



KURIKULUM
MERDEKA

UNTUK SISWA/I SMA KELAS 10

MATERI PEMBELAJARAN KINEMATIKA

KONSEP DAN ANALISIS GERAK



DI SUSUN OLEH: ANNISA

IDENTITAS

PENYUSUN : ANNISA
JENJANG SEKOLAH : SMA
TINGKAT/SEMESTER : 10/I
MATERI AJAR : KINEMATIKA
ALOKASI WAKTU : 18 JP

CAPAIN PEMBELAJARAN

Murid mampu memahami konsep gerak, yaitu hubungan gaya dan gerak serta pemanfaatannya untuk menjelaskan fenomena alam, desain, atau rekayasa struktur.

TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Menjelaskan konsep gerak berdasarkan posisi, jarak, perpindahan, kelajuan, kecepatan, dan percepatan.
2. Menganalisis hubungan antara posisi, jarak, perpindahan, kelajuan, kecepatan, dan percepatan pada gerak benda.
3. Menerapkan konsep dan persamaan kinematika untuk menyelesaikan permasalahan gerak dalam kehidupan sehari-hari.
4. Menganalisis karakteristik gerak lurus berdasarkan data, tabel, grafik, atau hasil pengamatan.
5. Menyajikan hasil analisis mengenai gerak benda berdasarkan data atau hasil penyelidikan secara sistematis.

MOTIVASI

Kinematika Ada di Sekitar Kita!

Pernahkah kamu memperhatikan mobil yang melaju di jalan, sepeda yang bergerak, bola yang ditendang, atau seseorang yang berlari? Semua itu merupakan contoh gerak yang dapat kita temui dalam kehidupan sehari-hari.

Tanpa kita sadari, kinematika selalu ada di sekitar kita. Dengan mempelajari kinematika, kita dapat memahami posisi, jarak, perpindahan, kelajuan, kecepatan, dan percepatan dari berbagai benda yang bergerak.

 **Tahukah Kamu?** Pada sekitar 1600-an, Galileo Galilei melakukan berbagai percobaan untuk mempelajari gerak benda. Galileo menunjukkan bahwa gerak dapat

dipahami melalui pengukuran, waktu, jarak, dan percepatan. Pemikirannya menjadi salah satu dasar penting dalam perkembangan ilmu gerak modern.

Kemudian, pada 1687, Isaac Newton menerbitkan *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*. Melalui karya tersebut, Newton merumuskan hukum-hukum gerak yang menjadi dasar penting bagi mekanika klasik. Dari perkembangan kajian tentang gerak inilah konsep kinematika semakin berkembang sebagai bagian dari mekanika yang secara khusus membahas bagaimana benda bergerak, tanpa membahas penyebab geraknya.

Sampai sekarang, konsep kinematika digunakan untuk memahami berbagai gerakan di sekitar kita, mulai dari orang berjalan, kendaraan yang melaju, bola yang ditendang, hingga gerak benda dalam teknologi dan rekayasa.

Jadi, ketika kamu mempelajari posisi, jarak, perpindahan, kelajuan, kecepatan, dan percepatan, kamu sebenarnya sedang mempelajari hasil dari perjalanan panjang manusia dalam memahami gerak.

 **Pesan Motivasi** Setiap langkah, kendaraan yang melaju, dan benda yang bergerak memiliki cerita yang dapat dijelaskan melalui kinematika. Yuk, jangan hanya melihat gerak, tetapi pahami bagaimana gerak itu terjadi!

URAIAN MATERI

MATERI 1: Posisi

1.1 Pengertian Posisi

Coba bayangkan murid sedang duduk di kelas. Bagaimana cara menjelaskan ke teman di mana kalian duduk? Biasanya murid akan bilang, "Aku duduk di baris kedua dari depan, kolom ketiga dari pintu." Itulah posisi cara menyatakan letak suatu benda dibandingkan dengan tempat lain yang sudah disepakati.

Dalam Fisika, posisi didefinisikan sebagai letak suatu benda pada suatu waktu tertentu terhadap suatu titik acuan (Panjaitan *et al.*, 2021). Posisi tidak bisa berdiri sendiri, posisi selalu perlu "pembanding" agar bisa dipahami oleh orang lain.

