PENGUKURAN

LEMBAR KERJA Peserta Didik

(LKPD) DIGITAL

Nama

Nomor

Kelas

LIVEWORKSHEETS

A. Kompetensi Dasar

3. 2. Menerapkan prinsip-prinsip pengukuran besaran fisis, ketepatan, ketelitian dan angka penting, serta notasi ilmiah

4.2. Menyajikan hasil pengukuran besaran fisis berikut ketelitiannya dengan menggunakan peralatan dan teknik yang tepat serta mengikuti kaidah angka penting untuk suatu penyelidikan ilmiah

B. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari kompetensi dasar ini diharapkan siswa dapat:

(1) Menyebutkan macam-macam alat-alat ukur

(2) Memahami alat-alat ukur dan bagian-bagiannya

(3) Melakukan percobaan pengukuran panjang, massa, dan waktu.

(4) Menganalisis kekurangan dan kelebihan masing-masing alat ukur berdasarkan percobaan pengukuran

(5) Mengevaluasi hasil pengukuran berdasarkan aturan angka penting

C. Materi Pembelajaran

A. Pengukuran

Pengukuran adalah membandingkan nilai besaran yang diukur dengan besaran sejenis yang ditetapkan sebagai satuan.

Pengukuran dibedakan menjadi 2, yaitu pengukuran langsung dan pengukuran tidak langsung.

1. Pengukuran langsung, membandingkan nilai besaran yang diukur dengan besaran standar yang diterima sebagai satuan.
2. Pengukuran tidak langsung, mengukur suatu besaran dengan cara mengukur besaran lain.

Besaran dan Alat Ukur

Besaran	Alat Ukur
Panjang	Mistar, jangka sorong, mikrometer sekrup
Massa	Timbangan (neraca) Ohauss, neraca digital
Waktu	Stopwatch, jam
Kuat Arus Listrik	Amperemeter
Tegangan	voltmeter

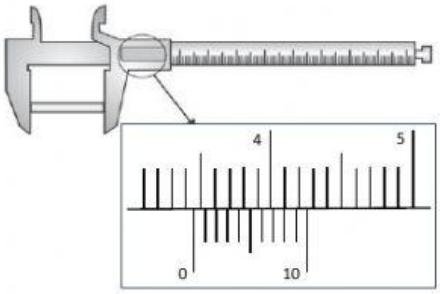
Skala terkecil dan batas ketelitian alat ukur

Alat Ukur	Skala Terkecil	Batas Ketelitian
Mistar	1 mm	0,5 mm
Jangka Sorong	0,1 mm	0,05 mm
Mikrometer	0,001 mm	0,005 mm

1. *Pengukuran Tunggal*

Ex :

- hasil pengukuran diameter tabung dengan jangka sorong



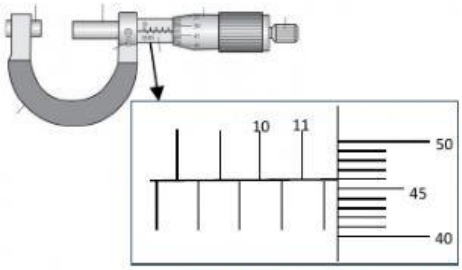
Jawab :

Hasil = skala utama + (skala nonius × 0,01)

= 3,4 + (8 × 0,01)

= 3,4 + 0,08 = 3,48 cm

- Hasil pengukuran lebar buku dengan mikrometer



LIVEWORKSHEETS

Jawab :
Hasil = skala utama + (skala nonius × 0,01)
= 11,5 + (46 × 0,01)
= 11,5 + 0,46 = 11,96 mm

2. *Pengukuran Berulang*
Pengukuran berulang dilakukan menggunakan 3 metode analisa data :

a. Metode generalisasi
Ex : mengukur massa jenis zat cair dengan gelas ukur dan neraca.

