Chapter 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengukuran

Fisika adalah ilmu yang mempelajari fenomena dan keadaan yang terkait dengan benda-benda di alam semesta. Hal-hal yang dibicarakan di dalam fisika, selalu didasarkan pada pengamatan eksperimental dan pengukuran yang bersifat kuantitatif. Untuk mewakili hasil dari eksperimental dan pengukuran tersebut maka didefinisikan berbagai besaran-besaran fisika.

Besaran-besaran fisika ini antara lain panjang, massa, waktu, intensitas cahaya dan sebagainya. Semua besaran fisika harus dapat diukur, atau dikuatifikasikan dalam angka-angka. Sesuatu yang tidak dapat dinyatakan dalam angka-angka bukanlah besaran fisika, dan tidak akan dapat diukur.

Mengukur adalah membandingkan dua hal, diantara dua hal tersebut terdapat besaran yang diukur dan besaran standar yang telah didefinisikan sebelumnya. Semisal kita mengukur panjang sebuah meja, kita mengunakan alat standart yang digunakan untuk pengukuran panjang. Kita bisa saja menggunakan alat semau kita yang besarannya kita tentukan sendiri, Akan tetapi tidaklah berarti jika tidak sama di dunia. Untuk itu ditetapkan lah suatu standart ukur yang diakui diseluruh dunia. Standart ukur tersebut haruslah praktis dan mudah diproduksi dimanapun. Sistem standar ukur tersebut dikenal sebagai Sistem Internasional(SI).

1.2 Besaran

Besaran adalah sesuatu yang dapat diukur dan dinyatakan dalam angka. Besaran berdasarkan keterkaitannya dengan besaran lain besaran dapat dikelompokan menjadi besaran pokok dan besaran turunan. Selain itu berdasarkan nilai dan arahnya besaran dikelompokan menjadi besaran skalar, vektor, dan besaran tensor. Untuk besaran tensor tidak akan dipelajari dalam pelajaran fisika teknik.

1.2.1 Besaran Pokok

Besaran pokok adalah besaran yang ditentukan terlebih dahulu dan tidak tegantung oleh besaran lain. Besaran pokok terdiri dari 7 besaran yang berdimensi dan 2 besaran yang tidak berdimensi. Besaran-Besaran tersebut dapat dilihat pada tabel berikut:

Table 1.1: Daftar Besaran Pokok Berdimensi

Besaran	Satuan	Singkatan	Dimensi
Panjang	Meter	m	[L]
Massa	Kilogram	kg	[M]
Waktu	Sekon	s	[T]
Kuat Arus	Ampere	A	[A]
Suhu	Kelvin	K	[θ]
Intesitas Cahaya	Candela	Cd	[J]
Jumlah Zat	Mol	mol	[N]

Table 1.2: Daftar Besaran Pokok Tak Berdimensi

Besaran	Satuan
Sudut Datar	Radian
Sudut Ruang	Steradian

1.2.2 Besaran Turunan

Besaran turunan adalah besaran yang diturunkan dari besaran pokok. Besaran ini terkait dengan besaran lainnya. Yang termasuk besaran turunan antara lain kecepatan, luas, volume, usaha, dan sebagainya

1.2.3 Besaran Skalar

Besaran skalar adalah besaran yang memiliki nilai tetapi tidak memiliki arah. Besaran skalar dapat berupa besaran pokok atau besaran turunan. Yang termasuk besaran skalar antara lain panjang, massa, energi kinetik, energi potensial dan lain sebagainya.

1.2.4 Besaran Vektor

Besaran vektor adalah besaran yang memiliki nilai dan memiliki arah.Yang termasuk besaran vektor adalah posisi, kecepatan, percepatan, gaya, usaha, momentum dan lain sebagainya. Untuk lebih mampu memahami besaran vektor coba kita tinjau salah satu contoh dari besaran vektor yakni vektor posisi. Untuk mengetahui suatu posisi, kita memerlukan suatu titik acuan. Oleh karena itu didefinisikan suatu titik acuan dan sistem koordinat untuk menuliskan posisi suatu vektor. Sebagai contoh suatu vektor posisi **P**, **P** tersebut dapat kita dinyatakan dalam koordinat kartesisus dengan meninjau kedudukannya terhadap sumbu x, sumbu y dan sumbu z. Pada sumbu x,y,z terdapat vektor basis yang ketiganya saling tegak lurus yakni $\hat{\mathbf{x}}, \hat{\mathbf{y}}, \hat{\mathbf{k}}$. Sehingga dapat dituliskan sebagai **P** (x, y, z) seperti gambar 1.1.