Contoh sederhana: "Toko itu ada 500 meter dari sekolah, ke arah utara." Di sini, sekolah menjadi pembanding (titik acuan), dan 500 meter ke utara adalah posisi toko.

1.2 Titik Acuan dan Koordinat Posisi

posisi benda lain. Titik acuan ini dipilih secara bebas — bisa berupa rumah, sekolah, pohon, atau bahkan posisi murid sendiri saat mengamati.

Yang perlu murid pahami: posisi suatu benda bisa berbeda-beda tergantung titik acuan yang dipilih. Misalnya, sebuah mobil yang diam di halte bisa dikatakan:

- "diam" jika titik acuannya adalah trotoar di sampingnya,
- tetapi "bergerak" jika titik acuannya adalah Matahari, karena Bumi berotasi dan berevolusi.

Ini menunjukkan bahwa gerak bersifat relatif, tergantung dari mana kita mengamatinya (Giancoli, 2014).

Untuk menyatakan posisi secara matematis, Fisika menggunakan koordinat. Pada gerak lurus (yang menjadi fokus materi kinematika ini), posisi cukup dinyatakan dengan satu sumbu saja, yaitu sumbu- x . Posisi benda dituliskan sebagai nilai x dalam satuan meter (m), yang bisa bernilai positif (di sebelah kanan/depan titik acuan) atau negatif (di sebelah kiri/belakang titik acuan).

1.3 Menentukan Posisi Benda

Untuk menentukan posisi benda pada gerak lurus, murid perlu:

1. Menentukan titik acuan (titik $x = 0$).
2. Menentukan arah positif (biasanya ke kanan atau ke arah gerak awal benda).
3. Mengukur jarak benda dari titik acuan, lalu memberi tanda positif/negatif sesuai arahnya.

Contoh:

✂ Sebuah sepeda motor berada 300 meter di sebelah timur pos ronda. Jika pos ronda dijadikan titik acuan ($x = 0$) dan arah timur dianggap positif, maka posisi motor tersebut adalah $x = +300 \text{ m}$.

Sebuah sepeda motor berada 300 meter di sebelah timur pos ronda. Jika pos ronda dijadikan titik acuan ($x = 0$) dan arah timur dianggap positif, maka posisi motor tersebut adalah $x = +300 \text{ m}$.

Jika sepeda motor lain berada 150 meter di sebelah barat pos ronda, maka posisinya adalah $x = -150 \text{ m}$

1.4 Perubahan Posisi Benda

Ketika benda bergerak, posisinya akan berubah terhadap waktu. Perubahan posisi inilah yang nantinya menjadi dasar untuk memahami konsep perpindahan (dibahas di bagian B).

Contoh gambaran: seorang murid berjalan dari posisi $x_1 = 2 \text{ m}$ menuju posisi $x_2 = 10 \text{ m}$. Posisinya berubah dari 2 meter menjadi 10 meter terhadap titik acuan yang sama. Perubahan posisi inilah cikal bakal dari besaran perpindahan yang akan dipelajari selanjutnya.

Yang penting untuk diingat: posisi selalu terikat pada satu momen waktu tertentu, sedangkan perubahan posisi terjadi antara dua momen waktu yang berbeda (misalnya dari waktu t_1 ke waktu t_2).

MATERI 2: Jarak dan Perpindahan

2.1 Pengertian Jarak

Jarak adalah panjang seluruh lintasan yang ditempuh oleh benda yang bergerak, tanpa memedulikan arah geraknya (Halliday, Resnick, & Walker, 2010). Jarak selalu bernilai positif dan merupakan besaran skalar, artinya hanya memiliki besar (nilai), tidak memiliki arah.

Bayangkan murid berlari mengelilingi lapangan sekolah sebanyak satu putaran penuh, lalu kembali ke titik start. Berapa pun bentuk lapangannya, jarak yang ditempuh murid adalah keliling lapangan tersebut, sebuah angka yang pasti positif, walau pada akhirnya murid kembali ke tempat semula.

2.2 Pengertian Perpindahan

Perpindahan adalah perubahan posisi suatu benda, yaitu selisih antara posisi akhir dan posisi awal, dihitung lurus dari titik awal ke titik akhir tanpa memedulikan lintasan yang dilalui (Halliday, Resnick, & Walker, 2010). Perpindahan merupakan besaran vektor, artinya memiliki besar sekaligus arah.