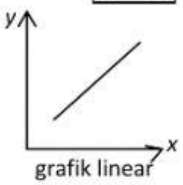
V (ml)	m (gram)	ρ (gr/ml)
50	60	1,2
100	120	1,2
150	180	1,2
200	240	1,2

Dari data pada tabel, pada setiap keadaan diperoleh hasil perhitungan ρ = m/V yang selalu tetap yaitu 1,2 gr/cm^3. Jadi ρ tetap terhadap tambahan volume.

b. Metode kesebandingan
Dalam metode kesebandingan, data diolah dengan menggunakan grafik.

Berbanding lurus (sebanding)

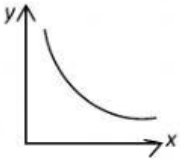
$\boxed{x \sim y}$ atau $\boxed{\frac{x_1}{y_1} = \frac{x_2}{y_2}}$



grafik linear

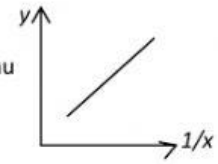
Berbanding terbalik.

$\boxed{y = \frac{1}{x}}$



grafik hiperbola

atau



grafik linear

c. Metode perhitungan statistik
Ex : mengukur panjang buku secara berulang

Data		Hasil Pengukuran
Ke-n	**Panjang (p_i)**	**p_i^2**
1	7,2	51,84
2	7,4	54,76
3	7,1	50,41
4	7,3	53,90
5	7,1	50,41
n = 5	**Σp = 36,10**	**Σ p_i^2 = 260,71**

Perhitungan hasil pengukuran :

$$S_x = \sqrt{\frac{n.(\sum p_i{}^2) - (\sum p_i)^2}{n.(n-1)}}$$

$$= \sqrt{\frac{5.(260{,}71) - (36{,}10)^2}{5.(5-1)}} = 0{,}130$$

$$\bar{p} = \frac{\sum p_i}{n} = \frac{36{,}10}{5} = 7{,}22$$

Jadi hasil pengukurannya adalah

$$p = (\bar{p} \pm S_x) = (7{,}22 \pm 0{,}13)cm$$

B. Angka Penting

Angka penting adalah semua angka yang diperoleh dari hasil pengukuran.

1. *Aturan-Aturan Angka Penting*
   a. Semua angka bukan nol adalah angka penting (a.p)
   Ex : 12,3 → 3 a.p
   1,234 → 4 a.p
   b. Angka nol diantara angka bukan nol adalah a.p
   Ex : 2,03 → 3 a.p
   20,03 → 4 a.p
   c. Angka nol di sebelah kanan angka bukan nol adalah a.p
   Ex : 560 → 3 a.p
   5,600 → 4 a.p
   d. Angka nol di sebelah kiri angka bukan nol adalah bukan a.p
   Ex : 0,78 → 2 a.p
   0,00891 → 3 a.p

2. *Notasi Garis Bawah*
   a. 100,<u>7</u>8 → 4 a.p (angka 7 diragukan)
   b. 0,03<u>8</u>12 → 2 a.p (angka 8 diragukan)

3. *Operasi Angka Penting*
   a. Penjumlahan dan Pengurangan
   Hasilnya hanya boleh mengandung satu angka taksiran
   Ex :

```
-   12,34<u>5</u>
     1,23<u>4</u>  +
    ---------
    13,57<u>9</u>   ≈ 13, 58 → 4 a.p
```

LIVEWORKSHEETS

- 2,234
  2,0345 +
  4,2685 ≈ 4,268 → 4 a.p
- 34,569
  1,2 -
  33,369 ≈ 33,37 → 4 a.p

b. Perkalian dan Pembagian :
Hasilnya dilihat dari a.p yang paling sedikit
Ex :
P = 32,45 → 4 a.p
l = 8,20 × → 3 a.p
266,0900 ≈ 266 → 4 a.p

