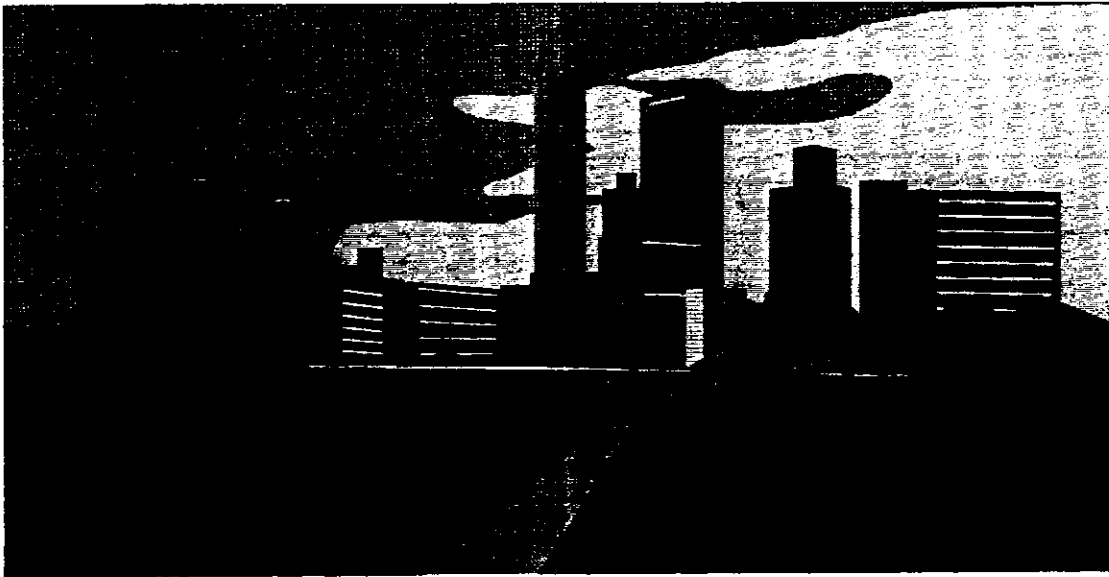


KINEMATIKA DAN GAYA STATIS



Oleh: ✓
Drs. Jon Hendri, M. Si.
Drs. Usmeldi, M. Pd.

MILIK PERPUSTAKAAN IKIP PADANG
DITERIMA TGL. : 14 MAY 1997
SUMBER / HARGA : H 1
KOLEKSI : K
NO. INVENTARIS : 850/K/97-Ko (2)
KLASIFIKASI : 531.112 HEN L

FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN
INSTITUT KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN PADANG

JUDUL	_____
PENYUSUN	_____
TANGGAL	_____
1996	_____
PENGARANG	_____
JENIS	_____
NO. DAFTAR	_____
TANGGAL	_____

MILIK UPT PERPUSTAKAAN
IKIP PADANG
KEPALA,

KATA PENGANTAR

Pengetahuan Kinematika dan Gaya Statis ini merupakan bagian dari *Basic Science* yang dipergunakan sebagai salah satu sarana dalam memahami konsep-konsep ilmu teknik untuk mengantisipasi masalah-masalah bidang keteknikan yang semakin canggih dewasa ini.

Berdasarkan pernyataan di atas, penulis mencoba menulis buku serial Fisika Teknik, yaitu Kinematika dan Gaya Statis yang membahas hal-hal yang berkaitan dengan prinsip-prinsip gerak serta aplikasi gaya yang mendasari ilmu keteknikan.

Kemudian penulis mengharapkan buku ini benar-benar dapat membantu membaca di dalam memahami dan menyelesaikan masalah lebih jauh lagi tentang pengetahuan kinematika dan gaya statis serta aplikasinya di dalam bidang keteknikan.

Pada kesempatan ini perkenankan penulis mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan tim Fisika Teknik FPTK IKIP Padang atas bantuan di dalam menyelesaikan penulisan buku ini.

Karena keterbatasan pengetahuan dan kurangnya pengalaman dalam penyusunan buku ini penulis menyadari bahwa tulisan ini masih banyak kekurangan baik isi maupun penyajiannya. Oleh karena itu, sumbangan saran serta kritik yang konstruktif dari pembaca demi perbaikan tulisan ini, penulis sambut dengan senang hati.

Padang, Agustus 1996

Penulis

DAFTAR ISI

	halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
BAB 2. BESARAN DAN SATUAN	2
2.1. Besaran Dasar.....	2
2.2. Penjabaran Satuan-Satuan.....	4
2.3. Konversi Satuan.....	8
BAB 3. GERAK	9
3.1. Gerak Lurus.....	9
3.2. Gerak Melingkar.....	27
3.3. Soal Latihan.....	39
BAB 4. GAYA STATIKA	42
4.1. Besaran Skalar dan Vektor.....	42
4.2. Gaya.....	42
4.3. Resultan Gaya-Gaya pada Bidang Datar.....	43
4.4. Diagram Gaya-Gaya Poligon.....	45
4.5. Analitis.....	48
4.6. Gaya Paralel.....	51
4.7. Soal Latihan.....	58
DAFTAR ACUAN	61

BAB 1

PENDAHULUAN

Di dalam era perkembangan bidang keteknikan, sangat diperlukan ilmu teknik yang lebih mendalam guna mengantisipasi masalah-masalah yang akan timbul di bidang tersebut. Seperti yang sudah diketahui bahwa perkembangan ilmu teknik tidak terlepas dari *Basic Science*, salah satunya adalah prinsip-prinsip kinematika dan gaya statis yang merupakan bagian dari ilmu fisika teknik. Ilmu kinematika dan gaya statis merupakan dasar dari prinsip-prinsip yang akan diterapkan untuk pengembangan bidang keteknikan lebih jauh lagi.

Mempelajari ilmu kinematika dan gaya statis akan dilibatkan pada banyak hal yang menyangkut kehidupan manusia. Misalnya, untuk menentukan kelajuan sebuah mobil bergerak di jalan dengan melihat angka yang ditunjukkan oleh speedometer. Dapat berdirinya gedung-gedung bertingkat dengan kokoh, hal ini karena para ilmuwan mampu mengatasi salah satunya persoalan ketidak stabil yang akan timbul dari bangunan tersebut.

Materi buku ini, yaitu mencakup konsep dasar tentang kinematika dan gaya statis. Secara ringkas materi buku ini adalah :

Bab 1, mengungkapkan tentang latar belakang dan ringkasan buku ini. Bab 2, akan membahas prinsip besaran dan satuan dasar, pengukuran gaya-gaya statis dan konversi satuan. Bab 3, pada bab ini akan dijelaskan tentang gerak benda tanpa memperhatikan penyebabnya bergerak benda tersebut, dikenal dengan istilah kinematika. Kemudian gerak benda tersebut dibagi atas dua bagian, yaitu: gerak lurus dan gerak rotasi. Bab 4, merupakan bab terakhir dari buku ini, yang akan menguraikan tentang gaya statis dan momen pada suatu benda.

BAB 2

BESARAN DAN SATUAN

2. 1. Besaran Dasar

Sejak zaman purba ada tiga besaran dasar yang dikenal, yaitu : ukuran panjang, massa dan waktu, ke tiga besaran ini dapat diukur dengan panca indera. Kemudian mayoritas satuan-satuan yang dipergunakan untuk pengukuran besaran-besaran fisika lain didasari dari ketiga satuan dasar tersebut.

2.1.1. Ukuran Panjang

Besaran dasar panjang pada zaman dahulu diukur dengan mempergunakan 1 jengkal, 1 depa, 1 hesta. Untuk keseragaman di dalam pengukuran panjang dipergunakan standar dasar, yaitu di dalam satuan Internasional (SI) adalah meter dengan simbol m, didefinisikan sebagai jarak yang sama dengan 1650763,73 kali panjang gelombang cahaya merah jingga yang dipancarkan oleh isotop kripton - 86 (Meriam, 1980 : 7).

Sedangkan besarannya ditulis di dalam kelipatan 10, sehingga sangat mudah dibilang di dalam sistem desimal, yaitu:

misalnya : 1 milimeter = (1 / 1000) meter atau 10^{-3} meter,

10^3 meter = 1000 meter = 1 kilometer.

2.1.2. Ukuran Massa

Besaran dasar kedua yaitu massa, didefinisikan sebagai jumlah materi yang dikandung suatu objek. Pengukuran massa dapat dilakukan dengan membandingkan massa tersebut terhadap massa lain yang dipilih sebagai standar, biasanya perbandingan massa ini menggunakan gaya gravitasi bumi. Massa suatu benda

mudah dipengaruhi oleh perubahan bentuk maupun volume atau pengaruh-pengaruh luar lainnya.

Satuan dasar massa yaitu kilogram (kg) di dalam satuan internasional (SI). Satuan kg ini diukur dengan massa selembat platinum-iridium yang berada di Sèvres (Perancis) (Meriam, 1980 : 7).

