan yang memuaskan dari prinsip dasar mekanika baru muncul sesudah dilakukan studi oleh Newton (1642 - 1727). Walaupun studi mengenai mekanika telah dimulai oleh Aristoteles (384 SM - 322 SM) dan Archimedes (287 SM - 212 SM). Kemudian prinsip dasar ini dinyatakan dalam bentuk yang telah dimodifikasi oleh D'Alembert, Lagrange, dan Hamilton. Validitas (kesahihan) prinsip mekanika tidak ada yang menyanggah sampai Einstein (1905) muncul dengan teori relativitasnya. Keterbatasan mekanika Newton telah diketahui, namun saat ini mekanika ini masih tetap menjadi dasar ilmu teknik. Studi mekanika pendahuluan bertolak dari enam prinsip dasar yang diperoleh dari hasil eksperimen, yakni hukum paralelogram dalam penjumlahan gaya, prinsip transimibilitas, tiga hukum dasar Newton (I, II, dan III), dan hukum gravitasi Newton.

C. Sistem Satuan

Dengan keempat konsep dasar yang telah diuraikan di atas, diasosiasikan apa yang disebut satuan kinetik yaitu satuan panjang, waktu, massa dan gaya. Satuan ini tidak dapat dipilih secara bebas bila persamaan (hukum kedua Newton) harus dipenuhi. Tiga dari keempat satuan ini dapat didefinisikan secara bebas. Ketiga satuan tersebut disebut satuan dasar. Satuan keempat harus dipilih sesuai dengan persamaan, dan disebut satuan turunan.

Ada 4 macam prinsip sistem satuan yang digunakan, yaitu:

- a. *Foot - Pound - Second System.*
- b. *Centimetre - Gramme - Second System.*
- c. *Metre - Kilogramme - Second System.*
- d. *System International d'Unite's.*

- a. *Foot - Pound - Second System.*

Dalam sistem ini satuan panjang adalah kaki (*foot*), satuan massa adalah pon (*pound*), dan satuan waktu detik (*second*). Satuan ini secara ringkas ditulis sistem FPS.

- b. *Centimetre - Gramme - Second System.*

Dalam sistem ini, satuan panjang sentimeter, satuan massa adalah gram, dan satuan waktu adalah detik. Untuk ringkasnya ditulis CGS *system*.

- c. *Metre - Kilogramme - Second System.*

Sistem ini sangat erat hubungannya dengan *system* CGS. Untuk satuan panjang adalah meter. Satuan massa adalah kilogram dan satuan waktu adalah detik. Secara ringkas ditulis dengan sistem MKS dan dinamakan juga dengan sistem metrik. Tabel 1.1 menunjukkan konversi untuk sistem MKS ke sistem FPS.

Tabel 1.1 Konversi untuk Sistem MKS ke Sistem FPS

Faktor konversi	Dari Ke (Sistem FPS)	Ke Dari (Sistem MKS)	Faktor Konversi
0,3937	Inchi	Sentimeter	2,54
3,2809	Kaki (<i>feet</i>)	Meter	0,3048
1,0936	Yard	Meter	0,9144
0,6208	Mil	Kilometer	1,609
0,155	Inchi ²	Sentimeter ²	6,4514
10,764	Kaki ²	Meter ²	0,0929
1,1961	Yard ²	Meter ²	0,8361
0,061	Inchi ³	Sentimeter ³	16,387
35,31	Kaki ³	Meter ³	0,0283
1,308	Yard ³	Meter ³	0,7645
0,263	Gallon	Liter	3,79
2,226	Pon	Kilogram	0,4536
0,000984	Ton	Kilogram	1016,04
0,672	Pon/kaki	Kilogram/meter	1,4882

Dari tabel 1 di atas dapat dilihat untuk satuan panjang 1 inchi = 2,54 cm atau 1 cm = 0,3937 inchi. Cara yang sama juga dapat diterapkan untuk satuan luas, volume, dan berat.

d. *System International d'Unite's.*

SI adalah singkatan dari *System International d'Unite's (International System of Units)*. Sistem ini disepakati pada Konferensi Internasional Berat dan Ukuran di Paris tanggal 11 Oktober 1960, sistem ini didasarkan pada enam satuan dasar, yaitu:

- 1) meter standar satuan panjang;
- 2) kilogram standar satuan massa;
- 3) detik standar satuan waktu;
- 4) ampere standar satuan arus listrik;
- 5) kelvin standar satuan temperatur;
- 6) kandela standar satuan intensitas cahaya.

