

Buku Fisika Komputasi

By Apit Fathurohman

WORD COUNT

22094

TIME SUBMITTED

14-APR-2023 11:21AM

PAPER ID

98705544

FISIKA KOMPUTASI



Apit Fathurohman, S.Pd., M.Si., Ph.D.



Dr. Leni Marlina, S.Pd., M.Si.

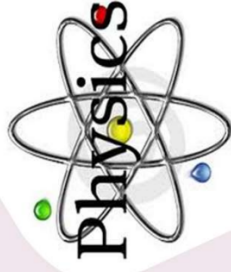


Fisika Komputasi

2020

FISIKA KOMPUTASI

Apit Fathurohman, S.Pd., M.Si., Ph.D.
Dr. Leni Marlina, S.Pd., M.Si.



Magister Pendidikan Fisika
Universitas Sriwijaya

2020

FISIKA KOMPUTASI

**70 Sanksi pelanggaran Pasal 72
Undang-undang Nomor 19 Tahun 2002
Tentang Perubahan atas Undang-undang Nomor 12 Tahun 1997
Pasal 44 Tentang Hak Cipta**

- 11**
1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) atau pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp. 1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah)
 2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran hak cipta atau hak terkait, sebagaimana dimaksud ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp.500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah)

38

FISIKA KOMPUTASI

Apit Fathurohman, S.Pd., M.Si., Ph.D

Dr. Leni Marlina, S.Pd., M.Si



38

FISIKA KOMPUTASI

Apit Fathurohman, S.Pd., M.Si., Ph.D

Dr. Leni Marlina, S.Pd., M.Si

24

UPT. Penerbit dan Percetakan

Universitas Sriwijaya 2020

Kampus Unsri Palembang

Jalan Srijaya Negara, Bukit Besar Palembang 30139

Telp. 0711-360969

email : unsri.press@yahoo.com, penerbitunsri@gmail.com

website : www.unsri.unsripress.ac.id

Anggota APPTI No. 026/KTA/APPTI/X/2015

Anggota IKAPI No. 001/SMS/2009

Cetakan Pertama, Mei 2020

174 halaman : 29 x 21 cm

Hak cipta dilindungi undang-undang.

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun mekanik, termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan menggunakan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari Penerbit.

Hak Terbit Pada Unsri Press

ISBN : 978-979-587-871-1

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokatuh

Segala puji bagi Allah Subhanahu Wata'ala yang telah memberikan kami kemudahan sehingga kami dapat menyelesaikan buku ini dengan tepat waktu. Tanpa pertolongan-Nya tentunya kami tidak akan sanggup untuk menyelesaikan buku ini dengan baik. Penulis mengucapkan syukur kepada Allah Subhanahu Wata'ala atas limpahan nikmat sehat-Nya, baik itu berupa sehat fisik maupun akal pikiran, sehingga penulis mampu untuk menerbitkan edisi baru buku fisika.

Sholawat serta salam semoga terlimpah curahkan kepada baginda tercinta kita yaitu Nabi Muhammad Sallahualaihiwassalam yang kita nanti-nantikan syafa'atnya di akhirat nanti. Tujuan utama penerbitan ini adalah untuk membantu para mahasiswa yang mengikuti mata kuliah Fisika Komputasi.

Penulis tentu menyadari bahwa buku ini masih jauh dari kata sempurna dan masih banyak terdapat kesalahan serta kekurangan di dalamnya. Untuk itu, penulis mengharapkan kritik serta saran dari pembaca untuk buku ini, supaya buku ini nantinya dapat menjadi buku yang lebih baik lagi. Apabila terdapat banyak kesalahan pada buku ini penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian buku ini. Demikian, semoga buku ini dapat bermanfaat. Terima kasih.

Wassalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokatuh

Palembang, April 2020

Penulis

DAFTAR ISI

7 Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vi
Daftar Tabel	ix
Daftar Gambar	x
Daftar Lampiran	xiii

BAB I VEKTOR

Penemu Vektor.....	2
50 Kompetensi Inti.....	3
Kompetensi Dasar	3
Indikator Pencapaian Kompetensi	4
Tujuan Pembelajaran	4
Pengantar.....	5
Ringkasan Materi	6
Vektor	7
Pengertian Besaran Vektor dan Besaran Skalar.....	7
Jenis-Jenis Vektor	8
Melukiskan Vektor.....	9
Resultan Vektor	9
Penyelesaian Dengan Program Matlab	16
Materi Trigonometri.....	18
Latihan	20
Uji Kompetensi	20
Kunci Jawaban	24

BAB II GERAK LURUS BERUBAH BERATURAN

Kompetensi Inti.....	30
Kompetensi Dasar	30
Gerak Lurus	31

Gerak Lurus Berubah Beraturan	31
Kinematika Gerak Lurus Berubah Beraturan	31
Perhitungan GLBB Menggunakan Matlab	34
Lampiran	35

BAB III GERAK PARABOLA

Pendahuluan	38
Kompetensi Inti	39
Kompetensi Dasar	39
Indikator Pencapaian Kompetensi	39
Tujuan Pembelajaran	40
Ringkasan Materi	41
Ilmuwan Penemu Gerak Parabola	42
Definisi Gerak Parabola	42
Rumusan Gerak Parabola	43
Contoh Soal dan Pembahasan	46
Uji Kompetensi	57

BAB IV SUHU

Kompetensi Inti	60
Kompetensi Dasar	60
Indikator	60
Suhu	61
Konversi Menggunakan Matlab	68

BAB V GERAK MELINGKAR

Kompetensi Inti	72
Kompetensi Dasar	72
Indikator	73
Definisi Gerak Melingkar (GMB)	74
Percepatan	77
Menghitung Menggunakan Matlab	81

BAB VI HUKUM GRAVITASI NEWTON

50	Kompetensi Inti.....	96
	Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian Kompetensi	96
	Hukum Gravitasi Umum Newton	97
34	Resultan Gaya Gravitasi Pada Suatu Benda	98
	Medan Gravitasi.....	100
	Gerak Planet	102
	Kesesuaian Hukum-Hukum Kepler Dengan Hukum Gravitasi Newton	104
	Latihan	105

BAB VII USAHA DAN ENERGI

	Kompetensi Inti.....	110
	Kompetensi Dasar	110
	Usaha, Energi, dan Daya.....	111
	Enegi	113
	Daya	120

BAB VIII MOMENTUM DAN IMPULS

23	Kompetensi Inti.....	125
	Kompetensi Dasar	125
	Indikator Pencapaian Kompetensi	125
	Momentum dan Impuls	126
	Impuls	130

BAB IX GERAK HARMONI SEDERHANA

	Gaya Pemulih dan Persamaan Gerak	137
	Penyelesaian Dengan Program Matlab	143
	Periode Gerak Harmoni Sederhana.....	145
	Periode Bandul Sederhana Untuk Acuan Yang Dipercepat	148

	DAFTAR PUSTAKA	153
--	-----------------------------	-----

	INDEKS	155
--	---------------------	-----

	GLOSARIUM	157
--	------------------------	-----

DAFTAR TABEL

BAB I VEKTOR

Tabel 1. Tanda Positif dan Negatif Beberapa Komponen	17
Tabel 2. Komponen-komponen Setiap Vektor	17
Tabel 3. Sudut Istimewa Nilai Fungsi Trigonometri	19
Tabel 4. Besar Sudut Perubahan Kuadran.....	19

9

BAB II GERAK LURUS BERUBAH BERATURAN

Tabel 1. Persamaan yang berlaku untuk GLBB.....	33
---	----

DAFTAR GAMBAR

BAB I VEKTOR

Gambar 1. Vektor dalam Sistem Navigasi Pesawat Terbang	7
Gambar 2. (A) Vektor Posisi Titik, (B) Sembarang Vektor \vec{AB}	8
Gambar 3. Vektor Basis	8
Gambar 4. Melukiskan Suatu Vektor	9
Gambar 5. Melukiskan Resultan Vektor Dari Tiga Vektor Dengan Metode Polygon	10
Gambar 6. Melukiskan Resultan Vektor Dari Dua Vektor Dengan Metode Jajargenjang .	10
Gambar 7. Melukiskan Vektor A dan B	11
Gambar 8. Resultan Vektor $\mathbf{R}=\mathbf{A}+\mathbf{B}$ Menggunakan Metode Polygon	12
Gambar 9. Resultan Vektor Dari Dua Vektor Sembarang	13
Gambar 10. Besar Resultan, Selisih, dan Arah Vektor dengan Rumus Sinus dan Cosinus	14
Gambar 11. Menentukan Besar dan Arah Vektor Resultan Dengan Metode Vektor Komponen	17
Gambar 12. Segitiga ABC	18
Gambar 13. Sudut-sudut Dalam Kuadran I, II, III dan IV	19

BAB II GERAK LURUS BERUBAH BERATURAN

Gambar 1. (a) Grafik GLBB Dipercepat (b) Grafik GLBB Diperlambat	31
--	----

BAB III GERAK PARABOLA

Gambar 1. Lintasan Gerak Parabola Pada Bola yang Ditendang Dengan Sudut Elevasi Tertentu	38
Gambar 2. Sir Isaac Newton	42
Gambar 3. Lintasan Objek Ditembakkan Denga Sudut Elevasi	43
Gambar 4. Komponen v_{oy} dan v_{ox} Dalam Gerak Parabola	44
Gambar 5. Ringkasan Persamaan Gerak Parabola	46
Gambar 6. Seorang Anak Sedang Menendang Bola	47
Gambar 7. Tampilan Grafik Gerak Parabola Dalam Matlab	50

BAB IV SUHU

Gambar 1. Wujud Zat	62
Gambar 2. Termometer Galileo	63
Gambar 3. Termometer Zat Cair	64
Gambar 4. Skala Termometer	65

BAB V GERAK MELINGKAR

Gambar 1. Lintasan Pada Gerak Melingkar Beraturan	74
Gambar 2. Perpindahan Sudut Pada Gerak Melingkar Beraturan (GMB).....	76
Gambar 3. Percepatan dan Gaya Sentripetal.....	77
Gambar 4. Gerak Vertikal Pada Tegangan Tali.....	78
Gambar 5. Gerak Vertikal Didalam Bidang Lingkaran	79
Gambar 6. Gerak Melingkar Vertikal Diluar Bidang Lingkaran	79

BAB VI HUKUM GRAVITASI NEWTON

Gambar 1. Sir Isaac Newton	97
Gambar 2. Gaya Gravitasi Dua Benda.....	98
Gambar 3. Resultan Gaya Gravitasi yang Bekerja Pada Benda m_1 Oleh Benda m_2 adalah $\mathbf{F}=\mathbf{F}_1+\mathbf{F}_2$ yang Besarnya $F = \sqrt{F_{12}^2 + F_{13}^2 + 2F_{12}F_{13} \cdot \cos \theta}$	99
Gambar 4. Garis-garis Medan Disekitar Benda Bermassa M	100
Gambar 5. Hukum Keppler.....	102
Gambar 6. Gaya Tarik Matahari Pada Planet	105

BAB VII USAHA DAN ENERGI

Gambar 1. Orang Mendorong Mobil	111
Gambar 2. Orang Mengangkat Barbel	111

BAB VIII MOMENTUM DAN IMPULS

59	Gambar 1. Proses Tumbukan Sebuah Bola Dengan Pemukul	128
59	Gambar 2. Perubahan Besarnya Gaya Sebagai Fungsi Waktu	128
	Gambar 3. Gaya Pada Tumbukan	131
	Gambar 4. Proses Dua Buah Benda Bertumbukan	133

BAB IX GERAK HARMONI SEDERHANA

	Gambar 1. Gaya Pemulih	137
	Gambar 2. Gerak Harmoni Sederhana Dari Benda m Pada Ujung Pegas Vertikal	145
	Gambar 3. Sebuah Bandul Dengan Panjang L.....	147
	Gambar 4. Periode Getaran Bandul	149

DAFTAR LAMPIRAN

BAB II GERAK LURUS BERUBAH BERATURAN

Lampiran 1. Tampilan Depan Matlab Versi R2015b.....	35
Lampiran 2. Tampilan Depan GUI Matlab Versi R2015b	35
Lampiran 3. Tampilan script m-File GLBB Matlab Versi R2015b.....	36
Lampiran 4. Tampilan akhir setelah script m-File Matlab Versi 2015b	36

BAB VII USAHA DAN ENERGI

Lampiran 1. Tampilan Depa Matlab	121
Lampiran GUI Matlab.....	121
Hasil Script m-File	122

KURIKULUM 2013



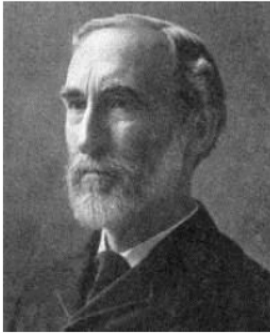
SMA/MA
KELAS X

VEKTOR



MODUL FISIKA | SRILISTARI

PENEMU VEKTOR



Sebelum kita belajar tentang vektor, kita harus mengetahui dulu siapakah penggagas pertama yang mengenalkan vektor. Beliau adalah **Josiah Willard Gibbs** mengungkapkan pertama kali dalam bukunya tentang aljabar vektor dan analisis vektor. **Josiah Willard Gibbs** lahir di New Haven, Connecticut, USA pada tanggal 11 Februari 1839. Beliau adalah sosok ilmuwan yang sederhana, ramah, sabar, dan tidak tinggi hati.

Beliau menuntut ilmu di Hopkins School dan pada tahun 1854 di usia menginjak 15 tahun mendapatkan prestasi yang membanggakan yaitu beliau diterima di University Of Yale. Tesisnya berhasil mendapat gelar Ph.D pertama bidang teknik di Amerika Serikat untuk tesis berjudul "On The Form Of The Teeth Of Wheels In Spur Gearing", beliau menyelidiki desain optimum untuk gigi dengan menggunakan teknik geometris. Gelar ini hanya lima orang saja yang menerimanya di Amerika Serikat dalam berbagai subjek. Pada 1871 beliau diangkat sebagai Profesor Fisika Matematika di Yale, dan ditetapkan sebagai guru pertama profesor di Amerika Serikat. Gibbs adalah fisikawan menyumbangkan gagasan teoretis termodinamika kimia dan sebagai matematikawan menyumbangkan gagasan analisis vektor.

Source: <https://www.kompasiana.com/>



19

KOMPETENSI INTI

- KI – 1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang
- KI – 2 : dianutnya.
- 6 Mengembangkan perilaku (jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli, santun, ramah lingkungan, gotong royong, kerjasama, cinta damai, responsif, dan proaktif) dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan bangsa dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia
- KI – 3 : Memahami, dan menerapkan pengetahuan faktual, 33 konseptual, prosedural, dan metakognitif dalam ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah. 2
- KI – 4 : Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri dan mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.

**KOMPETENSI DASAR**

- 4.2. Menerapkan prinsip penjumlahan vektor sebidang
- 4.3. Mendesain percobaan dan mempresentasikan hasilnya dalam menentukan resultan vektor sebidang



INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI

- 1.1.1. Menjelaskan perbedaan antara besaran vektor dengan skalar
- 1.1.2. Menyebutkan dua contoh besaran skalar
- 1.1.3. Menyebutkan dua contoh besaran vektor
- 1.1.4. Menuliskan notasi vektor dengan benar
- 1.1.5. Menjelaskan vektor yang sama
- 1.1.6. Menjelaskan vektor berlawanan
- 1.1.7. Menentukan besar resultan vektor dari dua atau lebih vektor segaris
- 1.1.8. Menentukan komponen vektor pada sumbu x dan y
- 1.1.9. Menyatakan suatu vektor ke dalam vektor satuan



46

TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah mempelajari materi vektor, diharapkan peserta didik dapat memahami besaran vektor dan skalar, menyebutkan dua contoh besaran skalar dan vektor, menuliskan notasi vektor, menjelaskan vektor yang searah dan berlawanan, menghitung resultan dua buah atau lebih vektor yang segaris, menentukan komponen vektor pada sumbu x dan sumbu y , dan dapat menyatakan suatu vektor ke dalam vektor satuan dengan benar.



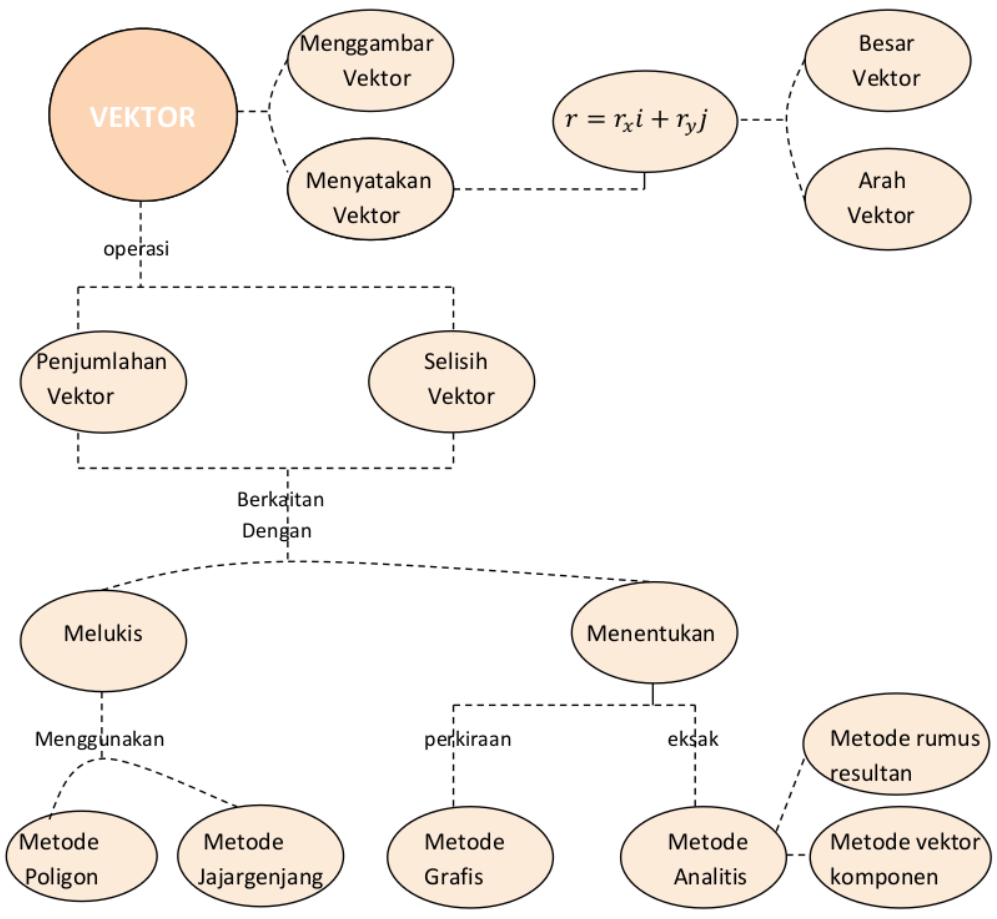
PENGANTAR

Ketika Anda berjalan dari rumah ke sekolah, apakah lintasan yang Anda tempuh berupa garis lurus? Tentu saja tidak, Anda akan mengikuti jalan yang berbelok-belok sampai akhirnya tiba di sekolah. Perpindahan Anda akan jauh lebih kecil daripada jarak yang Anda tempuh. Jarak bergantung pada lintasan sesungguhnya yang Anda tempuh, sedangkan perpindahan tidak.

Perpindahan merupakan ⁶³ selisih posisi akhir dan posisi awal suatu benda, sedangkan jarak adalah lintasan keseluruhan yang ditempuh oleh suatu benda. Perpindahan termasuk besaran vektor, sedangkan jarak termasuk besaran skalar. Bagaimanakah kita melukiskan dan menyatakan suatu vektor? Bagaimanakah kita menjumlahkan dua vektor atau lebih? Untuk lebih paham dan mengerti atas pertanyaan tersebut, mari kita pelajari materi berikut dengan gembira dan semangat.

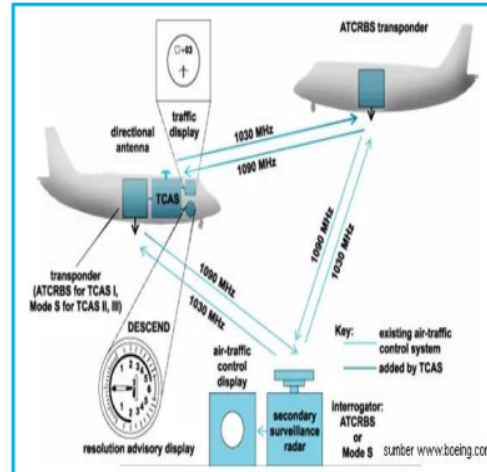
RINGKASAN MATERI

PETA KONSEP



VEKTOR

Penerapan vektor dalam kehidupan sehari-hari, diantaranya adalah orang memanah, dan perahu yang berlayar di tengah laut. Ternyata vektor memberikan manfaat yang besar dalam kehidupan.. Pemanfaatan vektor banyak digunakan dalam sistem navigasi atau biasa disebut *Global Positioning System* (GPS). Kendaraan yang bergerak kemana tujuannya dan lokasinya berada dimana dapat dideteksi menggunakan GPS. Banyak manfaat yang diberikan dari pembelajaran vektor. Untuk memahami vektor lebih lanjut dan bagaimana operasi penjumlahan vektor, perhatikan penjabaran berikut ini.



Gambar 1. Vektor dalam Sistem Navigasi Pesawat Terbang

Source: <https://m.kaskus.co.id/thread/50c9aeae0975b4a30e000095/sistem-navigasi-pesawat-terbang-ilmu-pengetahuan/>



PENGETERIAN BESARAN VEKTOR DAN SKALAR

1 Besaran yang mempunyai nilai dan arah dinamakan **besaran vektor**, contohnya kecepatan, percepatan, perpindahan, gaya, momentum, impuls, momen gaya, medan listrik, medan magnet, medan gravitasi, dan lain-lain.

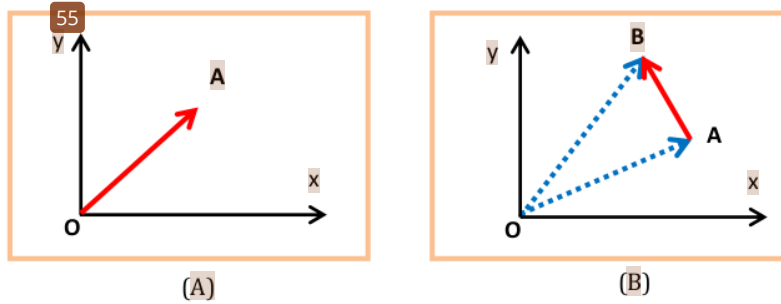
13 Sedangkan besaran yang hanya mempunyai nilai (tidak mempunyai arah) dinamakan **besaran skalar**, contohnya massa, waktu, kelajuan, energi, daya, potensial listrik, dan lain-lain.



16

JENIS- JENIS VEKTOR

- a. **Vektor Nol** adalah vektor yang besarnya nol satuan dan arahnya tak tertentu.
- b. **Vektor Posisi** adalah posisi sebuah titik partikel terhadap sebuah titik acuan tertentu dapat dinyatakan dengan sebuah vektor posisi.

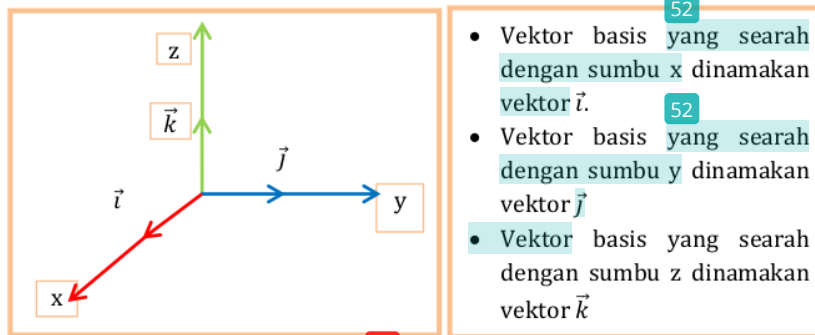


Gambar 2. (A) Vektor Posisi Titik A, (B) Sembarang Vektor \vec{AB}

Pada gambar A, \vec{r}_A Sumber : <https://www.gurupendidikan.co.id/vektor-matematika/> k A, sedangkan pada gambar B vektor posisi vektor \vec{AB} merupakan hasil pengurangan vektor yaitu: $\vec{AB} = \vec{B} - \vec{A}$

16

- c. **Vektor Basis** adalah vektor yang panjangnya satu satuan dan arahnya searah dengan sumbu koordinat.



Gambar 3. Vektor Basis

97

Sumber : <https://www.gurupendidikan.co.id/vektor-matematika/>

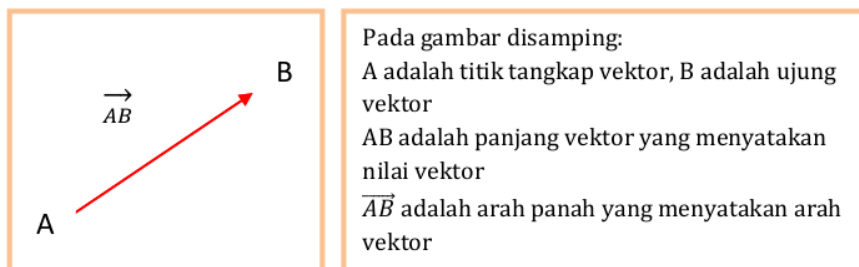
- d. **Vektor satuan** adalah suatu vektor yang panjangnya satu satuan. Vektor satuan dari

$$v = \begin{pmatrix} v_1 \\ v_2 \end{pmatrix} \text{ adalah } \bar{v}_v = \frac{\bar{v}}{|\bar{v}|} = \frac{1}{|\bar{v}|} \begin{pmatrix} v_1 \\ v_2 \end{pmatrix}$$



MELUKISKAN VEKTOR

Sebuah vektor ditunjukkan dalam gambar adalah anak panah yang memiliki titik tangkap pada penangkal panah, sedangkan ujung anak panah menyatakan arah vektor.



Gambar 4. Melukiskan Suatu Vektor

- a. Melukis resultan vektor dengan metode polygon

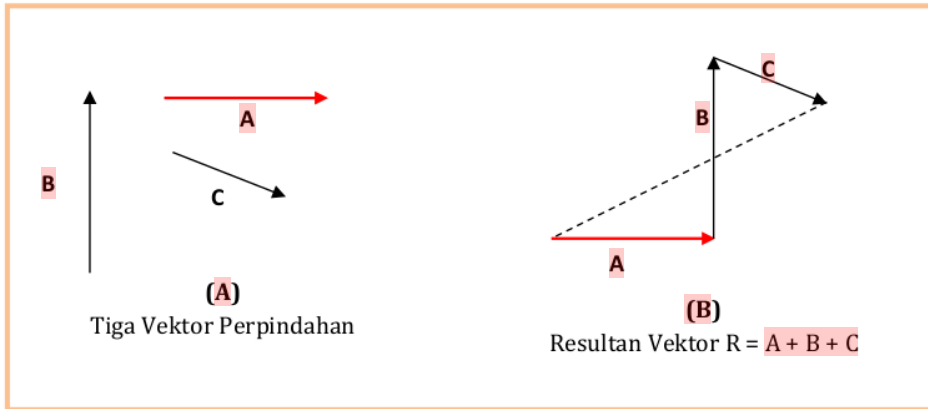
Lebih dari dua vektor untuk menentukan resultan vektornya menggunakan metode polygon.

Cara menggunakan metode polygon untuk melukiskan resultan vektor:

1. Melukiskan yang menjadi vektor pertama
2. Selanjutnya pada pangkal ujung vektor pertama dilukiskan vektor kedua, kemudian gambarkan vektor ketiga pada pangkal ujung vektor kedua.
3. Panjang vektor pertama dengan ujung vektor terakhir dihubungkan didapatkan resultan vektor (penjumlahan vektor).

Contoh:

Diketahui tiga buah vektor perpindahan seperti dilukiskan terpisah pada gambar (A), hasil pelukisan ketiga vektor tersebut dengan metode polygon pada gambar (B).



Gambar 5. Melukiskan Resultan Vektor Dari Tiga Vektor Dengan Metode Polygon

b. Melukis resultan vektor dengan metode jajargenjang

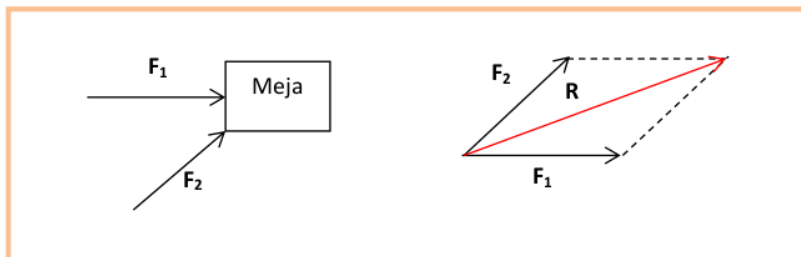
18

Aturan melukis penjumlahan vektor (resultan) dengan metode jajargenjang adalah :

1. Melukiskan vektor pertama dan vektor kedua dengan titik pangkal berimpit
2. Melukiskan sebuah jajargenjang dengan kedua vektor sebagai sisi- sisinya
3. Resultan vektor adalah diagonal jajargenjang yang titik pangkalnya sama dengan titik pangkal kedua vektor.

Contoh:

Dua buah vektor perpindahan seperti ditunjukkan gambar berikut:



Gambar 6. Melukiskan Resultan Vektor Dari Dua Vektor Dengan Metode Jajargenjang

18

Catatan :

Dalam metode jajargenjang, satu kali lukisan hanya dapat melukiskan resultan dari dua vektor. Jadi, resultan dari tiga buah vektor memerlukan dua jajargenjang, empat buah vektor memerlukan tiga jajargenjang dan seterusnya.

Menentukan Resultan Vektor

45

Besar dan arah vektor dapat ditentukan dengan dua metode, yaitu dengan metode grafis dan metode analitis

a) Menentukan resultan vektor dengan metode grafis

Contoh :

13

Tentukan besar dan arah resultan vektor dari vektor perpindahan **A** sepanjang 25 m dengan arah -30° terhadap sumbu x positif (arah mendatar kekanan) dan vektor perpindahan **B** sepanjang 40 m dengan arah $+60^\circ$ terhadap sumbu x positif, secara grafis.

Penyelesaian :

Strategi

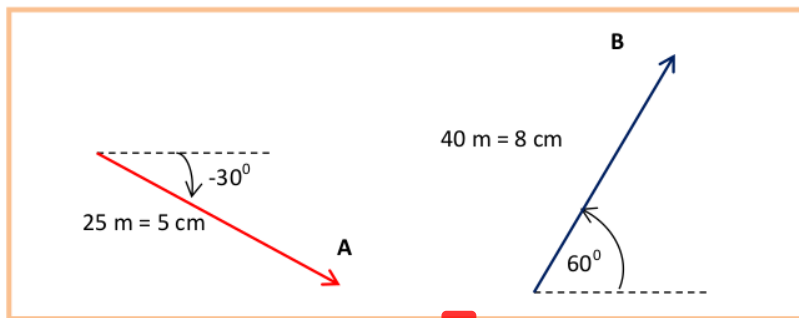
- 1) Menyesuaikan skala panjang vektor
- 2) Melukiskan secara terpisah antara vektor **A** dan **B**
- 3) Melukiskan dengan metode polygon dimana resultan vektor $R = A + B$
- 4) Menentukan besar dan arahnya secara grafis

Langkah pertama

25 meter diwakili 5 cm, jadi 1 cm mewakili 5 meter. Vektor **A** panjangnya 5 cm dan

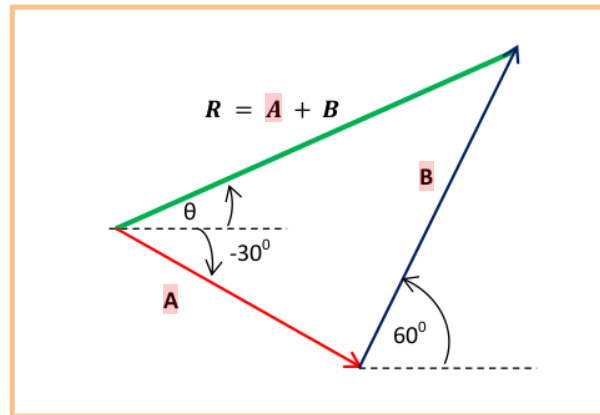
vektor **B** panjangnya $= \frac{40 \text{ m}}{5 \text{ m}} \times 1 \text{ cm} = 8 \text{ cm}$.

Langkah kedua



13

Gambar 7. Melukiskan Vektor **A** dan **B**



Gambar 8. Resultan Vektor $R = A + B$ menggunakan Metode Polygon

Langkah ketiga

Pada gambar 8 didapatkan hasil panjang resultan vektor = 9,5 cm dan arahnya membentuk sudut = 28°

Langkah keempat

$$\text{Besar } R = 9,5 \text{ cm} \times \frac{5 \text{ m}}{1 \text{ cm}} = 47,5 \text{ meter}$$

Jadi, besar resultan vektornya adalah 47,5 meter dan arahnya terhadap sumbu x positif dengan sudutnya sebesar 28° .

b) **Menentukan resultan vektor dengan metode analitis**

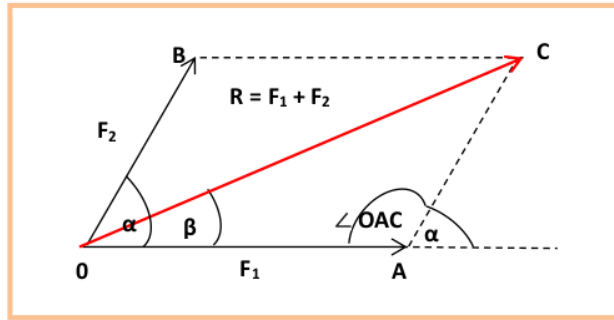
Besar dan arah vektor ditentukan menggunakan metode analitis dengan 2 cara, yaitu :

a. Metode dengan menggunakan rumus cosinus

Besar dan arah vektor resultan dari dua vektor sembarang ditentukan menggunakan rumus cosinus dan sinus.

1) **Besar Resultan Vektor**

Perhatikan gambar berikut!



