

PERTEMUAN 3

Dinamika Partikel

Penerapan Hukum-Hukum Newton

❖ Kinematika :

☞ didasarkan pada definisi pergeseran, kecepatan dan percepatan

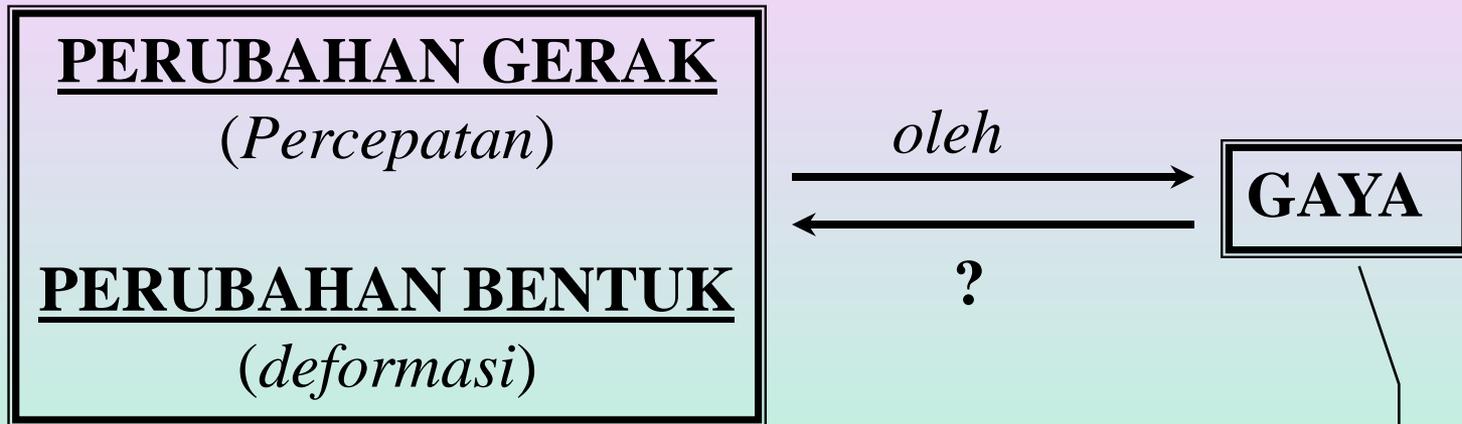
❖ Pertanyaan :

☞ Mekanisme apakah yang menyebabkan sebuah benda bergerak ?

☞ Mengapa benda-benda dapat memiliki percepatan yang berbeda-beda ?

❖ Perubahan Gerak :

☞ dijelaskan dengan konsep **gaya**, **massa** dan **momentum**



- ☆ *Menggambarkan adanya interaksi antara benda dengan lingkungannya.*
- ☆ *Merupakan besaran vektor.*



Medan gaya (interaksi) yang terjadi di alam :

- ***Gaya gravitasi*** : antara benda bermassa
- ***Gaya elektromagnetik*** : antara benda bermuatan
- ***Gaya Kuat*** : antara partikel subatomik
- ***Gaya lemah*** : proses peluruhan radioaktif

HUKUM NEWTON I tentang Gerak

Selama tidak ada resultan gaya yang bekerja pada sebuah benda maka benda tersebut akan selalu pada keadaannya, yaitu benda yang diam akan selalu diam dan benda yang bergerak akan bergerak dengan kecepatan konstan.

$$\Sigma \mathbf{F} = 0$$

$$\mathbf{a} = 0$$

Hukum
Kelembaman

Sistem
Inersial

HUKUM NEWTON II

Percepatan pada sebuah benda sebanding dengan resultan gaya yang bekerja pada benda tersebut

$$\mathbf{a} \propto \sum \mathbf{F}$$

$$\sum \mathbf{F} = m\mathbf{a}$$

Keterangan:

F : gaya (N atau dn)

m : massa (kg atau g)

a : percepatan (m/s^2 atau cm/s^2)

$$\sum F_x = ma_x$$

$$\sum F_y = ma_y$$

$$\sum F_z = ma_z$$

Satuan Gaya : newton (N)

$$1 \text{ N} \equiv 1 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$1 \text{ dyne} \equiv 1 \text{ g} \cdot \text{cm} \cdot \text{s}^{-2}$$

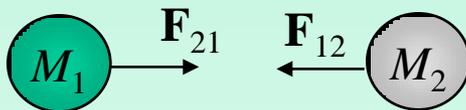
$$1 \text{ lb} = 1 \text{ slug} \cdot \text{ft} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$1 \text{ N} = 10^5 \text{ dyne}$$

$$1 \text{ N} = 0.225 \text{ lb}$$

HUKUM NEWTON III

Jika dua benda berinteraksi, gaya yang dilakukan oleh benda pertama pada benda kedua sama dan berlawanan arah dengan gaya yang dilakukan oleh benda kedua pada benda pertama.



$$\mathbf{F}_{12} = -\mathbf{F}_{21}$$

Hukum III Newton

Untuk setiap gaya aksi, akan selalu terdapat gaya reaksi yang sama besar dan berlawanan arah.

$$F_{AB} = -F_{BA}$$

Gaya gesek

$$F_g = \mu \times N$$

Keterangan:

- F_g : Gaya gesek (N)
- μ : koefisien gesekan
- N : gaya normal (N)

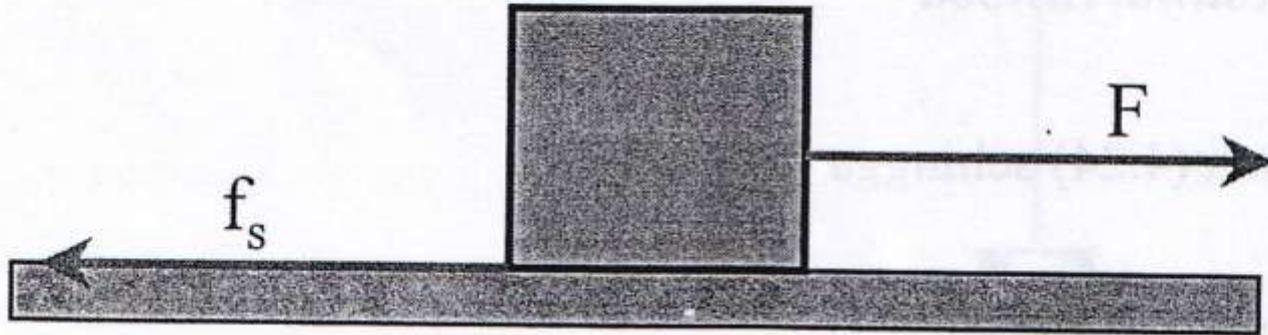
Gaya berat

$$w = m \times g$$

Keterangan:

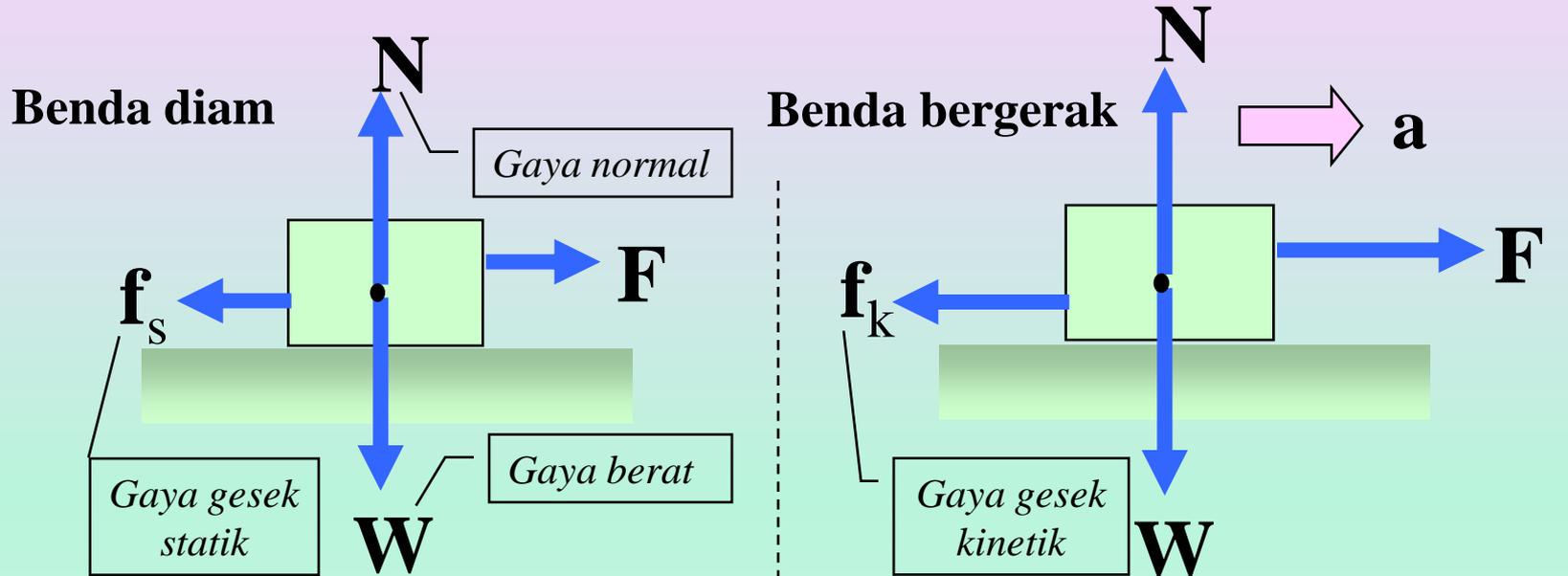
- W : Gaya berat (N)
- m : massa benda (kg)
- g : gravitasi bumi (m/s^2)

