

SUMBER BELAJAR PENUNJANG PLPG 2017

MATA PELAJARAN IPA

BAB I

SATUAN DAN PENGUKURAN



Dr. RAMLAWATI, M.Si.

Drs. H. HAMKA L., M.S.

SITTI SAENAB, S.Pd., M.Pd.

SITTI RAHMA YUNUS, S.Pd., M.Pd.

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2017

BAB I

SATUAN DAN PENGUKURAN



<http://www.calbike.com>

Kompetensi Inti:

Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu

Kompetensi Guru Mata Pelajaran (KD)

Memahami konsep pengukuran berbagai besaran yang ada pada diri, makhluk hidup, dan lingkungan fisik sekitar sebagai bagian dari observasi, serta pentingnya perumusan satuan terstandar (baku) dalam pengukuran.

Tinggi badan 160 cm, berat badan 50 Kg, tekanan darah 120/80, dan sebagainya merupakan angka yang diperoleh dari hasil pengukuran. Hasil dari setiap angka yang diperoleh bermakna dengan satuan yang selalu melekat bersama dengan angka tersebut. Satuan untuk setiap pengukuran masih terdapat perbedaan, misalnya pada pengukuran panjang. Ukuran panjang seperti satu jengkal, satu hasta, dan lain-lain masih terkadang digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Dari fakta-fakta tersebut akan mungkin banyak pertanyaan yang muncul, misalnya: *Bagaimana jika angka-angka tersebut tanpa disertai satuan? Bagaimana jika tidak ada satuan standar dalam setiap pengukuran?* Pertanyaan-pertanyaan tersebut akan terjawab dengan ulasan selengkapnya dari bab ini.

A. Pengukuran, Satuan dan Sistem Satuan Internasional (SI) Besaran-Besaran Fisik

Salah satu aspek penting dalam sains adalah observasi atau pengamatan terhadap kejadian-kejadian. Observasi, bersama dengan pelaksanaan eksperimen dan pengukuran yang dilakukan secara saksama, adalah salah satu dari proses ilmiah. Hasil-hasil observasi, eksperimen, dan pengukuran dapat membantu mencetuskan suatu teori dan sebaliknya teori tersebut juga dapat runtuh berdasarkan observasi, eksperimen, dan pengukuran.

Pengukuran besaran fisik mencakup perbandingan besaran tersebut dengan beberapa nilai satuan besaran tersebut, yang telah didefinisikan secara tepat. Pengukuran kuantitas apapun dilakukan relatif terhadap standar atau satuan (unit). Satuan didefinisikan sebagai sesuatu yang digunakan untuk menyatakan hasil pengukuran, atau perbandingan dalam suatu pengukuran. Sebagai contoh mengukur panjang buku dan diperoleh 15 cm, tetapi bagaimana jika diperoleh angka tersebut hanya 15, tentunya tidak bisa dibenarkan karena angka tanpa satuan tidak memiliki makna sama sekali.

Untuk setiap besaran fisik dapat dinyatakan dalam satuan-satuan pokok yang perlu distandarisasi. Pemilihan satuan standar untuk setiap besaran fisik menghasilkan suatu sistem satuan.

1. **Sistem Satuan Sains yang sangat dekat dengan observasi dan pengukuran mengharuskan penggunaan satu set satuan yang konsisten. Di zaman sekarang ini sistem satuan terpenting adalah Sistem Internasional (SI) yang berasal dari Bahasa Prancis**
2. ***Systeme International*. Dalam satuan SI, satuan panjang standar adalah meter, satuan waktu adalah sekon, dan satuan massa standar adalah kilogram. Sistem ini juga dikenal dengan system MKS (Meter-Kilogram-Sekon).**

Sistem untuk pengukuran yang kedua adalah sistem **cgs** (Centimeter-Gram-Sekon). Sistem tersebut adalah satuan-satuan standar dari pengukuran panjang, massa, dan waktu seperti halnya MKS.

Besaran-besaran fisik terbagi menjadi dua kategori yaitu **besaran pokok** dan **besaran turunan**. Satuan-satuan yang terkait dengan jenis besaran yang tersebut disebut **satuan pokok** dan **satuan turunan**.