Gambar 9. Resultan Vektor dari Dua Vektor Sembarang

Sudut $\angle OAC = (180^\circ - \alpha)$ adalah sudut dihadapan sisi OC dalam ΔOAC , sehingga rumus cosinus dalam ΔOAC adalah

$$\begin{aligned}
 OC^2 &= OA^2 + AC^2 - 2 \cdot OA \cdot AC \cos \angle OAC \\
 &= OA^2 + AC^2 - 2 \cdot OA \cdot AC \cos (180^\circ - \alpha) \\
 &= OA^2 + AC^2 - 2 \cdot OA \cdot AC (-\cos \alpha) \\
 &= OA^2 + AC^2 + 2 \cdot OA \cdot AC \cos \alpha
 \end{aligned}$$

Karena $OC = R$, $OA = F_1$ dan $AC = F_2$, sehingga persamaan diatas dapat ditulis menjadi :

$$R^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2 \cdot F_1 \cdot F_2 (\cos \alpha)$$

Maka:

$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1 \cdot F_2 \cos \alpha} \quad (1)$$

Dengan $0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$ disebut sudut apit, yaitu sudut terkecil yang dibentuk oleh vektor F_1 dan F_2 .

2) Menentukan arah vektor

Dimisalkan arah vektor resultan vektor komponen F_1 adalah β . Sudut β dapat ditentukan dengan menggunakan rumus sinus dalam ΔOAC .

$$\begin{aligned}
 \frac{R}{\sin \angle OAC} &= \frac{F_2}{\sin \beta} \\
 \frac{R}{\sin (180^\circ - \alpha)} &= \frac{F_2}{\sin \beta} \\
 \frac{R}{\sin \alpha} &= \frac{F_2}{\sin \beta}
 \end{aligned}$$

$$\sin \beta = \frac{F_2}{R} \sin \alpha \quad (2)$$

Contoh:

Resultan vektor ditentukan menggunakan metode rumus cosinus

Dua vektor F_1 besarnya 8 N dan F_2 6 N. Kedua pangkalnya saling berimpit membentuk sudut sebesar 60° . Tentukan:

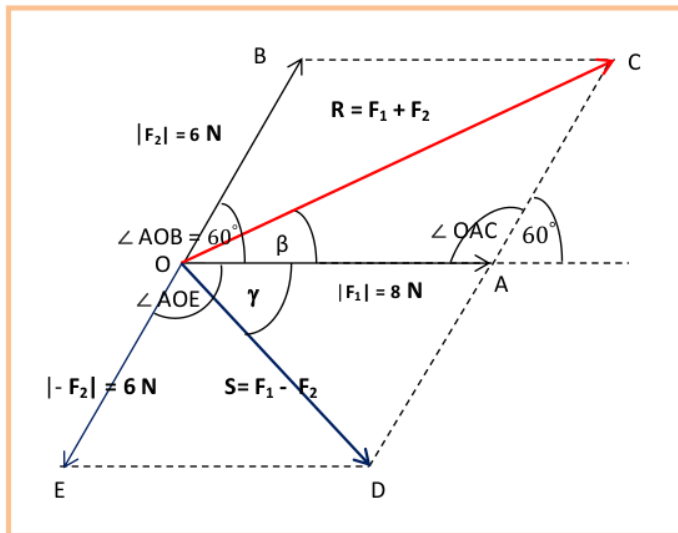
(a) Resultan vektor $R = F_1 + F_2$

(b) Selisih vektor $S = F_1 - F_2$

Penyelesaian:

Strategi

1. Sebagai acuannya dipilih F berarah mendatar kekanan
2. Sketsa R dan S digambar menggunakan metode jajargenjang
3. Sudut apit vektor resultan adalah sudut antara F_1 dan F_2 , sedangkan sudut apit vektor selisih adalah sudut antara F_1 dan $-F_2$
4. Menghitung besar resultan dan selisih vektor dengan rumus cosinus dan menentukan besar arah dengan rumus sinus



Gambar 10.

Besar Resultan, Selisih, dan Arah Vektor dengan Rumus Sinus dan Cosinus

(a) Sudut yang dibentuk antara F_1 dan F_2 adalah $\angle AOB = 60^\circ \rightarrow \cos \angle AOB = \cos 60^\circ = \frac{1}{2}$ besar resultan vektor menurut persamaan (1) adalah

$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1 \cdot F_2 \cos \alpha}$$

$$R = \sqrt{8^2 + 6^2 + (2)(8)(6)\cos 60^\circ}$$

$$R = \sqrt{64 + 36 + 96 \left(\frac{1}{2}\right)}$$

$$R = \sqrt{100 + 48}$$

$$R = \sqrt{148} = 2\sqrt{37} \text{ N}$$

Arah R terhadap acuan F_1 , yaitu sudut β dihitung dengan menggunakan rumus sinus dalam ΔAOC

$$\sin \beta = \frac{F_2}{R} \sin \alpha$$

$$\sin \beta = \frac{6}{2\sqrt{37}} \sin 120^\circ = 0,42712098$$

$$\beta = 25,3^\circ \sim 25^\circ$$

Jadi, Resultan vektor $R = F_1 + F_2$ sebesar $2\sqrt{37}$ N dan besar sudutnya 25° yang arahnya ke vektor acuan F_1 .

(b) Dengan cara yang sama dapat kita tentukan besar dan arah vektor selisih S

Sudut yang dibentuk antara F_1 dan $-F_2$ adalah $\angle AOE = 120^\circ \rightarrow \cos \angle AOE = \cos 120^\circ = -\frac{1}{2}$ besar selisih vektor menurut persamaan (1) adalah

$$S = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1 \cdot F_2 \cos \angle AOE}$$

$$S = \sqrt{8^2 + 6^2 + (2)(8)(6)\cos 120^\circ}$$

$$S = \sqrt{64 + 36 + (96)\left(-\frac{1}{2}\right)}$$

$$S = \sqrt{100 - 48}$$

$$S = \sqrt{52} = 2\sqrt{13} = 7,21 \text{ N}$$

Arah S terhadap acuan F_1 , yaitu sudut γ akan dihitung dengan menggunakan sinus dalam ΔAOE

$$\sin \gamma = \frac{F_2}{S} \sin \alpha$$

$$\sin \gamma = \frac{6}{2\sqrt{13}} \sin 60^\circ = 0,72057669$$

$$\gamma = 46,10^\circ \sim 46^\circ$$

Penyelesaian Dengan Program Matlab

```
clear
%Menghitung Besar Vektor Resultan
F1=58, F2=6, alpha=60
R=sqrt(F1^2+F2^2+2*F1*F2*cosd(60))
R = 12.1655

format
%Menghitung Arah Vektor Resultan
betha=asind(F2/R*sind(120))
betha = 25.2850

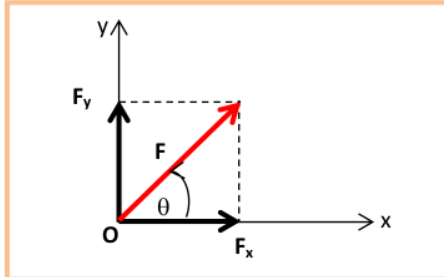
%Menghitung Besar Vektor Selisih
F1=58, F2=6, alpha=120
S=sqrt(F1^2+F2^2+2*F1*F2*cosd(120))
S = 7.2111

format
%Menghitung Arah Vektor Selisih
gamma=asind(F2/S*sind(60))
gamma = 46.1021
```


b. Metode dengan menggunakan vektor komponen

Menentukan vektor dengan metode vektor komponen dengan cara berikut:

- 1) Menentukan komponen-komponen vektor.



$$F_x = F \cos \theta, F_y = F \sin \theta \quad (1)$$

Gambar 11 .

13 menentukan Besar Dan Arah Vektor Resultan Dengan Metode Vektor Komponen

Pada tabel berikut dijelaskan aturan untuk komponen-komponen vektor untuk nilai positif dan negatifnya.

Tabel 1. Tanda Positif dan Negatif Beberapa Komponen

Kuadran	I	II	III	IV
F_x	+	-	-	+
F_y	+	+	-	-

Selanjutnya menentukan komponen-komponen vektor dalam tabel.

Tabel 2. Komponen-komponen Setiap Vektor

Vektor	Komponen x	Komponen y
F_1	F_{1x}	F_{1y}
F_2	F_{2x}	F_{2y}

- 2) Menghitung resultan vektor dari semua komponen x . Lakukan cara yang sama untuk semua komponen y .

$$R_x = \sum F_x = F_{1x} + F_{2x} + \dots$$

$$R_y = \sum F_y = F_{1y} + F_{2y} + \dots$$

(2)

- 3) Menghitung besar dan arah dari resultan vektor dengan menggunakan persamaan berikut :

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$$

(3.a)

$$\tan \theta = \frac{R_y}{R_x}$$

(3.b)

Contoh :

Menentukan komponen-komponen vektor pada sumbu x dan y

Tentukan komponen-komponen dari vektor perpindahan 30 m yang membentuk sudut 210° terhadap mendatar.

Cara Penyelesaiannya:

1. Memberikan nama misal \vec{D} dan tetapkan arah mendatar sebagai sumbu x positif
2. Menggunakan persamaan (1) untuk menghitung besar komponen-komponen D_x dan D_y

Penyelesaian :

$$D_x = D \cos \theta$$

$$D_y = D \sin \theta$$

$$D_x = 30 \cos 210^\circ$$

$$D_y = 30 \sin 210^\circ$$

$$D_x = 30 \left(-\frac{1}{2}\sqrt{3}\right)$$

$$D_y = 30 \left(-\frac{1}{2}\right)$$

$$D_x = -15\sqrt{3} \quad (\text{Kuadran III})$$

$$D_y = -15 \quad (\text{Kuadran III})$$



MATERI TRIGONOMETRI

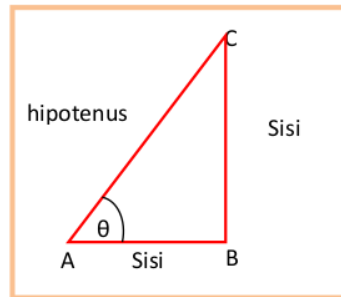
1) Rumus perbandingan trigonometri sinus, cosinus dan tangen

Misal : Segitiga ABC (seperti gambar 12)

$$\sin \theta = \frac{\text{Sisi didedan}}{\text{hipotenusa}} = \frac{BC}{AC}$$

$$\cos \theta = \frac{\text{Sisi didekat}}{\text{hipotenusa}} = \frac{AB}{AC}$$

$$\tan \theta = \frac{\text{Sisi didedan}}{\text{Sisi didekat}} = \frac{BC}{AB}$$



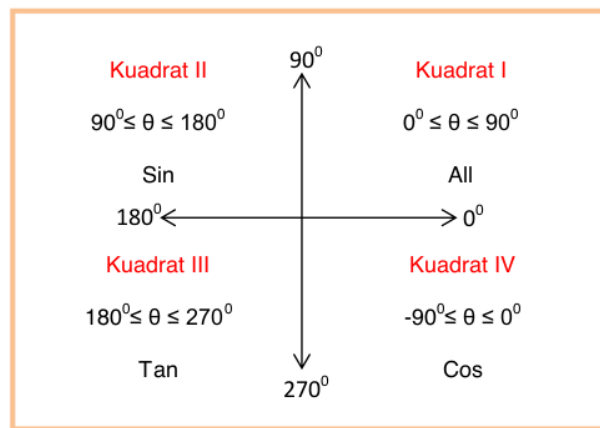
Gambar 12. Segitiga ABC

Sudut-sudut istimewa untuk nilai fungsi trigonometri

Tabel 3. Sudut Istimewa Nilai Fungsi Trigonometri

Sudut	0°	30°	45°	60°	90°
³⁹ Sin	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}\sqrt{2}$	$\frac{1}{2}\sqrt{3}$	1
Cos	1	$\frac{1}{2}\sqrt{3}$	$\frac{1}{2}\sqrt{2}$	$\frac{1}{2}$	0
Tan	0	$\frac{1}{3}\sqrt{3}$	1	$\sqrt{3}$	~

- 2) Rumus konversi sudut-sudut dalam kuadran II, III, IV (sudut negatif) menjadi sudut dalam kuadran I (sudut lancip)



Gambar 13. Sudut-sudut Dalam Kuadran I, II, III, Dan IV

Tabel 4. Besar Sudut Perubahan Kuadran

Kuadran II ke kuadran I	Kuadran III ke kuadran I	Kuadran IV ke kuadran I
⁸⁷ Sin ($180 - \theta$) = Sin θ	Sin ($180 + \theta$) = - Sin θ	⁶⁵ Sin ($-\theta$) = - Sin θ
Cos ($180 - \theta$) = - Cos θ	Cos ($180 + \theta$) = - Cos θ	Cos ($-\theta$) = Cos θ
Tan ($180 - \theta$) = - tan θ	¹⁰¹ Tan ($180 + \theta$) = tan θ	Tan ($-\theta$) = - tan θ

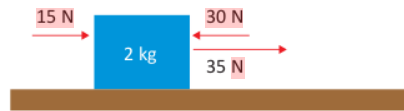
LATIHAN

1. Pada perayaan 17 Agustus diadakan lomba tarik tambang. Regu A memberikan gaya sebesar 50 N ke arah kanan dan regu B memberikan gaya sebesar 40 N ke arah kiri. Hitunglah resultan gaya dalam lomba tersebut! Regu manakah yang menang?
2. Sebuah vektor memiliki kecepatan sebesar 40 m/s dan membentuk sudut sebesar 60° ke arah sumbu X positif. Tentukan komponen vektor kecepatan terhadap sumbu X dan sumbu Y!
3. Sebuah sungai memiliki arus air dengan kecepatan 4 m/s. Sebuah perahu menyeberangi sungai dengan kecepatan 3 m/s. Tentukan kecepatan perahu sekarang jika arah perahu tegak lurus terhadap arah arus sungai?

UJI KOMPETENSI

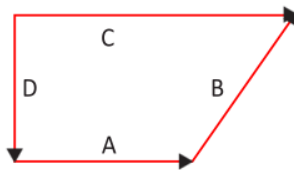
1. Perbedaan antara besaran vektor dan besaran skalar dari pernyataan berikut yang benar adalah ...
 - a. Keduanya memiliki besar dan arah
 - b. Keduanya memiliki besar saja
 - c. Besaran skalar memiliki besar dan arah, sedangkan besaran vektor memiliki besar saja
 - d. Besaran vektor memiliki besar saja, sedangkan besaran skalar memiliki arah saja
 - e. Besaran vektor memiliki besar dan arah, sedangkan besaran skalar memiliki besar saja
2. Berikut ini yang **bukan** merupakan besaran vektor adalah ...
 - a. Impuls
 - b. Kelajuan
 - c. Gaya
 - d. Percepatan
 - e. Perpindahan

3. Perhatikan gambar berikut!



Berdasarkan gaya-gaya yang bekerja maka besar resultan gayanya sebesar

- 1
- a. 15 N
 - b. 20 N
 - c. 25 N
 - d. 40 N
 - e. 50 N



- 104
4. Perhatikan gambar berikut!

Pernyataan yang benar dari resultan vektor ditunjukkan pada gambar adalah ...

- 1
- a. $A + B + C + D = 0$
 - b. $A + B + C = D$
 - c. $A + B + D = C$
 - d. $A + B + C = D$

5. Perhatikan gambar berikut!



1

Jika satu kotak menyatakan 10 satuan, maka resultan vektornya sebesar

1

a. 40 N

b. 60 N

1

c. 80 N

d. 100 N

e. 130 N

6. Raisa berjalan menuju ke arah barat sejauh 10 meter, lalu 12 meter berbelok ke arah selatan, akhirnya 15 meter berbelok ke arah timur. Raisa melakukan perpindahan sejauh ke arah

1

a. 10 meter ke arah tenggara

b. 12 meter ke arah timur

c. 13 meter ke arah tenggara

d. 14 meter ke arah selatan

e. 13 meter ke arah barat laut

7. Vektor A sebesar 20 satuan dan vektor B sebesar 10 satuan. Kedua vektor berimpit membentuk sudut sebesar 60° . Selisih vektor A dan B sebesar

1

a. 10 satuan

b. $10\sqrt{2}$ satuan

c. $10\sqrt{3}$ satuan

d. 20 satuan

e. $20\sqrt{2}$ satuan

95

8. Besar sudut apit yang dibentuk oleh dua buah vektor memiliki besar sama yaitu F dan resultan vektornya sebesar $2F$ adalah

1

a. 0°

b. 30°

c. 45°

d. 60°

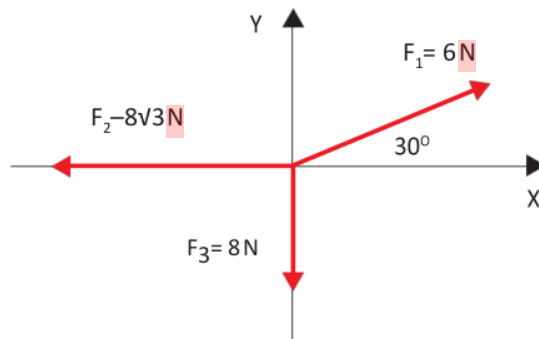
e. 90°

9. Sebuah vektor sebesar 20 N membentuk sudut 37° arah mendatar ke sumbu x positif. Komponen-komponen vektor x dan y sebesar ... dan

- 1
- a. 12 N dan 16 N
 - b. 16 N dan 12 N
 - c. -12 N dan 16 N
 - d. -16 N dan 12 N
 - e. -12 N dan -16 N

10. Perhatikan grafik vektor berikut!

1
Besarnya resultan ketiga vektor berdasarkan analisis grafik tersebut adalah



- 1
- a. $5\sqrt{2}$ N
 - b. 5 N
 - c. 10 N
 - d. $10\sqrt{2}$ N
 - e. $10\sqrt{3}$ N



KUNCI JAWABAN

LATIHAN

1. Resultan gaya pada lomba tarik tambang tersebut dan regu yang akan menang adalah:

$$R = F_A - F_B$$

$$R = 50 \text{ N} - 40 \text{ N}$$

$$R = 10 \text{ N}$$

Regu A akan Menang.

- 5
2. Komponen vektor kecepatan pada sumbu X dan sumbu Y adalah:

$$v_x = v \cos \alpha$$

$$v_y = v \sin \alpha$$

$$v_x = 40 \cos 60^\circ$$

$$v_y = 40 \sin 60^\circ$$

$$v_x = 40 \left(\frac{1}{2}\right)$$

$$v_y = 40 \left(\frac{1}{2}\sqrt{3}\right)$$

$$v_x = 20 \text{ m/s}$$

$$v_y = 20\sqrt{3} \text{ m/s} = 34,6410 \text{ m/s}$$

3. Kecepatan perahu

Ilustrasi Gerak Perahu

Maka kecepatan perahu:



$$v = \sqrt{v_p^2 + v_a^2}$$

$$v = \sqrt{3^2 + 4^2}$$

$$v = \sqrt{9 + 16}$$

$$v = \sqrt{25}$$

$$v = 5 \text{ m/s}$$

Penyelesaian Dengan Program Matlab

```
clear
%Menghitung Resultan gaya pada lomba tari tambang
FA= 50, FB=40
R=FA-FB
R = 10

format
%Menghitung vektor komponen pada sumbu X dan sumbu Y
v=40, alpha=60

%Vektor komponen pada sumbu X
vx=v*cosd(alpha)
vx = 20

%Vektor komponen pada sumbu Y
vy=v*sind(alpha)
vy = 34.6410

format
%Menghitung kecepatan perahu
vp=3, va=4
v=sqrt(vp^2+va^2)
v = 5
```

UJI KOMPETENSI

1. E. Besaran vektor memiliki besar dan arah, sedangkan besaran skalar memiliki besar saja
2. B. Kelajuan
1. Resultan gaya yang dialami benda
41
$$R = 35\text{ N} + 15\text{ N} - 30\text{ N}$$
$$R = 50\text{ N} - 30\text{ N}$$
$$R = 20\text{ N (B)}$$
4. C. (A + B + D = C)

5. Besar resultan ketiga vektor

$$R = (4 + 3 + 3)10 \text{ N}$$

$$R = 10 \times 10 \text{ N}$$

$$R = 100 \text{ N (D)}$$

6. Perpindahan yang dilakukan Ra

$$S_x = \text{Barat} - \text{Timur}$$

$$S_x = 10 \text{ m} - 15 \text{ m}$$

$$S_x = -5 \text{ m}$$

Perpindahan

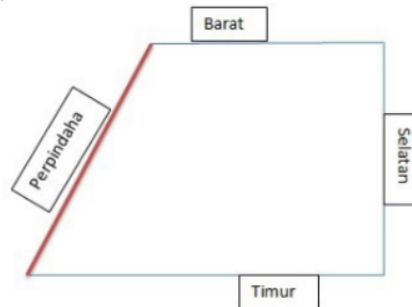
$$R = \sqrt{S_x^2 + \text{Selatan}^2}$$

$$R = \sqrt{(-5)^2 + 12^2}$$

$$R = \sqrt{25 + 144}$$

$$R = \sqrt{169}$$

$$R = 13 \text{ m ke arah Tenggara (C)}$$



7. Besar selisih A-B

$$S = \sqrt{A^2 + B^2 - 2.A.B \cos \alpha}$$

$$S = \sqrt{20^2 + 10^2 - (2)(20)(10) \cos 60^\circ}$$

$$S = \sqrt{400 + 100 - 400 \left(\frac{1}{2}\right)}$$

$$S = \sqrt{500 - 200}$$

$$S = \sqrt{300} = 10\sqrt{3} = 17,3205 \text{ satuan (C)}$$

8. Sudut apit yang dibentuk oleh vektor

$$R^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2 F_1 F_2 \cos \theta$$

$$(2F)^2 = F^2 + F^2 + 2 F F \cos \theta$$

$$4F^2 = 2F^2 + 2F^2 \cos \theta$$

$$4F^2 = 2F^2(2 + \cos \theta)$$

$$2 = 1 + \cos \theta$$

$$1 = \cos \theta$$

$$\theta = 0^\circ$$

5

9. Besar komponen vektor pada sumbu x dan sumbu y

$$F_x = F \cos \alpha$$

$$F_x = 20 \cos 37^\circ$$

$$F_x = 20 (0,7986)$$

$$F_x = 15,97 \text{ N} \sim 16 \text{ N}$$

$$F_y = F \sin \alpha$$

$$F_y = 20 \sin 37^\circ$$

$$F_y = 20 (0,6018)$$

$$F_y = 12,04 \text{ N} \sim 12 \text{ N}$$

Jadi besar $F_x = 16 \text{ N}$ dan $F_y = 12 \text{ N}$ (B)

10. Besar resultan ketiga vektor

$$F_{1x} = F_1 \cos 30^\circ$$

$$F_{2x} = 0$$

$$F_{3x} = -8\sqrt{3}$$

$$F_{1x} = 6 \left(\frac{1}{2} \sqrt{3} \right)$$

$$F_{2y} = -8 \text{ N}$$

$$F_{3y} = 0$$

$$F_{1x} = 3\sqrt{3}$$

$$F_2 = -8 j$$

$$F_2 = -8\sqrt{3} i$$

$$F_{1y} = F_1 \sin 30^\circ$$

$$F_{1y} = 6 \left(\frac{1}{2} \right)$$

$$F_{1y} = 3$$

$$F_1 = 3\sqrt{3} i + 3 j$$

Vektor resultan ketiga gaya adalah:

$$F = F_1 + F_2 + F_3$$

$$F = (3\sqrt{3} i + 3 j) + (0 + (-8j)) + ((-8\sqrt{3} i) + 0)$$

$$F = -5\sqrt{3} i - 5 j \text{ N}$$

Besar vektor resultan adalah:

$$F = \sqrt{(-5\sqrt{3})^2 + (-5)^2}$$

$$F = \sqrt{75 + 25}$$

$$F = \sqrt{100}$$

$$F = 10 \text{ N}$$

Jadi resultan vektor resultan ketiga gaya adalah $F = -5\sqrt{3} i - 5 j \text{ N}$ dengan besar 10 N (C)

Penyelesaian Dengan Program Matlab

```
clear
%Menghitung gaya yang dialami benda (No Soal 3)
F1=35, F2=15, F3=30
R=F1+F2-F3
R = 20

format
%Menghitung besar resultan ketiga vektor ( No Soal 5)
F1=4*10, F2=3*10, F3=3*10
R=F1+F2+F3
R = 100

%Menghitung perpindahan yang dilakukan Raisa (No Soal 6)
SB=10, ST=15, SS=12
SX=SB-ST
SX = -5
%Perpindahan
R=sqrt(SX^2+SS^2)
R = 13

%Menghitung selisih vektor A dan B (No Soal 7)
A=20, B=10, alpha=60
S=sqrt(A^2+B^2-2*A*B*cosd(alpha))
S = 17.3205

%Menghitung sudut apit yang dibentuk oleh 2 vektor (No Soal 8)
tetha =acosd(1)
tetha = 0

%Menghitung besar komponen vektor sumbu x dan y (No Soal 9)
F=20, alpha=37
%Besar vektor komponen sumbu x
Fx=F*cosd(alpha)
Fx = 15.9727
%Besar vektor komponen sumbu y
Fy=F*sind(alpha)
Fy = 12.0363

%Menghitung besar vektor resultan (No Soal 10)
F1=-5*sqrt(3), F2=5
F=sqrt(F1^2+F2^2)
F = 10
```

Muhammad Fadlianto

Gerak Lurus Berubah Beraturan



Magister Pendidikan Fisika
Universitas Sriwijaya
2020

KOMPETENSI INTI

- 5
2
- KI 1 & KI 2 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya. Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, santun, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), bertanggung jawab, responsif, dan pro-aktif dalam berinteraksi secara efektif sesuai dengan perkembangan anak di lingkungan, keluarga, sekolah, masyarakat dan lingkungan alam sekitar, bangsa, negara, kawasan regional, dan kawasan internasional.
- 43
- KI 3 : Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
- KI 4 : Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.

KOMPETENSI DASAR

- 3.4 Menganalisis besaran-besaran fisis pada gerak lurus dengan kecepatan konstan (tetap) dan gerak lurus dengan percepatan konstan (tetap) berikut penerapannya dalam kehidupan sehari-hari misalnya keselamatan lalu lintas.
- 4.4 Menyajikan data dan grafik hasil percobaan gerak benda untuk menyelidiki karakteristik gerak lurus dengan kecepatan konstan (tetap) dan gerak lurus dengan percepatan konstan (tetap) berikut makna fisisnya

17
GERAK LURUS

A. Gerak Lurus Berubah Beraturan

“Gerak lurus berubah beraturan (GLBB) diartikan sebagai gerak pada benda yang mengalami percepatan tetap”.

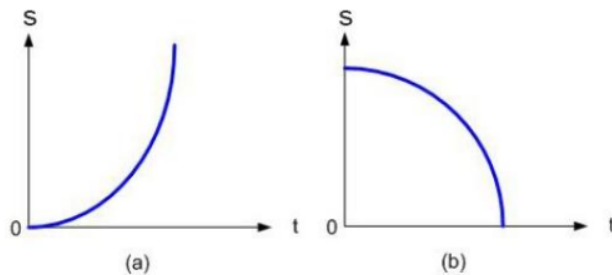
83

B. Kinematika Gerak Lurus Berubah Beraturan

GLBB, percepatan ialah a . Oleh sebab itu, percepatan rata-rata untuk GLBB sama dengan percepatan sesaatnya a . Berdasarkan pengertian percepatan rata-rata :

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1}$$

Pada GLBB, benda bergerak lurus memiliki dua arah, yaitu kekanan dan kekiri maupun keatas atau kebawah. Arah tersebut mewakili tanda positif maupun negatif. Misal, arah percepatan dan kecepatan kekiri ialah negatif. Lambang besaran vektor \mathbf{a} , \mathbf{v} , \mathbf{x} dan $\Delta \mathbf{x}$ (dicetak tegak dan tebal) dapat dirubah menggunakan lambang besaran skalar a , v , x , dan Δx (dicetak miring).



Gambar 1. (a) Grafik GLBB dipercepat (b) Grafik GLBB Diperlambat

Sumber: blog.ruangguru.com

Ambil saat mengamati gerak awal ($t_1 = 0$) kecepatan benda $v_1 = v_0$ dan saat akhir mengamati gerak ($t_2 = t$), kecepatan benda $v_2 = v$.

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{v - v_0}{t}$$

Untuk $\Delta v = v - v_0$, diperoleh persamaan berikut:

$$\Delta v = at \text{ atau } v = v_0 + at \dots (1)$$

Seberapa jauh benda berubah posisi selama waktu t ? kecepatan rata-rata \vec{v} benda tersebut adalah:

$$\vec{v} = \frac{v_0 + v}{2} \dots (2)$$

Dengan demikian.

$$\Delta x = \vec{v}t = \left(\frac{v_0 + v}{2}\right)t \dots (3)$$

Nilai $v = v_0 + at$ sehingga perpindahan benda selama t dapat ditulis seperti persamaan berikut:

$$\Delta x = \left(\frac{v_0 + (v_0 + at)}{2}\right)t$$

Dengan $\Delta x = x - x_0$

Berdasarkan persamaan (1), $t = \frac{v-v_0}{a}$. Misalkan nilai t disubstitusi ke rumus (3), akan didapat rumus yang menghubungkan percepatan, kecepatan awal, serta perpindahan yang ditempuh selama mengalami percepatan.

$$\Delta x = \left(\frac{v + v_0}{2}\right)\left(\frac{v - v_0}{a}\right) = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$$

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x \dots (5)$$

Tabel 1. Persamaan yang berlaku untuk GLBB.

Variabel-variabel yang berhubungan	Persamaan	Nomor
Kecepatan, waktu, percepatan	$v = v_0 + at$	(1)
Kecepatan awal, akhir, dan rata-rata	$\bar{v} = \frac{1}{2}(v_0 + v)$	(2)
Jarak, kecepatan, waktu	$\Delta x = \bar{v}t = \frac{1}{2}(v_0 + v)t$	(3)
Jarak, percepatan, waktu	$\Delta x = v_0t + \frac{1}{2}at^2$	(4)
Kecepatan, jarak, percepatan	$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x$	(5)

Catatan: $\Delta x = x - x_0$

Sumber: Buku Fisika Marthen Kanginan

Contoh Soal

1. Sebuah bola menuruni suatu bidang miring dengan percepatan tetap $3,4 \text{ m/s}^2$. Jika kecepatan bola sebelum menggelinding adalah 3 m/s , berapa kecepatan bola setelah 5 s ?

Dik:

$$a = 3,4 \text{ m/s}^2$$

$$v_0 = 3 \text{ m/s}$$

$$t = 5 \text{ s}$$

Dit: $v \dots ?$

Contoh Soal

2. Dian mengayuh sepedanya ke puncak bukit dan ia mencapai puncak bukit dan ia mencapai puncak dengan kelajuan $4,5 \text{ m/s}$. Selanjutnya, ia menuruni bukit dengan percepatan $0,40 \text{ m/s}^2$ selama 12 s . Berapa jauh Dian telah menuruni bukit selama selang waktu tersebut ?

Dik:

$$v_0 = 4,5 \text{ m/s}$$

$$a = 0,40 \text{ m/s}^2$$

$$t = 12 \text{ s}$$

Dit: $\Delta x \dots ?$

Jawab:

C. Perhitungan GLBB Menggunakan Matlab

a. Tampilan script M-file

```
Script m-file GLBB - Notepad
File Edit Format View Help
vO=str2num(get(handles.edit1,'string'));
handles.vO=vO;
guidata(hObject,handles)

waktu=str2num(get(handles.edit2,'string'));
handles.waktu=waktu;
guidata(hObject,handles)

percepatan=str2num(get(handles.edit3,'string'));
handles.percepatan=percepatan;
guidata(hObject,handles)

vO=handles.vO;
waktu=handles.waktu;
percepatan=handles.percepatan;
jarak=vO*waktu+1/2*percepatan*waktu^2;
set(handles.edit4,'string',jarak);
vt=vO+percepatan*waktu;
set(handles.edit5,'string',vt);

set(handles.edit1,'string',' ');%mengosongkan string pada edit1
set(handles.edit2,'string',' ');%mengosongkan string pada edit2
set(handles.edit3,'string',' ');%mengosongkan string pada edit3
set(handles.edit4,'string',' ');%mengosongkan string pada edit4
set(handles.edit5,'string',' ');%mengosongkan string pada edit5

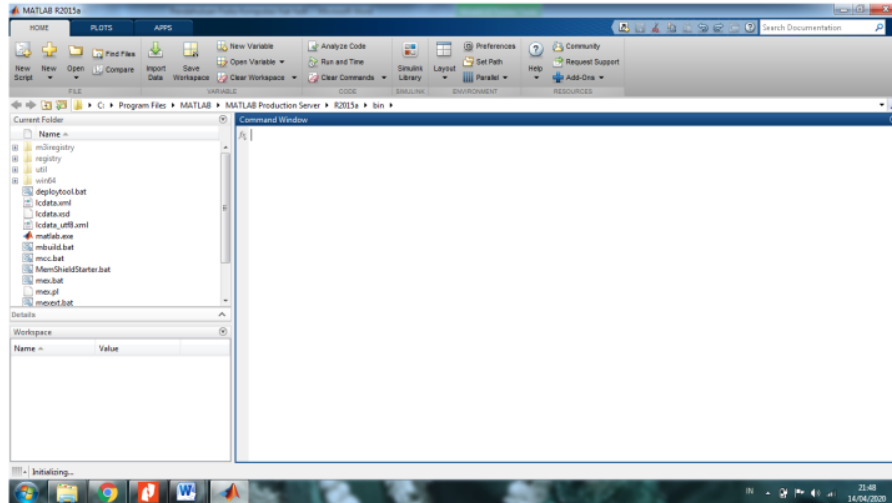
delete(handles.figure1)
```

b. Tampilan depan GUI

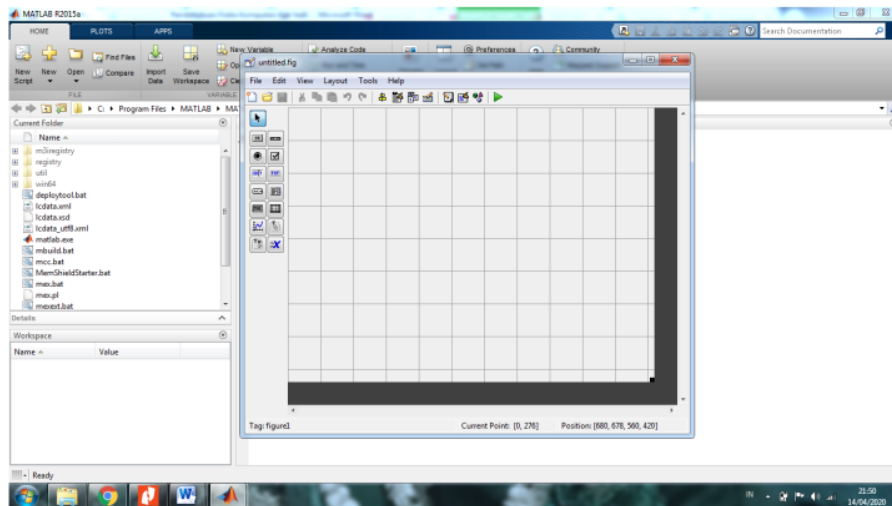


LAMPIRAN

1. Tampilan depan Matlab versi R2015b



2. Tampilan depan GUI Matlab versi R2015b



3. Tampilan script m-file GUI Matlab versi R2015b

```

Script m-file GLBB - Notepad
File Edit Format View Help
v0=str2num(get(handles.edit1,'string'));
handles.v0=v0;
guidata(hObject,handles)

waktu=str2num(get(handles.edit2,'string'));
handles.waktu=waktu;
guidata(hObject,handles)

percepatan=str2num(get(handles.edit3,'string'));
handles.percepatan=percepatan;
guidata(hObject,handles)

v0=handles.v0;
waktu=handles.waktu;
percepatan=handles.percepatan;
jarak=v0*waktu+1/2*percepatan*waktu^2;
set(handles.edit4,'string',jarak);
vt=v0+percepatan*waktu;
set(handles.edit5,'string',vt);

set(handles.edit1,'string',' ');%mengosongkan string pada edit1
set(handles.edit2,'string',' ');%mengosongkan string pada edit2
set(handles.edit3,'string',' ');%mengosongkan string pada edit3
set(handles.edit4,'string',' ');%mengosongkan string pada edit4
set(handles.edit5,'string',' ');%mengosongkan string pada edit5

delete(handles.figure1)

```

4. Tampilan akhir setelah script m-file Matlab versi R2015b



Fima Ratna Sari



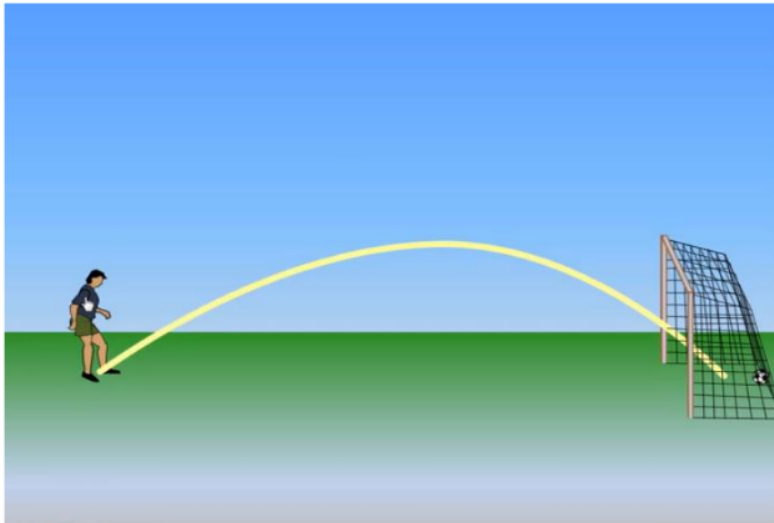
GERAK PARABOLA



PENDAHULUAN

17

Pada pembahasan Gerak Lurus, GLB, GLBB dan GJB, kita telah membahas gerak benda satu dimensi, dilihat dari perpindahan, kecepatan dan percepatan. Kita mempelajari gerak dua dimensi di sekitar permukaan bumi yang sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari.



