

FISIKA EKSPERIMEN

APA ITU EKSPERIMEN?

Suatu bentuk kegiatan yang ditujukan untuk menguji suatu hipotesis

ASPEK2 EKSPERIMEN

- Pengukuran
- Pengolahan
- Analisa data

DATA

kumpulan jawaban yang diberikan alam

- Tidak akan memberikan suatu nilai yang tepat
- Hanya merupakan perkiraan terbaik tentang nilai besaran yang diukur

$$x \pm \Delta x$$

- Hasil pengukuran dikatakan sah hanya jika disertai dengan ketelitiannya (ditampilkan oleh galat Δx)
- Instrumen dan metoda pengukuran dirancang sedemikian sehingga diperoleh error sekecil-kecilnya

DATA

- Makna penulisan:

$$x \pm \Delta x$$

1. **x** : nilai perkiraan terbaik
2. **Δx** : error/galat/ketelitian (dari alat ukur atau ralat akibat pengukuran berulang)
3. Nilai maksimum yang dapat diterima:
 $x + \Delta x$
4. Nilai minimum yang dapat diterima: **$x - \Delta x$**

PENGUKURAN

- Suatu kegiatan pengumpulan data
- Dua perangkat penting pengukuran yaitu instrumen (peralatan) sebagai perangkat kerasnya dan metoda pengukuran sebagai perangkat lunaknya.

Jenis-jenis pengukuran:

1. Langsung,
2. Tidak langsung,
3. Dengan perhitungan

PENGUKURAN

Pengukuran langsung

Membandingkan langsung sesuatu yang akan diukur dengan sebuah standar yang dipakai sebagai alat ukurnya.

Contoh: mengukur panjang

PENGUKURAN

Pengukuran tidak langsung

Pengukuran dengan alat bantu

Pengukuran ini terpaksa dilakukan karena berbagai macam sebab, antara lain keterbatasan panca indera manusia sebagai sensor terhadap gejala alam yang akan diukur. Untuk melihat benda-benda mikroskop manusia perlu alat bantu yaitu mikroskop. Untuk mengukur arus listrik manusia perlu mengubah dulu gejala listrik menjadi gejala mekanik jarum amperemeter.

PENGUKURAN

Pengukuran dengan perhitungan

- Pengukuran ini dilakukan berdasarkan pada hasil-hasil pengukuran sebelumnya.
- Hasil ukurnya didapat melalui suatu perhitungan data baik itu pengukuran langsung maupun tak langsung.
- Contoh: penghitungan volume, luasan, massa jenis, dsb

INSTRUMEN PENGUKURAN

Instrumen: perangkat keras pengukuran yang berupa peralatan ukur memiliki karakteristik yang mutlak diketahui seorang eksperimenter, a.l:

- **Resolusi**
- **Akurasi**
- **Presesi**

INSTRUMEN PENGUKURAN

- **Resolusi:** tingkat kemampuan alat itu untuk membedakan ukuran terkecil. Misal mistar 30 cm-an memiliki resolusi orde mm, sedangkan sebuah mikrometer dapat memiliki resolusi yang lebih tinggi, yaitu orde $1/1000$ mm.
- **Akurasi:** tingkat kemampuan alat itu untuk memberikan hasil ukur yang mendekati nilai yang sebenarnya. Jika panjang 10,0 cm diukur oleh sebuah mistar sebagai 9,9 cm, akurasi mistar hanyalah 1 %.
- **Presesi:** tingkat kemampuan alat itu untuk memberikan hasil ukur yang sama pada saat pengulangan pengukuran dilakukan

TEORI KETAKPASTIAN

“Berapakah ketepatan hasil pengukuran itu” ?