3. Besaran Pokok

Besaran pokok didefinisikan berdasarkan standar tertentu. Para ilmuwan menyederhanakan besaran-besaran pokok sesuai dengan lingkungan fisik makhluk hidup. Besaran pokok dibagi menjadi tujuh jenis yang menggunakan satuan SI yang dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Besaran Pokok dan Satuan dalam SI

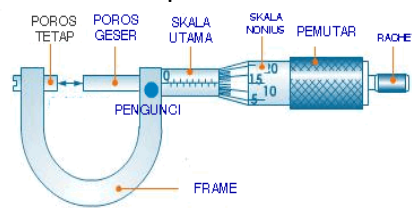
| Besaran | Satuan | Singkatan Satuan |
|-------------------|----------|------------------|
| Panjang | meter | m |
| Waktu | sekon | s |
| Massa | kilogram | kg |
| Arus Listrik | ampere | A |
| Suhu | kelvin | K |
| Jumlah zat | mol | mol |
| Intensitas cahaya | kandela | cd |

Pengukuran Besaran Pokok

Pengukuran besaran pokok menggunakan alat ukur yang sesuai. Pengukuran besaran pokok yang menggunakan beberapa alat ukur yang masing-masing berbeda tingkat ketelitiannya. Berikut akan dibahas masing-masing alat-alat ukur yang digunakan untuk tiap besaran pokok (kecuali jumlah zat karena jumlah zat tidak diukur secara langsung tetapi melalui pengukuran massa).

a. Panjang

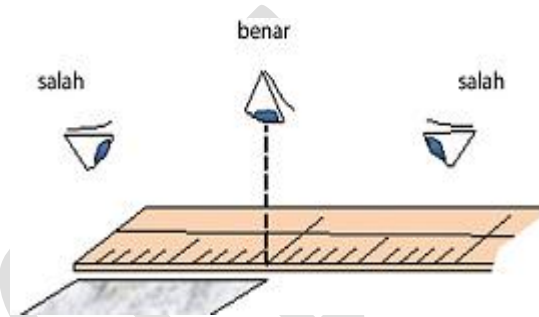
Pengukuran panjang bisa jadi menjadi pengukuran yang paling sering kita temui di kehidupan sehari-hari. Alat yang paling sering ditemui untuk mengukur panjang suatu benda adalah mistar atau meteran untuk jarak yang lebih panjang. Namun untuk mengukur panjang benda yang kecil atau tipis, diperlukan alat ukur yang tingkat ketelitiannya lebih tinggi misalnya jangka sorong dan mikrometer sekrup.



Gambar 1.1 Mikrometer Sekrup
Sumber: <http://www.rumushitung.com>

Mikrometer sekrup seperti yang disajikan pada Gambar 1.1 merupakan alat ukur panjang yang tingkat ketelitiannya lebih tinggi dibandingkan mistar maupun jangka sorong. Alat ini mampu mengukur hingga 0,01 mm sehingga untuk mengukur ketebalan benda yang tipis harus menggunakan mikrometer sekrup. Lalu, bagaimana cara menggunakan mikrometer sekrup? Berikut 5 langkah menggunakan alat ukur mikrometer sekrup yaitu:

- 1) Lakukan pengecekan untuk memastikan apakah poros tetap dan poros geser bertemu skala dan skala nonius utama menunjukkan angka nol,
- 2) Buka rahang dengan menggerakkan pemutar ke arah kiri sampai benda dapat masuk ke dalam rahang,
- 3) Letakkan benda di antara poros tetap dan poros geser lalu tutup kembali rahang hingga tepat menjepit benda,
- 4) Putarlah pengunci agar pemutar tidak bisa bergerak lagi,
- 5) Dengarkan bunyi “klik” yang muncul.



Gambar 1.2 Kesalahan Paralaks dimana mata tidak tegak lurus pada skala yang diamati.
Sumber. Wahono, dkk, 2013