Pada contoh murid berlari mengelilingi lapangan tadi: karena murid kembali ke titik start, maka posisi akhirnya sama dengan posisi awalnya. Artinya, perpindahannya nol, meskipun jarak yang ditempuh tidak nol (yaitu sepanjang keliling lapangan).

2.3 Perbedaan Jaran dan Perpindahan

Agar lebih jelas, perhatikan tabel perbandingan berikut.

Aspek	Jarak	Perpindahan
Jenis besaran	Skalar (hanya nilai)	Vektor (nilai dan arah)
Yang dihitung	Seluruh lintasan yang dilalui	Selisih posisi akhir dan awal
Nilai	Selalu positif	Bisa positif, negatif, atau nol
Bergantung lintasan?	Ya	Tidak

Contoh yang memperjelas perbedaan:

Seorang murid berjalan dari rumah ke sekolah sejauh 800 m ke arah timur, lalu karena ada barang tertinggal, ia kembali lagi ke rumah sejauh 800 m ke arah barat.

- Jarak yang ditempuh = $800 \text{ m} + 800 \text{ m} = 1.600 \text{ m}$.
- Perpindahan = posisi akhir – posisi awal = 0 (karena murid kembali tepat ke rumah) → perpindahan = 0 m.

Contoh ini menunjukkan bahwa jarak yang besar tidak selalu berarti perpindahan yang besar pula.

2.4 Menentukan Jarak dan Perpindahan

Untuk menentukan jarak, murid tinggal menjumlahkan seluruh panjang lintasan yang dilalui, tanpa peduli arah (semua dijumlahkan sebagai nilai positif).

Untuk menentukan perpindahan, murid perlu menghitung selisih posisi akhir dan posisi awal, dengan memperhatikan tanda arah (positif/negatif):

$$\text{Perpindahan } (\Delta x) = x_2 - x_1$$

Keterangan:

- Δx = perpindahan (m)
- x_2 = posisi akhir (m)
- x_1 = posisi awal (m)

Contoh soal:

✏ Seorang pengendara sepeda mula-mula berada pada posisi 5 m dari sebuah tiang listrik (dianggap ke arah timur bernilai positif). Ia kemudian mengayuh sepedanya sejauh 20 m ke arah timur, lalu berbalik arah dan mengayuh 8 m ke arah barat.

Diketahui:

- Posisi awal, $x_1 = 5 \text{ m}$
- Bergerak 20 m ke timur (arah positif)
- Kemudian bergerak 8 m ke barat (arah negatif)

Ditanya:

- a. Jarak total yang ditempuh
- b. Perpindahan total

Penyelesaian:

a. Jarak total = $20 \text{ m} + 8 \text{ m} = 28 \text{ m}$ (dijumlahkan tanpa memperhatikan arah)

b. Posisi akhir: $x_2 = x_1 + 20 \text{ m} - 8 \text{ m} = 5 \text{ m} + 20 \text{ m} - 8 \text{ m} = 17 \text{ m}$

✓ **Kesimpulan** Perpindahan: $\Delta x = x_2 - x_1 = 17 \text{ m} - 5 \text{ m} = 12 \text{ m}$ (ke arah timur, karena bernilai positif)

MATERI 3: Kelajuan dan Kecepatan

3.1 Pengertian Kelajuan

Kelajuan adalah seberapa cepat suatu benda menempuh jarak tertentu, tanpa memperhatikan arah gerak. Karena berkaitan dengan jarak (yang merupakan besaran skalar), maka kelajuan juga merupakan besaran skalar (Tipler & Mosca, 2008).

Kelajuan menjawab pertanyaan: “Seberapa cepat benda ini bergerak?” — tanpa peduli ke arah mana ia bergerak. Speedometer pada motor atau mobil sebenarnya menunjukkan kelajuan, bukan kecepatan, karena hanya menampilkan angka (misalnya 60 km/jam) tanpa menunjukkan arah gerak kendaraan.

3.2 Pengertian Kecepatan

Kecepatan adalah perpindahan suatu benda tiap satuan waktu, sehingga kecepatan merupakan besaran vector, memiliki nilai sekaligus arah (Tipler & Mosca, 2008).