Harga kelipatannya mengikuti sistem metrik biasa. Pada mulanya satuan dasar massa, yaitu gram, didefinisikan sebagai massa air di dalam volume 1 milimeter kubik (mm^3), tetapi pada saat sekarang dipakai kg sebagai satuan sebagai standar.

2.1.3. Ukuran Waktu

Besaran dasar ke tiga adalah waktu, di dalam kondisi normal dapat dibedakan satu peristiwa yang terjadi dengan peristiwa berikutnya pada jangka waktu tertentu. Waktu tersebut diukur dengan membandingkan beberapa interval lamanya kejadian, misalnya waktu standar lamanya hari siang, yaitu antara matahari terbit dan terbenam, tetapi ini bukanlah metode yang teliti, karena lama waktu peredaran matahari di setiap daerah tidak tetap.

Satuan dasar waktu di dalam SI, yaitu detik (*second*), didefinisikan sebagai lamanya 9192631,770 putaran dari panjang gelombang khusus suatu radiasi yang berhubungan dengan transisi antara dua tingkatan dalam keadaan dasar dari atom Caesium-133 (Besari, 1987 : 238).

Kelipatan besaran dari satuan waktu, yaitu:

1 menit = 60 detik,

1 jam = 60 menit,

kemudian kelipatan kecil waktu menurut satuan metrik yang digunakan untuk interval waktu kurang dari satu detik adalah:

1 milli detik (mdt) = $1/1000$ detik = 10^{-3} detik,

1 mikrodetik (μdt) = $1/1000000$ detik = 10^{-6} detik.

2. 2. Penjabaran Satuan-Satuan

Secara umum satuan yang dipakai di dalam setiap pengukuran dapat diuraikan dari satuan-satuan dasar, jadi suatu sistem satuan yang lengkap dapat dispesifikasikan dari satuan-satuan panjang, massa dan waktu.

Satuan luas diukur sebagai hasil kali dari dua besaran panjang dan dimensi linear mudah diikuti atau dapat dikatakan bahwa luas adalah panjang dikali panjang atau panjang kuadrat (panjang^2), apabila satuan panjang meter (m), maka satuan luas, yaitu meter kuadrat (m^2).

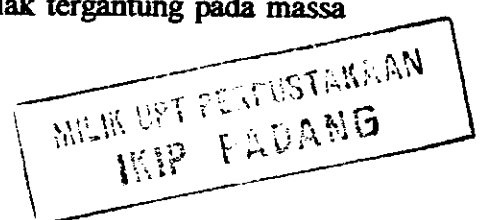
Volume pada dasarnya diukur sebagai hasil kali 3 besaran panjang, sehingga volume (isi) mempunyai dimensi panjang dikali panjang dikali panjang (panjang^3), jadi satuan volume adalah m^3 (meter kubik). Kemudian satu liter juga merupakan satuan isi, dengan $1\text{m}^3 = 1000$ liter (l), satu liter didefinisikan sebagai 1 kg air destilasi pada temperatur dan tekanan tetap.

2. 2. 1. Gaya dan Massa

Keberadaan gaya dapat diamati melalui akibat dari gaya tersebut, misalnya gaya dapat digunakan untuk mengangkat sesuatu atau memberhentikan benda bergerak. Gaya juga mampu mempengaruhi arah benda yang sedang bergerak atau dapat mempercepat dan memperlambat benda bergerak. Kemudian gaya dapat dapat membengkokkan bahkan memecahkan benda padat.

Dari hal tersebut di atas gaya dapat didefinisikan secara scientific, yaitu besaran yang didasari pada hasil pengukuran satu atau lebih dari efek gaya itu sendiri. Sedangkan orang di dalam kalangan engineering cenderung melihat hasil karena bekerjanya gaya tersebut, yang mungkin dapat dikembangkan untuk cara dan arah tertentu guna mencapai tujuan tertentu pula.

Gaya tersebut juga bersifat tolak-menolak atau cenderung membawa 2 benda saling tarik-menarik. Gaya tarik-menarik atau tolak-menolak tergantung pada massa



kedua benda dan tergantung atas jarak keduanya. Hal ini dapat ditunjukkan dengan persamaan gaya F antara m_1 dan m_2 yang berjarak d , yaitu :

$$F = k \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2} \quad (2.1)$$

dengan: F = gaya tarik-menarik atau tolak-menolak antara dua massa benda,

k = konstanta,

d = jarak antara kedua massa benda.

Umumnya gaya tarik-manarik atau tolak-menolak yang dihasilkan antara dua benda sangat kecil, sedangkan gaya yang dihasilkan oleh bumi cukup besar, karena massa bumi cukup besar, sehingga gaya tarik-menarik antara benda-benda tersebut dengan bumi dikenal sebagai gaya grafitasi bumi. Gaya grafitasi ini akan selalu menjaga kedudukan-kedudukan relatif planet-planet dan benda-benda langit lainnya.

Kemudian gaya grafitasi bumi pada suatu benda dengan massa m tidaklah tetap pada setiap titik di permukaan bumi, untuk menghindari berbagai pendapat di dalam satuan gaya, maka standar grafitasi ditetapkan sebagai standar gaya berat yang telah telah diterima secara internasional, yaitu $9,80665 \text{ m/dt}^2$. Seterusnya satuan gaya disebut Newton (N), yaitu apabila gaya satu Newton bekerja pada suatu benda dengan massa 1 kg, maka benda tersebut akan dipercepat 1 meter per detik kuadrat (1 m/dt^2).

2. 2. 2. Gaya dan Tekanan

Istilah gaya dan tekanan di dalam kehidupan sehari-hari sering diartikan yang sama, akan tetapi secara ilmiah dua istilah yang berbeda pengertiannya. Tekanan pada suatu permukaan atau intensitas tekanan pada permukaan adalah merupakan besaran gaya persatuan satuan luas, dengan gaya yang tegak lurus terhadap permukaan luas bidang. Misalnya ada gaya 1000 N bekerja tegak lurus pada permukaan yang mempunyai luas 5 m^2 , maka tekanannya, yaitu:



$$\text{Tekanan (P)} = F / A \quad , \quad (2.2)$$

dengan : P = tekanan,

F = gaya,

A = luas permukaan dari gaya yang bekerja,

untuk mencari harga tekanan yang disebabkan oleh gaya 1000 N tersebut adalah :

$$\begin{aligned} P &= 1000 / 5, \\ &= 200 \text{ N/m}^2. \end{aligned}$$

Satuan tekanan, yaitu N/m^2 sedangkan di Perancis orang menggunakan istilah pascal (pa) untuk N/m^2 tersebut.

$$1000 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ K N/m}^2 = 1 \text{ kpa.}$$

Contoh soal

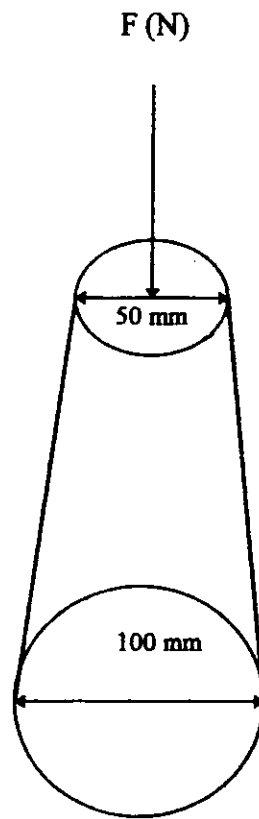
Sebuah gaya 1 kN bekerja tegak lurus pada ujung tempaan (lihat Gambar 2.1). Landasan berpenampang lingkaran 50 mm pada bagian atas dan 100 mm pada bagian dasarnya. Hitunglah tekanan pada permukaan bagian atas dan pada permukaan dasarnya.

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} \text{a. Luas permukaan bagian atas} &= (\pi/4) \cdot d^2, \\ &= (\pi/4) \cdot (50^2), \\ &= 1964 \text{ mm}^2, \\ &= 1,964 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

tekanan pada bagian atas permukaan (P), yaitu

$$P = 1000 / (1,964 \cdot 10^{-3}),$$



Gambar 2. 1. Tempaan

$$P = 509 \text{ kN/m}^2.$$

$$\begin{aligned} \text{b. luas permukaan dasar} &= (\pi/4) \cdot d^2, \\ &= (\pi/4) \cdot (100^2), \\ &= 7854 \text{ mm}^2, \\ &= 7,854 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

tekanan pada bagian dasar permukaan (P), yaitu

$$\begin{aligned} P &= 1000 / (7,854 \cdot 10^{-3}), \\ &= 127 \text{ kN/m}^2, \end{aligned}$$

jadi pada permukaan bagian atas = 509 kN/m^2 dan tekanan pada permukaan dasar = 127 kN/m^2 , berarti makin luas permukaan, maka makin kecil tekanan yang terjadi.