Sistem ini juga menggunakan satuan radian (rad) untuk mengukur sudut, baik sudut di bidang datar maupun di dalam ruang. Dalam sistem ini, kilogram merupakan satuan massa dan bukan satuan gaya. Satuan gaya ini berasal dari massa (kilogram) dikalikan dengan percepatan (m/det^2). Berikut ini diberikan beberapa satuan utama yang digunakan dalam sistem SI (Tabel 1.2)

Tabel 1.2 Beberapa Satuan Utama dalam Sistem SI

Kuantitas	Nama Satuan	Lambang	Satuan besaran dasar atau satuan pelengkap
Luas	Meter kuadrat	m^2	m^2
Volume	Meter kubik	m^3	m^3
Frekuensi	Hertz, putaran/detik	Hz	det^{-1}
Density	Kilogram/meter kubik	Kg/m^3	kg/m^3
Kecepatan	meter per detik	m/det	m/det
Kecepatan Sudut	radian per detik	rad/det	rad/det
Percepatan	meter per detik kuadrat	m/det^2	m/det^2

Kuantitas	Nama Satuan	Lambang	Satuan besaran dasar atau satuan pelengkap
Percepatan Sudut	radian per detik kuadrat	rad/det ²	rad/det ²
Volume aliran rerata	meter kubik per detik	m ³ /det	m ³ /det
Gaya	Newton	N	kg.m/det ²
Tegangan Permukaan	Newton per meter, Joule per meter kuadrat	N/m J/m ²	kg/det ²
Tekanan, tegangan	Newton per meter kuadrat, pascal	N/m ² Pa	kg/m.det ²
Kekentalan dinamik	Newton detik per meter kuadrat, poissville	N.det/m ² Pa	kg/m.det
Kekentalan kinematik	Meter kuadrat per detik	m ² /det	m ² /det
Kerja, Momen Puntir	Joule, Newton meter, watt	J, Nm W. det	kg.m ² /det
Energi, Panas	Detik	W	Kg.m ²
Daya	Watt	J/m ²	J/m ²
Kekuatan Tumbukan Momentum	Joule per meter kuadrat Kilogram meter	Kg.m/det	Kg.m/det ²
Momentum Sudut	Kilogram meter kuadrat per detik	Kg.m ² /det	Kg.m ² /det
Momen Inersia	Kilogram meter kuadrat	Kg.m ²	Kg.m ²
Momen	Newton meter	Nm	Nm
Temperatur	Derajat Celsius	°C	°C
Beda Temperatur	Derajat Kelvin, dan celcius	°K, °C	°K, °C

Dalam sistem SI ada faktor kelipatan dan sub-kelipatan. Faktor itu dapat diperoleh dengan menggunakan awalan seperti didefinisikan dalam Tabel 3. Kelipatan dan sub kelipatan satuan panjang, massa dan gaya yang sering digunakan dalam teknik adalah kilometer (km) dan millimeter (mm), Mega gram (Mg), dan kilo Newton (kN). Menurut Tabel 3 diperoleh misalnya: 1 km = 1000 m; 1 Mg = 1000 kg; 1 kN = 1000 N; 1 mm = 0,001 m; 1 gram = 0,001 kg; dan seterusnya.

Tabel 1.3 Awalan dalam Sistem SI

Awalan	Lambang	Faktor Pengali
Tera	T	10^{12}
Giga	G	10^9
Mega	m	10^6
Kilo	k	10^3
Hecto	h	10^2
Deca	da	10
Deci	d	10^{-1}
Centi	c	10^{-2}
Multi	m	10^{-3}
Micro		10^{-6}
Nano	n	10^{-9}
Pico	p	10^{-12}
Femto	f	10^{-15}
Atto	a	10^{-18}

Hanya ada satu awalan pengali yang diizinkan pada setiap simbol (lambang), yakni simbol 1 milli micrometer adalah tidak diizinkan, dan dapat disebut 1 nanometer (1 nm). Selanjutnya hasil dari dua satuan, yakni dari newton dan meter ditulis secara simbol sebagai Nm. Kemudian dapat ditambahkan, sebagaimana telah diuraikan di atas bahwa satuan dasar dalam sistem SI adalah meter, kilogram dan detik yang merupakan satuan panjang, massa dan waktu. Meter ditentukan berdasarkan 1650763,73 panjang gelombang sinar oranye krypton. Kilogram ditentukan berdasarkan massa silinder platinum iridium yang disimpan di Serves Prancis. Detik ditentukan berdasarkan 9192631770 *cycles radiasi hyperfine*.