Karena kecepatan dihitung dari perpindahan (bukan jarak), maka kecepatan bisa bernilai positif, negatif, bahkan nol, tergantung arah gerak benda terhadap arah acuan yang ditetapkan.

3.3 Perbedaan Kelajuan dan Kecepatan

Aspek	Jarak	Perpindahan
Jenis besaran	Skalar	Vektor
Dihitung dari	Jarak dibagi waktu	Perpindahan dibagi waktu
Arah	Tidak diperhatikan	Diperhatikan
Nilai	Selalu positif	Bisa positif, negatif, atau nol

Contoh yang memperjelas perbedaan:

Sebuah kereta bergerak lurus menempuh 600 m ke arah utara dalam waktu 60 sekon, lalu kembali menempuh 600 m ke arah selatan dalam waktu 60 sekon (total waktu 120 sekon, kembali ke titik awal).

- Kelajuan rata-rata = jarak total ÷ waktu total = $1.200 \text{ m} \div 120 \text{ s} = 10 \text{ m/s}$
- Kecepatan rata-rata = perpindahan total ÷ waktu total = $0 \text{ m} \div 120 \text{ s} = 0 \text{ m/s}$

Kereta itu “cepat” dalam arti kelajuannya (10 m/s), tetapi karena kembali ke titik semula, kecepatan rata-ratanya nol.

3.3 Kelajuan dan Kecepatan Rata-rata

Dalam kehidupan sehari-hari, benda jarang bergerak dengan kecepatan yang benar-benar konstan sepanjang waktu (misalnya mobil di jalan raya kadang cepat, kadang melambat karena lampu merah). Oleh karena itu, dikenal istilah kelajuan rata-rata dan kecepatan rata-rata, yaitu nilai kelajuan/kecepatan yang mewakili keseluruhan perjalanan.

Rumus kelajuan rata-rata:

$$\bar{v} = s/t$$

Keterangan:

- $\bar{v}$ = kelajuan rata-rata (m/s)
- s = jarak total yang ditempuh (m)
- t = waktu total tempuh (s)

Rumus kecepatan rata-rata:

$$\bar{v} = \Delta x/t$$

Keterangan:

- $\bar{v}$ = kecepatan rata-rata (m/s)
- Δx = perpindahan total (m)
- t = waktu total tempuh (s)

Satuan kelajuan dan kecepatan dalam Sistem Internasional (SI) adalah meter per sekon (m/s), meskipun dalam kehidupan sehari-hari sering dijumpai satuan kilometer per jam (km/jam), dengan konversi $1 \text{ m/s} = 3,6 \text{ km/jam}$.

Contoh soal:

💡 Sebuah mobil menempuh jarak 90 km dalam waktu 1,5 jam dengan lintasan lurus tanpa berbalik arah.

Diketahui:

- $s = 90 \text{ km}$
- $t = 1,5 \text{ jam}$

Ditanya:

Kelajuan rata-rata mobil dalam km/jam dan m/s.

Penyelesaian:

$$\bar{v} = \frac{s}{t}$$

$$\bar{v} = \frac{90 \text{ km}}{1,5 \text{ jam}}$$

$$\bar{v} = 60 \text{ km/jam}$$

$$\text{Ubah ke m/s: } 60 \text{ km/jam} = 60 \times (1.000 \text{ m} / 3.600 \text{ s}) = 16,67 \text{ m/s}$$

3.4 Hubungan Jarak, Perpindahan, Waktu, dan Kecepatan

Semua besaran yang sudah dipelajari saling berkaitan. Jarak berhubungan dengan kelajuan melalui waktu, sedangkan perpindahan berhubungan dengan kecepatan melalui waktu. Secara umum:

- Jarak (s) = kelajuan (v) $\times$ waktu (t)

- Perpindahan (Δx) = kecepatan (v) $\times$ waktu (t)

Keterangan simbol dan satuan:

- s = jarak (m)
- Δx = perpindahan (m)
- v = kelajuan atau kecepatan (m/s)
- t = waktu (s)

Contoh soal:

Seorang murid bersepeda dengan kecepatan tetap 4 m/s ke arah sekolah selama 5 menit.

Diketahui:

- $v = 4 \text{ m/s}$
- $t = 5 \text{ menit} = 300 \text{ s}$

Ditanya:

Perpindahan yang ditempuh murid tersebut.