2. 3. Konversi Satuan

Dua sistem satuan yang umum digunakan orang di Eropah dan Amerika, yaitu satuan konvensional (*British Unit*) yang masih dipakai dengan luas di bidang industri dan di negara teknologi maju, seperti : Inggris dan Amerika Serikat.

Sedangkan SI unit (Sistem Satuan Internasional) yang berdasarkan pada sistem metrik, banyak dikembangkan di negara berkembang, seperti : Indonesia, India, Korea dan lain-lain.

Oleh sebab itu diperlukan sekali mengenal konversi kedua sistem satuan tersebut agar dapat mudah beradaptasi terhadap sistem konvensional yang mungkin masih banyak dipakai di dunia industri ataupun satuan SI yang mulai dipakai di beberapa industri baru (lihat Tabel 2.1).

Tabel 2. 1. Konversi satuan (Besari, 1987).

Kuantitas	Satuan SI	<i>British unit</i>
Panjang	m	3,28084 feet
Massa	kg	2,20462 lb
Kecepatan	m/dt	$3,048 \cdot 10^{-1}$ feet/dt
Gaya	Newton (N)	$2,248 \cdot 10^{-1}$ pounds
Tekanan	N/m^2 (pa)	$1,45038 \cdot 10^{-4}$ pounds/in ²
Usaha dan Energi	Jaoule (J)	$7,735 \cdot 10^{-1}$ foot-pounds
Kerapatan	kg m^{-3}	$6,243 \cdot 10^{-2}$ pounds/cubic foot
Volume	m^3	$3,531 \cdot 10^1$ cubic feet
Daya	kilowatt	1,341 horsepower
Kalor	kilojoule	$9,46 \cdot 10^{-1}$ BTU

MULU OPI PERUSTAJAN
IKIP PADANG

BAB 3

G E R A K

Pada bab ini akan dijelaskan tentang gerak benda tanpa memperhatikan penyebabnya bergerak benda tersebut, dikenal dengan istilah kinematika (Besari, 1987 : 172). Gerak tersebut akan dibagi atas dua bagian, yaitu : gerak lurus atau disebut juga dengan gerak linear dan gerak melingkar atau disebut juga dengan gerak rotasi.

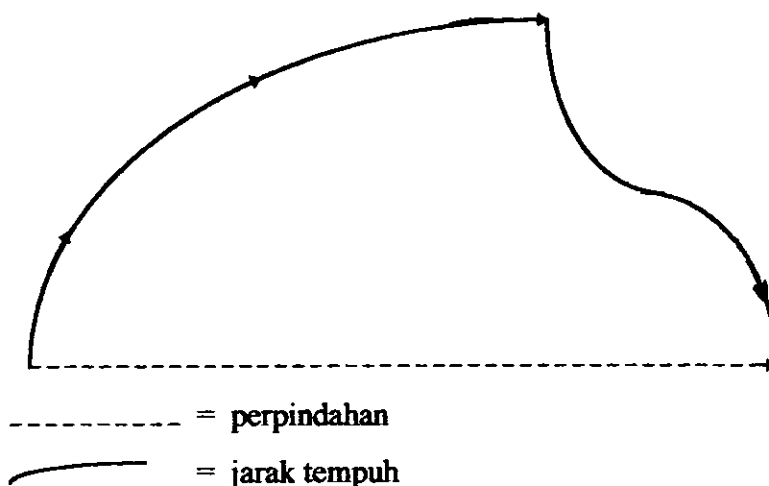
3. 1. Gerak Lurus

Di dalam mempelajari gerak lurus, beberapa hal penting, yaitu: perpindahan, jarak tempuh, kelajuan, kecepatan, percepatan, persamaan gerak lurus dan lain-lain, berikut akan ditinjau satu per satu.

3. 1.1. Perpindahan

Perpindahan merupakan suatu proses dimana benda dari sebuah titik pindah ke titik lain, misalnya sebuah mobil berpindah dari titik A ke titik B, perpindahannya dapat diukur dengan hubungan garis lurus antara posisi titik A dan titik B. Besaran perpindahan adalah AB (lihat Gambar 3. 1), sedangkan arahnya sepanjang garis AB.

Perpindahan merupakan besaran vektor, karena mempunyai besaran dan arah serta berpindah dari titik awal dan berhenti di posisi titik akhir. Oleh sebab itu perlu dibedakan antara perpindahan dan jarak tempuh. Jarak tempuh diukur sepanjang kurva jarak yang ditempuh (lihat Gambar 3.1). Perpindahan (*displacement*) dan jarak tempuh (*distance*) akan berimpit apabila jarak tempuh juga merupakan garis lurus, misalnya dari A ke B seperti Gambar 3.1. Sedangkan jarak tempuh itu sendiri merupakan skalar, karena hanya mempunyai besaran saja tanpa arah .



Gambar 3. 1. Perpindahan dan jarak tempuh

3. 1. 2. Kelajuan

Kelajuan (*speed*) didefinisikan sebagai besaran perubahan jarak pada waktu tertentu. Sedangkan satuan kelajuan, yaitu meter per detik (m/dt) di dalam SI atau km/jam. Sebagai contoh dari kelajuan, yaitu sebuah mobil menempuh jarak 50 km di dalam 1 jam, maka dikatakan kelajuan rata-ratanya 50 km/jam. Kemudian sebuah kendaraan sangat kecil kemungkinan untuk bergerak dengan kelajuan tetap sepanjang waktu. Kenyataan yang terjadi tentang kelajuan tersebut, yaitu dapat menurun atau mandek dari kelajuan rata-rata.

Kelajuan rata-rata sebuah benda didefinisikan sebagai jarak tempuh seluruhnya oleh benda tersebut di dalam waktu tertentu untuk menempuh jarak tersebut. Jika jarak tempuh adalah s meter dalam waktu t detik, maka kelajuan rata-rata, yaitu :

$$V = \frac{s}{t} \quad (3.1)$$

dengan : V = kelajuan rata-rata (m/dt),

s = jarak tempuh (meter),

t = waktu (detik).

kelajuan merupakan besaran skalar, karena harganya tidak bergantung pada arah gerakan, contohnya dengan membaca besarnya kelajuan kendaraan pada speedometer.

3. 1. 3. Kecepatan

Kecepatan (*velocity*) dapat didefinisikan sebagai perubahan jarak di dalam waktu tertentu dan arah tertentu pula. Sebagai contoh sebuah mobil berpindah ke arah utara sejauh 30 km di dalam waktu satu jam, maka dikatakan kecepatan mobil tersebut 30 km/jam ke utara. Dari keterangan tersebut dapat disimpulkan bahwa kecepatan adalah kelajuan arah tertentu atau dengan kata lain kecepatan merupakan besaran vektor yang dapat dilukiskan dengan garis lurus untuk menyatakan besarnya dan arahnya.

Kemudian perbedaan antara kelajuan dan kecepatan, akan lebih jelas lagi apabila diperhatikan perubahan kedua besaran tersebut. Kelajuan akan berubah bila angka kilometer/jam pada speedometer juga berubah. Sedangkan kecepatan akan berubah apabila angka kilometer berubah atau arah gerakan berubah, misalnya dari 30 km/jam arah utara menjadi 25 km/jam ke arah barat.

Permasalahan kecepatan ini dapat diformulasikan, yaitu apabila sebuah benda bergerak sejauh s meter pada arah tertentu dalam waktu t detik, maka V merupakan kecepatan rata-rata :

$$V = \frac{s}{t}, \quad (3.2)$$

dengan V = kecepatan (meter/detik) merupakan vektor, tetapi bentuk persamaannya sama dengan persamaan (3.1).

3. 1. 3. 1. Kecepatan Beraturan

Suatu benda dikatakan bergerak beraturan apabila besaran kecepatan tetap selama menempuh jarak yang sama di dalam di dalam waktu yang sama pula dan arah yang sama pula, misalnya:

15 meter pada akhir detik pertama,
 30 meter pada akhir detik ke dua,
 45 meter pada akhir detik ke tiga,
 dan seterusnya.

Kecepatan beraturan dapat ini diformulasikan, apabila sebuah benda bergerak dengan kecepatan tetap (V) di dalam waktu t , maka perpindahan s , yaitu :

$$s = V \cdot t \quad (3.3)$$

3. 1. 3. 2. Kecepatan Variabel

Sebuah benda bergerak dengan kecepatan variabel atau berubah-ubah, apabila benda tersebut menempuh jarak yang tidak sama di dalam waktu yang sama pada arah yang sama. Sebagai contoh, kendaraan bermotor yang mengalami kecepatan berubah-ubah tersebut diperlihatkan oleh gerak dial speedometer yang tidak konstan.

Contoh soal

Sebuah kendaraan bermotor, bergerak dari kota A ke arah Utara sejauh 7,5 km dalam waktu 30 menit, kemudian berbelok ke arah Timur dengan kecepatan konstan 30 km/jam selama 20 menit. Kendaraan tersebut berbelok lagi dengan arah 30° ke arah Tenggara dengan kecepatan 90 km/jam, selama 10 menit untuk sampai ke kota B. Hitung :

- kecepatan rata-rata di dalam km/jam ketika bergerak ke arah Utara,
- jarak total yang ditempuh,

- c. kecepatan rata-rata (km/jam) selama perjalanan,
 d. jarak langsung dari kota A ke kota B.