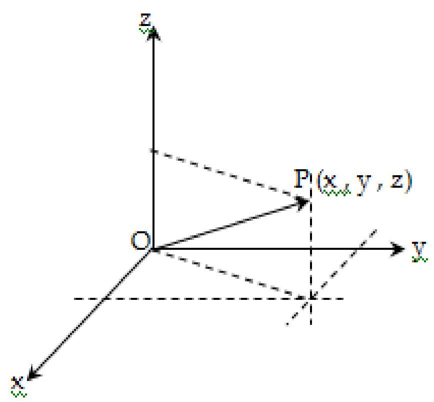

Figure 1.1: Posisi **P** dalam Koordinat 3D

Berdasarkan gambar diatas vektor **P** memiliki kedudukan dalam koordinat katsius dengan simbol vektor berikut:

$$\mathbf{P} = x\,\hat{\mathbf{i}} + y\,\hat{\mathbf{j}} + z\,\hat{\mathbf{k}} \tag{1.1}$$

penulisan tersebut maka kita mampu mengetahi arah dari vektor posisi **P**. Untuk nilai **P** dapat ditentukan berdasarkan rumus berikut:

$$|\mathbf{P}| = \ P \ = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} \tag{1.2}$$

Penjumlahan Vektor

Pada suatu benda dapat bekerja lebih dari satu vektor dan vektor tersebut dapat dijumlahkan. Misalnya posisi titik A terhadap pusat koordinat titik O(0,0) dinyatakan dengan **A** dan terdapat titik B yang ditinjau dari titik A yang dinyatakan **B**. Maka untuk menyatakan vektor posisi titik B dari pusat koordinat dapat didefinisikan vektor lain yakni vektor **C**. Hubungan ketiga vektor tesebut dapat dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$\mathbf{C} = \mathbf{A} + \mathbf{B} \tag{1.3}$$

Dua vektor yang memiliki nilai yang sama akan tetapi arah yang berlawanan. Misalnya terdapat vektor **A** yang memiliki besar 10 satuan dengan arah sumbu x positif. Dan terdapat vektor lain **B** yang memiliki nilai 10 satuan dengan arah sumbu x negatif. Vektor **B** tidak lain adalah negatif dari vektor **A**.

$$\mathbf{B} = -\ \mathbf{A} \tag{1.4}$$

Dari sini muncul konsep pengurangan vektor yang dapat dinyatakan

$$\mathbf{A} -\ \mathbf{B} = \mathbf{A} + (-1)\,\mathbf{B} \tag{1.5}$$

Penjumlahan dan pengurangan vektor tersebut bersifat komutatif.

$$\mathbf{A}\ +\ \mathbf{B} = \mathbf{B}\ +\ \mathbf{A} \tag{1.6}$$

Untuk lebih memahami penjumlahan dan pengurangan vektor, Langkah awal adalah menyatakan vektor tersebut dalam vektor basisnya dalam koordinat kartesius. Misalnya terdapat vektor posisi **A**(3,2,3) dan **B**(1,6,7) maka kedua vektor tersebut dapat dinyatakan dalam vektor basisnya

$$\mathbf{A} = 3\ \hat{\mathbf{i}} + 2\ \hat{\mathbf{j}} + 3\ \hat{\mathbf{k}} \tag{1.7}$$

$$\mathbf{B} = 1\ \hat{\mathbf{i}} + 6\ \hat{\mathbf{j}} + 7\ \hat{\mathbf{k}} \tag{1.8}$$

Penjumlahan kedua vektor dilakukan dengan menambahkan antar besaran yang memiliki basis vektor yang sama.

$$\mathbf{R} = \mathbf{A} + \mathbf{B} \tag{1.9}$$

$$\mathbf{R} = (3+1)\ \ \hat{\mathbf{i}} + (2+6)\ \ \hat{\mathbf{j}} + (3+7)\ \ \hat{\mathbf{k}} \tag{1.10}$$

Sehingga dapat dirumuskan dengan persamaan berikut:

$$\mathbf{R} = (x_1 + x_2)\ \ \hat{\mathbf{i}} + (y_1 + y_2)\ \ \hat{\mathbf{j}} + (z_1 + z_2)\ \ \hat{\mathbf{k}} \tag{1.11}$$

Perkalian Vektor

Perkalian vektor berbeda dengan perkalian skalar. Perkalian skalar hanya menghasilkan besaran skalar. Perkalian vektor daoat menghasilkan besaran vektor maupun skalar. Perkalian vektor tersebut dibagi menjadi dua yakni perkalian titik (*dot product*) dan perkalian silang (*cross product*).