Penyelesaian:

$$\Delta x = v \times t$$

$$\Delta x = 4 \text{ m/s} \times 300 \text{ s}$$

$$\Delta x = 1.200 \text{ m}$$

MATERI 4: Percepatan

4.1 Pengertian Percepatan

Perhatikan saat mobil mulai berjalan dari keadaan diam, lalu kecepatannya bertambah sedikit demi sedikit hingga mencapai kecepatan tertentu. Perubahan kecepatan tiap satuan waktu inilah yang disebut percepatan (Giancoli, 2014).

Percepatan menunjukkan seberapa cepat kecepatan suatu benda berubah. Percepatan merupakan besaran vektor karena diturunkan dari kecepatan (yang juga vektor).

4.2 Percepatan Rata-rata

Percepatan rata-rata adalah perubahan kecepatan dibagi selang waktu terjadinya perubahan tersebut.

$$a = (v_2 - v_1)/t = \Delta v/t$$

Keterangan:

- a = percepatan rata-rata (m/s^2)
- v_1 = kecepatan awal (m/s)
- v_2 = kecepatan akhir (m/s)
- Δv = perubahan kecepatan (m/s)

- t = selang waktu (s)

Satuan percepatan dalam SI adalah meter per sekon kuadrat (m/s^2), karena percepatan pada dasarnya adalah “kecepatan per waktu”, sehingga satuannya (m/s) dibagi lagi dengan (s).

Contoh soal:

🔍 Sebuah motor mula-mula bergerak dengan kecepatan 5 m/s. Setelah 4 sekon, kecepatannya menjadi 17 m/s.

Diketahui:

- $v_1 = 5 \text{ m/s}$
- $v_2 = 17 \text{ m/s}$
- $t = 4 \text{ s}$

Ditanya:

Percepatan rata-rata motor tersebut.

Penyelesaian:

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t}$$

$$a = \frac{17 - 5}{4}$$

$$a = \frac{12}{4}$$

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

4.3 Percepatan Positif dan Negatif

Percepatan tidak selalu berarti “benda bergerak semakin cepat”. Ada dua kondisi:

- Percepatan positif, terjadi ketika kecepatan benda bertambah searah dengan arah geraknya (benda dipercepat). Contoh: mobil menginjak gas sehingga lajunya bertambah.
- Percepatan negatif (sering disebut perlambatan atau deselerasi), terjadi ketika kecepatan benda berkurang, biasanya karena benda direm atau melawan gaya gesek/gravitasi. Contoh: mobil mengerem mendekati lampu merah, kecepatannya berkurang hingga berhenti.

Yang perlu diingat: tanda positif/negatif pada percepatan bergantung pada arah acuan yang dipakai. Percepatan bertanda negatif bukan berarti nilainya “lebih kecil dari nol secara mutlak”, melainkan menunjukkan bahwa arah percepatan berlawanan dengan arah gerak benda.

4.4 Hubungan Kecepatan, Waktu, dan Percepatan

Dari rumus percepatan rata-rata, murid dapat menyusun ulang persamaan untuk mencari kecepatan akhir suatu benda jika diketahui kecepatan awal, percepatan, dan waktu:

$$v_2 = v_1 + a \cdot t$$

Keterangan:

- v_2 = kecepatan akhir (m/s)
- v_1 = kecepatan awal (m/s)
- a = percepatan (m/s^2)
- t = waktu (s)

Contoh soal:

 Sebuah sepeda motor bergerak dengan kecepatan awal 2 m/s, kemudian dipercepat secara tetap sebesar $1,5 \text{ m/s}^2$ selama 6 sekon.

Diketahui:

- $v_1 = 2 \text{ m/s}$
- $a = 1,5 \text{ m/s}^2$
- $t = 6 \text{ s}$

Ditanya:

Kecepatan motor setelah 6 sekon.

Penyelesaian:

$$v_2 = v_1 + a \cdot t$$

$$v_2 = 2 + (1,5 \times 6)$$

$$v_2 = 2 + 9$$

$$v_2 = 11 \text{ m/s}$$

Jawaban: Kecepatan motor setelah 6 sekon adalah 11 m/s.