Gaya Gesekan



Gambar 4.21 Diagram gaya pada benda saat benda belum bergerak

GAYA GESEK



$$f_s = F \leq f_{s,maks}$$

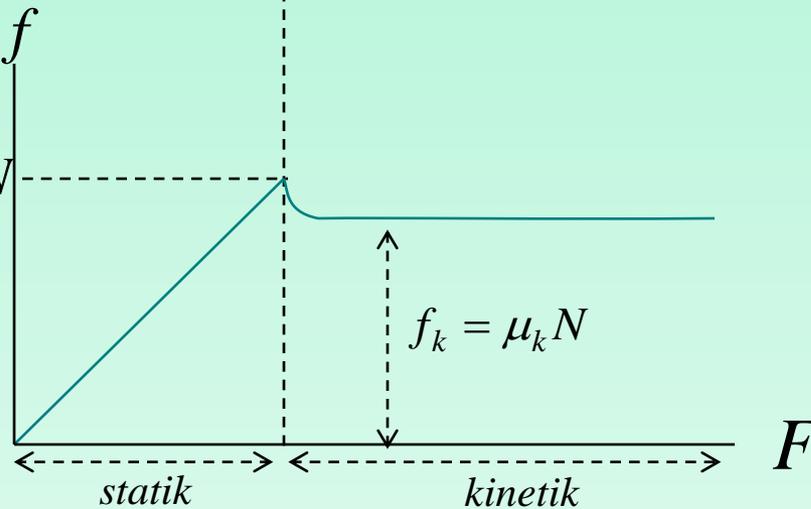
$$F > f_{s,maks}$$

$$\Sigma \mathbf{F} = 0$$

$$\Sigma \mathbf{F} = m\mathbf{a}$$

$$f_{s,maks} = \mu_s N$$

$$f_k = \mu_k N$$



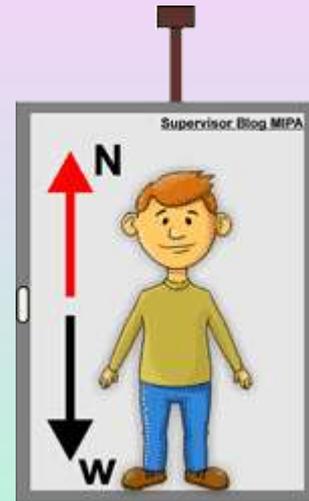
jika $F < f_{s,maks}$ (bendadiam) ----- $> f_s = \mu_s \cdot N$

jika $F = f_{s,maks}$ (bendamaubergerak)

jika $F > f_{s,maks}$ (bendabergerak) ----- $> f_k = \mu_k \cdot N$

Hukum Newton pada Gerak Benda di Dalam Lift

Lift Diam



Seorang anak berada di dalam lift yang diam seperti yang diilustrasikan pada gambar di atas. Di dalam lift, gaya yang kita tinjau adalah gaya yang arahnya vertikal sesuai dengan arah gerak lift yang juga vertikal. Pada lift yang berada dalam kondisi diam berlaku Hukum I Newton dan dapat dituliskan dalam bentuk persamaan sebagai berikut.

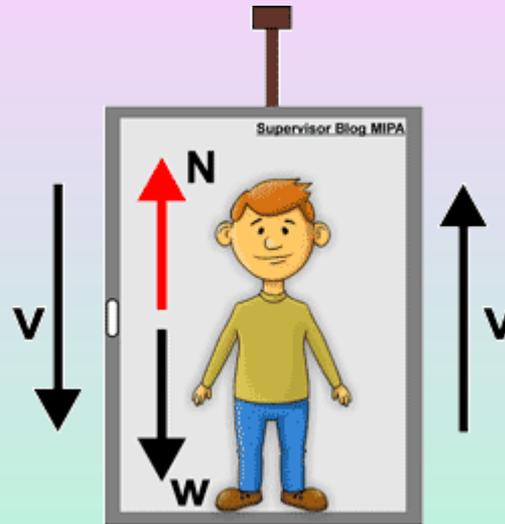
$$\Sigma F = 0$$

$$N - w = 0$$

$$N = w \dots\dots\dots \text{Pers. (1)}$$

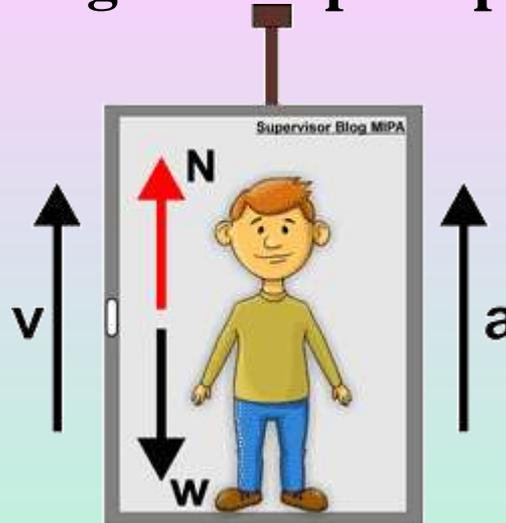
Karena gaya normal sama dengan berat, maka ketika kita berada di dalam lift yang diam, kita tidak merasakan perubahan berat badan.

Lift Bergerak Dengan Kecepatan Konstan



Berdasarkan Hukum I Newton, benda yang bergerak dengan kecepatan tetap atau konstan, resultan gayanya sama dengan nol ($v = \text{konstan}$, maka $a = 0$ sehingga $\Sigma F = 0$). Karena tidak ada gaya lain yang mempengaruhi berat, maka kita tidak merasakan perubahan berat badan. Jadi, berat badan kita di dalam lift yang bergerak ke atas maupun ke bawah dengan kecepatan konstan, sama dengan berat badan kita ketika diluar lift. Pada keadaan ini juga berlaku persamaan (1) $N = w$.