4. *Aturan Pembulatan*

a. Jika angka pertama setelah angka yang akan dipertahankan kurang dari 5, maka angka yang dipertahankan tetap, sedangkan angka yang di sebelah kanannya dihilangkan.
Ex :
- 4 2,$\boxed{6}$1 3 ≈ 42,6 → 3 a.p
- 1$\boxed{2}$, 4 1 2 ≈ 12 → 2 a.p

b. Jika angka pertama setelah angka yang akan dipertahankan lebih dari atau sama dengan 5, maka angka yang akan dipertahankan bertambah 1, sedangkan angka di sebelah kanannya dihilangkan.
Ex :
- 1 7 ,$\boxed{3}$6 2 ≈ 17,4 → 3 a.p
- 2 1 ,$\boxed{0}$1 7 2 ≈ 21,0 → 3 a.p
- 1$\boxed{2}$8 1 ≈ 1300 → 2 a.p

5. *Notasi Ilmiah*

$$\boxed{a, \ldots \times 10^n}$$

Ket : a = bilangan asli mulai dari 1 sampai 9
n = eksponen bilangan bulat
10^n = menunjukkan orde

a. Untuk bilangan lebih dari 10, pindahkan koma desimal ke kiri dan eksponennya positif
Ex : 1600000 = $1{,}6.10^6$

b. Untuk bilangan kurang dari 1, pindahkan koma desimal ke kanan dan eksponennya negatif
Ex : 0,000702 = $7{,}02.10^{-4}$

C. KESALAHAN PENGUKURAN

1. *Kesalahan Sistematis*
Kesalahan yang tetap terjadi. Faktor yang menyebabkan terjadinya kesalahan sistematik sebagai berikut :

a. Kesalahan kalibrasi
Kesalahan kalibrasi terjadi karena pemberian nilai skala pada saat pembuatan atau kalibrasi (standarisasi) tidak tepat..

b. Kesalahan Titik Nol
Kesalahan titik nol terjadi karena titik nol skala pada alat yang digunakan tidak tepat berhimpit dengan jarum penunjuk atau jarum penunjuk yang tidak bisa kembali tepat pada skala nol

c. Kesalahan Komponen Alat
Kerusakan pada alat misalnya, pada neraca pegas. Jika pegas yang digunakan sudah lama dan aus, maka akan berpengaruh pada pengurangan konstanta pegas.

d. Kesalahan Paralaks
Kesalahan paralaks terjadi bila ada jarak antara jarum penunjuk dengan garis-garis skala dan posisi mata pengamat tidak tegak lurus dengan jarum.

2. *Kesalahan Tindakan*
Kesalahan tindakan umumnya disebabkan ketidaktelitian peneliti.
Ex : mengukur waktu 10 ayunan, tidak disadari baru 9 ayunan sudah selesai.

D. Besaran

Besaran adalah segala sesuatu yang dapat diukur dengan angka.

1. *Besaran Pokok* :
Besaran yang tidak dapat diturunkan dengan besaran lain.

Besaran Pokok	Satuan (SI)	Simbol Satuan
1. Panjang	Meter	m
2. Massa	Kilogram	kg
3. Waktu	Sekon	s
4. Kuat Arus Listrik	Ampere	A
5. Suhu	Kelvin	K
6. Intensitas Cahaya	Kandela	Cd
7. Jumlah Zat	Mol	mol

2. *Besaran Turunan* :
Besaran yang diturunkan dari besaran-besaran pokok.

Besaran Turunan	Rumus
Luas (A)	Panjang × Lebar
Volume (V)	Panjang × Lebar × Tinggi
Massa Jenis (ρ)	$\frac{\text{massa}}{\text{volume}}$

LIVEWORKSHEETS

Kecepatan (v)	$\frac{\text{perpindahan}}{\text{waktu}}$
Percepatan (a)	$\frac{\text{kecepatan}}{\text{waktu}}$

E. Satuan

Satuan adalah pernyataan yang menjelaskan arti dari suatu besaran.