MATERI 5: Gerak Lurus Beraturan (GLB)

5.1 Pengertian GLB

Gerak Lurus Beraturan (GLB) adalah gerak suatu benda pada lintasan lurus dengan kecepatan tetap (konstan), artinya besar dan arah kecepatannya tidak berubah sepanjang gerakan (Kanginan, 2016).

Contoh yang mendekati GLB dalam kehidupan sehari-hari: mobil yang melaju di jalan tol lurus dengan cruise control pada kecepatan tetap 80 km/jam, atau eskalator yang bergerak dengan kecepatan konstan.

5.2 Ciri-ciri GLB

Ciri utama GLB adalah:

1. Lintasan benda berupa garis lurus.

2. Kecepatan benda selalu tetap (konstan) dari awal hingga akhir gerak.
3. Percepatan benda sama dengan nol (karena tidak ada perubahan kecepatan).
4. Jarak yang ditempuh berbanding lurus dengan waktu tempuh — semakin lama bergerak, semakin jauh jaraknya, dengan kelipatan yang tetap.

5.3 Persamaan GLB

Karena kecepatan tetap, maka persamaan GLB cukup sederhana, mengikuti hubungan jarak-kecepatan-waktu yang sudah dipelajari sebelumnya:

$$x = x_0 + v \cdot t$$

Keterangan:

- x = posisi akhir benda (m)
- x_0 = posisi awal benda (m)
- v = kecepatan tetap benda (m/s)
- t = waktu tempuh (s)

Jika posisi awal dianggap nol ($x_0 = 0$), maka persamaan disederhanakan menjadi:

$$s = v \cdot t$$

Contoh soal:

Sebuah kereta bergerak lurus dengan kecepatan tetap 25 m/s selama 40 sekon.

Diketahui:

- $v = 25 \text{ m/s}$
- $t = 40 \text{ s}$

Ditanya:

Jarak yang ditempuh kereta tersebut.

Penyelesaian:

$$s = v \cdot t$$

$$s = 25 \times 40$$

$$s = 1.000 \text{ m}$$

5.4 Grafik Posisi Terhadap Waktu

Pada GLB, grafik hubungan posisi (x) terhadap waktu (t) berbentuk garis lurus (linear) yang miring, tidak melengkung. Kemiringan (gradien) garis ini menyatakan besar kecepatan benda, semakin curam kemiringannya, semakin besar kecepatannya.

Gambaran grafiknya: sumbu tegak (vertikal) adalah posisi (x) dalam meter, sumbu datar (horizontal) adalah waktu (t) dalam sekon. Karena kecepatan tetap, jarak antar titik pada grafik

bertambah secara merata setiap selang waktu yang sama, sehingga grafiknya berupa garis lurus miring ke atas (jika benda bergerak menjauhi titik acuan) yang melalui titik awal ($x_0, 0$).

5.5 Grafik Kecepatan Terhadap Waktu

Karena pada GLB kecepatan selalu tetap (tidak berubah terhadap waktu), maka grafik kecepatan (v) terhadap waktu (t) berbentuk garis lurus mendatar (horizontal), sejajar dengan sumbu waktu, pada ketinggian sesuai nilai kecepatan tersebut.

Yang menarik, luas daerah di bawah grafik v - t (yaitu luas persegi panjang antara garis kecepatan dan sumbu waktu) menyatakan jarak yang ditempuh benda. Ini karena luas persegi panjang = panjang $\times$ lebar = $v \times t$, yang persis sama dengan rumus jarak pada GLB.

5.3 Penerapan GLB Dalam Kehidupan Sehari-hari

Beberapa contoh penerapan konsep GLB:

- Kereta MRT/LRT yang melaju stabil di lintasan lurus antarstasiun.
- Eskalator dan travelator (lantai berjalan) di bandara atau mal yang bergerak dengan kecepatan konstan.
- Ban berjalan (conveyor belt) di pabrik yang memindahkan barang dengan kecepatan tetap.
- Cahaya yang merambat lurus dengan kelajuan tetap di ruang hampa, meskipun ini merupakan kasus khusus yang dipelajari lebih lanjut.

Memahami GLB membantu murid menghitung estimasi waktu tempuh, misalnya memperkirakan berapa lama kereta akan tiba jika bergerak dengan kecepatan tetap, sebuah keterampilan yang relevan dengan rekayasa transportasi dan desain sistem pergerakan (sesuai CP yang menekankan pemanfaatan konsep gerak untuk desain/rekayasa struktur).