Gambar 1. Lintasan Gerak Parabola pada bola yang ditendang dengan sudut elevasi tertentu

15

KI 1 : “Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya“.

KI 2 : “Mengembangkan perilaku (jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli, santun, ramah lingkungan, gotong royong, kerjasama, cinta damai, responsif dan pro-aktif) dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan bangsa dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia“.

33

KI 3 : “Memahami dan menerapkan pengetahuan faktual, konseptual, prosedural dalam ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah“.

KI 4 : “Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak

Kompetensi Dasar

Aspek Pengetahuan

15

3.5 “Menganalisis gerak parabola dengan menggunakan vektor, berikut makna fisisnya dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari“.

Aspek Keterampilan

15

4.5 “Mempresentasikan data hasil percobaan gerak parabola dan makna fisisnya“.

Indikator Pencapaian Kompetensi

- 3.5.1. “Peserta didik dapat menjelaskan titik-titik ekstrim pada gerak parabola“
- 3.5.2. “Peserta didik dapat menggambarkan komponen gerak parabola pada sumbu x dan sumbu y“
- 3.5.3. “Peserta didik dapat menentukan persamaan komponen vektor kecepatan pada lintasan gerak parabola“
- 3.5.4. “Peserta didik dapat menerapkan persamaan-persamaan gerak parabola dalam kehidupan sehari-hari“

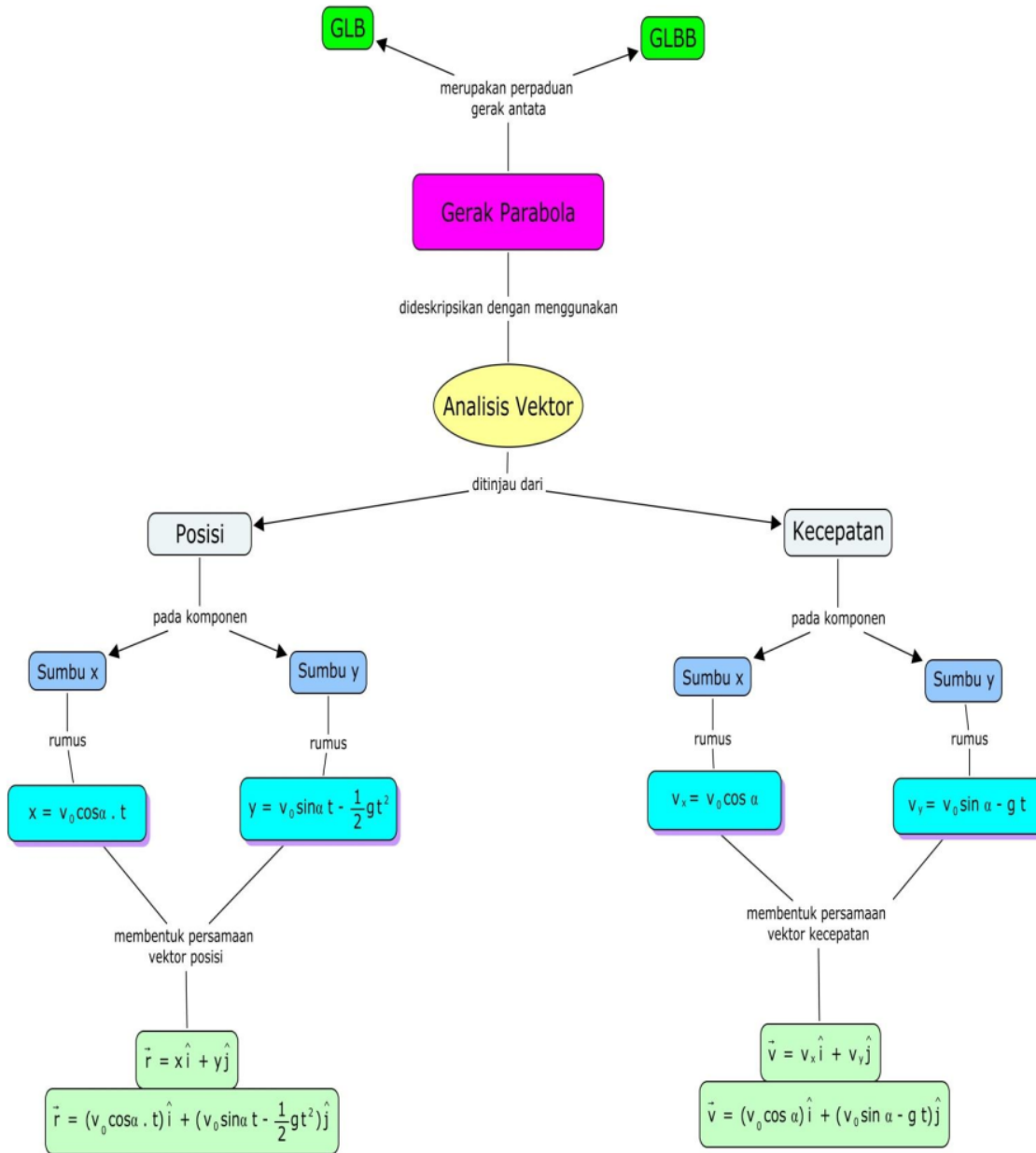
Tujuan Pembelajaran



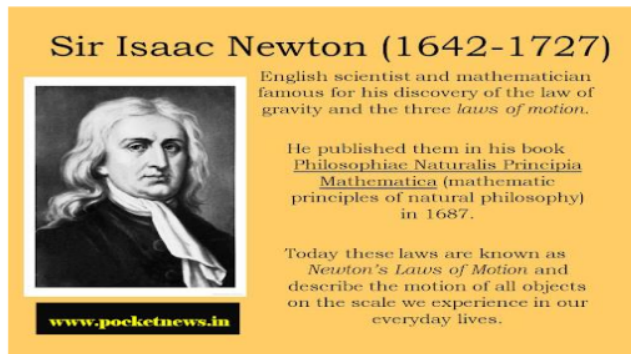
“Setelah mempelajari materi gerak parabola, diharapkan peserta didik dapat memahami karakteristik gerak parabola, menentukan persamaan posisi dan kecepatan benda, menganalisis dan memprediksi posisi dan kecepatan pada titik tertentu pada gerak parabola dengan menggunakan vektor, serta mempresentasikan hasil kegiatan diskusi kelompok tentang penyelesaian masalah gerak parabola dan makna fisiknya sehingga peserta didik dapat menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianut melalui belajar fisika, mengembangkan sikap **jujur, peduli, dan bertanggungjawab** sebagai karakter positif serta dapat mengembangkan budaya literasi, kemampuan berpikir kritis, berkomunikasi, berkolaborasi, dan berkreasi (4C) “.

RINGKASAN MATERI

PETA KONSEP



Ilmuwan Penemu Gerak Parabola



Gambar 2. Sir Isaac Newton

Kita dapat ambil hikmahnya dari Newton adalah :

“Sir Isaac Newton merupakan ilmuwan yang terus mengembangkan ilmunya pada banyak bidang baik Fisika, matematika maupun ilmu astronomi, sebab teori kalkulus yang dikembangkan Sir Isaac Newton dalam dunia teknik sangatlah mudah untuk dihitung dan diprediksi. Masyarakat mengenal Newton dengan gravitasinya dan kisah pohon apelnya, namun bukan hanya itu, ia juga mengembangkan kalkulus untuk digunakan dalam memahami gerak dan perubahan dinamis dari gerak orbit planet sampai gerak parabola yang diturunkan dari persamaan HK. Newton pada GLB dan GLBB. Dalam gerak parabola, menghitung kemiringan rata-rata kurva misal, kecepatan yang meningkat karena kemiringan yang bervariasi, maka Newton mengambil segmen yang lebih kecil dari kurva, maka didapatkan pendekatan, akhirnya dikenal dengan proses menghitung turunan dari kurva atau diferensial. Teori sangat membantu para insinyur dalam proses menghitung kemiringan suatu garis terhadap parabola, serta mempermudah pencarian luas daerah yang berbentuk parabola. Akhirnya sampai sekarang, teori kalkulus berkembang dalam perhitungan teknik dan gerak parabola. Newton juga berkarya dalam parlemen serta bidang social. Ia bergelar Master Mint apada tahun 1699 yang dipegang sampai akhir hayatnya“.

(Sumber :<https://kompasiana.com>)

Defenisi Gerak Parabola

Gerak parabola atau yang dikenal dengan gerak peluru adalah “suatu jenis gerak benda yang awalnya ada kecepatan awal lalu menempuh lintasan yang arahnya dipengaruhi oleh gravitasi”.

“Karena gerak peluru termasuk dalam pokok bahasan kinematika (ilmu fisika yang membahas tentang gerak benda tanpa mempersoalkan penyebabnya), maka pada pembahasan

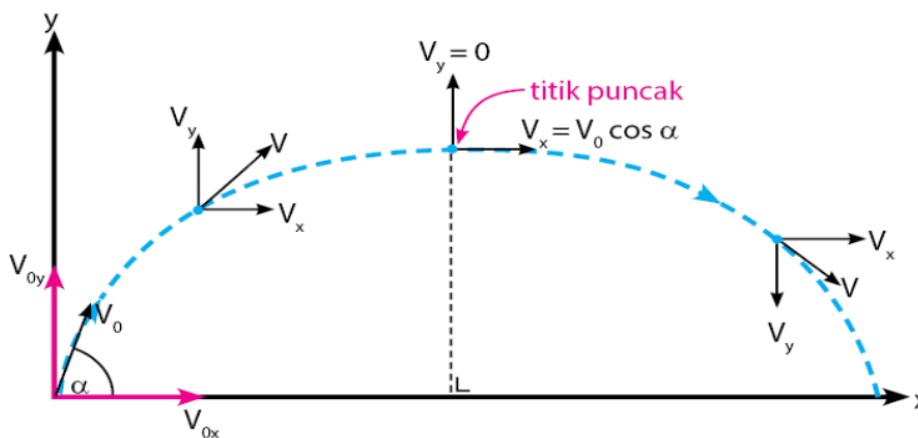
ini gaya sebagai penyebab gerak benda diabaikan, demikian pada gaya gesekan udara yang menghambat gerak benda.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa Gerak parabola merupakan gerak benda dengan lintasan berbentuk parabola hasil dari perpaduan gerak lurus beraturan (GLB) pada sumbu x dan gerak lurus berubah beraturan (GLBB) pada sumbu y“.

Rumusan Gerak Parabola

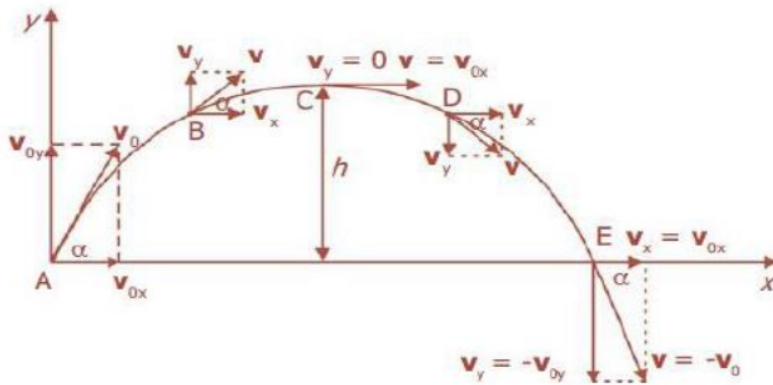
Gerak parabola, arah horizontal adalah GLB untuk arah vertikal adalah “GLBB dengan lintasan gerak parabola berupa lintasan parabolic. Gerak parabola terjadi jika pada objek ditembakkan pada medan gravitasi bumi pada kecepatan tertentu dan membentuk sudut α terhadap arah horizontal (sudut elevasi) dimana $\alpha \neq 90^0$. Objek mendapat percepatan searah medan gravitasi bumi yaitu menuju pusat massa bumi. Akibatnya pada arah vertikal objek mengalami GLBB diperlambat/ dipercepat”.

Misal ada objek ditembakkan dengan sudut elevasi α mempunyai kecepatan awal V_0 lintasan objek seperti gambar berikut.



Gambar 3. Lintasan objek ditembakkan dengan sudut elevasi

Analisis dari Galileo menyatakan bahwa pada suatu benda dilepaskan terhadap arah horizontal akan mencapai lantai pada saat yang sama dengan sebuah benda yang dijatuhkan secara vertical. Maka seandainya benda diarahkan kesudut atas, analisa yang dipakai akan sama. tetapi, ada komponen v_{0y} .



Gambar 4. Komponen v_{0y} dan v_{0x} dalam gerak parabola

4 Perhatikan gambar diatas. Sebuah benda mula-mula berada di pusat koordinat, dilemparkan ke atas dengan kecepatan v_0 dan sudut elevasi α . Pada arah sumbu x, benda bergerak dengan kecepatan konstan atau percepatan nol ($a = 0$), sehingga komponen kecepatan v_x mempunyai besar yang sama pada setiap titik lintasan tersebut, yaitu sama dengan nilai awalnya v_{0x} pada sumbu y, benda mengalami percepatan gravitasi g .

Untuk menganalisis gerak parabola, kita tinjau gerak dalam arah sumbu x dan sumbu y.

1. Vektor kecepatan awal (titik A)

Komponen vector kecepatan awal pada sumbu x dan y adalah:

$$v_{0x} = v_0 \cos \alpha \dots\dots\dots (1.1)$$

$$v_{0y} = v_0 \sin \alpha \dots\dots\dots (1.2)$$

2. Kecepatan benda dititik B.

Untuk sumbu x (GLB)

$$v_x = v_{0x} = v_0 \cos \alpha \dots\dots\dots (1.3)$$

Untuk sumbu y (GLBB)

$$v_y = v_{0y} - gt$$

$$v_y = v_0 \sin \alpha - gt \dots\dots\dots (1.4)$$

Kecepatannya sebagai berikut:

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

3. Posisi benda

Untuk sumbu x

$$x = v_{0x} \cdot t$$

$$x = v_0 \cos \alpha \cdot t \dots\dots\dots (1.5a)$$

Pada arah sumbu y

$$y = v_{0y} \cdot t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$y = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{1}{2} g t^2 \dots\dots\dots (1.5b)$$

4. Tinggi maksimum

Ketika benda mencapai ketinggian misalkan di titik C kecepatan arah vertikal = 0.

$$v_y = 0$$

$$v_0 \sin \alpha - g t = 0$$

$$v_0 \sin \alpha = g \cdot t$$

$$t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} \dots\dots\dots (1.6)$$

Dengan t adalah waktu untuk mencapai ketinggian maksimum. Jika t disubstitusikan ke persamaan 1.5 b maka:

$$\begin{aligned} y &= v_0 \sin \alpha \left[\frac{v_0 \sin \alpha}{g} \right] - \frac{1}{2} g \left[\frac{v_0 \sin \alpha}{g} \right]^2 \\ y &= \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g} - \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \\ h &= \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{(v_0 \sin \alpha)^2}{2g} \dots\dots\dots (1.7) \end{aligned}$$

h = tinggi maksimum

5. Jarak Jangkauan benda (R)

Ketika benda menyentuh tanah, misalkan di titik E, posisi vertikal benda adalah nol.

$$y = 0$$

$$y = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$0 = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$\frac{1}{2} g t^2 = v_0 \sin \alpha \cdot t$$

$$t_R = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} \dots\dots\dots (1.8)$$

9

Dengan t_R merupakan waktu yang diperlukan benda untuk menyentuh tanah. Kemudian persamaan (1.8) disubstitusikan dengan persamaan (1.5a), maka

$$\begin{aligned}
 x &= v_0 \cos \alpha \cdot t = R \\
 R &= v_0 \cos \alpha \left(\frac{2v_0 \sin \alpha}{g} \right) \\
 R &= \frac{v_0^2 2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} \quad \text{dengan } 2 \sin \alpha \cos \alpha = \sin 2\alpha \\
 R &= \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} \dots\dots\dots (1.9)
 \end{aligned}$$

93

Ringkasan rumus tersebut dapat dilihat pada bagan berikut:



Gambar 5. Ringkasan persamaan gerak parabola

44

CONTOH SOAL DAN PEMBAHASAN

Di dalam pembahasan ini, ditampilkan dua soal gerak parabola dengan menggunakan perhitungan manual dan perhitungan menggunakan dengan menggunakan program Matlab. Soal-soal selanjutnya menggunakan perhitungan manual berdasarkan rumus gerak parabola.

1. Gerak Parabola Menggunakan Program Matlab



Gambar 6. Seorang anak sedang menendang bola

“Seorang anak bermain bola kaki seperti tampak pada gambar di atas. Bola ditendang melambung di udara berbentuk parabola, kecepatan awal tendangan adalah 20 m/s dan sudut kemiringan yaitu antara tanah dan kaki anak sebesar 30° . Hitunglah Ketinggian maksimum dan jarak maksimum yang dapat dicapai oleh bola kaki ?”

Pembahasan:

- Menggunakan persamaan gerak parabola

Berdasarkan soal, dapat diperoleh informasi seperti berikut.

$$v_0 = 20 \text{ m/s}$$

$$\theta = 30^\circ$$

Sehingga,

$$H_{max} = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \theta}{2g} = \frac{20^2 \cdot \sin^2 30^\circ}{2 \cdot 10} = \frac{400 \cdot 0,25}{20} = 5 \text{ meter}$$

$$\begin{aligned} X_{max} &= \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} = 20 \cdot 20 \cdot \sin 60^\circ / 10 \\ &= 34,6 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{max} &= v_0 \sin \alpha / g = 20 \cdot 0,5 / 10 \\ &= 1 \text{ sekon} \end{aligned}$$

\therefore , H_{max} 5 m, dengan jarak terjauh sebesar 34,6 m, serta waktu untuk mencapai titik tertinggi adalah 1 sekon.

- **Pembahasan menggunakan program Matlab**

“Bola ditendang melambung dalam olahraga sepak bola membentuk parabola (gerak seperti bentuk gunung). Gerak tersebut kemungkinan angin akan mempengaruhi kesimetrian gerak tersebut. Pada tutorial ini hanya memfokuskan pada gerak parabola dengan mengabaikan gesekan angin“.

Gerak ini divisualisasikan, Anda dapat menggunakan Matlab sebagai bantuan kepada siswa Anda. Matlab adalah program yang mampu membuat perhitungan, animasi dan sebagainya. Oleh sebab itu, kami akan mendemostrasikan bagaimana menggunakan Matlab sebagai alternatif media gerak parabola. Langkah membuat gerak peluru pada matlab sebagai berikut :

1. Buka Matlab
2. Ingat, arahkan pada folder yang akan kita simpan scriptnya
3. Buka script matlab
4. Kemudian ketikkan script pada m file matlab
5. selanjutnya save menekan ctrl+S, beri nama gerak peluru.m
6. Klik *run* section 9gambar segitiga hijau)
7. Isi sudut elevasi dan kecepatan awal seperti pada gambar, maka akan muncul seperti pada gambar di bawah

Script Pada Matlab

```
function parabolaa (v,t,g,x,y,tp,p,s,n,o,xm,ts,h)
v= input ('v0 (m/s) = ');%untuk memasukkan kecepatan awal
g= 10; %percepatan grafitasi
s= input ('sudut (derajat)= '); %memasukkan sudut
sdt= (s/180)*pi; % mengolah sudut
n=sin (sdt);
o=n.^2;
p=(v.^2)*o / (2*g); % rumus h-max
tp=(v*n)/g; % waktu puncak
xm=(v.^2)* sin(2*sdt)/g; % jarak maksimum yang ditempuh
ts=2.*tp; % waktu maksimum untuk menempuh jarak maksimum
disp (' jarak max yang ditempuh (meter)= ');
disp (xm)
disp (' H-max di ketinggian(meter)= ');
disp (p)
```



```

disp (' waktu saat H-max (sekon)= ');
disp (tp)
t=0:0.01:ts;
x= v * t * cos (sdt);
y= v * t * sin (sdt)- 0.5*g*(t.^2);
plot(x,y) % membuat grafik gerak parabola
xlabel ('x (meter)')
ylabel ('y (meter)')

```

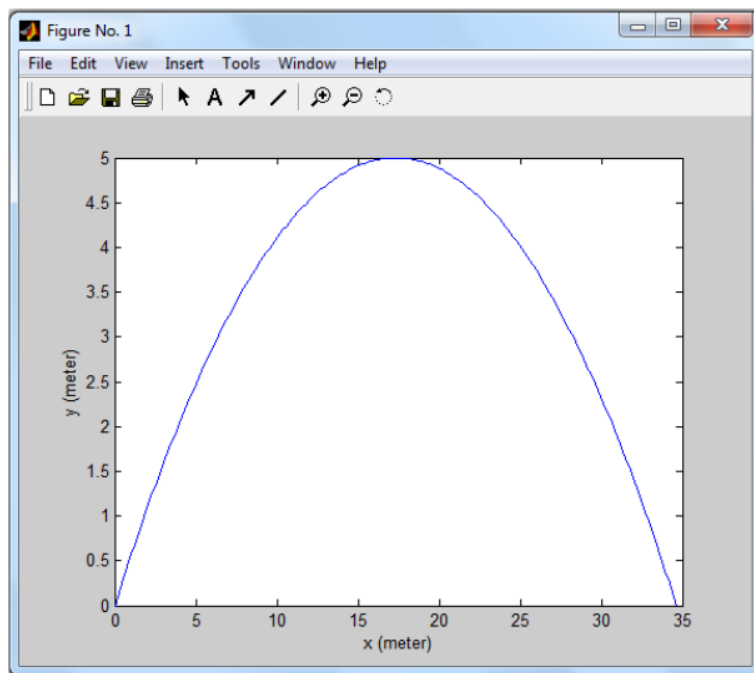
Hasil Pada Command Window

```

>> parabola4
v0 (m/s) = 20
sudut (derajat)= 30
jarak max yang ditempuh (meter)=
    34.6410
H-max di ketinggian(meter)=
    5.0000
waktu saat H-max (sekon)=
    1.0000

```

Hasil Grafik



Gambar 7. Tampilan grafik gerak parabola dalam Matlab

Simpulan dari penggunaan program Matlab soal nomor 1

Pada program tersebut dibuat untuk “menganalisa gerak parabola. Program ini digunakan untuk menyelesaikan soal gerak parabola yang bisa dijalankan dengan memberi inputan kecepatan awal (v_0) dan sudut kemiringan“. Dari 2 inputan tersebut dapat diperoleh jarak maksimum yang ditempuh oleh peluru, tinggi maksimum peluru tersebut, dan waktu saat tinggi maksimum peluru tersebut. Selain itu program ini dapat menampilkan grafik dari gerak peluru atau parabola tersebut dan sudah ditentukan bahwa pada program ini menggunakan percepatan gravitasi sebesar 10m/s^2 .

Pada hasil tersebut saya memberi inputan yaitu kecepatan awal 20 m/s dan sudut kemiringan yaitu 30° , dan diperoleh hasil jarak max yang ditempuh (meter)= 34.000, H-max di ketinggian(meter)=5.0000, waktu saat H-max (sekon)= 1.0000, dalam program ini tanda titik pada hasil merupakan koma desimal.

Hasil tersebut sesuai dengan perhitungan menggunakan rumus pada dasar teori diatas.

$$\text{Kita hitung H-max nya } H_{max} = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \theta}{2g} = \frac{20^2 \cdot \sin^2 30^\circ}{2 \cdot 10} = \frac{400 \cdot 0,25}{20} = 5 \text{ meter}$$

Pada hasil grafik juga dapat dilihat kebenarannya yaitu titik puncak di y (meter)=5.

“Program ini ini dapat digunakan untuk mencari titik puncak, jarak maksimum, dan waktu puncak dari suatu gerak parabola. Dalam program tersebut diperoleh $x_{\text{max}}=34,641$ meter, $h_{\text{max}}=5$ meter, dan $t_{\text{puncak}}= 1$ sekon, serta memunculkan grafik gerak parabola tersebut. Pada grafik bila pengguna ingin menampilkan grafik yang lebih halus maka tinggal memperkecil pembagian pada array waktu pada program ini”.

2. “Ada seorang anak melempar batu dengan kecepatan awal 10 m/s dengan terbentuk sudut 37° terhadap tanah. Tentukanlah“
- Kecepatan awal batu pada sumbu x
 - Kecepatan awal batu pada sumbu y
 - besar vector kecepatan batu
 - Posisi batu pada arah sumbu x dan pada arah sumbu y pada saat $t = 0,5$ s

Pembahasan :

- **Menggunakan persamaan gerak parabola**

Berdasarkan informasi pada soal dapat diperoleh informasi bahwa

$$V_0 = 10 \text{ m/s}$$

$$\theta = 37^\circ (\sin 37^\circ = 0,6 \text{ dan } \cos 37^\circ = 0,8)$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$t = 0,5 \text{ sekon}$$

pertama, kita hitung v_{0x} dan v_{0y}

$$v_{0x} = v_0 \cos \alpha$$

$$= (10)(0,8)$$

$$= 8 \text{ m/s}$$

$$v_{0y} = v_0 \sin \alpha$$

$$= (10)(0,6)$$

$$= 6 \text{ m/s}$$

$$v_x = v_{0x} = 8 \text{ m/s}$$

$$v_y = v_{0y} - gt = 6 - (10)(0,5)$$

$$= 1 \text{ m/s}$$

Dengan demikian vector :

$$v = v_x i + v_y j$$

$$v = 8i + j$$

$$x = x_0 + v_{0x} t$$

$$= 0 + (8)(0,5)$$

$$= 4 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}y &= y_0 + v t - \frac{1}{2} g t^2 \\&= 0 + (6)(0,5) - \frac{1}{2} (10)(0,5)^2 \\&= 1,75 \text{ m}\end{aligned}$$

- **Pembahasan Menggunakan Program Matlab**

1. Buka Matlab
2. Ingat, arahkan pada folder yang akan kita simpan scriptnya
3. Buka script matlab
4. Kemudian ketikkan script pada m file matlab
5. Kemudian simpan (save) dengan menekan ctrl dan S , beri nama gerak parabola.m
6. Klik run section 9 gambar segitiga hijau
7. Pada command window akan tampil hasil perhitungan menggunakan Matlab

- **Script yang diketikkan pada m file Matlab**

```
vo=10; theta=37, t=0.5, g=10, xo=0, yo=0
```

```
format
```

```
vox=vo*cosd(theta)
```

```
voy=vo*sind(theta)
```

```
x=xo+vox*t
```

```
y=yo+((voy*t)-1/2*g*(t^2))
```

```
>> parabola1
```

- **Hasil pada Command Window**

```
theta = 37*
```

```
t = 0.5000
```

```
g = 10
```

```
xo = 0
```

```
yo= 0
```

```
vox = 7.9864
```

```
voy = 6.0182
```

```
x = 3.9932
```

```
y = 1.7591
```

3. “Sebuah peluru ditembakkan dengan kecepatan 60 m/s dan sudut elevasi 30^0 . Ketinggian maksimum yang dicapai adalah“

- A. 30 m
- B. 45 m
- C. 50 m

- D. 90 m
- E. 100 m

Pembahasan:

Berdasarkan soal, dapat diperoleh informasi seperti berikut.

$$V_0 = 60 \text{ m/s}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

Sehingga,

$$y_{max} = \frac{V_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2g}$$

$$y_{max} = \frac{60^2 (\sin 30)^2}{2 \cdot 10}$$

$$y_{max} = \frac{60^2 \left(\frac{1}{2}\right)^2}{20}$$

$$y_{max} = \frac{3.600 \cdot \frac{1}{4}}{20}$$

$$y_{max} = \frac{900}{20} = 45 \text{ meter}$$

Jawaban: B

4. "Peluru ditembakkan ke atas dengan kecepatan awal $v = 1,4 \times 10^3$ m/s dan mengenai sasaran yang jarak mendatarnya sejauh 2×10^5 m. Bila percepatan gravitasi $9,8 \text{ m/s}^2$, maka besar sudut elevasinya adalah"

- A. 10°
- B. 30°
- C. 45°
- D. 60°
- E. 75°

Pembahasan :

Berdasarkan informasi pada soal dapat diperoleh informasi bahwa

$$V_0 = 1,4 \times 10^3 \text{ m/s}$$

$$x_{max} = 2 \times 10^5 \text{ m}$$

Besar sudut elevasi dapat diperoleh dari rumus jarak mendarat maksimum. Caranya adalah sebagai berikut.

$$x_{max} = \frac{V_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g}$$

$$2 \times 10^5 = \frac{(1,4 \times 10^3)^2 \cdot \sin 2\alpha}{9,8}$$

$$\sin 2\alpha = \frac{2 \times 10^5 \times 9,8}{(1,4 \times 10^3)^2}$$

$$\sin 2\alpha = \frac{19,6 \times 10^5}{(1,96 \times 10^6)}$$

$$\sin 2\alpha = \frac{19,6 \times 10^5}{(19,6 \times 10^5)}$$

$$\sin 2\alpha = 1$$

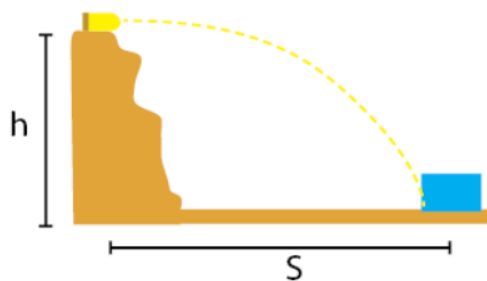
$$\sin 2\alpha = \sin 90^\circ$$

$$2\alpha = 90^\circ$$

$$\alpha = \frac{90^\circ}{2} = 45^\circ$$

Jawaban: C

5. Perhatikan gambar berikut!



“Sebuah peluru ditembakkan dari moncong sebuah meriam dengan kelajuan 50 m/s arah mendatar dari atas sebuah bukit. Jika percepatan gravitasi bumi adalah 10 m/s^2 dan

ketinggian bukit 100 m. Waktu yang diperlukan peluru untuk mencapai tanah dan jarak mendatar yang dicapai peluru (S) adalah“

- A. $2\sqrt{5}$ dan $50\sqrt{5}$
- B. $2\sqrt{5}$ dan $100\sqrt{5}$
- C. $5\sqrt{5}$ dan $50\sqrt{5}$
- D. $5\sqrt{5}$ dan $100\sqrt{5}$
- E. $7\sqrt{5}$ dan $50\sqrt{5}$

Pembahasan :

Waktu yang diperlukan untuk mencapai tanah dapat diperoleh menggunakan rumus ketinggian y.

$$y = \frac{1}{2}gt^2$$

$$100 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot t^2$$

$$100 = 5t^2$$

$$t^2 = \frac{100}{5}$$

$$t^2 = 20$$

$$t = \sqrt{20}$$

$$t = \sqrt{4 \times 5}$$

$$t = 2\sqrt{5}$$

“Jarak mendatar yang dicapai peluru dapat diperoleh dari jarak mendatar yang merupakan gerakan berupa GLB dengan besar sudut terhadap horizontal sama dengan nol. Sehingga, untuk menghitung jarak yang dapat dicapai peluru dapat menggunakan rumus jarak secara langsung“.

$$S = V \cdot t$$

$$S = 50 \cdot 2\sqrt{5}$$

$$S = 100\sqrt{5} \text{ meter}$$

Jawaban: B

UJI KOMPETENSI

- 1 Sebuah bola dilemparkan dengan sudut elevasi 30° dan dengan kecepatan awal 20 m/s. Maka tinggi maksimum yang dicapai oleh benda adalah....
 - (a) 5 meter
 - (b) 10 meter
 - (c) 15 meter
 - (d) 20 meter
 - (e) 25 meter
- 2 Sebuah bola ditendang dengan kecepatan awal 20 m/s dan sudut elevasi 30° . Jarak maksimum yang dicapai bola adalah....
 - (a) 5 m
 - (b) 10 m
 - (c) $10\sqrt{3}$ m
 - (d) 20 m
 - (e) $20\sqrt{3}$ m
- 3 Sebuah pesawat terbang bergerak mendatar dengan kecepatan 100 m/s melepaskan bom dari ketinggian 500 m. Jika bom jatuh di di tanah dan $g = 10 \text{ m/s}^2$, maka jarak titik terjauh terhadap sumbu X adalah
 - (a) 500 m
 - (b) 750 m
 - (c) 1000 m
 - (d) 1250 m
 - (e) 1500 m
- 4 Sebuah bola dilemparkan dengan sudut elevasi 45° . Bola itu bersarang di talang rumah sejauh 5 m. Kalau tinggi talang itu 4 m, berapakah besar kecepatan awal bola?
 - (a) $4\sqrt{10}$ m/s
 - (b) $5\sqrt{10}$ m/s
 - (c) 40 m/s
 - (d) 10 m/s
 - (e) $5\sqrt{2}$ m/s
- 5 Sebuah benda dilempar dengan sudut elevasi 60° dan dengan kecepatan awal 10 m/s. Berapakah besar dan arah kecepatan setelah $\frac{1}{2}\sqrt{3}$ sekon....
 - (a) 3 m/s arah 30°
 - (b) 3 m/s arah 45°
 - (c) 5 m/s arah 30°
 - (d) 5 m/s arah 0°
 - (e) 6 m/s arah 0°

- 6 Peluru ditembakkan ke atas membentuk sudut θ ($\tan \theta = \frac{3}{4}$) dari suatu bangunan yang tingginya 90 meter dengan kecepatan 25 m/s. Jika percepatan gravitasi bumi 10 m/s^2 maka jarak mendatar yang dicapai peluru ketika jatuh di tanah adalah....
- (a) 120 m
 - (b) 135 m
 - (c) 150 m
 - (d) 175 m
 - (e) 180 m

MODUL

FISIKA



MATERI : SUHU

Hersi Sativa

15

Kompetensi Inti

KI 1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya

KI 2 : Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.