D. Vektor

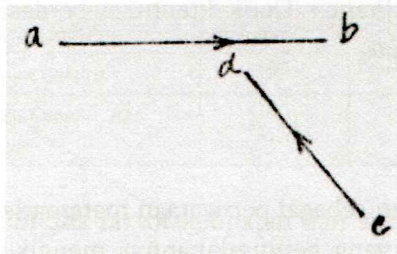
Vektor didefinisikan sebagai pernyataan matematis yang mempunyai besaran dan arah yang penjumlahannya mengikuti hukum jajaran genjang. Besaran yang dinyatakan sebagai vektor misalnya gaya, kecepatan, momentum, percepatan, dan lain-lain. Sedangkan besaran yang tidak mempunyai arah dinamakan scalar misalnya: massa, kerja, energi, daya, dan lain-lain.

Vektor dinyatakan dengan anak panah dalam gambar. Dalam bentuk tulisan tangan sebuah vektor dapat digambarkan dengan suatu garis panah di atas huruf yang memiliki vektor itu, misalnya: vektor a dapat ditulis \vec{a} . Besaran suatu vektor sesuai dengan panjang anak panah yang menyatakan vektor tersebut.

Suatu vektor menyatakan suatu gaya yang beraksi pada sebuah partikel mempunyai suatu titik tangkap yang pasti, yaitu partikel itu sendiri. Vektor r sedemikian disebut tertentu atau terikat dan tidak dapat dipisahkan tanpa mengubah kondisi soal yang ditinjau. Besaran fisis lain, misalnya kopel gaya dinyatakan oleh vektor yang dapat diubah dengan bebas dalam ruang, dan vektor demikian disebut vektor bebas. Ada besaran lain seperti gaya yang beraksi pada sebuah benda tegar dinyatakan oleh vektor yang dapat dipindahkan atau menggeser sepanjang garis aksi disebut vektor geser.

1. Penjumlahan Dua Buah Vektor

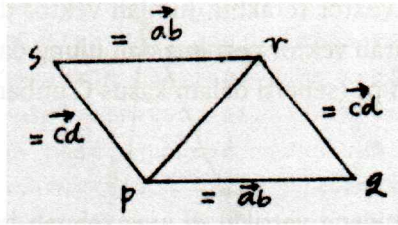
Dua vektor dinyatakan dengan garis \vec{ab} dan \vec{cd} seperti Gambar 1.1 dan diperlukan untuk menghitung jumlahnya. Untuk menghitung jumlahnya, tarik garis \vec{pq} sama dan sejajar dengan \vec{ab} dan garis \vec{qr} sama dan sejajar dengan \vec{cd} pada titik q . Kemudian vektor \vec{pr} menyatakan jumlah vektor dari vektor \vec{ab} dan \vec{cd} , seperti dalam Gambar 1.2. Hasil yang sama dapat diperoleh dengan menarik \vec{ps} .



Gambar 1.1 Vektor \vec{ab} dan \vec{cd}

Sama dan sejajar dengan \vec{cd} dan \vec{sr} sama dan sejajar dengan \vec{ab} pada titik s , hasilnya tidak tergantung dari manakah mengambil mula-mula, apakah mengambil dari vektor \vec{ab} yang pertama atau \vec{cd} yang

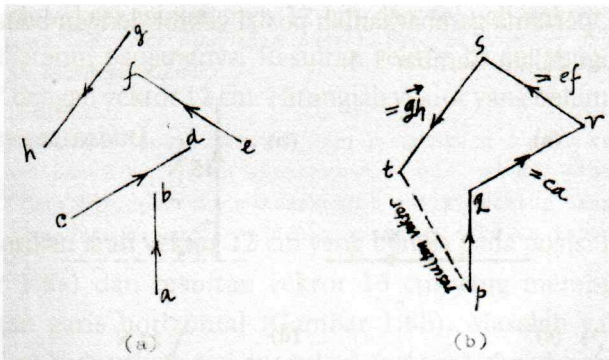
pertama. Metode ini dari penjumlahan vektor disebut hukum segitiga dari penjumlahan vektor.