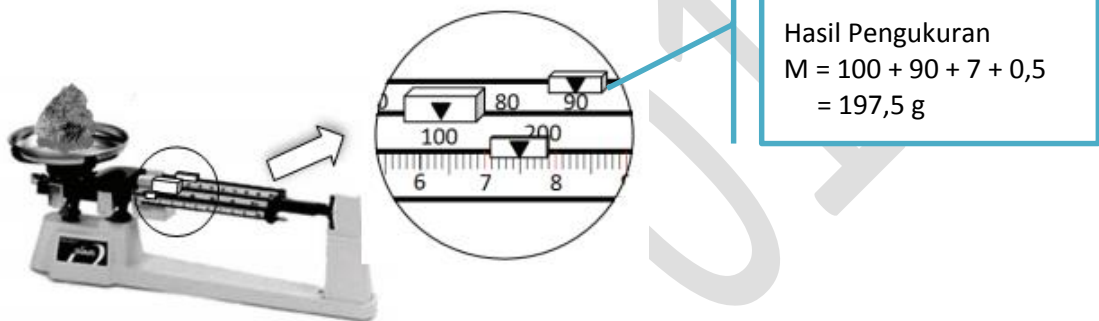
Kesalahan yang biasa dilakukan pengamat ketika mengukur apalagi mengukur panjang adalah posisi mata tidak tegak lurus dengan skala yang dibaca sehingga angka yang terbaca salah. Hasil pengukuran bisa jadi menjadi lebih kecil atau menjadi lebih besar meskipun itu kesalahan sekitar 0,50 cm. Kesalahan ini disebut dengan kesalahan paralaks.

b. Massa

Mengukur massa sering disamakan dengan mengukur berat. Apakah benar demikian? Kebanyakan orang menanyakan mengenai berat badan padahal yang ditanyakan adalah massa badan orang tersebut. Satuan massa dinyatakan dengan kg sedangkan berat dinyatakan dengan newton. Berat badan yang biasa dinyatakan dengan 50 kg, 60 kg, dll adalah merupakan hasil dari pengukuran massa. Mengukur massa menggunakan neraca

misalnya Ohaus atau timbangan sedangkan pengukuran berat menggunakan neraca pegas/dinamometer.

Pada dasarnya cara mengukur massa sebuah benda adalah sama yaitu 1) meletakkan benda yang akan diukur massanya pada tempat (piring beban) yang disediakan oleh alat ukur tersebut, 2) geser beban pada lengan bebab sampai posisi seimbang, 3) amati penunjukan skala dan baca hasil penunjukan tersebut. Untuk neraca digital lebih muda karena nilai pengukuran sudah langsung tertera pada layar.



Sumber: Wahono, dkk, 2013

Gambar 1.3 Neraca Ohaus

c. Waktu

Waktu adalah besaran yang juga menjadi bagian yang tidak terlepas dari kehidupan kita sehari-hari. Jam dinding dan jam tangan merupakan alat ukur waktu yang paling sering kita temui. Untuk mengukur waktu dengan ketelitian tinggi diperlukan alat ukur yang baik misalnya stopwatch.

Sekon didefinisikan didefinisikan secara presisi dalam

bentuk frekuensi radiasi yang dipancarkan oleh atom sesium ketika atom tersebut berpindah di antara dua keadaan

tertentu. Menurut definisinya, terdapat 60 s dalam 1 menit dan 60 menit di dalam satu jam.