Penyelesaian :

- a. kecepatan kendaraan ketika bergerak ke arah Utara,

$$= \text{jarak tempuh} / \text{waktu},$$

$$= \frac{7,5 \times 60}{30},$$

$$= 15 \text{ km/jam},$$

- b. jarak yang ditempuh ke arah Timur selama 20 menit, yaitu :

$$s = V \cdot t,$$

$$= 30 \text{ km/jam} \cdot (20/60 \text{ jam}),$$

$$= 10 \text{ km},$$

jarak yang ditempuh 30° ke arah Tenggara selama 10 menit, yaitu :

$$s = 90 \text{ km/jam} \cdot (10/60 \text{ jam}),$$

$$= 15 \text{ km},$$

jarak total yang ditempuh, yaitu :

$$s \text{ total} = 7,5 + 10 + 15,$$

$$= 32,5 \text{ km},$$

- c. waktu tempuh selama perjalanan, yaitu :

$$t \text{ total} = 30 + 20 + 10,$$

$$= 60 \text{ menit (1 jam)},$$

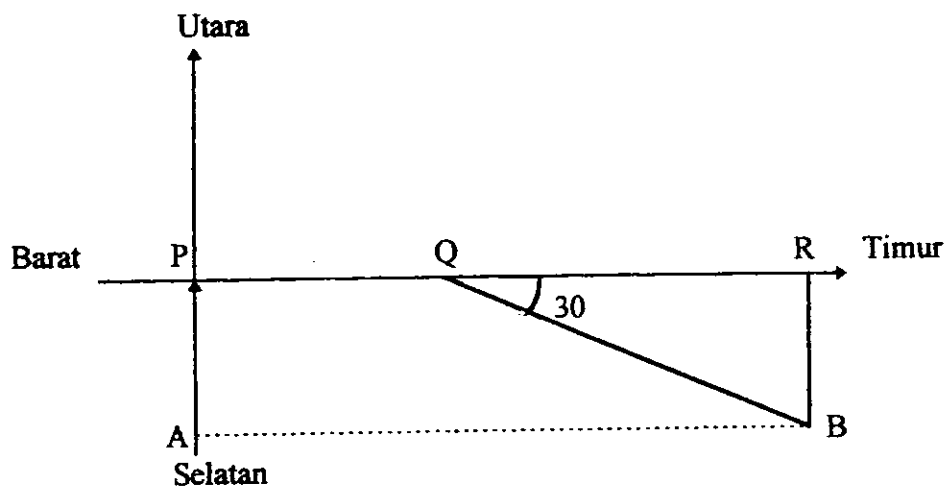
kecepatan rata-rata selama perjalanan, yaitu :

$V \text{ rata-rata} = \text{jarak yang ditempuh seluruhnya} / \text{waktu tempuh seluruhnya},$

$$= 32,5 / 1,$$

$$= 32,5 \text{ km/jam},$$

MILIK DPT PERPUSTAKAAN
 IKIP PADANG



$$AP = 7,5 \text{ km}, PQ = 10 \text{ km}, QB = 15 \text{ km},$$

Gambar 3. 2. Grafik kecepatan variabel

d. Lihat Gambar 3. 2,

dari ΔBQR ,

$$\begin{aligned} BR &= BQ \sin 30, \\ &= 15 \cdot 0,5 = 7,5 \text{ km} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{jarak } QR &= BQ \cos 30, \\ &= 15 \cdot 0.866, \\ &= 13 \text{ km}, \end{aligned}$$

jarak langsung antara A dan B, yaitu :

$$\begin{aligned} &= PQ + QR, \\ &= 10 + 13, \\ &= 23 \text{ km}. \end{aligned}$$

3. 1. 4. Percepatan

Jika kecepatan sebuah benda berubah, berarti benda tersebut mengalami percepatan. Percepatan didefinisikan sebagai besarnya perubahan kecepatan pada waktu tertentu, jika perubahan cenderung konstan, maka percepatan tersebut

dikatakan uniform (tetap). Dengan kata lain kecepatan dihubungkan dengan pertambahan kecepatan, jika kecepatan tersebut menurun dikatakan perlambatan.

Sebagai contoh terjadi percepatan dari suatu benda: misalkan, sebuah kendaraan bergerak di jalan raya lurus mengalami perubahan kecepatan dari 1 m/dt, 2,5 m/dt, 4 m/dt dan seterusnya. Hal ini berarti kecepatan kendaraan bertambah secara tetap, yaitu 1,5 m/dt setiap detik atau lebih umum dikatakan kendaraan mengalami pertambahan kecepatan 1,5 m/dt.

Percepatan suatu benda dapat diformulasikan sebagai berikut, yaitu :

$$a = \frac{dV}{dt} \quad , \quad (3.4)$$

dengan : a = percepatan benda (m/dt²),

dV = perubahan kecepatan (m/dt),

dt = perubahan waktu (detik).

Contoh soal

1. Sebuah benda bergerak dengan kecepatan 36 km/jam, dipercepat beraturan sehingga kecepatannya menjadi 108 km/jam di dalam 16 detik. Tentukan percepatan benda tersebut.

Penyelesaian :

$$\text{kecepatan awal} = 36 \text{ km/jam,}$$

$$= 36 \cdot 5/18,$$

$$= 10 \text{ m/dt,}$$

$$\text{kecepatan akhir} = 108 \cdot 5/18,$$

$$= 30 \text{ m/dt,}$$

$$\text{jadi percepatan (a)} = (\text{kecepatan akhir} - \text{kecepatan awal}) / \text{waktu,}$$

$$= (30 - 10) / 16,$$

$$= 1,25 \text{ m/dt}^2,$$

2. Sebanyak tiga foot telegraph, A, B dan C terletak dipinggir jalan, jarak $AB=BC=50\text{m}$. Sebuah sepeda motor berjalan dengan percepatan beraturan melewati pos A sampai ke pos B setelah 8 detik dan 7 detik untuk sampai di pos C dari pos B. Hitung percepatan sepeda motor dan kecepatan pada A dan B.

Penyelesaian :

kecepatan rata-rata sepeda motor untuk menempuh pos A ke pos B (lihat Gambar 3.3),

$$\begin{aligned} V \text{ rata-rata} &= \text{jarak AB} / \text{waktu}, \\ &= 50/8, \\ &= 6,25 \text{ m/dt}, \end{aligned}$$

ini terjadi di titik x, setelah 4 detik dari A,

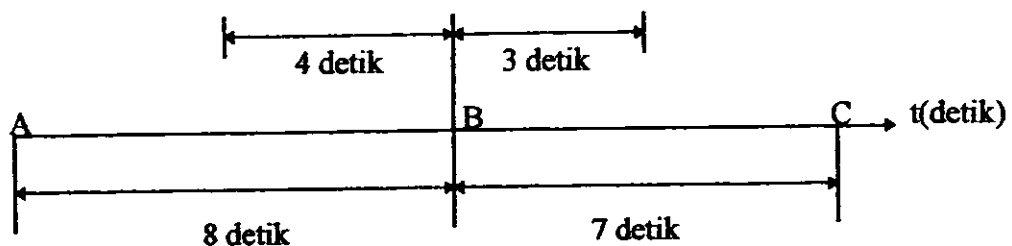
kecepatan rata-rata ketika menempuh jarak dari B ke C (lihat Gambar 3.3),

$$\begin{aligned} V \text{ rata-rata} &= \text{jarak BC} / \text{waktu}, \\ &= 50/7, \\ &= 7,14 \text{ m/dt}, \end{aligned}$$

ini terjadi di titik dititik y, setelah 3,5 detik dari B,

percepatan sepeda motor, yaitu :

$$\begin{aligned} a &= (\text{perubahan kecepatan dari x ke y}) / (\text{waktu dari x ke y}), \\ &= \frac{7,14 - 6,25}{4 + 3,5}, \\ &= 0,12 \text{ m/dt}^2, \end{aligned}$$



Gambar 3. 3. Grafik waktu

K1
17 521.112
HEN
K2

850/K/197-K2 (2)

perubahan kecepatan dalam 4 detik, yaitu :

$$\begin{aligned} &= \text{percepatan} \times \text{waktu}, \\ &= 0,12 \cdot 4, \\ &= 0,48 \text{ m/dt}, \end{aligned}$$

kecepatan di titik A, yaitu :

$$\begin{aligned} V_A &= \text{kecepatan di } x - 0,48, \\ &= 6,25 - 0,48, \\ &= 5,77 \text{ m/dt}, \end{aligned}$$