Perkalian titik (*dot product*) menghasilkan besaran skalar yang dinyatakan dengan persamaan berikut

$$\mathbf{A} \cdot \mathbf{B} = A \cdot B \cos\theta \tag{1.12}$$

dengan θ merupakan besar sudut antara kedua vektor. Bila kedua vektor dinyatakan dalam vektor basis koordinat kartesius maka perkalian vektor diantara kedua vektor menjadi

$$\mathbf{A} \cdot \mathbf{B} = (x_1 \cdot x_2) \; + (y_1 \cdot y_2) \; + (z_1 \cdot z_2) \tag{1.13}$$

dengan

$$\hat{\imath} \cdot \hat{\imath} = \hat{\jmath} \cdot \hat{\jmath} = \hat{k} \cdot \hat{k} = \cos 0 = \; 1 \tag{1.14}$$

$$\hat{\imath} \cdot \hat{\jmath} = \hat{\jmath} \cdot \hat{k} = \hat{\imath} \cdot \hat{k} = \cos 90^o = \; 0 \tag{1.15}$$

Perkalian dua buah vektor yang menghasilkan sebuah vektor, disebut sebagai perkalian silang (*cross product*), untuk dua buah vektor **A** dan **B** dituliskan

$$\mathbf{C} = \mathbf{A} \times \mathbf{B} \tag{1.16}$$

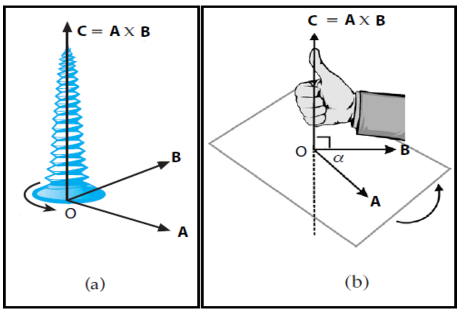

Figure 1.2: Perkalian silang antara dua vektor

Vektor yang dihasilkan dari perkalian silang memiliki arah tegak lurus dengan bidang yang memuat vektor lain dan ditentukan oleh arah putar tangan kanan yang diputar dari vektor pertama ke vektor kedua. Seperti ditunjukan oleh gambar 1.2, vektor **C** merupakan hasil perkalian silang vektor

A dan **B** dengan arah vektor **C** tegak lurus dengan bidang yang memuat vektor **A** dan **B** dan ditentukan dengan arah putaran tangan kanan dari **A** ke **B** . Untuk besar vektor **C** dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$C = A\ B \sin\alpha \tag{1.17}$$

Untuk Perkalian silang dengan vektor yang dinyatakan dalam vektor basis dalam koordinat kartesian maka perkalian antara 2 vektor tersebut dapat dinatakan dalam persamaan berikut:

$$\mathbf{A} \times \mathbf{B} = (y_1 z_2 - z_1 y_2))\,\hat{\mathbf{i}} + (z_1 x_2 - x_1 z_2))\,\hat{\mathbf{j}} + (x_1 y_2 - y_1 x_2))\,\hat{\mathbf{k}} \tag{1.18}$$

Persamaan 1.18 diperoleh dengan memahami hasil dari perkalian silang antar vektor basis sepert ditunjukan oleh gambar berikut: dengan perkalian antar

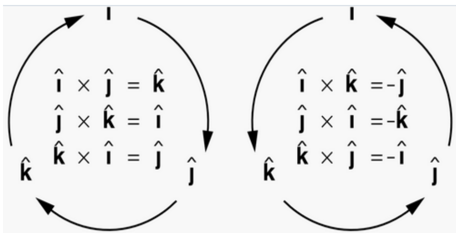

Figure 1.3: Perkalian silang antara dua vektor

vektor basis yang sama $\hat{\mathbf{i}} \times \hat{\mathbf{i}} = \hat{\mathbf{j}} \times \hat{\mathbf{j}} = \hat{\mathbf{k}} \times \hat{\mathbf{k}} = 0$.

Chapter 2

KINEMATIKA

Dalam bab ini kita akan meninjau tentang gerak benda dalam mekanika klasik. Cabang ilmu fisika yang meninjau gerak suatu benda tanpa meninjau penyebab dari gerak tersebut disebut dengan kinematika.

2.1 Posisi, Perpindahan, Kecepatan dan Percepatan

Dalam kinematika, **Posisi** menyatakan kedudukan suatu benda dari suatu titik acuan, untuk memudahkan dalam bab ini kita akan menggunakan koordinat kartesius untuk menyatakan posisi suatu benda.

$$\mathbf{r} = x\hat{\mathbf{i}} + y\,\hat{\mathbf{j}} + z\,\hat{\mathbf{k}} \tag{2.1}$$

Ketika benda mengalami pergerakan, dalam selang watu Δt benda dapat mengalami perubahan posisi dari $\mathbf{r}_1$ ke $\mathbf{r}_2$. Perubahan posisi inilah yang disebut **perpindahan**. Selain itu hal yang perlu dipahami, perpindahan hanya meninjau kedudududukan awal dan akhir tanpa memperhatikan lintasannya. Perpindahan ($\Delta\mathbf{r}$) ditunjukan oleh persamaan berikut

$$\Delta\mathbf{r} = \mathbf{r}_2 \; - \; \mathbf{r}_1 \tag{2.2}$$

$$\Delta\mathbf{r} = \Delta x\hat{\mathbf{i}} + \Delta y\,\hat{\mathbf{j}} + \Delta z\,\hat{\mathbf{k}} \tag{2.3}$$