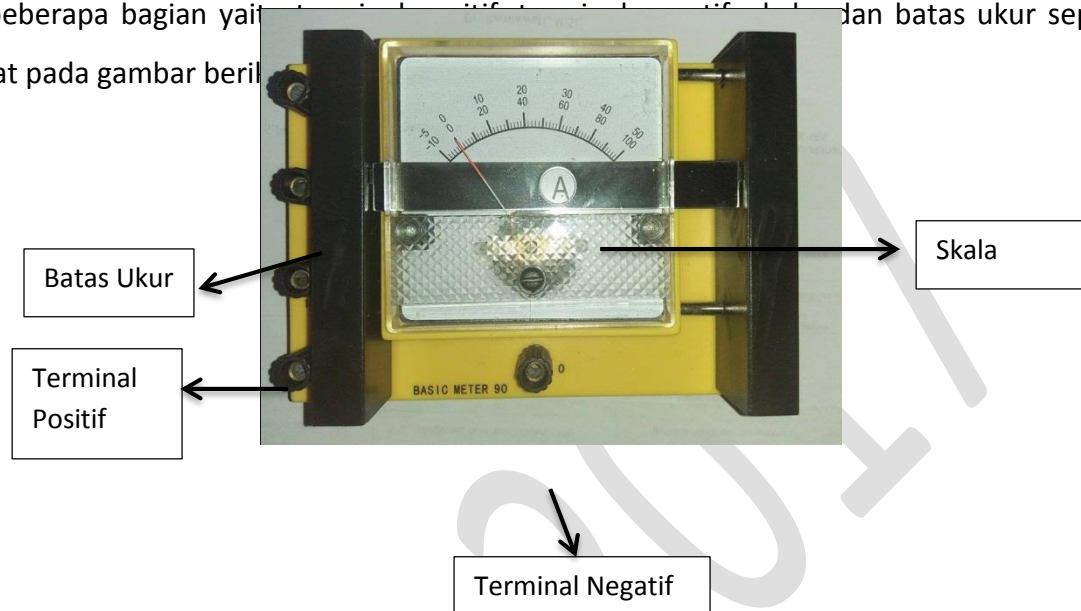


Gambar 1.4 Stopwatch

Sumber. <http://www.play.google.com>

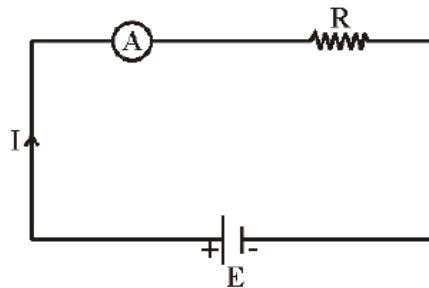
d. Arus listrik

Arus listrik dapat diukur dengan menggunakan alat yang disebut amperemeter. Alat ini ada beberapa jenis, ada yang analog dan ada juga yang digital. Amperemeter analog terdiri dari beberapa bagian yaitu terminal positif, terminal negatif, skala, dan batas ukur seperti terlihat pada gambar berikut.



Gambar 1.5 Amperemeter Analog
Sumber: Dokumen Pribadi

Amperemeter harus dipasang secara seri dalam rangkaian untuk mengukur arus listrik yang mengalir dalam rangkaian tersebut, seperti pada Gambar 1.6.



Gambar 1.6 A adalah simbol untuk Amperemeter

e. Suhu

Penggunaan satuan suhu sangat beranekaragam. Di negara-negara barat satuan suhu yang familiar digunakan adalah Fahrenheit sedangkan di Indonesia sendiri lebih familiar dengan Celsius. Alat ukur suhu disebut dengan termometer. Oleh karena itu nama termometer sering disesuaikan dengan jenis satuan suhu atau jenis skala yang digunakan.

Satuan Internasional untuk suhu adalah Kelvin. Meski demikian, masing-masing wilayah menggunakan jenis termometer sesuai dengan yang familiar digunakan.

Penggunaan termometer sangatlah mudah. Anda mungkin pernah mengukur suhu badan anak kecil atau melihat perawat mengukur suhu badan seseorang ketika di rumah sakit. Di bagian ujung thermometer terdapat sensor yang sangat sensitif terhadap suhu. Untuk mengukur suhu, Anda cukup meletakkan/menyentuhkan ujung termometer tersebut pada benda yang akan diukur suhunya lalu membaca skala atau hasil pengukuran suhu.

f. Intensitas cahaya

Cahaya sangat penting bagi kehidupan manusia. Bayangkan dunia tanpa cahaya maka dunia ini akan gelap gulita, tidak ada kehidupan. Pernahkah anda melihat atau mendengar tentang alat ukur cahaya? Alat untuk mengukur intensitas cahaya adalah candlemeter atau luxmeter.

4. Besaran Turunan

Besaran-besaran yang diturunkan dari besaran pokok disebut besaran turunan. Salah satu contoh besaran turunan adalah kelajuan, yang didefinisikan sebagai hasil bagi jarak dengan waktu yang diperlukan untuk menempuh jarak tersebut. Beberapa contoh besaran turunan serta satuannya (SI) disajikan pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2 Beberapa Contoh Besaran-besaran Turunan dan Satuan SI

| Besaran | Satuan | Singkatan | Dalam konteks Satuan Pokok |
|------------------|--------|-----------|---|
| Gaya | Newton | N | $\text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2$ |
| Energi dan usaha | Joule | J | $\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$ |
| Daya | Watt | W | $\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^3$ |
| Tekanan | Pascal | Pa | $\text{kg}/(\text{m} \cdot \text{s}^2)$ |
| Frekuensi | Hertz | Hz | s^{-1} |

Pengukuran Besaran Turunan

Selain besaran turunan yang disebutkan sebelumnya terdapat beberapa besaran turunan yang pengukurannya sering ditemui dalam kehidupan sehari-hari misalnya luas, volume, konsentrasi larutan, laju pertumbuhan, dan lain sebagainya. Berikut contoh pengukuran besaran turunan.

a. Luas

Luas merupakan salah satu besaran turunan yang diturunkan dari besaran panjang. Satuan dari luas adalah m^2 . Cara menghitung luas permukaan suatu benda ditentukan oleh model bidang tersebut. Menghitung luas yang paling sederhana adalah menghitung luas persegi atau persegi panjang. Luas persegi diperoleh dengan mengalikan dua sisi dan untuk persegi panjang luas diperoleh dengan mengalikan panjang dan lebarnya.