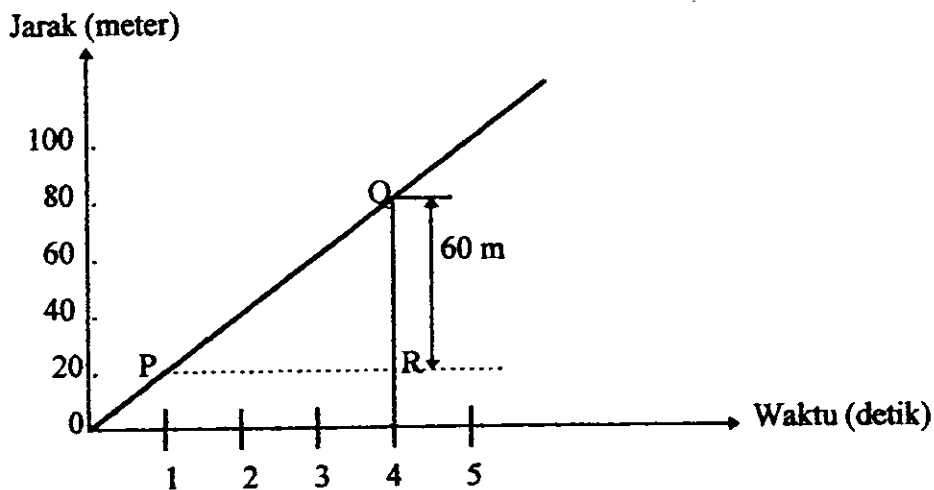
kecepatan di titik B, yaitu :

$$\begin{aligned} V_B &= \text{kecepatan di } x + 0,48, \\ &= 6,25 + 0,48, \\ &= 6,73 \text{ m/dt}. \end{aligned}$$

MILIK UPT PERPUSTAKAAN
IKIP PADANG

3. 1. 5. Grafik Jarak dan Waktu

Jarak yang ditempuh di dalam satuan waktu dapat dilukiskan dengan grafik. Grafik yang dihasilkan merupakan garis lurus, apabila benda bergerak dengan kecepatan konstan, besar pertambahan jarak sebanding dengan waktu.



Gambar 3. 4. Grafik jarak dan waktu

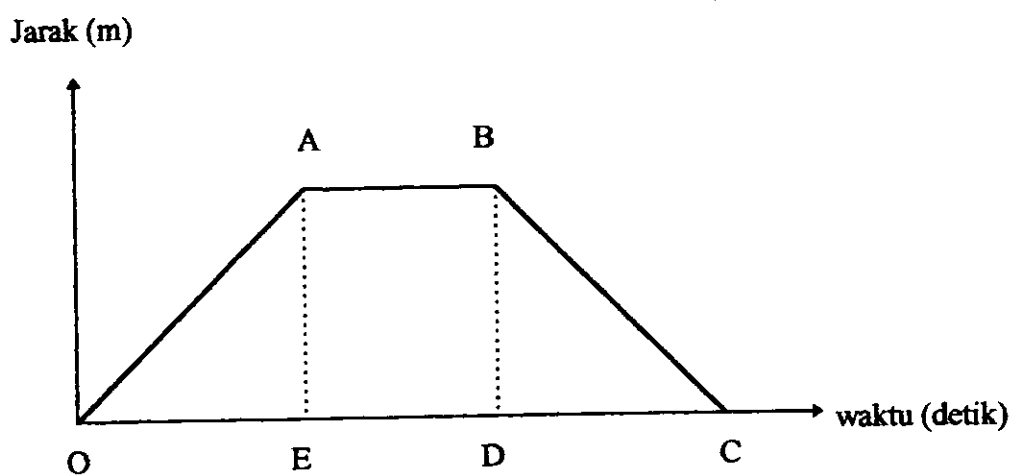
Misalkan benda bergerak dengan kecepatan tetap 20 m/dt pada arah tertentu, jarak yang ditempuh oleh benda adalah 20 meter pada akhir detik pertama, 40 meter pada detik kedua, 60 meter pada detik ketiga dan seterusnya. Grafik jarak dan waktu dapat dilukiskan seperti pada Gambar 3. 4.

Jika PQ dikatakan sebagai grafik lurus, maka panjang PR dan QR dapat diukur sesuai dengan skalanya, hasil dari OR/PR merupakan besarnya kecepatan, yaitu :

$$\begin{aligned} \text{kecepatan (V)} &= \text{jarak QR} / \text{waktu PR} , & (3.5) \\ &= 60/3 \text{ (m/dt)}, \\ &= 20 \text{ m/dt}. \end{aligned}$$

Dari hasil di atas dapat disimpulkan, apabila grafik jarak dan waktu berupa garis lurus, maka gerakan yang terjadi adalah kecepatan selaras sedangkan perbandingan QR/PR merupakan besarnya kecepatan tersebut.

Kemudian grafik jarak dan waktu dapat terdiri dari 2 atau lebih garis lurus (lihat Gambar 3.5), dapat disimpulkan bahwa suatu benda akan bergerak pada arah tertentu dengan kecepatan selaras selama waktu tertentu.



Gambar 3. 5. Grafik jarak dan waktu

Gambar 3.5 melukiskan grafik kecepatan dan waktu pada kondisi seperti berikut :

OA = menggambarkan gerak lurus kecepatan konstan,

AB = tiada gerak,

BC = gerak kembali ke tempat semula.

3. 1. 6. Grafik Kecepatan dan Waktu

Di dalam melukiskan grafik kecepatan dan waktu untuk gerak dengan kecepatan selaras, maka garis lurus yang sejajar pada sumbu horizontal (waktu) akan diperoleh dengan syarat kecepatan tidak berubah.

Pada Gambar 3. 6 melukiskan grafik kecepatan dan waktu untuk kecepatan selaras 20 m/dt:

$$\begin{aligned} \text{Luas segi empat OABC} &= OA \times OC, \\ &= 20 \text{ m/dt} \cdot 5 \text{ detik}, \\ &= 100 \text{ meter}, \end{aligned}$$

jadi Gambar 3.5 tersebut melukiskan jarak yang ditempuh di dalam waktu 5 detik adalah 100 meter.

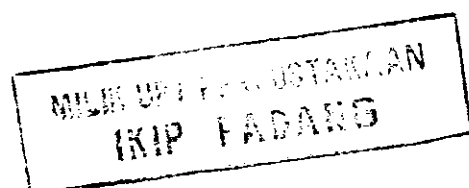
Apabila kecepatan bertambah secara beraturan, maka terjadi percepatan selaras, misalnya suatu kendaraan menempuh jalan raya dengan kecepatan 20 m/dt, jika percepatan selaras dan konstan sebesar 2 m/dt², mengakibatkan kecepatan kendaran menjadi (lihat Gambar 3.6) :

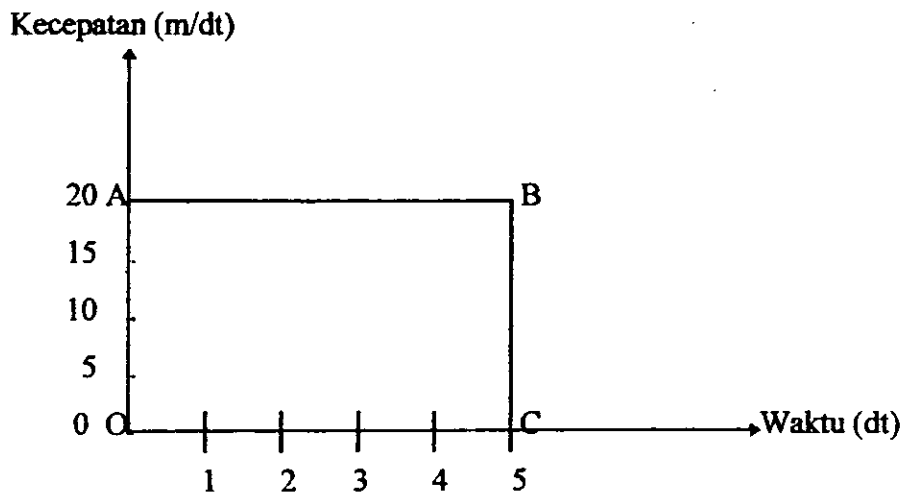
22 m/dt pada akhir detik pertama,

24 m/dt pada akhir detik kedua,

26 m/dt pada akhir ketiga,

dan seterusnya.