Lift Bergerak Dipercepat ke Atas



Apa yang kalian rasakan saat berada di dalam lift yang bergerak dipercepat ke atas? Saat lift bergerak vertikal ke atas dengan percepatan a , lantai lift juga memberikan percepatan yang sama terhadap kita. Karena lift memiliki percepatan, pada kasus ini berlaku Hukum II Newton sebagai berikut.

$$\Sigma F = ma$$

Sebagai acuan pada lift yang bergerak naik, gaya-gaya yang searah dengan arah gerak lift (ditunjukkan pada arah v) diberi tanda positif dan yang berlawanan dengan arah gerak lift diberi tanda negatif.

$$N - w = ma$$

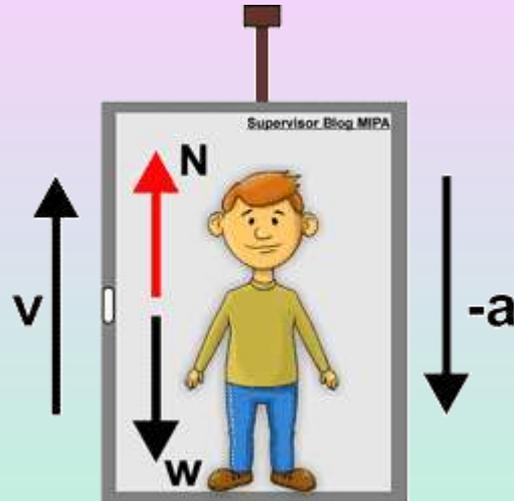
$$N - mg = ma$$

$$N = ma + mg$$

$$N = m(a + g) \dots\dots\dots \text{Pers. (2)}$$

Dari persamaan (2) tersebut $N > w$, akibatnya badan kita terasa bertambah berat.

Lift Bergerak Diperlambat ke Atas



Gambar di atas memperlihatkan seorang anak berada di dalam lift yang bergerak ke atas dengan perlambatan $-a$. Sama halnya seperti lift yang bergerak ke atas dengan percepatan a (dipercepat), pada lift yang bergerak ke atas dengan perlambatan $-a$ (diperlambat) juga berlaku Hukum II Newton hanya saja yang membedakan adalah harga percepatannya.

$$\Sigma F = ma$$

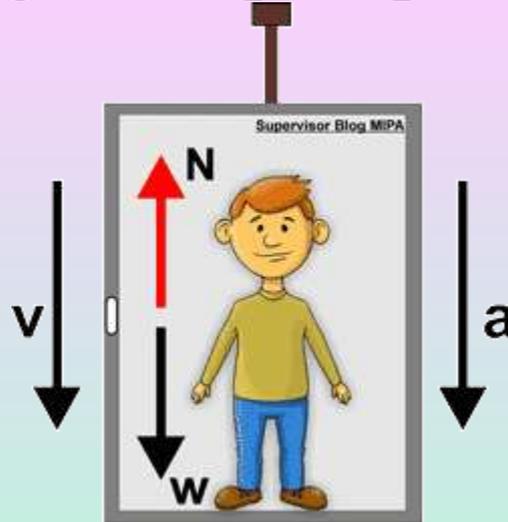
$$N - w = m(-a)$$

$$N - mg = -ma$$

$$N = mg - ma$$

$$N = m(g - a) \dots\dots\dots \text{Pers. (3)}$$

Lift Bergerak Dipercepat ke Bawah



Pada saat kita berada di dalam lift yang bergerak dipercepat ke atas, kita merasakan badan kita bertambah berat, Lalu bagaimanakah jika kita berada di dalam lift yang bergerak dipercepat ke bawah? Pada saat lift bergerak dipercepat ke bawah, berlaku Hukum II Newton sebagai berikut.