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

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

Kompetensi Dasar

1.1 Menyadari kebesaran Tuhan yang menciptakan dan mengatur alam jagad raya melalui pengamatan fenomena alam fisis dan pengukurannya

2.1 Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu; objektif; jujur; teliti; cermat; tekun; hati-hati; bertanggung jawab; terbuka; kritis; kreatif; inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi sikap dalam melakukan percobaan, melaporkan, dan berdiskusi

3.7 Menganalisis pengaruh kalor dan perpindahan kalor pada kehidupan sehari-hari

4.1 Menyajikan hasil pengukuran besaran fisis dengan menggunakan peralatan dan teknik yang tepat untuk penyelidikan ilmiah

Indikator

- Menjelaskan pengertian suhu
- Menjelaskan jenis-jenis skala termometer

SUHU

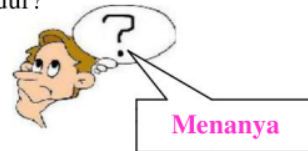
Orientasi

Mengamati



Kabel listrik merupakan kawat yang terbuat dari tembaga. Pada ⁶⁰saat siang hari dimana ⁶⁰suhu udara tinggi kabel akan tampak kendur. Ketika malam hari saat suhu udara rendah kabel tersebut akan terlihat kencang. Mengapa terjadi hal seperti itu dengan kabel listrik? Pada jendela di rumah aminah terdapat sebuah kaca. Ketika malam hari jika ditiup angin, kaca tersebut akan berbunyi dan jika diperhatikannya ternyata kaca tersebut terpasang longgar pada jendela. Namun ketika siang hari walau ditiup angin jendela tersebut tidak berbunyi dan terpasang kuat pada jendela. Apa yang menyebabkan bisa terjadi hal demikian? Perhatikanlah konstruksi jembatan!. Jembatan dibuat dengan cara menyambungkan besi-besi sebagai komponen utamanya. Diantara sambungan-sambungan itu terdapat celah yang memisahkan komponen besi yang satu dengan yang lainnya. Mengapa harus dibuat seperti itu? Pada sinag bolong, Anton disuruh ibunya memperbaiki kawat jemuran pakaian mereka karena kawat tersebut kendur. Padahal sore kemarin anton sengaja memasang kawat jemuran yang terbuat dari aluminium supaya kencang dan kuat. Tetapi mengapa sekarang di siang hari kawat tersebut malah kendur?

Rumusan Masalah



Menanya

Tulislah rumusan masalah kalian di bawah ini!

Hipotesis

Menalar



Berdasarkan rumusan masalah yang muncul, tulislah hipotesis (jawaban sementara) kalian pada kolom berikut!

Mengumpulkan Data

Mengasosiasi



A. SUHU

1. Pengertian Suhu

Di SMP kalian pasti telah mempelajari materi mengenai jenis-jenis zat, padat, cair, dan gas kan ??? Setiap zat memiliki susunan partikel yang berbeda-beda. Setiap partikel penyusun zat mengalami getaran. Getaran partikel-partikel zat menghasilkan energi kinetik yang berbanding lurus dengan panas zat. Energi kinetik rata-rata partikel zat tersebut akan bertambah besar apabila suatu zat bertambah panas.



Gambar 1. Wujud zat

Untuk menambah rata-rata energi kinetik partikel dalam zat sangatlah mudah. Misalnya, apabila sekeping uang logam dipukul dengan menggunakan palu, kemudian kita sentuh. Maka uang logam tersebut akan terasa hangat. Hal ini dikarenakan akibat dari palu yang dipukulkan ke uang logam menyebabkan

partikel-partikel yang ada di dalam uang logam tersebut bergerak lebih cepat dan saling bertabrakan dengan yang lain. Maka dari itu, zat yang padat, cair maupun gas akan menjadi lebih hangat diakibatkan karena adanya partikel-partikel yang ada didalamnya menjadi bergerak lebih cepat, sehingga mampu menghasilkan rata-rata energi kinetik partikel menjadi lebih besar. Dari akibat tersebut, dapat disimpulkan bahwasanya suhu merupakan ukuran kelajuan gerak partikel-partikel yang ada di dalam suatu zat atau ukuran rata-rata energi kinetik partikel yang terkandung di dalam suatu zat.

2. Termometer

Saat menyentuh dua zat cair dengan suhu berbeda dengan menggunakan tangan. Misalnya, air hangat dan es. Ketika tangan kita masukkan ke air hangat, kalian akan merasakan hangat. Sebaliknya, ketika tangan kalian menyentuh es, kalian akan merasa dingin. Akan tetapi, dapatkah kalian menentukan suhu zat dengan sentuhan atau perasaan? Perasaan bukanlah alat ukur suhu yang baik, hal ini dikarenakan, perasaan kita tidak dapat menyatakan dengan pasti nilai tingkat derajat suhu suatu benda. Maka dari itu, untuk mengukur suhu suatu benda dengan ukuran dan nilai tepat, kita perlu sebuah alat ukur yang kita sebut dengan termometer. Termometer sendiri merupakan alat ukur suhu. Termometer sendiri dibuat berdasarkan sifat termometrik masing-masing zat. Sifat termometrik merupakan sifat-sifat benda yang mampu berubah-ubah akibat adanya perubahan suhu pada suatu benda tersebut.



Gambar 2. Termometer Galileo

Beberapa sifat termometrik suatu zat diantaranya dalam pemuaian zat cair yang berada di dalam pipa kapiler, pemuaian keping bimetal, perubahan hambatan listrik kawat platina dan perubahan tekanan gas yang berada pada volume tetap.

Zat cair memiliki sifat termometrik yang mana merupakan peristiwa perubahan volume, dimana akan memuai apabila kita panaskan, dan akan menyusut apabila kita dinginkan. Alkohol dan raksa merupakan zat cair yang sering digunakan sebagai isi dari termometer. Hal ini dikarenakan, kedua zat tersebut mempunyai banyak kelebihan apabila dibandingkan zat-zat lainnya.

a) Alkohol memiliki kelebihan sebagai zat termometrik, diantaranya ialah:

- 1). Pemuaiannya yang teratur

- 2). Muai koefisien yang dimiliki besar, dan

- 3). mempunyai titik beku yang sangat rendah, yaitu -115°C maka dapat digunakan sebagai alat ukur suhu untuk suhu-suhu rendah.

b) Alkohol sendiri sebagai zat termometrik, Memiliki kelemahan, yaitu:

- 1). Menyebabkan dinding kaca basah

- 2). Mempunyai titik didih rendah, berkisar 80°C sehingga termometer ini tidak bisa digunakan untuk mengukur suhu-suhu tinggi, dan kalor jenis yang dimilikinya cukup tinggi sehingga memerlukan energi yang besar saat menaikkan suhu.

c) Zat raksa sebagai zat termometrik, diantaranya:

- 1). Memiliki warna yang mengkilap sehingga dapat dengan mudah dilihat

- 2). Tidak menyebabkan dinding kaca basah

- 3). Memiliki pemuaiannya yang teratur

- 4). Dapat dengan mudah menyesuaikan dengan suhu disekitarnya, serta

- 5). Memiliki titik didih yang tinggi, yaitu sekitar 357°C sehingga mampu mengukur suhu-suhu yang tinggi.

d) Zat raksa pun memiliki kelemahan sebagai zat termometrik, diantaranya:

- 1). Harganya sangat mahal

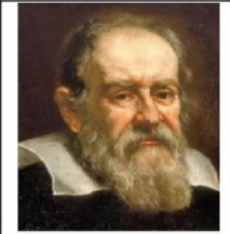
- 2). Zat ini tidak dapat digunakan untuk mengukur endah dikarenakan titik bekunya yang sangat tinggi, dan

- 3). Raksa juga termasuk zat yang memiliki sifat racun sehingga termometer ini berbahaya apabila tabungnya pecah.



Gambar 3.
Termometer zat cair

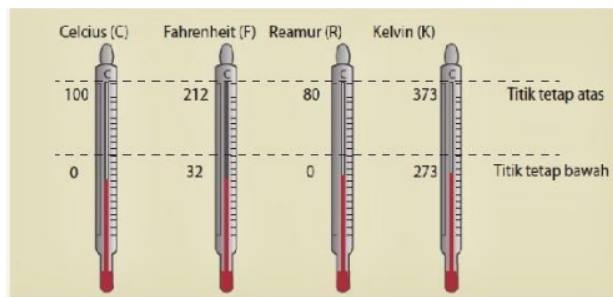
~"FIESTA"~
FISIKAWAN KITA



Galileo Galilei adalah seorang fisikawan, Italia. Meskipun ia tidak menciptakan Termometer Galileo, tetapi dinamai tersebut untuk menghormati idenya. Termometer Galileo terdiri dari sebuah silinder kaca tertutup berisi cairan bening dan serangkaian bola kaca dengan berat yang berbeda. Karena perubahan suhu, bola kaca naik dan turun. Suhu dibaca dari ukiran piringan logam digantung pada bola kaca.

3. Skala Termometer

Bagaimana skala yang ada pada termometer itu? Skala yang ada di termometer memiliki dua titik acuan, yaitu terdapat titik tetap atas dan juga ada titik tetap bawah. Titik lebur es murni yang berada di tekanan 1 atm menentukan titik tetap bawah. Sementara itu, titik didih yang ada pada air murni yang berada di tekanan 1 atm, menentukan titik tetap. Rentang titik tetap yang bawah, dan juga titik tetap yang atas, dapat dibagi menjadi beberapa bagian (skala). Perlu diketahui beberapa macam termometer ada 4 macam, yaitu:



Gambar 4. Skala termometer

Dari empat skala termometer tersebut berbeda saat pengukuran suhunya. Rentang suhunya pun setiap skala adalah sebagai berikut:

a. Skala Celsius

Mempunyai titik bekunya 0°C dan juga titik didih airnya 100°C . Dan juga rentang suhunya ada di sekitar suhu $0^{\circ}\text{C} - 100^{\circ}\text{C}$ yang selanjutnya dibagi menjadi skala 100.

b. Skala Reamur

Mempunyai titik bekunya 0°R dan juga titik didih airnya 80°R . Serta rentang suhunya ada di sekitar suhu $0^{\circ}\text{R} - 80^{\circ}\text{R}$ yang selanjutnya dibagi menjadi skala 80.

32
c. Skala Fahrenheit

Mempunyai titik bekunya 32°F dan juga titik didih airnya 212°F . Serta rentang suhunya ada di sekitar suhu $32^{\circ}\text{F} - 212^{\circ}\text{F}$ yang selanjutnya dibagi menjadi skala 180.

d. Skala Kelvin

Mempunyai titik bekunya $273,15\text{ K}$ dan juga titik didih airnya $373,15\text{ K}$. Serta rentang suhunya ada di sekitar suhu $273,15\text{ K} - 373,15\text{ K}$ yang selanjutnya dibagi menjadi skala 100.

Hubungan antara skala termometer di atas dinyatakan dengan persamaan:

$$\frac{T_1 - T_{b1}}{T_{a1} - T_{b1}} = \frac{T_2 - T_{b2}}{T_{a2} - T_{b2}}$$

Keterangan:

T_1 = suhu termometer 1 T_a = titik atas
 T_2 = suhu termometer 2 T_b = titik bawah

Contoh soal

1. Rani mengukur suhu sebuah ruangan dengan menggunakan termometer Reamur. Termometer menunjukkan nilai 20°R . Jika Elsa juga mengukur suhu ruangan yang sama dengan Rani dengan menggunakan Termometer Celsius. Berapakah nilai yang terbaca pada suhu yang terbaca pada termometer yang digunakan Elsa?

Diketahui :
 $T = 20^{\circ}\text{R}$

Ditanyakan :
 $T = \dots ^{\circ}\text{R}$

Penyelesaian :
 $\text{R} \Rightarrow \text{C}$

$$5/4 \times 20^{\circ}\text{R} = 25^{\circ}\text{C}$$

2. Suatu ruang kelas memiliki suhu 28°C . Apabila suhu itu diukur dengan menggunakan termometer Fahrenheit, maka suhu akan menunjukkan...

Diket : $T = 28^{\circ}\text{C}$.

$$T_{\text{F}} = 32 + 180/100 T_{\text{C}}$$

$$T_{\text{F}} = 32 + 9/5 (28^{\circ}\text{C}) = 32 + 9(5,6)$$

$$T_{\text{F}} = 32 + 50,4 \\ = 82,4^{\circ}\text{F}$$

KONVERSI MENGGUNAKAN MATLAB

Dalam jendela Editor yang mana digunakan dalam pembuatan M-file yang selanjutnya digunakan sebagai pembuatan program yang akan di-running oleh MATLAB, kita dapat meng-input dengan kode berikut :

```
clc
clear
disp('KONVERSI SUHU')
disp(' ')
disp('Keterangan :')
disp('1. C = Celcius')
disp('2. R = Reamur')
disp('3. F = Fahrenheit')
disp(' ')
suhu=input('Msukkan Nilai Suhu :');
sat=input ('Pilihlah Satuan Suhu :');
disp(' ')
disp('Hasil Konversi :')

if sat==1
    C=suhu;
    R=(4/5)*C;
    F=(9/5)*C+32;
    disp(['R = ' num2str(R) ' Reamur'])
    disp(['F = ' num2str(F) ' Fahrenheit'])
else if sat==2
    R=suhu;
    C=(5/4)*R;
    F=(9/4)*C+32;
    disp(['C = ' num2str(R) ' Celcius'])
    disp(['F = ' num2str(F) ' Fahrenheit'])
else if sat==3
    F=suhu;
    C=(5/9)*(F-32);
    R=(4/9)*(F-32);
    disp(['C = ' num2str(R) ' Celcius'])
    disp(['R = ' num2str(F) ' Reamur'])
end
end
end
```

```

1  clear
2
3  disp('KONVERSI SUHU')
4  disp(' ')
5  disp('Keterangan :')
6  disp('1. C = Celcius')
7  disp('2. R = Reamur')
8  disp('3. F = Fahrenheit')
9  disp(' ')
10 suhu=input('Masukkan Nilai Suhu :');
11 sat=input('Pilihlah Satuan Suhu :');
12 disp(' ');
13 disp('Hasil Konversi :')
14
15 if sat==1
16     C=suhu;
17     R=(4/5)*C;
18     F=(9/5)*C+32;
19     disp(['R = ' num2str(R) ' Reamur'])
20     disp(['F = ' num2str(F) ' Fahrenheit'])
21 else if sat==2
22     R=suhu;
23     C=(5/4)*R;
24     F=(9/4)*C+32;
25     disp(['C = ' num2str(R) ' Celcius'])
26     disp(['F = ' num2str(F) ' Fahrenheit'])
27 else if sat==3

```

Name	Value
ans	20
C	25
F	88.2500
R	20
sat	2
suhu	20

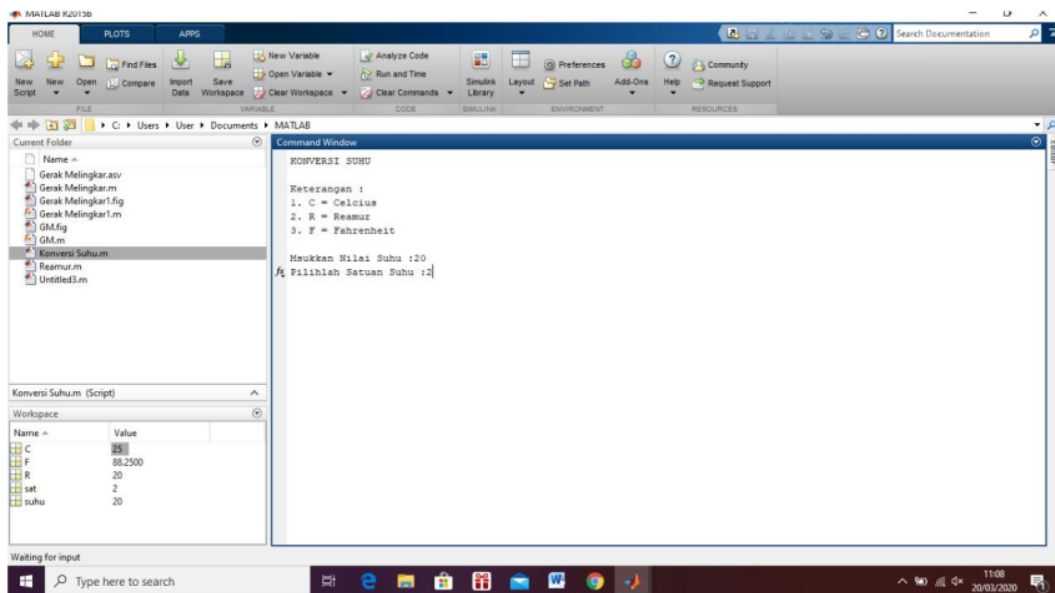
```

9  disp(' ')
10 suhu=input('Masukkan Nilai Suhu :');
11 sat=input('Pilihlah Satuan Suhu :');
12 disp(' ');
13 disp('Hasil Konversi :')
14
15 if sat==1
16     C=suhu;
17     R=(4/5)*C;
18     F=(9/5)*C+32;
19     disp(['R = ' num2str(R) ' Reamur'])
20     disp(['F = ' num2str(F) ' Fahrenheit'])
21 else if sat==2
22     R=suhu;
23     C=(5/4)*R;
24     F=(9/4)*C+32;
25     disp(['C = ' num2str(R) ' Celcius'])
26     disp(['F = ' num2str(F) ' Fahrenheit'])
27 else if sat==3
28     F=suhu;
29     C=(5/9)*(F-32);
30     R=(4/9)*(F-32);
31     disp(['C = ' num2str(R) ' Celcius'])
32     disp(['R = ' num2str(F) ' Reamur'])
33     end
34 end
35 end

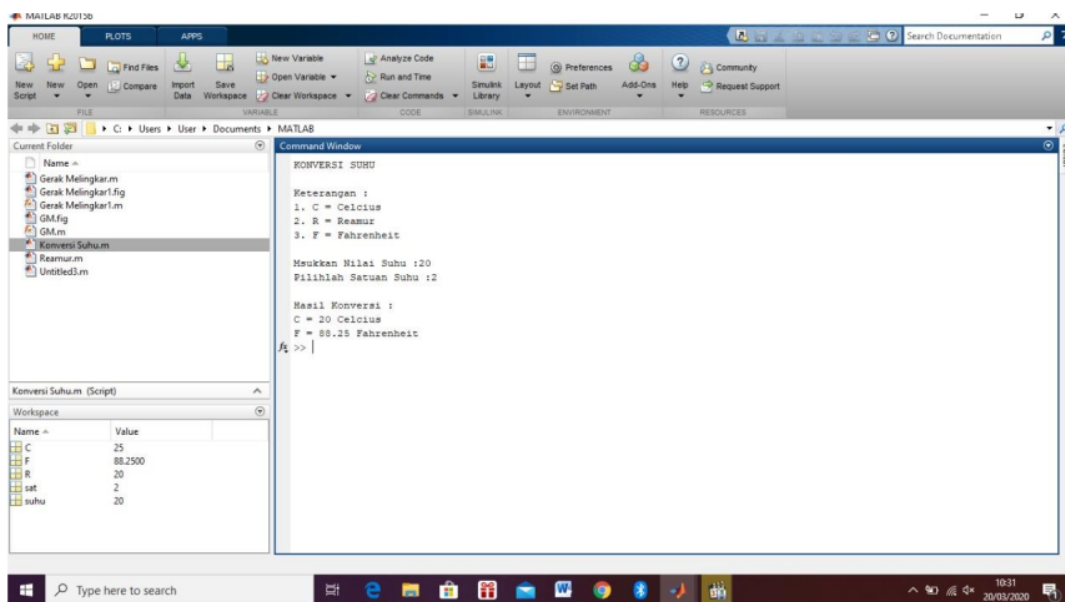
```

Name	Value
ans	20
C	25
F	88.2500
R	20
sat	2
suhu	20

Maka di Command Window akan muncul :



Setelah itu kita masukkan nilai yang akan dihitung dan diubah menjadi apa, sehingga kita mendapatkan hasil seperti ini :



HARTANTO

MATERI

GERAK MELINGKAR



15

Kompetensi Inti

KI 1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya

6

KI 2 : Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.

22

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

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

Kompetensi Dasar

1.1 Menyadari kebesaran Tuhan yang menciptakan dan mengatur alam jagad raya melalui pengamatan fenomena alam fisis dan pengukurannya

20

2.1 Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu; objektif; jujur; teliti; cermat; tekun; hati-hati; bertanggung jawab; terbuka; kritis; kreatif; inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi sikap dalam melakukan percobaan, melaporkan, dan berdiskusi

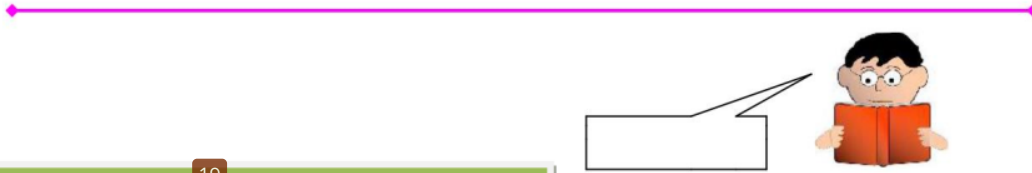
3.4 Menganalisis besaran fisis pada gerak melingkar dengan laju konstan dan penerapannya dalam teknologi.

5
4.4 Menyajikan ide/gagasan terkait gerak melingkar (misalnya pada hubungan roda-roda).

Indikator

- Mendefinisikan besaran-besaran fisika dalam gerak melingkar.
- Menganalisis kecepatan dalam gerak melingkar.
- Menghitung besar kecepatan sudut rata-rata dan percepatan sudut rata-rata.
- Menghitung besar perpindahan sudut atau jarak partikel dari sumbu putar.

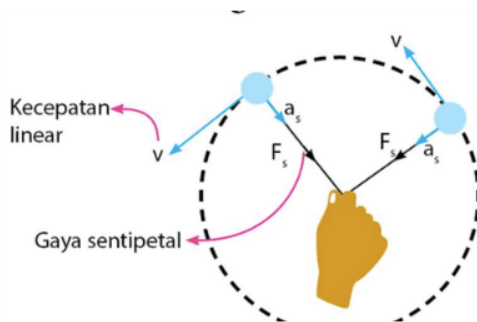
GERAK MELINGKAR



A. Definisi GMB (Gerak Melingkar Beraturan)

GMB (Gerak Melingkar Beraturan) serupa dengan konsep Gerak lurus beraturan (GLB). Gerak suatu benda yang menempuh lintasan dengan garis lurus dengan v tetap disebut dengan Gerak lurus beraturan. Besar kecepatan (kelajuan) maupun arah kecepatan pada GLB adalah tetap. Sedangkan gerak melingkar beraturan didefinisikan sebagai gerak suatu benda yang menempuh lintasan yang melingkar dengan v yang tetap. Maka, percepatan sudutnya sama dengan nol. Jadi yang membedakan pada Gerak Melingkar Beraturan adalah lintasannya berupa lingkaran. Gambar 1 merupakan lintasan dari GMB.

Pada gerak melingkar beraturan terdapat variabel- variabel penting yang perlu kita pahami yaitu **kecepatan linier (v)**, **periode (T)**, **kecepatan sudut (ω)**, **frekuensi (f)**, **percepatan**



Gambar 1. Lintasan pada Gerak Melingkar Beraturan

<https://www.gurupendidikan.co.id/gerak-melingkar-beraturan/>

sudut (α), **kecepatan sudut rata-rata**, dan **perpindahan sudut (θ)**. **Periode (T)** merupakan selang waktu yang dibutuhkan untuk melakukan satu kali berputar oleh sebuah titik partikel pada benda yang berputar terhadap sebuah poros yang tertentu. Banyaknya putaran yang ditempuh oleh suatu titik partikel dalam sebuah benda yang sedang melakukan putaran terhadap suatu poros tertentu dalam selang waktu sekon disebut dengan **Frekuensi (f)**. Antara periode dan frekuensi memiliki hubungan secara matematis yaitu sebagai berikut:

$$T = \frac{1}{f} \text{ atau } f = \frac{1}{T}$$

Hasil dari pembagian panjangnya lintasan yang linier ditempuh suatu partikel dalam selang waktu yang dibutuhkan, disebut dengan **Kecepatan linier (v)**. Rumusan matematisnya adalah:

$$\text{Kelajuan linier} = \frac{\text{panjang lintasan linier}}{\text{selang waktu tempuh}}$$
$$v = \frac{2\pi}{T}$$

Sedangkan hasil pembagian sudut pusat yang telah ditempuh materi dalam selang waktu yang ditempuh disebut dengan **kecepatan sudut (ω)**. Rumusan matematisnya adalah sebagai berikut:

$$v = r \cdot \omega$$

Kecepatan linier memiliki hubungan matematis dengan kecepatan sudut yaitu sebagai berikut:

$$\text{Kecepatan sudut } (\omega) = \frac{\text{sudut pusat}}{\text{waktu tempuh}}$$
$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

Adapun sudut dilintasi oleh sebuah garis radial yang bermula dari letak awal garis dengan θ° menuju letak akhir garis θ disebut dengan **perpindahan sudut ($\Delta\theta$)**. Tentu saja, $\Delta\theta = \theta - \theta^\circ$.

Adapu arah perpindahan sudut sebagai berikut :

1. Putarannya yang berlawanan dengan arah jarum jam, akan berlaku $\Delta\theta > 0$.
2. Putarannya yang searah dengan jarum jam, akan berlaku $\Delta\theta < 0$.

$\Delta\theta$ memiliki satuan SI yaitu **rad**.

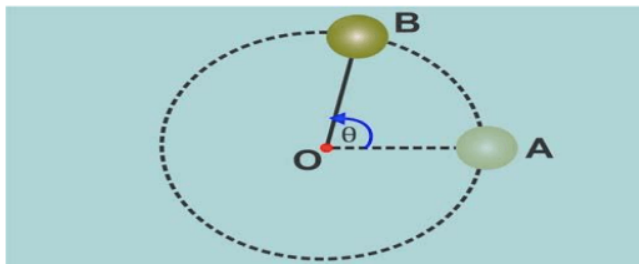
$$\theta(\text{rad}) = 2\pi \text{ rad}$$

Nilai konversi sudut yang ada pada perpindahan sudut adalah sbb :

$$1 \text{ putaran} = 360^\circ = 2 \pi \text{ rad}$$

$$1 \text{ rad} = \frac{180^\circ}{\pi} \text{ derajat} = 57,3^\circ$$

Radian, derajat dan putaran merupakan besaran-besaran yang **tidak mempunyai dimensi**.



Gambar 2. Perpindahan sudut pada gerak melingkar beraturan (GMB)
(<https://www.fisikabc.com/2017/06/posisi-sudut-gerak-melingkar.html>)

Di dalam gerak melingkar, **rata-rata kecepatan sudut** diartikan sebagai hasil dari pembagian perpindahan sudut dengan selang waktu.

Perpindahan sudut $t = \bar{\omega}$

$$\text{Kecepatan sudut rata-rata} = \frac{\text{perpindahan sudut}}{\text{selang waktu}}$$

$$\bar{\omega} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{\theta_2 - \theta_1}{t_1 - t_2}$$

Arah kecepatan sudut ω adalah sebagai berikut :

1. Saat putaran berlawanan arah jarum jam berlaku $\omega > 0$
2. Saat putaran searah jarum jam berlaku $\omega < 0$.

ω satuan SI nya ialah **rad/s**.

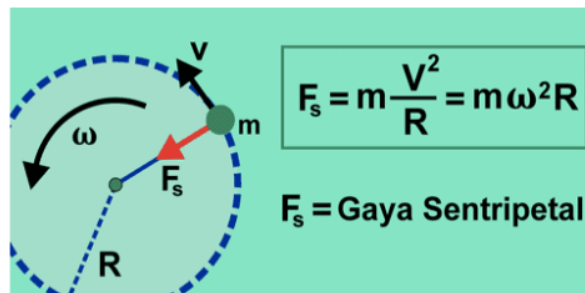
B. Percepatan

Di dalam suatu gerak melingkar beraturan (GMB), terdapat nilai suatu percepatan. Percepatan tersebut mengarah ke arah pusat lingkaran yang akan selalu berposisi tegak lurus terhadap kecepatan liniernya disebut **percepatan sentripetal**. (Kata **sentripetal** berasal dari kata Yunani, yang berarti **mencari pusat**). Untuk partikel yang melaju sesuai dengan gerak melingkar beraturan (GMB), **laju liniernya adalah konstan**, tetapi partikel masih akan mengalami percepatan sentripetal yang dirumuskan sebagai berikut :

$$a_s = \frac{v^2}{r} \text{ atau } a_s = \omega^2 \cdot r$$

Saat GMB melakukan percepatan sentripetal, akan dihasilkan juga suatu gaya sentripetal. Rumus gaya sentripetal adalah sebagai berikut :

$$F_s = \frac{m \cdot v^2}{r} \quad F_s = m \cdot \omega^2 \cdot r$$

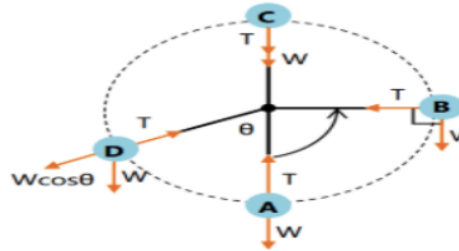


Gambar 2. Percepatan dan gaya sentripetal

(<https://www.fisikabc.com/2017/08/kumpulan-rumus-gaya-sentripetal-pada-dinamika-gerak-melingkar.html>)

Beberapa gaya sentripetal yang terjadi pada tali adalah sebagai berikut : dilihat posisinya, ada 4 posisi yang ada yaitu : titik **A**, titik **B**, titik **C**, dan titik **D**. persamaan matematis pada titik-titik tersebut adalah sebagai berikut:

a. Gerak melingkar vertikal dengan tali



Gambar 3. Gerak vertikal pada tegangan tali

(www.materi78.co.nr)

Persamaan umumnya adalah :

$$T \pm W \cdot \cos \theta = F_s$$

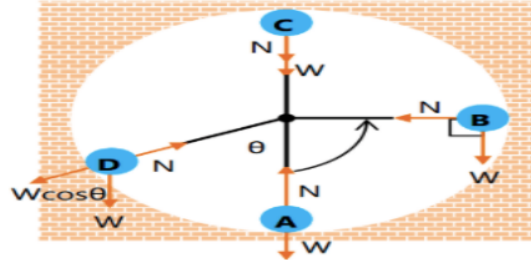
Kecepatan minimum yang dibutuhkan supaya benda yang melaju dapat mencapai **titik B dari titik A** adalah :

$$V_{min} = \sqrt{2 \cdot g \cdot r}$$

Kecepatan minimum yang diperlukan agar benda dapat **melakukan putaran satu lingkaran penuh** :

$$V_{min} = \sqrt{5 \cdot g \cdot r}$$

b. Gerak melingkar vertikal di dalam bidang lingkaran :



Gambar 4. Gerak vertikal di dalam bidang lingkaran
(www.materi78.co.nr)

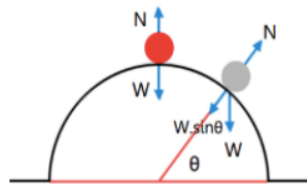
Persamaan umum gerak melingkar vertikal di dalam bidang lingkaran yang dapat dibentuk adalah :

$$N \pm W \cdot \cos \theta = F_s$$

Kecepatan minimum pada C agar benda yang berputar tidak keluar dari lintasan :

$$V_{min} = \sqrt{g \cdot r}$$

Gerak melingkar vertikal di luar bidang lingkaran :



Gambar 5. Gerak melingkar vertikal di luar bidang lingkaran
(www.materi78.co.nr)

Persyaratan umum yang dapat dibentuk :

$$N - W \sin \theta = -F_s$$

Kecepatan minimum agar benda **tidak keluar dari lintasan** adalah :

$$V_{min} = \sqrt{g \cdot r}$$

Contoh soal

1. Saat roda katrol sedang berputar dengan frekuensi 5 putaran per sekon. Tentukan kecepatan sudut roda katrol tersebut.

Diketahui : $f = 5 \text{ Hz}$

Ditanya $\omega = \dots?$

Solusi : $\omega = 2\pi f$
 $= 2 \cdot 3,14 \cdot 5$
 $= 31,4 \text{ rad/s}$

2. Ada kipas listrik yang berputar sebanyak 45 putaran setiap menitnya. Jika kipas tersebut memiliki ujung kipas yang terletak 24 cm dari sumbu putarnya, tentukan kecepatan tangensial ujung kipas.