Gambar 1.2 Penjumlahan Dua Vektor

2. Penjumlahan Tiga Vektor atau Lebih

Perhatikanlah beberapa vektor yang ditunjukkan dalam Gambar 1.3a. Untuk menentukan jumlah vektor dapat dilakukan lebih baik dengan metode polygon (*method of polygon law of vektor addition*). Tarik garis pq sama dan sejajar dengan vektor ab.



Gambar 1.3 Penjumlahan Beberapa Vektor

Pada titik q, tarik qr sama dan sejajar dengan vektor cd. Pada titik r tarik rs sama dan sejajar dengan ef dan teruskan sampai titik t. Hubungkan garis p dan t sehingga resultan vektor (Gambar 1.3b).

Metode di atas dari penjumlahan vektor dapat diperluas untuk menambahkan beberapa buah vektor dengan hukum umum (*general rule*) di bawah ini. Tarik vektor pertama pq (Gambar 1.3b) dan pada ujungnya merupakan awal dari vektor kedua qr. Selanjutnya pada ujung

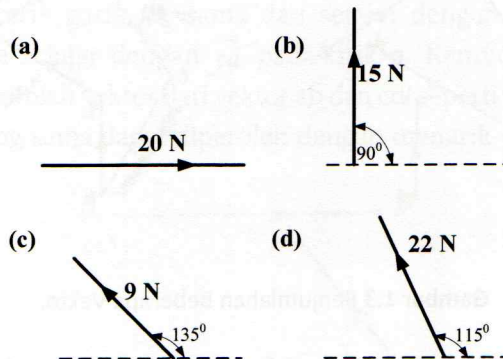
vektor kedua tempatkan awal vektor ketiga r_3 dan pada ujung vektor ketiga merupakan awal dari vektor keempat, dan seterusnya. Teruskan proses ini sampai vektor terakhir. Jumlah vektor dinyatakan dengan menghubungkan arah vektor pertama dan ujung dari vektor terakhir, sehingga diperoleh p_t (seperti dalam kasus Gambar 1.3b).

Contoh Soal 1-1

Pada sebuah bidang vertikal di atas sebuah balok kayu bekerja 4 (empat) buah gaya. Besar dan arah gaya yang bekerja yaitu: (a) 20 kg membentuk sudut 0° ; (b) 15 kg membentuk sudut 90° ; (c) 9 kg membentuk sudut 135° ; dan (d) 22 kg membentuk sudut 115° . Tentukanlah sebuah gaya pengganti di bidang vertikal yang mempunyai pengaruh yang sama pada balok, bila empat gaya bekerja bersama-sama!

Penyelesaian:

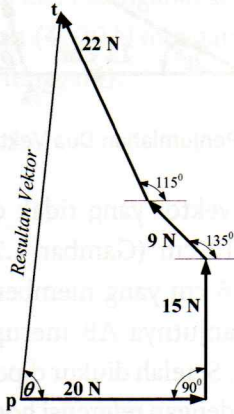
Masalah (soal) terdiri dari menghitung jumlah vektor dari empat buah gaya yang bekerja pada balok. Dalam menghitung jumlah vektor ini, pertama gambarkanlah posisi vektor dengan benar seperti ditunjukkan dalam Gambar 1.4.



Gambar 1.4 Posisi Empat Buah Vektor yang Bekerja pada Bidang Vertikal Kayu Balok

Dalam menghitung jumlah (gaya pengganti), maka digunakan hukum umum di atas, yakni: tarik vektor pertama dari tempat permulaan untuk masing-masing vektor pada ujung dari vektor yang mendahuluinya sampai diperoleh resultan vektor. Resultan vektor

dinyatakan dengan vektor p (Gambar 1.5). Setelah diukur : $p_t = 41,66$ N dengan arah sebesar 84° .