1. *Satuan baku* :
   satuan yang telah diakui internasional.
   Ex : meter, kilogram, sekon.

2. *Satuan tidak baku* :
   satuan yang tidak diakui internasional.
   Ex : jengkal, beras satu karung, air satu gelas.

3. *Awalan Satuan SI*

Awalan	Simbol	Kelipatan	Contoh
Tera	T	10^{12}	Terameter (Tm)
Giga	G	10^{9}	Gigameter (Gm)
Mega	M	10^{6}	Megameter(Mm)
Kilo	k	10^{3}	Kilometer (km)
Hekto	h	10^{2}	Hektometer (hm)
Deka	da	10^{1}	Dekameter (dam)
-			Meter (m)
Desi	d	10^{-1}	Desimeter (dm)
Senti	c	10^{-2}	Sentimeter (cm)
Mili	m	10^{-3}	Milimeter (mm)
Mikro	μ	10^{-6}	Mikrometer (μm)
Nano	n	10^{-9}	Nanometer (nm)
Piko	p	10^{-12}	Pikometer (pm)

4. *Konversi Satuan*
   a. Panjang
   1 inci = 2,54 cm
   1 sentimeter (cm) = 0,394 inci
   1 meter (m) = 3,28 ft
   1 kilometer (km) = 0,621 mil
   1 yard (yd) = 3 ft
   1 angstrom (Å) = 10^{-10} m
   1 tahun cahaya (ly) = $9,46 \times 10^{15}$ m
   1 parsec = $3,09 \times 10^{16}$ m
   1 fermi = 10^{-15} m
   b. Massa
   1 satuan massa atom (sma) = 1,6605 10^{-27} kg
   1 kilogram (kg) = 10^{3} g
   = 2,205 lb
   1 slug = 14,59 kg
   1 ton = 1.000 kg
   c. Waktu
   1 menit = 60 s
   1 jam = 3.600 s
   1 hari = $8,64 \times 10^{4}$ s

F. Dimensi

Dimensi suatu besaran menunjukkan cara besaran itu tersusun dari besaran-besaran pokok.

Dimensi dari besaran pokok :

Besaran Pokok	Satuan	Dimensi
1. Panjang	m	[L]
2. Massa	kg	[M]
3. Waktu	s	[T]
4. Kuat Arus Listrik	A	[I]
5. Suhu	K	[θ]
6. Intensitas Cahaya	Cd	[J]
7. Jumlah Zat	mol	[N]

Dimensi dari besaran turunan :

Besaran Pokok	Satuan	Dimensi
1. luas	m^2	$[L]^2$
2. volume	m^3	$[L]^3$
3. massa jenis	$kg.m^{-3}$	$[M][L]^{-3}$
4. kecepatan	$m.s^{-1}$	$[L][T]^{-1}$
5. percepatan	$m.s^{-2}$	$[L][T]^{-2}$
6. gaya	$kg.m.s^{-2}$	$[M][L][T]^{-2}$
7. usaha	$kg.m^2.s^{-2}$	$[M][L]^2[T]^{-2}$
8. tekanan	$kg.m^{-1}.s^{-2}$	$[M][L]^{-1}[T]^{-2}$

Ex :
Tentukan dimensi besaran-besaran turunan berikut ini.
1. Luas
2. Kecepatan
3. Volume

Penyelesaian:

1. Luas merupakan hasil kali panjang dan lebar, keduanya memiliki dimensi panjang
   [L], jadi dimensi luas :
   Luas = panjang × lebar
   [luas] = [panjang] × [lebar]
   = [L] × [L] = $[L]^2$

2. Kecepatan merupakan hasil bagi jarak terhadap waktu. Dimensi jarak adalah [L], sedangkan waktu memiliki dimensi [T]. Jadi dimensi kecepatan :
   Kecepatan $= \frac{\text{waktu}}{\text{jarak}}$
   [kecepatan] $= \frac{[L]}{[T]} = [L][T]^{-1}$