Gambar 3. 6. Grafik kecepatan selaras dan waktu

Seperti yang terlihat pada Gambar 3.7 grafik kecepatan dan waktu berupa garis lurus. Percepatan dapat dibaca dengan menghitung slope dari garis lurus tersebut, misalnya diambil titik X dan Y, maka perbandingan antara YX dengan XZ menunjukkan percepatan yang terjadi, yaitu :

$$\text{Percepatan} = \text{YZ} / \text{XZ} \quad (3.6)$$

dengan : YZ = pertambahan kecepatan,

XZ = waktu yang diperlukan di dalam pertambahan kecepatan,

$$a = 4 / 2 \text{ (dari slope pada Gambar 3.7),}$$

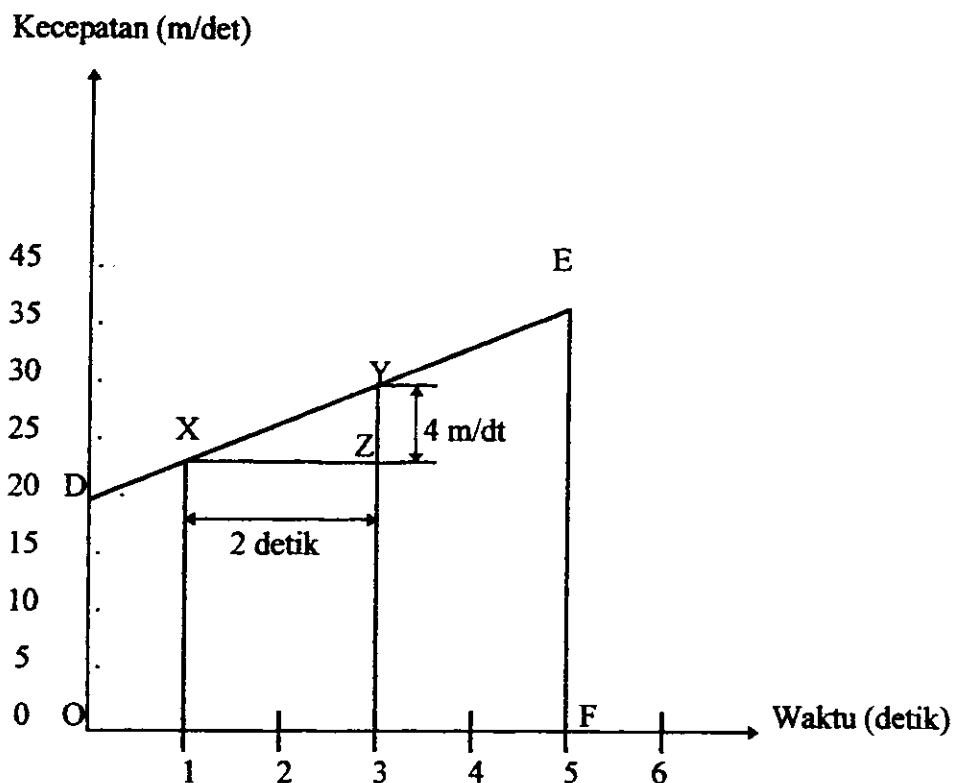
$$= 2 \text{ m/dt,}$$

kemudian jarak yang ditempuh selama 5 detik (lihat Gambar 3.7), yaitu :

$$\begin{aligned} \text{luas trapesium ODEF} &= \left(\frac{\text{OD} + \text{FE}}{2} \right) \times \text{OF}, \\ &= \left(\frac{20 + 30}{2} \text{ m / dt} \right) 5 \text{ detik,} \end{aligned}$$

$$= 125 \text{ meter,}$$

jadi luas trapesium ODEF sebesar 125 meter tersebut menunjukkan jarak yang ditempuh oleh kendaraan.

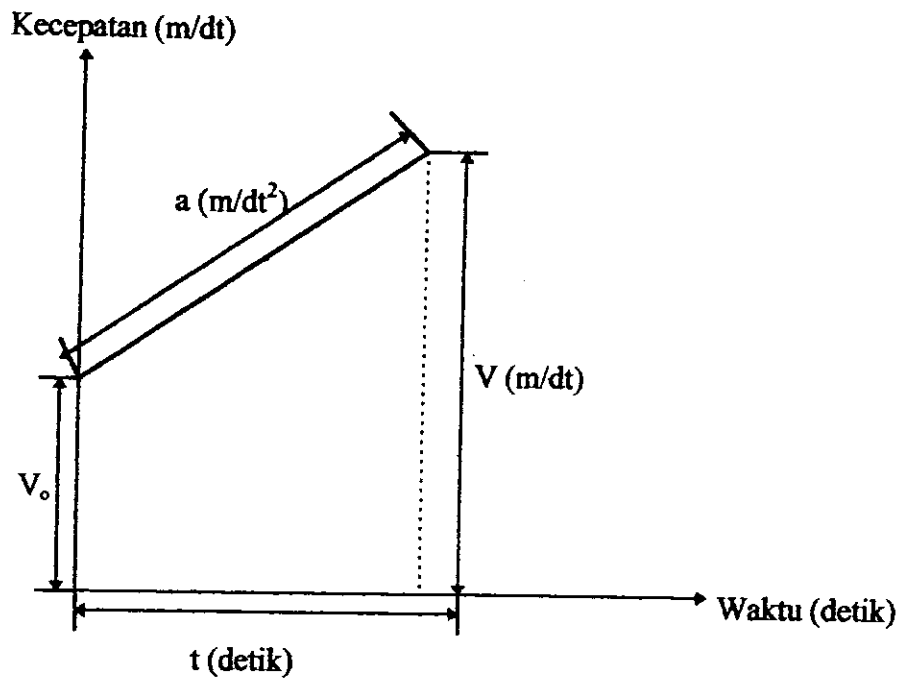


Gambar 3. 7. Grafik kecepatan bertambah secara beraturan dan waktu

Dari penjelasan di atas dapat disimpulkan semua hal bagaimana ruwetnya perubahan kecepatan, jarak tempuh, bentuk gerak di dalam priode waktu tertentu dapat ditunjukkan dengan luas yang terdapat pada grafik kecepatan waktu.

3. 1. 7. Persamaan Gerak Lurus

Persamaan gerak lurus yang berhubungan dengan jarak, kecepatan, percepatan dan waktu, hal ini yang dibicarakan lebih banyak di dalam gerak lurus yang beraturan, bentuknya dapat ditulis seperti berikut (lihat Gambar 3.8), yaitu dengan memakai slop grafik kecepatan dan waktu:



Gambar 3. 8. Slop grafik kecepatan dan waktu

Simbul-simbul yang digunakan di dalam persamaan gerak lurus, yaitu :

s = jarak tempuh (meter)

t = waktu (detik)

V_0 = kecepatan awal (m/detik)

V = kecepatan akhir (m/detik)

a = percepatan (m/detik²)

Percepatan = perubahan kecepatan/waktu,

$$a = \frac{V - V_0}{t},$$

$$a.t = V - V_0,$$

$$V = V_0 + a.t,$$

(3.7)

luas daerah grafik menunjukkan jarak tempuh (lihat Gambar 3.8), yaitu:

$$\text{Luas} = \left(\frac{OA + BC}{2} \right) \times OC,$$

$$s = \left(\frac{V_0 + V}{2} \right) \cdot t,$$

$$s = \left(\frac{V_0 + V_0 + at}{2} \right) \cdot t,$$

$$s = V_0 \cdot t + 1/2 a \cdot t^2. \quad (3.8)$$

Dapat ditulis persamaan ini lebih jauh lagi dengan mengkuadratkan kedua sisi kemudian disubstitusikan ke persamaan (3.8), diperoleh, yaitu :

$$V^2 = (V_0 + at)^2,$$

$$V^2 = V_0^2 + 2 \cdot V_0 \cdot at + (at)^2,$$

$$= V_0^2 + 2 \cdot a \cdot (V_0 \cdot t + 1/2 \cdot a \cdot t^2),$$

$$= V_0^2 + 2 \cdot a \cdot s,$$

$$V^2 = V_0^2 + 2 \cdot a \cdot s, \quad (3.9)$$

harga a akan positif bila dipercepat dan negatif bila diperlambat.

Contoh soal

1. Sebuah mobil bergerak dengan kecepatan 36 km/jam dari keadaan diam, setelah 5 detik gigi mobil tersebut ditukar sehingga pada 5 detik berikutnya kecepatan mobil menjadi 108 km/jam, kemudian mobil tersebut di rem dan mobil berhenti pada jarak 75 m.

Hitunglah :

- a. percepatan mobil pada setiap pertukaran gigi,
- b. perlambatan,
- c. waktu total yang diperlukan.