Gambar 1.5 Penjumlahan Empat Buah Vektor

Contoh Soal 1-2

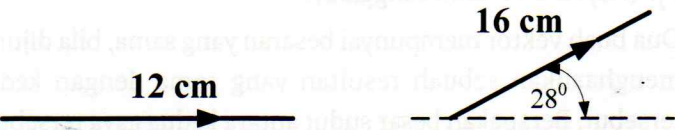
Sebuah vektor panjangnya 12 cm dan sebuah vektor lain yang belum diketahui panjangnya. Resultan vektor 16 cm yang membuat sudut 28° dengan vektor 12 cm. Hitunglah vektor yang belum diketahui panjangnya tersebut!

Penyelesaian:

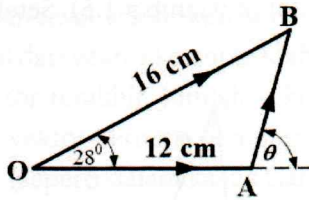
Perhatikan arah vektor 12 cm yang berada pada posisi horizontal (Gambar 1.6a) dan resultan vektor 16 cm yang membuat sudut 28° dengan garis horizontal (Gambar 1.6b). Masalah yang pokok menentukan beda vektor dari dua vektor (vektor 12 cm dengan sudut 0° dan vektor 16 cm dengan sudut 28° terhadap garis referensi horizontal).

(a)

(b)



Gambar 1.6 Dua Vektor Berlainan



Gambar 1.7 Penjumlahan Dua Vektor Berlainan

Dalam menentukan vektor yang tidak diketahui ini, gambarlah OA menyatakan vektor 12 cm (Gambar 1.7). Pada titik O gambar OB menyatakan vektor 16 cm yang membentuk sudut 28° terhadap referensi horizontal. Selanjutnya AB merupakan beda vektor yang dibutuhkan (Gambar 1.7). Setelah diukur diperoleh beda vektor = 7,85 cm dan sudut yang dibuat dengan referensi horizontal (0) adalah $74^\circ 29'$.

SOAL LATIHAN

1. Apakah yang dimaksud dengan mekanika terpakai (terapan)? Dan sebutkan bagian-bagian dari mekanika!
2. Apakah yang dimaksud dengan vektor dan skalar? Besaran berikut ini, apakah termasuk skalar atau vektor.
 - a. Kuat arus
 - b. Temperatur
 - c. Gaya Gravitasi
 - d. Gaya magnet
 - e. Kecepatan sudut
3. Dua buah gaya F_1 dan F_2 besarnya 4 N dan bekerja arah selatan dan gaya F_2 sebesar $2\sqrt{2}$ N bekerja arah timur laut. Hitunglah gaya pengganti yang mempunyai pengaruh sama dengan gaya F_1 dan F_2 ! (Key: 2 2 N; arah tenggara).
4. Dua buah vektor mempunyai besaran yang sama, bila dijumlahkan menghasilkan sebuah resultan yang sama dengan kedua gaya tersebut. Berapakah besar sudut antara kedua gaya tersebut? (Key: 120°).

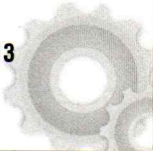
5. Gunakanlah hukum polygon vektor. Tentukanlah besar dari resultan gaya dari sistem gaya sebagai berikut: (1) 10N mengarah 45° ke Timur Laut; (2) 25 N mengarah ke Utara; (3) 30 N mengarah 60° ke Barat Daya; dan (4) 20 N mengarah ke Tenggara. (key: 20,4 N mengarah 33° ke Tenggara).

A. Pengertian Gaya

Dalam mekanika, gaya merupakan besaran yang menyebabkan benda-benda berubah dari keadaan diam atau bergerak lurus ke keadaan bergerak menurut suatu lintasan tertentu. Newton menjelaskan apabila sebuah benda bergerak pada lintasan lurus, maka bergerak lurus dengan kecepatan konstan, atau dalam keadaan diam, atau dengan percepatan konstan. Pergerakan ini dapat disebabkan oleh gaya yang bekerja pada benda tersebut. Jika gaya yang bekerja pada suatu benda adalah nol, maka benda tersebut akan tetap diam atau bergerak lurus dengan kecepatan konstan. Jika gaya yang bekerja pada suatu benda tidak nol, maka benda tersebut akan mengalami percepatan.