Untuk bidang yang tidak beraturan misalnya untuk menghitung luas dari daun, kita bias melakukan estimasi memperhatikan model daun apakah mendekati model jajaran genjang atau layang-layang. Luas daun tersebut bias dihitung dengan menggunakan rumus luas bidang tersebut. Ada cara lain juga yang bias dilakukan yaitu dengan menggunakan kertas grafik. Luas bisa ditentukan dengan menghitung banyaknya kotak yang disapu oleh daun kemudian mengalikan dengan luas tiap satu kotak kecil.

b. Volume

Volume pada umumnya dapat diperoleh dengan menggunakan rumus luas alas dikali dengan tinggi. Misalnya untuk mencari volume buku, Anda dapat mengukur tinggi, panjang, dan lebar dari buku tersebut kemudian mengalikan 3 hasil pengukuran tersebut. Atau Anda dapat mencari volume silinder dengan menghitung luas alas yang berbentuk lingkaran kemudian mengalikan dengan tinggi silinder tersebut. Menghitung volume zat cair dapat

dilakukan dengan menggunakan gelas ukur. Pada gelas ukur terdapat skala yang menunjukkan besar volume zat cair yang diukur. Gelas ukur juga dapat digunakan untuk mengukur benda yang tidak beraturan misalnya batu. Volume batu dapat ditentukan dengan memasukkan batu ke dalam



Gambar 1.7 Menentukan volume danau
Sumber: <http://www.initempatwisata.com/>

gelas ukur yang berisi air. Pertambahan volume saat batu dimasukkan ke dalamnya adalah volume dari batu tersebut.

Bagaimana mengukur volume suatu danau? Diketahui bahwa danau bukan wilayah yang beraturan seperti kolam renang yang berbentuk balok atau kubus. Oleh karena itu untuk mengukur volume suatu danau diperlukan pendekatan.

Mengestimasi volume danau dengan menganggap danau berbentuk silinder. Volume danau diperoleh dengan mengalikan tinggi atau kedalaman danau dengan luas permukaan danau. Misalnya danau yang akan diukur memiliki kedalaman rata-rata 10 m dengan diameter 1 km maka penghitungan volume danau adalah sebagai berikut.

$$V = h\pi r^2 \approx 10 \times 3 \times (5 \times 10^2)^2 \approx 8 \times 10^6 \text{ m}^3$$

Jadi estimasi volume danau adalah $8 \times 10^6 \text{ m}^3$

c. Laju

Laju atau kelajuan lebih dikenal dengan kecepatan. Perbedaan dari kelajuan dan kecepatan adalah bahwa kelajuan merupakan besaran skalar sedangkan kecepatan adalah besaran vektor (materi ini akan dibahas selanjutnya). Menghitung kelajuan suatu benda diperoleh dari membagi jarak tempuh dengan waktu tempuh. Alat yang biasa digunakan untuk mengukur laju adalah speedometer. Setiap kendaraan bermotor memiliki speedometer untuk mengukur kelajuan kendaraan.

B. Ketidakpastian Dan Notasi Ilmiah

1. Ketidakpastian

Pengukuran yang dilakukan tidak ada yang bersifat mutlak dan selalu mengandung ketidakpastian. Ketidakpastian itu dapat disebabkan karena faktor ketidakakurasian alat ukur, kecerobohan, dan atau keterbatasan pengamat dalam melihat hasil pengukuran. Misalnya, pengukuran panjang dengan menggunakan mistar kemudian pengamat memperoleh data 10 cm. Hasil pengukuran ini bisa jadi diperoleh dengan tidak

memperhitungkan kelebihan hasil pengukuran 0,5 cm karena ketidakmampuan mengestimasi berapa nilai antara dua skala kecil.