$$\Sigma F = ma$$

Sebagai acuan pada lift yang bergerak turun, gaya-gaya yang searah dengan arah gerak lift diberi tanda positif dan yang berlawanan dengan arah gerak lift diberi tanda negatif.

$$w - N = ma$$

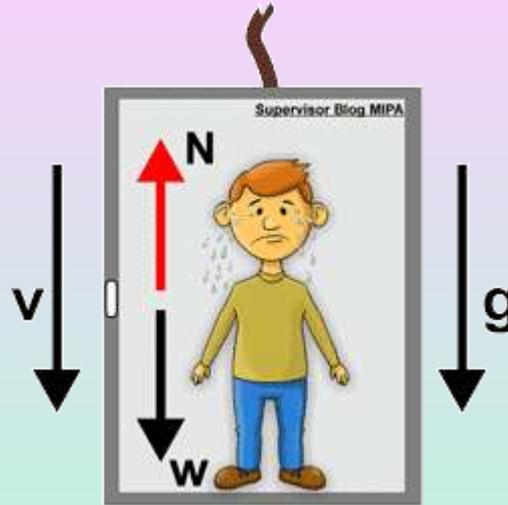
$$mg - N = ma$$

$$N = mg - ma$$

$$N = m(g - a) \dots\dots\dots \text{Pers. (4)}$$

Jika kita bandingkan, ternyata rumus gaya normal pada lift yang bergerak diperlambat ke atas itu sama dengan rumus gaya normal pada lift yang bergerak dipercepat ke bawah, persamaan (3) = persamaan (4). Dari persamaan (4) menunjukkan bahwa $N < w$, sehingga ketika kita berada di dalam lift yang bergerak dipercepat ke bawah, badan kita akan terasa menjadi lebih ringan.

Tali Lift Putus



Apabila tali lift putus, berarti lift dan orang di dalamnya mengalami gerak jatuh bebas. Pada gerak jatuh bebas, benda akan mengalami percepatan sebesar percepatan gravitasi bumi. Berdasarkan Hukum II Newton maka:

$$\Sigma F = ma$$

$$w - N = ma$$

$$mg - N = ma$$

$$N = mg - ma$$

$$N = m(g - a)$$

Pada gerak jatuh bebas $a = g$, sehingga

$$N = m(g - g)$$

$$N = m(0)$$

$$N = 0$$

Karena $N = 0$, maka kita merasa “seolah-olah” kehilangan berat badan kita.

LATIHAN SOAL

1. Selama 10 sekon kecepatan sebuah truk yang massanya 6 ton mengalami perubahan dari 5 m/s menjadi 25 m/s. Besarnya gaya yang menyebabkan perubahan kecepatan tersebut adalah ...
2. Kelapa memiliki massa 2 kg. Berapa berat kelapa jika percepatan gravitasi pada tempat tersebut 9,8 m/s ...
3. Sebuah mobil bermassa 1500 kg bergerak dengan percepatan 5 m/s² . Gaya yang harus diberikan oleh mesin mobil tersebut adalah sebesar
4. Sebuah benda dengan massa 5 kg berada di dalam sebuah lift yang bergerak ke atas dengan percepatan 4 m/s². Jika $g = 10 \text{ m/s}^2$, berapakah pertambahan berat benda di dalam lift?
5. Nanik akan membuktikan konsep fisika yang mengatakan bahwa di dalam lift, berat sebuah benda akan berubah. Sebelum masuk ke lift, Nanik menimbang berat badannya sendiri yaitu 600 N. Ketika lift sedang bergerak turun, Nanik menimbang badannya lagi. Ternyata beratnya berkurang menjadi 500 N. Berapakah percepatan lift tersebut?
6. Sani yang massanya 60 kg berdiri di dalam sebuah lift yang sedang bergerak ke atas dengan percepatan 5 m/s². Jika percepatan gravitasi bumi (g) = 10 m/s², berapakah gaya tekan kaki Sani pada lantai lift?