Diketahui : $\omega = 45 \text{ putaran/menit} = 45 \cdot 2\pi/60 = 4,71 \text{ rad/s}$

$r = 24 \text{ cm} = 0,24 \text{ m}$

solusi :

$$v = \omega \cdot r$$

$$v = 4,71 \text{ rad/s} \cdot 0,24 \text{ m} = 1,1304 \text{ m/s}$$

MENGHITUNG MENGGUNAKAN MATLAB

66

Dalam jendela editor yang mana digunakan untuk membuat M-file yang akan digunakan untuk membuat program yang dijalankan oleh MATLAB, kita dapat meng-input dengan kode berikut :

```
function varargout = GM(varargin)
% GM MATLAB code for GM.fig
%
%   GM, by itself, creates a new GM or raises the existing
%   singleton*.
%
%   H = GM returns the handle to a new GM or the handle to
%   the existing singleton*.
%
%   GM('CALLBACK', hObject,eventData,handles,...) calls the local
%   function named CALLBACK in GM.M with the given input
%   arguments.
%
%   GM('Property','Value',...) creates a new GM or raises the
%   existing singleton*. Starting from the left, property value
%   pairs are
%   applied to the GUI before GM_OpeningFcn gets called. An
%   unrecognized property name or invalid value makes property
%   application
%   stop. All inputs are passed to GM_OpeningFcn via varargin.
%
%   *See GUI Options on GUIDE's Tools menu. Choose "GUI allows
%   only one
%   instance to run (singleton)".
%
% See also: GUIDE, GUIDATA, GUIHANDLES
```

```

% Edit the above text to modify the response to help GM

% Last Modified by GUIDE v2.5 13-Mar-2020 14:03:40

% Begin initialization code - DO NOT EDIT
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
'gui_Singleton',  gui_Singleton, ...
'gui_OpeningFcn', @GM_OpeningFcn, ...
'gui_OutputFcn',  @GM_OutputFcn, ...
'gui_LayoutFcn',  [] , ...
'gui_Callback',   []);
if nargin && ischar(varargin{1})
gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end
if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
% End initialization code - DO NOT EDIT
% --- Executes just before GM is made visible.
function GM_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
% This function has no output args, see OutputFcn.
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% varargin   command line arguments to GM (see VARARGIN)

```

```

% Choose default command line output for GM
handles.output = hObject;

% Update handles structure
guidata(hObject, handles);

% UIWAIT makes GM wait for user response (see UIRESUME)
% uiwait(handles.figure1);

% --- Outputs from this function are returned to the command line.
function varargout = GM_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
% varargout cell array for returning output args (see VARARGOUT);
% hObject handle to figure
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Get default command line output from handles structure
varargout{1} = handles.output;

function edit1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to edit1 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit1 as text
% str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit1
as a double
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to edit1 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles empty - handles not created until after all CreateFcns
called
% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
% See ISPC and COMPUTER.

```

```

    if ispc && isequal(get(hObject, 'BackgroundColor'),
    get(0, 'defaultUicontrolBackgroundColor'))

    set(hObject, 'BackgroundColor', 'white');

end

function edit2_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hints: get(hObject, 'String') returns contents of edit2 as text
%          str2double(get(hObject, 'String')) returns contents of edit2
as a double
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit2_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns
called
% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%          See ISPC and COMPUTER.
    if ispc && isequal(get(hObject, 'BackgroundColor'),
    get(0, 'defaultUicontrolBackgroundColor'))

    set(hObject, 'BackgroundColor', 'white');

end

function edit3_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hints: get(hObject, 'String') returns contents of edit3 as text
%          str2double(get(hObject, 'String')) returns contents of edit3
as a double

```

```

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit3_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called
% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%         See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
% --- Executes on button press in pushbutton1.
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to pushbutton1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
f=str2double(get(handles.edit1,'string'));
w=2*22/7*f
set(handles.edit3,'string',w);
% --- Executes on button press in pushbutton2.
function pushbutton2_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to pushbutton2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
set(handles.edit1,'string',0);
set(handles.edit3,'string',0);
function edit5_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit5 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB

```

```

% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit5 as text
%           str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit5
as a double
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit5_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to edit5 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles      empty - handles not created until after all CreateFcns
called
% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%           See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
function edit6_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to edit6 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit6 as text
%           str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit6
as a double
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit6_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to edit6 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles      empty - handles not created until after all CreateFcns
called
% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.

```

```

%       See ISPC and COMPUTER.

if ispc && isequal (get(hObject, 'BackgroundColor'),
get(0, 'defaultUiControlBackgroundColor'))
set(hObject, 'BackgroundColor', 'white');
end

% --- Executes on button press in pushbutton3.
function pushbutton3_Callback(hObject, eventdata, handles)

% hObject    handle to pushbutton3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

w=str2double(get(handles.edit5, 'string'));
r=str2double(get(handles.edit6, 'string'));
v=w*r
set(handles.edit7, 'string', v);

% --- Executes on button press in pushbutton4.
function pushbutton4_Callback(hObject, eventdata, handles)

% hObject    handle to pushbutton4 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

set(handles.edit5, 'string', 0);
set(handles.edit6, 'string', 0);
set(handles.edit7, 'string', 0);

function edit7_Callback(hObject, eventdata, handles)

% hObject    handle to edit7 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hints: get(hObject, 'String') returns contents of edit7 as text
%       str2double(get(hObject, 'String')) returns contents of edit7
as a double

```

```
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit7_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit7 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns
called
% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%           See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal (get(hObject, 'BackgroundColor'),
get(0, 'defaultUicontrolBackgroundColor'))
set(hObject, 'BackgroundColor', 'white');
end
```


Current Folder: C:\Users\User\Documents\MATLAB\GM.m

```

1 function varargout = GM(varargin)
2 % GM MATLAB code for GM.fig
3 % GM, by itself, creates a new GM or raises the existing
4 % singleton*.
5 %
6 % H = GM returns the handle to a new GM or the handle to
7 % the existing singleton*.
8 %
9 % GM('CALLBACK',hObject,eventData,handles,...) calls the local
10 % function named CALLBACK in GM.M with the given input arguments.
11 %
12 % GM('Property','Value',...) creates a new GM or raises the
13 % existing singleton*. Starting from the left, property value pairs are
14 % applied to the GUI before GM_OpeningFcn gets called. An
15 % unrecognized property name or invalid value makes property application
16 % stop. All inputs are passed to GM_OpeningFcn via varargin.
17 %
18 % *See GUI Options on GUIDE's Tools menu. Choose *GUI allows only one
19 % instance to run (singleton)*.
20 %
21 % See also: GUIDE, GUIDATA, GUIHANDLES
22
23 % Edit the above text to modify the response to help GM
24
25 % Last Modified by GUIDE v2.5 13-Mar-2020 14:03:40
26
27 % Begin initialization code - DO NOT EDIT

```

Workspace:

Name	Value
C	-6.6667
F	20
R	-5.3333
sat	3
suhu	20

Current Folder: C:\Users\User\Documents\MATLAB\GM.m

```

24 % Last Modified by GUIDE v2.5 13-Mar-2020 14:03:40
25
26 % Begin initialization code - DO NOT EDIT
27
28 gui_Singleton = 1;
29 gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
30                  'gui_Singleton',   gui_Singleton, ...
31                  'gui_OpeningFcn', @GM_OpeningFcn, ...
32                  'gui_OutputFcn',  @GM_OutputFcn, ...
33                  'gui_LayoutFcn',  [], ...
34                  'gui_Callback',    []);
35
36 if nargin && ischar(varargin{1})
37     gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
38 end
39
40 if nargin
41     [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
42 else
43     gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
44 end
45 % End initialization code - DO NOT EDIT
46
47 % --- Executes just before GM is made visible.
48 function GM_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
49 % This function has no output args, see OutputFcn.
50 % hObject    handle to figure
51 % eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB

```

Workspace:

Name	Value
C	-6.6667
F	20
R	-5.3333
sat	3
suhu	20

The screenshot shows the MATLAB R2019b Editor window. The current folder is 'C:\Users\User\Documents\MATLAB\GM.m'. The workspace contains variables: C (-6.6667), F (20), R (-5.3333), sat (3), and suhu (20). The main script 'GM.m' contains the following code:

```

49 % This function has no output args, see OutputFcn.
50 % hObject handle to figure
51 % eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
52 % handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
53 % varargin command line arguments to GM (see VARARGIN)
54
55 % Choose default command line output for GM
56 handles.output = hObject;
57
58 % Update handles structure
59 guidata(hObject, handles);
60
61 % UIWAIT makes GM wait for user response (see UIRESUME)
62 uiwait(handles.figure1);
63
64
65 % --- Outputs from this function are returned to the command line.
66 function varargout = GM_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
67 % varargout cell array for returning output args (see VARARGOUT);
68 % hObject handle to figure
69 % eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
70 % handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
71
72 % Get default command line output from handles structure
73 varargout(1) = handles.output;
74
75

```

The screenshot shows the MATLAB R2019b Editor window with the 'edit1_Callback' function selected. The workspace remains the same. The code for 'edit1_Callback' is as follows:

```

76
77 function edit1_Callback(hObject, eventdata, handles)
78 % hObject handle to edit1 (see GCBO)
79 % eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
80 % handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
81
82 % Hint: get(hObject,'String') returns contents of edit1 as text
83 %       str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit1 as a double
84
85
86 % --- Executes during object creation, after setting all properties.
87 function edit1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
88 % hObject handle to edit1 (see GCBO)
89 % eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
90 % handles empty - handles not created until after all CreateFcns called
91
92 % Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
93 %       See ISPC and COMPUTER.
94 if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
95     set(hObject,'BackgroundColor','white');
96 end
97
98
99
100 function edit2_Callback(hObject, eventdata, handles)
101 % hObject handle to edit2 (see GCBO)
102 % eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB

```

MATLAB R2015b

HOME PLOTS APPS EDITOR PUBLISH VIEW

File Edit Breakpoints Run Run and Advance Run and Time

Current Folder: C:\Users\User\Documents\MATLAB

```

function edit2_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to edit2 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit2 as text
%       str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit2 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit2_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to edit2 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function edit3_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to edit3 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)

```

Workspace

Name	Value
C	-6.6667
F	20
R	-5.3333
sat	3
suhu	20

GM Ln 16 Col 67

MATLAB R2015b

HOME PLOTS APPS EDITOR PUBLISH VIEW

File Edit Breakpoints Run Run and Advance Run and Time

Current Folder: C:\Users\User\Documents\MATLAB

```

function edit3_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to edit3 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit3 as text
%       str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit3 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit3_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to edit3 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on button press in pushbutton1.
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to pushbutton1 (see GCBO)

```

Workspace

Name	Value
C	-6.6667
F	20
R	-5.3333
sat	3
suhu	20

GM Ln 16 Col 67

MATLAB R2015b

HOME PLOTS APPS EDITOR PUBLISH VIEW

Current Folder: C:\Users\User\Documents\MATLAB

Editor - C:\Users\User\Documents\MATLAB\GM.m

```

145 % --- Executes on button press in pushbutton1.
146 function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
147 % hObject handle to pushbutton1 (see GCBO)
148 % eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
149 % handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
150 f=str2double(get(handles.edit1,'string'));
151 w=2*pi*f*L;
152 set(handles.edit3,'string',w);
153
154 % --- Executes on button press in pushbutton2.
155 function pushbutton2_Callback(hObject, eventdata, handles)
156 % hObject handle to pushbutton2 (see GCBO)
157 % eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
158 % handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
159 set(handles.edit1,'string',0);
160 set(handles.edit3,'string',0);
161
162
163
164 function edit5_Callback(hObject, eventdata, handles)
165 % hObject handle to edit5 (see GCBO)
166 % eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
167 % handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
168
169 % Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit5 as text
170 % str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit5 as a double
171

```

Workspace

Name	Value
C	-6.6667
F	20
R	-5.3333
sat	3
suhu	20

GM Ln 16 Col 67

MATLAB R2015b

HOME PLOTS APPS EDITOR PUBLISH VIEW

Current Folder: C:\Users\User\Documents\MATLAB

Editor - C:\Users\User\Documents\MATLAB\GM.m

```

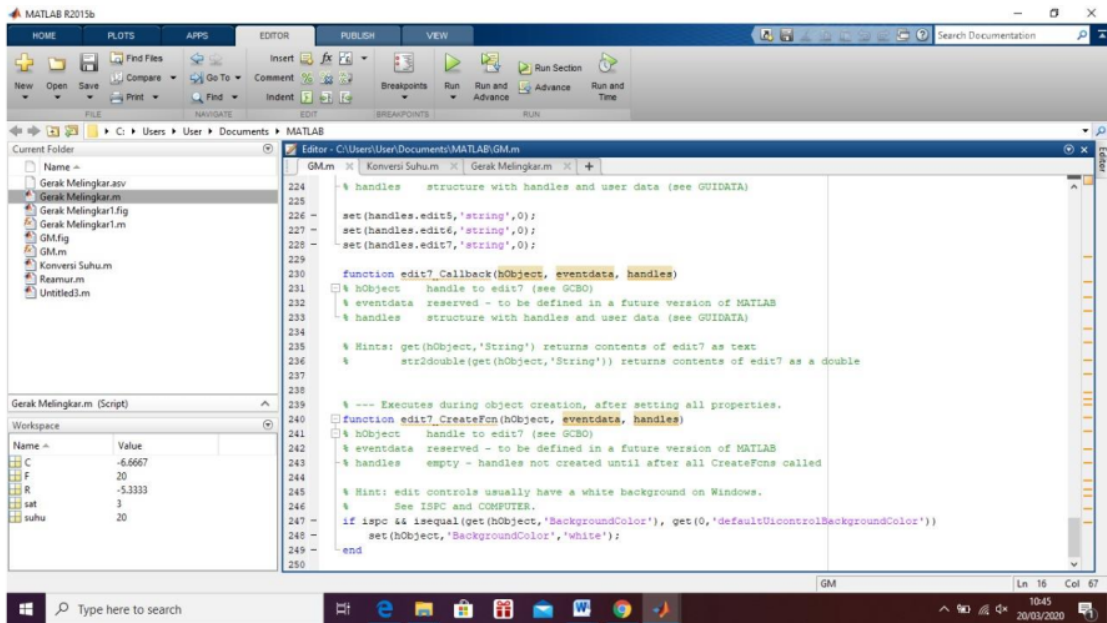
197 function edit6_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
198 % hObject handle to edit6 (see GCBO)
199 % eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
200 % handles empty - handles not created until after all CreateFns called
201
202 % Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
203 % See ISPC and COMPUTER.
204 if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
205 set(hObject,'BackgroundColor','white');
206 end
207
208
209 % --- Executes on button press in pushbutton3.
210 function pushbutton3_Callback(hObject, eventdata, handles)
211 % hObject handle to pushbutton3 (see GCBO)
212 % eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
213 % handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
214 w=str2double(get(handles.edit5,'string'));
215 r=str2double(get(handles.edit6,'string'));
216 v=w*r;
217 set(handles.edit7,'string',v);
218
219
220 % --- Executes on button press in pushbutton4.
221 function pushbutton4_Callback(hObject, eventdata, handles)
222 % hObject handle to pushbutton4 (see GCBO)
223 % eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB

```

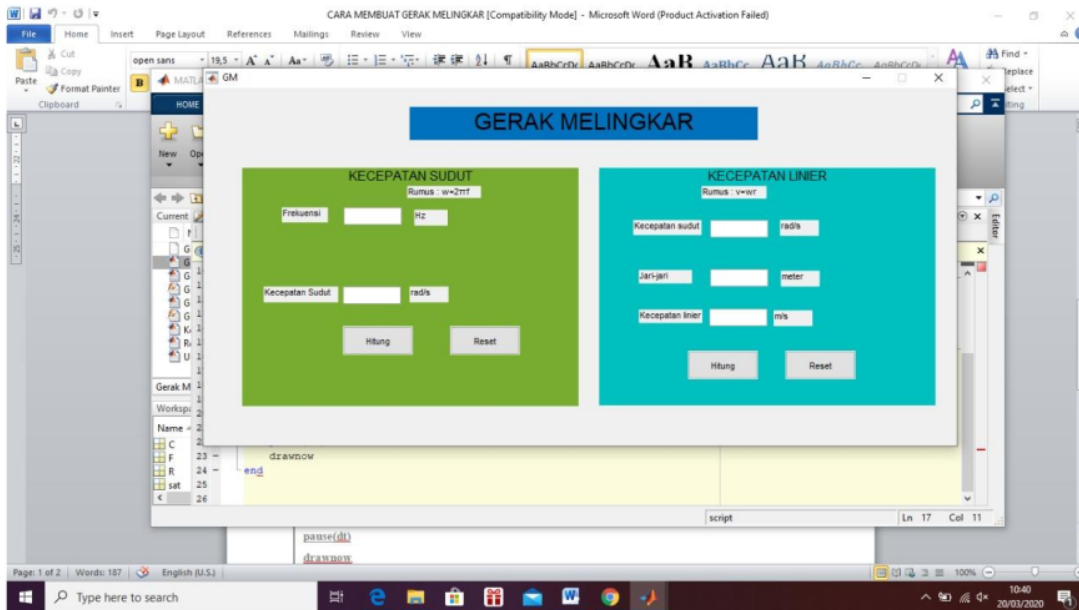
Workspace

Name	Value
C	-6.6667
F	20
R	-5.3333
sat	3
suhu	20

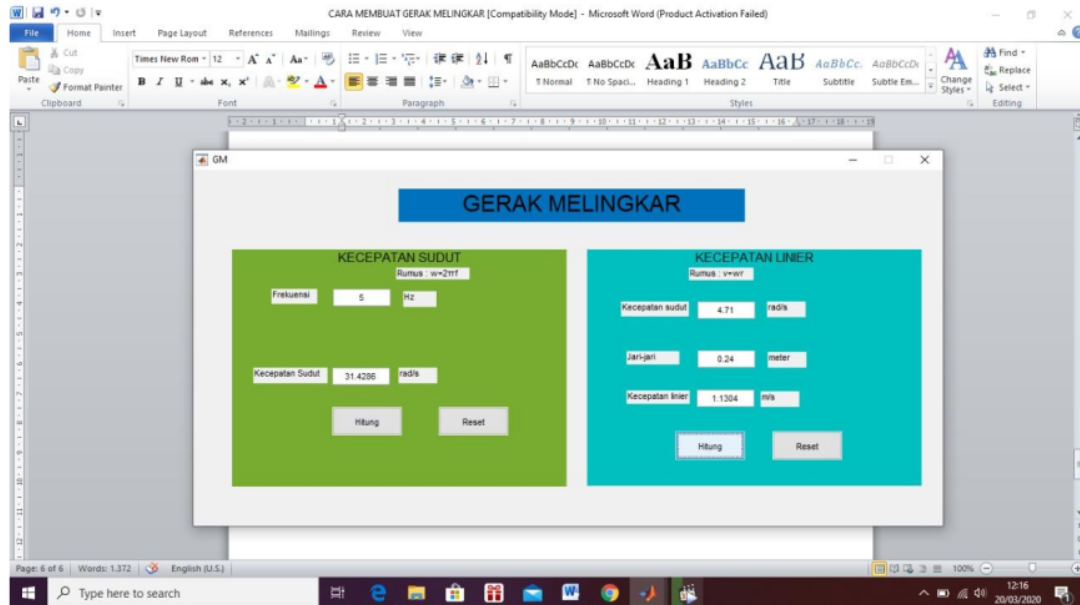
GM Ln 16 Col 67



Maka di Command Window akan muncul seperti ini :



Setelah itu kita masukkan nilai yang akan dihitung dan diubah menjadi apa, sehingga kita mendapatkan hasil seperti ini :



Santi Sulistiawati



HUKUM GRAVITASI NEWTON

Magister Pendidikan Fisika Universitas Sriwijaya

A. Kompetensi Inti

No	Kompetensi Inti
KI-1	“Menghargai dan menghayati ajaran agama yang dianutnya“
KI-2	“Menghargai dan menghayati perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (toleransi, gotong royong), santun, percaya diri dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam dalam jangkauan pergaulan dan keberadaannya“
KI-3	“Memahami pengetahuan (faktual, konseptual, dan prosedural) berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya terkait fenomena dan kejadian tampak mata“
KI-4	“Mencoba, mengolah, dan menyaji dalam ranah konkret (menggunakan, mengurai, merangkai, memodifikasi, dan membuat) dan ranah abstrak (menulis, membaca, menghitung, menggambar, dan mengarang) sesuai dengan yang dipelajari di sekolah dan sumber lain yang sama dalam sudut pandang/teori“

79

B. Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)

Materi Pokok	Kompetensi Dasar (KD)	Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)
Hukum Gravitasi Newton	3.8 “Menganalisis keteraturan gerak planet dalam tatasurya berdasarkan hukum-hukum Newton“	3.8.1 “Mengidentifikasi konsep gaya gravitasi, “ 3.8.2 “Mengidentifikasi percepatan gravitasi, “ 3.8.3 “Mengidentifikasi kuat medan gravitasi, dan hukum Kepler“ 3.8.4 “Memahami keteraturan gerak planet dalam tatasurya berdasarkan hukum-hukum Newton“
	4.8 “Menyajikan karya mengenai gerak satelit buatan yang mengorbit bumi, pemanfaatan dan dampak yang ditimbulkannya dari berbagai sumber informasi“	4.8.1.“Membuat karya mengenai gerak satelit buatan yang mengorbit bumi 4.8.2. “Mempresentasikan karya mengenai gerak satelit buatan yang mengorbit bumi“

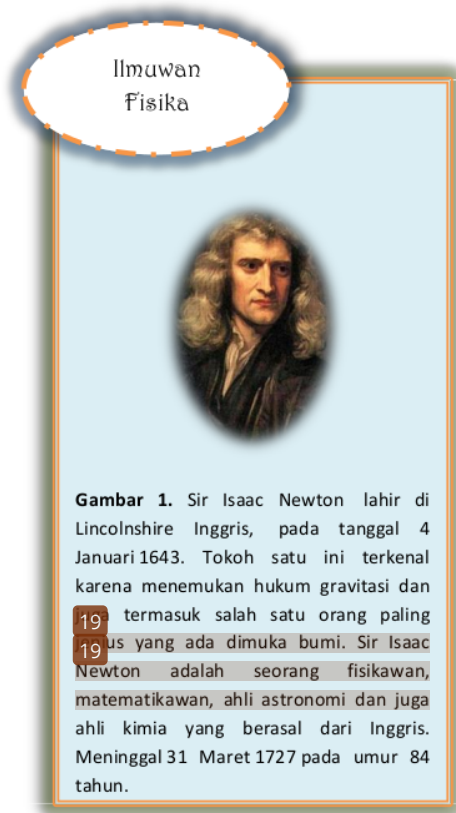
GAYA GRAVITASI

A. Hukum Gravitasi Umum Newton

Di “SMP kalian telah mempelajari tentang gaya. Gaya digolongkan ke dalam dua bagian, antara lain gaya tak ⁷⁶sentuh dan gaya ⁹⁶sentuh. Gaya ⁷⁶sentuh timbul karena dua benda saling bersentuhan secara fisik; contohnya gaya otot, gaya gesekan, dan gaya normal. Gaya tak ⁷⁶sentuh terjadi walaupun kedua benda tidak bersentuhan secara fisik (kedua benda ³¹terpisah pada jarak tertentu); contohnya gaya listrik, gaya magnet, dan gaya gravitasi. Pada bab ini kita akan membahas tentang gerak planet dan gaya gravitasi“.

Gaya Gravitasi

“Terdapat dan terkumpul banyak data mengenai gerak Bulan dan planet di orbit hampir menyerupai berbentuk lingkaran, tapi tidak ada satu masalah pada saat itu. Sir Isaac Newton pada tahun 1686 memberikan penjelasan untuk memecahkan tersebut, dengan menyatakan hukum gravitasi Newton“.



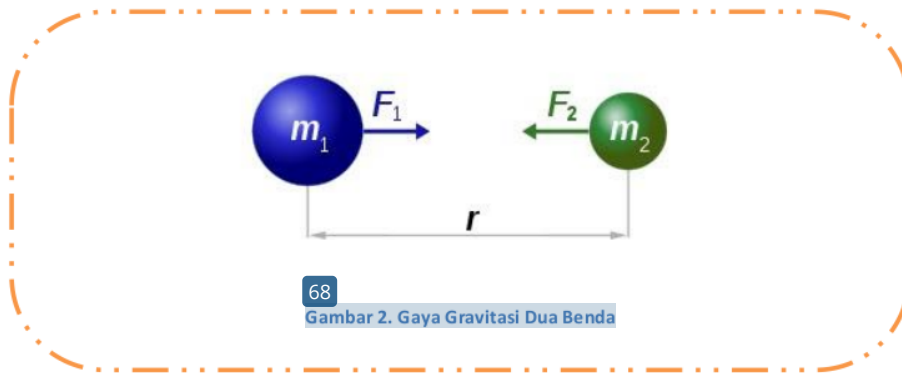
“Hukum yang dicetuskan Newton merupakan pengamatan terhadap benda dipermukaan bumi. Saat suatu batu dilemparkan ke atas maka akan jatuh dan kembali lagi ke permukaan bumi. Menggunakan prinsip Hukum I Newton yang menyatakan bahwa benda akan tetap bergerak lurus jika tidak ada gaya luar yang mempengaruhinya maka diambil kesimpulan jika benda tersebut dipengaruhi gaya lain sehingga membuatnya jatuh kembali ke permukaan bumi, gaya tersebut sebagai gaya gravitasi.

Newton menyadari bahwa “gravitasi tidak hanya bergantung dengan jarak, tapi tergantung dengan massa benda. Hukum Ke-III Newton berbunyi bahwa saat Bumi melakukan gaya gravitasi terhadap suatu benda misal Bulan, benda tersebut akan melakukan gaya pada Bumi yang berlawanan arah dengan besar sama. Oleh sebab sifat simetri itu, kemudian

dinyatakan besar gravitasi oleh Newton harus sebanding (berbanding lurus) terhadap kedua massa tersebut”.

$$F \propto \frac{m_{bm} m_{bc}}{r^2}$$

Keterangan: m_{bm} = massa bumi, m_{bc} = massa benda lain, r = jarak benda dengan pusat Bumi.



68
Gambar 2. Gaya Gravitasi Dua Benda

Kemudian, hasil analisa Newton menyebutkan Gaya gravitasi umum Newton berbunyi sebagai berikut.

“Gaya gravitasi antara dua benda merupakan gaya tarik-menarik yang besarnya berbanding lurus dengan massa masing-masing benda dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara keduanya.” Besar gaya gravitasi dapat ditulis sebagai berikut:

$$\vec{F}_{12} = \vec{F}_{21} = \vec{F} = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

Dengan:

$F_{12} = F_{21} = F$ = besar gaya tarik menarik antara kedua benda (N)

G = konstanta Gravitasi ($6,67 \times 10^{-8} \text{ Nm}^2 / \text{kg}^2$)

m_1 = massa benda 1 (kg)

m_2 = massa benda 2 (kg)

r = jarak benda (m)

Resultan gaya gravitasi pada suatu benda

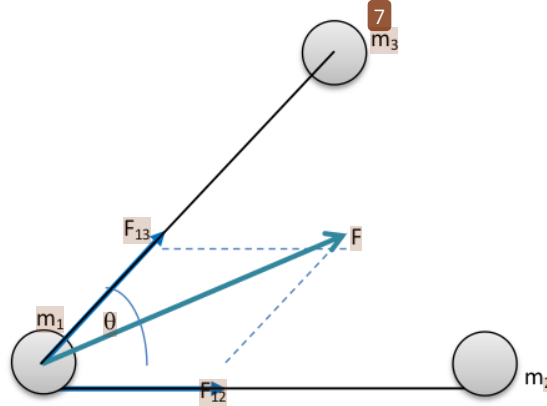
“Misal pada m_1 mengalami gravitasi F_{12} dilakukan oleh m_2 dan gaya gravitasi F_{13} yang dilakukan oleh m_3 (lihat gambar 8.5). F_{12} dan F_{13} merupakan vektor sehingga gaya pada m_1 harus resultan dari kedua gaya tersebut. Secara vektor dituliskan:

10

$$\mathbf{F} = \mathbf{F}_{12} + \mathbf{F}_{13}$$

Untuk kedua vektor gaya gravitasi membentuk sudut θ , resultan gaya gravitasi bisa dihitung menggunakan rumus cosinus“.

$$F = \sqrt{F_{12}^2 + F_{13}^2 + 2F_{12}F_{13} \cos \theta} \quad (2)$$



Gambar 3 Resultan gaya gravitasi yang bekerja pada benda m_1 oleh benda

m_2 adalah $\mathbf{F} = \mathbf{F}_{12} + \mathbf{F}_{13}$ yang besarnya $F = \sqrt{F_{12}^2 + F_{13}^2 + 2F_{12}F_{13}\cos\theta}$

Contoh rumus 2

8

“Dua partikel masing-masing mempunyai massa 0,2 kg dan 0,3 kg terpisah sejauh 0,15 m. Partikel ketiga yang bermassa 0,05 kg diletakkan diantara keduanya dan pada garis hubung kedua partikel tersebut. Hitung gaya gravitasi yang bekerja pada partikel ketiga jika partikel diletakkan 0,005 m dari benda bermassa 0,3 kg“.

Penyelesaian:

“Partikel ketiga mendapat gaya gravitasi dari partikel pertama dan partikel kedua tetapi dengan arah yang berlawanan. Besar gaya gravitasi antara partikel pertama ($m_1 = 0,2$ kg) dan partikel ke tiga ($m_3 = 0,05$ kg) yang terpisah pada jarak 0,145 m adalah“:

$$F_1 = \frac{Gm_1m_3}{r^2} = \frac{6,67 \times 10^{-11} \cdot 0,2 \text{ kg} \cdot 0,05 \text{ kg}}{(0,145 \text{ m})^2} = 3,172 \times 10^{-11} \text{ N}$$

Besar gaya gravitasi antara partikel pertama ($m_2 = 0,3$ kg) dan partikel ke tiga ($m_3 = 0,05$ kg) yang terpisah pada jarak 0,005 m adalah: $F_2 = \frac{Gm_2m_3}{r^2} = \frac{6,67 \times 10^{-11} \cdot 0,3 \text{ kg} \cdot 0,05 \text{ kg}}{(0,005 \text{ m})^2} = 4,002 \times 10^{-8} \text{ N}$

Besar resultan gaya gravitasi pada partikel ketiga adalah:

$$F = F_2 - F_1 = 4,002 \times 10^{-8} \text{ N} - 0,003172 \times 10^{-8} \text{ N} = 3,998828 \times 10^{-8} \text{ N}$$

Jadi, besar gaya gravitasi pada partikel ketiga adalah $3,998828 \times 10^{-8} \text{ N}$.

Dengan menggunakan matlab

```
54 clear
m1=0.2, m2=0.3, m3=0.05, r1=0.145, r2=0.005, G=6.67e-11
format
F1=G*m1*m3/r1^2
F1 = 3.1724e-11

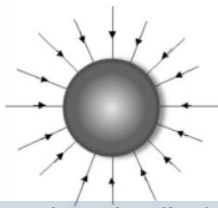
F2=G*m2*m3/r2^2
F2 = 4.0020e-08

F=F2-F1

F = 3.9988e-08
```

Medan gravitasi diartikan sebagai “ruang disekitar benda bermassa dimana benda bermassa lainnya dalam ruang tersebut mengalami gaya”.

34 Medan “gravitasi termasuk medan vektor, adalah medan disetiap titiknya memiliki besar dan arah. Arah dan besar medan gravitasi dapat divisualisasikan dengan anak panah”.



Gambar 4 Garis-garis medan di sekitar benda bermassa M

10 “Besaran mewakili medan gravitasi adalah kuat medan gravitasi. Gaya gravitasi persatuan massa pada massa uji m Kuat medan gravitasi. Pada suatu titik dalam ruang suatu massa uji m saat mengalami gaya ravitasi F , kuat medan garvitasi g dinyatakan“:

$$g = \frac{F}{m} \quad (3)$$

10 Jika besar gaya gravitasi yang dialami oleh suatu benda diem dengan massa M pada benda uji dengan massa m adalah $F = \frac{GMm}{r^2}$, maka besar kuat medan gravitasi oleh massa sumber M pada berbagai titik didalam medan dinyatakan dengan:

$$g = \frac{GM}{r^2} \quad (4)$$

dengan M = massa sumber dan r = jarak titik ke pusat massa M.

Contoh rumus 4

8 “Jika percepatan gravitasi pada permukaan bumi ialah $9,8 \text{ m/s}^2$, berapa besar percepatan gravitasi di tempat yang tingginya 1 km dari permukaan bumi? (jari-jari bumi 6370 km)

“

Penyelesaian:

Besar percepatan gravitasi pada ketinggian h di atas permukaan bumi dapat dicari menggunakan perbandingan antara percepatan gravitasi di permukaan bumi (g_1), percepatan gravitasi pada ketinggian h di atas permukaan bumi (g_2).

$$\frac{g_2}{g_1} = \left(\frac{R}{R+h}\right)^2$$

$$\frac{g_2}{9,8 \text{ m s}^{-2}} = \left(\frac{6370 \text{ km}}{6370 \text{ km} + 1 \text{ km}}\right)^2$$

$$g_2 = 9,8 \text{ m s}^{-2}$$

Jadi, percepatan gravitasi pada ketinggian 1 km di atas permukaan bumi adalah $9,8 \text{ m/s}^2$.

Contoh rumus 4

Percepatan gravitasi di permukaan Bumi adalah $9,8 \text{ m/s}^2$. Berapakah percepatan gravitasi di permukaan planet yang memiliki massa sama dengan massa Bumi dan jari-jari dua kali jari-jari Bumi?

Penyelesaian:

Besar percepatan gravitasi di permukaan sebuah planet dapat dicari dengan menggunakan perbandingan antara percepatan gravitasi di permukaan bumi (g_B) dengan percepatan gravitasi di permukaan suatu planet (g_P).

$$\frac{g_B}{g_P} = \left(\frac{m_B}{m_P}\right) \times \left(\frac{R_P}{R_B}\right)^2$$

$$\frac{9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}}{g_P} = \left(\frac{M}{M}\right) \times \left(\frac{2 R_B}{R_B}\right)^2$$

$$g_P = \frac{9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}}{4} = 2,45 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

Jadi, besar percepatan gravitasi di sebuah planet yang massanya sama dengan massa bumi dan jari-jarinya dua kali jari-jari bumi adalah $2,45 \text{ m/s}^2$.