MATERI 6: Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)

6.1 Pengertian GLBB

Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB) adalah gerak suatu benda pada lintasan lurus dengan percepatan tetap (konstan), sehingga kecepatannya berubah secara teratur — bertambah atau berkurang dengan besar yang sama pada setiap selang waktu yang sama (Kanginan, 2016).

Contoh sehari-hari: motor yang baru saja dinyalakan gasnya, sehingga kecepatannya bertambah secara teratur, atau bola yang dilempar vertikal ke atas kemudian jatuh kembali karena pengaruh gravitasi.

6.2 Ciri-ciri GLBB

Ciri utama GLBB adalah:

1. Lintasan benda berupa garis lurus.

2. Kecepatan benda berubah secara teratur (bertambah atau berkurang secara konstan setiap satuan waktu).
3. Percepatan benda tetap (konstan), tidak sama dengan nol.
4. Jika kecepatan bertambah, disebut GLBB dipercepat; jika kecepatan berkurang, disebut GLBB diperlambat.

6.3 Persamaan GLBB

Terdapat tiga persamaan utama pada GLBB yang saling berkaitan:

1) Kecepatan akhir:

$$v_2 = v_1 + a \cdot t$$

2) Posisi/jarak tempuh:

$$x = x_0 + v_1 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

atau jika posisi awal dianggap nol:

$$s = v_1 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

3) Hubungan kecepatan tanpa waktu:

$$v_2^2 = v_1^2 + 2 \cdot a \cdot s$$

Keterangan simbol dan satuan (berlaku untuk ketiga rumus di atas):

- v_1 = kecepatan awal (m/s)
- v_2 = kecepatan akhir (m/s)
- a = percepatan (m/s^2), bernilai positif jika dipercepat, negatif jika diperlambat
- t = waktu (s)
- x_0 = posisi awal (m)
- x = posisi akhir (m)
- s = jarak/perpindahan yang ditempuh (m)

Contoh soal 1 (mencari kecepatan akhir dan jarak):

💡 Sebuah mobil bergerak dengan kecepatan awal 10 m/s, kemudian dipercepat dengan percepatan tetap 2 m/s^2 selama 5 sekon.

Diketahui:

- $v_1 = 10 \text{ m/s}$
- $a = 2 \text{ m/s}^2$
- $t = 5 \text{ s}$

Ditanya:

- Kecepatan mobil setelah 5 sekon
- Jarak yang ditempuh selama 5 sekon tersebut

Penyelesaian:

a. $v_2 = v_1 + a \cdot t$

$$v_2 = 10 + (2 \times 5)$$

$$v_2 = 10 + 10$$

$$v_2 = 20 \text{ m/s}$$

b. $s = v_1 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$

$$s = (10 \times 5) + \frac{1}{2} \times 2 \times (5)^2$$

$$s = 50 + 25$$

$$s = 75 \text{ m}$$

Contoh soal 2 (GLBB diperlambat, kasus pengereman):

🧐 Sebuah motor melaju dengan kecepatan 15 m/s, kemudian direm hingga berhenti dengan perlambatan tetap 3 m/s².

Diketahui:

- $v_1 = 15 \text{ m/s}$
- $v_2 = 0 \text{ m/s}$ (berhenti)
- $a = -3 \text{ m/s}^2$ (bertanda negatif karena diperlambat)

Ditanya:

Jarak yang ditempuh motor sampai berhenti (jarak pengereman).

Penyelesaian:

Gunakan rumus:

$$v_2^2 = v_1^2 + 2 \cdot a \cdot s$$

$$0^2 = 15^2 + 2 \times (-3) \times s$$

$$0^2 = 225 - 6s$$

$$6s = 225$$

$$s = \frac{225}{6} = 37,5 \text{ m}$$

6.4 Grafik Kecepatan Terhadap Waktu

Pada GLBB, karena kecepatan berubah secara teratur, grafik kecepatan (v) terhadap waktu (t) berbentuk garis lurus miring, bukan mendatar seperti pada GLB.

- Jika benda dipercepat, garis pada grafik v-t miring naik dari kiri bawah ke kanan atas.