Gaya juga menyebabkan perubahan arah gerak. Contohnya, sebuah benda yang bergerak lurus akan berubah arah jika dikenai gaya yang arahnya berbeda dengan arah geraknya.

1. Besar an gaya 10 N, 20 N, 30 N, dan 40 N.
2. Arah gaya (satu-satunya) 10 N, 20 N, 30 N, dan 40 N.
3. Satu gaya (satu-satunya) adalah gaya yang bekerja pada benda dan akan menghasilkan suatu gerak, atau percepatan, pada benda tersebut.
4. Untuk menangkap gaya pada benda...





DAFTAR PUSTAKA

- Beer, Ferdinand P., E. Russell Johnston Jr., David F. Mazurek. 2015. *Vector Mechanics for Engineers_ Statics*. New York: McGraw-Hill Education.
- Boresi, Arthur P. 2003. *Advanced Mechanics of Materials*. USA: John Wiley & Sons Inc.
- Dias da Silva, Vitor. 2005. *Mechanics and Strength of Materials*. New York: Springer.
- Gere dan Thimosenko. 2001. *Mekanika Kekuatan Bahan*. Jakarta: Erlangga.
- Gross, Dietmar, *et.al.* 2011. *Mechanics of Materials*. New York: Springer.
- Hearn, E.J. 1997. *Mechanics of Material*, Vol.1. Boston: Butterworth Heinemann.
- Hibbler, Russell C. 2010. *Mechanics of Materials*. Boston: Prentice Hall.
- Khurmi, R.S and J.K Gupta. 2005. *Machine Design*. New Delhi: Eurasia Publishing House (PVT) Ltd.
- Khurmi, R.S. 1980. *Applied Mechanics and Strength of Material*. New Delhi: S Chand & Company Ltd.
- Meriam, J.L. dan L.G. Kraige. 2008. *Mekanika Teknik/Statika*, Jilid I, Edisi Kedua. Jakarta: Erlangga.

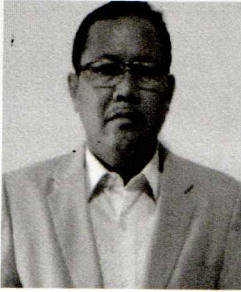
- Mott, Robert. L. 2004. *Machine Elements in Mechanical Design*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Nash, William A. 1998. *Strength of Materials*. New York: Mc-Graw Hill Companies.
- Patnaik, Surya and Dale Hopkins. 2004. *Strength of Materials*. Boston: Butterworth Heinemann.
- Popov, E.P. 2004. *Mekanika Teknik (Mechanics of Materials)*, Edisi 2. Jakarta: Erlangga.
- Ross, Carl T.F. 1999. *Strength of Materials and Structures*. New York: John Wiley & Sons Inc.
- Shigley, Joseph, et.al. 2004. *Machine Design*. New York: Mc-Graw Hill Companies.
- Spotts, M.F. 2003. *Design of Machine Elements*. New York: Springer.
- Walker, J.D. 1978. *Applied Mechanics*. London: Hodder and Stoughton Ltd.

PARA PENULIS



Ambiyar, lahir di Padang Panjang Kabupaten Tanah Datar, Sumatra Barat pada 13 Februari 1955. Menamatkan pendidikan S-1 di IKIP Padang Jurusan Teknik Mesin. Lulus Sarjana Muda tahun 1977 dan Sarjana tahun 1979. Kemudian melanjutkan studi S-2 Jurusan Teknologi Pendidikan dan Kejuruan di IKIP Jakarta dan lulus tahun 1986. Melanjutkan studi S-3 di UNJ Jakarta, lulus tahun 2005. Pada

tahun 2019 meraih Jabatan Akademik Profesor di bidang Evaluasi Pendidikan. Sampai saat ini merupakan salah seorang staf pengajar di Jurusan Teknik Mesin dan juga sebagai Koordinator Prodi S-3 PTK di FT-UNP. Memiliki pengalaman mengajar selama ini dalam beberapa mata kuliah seperti Media dan Sumber Pembelajaran; Pedagogik; Kurikulum Pendidikan; Evaluasi Formatif; Termodinamika; Mekanika Teknik; Dinamika Teknik. Penelitian yang telah dikembangkan mengarah ke bidang ilmu rekayasa bahan dengan fokus *Evaluasi Pendidikan Kejuruan dan Mechanical Engineering*.