Penyelesaian dengan menggunakan matlab

```
clear
gB=9.8, mB=6e24, mP=6e24, RB=6.37e6
format
RP=2*RB
RP = 12740000

gP=gB*(mP/mB)*((RB^2)/(RP)^2)
gP = 2.4500
```

B. Gerak Planet

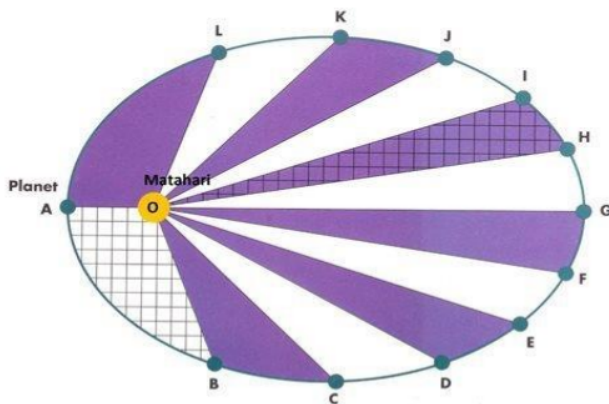
Hukum pertama Kepler lebih dikenal sebagai **hukum Lintasan Elips**, berbunyi :

“Semua planet bergerak pada lintasan elips mengitari Matahari dengan Matahari berada di salah satu fokus elips.”

Hukum I kepler sukses menyatakan bentuk orbit planet, tetapi gagal memperkirakan posisi planet suatu saat.

Hukum kedua kepler menyatakan :

“Suatu garis khayal yang menghubungkan Matahari dengan planet menyapu luas juring yang sama dalam selang waktu yang sama” (lihat Gambar 8.17)



Gambar 5. Hukum kepler tentang luas area yang sama dalam selang waktu sama. Sejak bumi berputar mengitari Matahari luas area yang sama disapu dalam selang waktu yang sama

Hukum ketiga gerak Planet lebih dikenal dengan **hukum harmonik** yang berbunyi :

“Perbandingan kuadrat periode terhadap pangkat tiga dari setengah sumbu panjang elips adalah sama untuk semua planet”.

hukum tersebut ditulis sebagai berikut :

$$\frac{(\text{Periode})^2}{(\text{Radius})^3} = \text{Konstan}$$

Secara aljabar dapat dituliskan sebagai berikut :

Hukum Ketiga Kepler

$$\frac{T^2}{r^3} = k \quad (5)$$

14 Dengan T merupakan periode revolusi, r adalah jari-jari rata-rata orbit planet, dan k merupakan suatu tetapan yang memiliki nilai sama untuk seluruh planet.

Contoh rumus 5 Menentukan periode Revolusi Planet dengan Hukum ketiga Kepler

21 “Jarak rata-rata antara Mars- Matahari adalah 1,524 kali jarak rata-rata Bumi-Matahari.

Berapa tahunkah wakt yang diperlukan Mars untuk mengitari Matahari satu Kali ? “

Penyelesaian :

$$r_{Mars} = 1,524 r_{Bumi} \quad \text{atau} \quad \frac{r_{Mars}}{r_{Bumi}} = 1,524$$

Hukum III Kepler : $\frac{T^2}{r^3} = k$

Untuk Mars dan Bumi berlaku persamaan berikut :

$$\frac{T_{Mars}^2}{r_{Mars}^3} = \frac{T_{Bumi}^2}{r_{Bumi}^3}$$

$$\left(\frac{T_{Mars}}{T_{Bumi}}\right)^2 = \left(\frac{r_{Mars}}{r_{Bumi}}\right)^3$$

$$\left(\frac{T_{Mars}}{T_{Bumi}}\right)^2 = (1,524)^3$$

$$\frac{T_{Mars}}{T_{Bumi}} = \sqrt{(1,524)^3}$$

$$\frac{T_{Mars}}{T_{Bumi}} = 1,881$$

$$T_{Mars} = 1,881 T_{Bumi}$$

$$T_{Mars} = 1,881 \text{ tahun}$$

Latihan

29

“Dua Planet P dan Q mengorbit Matahari. Perbandingan antara jarak Planet P dan Planet Q ke Matahari adalah 4 : 9. Apabila periode planet P mengelilingi Matahari adalah 24 hari, tentukan periode planet Q”.

Penyelesaian :

Diketahui : $r_p : r_Q = 4 : 9$, $T_p = 24$ hari

Ditanya : $T_Q = \dots$

Jawab :

$$\frac{T_Q^2}{T_P^2} = \frac{r_Q^3}{r_P^3}$$

$$\frac{T_Q^2}{(24)^2} = \left(\frac{9}{4}\right)^3$$

$$\frac{T_Q^2}{576} = \frac{729}{64}$$

$$\frac{419904}{64} = T_Q^2$$

$$\sqrt{6561} = T_Q$$

$$T_Q = 81 \text{ hari}$$

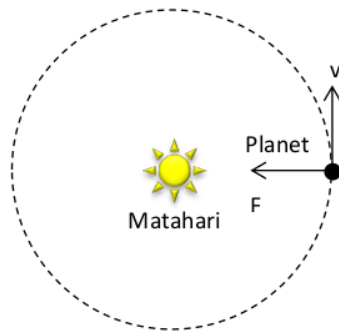
Penyelesaian dengan menggunakan matlab

```
clear
RP=4, RQ=9, TP=24
format
TQ=sqrt((TP^2)*(RQ^3)/RP^3)
TQ = 81
```

10

Kesesuaian hukum - hukum kepler dengan hukum gravitasi Newton

Hukum ketiga kepler $\frac{T^2}{r^3} = k$ diperoleh kepler dari analisis data tanpa penjelasan asal dari k secara matematis. Dengan cara menyamakan gaya sentripetal dan gaya gravitasi dialami planet dari matahari (lihat gambar 8.18), Newton berhasil menunjukkan tetapan k sebagai berikut



Gambar 6 Gaya Tarik Matahari pada planet tidak lain adalah gaya gravitasi Matahari

$$k = \frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{Gm}$$

Jika Gaya benda menuju ke pusat bumi sama dengan gaya berat benda $F =$

$M \cdot g$ dan Gaya gravitasi bumi adalah $F = G \frac{m \cdot M}{R^2}$ maka

$$F = G \frac{m M}{R^2}$$

$$M \cdot g = G \frac{m \cdot M}{R^2}$$

$$g = G \frac{m}{R^2}$$

$$G \cdot m = gR^2$$

$$k = \frac{4\pi^2}{Gm} \rightarrow k = \frac{4\pi^2}{g R^2}$$

Latihan

A. Hukum Gravitasi Umum Newton

1. “Dua bola masing- masing bermassa 6 kg dan 4 kg dengan jarak antarpusatnya adalah 2 m ditunjukkan seperti gambar di samping. Tentukan gaya gravitasi di antara kedua bola tersebut “.

Penyelesaian :

Diketahui : $m_1 = 6 \text{ kg}$, $m_2 = 4 \text{ kg}$, $r = 2 \text{ m}$, $G = 6,67 \times 10^{-11}$

Ditanya : $F =$

Jawab :

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$$F = 6,67 \times 10^{-11} \frac{6 \times 4}{(2)^2}$$

$$F = 6,67 \times 10^{-11} \frac{24}{4} = 4,002 \times 10^{-10} \text{ N}$$

Penyelesaian dengan menggunakan matlab

```
m1=6, m2=4, r=2, G=6.67e-11;
format
F=G*m1*m2/r^2

F =
    4.0020e-10
```

2. “Dua partikel masing-masing bermassa 0,20 kg dan 0,30 kg terpisah sejauh 0,15 m, Partikel ketiga yang bermassa 0,050 kg diletakkan diantara keduanya dan pada garis hubung kedua partikel tersebut. Hitung gaya gravitasi yang bekerja pada partikel diletakkan 0,005 m dari benda bermassa 0,30 kg”.

Penyelesaian :

Diketahui : $m_1 = 0,20 \text{ kg}$, $m_2 = 0,30 \text{ kg}$, $r_{1,2} = 0,15 \text{ m}$, $m_3 = 0,050 \text{ kg}$, $G = 6,67 \times 10^{-11}$,

$$r_{2,1} = 0,005 \text{ m}$$

Ditanya : $F = ..$

Jawab :

$$F_1 = G \frac{m_1 \cdot m_3}{r_{12}^2}$$

$$F_1 = 6,67 \times 10^{-11} \frac{0,20 \times 0,050}{(0,15)^2} = 2,9644 \times 10^{-11} \text{ N}$$

$$F_2 = G \frac{m_2 \cdot m_3}{r_{21}^2}$$

$$F_2 = 6,67 \times 10^{-11} \frac{0,30 \times 0,050}{(0,005)^2} = 4,002 \times 10^{-8} \text{ N}$$

$$F = F_2 - F_1$$

$$F = 4,002 \times 10^{-8} - 0,0029644 \times 10^{-8} = 3,999 \times 10^{-8} \text{ N}$$

Penyelesaian dengan menggunakan matlab

```
54 clear
m1=0.2, m2=0.3, m3=0.05, r1=0.15, r2=0.005, G=6.67e-11
format
F1=G*m1*m3/r1^2
F1 = 2.9644e-11

F2=G*m2*m3/r2^2
F2 = 4.0020e-08

F=F2-F1
F = 3.9990e-08
```

3. “Dengan anggapan bahwa Bulan berbentuk bola seragam yang jari-jarinya $1,7 \times 10^6$ m dan bermassa $7,3 \times 10^{22}$ kg, hitung percepatan gravitasi di permukaan Bulan”.

Penyelesaian :

Diketahui : $R = 1,7 \times 10^6$ m, $m = 7,3 \times 10^{22}$ kg

Ditanya : g

Jawab :

$$g = G \frac{m}{R^2} = 6,67 \times 10^{-11} \frac{7,3 \times 10^{22}}{(1,7 \times 10^6)^2} = 1,6848 \text{ m/s}^2$$

Penyelesaian dengan menggunakan matlab

```
clear
R=1.7e06, m=7.3e22, G=6.67e-11
format
g=G*m/R^2
g = 1.6848
```

- 8
4. “Percepatan gravitasi di permukaan Bumi adalah $9,8 \text{ m/s}^2$. Hitung percepatan gravitasi di permukaan planet yang memiliki massa sama dan jari-jari dua kali”.

Penyelesaian :

Diketahui : $g_b = 9,8 \text{ m/s}^2$, $m_b = 6 \times 10^{24}$ kg, $m_p = 6 \times 10^{24}$ kg, $R_b = 6,37 \times 10^6$ m

Ditanya : $g_p \rightarrow m_b = m_p$, $R_p = 2R_b$

Jawab :

$$R_p = 2xR_b = 2 \times 6,37 \times 10^6 = 12,74 \times 10^6 \text{ m}$$

$$g_p = \frac{m_p}{m_b} g_b \times \frac{R_b^2}{R_p^2} = \frac{6 \times 10^{24}}{6 \times 10^{24}} (9,8) \times \frac{(6,37 \times 10^6)^2}{(12,74 \times 10^6)^2} = 2,45 \text{ m/s}^2$$

Penyelesaian dengan menggunakan matlab

```
clear
gB=9.8, mB=6e24, mP=6e24, RB=6.37e6
format
RP=2*RB
RP = 12740000

gP=gB*(mP/mB)*((RB^2)/(RP)^2)
gP = 2.4500
```

- 27
5. Tentukan pada ketinggian berapa di atas permukaan Bumi, percepatan gravitasi akan berkurang 1 persen dibandingkan dengan permukaan Bumi! “

Penyelesaian :

Diketahui : $g_1 = 9,8 \text{ m/s}^2$, $r_1 = 6,37 \times 10^6 \text{ m}$

Ditanya : h

Jawab :

$$g_2 = g_1 - \left(\frac{1}{100}\right) \times g_1 = 9,8 - \left(\frac{1}{100}\right) \times 9,8 = 9,7020 \frac{m}{s^2}$$

$$r_2 = \sqrt{\frac{g_1 \times r_1^2}{g_2}} = \sqrt{\frac{9,8 \times (6,37 \times 10^6)^2}{9,7020}} = 6,4021 \times 10^6 \text{ m}$$

$$h = r_2 - r_1 = 6,4021 \times 10^6 - 6,37 \times 10^6 = 0,0321 \times 10^6 = 3,21 \times 10^4 \text{ m}$$

Penyelesaian dengan menggunakan matlab

```
clear
g1=9.8, r1=6.37e6
format
g2=g1-((1/100)*g1)
g2 = 9.7020

r2=sqrt(g1*(r1^2)/g2)
r2 = 6.4021e+06

h=r2-r1
h = 3.2091e+04
```

Edition 2020

Materi Usaha dan Energi dengan penyelesaian GUI
MatLab pada mata kuliah Fisika Komputasi

USAHA DAN ENERGI

Gerry Sugiarto

MAGISTER PENDIDIKAN FISIKA

KOMPETENSI INTI

KI-1 dan KI-2: “Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya. Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, santun, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), bertanggung jawab, responsif, dan pro-aktif dalam berinteraksi secara efektif sesuai dengan perkembangan anak di lingkungan, keluarga, sekolah, masyarakat dan lingkungan alam sekitar, bangsa, negara, kawasan regional, dan kawasan internasional”.

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

KI4: “Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan”.

102

KOMPETENSI DASAR

3.9. “Menganalisis konsep energi, usaha (kerja), hubungan usaha (kerja) dan perubahan energi, hukum kekekalan energi, serta penerapannya dalam peristiwa sehari-hari”.

4.9 “Menerapkan metode ilmiah untuk mengajukan gagasan penyelesaian masalah gerak dalam kehidupan sehari-hari, yang berkaitan dengan konsep energi, usaha (kerja), dan hukum kekekalan energi”.

A. Usaha, Energi, dan Daya

1. Usaha

67

Sebagai suatu besaran fisika, “*usaha*” dalam fisika memiliki pengertian yang khas. Usaha adalah “*energi yang disalurkan gaya ke sebuah benda sehingga benda tersebut bergerak (berubah posisi)*”. Usaha dalam fisika hanya dilakukan oleh gaya yang bekerja pada benda dan suatu gaya dikatakan melakukan usaha pada benda hanya jika gaya tersebut menyebabkan benda berpindah”.



Sumber gambar: hansyahfuji.blogspot.com

“Nopri mengerahkan gaya ototnya untuk mendorong mobil temannya, tetapi mobil tidak bergerak. Di sini gaya otot Nopri dikatakan tidak melakukan usaha pada mobil karena gaya otot Nopri tidak menyebabkan mobil berpindah”.

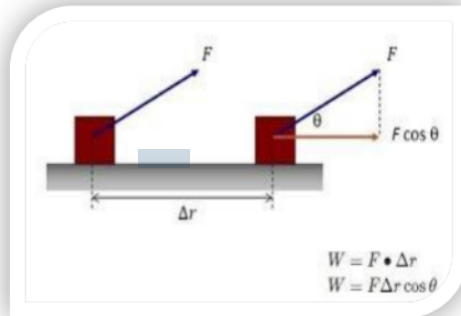


Sumber gambar: doripos.com

“Atlet asal Indonesia Eko yulianto mengerahkan gaya ototnya untuk mengangkat barbel dari lantai ke atas kepalanya, kemudian menahan barbel tersebut sejenak di atas kepalanya. Di sini gaya otot atlet dikatakan melakukan usaha ketika mengangkat barbel dari lantai ke atas kepalanya karena gaya otot atlet memindahkan posisi barbel dari lantai ke atas kepala. Apakah usaha juga dilakukan oleh gaya otot atlet ketika ia menahan barbel sejenak di atas kepalanya?”

Rumus Usaha

Usaha diberi lambang W , dari bahasa Inggris “work” didefinisikan sebagai “hasil kali komponen gaya searah perpindahan (F_x) dengan besar perpindahannya (Δx)”. Secara matematis, definisi tersebut ditulis dengan rumus berikut.



$$W = F \Delta x \cos \theta$$

“Untuk gaya (F) searah dengan perpindahan (Δx), $F_x = F$ sehingga usaha (W) dapat dinyatakan sebagai berikut”.

$$W = F \Delta x \quad (9-1b)$$

Untuk gaya (F) membentuk sudut θ terhadap perpindahan Δx , $F_x = F \cos \theta$, persamaannya adalah sebagai berikut.

$$(9-1c)$$

dengan $0 \leq \theta \leq 180^\circ$ adalah sudut terkecil antara F dan Δx .

“Dalam SI, satuan usaha adalah joule (J), satuan gaya adalah newton, dan satuan perpindahan adalah meter sehingga sesuai persamaan (9-1b) satuan usaha adalah sebagai berikut”.

$$1 \text{ Joule} = 1 \text{ newton meter}$$

“Berdasarkan hubungan tersebut, dapatkah anda mendefinisikan satu joule?”

“Satu joule merupakan usaha yang kecil. Misalnya, usaha untuk melempar bola adalah 20 J. oleh karena itu, satuan yang lebih sering digunakan adalah kelipatan sepuluhnya (1 kJ = 1.000 J; 1 MJ = 1.000.000 J). Dalam keseharian, sering juga dijumpai satuan erg dan kalori”.

$$1 \text{ erg} = 10^{-7} \text{ joule dan } 1 \text{ kalori} = 4,2 \text{ joule}$$

Menggunakan persamaan (9-1c) untuk menghitung usaha sangatlah mudah.

Misalnya Anda menarik balok pada lantai mendatar dengan gaya $F=200 \text{ N}$ yang membentuk sudut (θ) = 37° terhadap arah mendatar. Balok berpindah sejauh 5 m sehingga usaha yang dikerjakan gaya tarik anda F sesuai persamaan (9-1c), yaitu sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 W &= F \Delta x \cos \theta \\
 &= (200 \text{ N}) (5 \text{ m}) (\cos 37^\circ) \\
 &= (1.000)(0,8) \\
 &= 800 \text{ J}
 \end{aligned}$$

MATLAB

```

1 %variabel yang diketahui
2 F= 200, s= 5, cos(37)=0.8
3 =====
4 W=F*s*cos(37) %rumus usaha
5 =====

```

B. Energi

“Energi adalah kemampuan untuk melakukan usaha”. Dalam bidang mekanika terdapat beberapa macam energi, yaitu:

1. Energi Kinetik (EK)

Energi Kinetik adalah “energi yang dimiliki oleh semua benda yang bergerak”.

Secara umum besar energi kinetik suatu benda dirumuskan:

$$EK = \frac{1}{2} m v^2$$

Ket:
 m = massa benda(kg)
 v = Kecepatan benda(m/s)

contoh soal :

Sebuah peluru memiliki massa 20 gram bergerak dengan kecepatan 50 m/s. tentukan energi kinetik peluru pada waktu itu!

Dik :
 m = 20 gram = 20×10^{-3} kg
 v = 50 m/s

Dit:
 EK...?

Jawab:
 $EK = \frac{1}{2} m \cdot v^2$
 $= \frac{1}{2} 20 \times 10^{-3} \cdot 50$
 $= 25 \text{ Joule}$

Cara Menggunakan guide pada MatLab:

1. Silahkan masukan komponen massa benda, kecepatan benda
2. Lalu klik hitung maka aplikasi akan memberikan jawaban 25 joule
3. Silahkan dicoba

The screenshot shows a MATLAB application window titled "ENERGI KINETIK DAN ENERGI POTENSIAL". It is divided into two main sections: "ENERGI KINETIK" (left, light blue background) and "ENERGI POTENSIAL" (right, light blue background).
ENERGI KINETIK Section:
- Formula: $E_k = \frac{1}{2} m v^2$
- Input fields: "Massa Benda" (kg), "Kecepatan Benda" (m/s), and "ENERGI KINETIK" (Joule).
- Buttons: "Hitung" and "Reset".
ENERGI POTENSIAL Section:
- Formula: $E_p = m \cdot g \cdot h$
- Input fields: "Massa Benda" (kg), "Gedakan Benda" (m), "Ketinggian" (m), and "ENERGI POTENSIAL" (Joule).
- Buttons: "Hitung" and "Reset".
At the bottom right, there is a yellow box with the text: "Made by Gery Supriyanto, Mahasiswa Diklat Persebaran Tala".

2. Energi Potensial (EP)

“Energi yang dimiliki oleh setiap benda yang memiliki kedudukan/ketinggian terhadap suatu titik acuan . Energi potensial ini lebih khusus disebut energi potensial gravitasi yang besarnya dirumuskan“:

$$EP = m \cdot g \cdot h$$

Ket:

m = massa benda (kg)

g = gravitasi

h = ketinggian benda terhadap titik acuan

contoh soal:

Berapakah energi potensial sebuah benda yang memiliki massa sebesar 10 kg yang berada pada ketinggian 1,2 m, jika percepatan gravitasi bumi di tempat itu 10 m/s²?

Dik:

$$m = 10 \text{ kg}$$

$$h = 1,2 \text{ m}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

Dit:

$$EP = \dots\dots\dots?$$

Jawab:

$$EP = m \cdot g \cdot h$$

$$= 10 \cdot 10 \cdot 1,2$$

$$= 120 \text{ Joule}$$

Cara Menggunakan guide pada MatLab:

1. Silahkan masukan komponen massa benda, gravitasi, ketinggian benda
2. Lalu klik hitung maka aplikasi akan memberikan jawaban 120 joule
3. Silahkan dicoba

ENERGI KINETIK DAN ENERGI POTENSIAL

ENERGI KINETIK

Rumus
 $E_k = \frac{1}{2} m v^2$

Massa Benda Kg

Kecapatan Benda m/s

ENERGI KINETIK Joule

ENERGI POTENSIAL

Rumus
 $E_p = m \cdot g \cdot h$

Massa Benda Kg

Gravitasi Bumi m/s

Ketinggian m

ENERGI POTENSIAL Joule

Made by
Gerry Sugarto
Mahasiswa S1agster Pendidikan Fisika

3. Energi Mekanik (EM)

“Energi total hasil penjumlahan antara energi kinetik dengan energi potensial benda”. Energi mekanik dirumuskan:

$$EM = EK + EP$$

➤ Hubungan usaha dengan energi

“Benda mengalami perubahan energi mekanik (kecepatan dan ketinggian benda berubah)”

$$W = EM_2 - EM_1$$

“Benda mengalami perubahan energi kinetik (kecepatan benda berubah dari v_1 ke v_2 sedangkan ketinggian tetap)”

$$W = EK_2 - EK_1$$

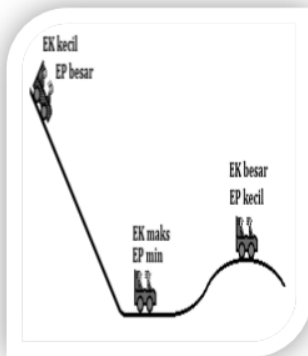
$$W = \frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2)$$

“Benda mengalami perubahan energi potensial (ketinggian benda berubah dari h_1 ke h_2 sedangkan kecepatannya tetap)”

$$W = EP_2 - EP_1$$

$$W = m.g (h_2 - h_1)$$

➤ Hukum kekekalan Energi Mekanik



“Ketika benda bergerak tanpa adanya gaya luar yang bekerja maka besar energi mekanik benda di setiap tempat atau setiap saat besarnya selalu sama (konstan)”. Dari gambar disamping benda bergerak secara spontan tanpa dipengaruhi gaya luar.

Contoh soal:

Sebuah benda bermassa 5 kg dalam keadaan diam berada pada ketinggian 40 cm dari permukaan tanah. Jika percepatan gravitasi bumi ditempat itu, tentukan besarnya energi mekanik benda tersebut!

Dik:

$$m = 5 \text{ kg}, v = 0 \text{ m/s}$$

$$h = 40 \text{ cm} = 0,4 \text{ m}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

Dit :

$$EM...?$$

Jawab:

$$EM = EP + EK$$

$$= m \cdot g \cdot h + \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

$$= (5 \cdot 10 \cdot 0,4) + 0$$

$$= 20 \text{ Joule}$$

Cara Menggunakan guide pada MatLab:

1. Silahkan masukan komponen $EK_1 = 0$, $EP_1 = 20$ J, $EK_2 = 0$, $EP_2 = 0$
2. Lalu klik hitung maka aplikasi akan memberikan jawaban 20 joule
3. Silahkan dicoba

The screenshot shows a MATLAB application window titled "HUKUM KEKALKAN ENERGI MEKANIK DAN USAHA". The interface is divided into two main sections: "HUKUM KEKALKAN ENERGI MEKANIK" (Mechanical Energy Conservation) and "USAHA" (Work).

HUKUM KEKALKAN ENERGI MEKANIK (Blue background):

- Inputs: EK_1 , EK_2 , EP_1 , EP_2 (each with a text box).
- Output: "Energi Mekanik (EM)" (text box).
- Buttons: "Hitung" (Calculate) and "Reset".

USAHA (Orange background):

- Inputs: "Gaya" (Force), "Jarak" (Distance), "Sudut" (Angle), "Usaha" (Work) (each with a text box).
- Buttons: "Hitung" (Calculate) and "Reset".

At the bottom right, there is a teal box with the text: "Created by: Gerry Sugianto, Mahasiswa Magister Pendidikan Fisika".

C. Daya

Daya didefinisikan sebagai “laju usaha dilakukan atau besar usaha per satuan waktu. Jadi lambang (P) dihitung dengan membagi usaha yang dilakukan (W) terhadap lamanya waktu melakukan usaha (t)”

$$\text{Daya} = \frac{\text{Usaha}}{\text{waktu}} \rightarrow P = \frac{W}{t}$$

Besar usaha = gaya x perpindahan ($W = F\Delta x$)

$$P = \frac{F\Delta x}{t} = F\left(\frac{\Delta x}{t}\right)$$

Perpindahan (Δx) dibagi selang waktu (t) sama dengan kecepatan rata-rata (\vec{v})

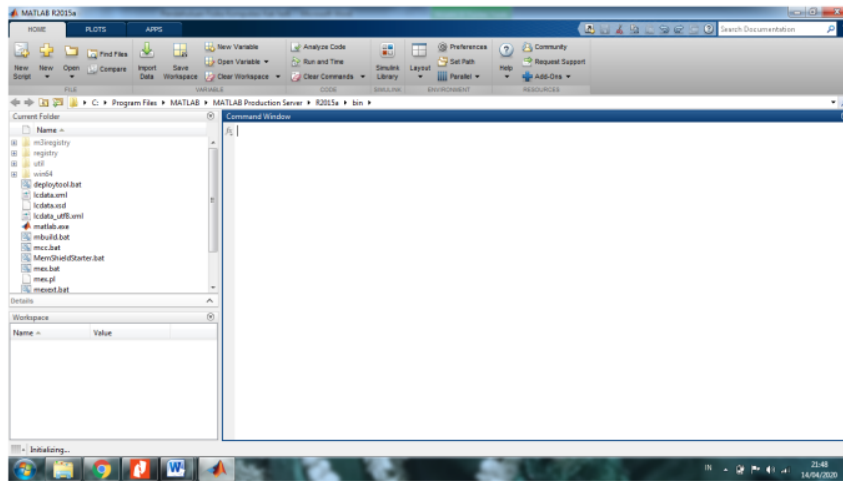
$$P = F \cdot \vec{v}$$

Satuan SI untuk daya adalah watt (disingkat W), yaitu

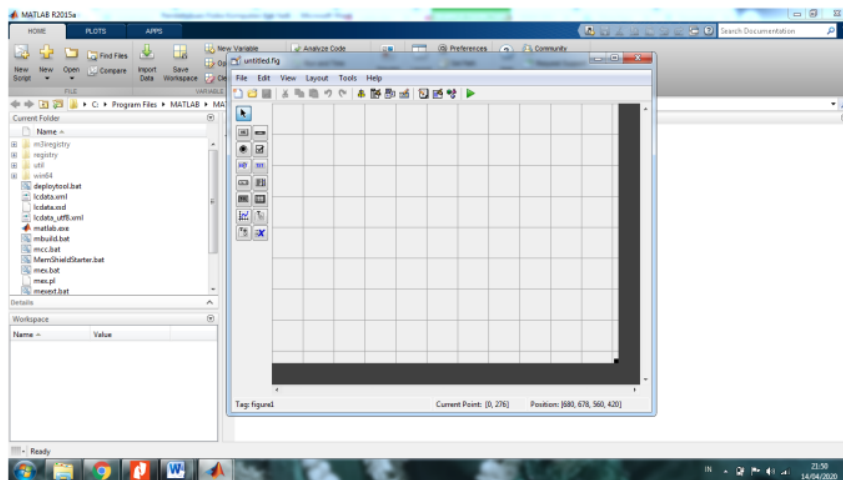
$$1 \text{ watt} = \frac{1 \text{ Joule}}{1 \text{ Sekon}}$$

LAMPIRAN

1. Tampilan depan Matlab



2. Tampilan GUI Matlab



3. Hasil scrpit m-file

ENERGI KINETIK DAN ENERGI POTENSIAL

ENERGI KINETIK

Rumus
 $E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$

Massa Benda Kg

Kecapatan Benda m/s

ENERGI KINETIK Joule

ENERGI POTENSIAL

Rumus
 $E_p = m \cdot g \cdot h$

Massa Benda Kg

Gravitasi Bumi m/s

Ketinggian m

ENERGI POTENSIAL Joule

ENERGI KINETIK DAN ENERGI POTENSIAL

ENERGI KINETIK

Rumus
 $E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$

Massa Benda Kg

Kecapatan Benda m/s

ENERGI KINETIK Joule

ENERGI POTENSIAL

Rumus
 $E_p = m \cdot g \cdot h$

Massa Benda Kg

Gravitasi Bumi m/s

Ketinggian m

ENERGI POTENSIAL Joule

HUKUM KEKALKAN ENERGI MEKANIK DAN USAHA

HUKUM KEKALKAN ENERGI MEKANIK

EK1 EK2

EP1 EP2

Energi Mekanik (EM)

USAHA

Gaya

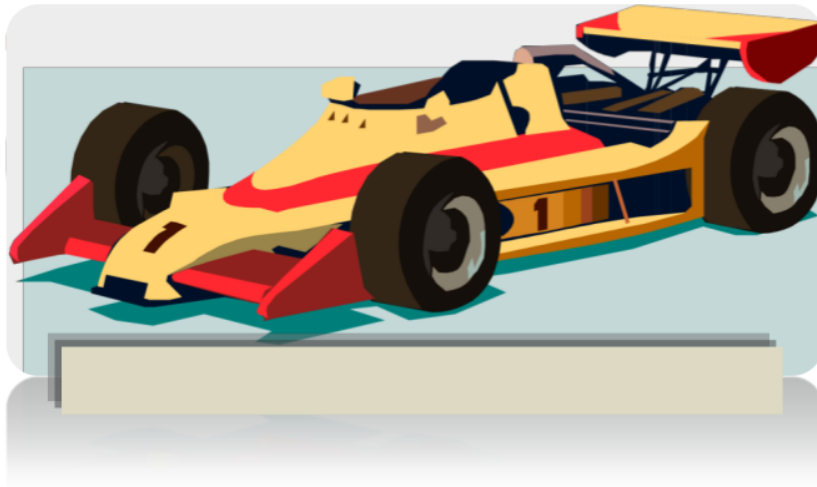
Jarak

Sudut

Usaha

FISIKA

MOMENTUM DAN IMPULS



-ANISSA ARIANTI-

Kompetensi Inti

- Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
- Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkrit dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.

Kompetensi Dasar

3.10 Menerapkan konsep momentum dan impuls, serta hukum kekekalan momentum dalam kehidupan sehari-hari

Indikator Pencapaian Kompetensi

- Menjelaskan konsep impuls dan momentum
- Menjelaskan hubungan impuls dan momentum
- Menentukan hukum kekekalan momentum untuk sistem tanpa gaya luar
- Menerapkan konsep hukum kekekalan momentum pada roket
- Menerapkan hukum kekekalan energi dan hukum kekekalan momentum untuk berbagai peristiwa tumbukan dalam kehidupan sehari-hari

MOMENTUM DAN IMPULS

1. MOMENTUM LINEAR

Momentum adalah banyaknya gerakan suatu benda yang besarnya berbanding lurus dengan massa dan kecepatan. Momentum sebuah partikel adalah sebuah vektor \mathbf{p} yang didefinisikan sebagai perkalian antara massa partikel m dengan kecepatannya \mathbf{v} , yaitu:

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

Contoh soal: Mobil A bermassa 600 kg bergerak ke Timur dengan kecepatan 15 m/s dan mobil B bermassa 1.000 kg bergerak ke Barat dengan kecepatan 10 m/s. Jika arah kecepatan ke Timur ditetapkan sebagai arah positif, momentum mobil A dan B masing-masing sebagai berikut.

Momentum mobil A

$$\begin{aligned} p_A &= m_A v_A \\ &= (600 \text{ kg})(+15 \text{ m/s}) \\ &= +9000 \text{ kg m/s} \end{aligned}$$

Momentum mobil B

$$\begin{aligned} p_B &= m_B v_B \\ &= (1000 \text{ kg})(-10 \text{ m/s}) \\ &= -10000 \text{ kg m/s} \end{aligned}$$

Sekilas INFO

Sebuah kantong udara diletakkan di antara setir dan pengemudi dibuat dari **bahan yang lunak**. Hal ini dikarenakan supaya **impuls** yang diberikan kantong udara akan berlangsung **lebih lama** dan akan mengurangi gaya impulsif yang dikerjakan kantong udara pada pengemudi. **Fungsi kantong udara** antara lain : sebagai penyangga karena tabrakan membuat mobil berhenti dengan cepat, pengurang momentum karena pengemudi bergerak ke depan dengan cepat, sebuah impuls untuk pengurang momentum pengemudi sehingga menjadi nol (memberhentikan pengemudi).

!!! Carilah 3 penerapan konsep impuls dan momentum dalam kehidupan sehari-hari!

Isac Newton menyebut hukum gerak yang kedua dalam bahasa momentum yang ia sebut sebagai "kuantitas gerak". Dalam istilah modern, hukum kedua Newton berbunyi: "Perubahan momentum (kuantitas gerak) benda tiap satuan waktu sebanding dengan gaya resultan yang bekerja pada benda dan berarah sama dengan gaya tersebut." Secara matematis pernyataan ini dituliskan:

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

Jika komponen P diuraikan, dengan menganggap m bernilai konstan, maka hukum II Newton dituliskan sebagai:

$$\vec{F} = \frac{d(m\vec{v})}{dt} = m \frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a}$$

Pada kenyataannya, Hukum II Newton lebih sering dituliskan dalam bentuk Persamaan di atas. Pada sebuah sistem partikel yang memiliki n buah partikel, masing-masing memiliki momentum $\vec{p}_1, \vec{p}_2, \dots, \vec{p}_n$. Jika dilihat secara keseluruhan, sistem partikel tersebut mempunyai momentum \vec{p} ,

$$\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots + \vec{p}_n$$

Selengkapnya dituliskan:

$$\vec{p} = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 + \dots + m_n\vec{v}_n$$

Jika massa total sistem adalah M dan kecepatan pusat massanya adalah \vec{v}_{pm} , maka:

$$\vec{p} = M\vec{v}_{pm}$$

“Momentum total sistem partikel sama dengan perkalian massa total sistem partikel dengan kecepatan pusat massanya”

2. KEKALKAN MOMENTUM LINIER

Seandainya jumlah semua gaya eksternal yang bekerja pada sistem sama dengan nol, maka:

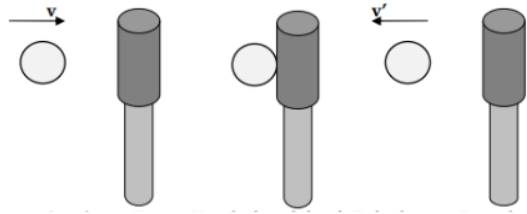
$$\frac{d\vec{P}}{dt} = 0 \text{ atau } \vec{P} = \text{Konstan}$$

Bila momentum total sistem $\vec{P} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots + \vec{p}_n = \text{Konstan} = \vec{P}_0$

Momentum masing-masing partikel dapat berubah, tetapi momentum sistem tetap konstan.