3. Volume adalah hasil kali panjang, lebar, dan tinggi. Ketiganya memiliki dimensi panjang
   [L], sehingga dimensi volume adalah:
   [volume] = [panjang] × [lebar] [tinggi]
   = [L] × [L] × [L] = $[L]^3$

LIVEWORKSHEETS

Sebelum mengerjakan soal berikut silakan tonton dan simak video youtube berikut :

D. Tugas

I. Jawablah pertanyaan berikut !

1. Membandingkan nilai besaran yang diukur dengan besaran sejenis yang ditetapkan sebagai satuan disebut juga dengan .....
2. Semua angka yang diperoleh dari hasil pengukuran disebut juga dengan .....
3. Segala sesuatu yang dapat diukur dengan angka disebut juga dengan .....
4. Pernyataan yang menjelaskan arti dari suatu besaran disebut juga dengan .....
5. Dimensi suatu besaran menunjukkan cara besaran itu tersusun dari besaran-besaran .....

II. Pilihlah jawaban yang paling benar

1. Kelompok besaran berikut yang termasuk dalam besaran pokok adalah .....
   A. Panjang, gaya dan suhu
   B. Massa, kuat arus, dan jumlah zat
   C. Panjang, daya dan usaha
   D. Massa, waktu dan kecepatan
   E. Gaya, usaha dan percepatan

LIVEWORKSHEETS

2. Dibawah ini alat untuk mengukur panjang benda, tebal dan volume benda berturut-turut adalah .....
   A. Gelas ukur, mikrometer sekrup, mistar
   B. Mistar, gelas ukur, jangka sorong
   C. Jangka sorong, gelas ukur, mikrometer sekrup
   D. Mistar, mikrometer sekrup, gelas ukur
   E. Mistar, meteran dan gelas ukur
3. Besaran yang dimensinya [M] [L] $[T]^{-2}$ adalah .....
   A. Tekanan
   B. Energi
   C. Gaya
   D. Energi
   E. Percepatan
4. Jika M dimensi massa, L dimensi panjang, dan T dimensi waktu, maka dimensi tekanan adalah ....
   A. $ML^{-1}T^{-2}$
   B. MLT-2
   C. MLT
   D. ML
   E. LT-1
5. Hasil penjumlahan angka penting dari 2,56 cm dengan 2,1 cm adalah ....
   A. 2,66 cm
   B. 2,70 cm
   C. 2,8 cm
   D. 2,6 cm
   E. 2,7 cm

III. Silahkan tarik garis dari nomor ke keterangan di bawah gambar sehingga menjadi jawaban yang benar

Lengan Neraca	Pemberat	Tempat beban	Titik Kesetimbangan	Tombol Kalibrasi

LIVEWORKSHEETS

IV. Lengkapilah kalimat berikut dengan mengdrag lalu tempelkan kata tersebut dengan mendrop agar kalimatnya benar

Kesalahan dalam pengukuran ada dua yaitu kesalahan sistematis dan kesalahan Tindakan. Adapun faktor yang menyebabkan terjadinya kesalahan sistematik sebagai berikut : 1) ……, terjadi karena pemberian nilai skala pada saat pembuatan atau kalibrasi (standarisasi) tidak tepat; 2) ……, terjadi karena titik nol skala pada alat yang digunakan tidak tepat berhimpit dengan jarum penunjuk; 3) ……, terjadi karena kerusakan pada alat; dan 4) ……, terjadi bila ada jarak antara jarum penunjuk dengan garis-garis skala dan posisi mata pengamat tidak tegak lurus dengan jarum. Berikutnya adalah kesalahan Tindakan, yang umumnya disebabkan …… peneliti.

Ketidaktelitian

Kesalahan Komponen Alat

Kesalahan Titik Nol

Kesalahan kalibrasi

Kesalahan Paralaks

LIVEWORKSHEETS