Penyelesaian :

a. Kecepatan awal $V_0 = 0$,

kecepatan akhir $V = 36 \text{ km/jam} = 10 \text{ m/detik}$

waktu $t = 5 \text{ detik}$

percepatan $a = ?$

$$V = V_0 + a \cdot t,$$

$$a = (V - V_0) / (t),$$

$$= (10 - 0) / 5,$$

$$= 2 \text{ m/detik}^2,$$

pada gigi kedua : kecepatan awal $V_0 = 10 \text{ m/detik}^2$,

kecepatan akhir $V = 108 \text{ km/jam}$,

$= 30 \text{ m/detik}$,

waktu $= 5 \text{ detik}$,

$a = ?$

$$a = (V - V_0) / t,$$

$$= (30 - 10) / 5,$$

$$= 4 \text{ m/detik}^2.$$

b. $V_0 = 30 \text{ m/detik}$,

$V = 0$ (mobil berhenti),

jarak yang ditempuh (S) $= 75 \text{ m}$,

$t = \dots\dots\dots$,

$a = \dots\dots\dots$,

waktu pengereman :

$$s = \left(\frac{V_0 + V}{2} \right) \cdot t,$$

$$75 = \left(\frac{30 + 0}{2} \right) \cdot t,$$

$$15 \cdot t = 75,$$

$$t = 5 \text{ detik},$$

maka perlambatan yang terjadi adalah :

$$V^2 - V_0^2 = 2 \cdot a \cdot S,$$

$$a = \frac{V^2 - V_0^2}{2 \cdot s},$$

$$= \frac{0^2 - 30^2}{2 \cdot 75},$$

$$= (-100)/150,$$

$$= -6 \text{ m/dt}^2.$$

c. Total waktu = waktu pada gigi pertama + waktu gigi kedua + waktu pengeraman,

$$= (5 + 5 + 5) \text{ detik},$$

$$= 15 \text{ detik}.$$

2. Hitunglah waktu yang dibutuhkan suatu benda untuk mencapai jarak 0,8 km, jika kecepatan awal 10 m/dt dengan percepatan beraturan 3 m/dt².

Penyelesaian :

Kecepatan awal = 10 m/detik,

percepatan a = 3 m/detik²,

jarak S = 0,8 km = 800 m,

$$s = V_0 t + 1/2 \cdot a t^2,$$

$$800 = 10 t + 1/2 \cdot 3 t^2,$$

$$1,5 t^2 + 10 t - 800 = 0,$$

perhitungan ini diselesaikan dengan persamaan kuadrat, yaitu :

$$t = \frac{-10 + \sqrt{(10^2 + (4 \cdot 1,5 \cdot 800))}}{2 \cdot 1,5},$$

$$t = 20 \text{ detik},$$

waktu yang dibutuhkan untuk menempuh jarak 0,8 km adalah 20 detik.

3. 1. 8. Benda Jatuh Bebas

Apabila sebuah benda jatuh bebas dari ketinggian tertentu, maka kecepatan benda tersebut akan bertambah, hal ini disebabkan pengaruh dari gaya tarik menarik antara benda dengan bumi. Tarikan yang dialami benda mengarah ke pusat bumi, disebut juga dengan gaya grafitasi.

Melalui eksperimen hal-hal ini telah dibuktikan, bahwa seluruh benda yang berbentuk seperti apapun juga akan jatuh mengarah ke pusat bumi dengan percepatan yang sama bila tidak ada gerakan yang menahannya. Percepatan benda jatuh ini merupakan percepatan uniform dan lazim disebut percepatan grafitasi dengan simbol g .

Seperti yang diketahui bahwa bumi tidak bulat sempurna dengan radiusnya lebih kecil pada bagian kutub Utara dan Selatan serta bagian Katulistiwa, sehingga besarnya percepatan grafitasi sedikit bervariasi pada tempat-tempat di permukaan bumi. Pada permukaan laut harga grafitasi (g) sama dengan $9,81 \text{ m/dt}^2$, di katulistiwa harganya sekitar $9,78 \text{ m/dt}^2$, sedangkan di daerah kutub harganya $9,832 \text{ m/dt}^2$.

Persamaan gerak lurus dapat dipakai untuk menentukan persamaan gerak benda jatuh bebas sebagai gerak dipercepat beraturan di bawah pengaruh grafitasi dengan mengabaikan tahanan udara. Jika h adalah tingi jatuh benda di dalam waktu t , sehingga kecepatan V benda dapat ditentukan dengan mengubah parameter-parameter persamaan gerak lurus seperti s dengan h dan a dengan g , sedangkan kecepatan awal V_0 sama dengan nol, diperoleh :

$$V = g \cdot t \quad , \quad (3.10)$$

$$h = 1/2 \cdot V \cdot t \quad , \quad (3.11)$$

$$h = 1/2 \cdot g \cdot t^2 \quad , \quad (3.12)$$

$$V^2 = 2 \cdot g \cdot h \quad \text{atau} \quad V = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad (3.13)$$

Contoh soal

- a. Hitunglah lamanya sebuah benda untuk mencapai tanah, jika dijatuhkan bebas dari ketinggian 490,5 meter.
- b. Berapakah kecepatan benda tersebut ketika bertumbukan dengan tanah (harga $g = 9,81 \text{ m/dt}^2$).

Penyelesaian :

a. $h = 490,5 \text{ m}$,

$$h = 1/2 g \cdot t^2,$$

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}},$$

$$= \sqrt{\frac{2 \times 490,5 \text{ dt}^2 \cdot \text{m}}{9,81 \text{ m}}},$$

$$= 10 \text{ detik},$$

b. $V = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$,

$$= \sqrt{2 \times 9,81 \times 490,5},$$

$$= 9,81 \text{ m/dt}.$$

3. 2. Gerak Melingkar

Di samping gerak lurus ada gerak melingkar (rotasi), gerak ini merupakan gerak mekanik yang sering dijumpai di dalam suatu peralatan mesin, motor, mesin produksi dan lain-lain. Misalnya gerak lurus torak diubah menjadi gerak melingkar engkol melalui suatu sistem transmisi diakhiri dengan gerak putar roda yang berjalan sepanjang jalan raya.

Selanjutnya akan dijelaskan beberapa kaedah dan rumusan pada gerak melingkar ini, yaitu :

3. 2. 1. Perpindahan Sudut

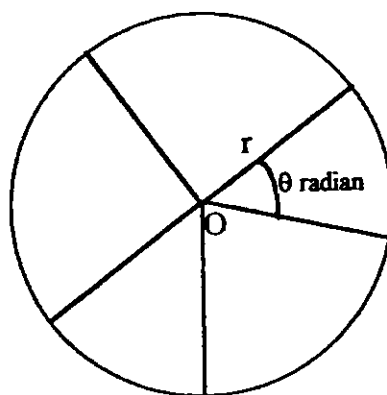
Kecepatan suatu komponen berputar, misalnya poros mesin, biasanya diungkapkan dalam revolusi per menit (RPM), tetapi hal-hal yang berhubungan dengan gerak melingkar seperti perpindahan sudut (*angular displacement*) lebih sering digunakan istilah radian per detik.

Radian disingkat dengan rad, merupakan satuan dasar untuk perpindahan sudut dan didefinisikan sebagai sudut yang dibentuk pada pusat lingkaran oleh suatu arcus, yang panjang sama dengan jari-jari lingkaran (lihat Gambar 3. 9). Panjang arcus untuk satu revolusi adalah keliling lingkaran $2\pi r$. Dengan demikian sudut satu radian berhubungan dengan satu revolusi, yaitu:

$$\begin{aligned} \text{panjang arcus} &= (\text{panjang keliling lingkaran}) / \text{jari-jari lingkaran}, \\ &= (2 \cdot \pi \cdot r) / r, \\ &= 2\pi \text{ radian}, \end{aligned}$$

bila satu revolusi = 360° , maka :

$$\begin{aligned} 2\pi \text{ radian} &= 360^\circ, \\ 1 \text{ radian} &= 360 / 2\pi, \\ &= 57,3^\circ. \end{aligned}$$



Gambar 3. 9. Gerak melingkar

Jika s sebagai panjang arcus dengan sudut θ radian pada pusat lingkaran yang berjari-jari r (lihat Gambar 3. 9), maka:

$$\theta = s / r \text{ radian atau,}$$

$$s = r \cdot \theta . \quad (3.14)$$

Contoh soal

Sebuah roda bergaris tengah (diameter) 560 mm, berputar dengan sudut 60° . Hitung jarak perpindahan dalam meter.

Penyelesaian :

Konversikan sudut 60° dalam radian, yaitu :

$$\theta = 60 \times (2\pi/360),$$

$$= \pi/3,$$

jarak perpindahan (s) = $r \cdot \theta$,

$$= (560/2) \times (22/27),$$

$$= 293 \text{ mm.}$$

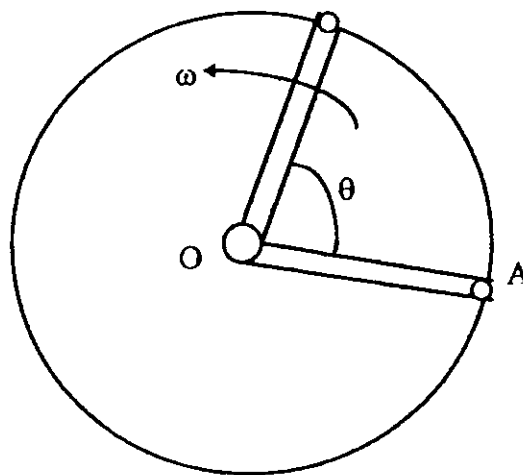
3.2.2. Kecepatan Sudut

Kecepatan sudut didefinisikan sebagai besaran perpindahan sudut pada absis dalam waktu tertentu dan disimbulkan dalam huruf Yunani ω (omega) dengan satuan radian per detik.