Hendri Nurdin, lahir di Medan 28 Februari 1973, menamatkan pendidikan Sarjana Teknik di Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara (2000) pada bidang Ilmu Teknik Mesin. Kemudian melanjutkan studi Magister Teknik pada Bidang Ilmu Bahan & Struktur (2006). Di Universitas Sumatra Utara Medan. Sampai saat ini merupakan salah seorang staf pengajar di Jurusan Teknik Mesin - Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. Memiliki pengalaman mengajar selama ini dalam beberapa mata kuliah seperti Teknologi Bahan; Pengujian Bahan; Elemen Mesin; Mesin Teknologi Terapan; Fisika Teknik; Mekanika Teknik; Dinamika Teknik. Penelitian yang telah dikembangkan mengarah ke bidang ilmu rekayasa bahan dengan fokus *natural science materials, renewable alternative energy*



Waskito, lahir di Medan 8 Agustus 1961 Sumatra Utara, menamatkan pendidikan Sarjana Pendidikan Teknik Mesin di FKT IKIP Padang (1985) pada bidang Ilmu Pendidikan Teknik Mesin. Kemudian melanjutkan studi Magister Teknik pada Bidang Konstruksi Mesin (1997) di Institut Teknologi Bandung. Menamatkan pendidikan Strata 3 di Universitas Negeri Padang pada bidang Teknologi Pendidikan tahun 2010. Sampai saat ini merupakan salah seorang staf pengajar di Jurusan Teknik Mesin - Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. Memiliki pengalaman mengajar selama ini dalam beberapa mata kuliah seperti Teknologi Pendidikan Kejuruan; Media Pendidikan; Rancangan Konstruksi Mesin; Analisis Konstruksi Mesin; Kinematika Dinamika; Gambar Mesin. Penelitian yang telah dikembangkan mengarah ke bidang ilmu rekayasa bahan dengan fokus Teknologi Pendidikan Kejuruan dan Mechanical Engineering

Mekanika Teknik

Teori & Aplikasi

Mekanika Teknik merupakan dasar dari bidang ilmu teknik dan merupakan prasyarat yang tidak dapat dihilangkan untuk mempelajarinya. Mekanika tidak berdasar pada kaidah empiris seperti yang terdapat pada ilmu teknik lain, pendekatan lebih dititikberatkan pada cara deduktif yang menyerupai pendekatan matematika. Dalam hal ini sebagai ilmu yang menggambarkan dan meramalkan kondisi benda yang diam atau bergerak karena pengaruh gaya yang bereaksi pada benda.

Buku *Mekanika Teknik: Teori dan Aplikasi* ini membahas konsep mekanika teknik yang berkaitan dengan benda tegar dalam keadaan diam (statika) dan bergerak (kinematika dan dinamika), gaya dan penerapannya, struktur rangka batang, titik berat, momen inersia, gesekan, tegangan dan regangan, konstanta elastisitas, gaya geser dan momen bengkok, pembebanan aksial dan momen lentur, lendutan pada batang. Materi dalam buku ini dilengkapi dengan teori dan aplikasinya. Sebuah pemahaman menyeluruh teori untuk masalah teknik yang sebenarnya tidak dapat dikuasai dengan mempelajari contoh yang ada, namun disarankan mengambil peran aktif dalam memecahkan berbagai masalah secara mandiri. Buku ini dapat menjadi referensi bagi mahasiswa dalam pembelajaran mata kuliah terkait maupun dalam melakukan perancangan konstruksi.



RajaGrafindo Persada

PT RAJAGRAFINDO PERSADA

Jl. Raya Leuwisung No. 112
Kel. Leuwisung, Kec. Tapos, Kota Depok 16456
Telp 021-84311162

Email: rajapers@rajagrafindo.co.id
www.rajagrafindo.co.id

RAJAWALI PERS
DIVISI BUKU PERGURUAN TINGGI



9 786233 720885