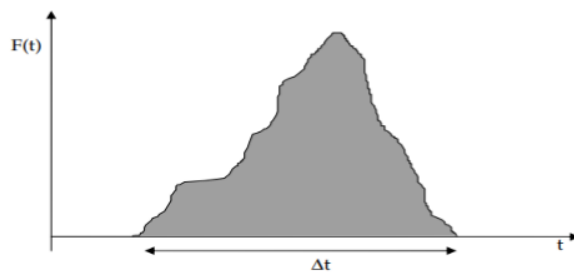
3. IMPULS dan MOMENTUM

Dalam suatu tumbukan, misalnya bola yang dihantam tongkat pemukul, tongkat bersentuhan dengan bola hanya dalam waktu yang sangat singkat, sedangkan pada waktu tersebut tongkat memberikan gaya yang sangat besar pada bola. Gaya yang cukup besar dan terjadi dalam waktu yang relatif singkat ini disebut *gaya impulsif*.



Gambar 1. Proses Tumbukan Sebuah Bola dengan Pemukul

Pada peristiwa tumbukan semacam itu, tongkat memberikan gaya kepada bola dengan arah gaya yang tetap. Tumbukan dimulai pada saat t_1 dan berakhir pada saat t_2 . Sebelum dan sesudah tumbukan gayanya adalah nol, namun selama rentang t_1 dan t_2 gaya berubah dari nol menjadi sangat besar sebelum akhirnya kembali ke nol lagi. Perubahan gaya impulsif terhadap waktu ketika terjadi tumbukan dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2. Perubahan Besarnya Gaya Sebagai Fungsi Waktu

Tampak bahwa gaya impulsif tersebut tidak konstan. Dari Persamaan (2) tentang hukum II Newton diperoleh:

$$\vec{F} = \frac{d\vec{P}}{dt}$$

Persamaan tersebut dapat ditampilkan dalam bentuk:

$$\int_{t_1}^{t_2} \vec{F} dt = \int_{P_1}^{P_2} d\vec{P}$$

$$\vec{F}(t_2 - t_1) = \vec{P}_2 - \vec{P}_1$$

Ruas kiri Persamaan (12) tersebut dikenal sebagai impuls sedangkan ruas kanan merupakan perubahan momentum. Impuls menunjukkan besarnya gaya yang bekerja pada suatu benda dalam rentang waktu yang sangat kecil. Berdasarkan Persamaan di atas, impuls juga didefinisikan sebagai perubahan momentum. Persamaan (12) juga dapat diturunkan

dengan cara sebagai berikut: Persamaan (2) tentang Hukum II Newton dapat dituliskan dengan cara:

$$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t}$$

Persamaan tersebut dapat ditata-ulang menjadi:

$$\vec{F} \Delta t = \Delta \vec{P}$$

Besaran $F \Delta t$ adalah impuls I , sehingga akhirnya diperoleh:

$$\vec{I} = \vec{F} \Delta t = \Delta \vec{P} = \vec{P}_2 - \vec{P}_1$$

“Teorema Impuls-Momentum: Impuls dari sebuah gaya sama dengan perubahan momentum partikel”

Contoh Soal: Seseorang melempar bola bermassa 0,4 kg menumbuk dinding. Bola menumbuk dinding dengan kecepatan 30 m/s ke kiri dan memantul horizontal ke kanan pada 20 m/s. a) Carilah impuls dari gaya total pada bola selama tumbukan dengan dinding! b) Jika bola bersentuhan dengan dinding selama 0,01 s, carilah gaya horizontal rata-rata yang diberikan oleh dinding pada bola selama tumbukan!

Penyelesaian:

a) Anggap gerakan ke kanan sebagai positif sedangkan ke kiri sebagai negatif, diperoleh:

$$I = p_2 - p_1 = m v_2 - m v_1$$

$$I = ((0,4 \text{ kg}) (20 \text{ m/s})) - ((0,4 \text{ kg})(-30 \text{ m/s}))$$

$$I = 8 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} - \left(-12 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)$$

$$= 20 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = 20 \text{ N} \cdot \text{s}$$

b) Jika waktu tumbukan adalah $\Delta t = 0,01 \text{ s}$, maka :

$$\vec{I} = \vec{F} \Delta t, \text{ maka } \vec{F} = \frac{\vec{I}}{\Delta t} = \frac{20}{0,01} \text{ N} = 2000 \text{ N}$$

Penyelesaian dengan Program Matlab

```
clear
%Menghitung Impuls
m=0.4, v1=-30, v2=20
I=m*(v2-v1)
I = 20

format
%Menghitung Gaya
deltat =0.01
F=I/deltat
F = 2000
```

Contoh soal: Sebuah gaya mendatar $F = 10 \text{ N}$ bekerja pada benda dalam selang waktu mulai dari $t=0 \text{ s}$ sampai dengan $t= 5 \text{ s}$, maka impuls yang dikerjakan gaya pada benda tersebut adalah

Penyelesaian:

$$I = F \cdot \Delta t = F (t_2 - t_1)$$

$$I = 10 \text{ N}(5 \text{ s} - 0 \text{ s}) = 50 \text{ Ns}$$

IMPULS

Impuls adalah peristiwa gaya yang bekerja pada benda dalam waktu hanya sesaat. Atau Impuls adalah peristiwa bekerjanya gaya dalam waktu yang sangat singkat. **Contoh** dari kejadian impuls adalah: peristiwa seperti bola ditendang, bola tenis dipukul karena pada saat tendangan dan pukulan, gaya yang bekerja sangat singkat. Impuls didefinisikan sebagai hasil kali gaya dengan waktu yang dibutuhkan gaya tersebut bekerja. Dari definisi ini dapat dirumuskan seperti berikut.

$$I = \int_{t_1}^{t_2} F(t) dt$$

Contoh soal: Sebuah gaya mendatar $F=(60+4t)N$ bekerja pada benda dalam selang waktu mulai dari $t=1s$ sampai dengan $t=3s$, maka impuls yang dikerjakan gaya pada benda menurut persamaan impuls di atas.

Penyelesaian:

$$I = \int_1^3 (60 + 4t) dt = [60t + 2t^2]_1^3$$

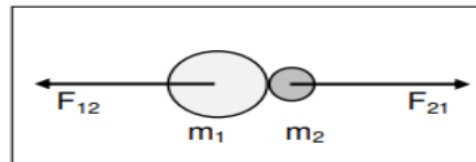
$$= [(60)(3) + (2)(3)^2] - [(60)(1) + (2)(1)^2]$$

$$= 136 \text{ Ns}$$

Penyelesaian dengan Program Matlab

```
clear
%Menghitung Impuls
syms t
I=int(60+4*t,1,3)
I =136
```

4. KEKALKAN MOMENTUM DALAM TUMBUKAN



Gambar 3. Gaya Pada Tumbukan

Dua buah partikel saling bertumbukan. Pada saat bertumbukan kedua partikel saling memberikan gaya (aksi-reaksi). F_{12} merupakan gaya yang bekerja pada partikel 1 oleh partikel 2 dan F_{21} merupakan gaya yang bekerja pada partikel 2 oleh partikel 1.

Perubahan momentum pada partikel 1 :

$$\Delta \vec{P}_1 = \int_{t_1}^{t_2} F_{12} dt = F_{12} \Delta t$$

Perubahan momentum pada partikel 2:

$$\Delta \vec{P}_2 = \int_{t_1}^{t_2} F_{21} dt = F_{21} \Delta t$$

Karena $F_{21} = -F_{12}$ maka:

$$\Delta p_1 = -\Delta p_2$$

Momentum total sistem: $p = p_1 + p_2$ dan perubahan momentum total sistem:

$$\Delta p = \Delta p_1 + \Delta p_2$$

Kekekalan Momentum: "Jika tidak ada gaya eksternal yang bekerja, maka tumbukan tidak mengubah momentum total sistem".

Secara matematis dituliskan:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2$$

Catatan: selama tumbukan, gaya eksternal (gaya gravitasi, gaya gesek) sangat kecil dibandingkan dengan gaya impulsif, sehingga gaya eksternal tersebut dapat diabaikan.

Contoh soal: Dua buah balok A dan B berturut-turut memiliki massa 0,5 kg dan 0,3 kg bergerak berhadapan satu dengan yang lain pada lintasan linier licin sempurna dengan $v_a = 2 \text{ m/s}$ dan $v_b = -2 \text{ m/s}$. Sesudah tumbukan, balok B berjalan dengan kecepatan akhir $+2 \text{ m/s}$. Berapakah kecepatan akhir balok A? Bagaimana perbandingan perubahan momentum dari kedua balok?

Penyelesaian:

Dari kekekalan momentum:

$$m_a v_a + m_b v_b = m_a v'_a + m_b v'_b$$

$$v'_a = \frac{m_a v_a + m_b v_b - m_b v'_b}{m_a} = \frac{(0,5 \text{ kg})(2 \text{ m/s}) + (0,3 \text{ kg})(-2 \text{ m/s}) - (0,3 \text{ kg})(2 \text{ m/s})}{0,5 \text{ kg}}$$

$$\text{Diperoleh } v'_a = -0,4 \text{ m/s}$$

Perubahan momentum balok A adalah:

$$m_a v'_a - m_a v_a = (0,5 \text{ kg})(-0,4 \text{ m/s}) - (0,5 \text{ kg})(2 \text{ m/s}) = -1,2 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

Perubahan momentum balok B adalah:

$$m_b v'_b - m_b v_b = (0,3 \text{ kg})(2 \text{ m/s}) - (0,3 \text{ kg})(-2 \text{ m/s}) = +1,2 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

Penyelesaian dengan Program Matlab

```
clear
%Menghitung Kecepatan Akhir
ma=0.5, mb=0.3, va=2, vb=-2, vB=2
%Kekekalan Momentum
vA = ((ma*va)+(mb*vB)-(mb*vb))/ma
vA = -0.4000

%Perubahan momentum balok A
deltap=(ma*vA)-(ma*va)
deltap = -1.2000

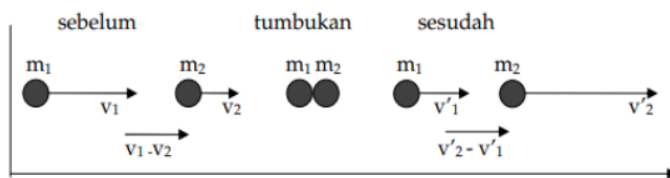
%Perubahan momentum balok B
deltap=(mb*vB)-(mb*vb)
deltap = 1.2000
```

5. TUMBUKAN SATU DIMENSI

Tumbukan biasanya dibedakan dari kekal-tidaknya energi kinetik selama proses. Bila energi kinetik sistem kekal, tumbukan bersifat elastik (lenting). Sedangkan bila sebelum dan sesudah tumbukan energi kinetik berubah (tidak kekal), tumbukan dikatakan tidak elastik. Dalam kondisi setelah tumbukan kedua benda menempel dan bergerak bersama-sama, tumbukan dikatakan tidak elastik sempurna.

5.1. Tumbukan Elastik

Berikut ditunjukkan dua buah benda bermassa m_1 dan m_2 bergerak dengan kecepatan v_1 dan v_2 dengan $v_1 > v_2$. Pada saat awal, benda pertama berada di belakang benda kedua. Suatu ketika benda pertama menumbuk benda kedua, setelah itu kedua benda bergerak dengan kecepatan v'_1 dan v'_2 , kini $v'_1 < v'_2$.



Gambar 4. Proses Dua Buah Benda Bertumbukan

Pada tumbukan elastik, Energi Kinetik (dan juga momentum) sebelum dan sesudah tumbukan adalah konstan/tetap. Artinya, setelah tumbukan tidak terjadi pengurangan/penambahan jumlah energi kinetik. Dengan demikian pada tumbukan elastik berlaku dua hukum

kekekalan, yakni hukum kekekalan momentum dan hukum kekekalan energi kinetik sekaligus.

Contoh soal: Balok bermassa 5 kg dengan kelajuan 8 m/s menempuh 2 m sepanjang suatu permukaan horizontal. Balok tersebut bertumbukan lenting sempurna dengan balok bermassa 15 kg yang semula diam. Koefisien gerak kinetik antara kedua balok dan permukaan adalah 0,35. Jarak yang akan ditempuh balok bermassa 15 kg sebelum berhenti adalah

Penyelesaian:

Diketahui:

$$m_1 = 5 \text{ kg}$$

$$v_1 = 8 \text{ m/s}$$

$$m_2 = 15 \text{ kg}$$

$$\mu_k = 0,35$$

Ditanya: $S = \dots \text{m}$?

Jawab:

Kedua balok saling bertumbukan lenting sempurna maka: $e = 1$

$$e = -\frac{(v'_1 - v'_2)}{v_1 - v_2}$$

$$1 = -\frac{(v'_1 - v'_2)}{v_1 - v_2}$$

$$v_1 - v_2 = -v'_1 + v'_2$$

$$8 - 0 = -v'_1 + v'_2$$

$$8 = -v'_1 + v'_2$$

Persamaan (1)

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2$$

$$(5)(8) + (15)(0) = 5v'_1 + 15v'_2$$

$$40 + 0 = 5v'_1 + 15v'_2$$

$$40 = 5v'_1 + 15v'_2$$

Persamaan (2)

Eliminasi Pers. (1) dan Pers. (2)

$$8 = -v'_1 + v'_2 \quad \times 5$$

$$40 = 5v'_1 + 15v'_2 \quad \times 1$$

Maka:

$$\begin{array}{r} 40 = -5v'_1 + 5v'_2 \\ 40 = 5v'_1 + 15v'_2 \\ \hline 80 = 0 + 20v'_2 \quad + \\ v'_2 = \frac{80}{20} = 4 \text{ m/s} \end{array}$$

$$E_k = W$$

$$\frac{1}{2}m \cdot v^2 = F_{ges} \cdot S$$

$$\frac{1}{2}m \cdot v^2 = \mu_k \cdot N \cdot S$$

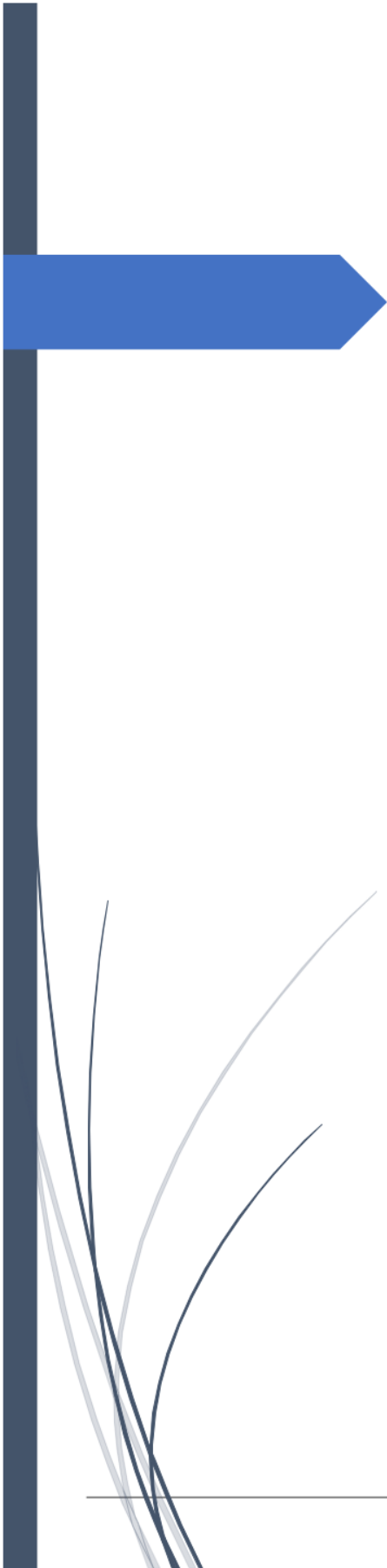
$$\frac{1}{2}(m_1 + m_2) \cdot v_2' = \mu_k \cdot (m_1 + m_2)g \cdot S$$

$$\frac{1}{2} \cdot v_2'^2 = \mu_k \cdot g \cdot S$$

$$\frac{1}{2}(4 \text{ m/s})^2 = (0,35)(10 \text{ m/s}^2) \cdot S$$

$$S = \frac{8 \text{ m}^2/\text{s}^2}{3,5 \text{ m/s}^2} = 2,29 \text{ m}$$

Jadi jarak yang akan ditempuh balok bermassa 15 kg sebelum berhenti adalah 2,29 m.



GERAK HARMONI SEDERHANA

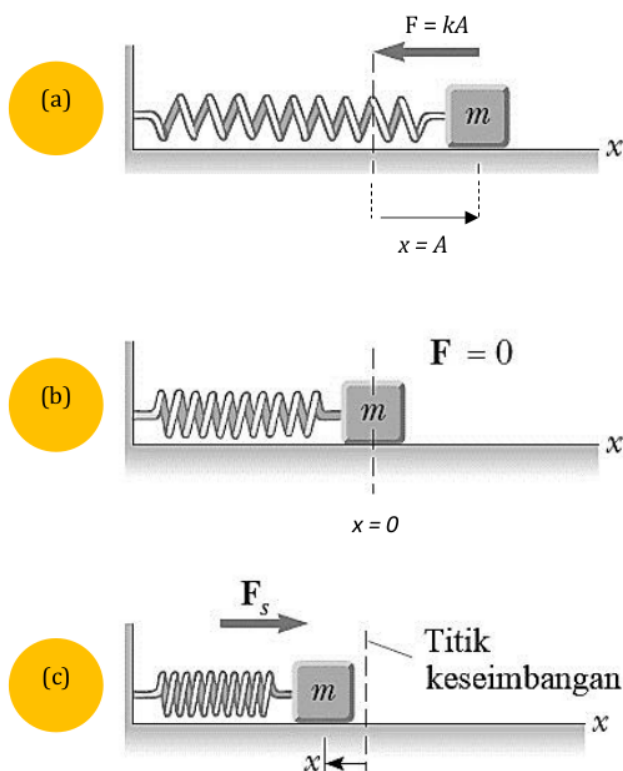
Lia Apriliana

BAB 11

GERAK HARMONI SEDERHANA

A. Gaya Pemulih dan Persamaan Gerak

Keadaan "posisi keseimbangan benda" bermassa m adalah Keadaan posisi ketika pegas masih dalam keadaan diam atau "belum ditarik atau ditekan. Pada Keadaan posisi keseimbangan, simpangan $x = 0$ sehingga gaya pegas $F = -kx = 0$. Pada Gambar 11.1a" benda bermassa m ditarik sejauh A ke arah kanan sehingga simpangan adalah $x = +A$, secara otomatis gaya pegas $F = -kA$. Besar "Gaya pegas $F = -kA$ berarah ke kiri jika benda bermassa m dibebaskan (tidak ditahan)".



Sumber : Buku Fisika, Marthen Kanginan, Erlangga

Pada saat Benda bermassa m bergerak ke arah kiri melewati posisi keseimbangannya (lihat Gambar 11.1b). Pada posisi itu nilai $x = 0$, dan secara otomatis $F = -kx = 0$. Tampak bahwa pada keadaan "posisi keseimbangan tidak bekerja gaya pegas (sebab $F = 0$). Akan tetapi pada saat posisi $x = 0$, benda bermassa m sudah memiliki kecepatan dari

Gambar 1. Gaya pemulih yang bekerja pada benda bermassa m dihubungkan dengan pegas sebanding $x = 0$

- (a) Saat x positif (pegas tertarik), gaya pemulih ke arah kiri.
- (b) Saat x nol (pegas bebas), gaya pemulih bernilai nol
- (c) Saat x negatif (pegas tertekan), gaya pemulih ke arah kanan

arah kanan ke kiri sehingga benda bermassa m terus bergerak osilasi”. “Begitu simpangan x negatif (ke kiri), maka pada saat benda bermassa m akan bekerja gaya pegas $F = -kx$ ke arah kanan . (lihat Gambar 11.1c)”. Gaya pegas yang bergerak *berlawanan arah dengan simpangan akan* memperlambat gerak benda hingga akhirnya berhenti sesaat di titik terjauh kiri dimana $x = -A$ dan secara otomatis gaya pegas $F = -kA = kA$ yang *positif* (berarah ke kanan) akan menggerakkan benda ke kanan untuk kembali melalui titik keseimbangannya, dan “seterusnya, *benda bergerak bolak-balik di sekitar titik keseimbangannya*. Gerak seperti itu disebut **gerak harmonik sederhana** (disingkat GHS)”.

1. Definisi Gaya Pemulih

Gaya pemulih merupakan gaya yang besarnya sebanding dengan simpangan dan selalu berlawanan arah dengan arah simpangan (posisi).

Pemahaman gaya pemulih dapat dilihat ada gambar 11.1.

2. Persamaan Gerak Harmoni Sederhana

Amatilah gambar 11.1. Ketika pegas ditegangkan ke arah kanan sejauh x atau ditekan ke kiri sejauh x , gaya yang bekerja pada benda bermassa “ m adalah $F = -kx$, sedangkan menurut hukum II Newton, $F = ma$. Dengan demikian, $ma = -kx$ ”

$$ma + kx = 0 \quad (11-1)$$

dimana x sebagai posisi, percepatan (a) merupakan turunan kedua dari x sehingga persamaan (11-1) dapat dituliskan sebagai berikut :

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + kx = 0$$

Bagi kedua ruas persamaan dengan m ,

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x = 0 \quad (11-2)$$

Persamaan (11-2) “adalah persamaan differensial homogen orde kedua. Secara matematis, persamaan seperti itu memiliki penyelesaian yang berbentuk fungsi sinusoidal, yaitu” sebagai berikut :

$$x(t) = A \sin(\omega t + \theta_0) \text{ atau } x(t) = A \cos(\omega t + \theta_0)$$

Dengan

A = amplitude atau simpangan maksimum (m),

ω = frekuensi sudut (rad/s),

$\theta = \omega t + \theta_0$ = sudut fase (rad)

$\theta_0 = \omega(t = 0)$ = sudut fase awal (rad)

Kalian boleh menggunakan salah satu persamaan simpangan sebagai $x(t) = A \sin(\omega t + \theta_0)$ atau $x(t) = A \cos(\omega t + \theta_0)$. Hal utama yang perlu Kalian lakukan adalah langsung menentukan sudut fase awal θ_0 , yang diperoleh dari kondisi awal.

Misalnya Kalian menggunakan persamaan simpangan sebagai berikut :

Persamaan simpangan

$$x(t) = A \sin(\omega t + \theta_0) \quad (11-3)$$

Sudut θ_0 diperoleh dari kondisi awal $x(t = 0) = A \sin(\omega(0) + \theta_0)$.

Persamaan kondisi awal

$$x(t = 0) = A \sin \theta_0 \quad (11-4)$$

Misalnya benda bermassa m mulai bergerak dari titik keseimbangan (berarti $x = 0$), maka sudut θ_0 diperoleh dari persamaan kondisi awal.

$$x(t) = A \sin(\omega t + \theta_0)$$

$$x(t = 0) = A \sin(\omega(0) + \theta_0)$$

Saat $x(t = 0)$ benda berada di $x = 0$ sehingga $0 = A \sin \theta_0$ dengan $\theta_0 = 0$.

Persamaan simpangan menjadi seperti berikut.

$$x(t) = A \sin(\omega t + \theta_0)$$

$$x(t) = A \sin(\omega t + 0)$$

$$x(t) = A \sin(\omega t)$$

Bagaimana jika benda bermassa m mulai bergerak dari titik terjauh sebelah kanan, berarti $x = +A$, maka sudut θ_0 diperoleh dari persamaan pada kondisi awal.

$$x(t) = A \sin(\omega t + \theta_0)$$

$$x(t = 0) = A \sin(0 + \theta_0)$$

Saat $x(t = 0)$ benda di $x = +A$ sehingga $A = A \sin \theta_0$ dengan $\sin \theta_0 = 1 = \sin \frac{\pi}{2}$ maka $\theta_0 = \frac{\pi}{2}$ Persamaan simpangan menjadi seperti berikut .

$$x(t) = A \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$$

CONTOH SOAL

Contoh 11.1 Simpangan dan kecepatan pada Gerak Harmoni Sederhana

Gerak harmonik sederhana terjadi pada benda bermassa menempuh amplitude A dan periode T .

- Jika Simpangan Gerak harmoni sederhana setengah dari Amplitudonya, hitunglah Waktu minimum yang diperlukan benda?
- ketika kecepatannya setengah dari kecepatan maksimumnya, Tentukan Simpangan benda?

Jawab :

- Persamaan simpangan adalah sebagai berikut

$$x = A \sin \theta \quad \text{dengan } \theta = \omega t + \theta_0$$

Simpangan = setengah amplitude

$$x = A \sin \theta = \frac{1}{2} A$$

$$\sin \theta = \frac{1}{2} = \sin \frac{\pi}{6}$$

$$\theta = \frac{\pi}{6}$$

Anggap sudut fase awal $\theta_0 = 0$

$$\begin{aligned}\theta &= \omega t \\ \frac{\pi}{6} &= \left(\frac{2\pi}{T}\right)t \\ t &= \frac{\pi}{6} \times \frac{T}{2\pi} \\ &= \frac{1}{12}T\end{aligned}$$

b) Kecepatan adalah turunan pertama dari fungsi posisi

$$\begin{aligned}x &= A \sin(\omega t + \theta_0), \quad \text{maka } v = \frac{dx}{dt} = A[\omega \cos(\omega t + \theta_0)] \\ v &= \omega A \cos(\omega t + \theta_0) \quad \text{dengan } v_{maks} = \omega A\end{aligned}$$

Diberikan $v = \frac{1}{2} v_{maks}$,

$$\begin{aligned}\omega A \cos(\omega t + \theta_0) &= \frac{1}{2} \omega A \\ \cos(\omega t + \theta_0) &= \frac{1}{2}\end{aligned}$$

Dari rumus trigonometri $\sin^2 x + \cos^2 x = 1$

$$\sin(\omega t + \theta_0) = \sqrt{1 - \left(\frac{1}{2}\right)^2} = \sqrt{\frac{3}{4}} = \frac{1}{2}\sqrt{3}$$

Jadi, simpangan x adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned}x &= A \sin(\omega t + \theta_0) \\ x &= \left(\frac{1}{2}\sqrt{3}\right) A \\ &= \frac{1}{2}\sqrt{3} A\end{aligned}$$

Contoh 11.2 Simpangan dan kecepatan pada Gerak Harmoni Sederhana

Persamaan simpangan sebuah partikel bergerak harmonik dinyatakan sebagai $y = 4 \sin 0,1t$ cm, dengan t dalam sekon. Tentukan :

a) Amplitudo, periode, dan frekuensi gerak harmonik,

- b) Persamaan kecepatan dan percepatan gerak harmonik
 c) Simpangan, kecepatan, dan percepatan gerak harmonik pada $t = 5\pi$ s.

Jawab :

- a) Dengan menggunakan persamaan simpangan (Persamaan 11-3) dengan persamaan yang diketahui, maka amplitude, periode, dan frekuensi getaran dapat Kalian hitung,

$$y = A \sin(\omega t + \theta_0) \quad (\text{Persamaan (11 - 3)})$$

$$y = 4 \sin 0,1 t \text{ cm} \quad (\text{Persamaan yang diketahui})$$

Jadi, amplitude $A = 4 \text{ cm}$ dan $\theta_0 = 0$

$$\text{Periode } \omega = 0,1$$

$$\frac{2\pi}{T} = 0,1$$

$$T = \frac{2\pi}{0,1}$$

$$= 20 \pi \text{ sekon}$$

$$\text{Frekuensi } f = \frac{1}{T} = \frac{1}{20 \pi} = \frac{0,05}{\pi} \text{ Hz}$$

- b) Simpangan $y = (4 \sin 0,1t) \text{ cm}$

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan } v &= \frac{dy}{dt} = 4 (0,1 \cos 0,1t) \text{ cm/s} \\ &= (0,4 \cos 0,1t) \frac{\text{cm}}{\text{s}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Percepatan } a &= \frac{dv}{dt} = 0,4 (-0,1 \sin 0,1t) \text{ cm/s}^2 \\ &= (-0,04 \sin 0,1t) \frac{\text{cm}}{\text{s}^2} \end{aligned}$$

- c) $t = 5\pi$ s

$$\text{Sudut } \theta = 0,1 t = (0,1)(5\pi) = 0,5\pi \text{ rad} = 90^\circ$$

$$\text{Simpangan } y = 4 \sin 0,1 t = 4 \sin 90^\circ = 4 \text{ cm}$$

$$\text{Kecepatan } v = 0,4 \cos 0,1 t = 0,4 \cos 90^\circ = 0$$

$$\text{Percepatan } a = -0,04 \sin 0,1 t = -0,04 \sin 90^\circ = -0,04 \text{ cm/s}^2$$

Penyelesaian dengan Program Matlab

```
clear
A=4,w=0.1,t=900
y=A*sind(0.1*t)
y = 4
format
T=(2*3.14)/w
T = 62.8000
f=1/T
f = 0.0159
theta=0.1*t
theta = 90
y=4*sind(0.1*t)
y = 4
v=0.4*cosd(0.1*t)
v = 0
a=-0,04*sind(0.1*t)
a = -0.0400
```

LATIHAN SOAL

1. Persamaan simpangan sebuah partikel yang gerak harmonik sederhana adalah $y = 6 \sin 0,2t$, dengan t dalam sekon dan y dalam cm. Tentukan :
 - a. Amplitude, periode, dan frekuensi gerak
 - b. Persamaan kecepatan dan percepatan
 - c. Simpangan, kecepatan, dan percepatan pada $t=2,5\pi$ s

Penyelesaian :

- a. Dengan menggunakan rumus 11-3

$$y = A \sin(\omega t + \theta_0) \quad (\text{Persamaan (11 - 3)})$$

$$y = 6 \sin 0,2 t \text{ cm} \quad (\text{Persamaan yang diketahui})$$

Jadi, amplitude $A = 6 \text{ cm}$ dan $\theta_0 = 0$

Periode $\omega = 0,2$

$$\frac{2\pi}{T} = 0,2$$

$$T = \frac{2\pi}{0,2}$$

$$= 10 \pi \text{ sekon}$$

$$\text{Frekuensi } f = \frac{1}{T} = \frac{1}{10 \pi} = \frac{0,1}{\pi} \text{ Hz}$$

- b. Simpangan $y = (6 \sin 0,2t) \text{ cm}$

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan } v &= \frac{dy}{dt} = 6 (0,2 \cos 0,2t) \text{ cm/s} \\ &= (1,2 \cos 0,2t) \frac{\text{cm}}{\text{s}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Percepatan } a &= \frac{dv}{dt} = 1,2 (-0,2 \sin 0,2t) \text{ cm/s}^2 \\ &= (-0,24 \sin 0,2t) \frac{\text{cm}}{\text{s}^2} \end{aligned}$$

c. $t = 2,5\pi \text{ s}$

Sudut $\theta = 0,2 t = (0,2)(2,5\pi) = 0,5\pi \text{ rad} = 90^\circ$

Simpanan $y = 6 \sin 0,2 t = 6 \sin 90^\circ = 6 \text{ cm}$

Kecepatan $v = 1,2 \cos 0,2 t = 1,2 \cos 90^\circ = 0$

Percepatan $a = -0,24 \sin 0,2 t = -0,24 \sin 90^\circ = -0,24 \text{ cm/s}^2$

Penyelesaian dengan Program Matlab

```
clear
format
y = 6*sind(0.2*450)
A=6, w=0.2
format
T=(2*3.14)/w
T = 31.4000
format
f=1/T
f = 0.0318
format
v=1.2*cosd(0.2*450)
v = 0
format
a=-0.24*sind(0.2*450)
a = -0.2400
```

2. Berapa jauhkah benda yang mengalami gerak harmonik sederhana dari posisi keseimbangan suatu benda ketika $t = \frac{\pi}{10} \text{ s}$. Jika diketahui pada saat $t = 0 \text{ s}$ benda ada di $y = 0 \text{ m}$, periode benda sebesar $\frac{\pi}{2} \text{ s}$ dan amplitude $0,60 \text{ m}$

Penyelesaian :

Diketahui : $T = \frac{\pi}{2} \text{ s}$, $A = 0,60 \text{ m}$, $t = \frac{\pi}{10} \text{ s}$

Ditanya : $y = \dots$

Jawab :

$$y = 0,60 \sin 4t$$

$$y = 0,60 \sin 4 \left(\frac{\pi}{10} \right) = 0,60 (0,951) = 0,5706 \text{ m}$$

Penyelesaian dengan Program Matlab

```
T=3.14/2,A=0.60,t=180/10
```

```
omega=2*(3.14/T)
```

```
omega = 4
```

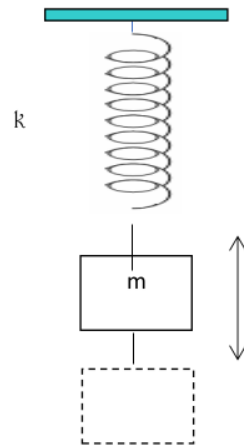
```
y=A*sind(omega*t)
```

```
y = 0.5706
```

B. Periode Gerak Harmoni Sederhana

Bagaimana cara menentukan periode “gerak harmonik sederhana dari benda bermassa m pada ujung pegas mendatar ?(lihat kembali gambar 11.1)”. Apakah Periode ini juga berlaku untuk benda bermassa m pada ujung pegas vertical? (seperti pada gambar 11.2) “Dapatkan Kalian menjelaskannya? Seperti telah Kalian ketahui bahwa penyelesaian dari Persamaan (11-2) adalah sebagai berikut”.

$$x(t) = A \sin(\omega t + \theta_0) \text{ dan}$$



Gambar 2. Gerak harmoni Sederhana dari benda m pada ujung Pegas vertikal

Sumber : Buku Fisika, Marthen Kanginan, Erlangga

Percepatan gerak harmoni Sederhana

$$a = -\omega^2 x$$

(lihat 11-6)

Substitusi $a = -\omega^2 x$ ke persamaan (11-1), $ma + kx = 0$ sehingga dapat dihasil sebagai berikut :

$$\begin{aligned} m(-\omega^2 x) + kx &= 0 \\ m\omega^2 x &= kx \\ \omega^2 &= \frac{k}{m} \end{aligned}$$

Frekuensi Sudut

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \tag{11-7}$$

Selanjutnya, periode gerak harmonik sederhana benda pada ujung pegas mendatar atau vertikal yang bergetar dapat diturunkan dari $\omega = \frac{2\pi}{T}$, sebagai berikut,

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \Leftrightarrow T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{k}{m}}}$$

Periode

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \tag{11-8}$$

Catatan Penting

Rumus $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ merupakan Periode getaran benda pada ujung pegas (mendatar atau vertical) hanya berlaku jika pengamat satu acuan dengan pegas yang bergetar. Titik acuan yang diketahui selalu diam terhadap pegas disebut **pusat massa system pegas**.