Batang OA berputar berlawanan arah jarum jam pada titik pusat (lihat Gambar 3.10). Jika batang tersebut memerlukan waktu selama t detik untuk berputar melalui sudut θ radian, maka batang mempunyai kecepatan sudut, yaitu :

Kecepatan sudut rata-rata = berputaran sudut / waktu,

$$\omega = \theta / t \text{ (rad/dt),} \quad (3.15)$$



Gambar 3. 10. Kecepatan sudut

jika harga ω tetap, maka batang OA berputar melalui sudut yang sama dalam waktu yang sama pula.

Konversi satuan untuk kecepatan sudut, yaitu satuan revolusi per menit menjadi radian per detik. Misalnya batang OA diputar dengan kecepatan tetap, N Rpm, sehingga :

$$\text{Jumlah revolusi per detik} = N / 60,$$

sedangkan batang berputar 2π radian di dalam revolusi, maka :

$$\text{kecepatan sudut } (\omega) = 2\pi \times \frac{N}{60} \text{ rad/dt},$$

$$\omega = \frac{2\pi \cdot N}{60} \text{ rad/dt} . \quad (3.16)$$

Contoh soal

Sebuah pulli dinamo sedang berputar dengan kecepatan sudut 220 rad/dt. Hitung kecepatan di dalam Rpm.

Penyelesaian :

$$\omega = \frac{2\pi \cdot N}{60} \text{ rad/dt},$$

$$\begin{aligned} N &= \frac{60 \cdot \omega}{2\pi} \text{ rev/menit}, \\ &= (60 \cdot 220 \cdot 7) / (2 \cdot 22), \\ &= 2100 \text{ Rpm}. \end{aligned}$$

3. 2. 3. Percepatan Sudut

Percepatan merupakan besaran perubahan kecepatan sudut di dalam waktu tertentu. Simbul yang umum dipergunakan pada percepatan sudut adalah α dengan satuan radian perdetik kuadrat (rad/dt^2).

Jika sebuah benda bergerak dengan kecepatan sudut tertentu bergerak di dalam lingkaran, berubah dari ω_1 rad/dt menjadi ω_2 rad/dt dalam waktu t detik, percepatan rata-rata dapat dituliskan sebagai berikut, yaitu :

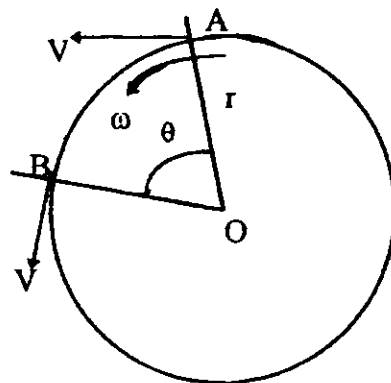
$$\alpha = \frac{\omega_2 - \omega_1}{t} \quad (3. 17)$$

Sama halnya dengan percepatan gerak lurus, maka harga percepatan sudut juga dapat positif atau negatif tergantung dari hasilnya apakah bertambah atau berkurang.

3. 2. 4. Hubungan antara Gerak Lurus dan Gerak Melingkar

Jika sebuah titik pada tepi sebuah roda gila yang berjari-jari r , bergerak dengan kecepatan sudut beraturan ω rad/dt (lihat Gambar 3. 11). Kecepatan V pada setiap saat (*instant*) atau disebut juga kecepatan sesaat torus (*instant torus*), dihitung sebagai kecepatan V yang selalu mengarah sepanjang tangen bagian tepi roda gila. Kemudian pada waktu t detik, jari-jari OA berputar melalui sudut θ , sebesar :

$$\theta = \omega \cdot t,$$



Gambar 3. 11. Hubungan kecepatan sudut dengan kecepatan gerak lurus

dengan kondisi ini, titik akan berpindah melalui arcus AB, yaitu :

$$s = r \cdot \theta,$$

$$= r \cdot \omega \cdot t,$$

kecepatan gerak lurus dari titik tersebut pada tepi roda gila adalah :

kecepatan = (jarak waktu ditempuh) / waktu,

$$V = (r \cdot \omega \cdot t) / t ,$$

$$V = r \cdot \omega , \tag{3.18}$$

satuan yang digunakan untuk menyelesaikan hal ini adalah, jika kecepatan sudut ω dalam rad/dt dan r dalam meter, maka kecepatan gerak lurus V akan menjadi meter/detik.

Proses mencari hubungan antara kecepatan sudut dengan kecepatan gerak lurus, juga dipakai untuk mencari hubungan antara percepatan gerak lurus dengan percepatan sudut. Jika roda gila sedang berputar dengan percepatan α (rad/dt²), yaitu :

Percepatan gerak lurus a = percepatan sudut α dikali jari-jari,

$$a = \alpha \cdot r . \tag{3.19}$$

Contoh soal

1. Sebuah mesin gerinda berdiameter 200 mm, berputar 2100 Rpm. Hitunglah kecepatan mesin gerinda dalam meter/detik.

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}\omega &= \frac{2\pi \cdot N}{60} \text{ rad/dt,} \\ &= \frac{2\pi \cdot 2100}{60}, \\ &= 220 \text{ rad/dt,} \\ V &= \omega \cdot r, \\ &= 220 \cdot (200/2), \\ &= 220 \text{ m/dt.}\end{aligned}$$

2. Sebuah truk menambah kecepatan beraturan dari 50 Rpm menjadi 1100 Rpm dalam 40 detik. Hitunglah percepatan sudut roda truk tersebut dalam rad/dt², jika diameter roda 700 mm dan percepatan gerak lurus pada ban truk tersebut.

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}\text{kecepatan sudut awal } (\omega_1) &= 50 \cdot (2\pi/60), \\ &= 5\pi / 3 \text{ rad/dt,} \\ \text{kecepatan sudut akhir } (\omega_2) &= 1100 (2\pi/60), \\ &= 110 \pi / 3 \text{ rad/dt,}\end{aligned}$$

percepatan sudut tersebut, yaitu :

$$\begin{aligned}\alpha &= \frac{\omega_2 - \omega_1}{t} \text{ rad/dt}^2, \\ &= \left(\frac{110\pi}{3} - \frac{5\pi}{3} \right) \times (1/40),\end{aligned}$$

$$= (105 \pi) / (3 \cdot 40),$$

$$= 2,75 \text{ rad/dt}^2,$$

maka percepatan gerak lurus menjadi,

$$a = \alpha \cdot r ,$$

$$= 2,75 \times (700/2100),$$

$$= 0,965 \text{ m/dt}^2.$$

3. 2. 5. Persamaan-Persamaan Gerak Melingkar

Persamaan-persamaan gerak melingkar dengan percepatan konstan, umumnya sejalan dengan rumusan untuk persamaan gerak lurus, yaitu :

$$\omega_2 = \omega + \alpha \cdot t \quad , \quad (3.20)$$

$$\theta = \left(\frac{\omega_1 + \omega_2}{2} \right) \cdot t \quad , \quad (3.21)$$

$$\theta = \omega_1 \cdot t + 1/2 \cdot \alpha \cdot t^2 \quad , \quad (3.22)$$

$$\omega_2^2 = \omega_1^2 + 2 \cdot \alpha \cdot \theta \quad . \quad (3.23)$$

Contoh soal

Sebuah roda dalam keadaan diam, dipercepat selama 60 detik dengan percepatan sudut $2,2 \text{ rad/dt}^2$, kemudian diperlambat sampai roda tersebut berhenti dalam waktu 80 detik. Hitunglah :

- a. kecepatan sudut maksimum,
- b. perlambatan,
- c. jumlah putaran roda.

Penyelesaian :

Selama percepatan beraturan,

kecepatan sudut awal (ω_1) = 0,

kecepatan sudut akhir (ω_2) = ?,

percepatan sudut (α) = 2,2 rad/det²,

waktu (t) = 60 detik.

jarak tempuh sudut (θ) = ?,

$$\begin{aligned}\omega_2 &= \omega + \alpha \cdot t, \\ &= 0 + 2,2 \cdot 60 \text{ rad/dt}, \\ &= 132 \text{ rad/dt},\end{aligned}$$

kecepatan sudut maksimum = 132 rad/det.

Sekarang :

$$\begin{aligned}\theta &= \omega_1 \cdot t + 1/2 \cdot \alpha \cdot t^2 \\ &= 0 + 1/2 \cdot 2,2 (60)^2, \\ &= 3960 \text{ rad},\end{aligned}$$

jumlah putaran yang dibuat roda selama percepatan sudut, yaitu :

$$\begin{aligned}N &= \theta / 2\pi, \\ &= (3600/2) \times (7/22), \\ &= 630 \text{ revolusi},\end{aligned}$$

selama perlambatan,

kecepatan sudut awal (ω_1) = 132 rad/dt,

kecepatan sudut akhir (ω_2) = 0,

waktu (t) = 80 detik,

$$\alpha = \frac{\omega_2 - \omega_1}{t} \text{ rad/dt}^2,$$