Ketika menuliskan hasil dari suatu pengukuran, kita juga harus menuliskan estimasi ketidakpastian (*estimated uncertainty*) bersama hasil tersebut. Estimasi ketidakpastian ini dipengaruhi oleh alat ukur yang digunakan. Misalnya pengukuran panjang buku menggunakan mistar. Hasil pengukuran diperoleh panjang 25,5 cm, maka dalam penyajian dituliskan dalam bentuk sebagai berikut.

$$\text{Hasil Pengukuran} = (25,5 \pm 0,1) \text{ cm.}$$

Hasil pengukuran ini menunjukkan bahwa panjang buku berapa antara 25,4 dan 25,6 cm. Persentase ketidakpastian adalah

Ketidakpastian dalam nilai numerik diasumsikan sebesar satu atau beberapa satuan dalam digit terakhir yang dinyatakan.

$$\frac{0,1}{25,5} \times 100\% \approx 1\%$$

2. Notasi Ilmiah

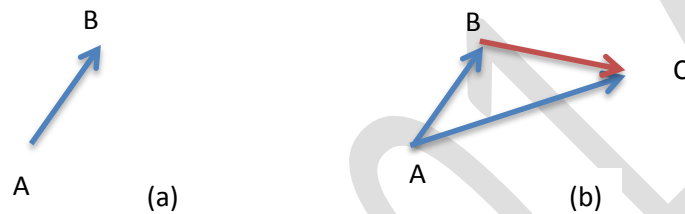
Kita bisa menuliskan angka dalam bentuk “pangkat sepuluh” (*powers of ten*), atau notasi “ilmiah”. Notasi ilmiah ini sangat penting untuk menuliskan bilangan-bilangan besar. Sebagai contoh angka 35.800 dituliskan dalam notasi Ilmiah $3,58 \times 10^4$.

Salah satu manfaat penggunaan notasi ilmiah adalah memungkinkan semua angka signifikan secara jelas. Misalnya angka signifikan dari 35.800 adalah empat maka notasi ilmiahnya adalah $3,580 \times 10^4$.

C. Besaran Vektor

Kata vektor berasal dari bahasa latin yang berarti “pembawa” (*carrier*) yang ada hubungannya dengan pergeseran (*displacement*). Vektor biasanya digunakan untuk menggambarkan perpindahan suatu partikel benda yang bergerak, atau juga untuk menggambarkan suatu gaya. Vektor digambarkan dengan sebuah garis dengan anak panah di salah satu ujungnya, yang menunjukkan arah perpindahan dari partikel tersebut.

Perpindahan suatu partikel adalah perubahan posisi dari partikel tersebut. Jika sebuah vektor berpindah dari posisi A ke B, maka pergeserannya dapat dinyatakan dengan vektor AB yang memiliki anak panah di B yang menunjukkan bahwa perpindahan tersebut mulai dari A ke B (lihat Gambar 1.8a). Dengan cara yang sama, perubahan posisi partikel dari posisi B ke C dapat dinyatakan dengan vektor BC (Gambar 1.8b). Hasil total kedua perpindahan ini sama dengan perpindahan dari A ke C, sehingga vektor AC disebut sebagai jumlah atau resultan dari pergeseran AB dan BC.



Gambar 1.8 Vektor Perpindahan

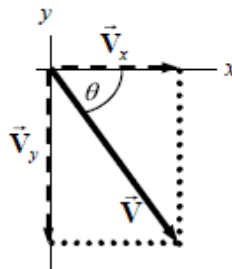
Beberapa **besaran fisika memiliki besar (nilai) dan arah**. Besaran fisis yang demikian dikenal dengan **besaran vektor**. Contoh besaran vektor yaitu kecepatan, perpindahan, percepatan, momentum, kuat medan listrik, dll. Sedangkan **besaran fisis yang hanya memiliki nilai dan tidak memperhatikan arah disebut besaran skalar**. Contoh besaran skalar yaitu kelajuan, muatan listrik, temperatur, jarak, waktu, dll.

Contoh Soal:

Jika $V_x = 6,80$ satuan dan $V_y = -7,40$ satuan, tentukan magnitudo (besar) dan arah \vec{V} .

Pembahasan:

Jika digambarkan vektor tersebut, maka akan terlihat seperti gambar di bawah ini:



Besarnya \vec{V} dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \sqrt{6,80^2 + (-7,40)^2} = 10,0 \text{ satuan}$$

Arah \vec{V} dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\tan \theta = \frac{V_y}{V_x} = \frac{(-7,40)}{6,80} = -47^\circ \text{ atau berada pada } 47^\circ \text{ di bawah sumbu x positif.}$$

PLPG 2017