Contoh 11.3 Frekuensi Getaran Pegas

Dengan mengabaikan redaman yang muncul dalam system, Nyatakan f_2 dalam f , M, dan m. Jika diketahui sebuah mobil bermassa M berada di atas sebuah pegas dengan tetapan k. Pada mobil pegas mempunyai frekuensi alami f . Frekuensi mobil akan menjadi f_2 jika beberapa penumpang dengan massa total m berada dalam mobil.

Jawab :

Periode pegas $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

Frekuensi pegas $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}} \Leftrightarrow f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$ karena pegas mobil tetap, maka $f \sim \sqrt{\frac{1}{m}}$

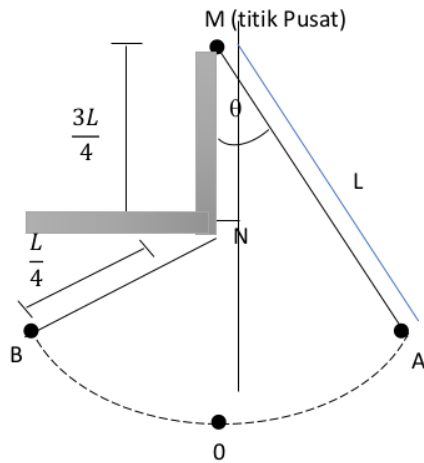
Untuk massa M, frekuensi = f

Untuk massa M + m , frekuensi = f_2 ,

$$\text{Jadi, } \frac{f_2}{f} = \frac{\sqrt{\frac{1}{(M+m)}}}{\sqrt{\frac{1}{M}}} = \sqrt{\frac{M}{M+m}} \Leftrightarrow f_2 = f \sqrt{\frac{M}{M+m}}$$

Contoh 11.4 Ayunan Benda pada Bandul Sederhana

Sebuah bandul dengan Panjang L , ketika diberi simpangan kecil menjalani gerak harmoni sederhana dengan periode 8 s. Suatu penghalang dipasang tepat di bawah titik pusat bandul (lihat gambar 11.3) sehingga hanya seperempat Panjang bandul terbawah yang dapat mengayun ketika ayunan mengenai penghalang. Tentukan lama waktu yang diperlukan bandul dari A kembali lagi ke A.



Gambar 3. Sebuah bandul dengan panjang L

Sumber : Buku Fisika, Marthen Kanginan, Erlangga

Strategi

Periode bandul T , ketika Panjang bandul $L = NO = \frac{1}{4}L$ dapat diperoleh dengan membandingkan periode ($T = 8$ s) ketika bandul mengayun dengan Panjang bandul $MA = L$.

Jawab

Lama waktu dari A kembali lagi ke A (lihat Gambar 11.3) adalah sebagai berikut

$$t_{A-O-B-O-A} = t_{AO} + t_{OB} + t_{BO} + t_{OA}$$

Nilai $t_{OA} = t_{AO}$ dan $t_{BO} = t_{OB}$ sehingga $t_{A-A} = 2t_{AO} + 2t_{OB}$

Ketika bergerak dari A ke O, Panjang bandul = L dan Periode = T .

$$t_{AO} = \frac{1}{4}T$$

Ketika bergerak dari O ke B Panjang bandul $mL' = \frac{1}{4}L$ dan Periode T'

$$t_{OB} = \frac{1}{4}T'$$

Mari hitung T' dengan membandingkannya dengan T , berdasarkan rumus $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ diperoleh hasil sebagai berikut ,

$$\frac{T'}{T} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{L'}{g}}}{2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}} = \sqrt{\frac{L'}{L}} = \sqrt{\frac{\frac{1}{4}L}{L}} = \frac{1}{2}$$

$$T' = \frac{1}{2}T$$

$$t_{A-A} = 2\left(\frac{1}{4}T\right) + 2\left(\frac{1}{4}T'\right)$$

$$= \left(\frac{2}{4}T\right) + \frac{2}{4}\left(\frac{1}{2}T\right)$$

$$= \frac{2T}{4} + \frac{T}{4}$$

$$= \frac{3T}{4}$$

$$= \frac{3}{4} \cdot 8$$

$$= 6 \text{ sekon}$$

Periode Bandul Sederhana untuk Acuan yang Dipercepat

“Periode bandul sederhana $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ hanya berlaku jika bandul bergetar pada titik penggantung yang diam terhadap tanah (*kerangka acuan inersia*)”. “Jika kamu menggantung bandul pada langit-langit elevator (lift) yang sedang dipercepat, persamaan $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ tidak berlaku”. “Supaya bentuk rumus tersebut tetap berlaku, rumus ditulis ulang sebagai $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g'}}$, dengan g' = besar resultan antara percepatan gravitasi Bumi g dan percepatan fiktif a yang dialami bandul yang berada pada kerangka acuan *dipercepat* (kerangka acuan *non-inersia*)”.

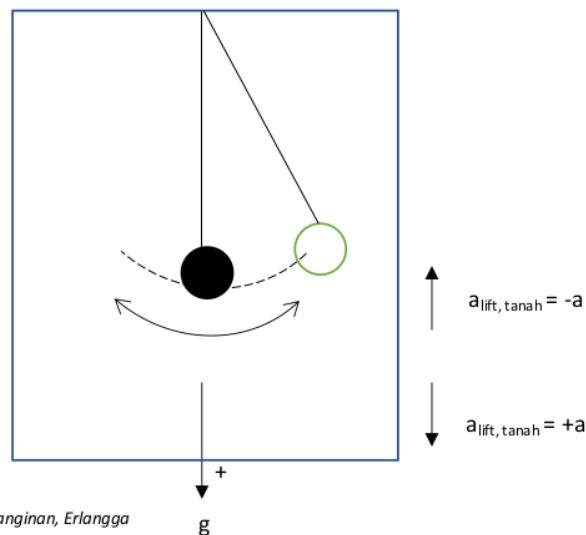
“Sebagai contoh kasus mari kita tentukan rumus periode bandul sederhana ketika bandul digetarkan pada levator yang sedang dipercepat keatas”. Misalkan elevator dipercepat *keatas* a terhadap tanah, maka bandul m yang berada dalam kerangka acuan elevator akan

mengalami percepatan fiktif yang *berlawanan*, tetapi sama besar dengan percepatan elevator. Misalnya kita tetapkan arah *ke bawah* yang sama dengan arah percepatan gravitasi g sebagai arah positif, maka percepatan list terhadap tanah yang arahnya vertical ke atas akan bertKalian negative (-),

$$\begin{aligned} \mathbf{a}_{lift,tanah} &= -a \\ \mathbf{a}_{fiktif} &= -\mathbf{a}_{lift,tanah} \\ \mathbf{a}_{fiktif} &= -(-a) = a \\ \mathbf{g}' &= \mathbf{g} + \mathbf{a}_{fiktif} \end{aligned}$$

Oleh karena g dan a_{fiktif} keduanya searah, yaitu vertical ke bawah, maka persamaannya menjadi seperti berikut (*lihat Gambar 11.10*).

$$\begin{aligned} \mathbf{g}' &= \mathbf{g} + \mathbf{a}_{fiktif} \\ \mathbf{g}' &= \mathbf{g} + \mathbf{a} \end{aligned}$$



Sumber : Buku Fisika, Marthen Kanginan, Erlangga

Gambar 4. Periode getaran bandul

“Dengan demikian, periode getaran bandul yang digantung dalam elevator yang sedang *dipercepat ke atas* dengan percepatan a dapat dirumuskan” sebagai berikut

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g'}} \text{ atau } T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g+a}} \quad (11-11)$$

“Bagaimanakah rumus periode bandul dalam elevtor jika elevator dipercepat a ke bawah? Jika elevator bergerak dengan kecepatan tetap ke atas”?

Latihan

1. Suatu benda bergerak harmonic sederhana bermassa $0,1$ kg dengan amplitude 10 mm dan periode $\frac{\pi}{2}$ s. Tentukan :
- Kecepatan maksimum
 - Gaya maksimum yang bekerja pada benda

Penyelesaian

Diketahui : $m = 0,1$ kg, $A = 10$ mm = $0,01$ m, $T = \frac{\pi}{2}$ s

Diketahui :

- V_{maks}
- F_{maks}

Jawab :

a. $v_{maks} = A \left(2x \frac{\pi}{T} \right) = 0,01 \left(2x \frac{\pi}{\pi/2} \right) = 0,04$ m/s

b. $F_{maks} = m \cdot A \left(\frac{2x\pi}{T} \right)^2 = 0,1 \times 0,01 \times \left(2x \frac{\pi}{\pi/2} \right)^2 = 0,016$ N

Penyelesaian dengan menggunakan Program Matlab

```
m=0.1, A=0.01, T=(3.14/2)
format
vmak=A*(2*3.14/T)
vmak = 0.0400

format
Fmak=m*A*(2*3.14/T)^2
Fmak = 0.0160
```

2. Sebuah bandul bergerak harmonic sederhana memiliki frekuensi 100 Hz dan Amplitudo 3×10^{-4} m. Tentukan :
- Kecepatan dan percepatan di titik seimbang
 - Kecepatan dan percepatan pada saat simpangan maksimum

Penyelesaian :

Diketahui : $f = 100$ Hz, $A = 3 \times 10^{-4}$ m,

Diketahui :

- v dan $a \rightarrow y = 0$

40

b. v dan a pada saat y maksimum

Jawab :

a. Pada titik seimbang, $y = 0$, sehingga

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \times 100 = 200\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

Persamaan simpangan umum

$$y = A \sin(\omega t + \theta_0), \theta_0 = 0, \quad \text{maka}$$

$$y = A \sin \omega t$$

$$v = A \omega \cos \omega t$$

$$a = -A\omega^2 \sin \omega t = -\omega^2 y$$

Untuk $t = 1$

Sehingga

$$y = 0$$

$$v = 3 \times 10^{-4} (200\pi) \cos(200\pi) = 0,1884 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$a = -12\pi^2 \sin(200\pi) = 0$$

b. Pada saat simpangan maksimum, syarat $y = A = 3 \times 10^{-4} \text{ m}$

$$y_{\text{maks}} = A \rightarrow y_{\text{maks}} = 3 \times 10^{-4}$$

$$v_{\text{maks}} = \omega \sqrt{A^2 - y^2} \rightarrow v = (200\pi)(0) = 0$$

$$a = -\omega^2 A = -\omega^2 y = -(200\pi)^2 (3 \times 10^{-4}) = -118,3152 \text{ m/s}^2$$

Penyelesaian dengan menggunakan Program Matlab

```
clear
f=100, A=3e-4
format
v=A*(2*3.14*f)
v = 0.1884
a=-(2*3.14*100)^2*y
a = 0
```

```
f=100, A=3e-4, ym=A
format
omega=2*3.14*f
omega = 628
ym=A
ym = 3.0000e-04
vm=omega*sqrt(A^2-ym^2)
vm = 0
am=-omega^2*A
am = -118.3152
```


DAFTAR PUSTAKA

- Douglas C, Giancoli. 2001. FISIKA/Edisikelima, jilid 1. Jakarta: Erlangga.
- Hanselman, D dan Bruce, L. 1997. The Student of Matlab. New Jersey: Prentice Hall Inc.
- <https://fisikakontekstual.com/materi-usaha-dan-energi/> diakses 1 April 2020 pukul 11.35 PM
- <https://www.google.com/doripos.com> /diakses 3 April 2020 pukul 11.50 pm
- <https://www.google.com/Fhansyahfuji.blogspot.com/>diakses 3 April 2020 pukuil 11.53 pm
- <https://www.gurupendidikan.co.id/gerak-parabola-pengertian-jenis-dan-rumus-beserta-contoh-soalnya-secara-lengkap/>. Diakses pada 5 Maret 2020.
- <https://www.kompasiana.com/tjahyofebri/564e68e3b79373ad0ec28783/sir-isaac-newton>. Diakses pada 30 Maret 2010.
- <https://www.wardayacollege.com/fisika/kinematika/gerak-dua-tiga-dimensi/gerak-parabola/>. Diakses pada 1 febrauri 2020.
- Joko Sumarsono. 2008. Fisika untuk SMA/MA Kelas X. Jakarta: Pusat Perbukuan.
- Kanginan, M. (2016). Fisika Untuk SMA/MA Kelas X. Jakarta: Erlangga.
- Kanginan, Marthen. 2016. Fisika Untuk SMA/MA Kelas X. Jakarta: Erlangga.
- Karyono dkk. 2008. Fisika untuk SMA/MA Kelas X. Jakarta: Pusat Perbukuan.
- Kresnoadi. (2018) <https://blog.ruangguru.com/perbedaan-glb-dan-glbb> (diakses pada tanggal 2 April 2020 pukul 22:17)
- Purwanto dan Fendi. 2007. Fisika SMA Kelas X. Jakarta. Yudhistira.
- Ruwanto, Bambang. 2006. Asas-asas Fisika. Jakarta. Yudhistira.
- Setya Nurachmandani. 2009. Fisika 1 untuk SMA dan MA Kelas X. Jakarta: Pusat Perbukuan.

Siswanto dan Sukaryadi. 2009. Kompetensi Fisika. Jakarta. Pusat Perbukuan.

Sri Handayani dan Ari Damari. 2009. Fisika untuk SMA dan MA Kelas X.

Sunardi, dkk. 2017. Fisika Untuk Siswa SMA/MA Kelas X. Bandung: Yrama Widya.

Suparmo dan Tri Widodo. 2009. Panduan Belajar Fisika untuk SMA dan MA Kelas X.
Jakarta: Pusat Perbukuan.

Supiyanto. 2006. Fisika untuk SMA Kelas X. Jakarta: Phibeta

Tim Pendidikan Fisika FMIPA (2013). Hukum Gravitasi Universal
Newton.<http://pembelajaranfisikauny.blogspot.com/2013/03/hukum-gravitasi-universal-newton.html> (diakses pada tanggal 2 April 2020 Pukul 22:08)

Tim Rumah Belajar (Lailani). (2016) Gravitasi Newton.
<https://sumberbelajar.belajar.kemdikbud.go.id/sumberbelajar/tampil/Gravitasi-Newton-2016-2016/index.html> (diakses pada tanggal 2 April 2020 Pukul 22:15)

INDEKS

A

Amplitude 152, 153, 155, 156.

Aljabar vektor 2

B

Besaran skalar 7

Besaran vektor 7

D

Diferensial 152.

Desain 2

F

Frekuensi, 155, 156, 159, 163.

G

Gaya Gesekan 44.

Gaya Pegas 150, 151.

Gaya Pemulih 150, 151.

Gerak Harmonik Sederhana 151, 153, 156, 152.

157, 158, 159, 163.

Gerak Lurus 31.

Gerak Melingkar 73, 76, 77, 78.

Gerak Parabola 43, 44, 45, 47, 48, 49, 51.

Gravitasi 96, 97, 98, 99, 100, 104.

Global Positioning System (GPS) 7

H

Homogen 152.

Horizontal 44, 45.

Hukum Kepler 101, 102, 104.

Hipotenus 17

I

Impuls 129, 130, 131, 132.

J

Jarak 33.

K

Kecepatan Rata-Rata 32, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79.

Kecepatan 44, 45, 51.

Keseimbangan 150, 151, 152, 157.

Kuadran 18

M

Matlab 15, 24, 27, 34, 36, 37, 48, 49, 51, 53, 69, 80, 99, 101, 104, 105, 106, 107, 108, 115, 117, 120, 131, 132, 134, 144, 145, 146, 151,

Momentum 128, 129, 130, 131, 133, 134, 135.

Metode analitis 10, 11, 12

Metode polygon 9, 10

N

Newton 96, 97, 104.

Navigasi 7

O

Optimum 2

P

Percepatan Rata-Rata 31.

Periode 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, **T**

160, 161, 162.

Perpindahan 32.

R

Resultan vektor 9

Rumus cosinus 13,14

Rumus sinus 13,14

S

Sudut Elevasi 44,45.

Suhu 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67,68.

Termometer 61, 64, 65, 66, 67,68.

V

Vektor 2, 7, 8, 31.

Vektor Basis 8

Vektor komponen 16

Vektor Nol 8

Vektor Posisi 8

Vektor Satuan 9

GLOSARIUM

Aljabar vektor

Kajian aljabar yang digunakan untuk memecahkan masalah fisika (besaran yang memiliki nilai dan arah seperti gaya, perpindahan, kecepatan). Metode polygon Untuk menjumlahkan dua buah vektor atau lebih juga merupakan pengembangan dari metode segitiga.

Desain

Kerangka bentuk atau rancangan.

Navigasi atau pandu arah

Penentuan kedudukan (*position*) dan arah perjalanan baik di medan sebenarnya atau

Global Positioning System (GPS)

Sistem untuk menentukan letak di permukaan bumi dengan bantuan penyelarasan (*synchronization*) sinyal satelit. di peta gambaran permukaan bumi yang ditampilkan pada suatu bidang datar dengan skala tertentu.

Optimum

Dalam kondisi yang terbaik.

Hipotenus

Sisi terpanjang pada segitiga siku-siku yang terletak di hadapan sudut sikunya.

Resultan vektor

Hasil dari penjumlahan dua atau lebih vektor.

Kuadran

Setiap dari empat bagian suatu bidang datar yang terbagi oleh suatu sumbu silang.

Rumus cosinus (cos)

Rumus untuk menentukan besar resultan vektor.

Metode analitis

Metode yang digunakan untuk menentukan besar resultan vektor secara matematis dengan menggunakan rumus.

Rumus sinus (sin)

Rumus untuk menentukan arah resultan vektor.

Skalar

Besaran yang hanya mempunyai nilai (tidak mempunyai arah).

Metode grafis

Metode yang digunakan untuk menentukan besar resultan vektor dengan cara mengukurnya.

Vektor

Besaran yang mempunyai nilai dan arah.

16

Vektor Basis

Vektor yang panjangnya satu satuan dan

arahnya searah dengan sumbu koordinat.

Kecepatan Laju perpindahan sebuah benda.

Vektor komponen

Vektor yang memiliki arah sama dengan salah satu sumbu koordinat.

Jarak

30

Suatu pengukuran numerik yang menunjukkan seberapa jauh suatu benda berubah posisi melalui suatu lintasan tertentu.

16

Vektor nol

Vektor yang besarnya nol satuan dan arahnya tak tertentu.

Perpindahan

30

Jarak terpendek dari posisi akhir dan posisi awal oleh suatu titik P yang bergerak.

16

Vektor posisi

Posisi sebuah titik partikel terhadap sebuah titik acuan tertentu.

Gaya Gesekan

83

Gaya yang timbul antara dua benda yang bergerak dengan arah berlawanan arah gerak.

16

Vektor satuan

Suatu vektor yang panjangnya satu satuan.

Gerak parabola

Gerak benda yang lintasannya melengkung seperti parabola atau setengah lingkaran.

Gerak

Perubahan letak suatu benda atau sistem terhadap waktu, yang diukur oleh seseorang pengamat tertentu dalam kerangka acuan tertentu.

Horizontal

Garis lurus dimana garis ini dalam posisi mendatar terhadap permukaan bumi. Dalam koordinat kartesius, yang merupakan garis horizontal adalah sumbu x.

Kinematika

9

Cabang dari mekanika klasik yang membahas gerak benda dan sistem benda tanpa mempersoalkan gaya penyebab gerakan.

Kecepatan

32

Besaran vektor yang menunjukkan seberapa cepat benda berpindah. Besar dari vektor ini disebut dengan kelajuan dan dinyatakan dalam satuan meter per sekon (m/s atau ms^{-1}).

Percepatan

Lambang a. Laju pertambahan kelajuan atau percepatan. Percepatan diukur dalam $m.s^{-2}$.

Suhu

Besaran yang menyatakan derajat panas dan dingin suatu benda dan alat yang digunakan untuk mengukur suhu adalah thermometer.

Termometer

Alat yang digunakan untuk mengukur suhu (temperatur), ataupun perubahan suhu.

Gerak Melingkar

Gerak suatu objek yang lintasannya berupa lingkaran mengelilingi suatu titik tetap.

Matlab

Bahasa pemrograman yang tertutup,

sensitive, dan termasuk ke dalam tingkatan bahasa pemrograman yang tinggi.

Salah satu kelebihan Matlab adalah

kemampuan grafikal dengan kustomisasi terbaik.

Sudut elevasi

Sudut yang diumpamakan membentuk miring ke atas.

Gravitasi

Gaya tarik menarik antara dua buah benda yang masih dipengaruhi oleh gaya gravitasi.

Periode

Waktu yang diperlukan oleh suatu benda yang bergerak periodik untuk menyelesaikan gerak periodik.

Elips

Gambar yang menyerupai lingkaran yang telah dipanjangkan ke satu arah.

Gaya

Interaksi apapun yang dapat menyebabkan sebuah benda bermassa mengalami perubahan gerak, baik dalam bentuk arah, maupun konstruksi geometris.

Energi Mekanik

Energi total yang dimiliki oleh benda.

Daya

Laju usaha dilakukan atau besar usaha per satuan waktu.

Energi

Kemampuan untuk melakukan usaha.

Energi Kinetik

Energi yang dimiliki oleh semua benda yang bergerak.

Energi Potensial

Energi yang dimiliki setiap benda pada kedudukan tertentu.

Usaha

Gaya yang diberikan kepada benda menyebabkan benda tersebut berpindah posisi.

Impuls

86

Peristiwa gaya yang bekerja pada benda dalam

waktu hanya sesaat.

53

Keseimbangan

Keadaan yang terjadi apabila semua gaya dan kecenderungan yang ada tepat diimbangi atau dinetralkan oleh gaya dan kecenderungan

Momentum

Banyaknya gerakan suatu benda yang sama, tetapi berlawanan.

besarnya berbanding lurus dengan massa dan

kecepatan.

31

Periode

Waktu yang diperlukan untuk melakukan satu kali getaran.

Amplitude

Simpangan yang paling jauh dari titik keseimbangan pada getaran.

Differensial

Penurunan.

Frekuensi

Jumlah getaran gelombang suara per detik.

Gaya Pegas

Kekuatan melenting.

48

Gaya Pemulih

Gaya yang besarnya sebanding dengan simpangan dan selalu berlawanan arah dengan arah simpangan (posisi).

Gerak Harmonik Sederhana

Benda bergerak bolak-balik di sekitar titik keseimbangannya.

Homogen

Sama.

Buku Fisika Komputasi

ORIGINALITY REPORT

19%

SIMILARITY INDEX

PRIMARY SOURCES

- 1** banpaudpnf.kemdikbud.go.id
Internet 360 words — 2%
- 2** Necylia Kinanti, Damris Damris, Nizlel Huda. "Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berkarakter Realistic Mathematic Education Pada Materi Sistem Persamaan Linear Tiga Variabel Kelas X SMA", Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika, 2021
Crossref 271 words — 1%
- 3** www.kompasiana.com
Internet 200 words — 1%
- 4** antahlae.blogspot.com
Internet 130 words — 1%
- 5** fr.scribd.com
Internet 129 words — 1%
- 6** Tatang Hidayat, Aceng Kosasih. "ANALISIS PERATURAN MENTERI PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN REPUBLIK INDONESIA NOMOR 22 TAHUN 2016 TENTANG STANDAR PROSES PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH SERTA IMPLIKASINYA DALAM PEMBELAJARAN PAI DI SEKOLAH", Muróbbî: Jurnal Ilmu Pendidikan, 2019
Crossref 123 words — 1%
- 7** repository.usd.ac.id
Internet

111 words — 1%

8 andrypermana06.blogspot.com
Internet

109 words — 1%

9 id.scribd.com
Internet

105 words — < 1%

10 www.wisatafisika.com
Internet

105 words — < 1%

11 Rosihan Anwar. "Sutan Sjahrir: Demokrat Sejati,
Pejuang Kemanusiaan", Brill, 2000
Crossref

104 words — < 1%

12 www.pendidikanfisika.com
Internet

100 words — < 1%

13 mgmp-bangunan.blogspot.com
Internet

95 words — < 1%

14 pdfcoffee.com
Internet

95 words — < 1%

15 anyflip.com
Internet

88 words — < 1%

16 versacheers.wordpress.com
Internet

88 words — < 1%

17 ada-ajalah.blogspot.com
Internet

75 words — < 1%

18 fr.slideshare.net
Internet

63 words — < 1%

19	as-wait.icu Internet	59 words — < 1%
20	Sutjipto Sutjipto. "PENTINGNYA PELATIHAN KURIKULUM 2013 BAGI GURU", Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan, 2016 Crossref	58 words — < 1%
21	meitidiknasari.blogspot.com Internet	50 words — < 1%
22	Rilla Wahana, Susetyo Susetyo, Gumono Gumono. "Peningkatan Kemampuan Menulis Teks Fabel Menggunakan Model Pembelajaran Creative Problem Solving (CPS) Siswa Kelas VII MTs Al-Quran Harsallakum Kota Bengkulu", Silampari Bisa: Jurnal Penelitian Pendidikan Bahasa Indonesia, Daerah, dan Asing, 2020 Crossref	48 words — < 1%
23	mafiadoc.com Internet	48 words — < 1%
24	akmpisa2021indonesia.files.wordpress.com Internet	47 words — < 1%
25	nelfa0125.blogspot.com Internet	47 words — < 1%
26	sejutakotaksaktitakakura.blogspot.com Internet	46 words — < 1%
27	colearn.id Internet	45 words — < 1%
28	knowledgesmp.blogspot.com Internet	44 words — < 1%

29	yenicerahmah.blogspot.com Internet	41 words — < 1%
30	www.darbarlounge.com Internet	40 words — < 1%
31	www.scribd.com Internet	39 words — < 1%
32	francescomiswary.blogspot.co.id Internet	36 words — < 1%
33	Sirajun Nasihin. "Implementasi Kurikulum 2013 di MTs Yaqin 1 Kwang Rundun Kecamatan Jerowaru (Masalah dan Solusinya)", PALAPA, 2016 Crossref	34 words — < 1%
34	warstek.com Internet	32 words — < 1%
35	dosenit.com Internet	31 words — < 1%
36	fadiluddin09.blogspot.com Internet	31 words — < 1%
37	fisikakontekstual.wordpress.com Internet	31 words — < 1%
38	elearning202.unsri.ac.id Internet	30 words — < 1%
39	www.pinterpandai.com Internet	30 words — < 1%
40	pt.scribd.com Internet	29 words — < 1%

41	cmgds.marine.usgs.gov Internet	28 words — < 1%
42	solusiwiki.com Internet	28 words — < 1%
43	Nurun Ni'mah. "Analisis Indikator Berpikir Kritis Terhadap Karakter Rasa Ingin Tahu dalam Kurikulum 2013", Anterior Jurnal, 2022 Crossref	27 words — < 1%
44	live-look-no.icu Internet	25 words — < 1%
45	filosofiberselimutmatematika.blogspot.com Internet	23 words — < 1%
46	epdf.pub Internet	22 words — < 1%
47	www.teknoowl.com Internet	22 words — < 1%
48	idoc.pub Internet	21 words — < 1%
49	zaenalalbanjary.blogspot.com Internet	20 words — < 1%
50	Imran Imran, Gusti Budjang. "ANALISIS PERENCANAAN PEMBELAJARAN MAHASISWA PROGRAM STUDI PENDIDIKAN SOSIOLOGI", Jurnal Visi Ilmu Pendidikan, 2021 Crossref	19 words — < 1%
51	fh.unram.ac.id Internet	19 words — < 1%

-
- 52 pt.slideshare.net
Internet 19 words — < 1%
-
- 53 Imelda Rahmayunia Kartika, Ratna Dewi.
"MANAJEMEN KESEIMBANGAN GAYA HIDUP DAN
KESTABILAN TEKANAN DARAH MASYARAKAT USIA PRODUKTIF",
Real in Nursing Journal, 2018
Crossref 18 words — < 1%
-
- 54 Méndez Bolaños Daniel. "Evaluación comparativa
del tratamiento del agua residual del taller de
lácteos de la FES-Cuautitlán con quitosán y un agente químico",
TESIUNAM, 2011
Publications 18 words — < 1%
-
- 55 repository.uinmataram.ac.id
Internet 18 words — < 1%
-
- 56 repository.unej.ac.id
Internet 18 words — < 1%
-
- 57 repository.unp.ac.id
Internet 18 words — < 1%
-
- 58 scilab.in
Internet 18 words — < 1%
-
- 59 staffnew.uny.ac.id
Internet 18 words — < 1%
-
- 60 Mimi Hartini. "PENERAPAN MODEL
PEMBELAJARAN INKUIRI TERBIMBING UNTUK
MENINGKATKAN PARTISIPASI DAN PRESTASI BELAJAR PESERTA
DIDIK (Studi Pada Mata Pelajaran Fisika Kelas X TR SMK Negeri
Pagar Alam)", Diadik: Jurnal Ilmiah Teknologi Pendidikan, 2021
Crossref 17 words — < 1%
-

61	cheerleader-prospect.blogspot.com Internet	17 words — < 1%
62	darmawansyahsmanda.blogspot.com Internet	16 words — < 1%
63	eprints.walisongo.ac.id Internet	16 words — < 1%
64	marimaribelajaripa.blogspot.com Internet	16 words — < 1%
65	O. A. Bauchau, J. I. Craig. "Chapter 1 Basic equations of linear elasticity", Springer Science and Business Media LLC, 2009 Crossref	15 words — < 1%
66	hollandakusuma.wordpress.com Internet	15 words — < 1%
67	marlinafis.blogspot.com Internet	15 words — < 1%
68	digilib.iain-palangkaraya.ac.id Internet	14 words — < 1%
69	gkkideiverbum.wordpress.com Internet	14 words — < 1%
70	Tony Yuri Rahmanto. "Penegakan Hukum terhadap Tindak Pidana Penipuan Berbasis Transaksi Elektronik", Jurnal Penelitian Hukum De Jure, 2019 Crossref	13 words — < 1%
71	www.physicsforums.com Internet	13 words — < 1%

72	www.wardayacollege.com Internet	13 words — < 1%
73	algifari-edward.blogspot.com Internet	12 words — < 1%
74	annisalfiani99.blogspot.com Internet	12 words — < 1%
75	bimbelfisikapakarnel.files.wordpress.com Internet	12 words — < 1%
76	fisikasaja.wordpress.com Internet	12 words — < 1%
77	fliphtml5.com Internet	12 words — < 1%
78	im.ufal.br Internet	11 words — < 1%
79	nurrohmahwidayati.wordpress.com Internet	11 words — < 1%
80	www.syaiflash.com Internet	11 words — < 1%
81	Budiman, Ketut. "Analisa Daya Listrik Terpasang Dan Penentuan Kapasitor Bank Berbasis Fuzzy Logic Pada Multi Building Kampus UNISSULA", Universitas Islam Sultan Agung (Indonesia), 2022 ProQuest	10 words — < 1%
82	Tarsim. "Implementasi Edugame Dalam Pembelajaran Bahasa Bahasa Jawa Di MI Ma'arif	10 words — < 1%

-
- 83 bacabse.blogspot.com 10 words — < 1%
Internet
-
- 84 roboguru.ruangguru.com 10 words — < 1%
Internet
-
- 85 yusufaffandi11.wordpress.com 10 words — < 1%
Internet
-
- 86 zh.scribd.com 9 words — < 1%
Internet
-
- 87 Andrés Felipe Duque Amaya, Adalberto Gabriel Díaz Torres, Diego Andrés Acosta Maya. "First and second thermodynamic law analyses applied to spark ignition engines modelling and emissions prediction", International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM), 2014 8 words — < 1%
Crossref
-
- 88 Hammada Abbas, Djufri Juma, Ma'ruf R Jahuddin. "PENERAPAN METODE ELEMEN HINGGA UNTUK DESAIN DAN ANALISIS PEMBEBANAN RANGKA CHASSIS MOBIL MODEL TUBULAR SPACE FRAME", ILTEK : Jurnal Teknologi, 2020 8 words — < 1%
Crossref
-
- 89 Ryuji ENOSHITA, Mitsuo NOTOMI. "SWOSC-Vのばね加工により生成される集合組織", The Proceedings of Mechanical Engineering Congress, Japan, 2022 8 words — < 1%
Crossref
-
- 90 Yuwarti Yuwarti, Marungkil Pasaribu, Amiruddin Hatibe. "Analisis Pemahaman Konsep Vektor pada 8 words — < 1%

91	ikhaphysic.blogspot.com Internet	8 words — < 1%
92	karddevis.blogspot.com Internet	8 words — < 1%
93	kominfo.gunungkidulkab.go.id Internet	8 words — < 1%
94	repository.uhamka.ac.id Internet	8 words — < 1%
95	super004.wordpress.com Internet	8 words — < 1%
96	www.pendidik.co.id Internet	8 words — < 1%
97	www.utakatikotak.com Internet	8 words — < 1%
98	E. Dalle Mese. "Scattering analysis from fractal sea surfaces", IGARSS 98 Sensing and Managing the Environment 1998 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium Proceedings (Cat No 98CH36174), 1998 Crossref	7 words — < 1%
99	mrimam.blogspot.com Internet	7 words — < 1%
100	www.slideshare.net Internet	7 words — < 1%

101	Mary Stopes-Roe. "Mathematics with Love", Springer Science and Business Media LLC, 2005 Crossref	6 words — < 1%
102	Mohammad Abdul Aziz, Sri Astutik, Rayendra Wahu Bachtiar. "Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Energi Siswa SMA", Proceedings of the ICECRS, 2018 Crossref	6 words — < 1%
103	digilib.uin-suka.ac.id Internet	6 words — < 1%
104	inba.info Internet	6 words — < 1%
105	www.dosenpendidikan.co.id Internet	6 words — < 1%
106	www.fisikabc.com Internet	6 words — < 1%

EXCLUDE QUOTES ON

EXCLUDE SOURCES OFF

EXCLUDE BIBLIOGRAPHY ON

EXCLUDE MATCHES OFF