“Berapa dekatkah hasil pengukuran itu dengan nilai sebenarnya”

Ketidakpastian ini dapat terjadi karena dua macam kesalahan:
Kesalahan tertentu dan tak tentu

A. Kesalahan tertentu atau kesalahan sistematis (*systematic error*)

Penyebab: skalanya tidak teratur, kesalahan kalibrasi, alat, pengamat, dan keadaan fisik

Solusi: kalibrasi alat, reset (peng-nol-an)

TEORI KETAKPASTIAN

B. Kesalahan Tak Tentu atau kesalahan acak atau random (*random error*)

Penyebab: sumber gejala yang tidak mungkin dikendalikan, contoh: fluktuasi tegangan jaringan listrik, landasan bergetar, bising, dan latar belakang (background) radiasi

Solusi:

1. Memilih hasil pengukuran suatu nilai (nilai terbaik) yang dapat menggantikan nilai benar
2. Perulangan pengukuran dan penghitungan tingkat kesalahan

TEORI KETAKPASTIAN

Pernyataan Hasil Pengukuran

bergantung pada cara melakukan pengukurannya dalam hal ini dibedakan **pengukuran tunggal** dan **pengukuran berulang**

Pengukuran Tunggal

- Contoh pengukuran yang hanya dapat dilakukan satu kali: lamanya benda mendingin, kecepatan komet, dll
- Ketepatan suatu pengukuran tunggal ditentukan oleh alat yang digunakan
- Hasil pengukuran dilaporkan sebagai:

$$(x \pm \Delta x)$$

x menyatakan hasil pengukuran tunggal

Δx adalah setengah nilai skala terkecil alat ukur

TEORI KETAKPASTIAN

Pengukuran Tunggal

Misalnya hasil pengukuran besaran panjang dengan mistar adalah $(2,1 \pm 0,05)$ cm

Interpretasi:

- ada kepastian (keyakinan) 100 %, bahwa nilai benar x_0 berada di antara $(x - \Delta x)$ dan $(x + \Delta x)$.

TEORI KETAKPASTIAN

Pernyataan Hasil Pengukuran

bergantung pada cara melakukan pengukurannya dalam hal ini dibedakan **pengukuran tunggal** dan **pengukuran berulang**

Pengukuran Berulang

- nilai benar x_0 tidak mungkin dapat diketahui krn diperoleh lebih banyak nilai benar
- Hasil pengukuran dilaporkan sebagai:

$$x = \langle x \rangle \pm \Delta x$$

$$\langle x \rangle = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$\Delta x = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 - n \langle x \rangle^2}{(n-1)}}$$

n : banyaknya pengukuran

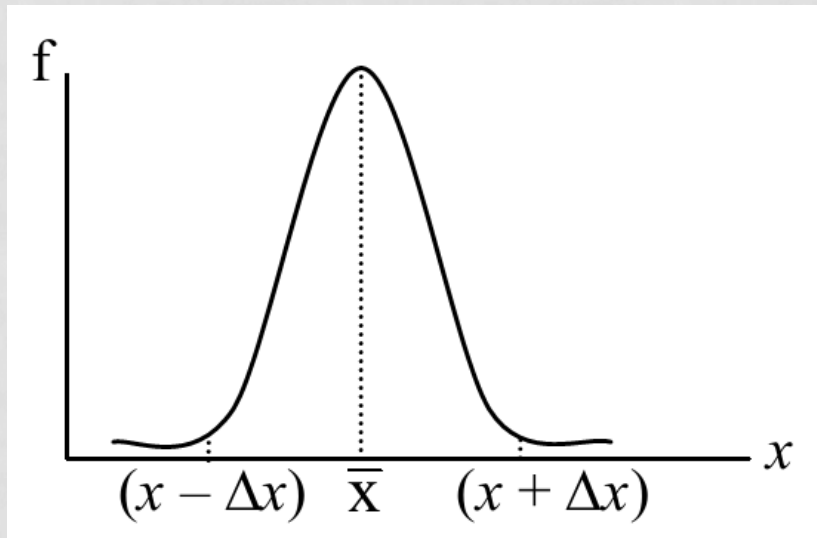
x_i : hasil pengukuran ke $-i$

TEORI KETAKPASTIAN

Pengukuran Berulang

- Cara lain untuk menyatakan ketidakpastian ialah dengan menyebutkan ketidakpastian nisbi/relatifnya

$$\frac{\Delta x}{x} \times 100\%$$



Ketakpastian relatif berhubungan dengan ketelitian (precision) pengukuran yang bersangkutan; makin kecil ketidakpastian makin besar ketelitian pengukuran tersebut

