**MOMENTUM DAN IMPULS**

1. **Pengertian Momentum**

Di dalam fisika, dikenal dua macam momentum, yaitu momentum linear (*p*) dan momentum angular (*L*). Pada makalah ini hanya akan dibahas tentang momentum linear. Momentum suatu benda yang bergerak adalah hasil perkalian antara massa benda dan kecepatannya. Oleh karena itu, setiap benda yang bergerak memiliki momentum. Secara matematis, momentum linear ditulis sebagai berikut:

***p = m v***  ……………. (1)

***p*** adalah momentum (besaran vektor), ***m*** massa (besaran skalar) dan ***v*** kecepatan (besaran vektor). Bila dilihat persamaan (1), arah dari momentum selalu searah dengan arah kecepatannya.

Menurut Sistem Internasional (SI),

Satuan momentum ***p*** = satuan massa x satuan kecepatan

= kg x m/s

= kg . m/s

Jadi, satuan momentum dalam SI adalah : kg.m/s

Momentum adalah besaran vektor, oleh karena itu jika ada beberapa vektor momentum dijumlahkan, harus dijumlahkan secara vektor. Misalkan ada dua buah vektor momentum *p*1 dan *p*2 membentuk sudut α, maka jumlah momentum kedua vektor harus dijumlahkan secara vektor, seperti yang terlihat dari gambar vektor Gambar 1. Besar vektor *p* dirumuskan sebagai berikut :

$p=\sqrt{p\_{1}^{2}+p\_{2}^{2}+2p\_{1}p\_{2}cosθ}$ ……………. (2)



Gambar 1. Penjumlahan momentum mengikuti aturan penjumlahan vektor.

1. **Hubungan Momentum dengan Energi Kinetik**

Energi kinetik suatu benda yang bermassa *m* dan bergerak dengan kecepatan *v* adalah

$E\_{k}=\frac{1}{2}mv^{2}$ ……………. (3)

Besarnya ini dapat dinyatakan dengan besarnya momentum linear *p*, dengan mengalikan persamaan energi kinetik dengan : $\frac{m}{m}$

$E\_{k}=\frac{1}{2}mv^{2}=\frac{1}{2}mv^{2}×\frac{m}{m}=\frac{1}{2}\frac{m^{2}v^{2}}{m}=\frac{1}{2}\frac{p^{2}}{m}$ ……………. (4)

1. **Impuls**

Impuls didefinisikan sebagai hasil kali antara gaya dan lamanya gaya tersebut bekerja. Secara matematis dapat ditulis:

***I = F .* Δ*t*** ……………. (5)

Besar gaya disini konstan. Bila besar gaya tidak konstan maka penulisannya akan berbeda. Oleh karena itu dapat digambarkan kurva yang menyatakan hubungan antara *F* dengan *t*. Bila pada benda bekerja gaya konstan *F* dari selang waktu *t*1 ke *t*2 maka kurva antara *F* dan *t* adalah:



Gambar 2. Kurva yang menyatakan hubungan antara *F* dengan *t*.

Luas daerah yang diarsir menyatakan besarnya Impuls. Luasan yang diarsir sebesar *F* x (*t*2 – *t*1) atau *I*, yang sama dengan Impuls gaya. Impuls gaya merupakan besaran vektor, oleh karena itu perhatikan arahnya.

Satuan Impuls I = satuan gaya x satuan waktu

 Satuan I = newton x sekon

= $N . s$

= $kg.\frac{m}{s^{2}}. s$

= $kg . \frac{m}{s}$

1. **Impuls Sama dengan Perubahan Momentum**

Sebuah benda bermassa *m* mula-mula bergerak dengan kecepatan *v*1 dan kemudian pada benda bekerja gaya sebesar *F* searah kecepatan awal selama Δ*t*, dan kecepatan benda menjadi *v*2.

Untuk menjabarkan hubungan antara Impuls dengan perubahan momentum, akan kita ambil arah gerak mula-mula sebagai arah positif dengan menggunakan Hukum Newton II.

***F = m a***

= ***m*** (***v***2 – ***v***1) Δ***t***

***F*** Δ***t*** = ***m******v***2 – ***m******v***1

Ruas kiri merupakan impuls gaya dan ruas kanan menunjukkan perubahan momentum. Impuls gaya pada suatu benda sama dengan perubahan momentum benda tersebut. Secara matematis dituliskan sebagai:

***F*** Δ***t*** = ***m v***2 - ***m v***1  ……………. (6)

 ***I*** = ***p***2 - ***p***1

 ***I*** = Δ***p*** ……………. (7)

1. **Tumbukan dan Hukum Kekekalan Momentum**

Pada sebuah tumbukan selalu melibatkan paling sedikit dua buah benda. Misal bola biliar A dan B. Sesaat sebelum tumbukan bola A, bergerak mendatar ke kanan dengan momentum *m*A*v*A, dan bola B bergerak kekiri dengan momentum *m*B*v*B



Gambar 3. Tumbukan dua buah benda.

Momentum sebelum tumbukan adalah:

*p* = *m*A*v*A + *m*B*v*B

dan momentum sesudah tumbukan:

*p***’** = *m*A*v***’**A + *m*B*v***’**B

Sesuai dengan hukum kekekalan energi maka pada momentum juga berlaku hukum kekekalan dimana momentum benda sebelum dan sesudah tumbukan sama. Oleh karena itu dapat diambil kesimpulan bahwa: *pada peristiwa tumbukan, jumlah momentum benda-benda sebelum dan sesudah tumbukan tetap asalkan tidak ada gaya luar yang bekerja pada benda-benda tersebut*. Pernyataan ini yang dikenal sebagai ***Hukum Kekekalan Momentum Linier***.

Secara matematis untuk dua benda yang bertumbukan dapat dituliskan:

***p***A + ***p***B = ***p***A***’***+ ***p***B***’***

atau

*m*A ***v***A+ *m*B ***v***B = *m*A ***v***A***’*** + *m*B ***v***B***’*** ……………. (8)

***p***A , ***p***B = momentum benda A dan B sebelum tumbukan

***p***A***’*** , ***p***B***’*** = momentum benda A dan B sesudah tumbukan

Perlu diingat bahwa penjumlahan di atas adalah penjumlahan vektor.

1. **Menurunkan Hukum Kekekalan Momentum dengan Menggunakan Hukum Newton III**

Perhatikan gambar berikut:



Pada tumbukan dua buah benda selama benda A dan B saling kontak maka benda B mengerjakan gaya pada bola A sebesar *F*AB. Sebagai reaksi, bola A mengerjakan gaya pada bola B sebesar *F*BA. Kedua gaya sama besar tapi berlawanan arah dan sama besar (Hukum Newton III). Secara matematis dapat ditulis:

***F***AB = -***F***BA

Kedua gaya ini terjadi dalam waktu yang cukup singkat yaitu Δ*t*. Bila kedua ruas dikali dengan Δ*t* akan diperoleh:

***F***AB Δ*t* = -***F***BA Δ*t* ……………. (9)

Ruas kiri dan kanan merupakan besaran Impuls gaya.

***I***B = - ***I***A

Δ***p***B = -Δ***p***A

(***p***B***’***– ***p***B ) = -(***p***A***’***– ***p***A)

*m*B ***v***B***’***+ *m*B ***v***B = *m*A ***v***A***’***+ *m*A ***v***A

*m*A ***v***A + *m*B ***v***B = *m*A ***v***A***’***+ *m*B ***v***B***’***

***p***A + ***p***B = ***p***A***’***+ ***p***B***’*** ……………. (10)

Jumlah momentum benda-benda sebelum dan sesudah tumbukan sama. Pernyataan ini dikenal sebagai Hukum Kekekalan Momentum Linear.