TEORI KETAKPASTIAN

Angka Penting (*Significant Figures*) Dalam Hasil Akhir

- Prinsip utama: jumlah angka yang harus dilaporkan bergantung pada ketelitian pengukurannya Δx

Contoh 1:

Pengukuran $x = 22/7 = 3,1428\dots$ dan $\Delta x = 0,01$

sehingga x harus dilaporkan sbb: $x = (3,14 \pm 0,01)$.

yang diartikan bahwa angka 3 dan 1 pada x diketahui dengan pasti, sedangkan angka 4 mulai diragukan sehingga angka selebihnya yaitu 2,8, ... dst, diragukan sama sekali

TEORI KETAKPASTIAN

Contoh 2: ketelitian dinyatakan dalam %

Misalkan pengukuran tunggal $x = 22/7 = 3,1428\dots$

Jika ketelitian 1 %, maka $x = 3,1428\dots$ dan $\Delta x = 0,0314$

Dan dinyatakan hanya dengan satu angka penting saja, yaitu 1%

Sehingga x harus dilaporkan sbb: $x = (3,14 \pm 0,03)$.

TEORI KETAKPASTIAN

Contoh Soal:

Diperoleh rangkaian data pengukuran panjang L dengan menggunakan berulang sebanyak sepuluh kali sbb:

Perc ke-	L (cm)
1	10.1
2	10.2
3	10.0
4	9.8
5	10.0
6	10.1
7	10.0
8	9.8
9	10.0
10	10.0

Tentukan bagaimanakah hasil pengukuran panjang tsb seharusnya ditulis?

Contoh Soal:

I	x_i (cm)	x_i^2 (cm ²)
1	10.1	102.01
2	10.2	104.04
3	10.0	100.00
4	9.8	96.04
5	10.0	100.00
6	10.1	102.01
7	10.0	100.00
8	9.8	96.04
9	10.0	100.00
10	10.0	100.00
N=10	$\Sigma x_i = 100.0$	$\Sigma x_i^2 = 1000.14$

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x_i}{n} = \frac{100.0}{10} = 10.0 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned}\Delta x &= \sqrt{\frac{\Sigma x_i^2 - n \bar{x}^2}{(n-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{1000.14 - 10 \cdot 100.0}{(10-1)}} \\ &= 0.12472 \text{ cm}\end{aligned}$$

$$x = (10.00 \pm 0.12) \text{ cm}$$

Tabel 1. Contoh perambatan ketidakpastian.

Variabel yang dilibatkan	Operasi	Hasil	Ketidakpastian
$a \pm \Delta a$ $b \pm \Delta b$	Penjumlahan	$p = a + b$	$\Delta p = \Delta a + \Delta b$
	Pengurangan	$q = a - b$	$\Delta q = \Delta a + \Delta b$
	Perkalian	$r = a \times b$	$\frac{\Delta r}{r} = \frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta b}{b}$
	Pembagian	$s = \frac{a}{b}$	$\frac{\Delta s}{s} = \frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta b}{b}$
	Pangkat	$t = a^n$	$\frac{\Delta t}{t} = n \frac{\Delta a}{a}$

Tabel 2 Contoh penggunaan *AB*.

Nilai yang terukur	<i>KTP</i> relatif (%)	<i>AB</i>	Hasil penulisan
$1,202 \times 10^3$	0,1	4	$(1,202 \pm 0,001) \times 10^3$
	1	3	$(1,20 \pm 0,01) \times 10^3$
	10	2	$(1,2 \pm 0,1) \times 10^3$

LINEARITAS SUATU FUNGSI

$$y = mx + k$$

Fungsi berbentuk pangkat

- $A = Bc^D$ (variable bebas: c , Var terikat: A , Konst: B, D)
- **metode:** $\log A = \log B + d \log C$
- Sb $y = \log A$, sb $x = \log C$, $m = d$, dan $k = \log B$

Fungsi berbentuk eksponensial

- $A = Be^{\beta c}$ (variable bebas: c , Var terikat: A , Konst: B)
- **metode:** $\ln A = \ln B + \beta c$
- Sb $y = \ln A$, sb $x = c$, $m = \beta$, $k = \ln B$

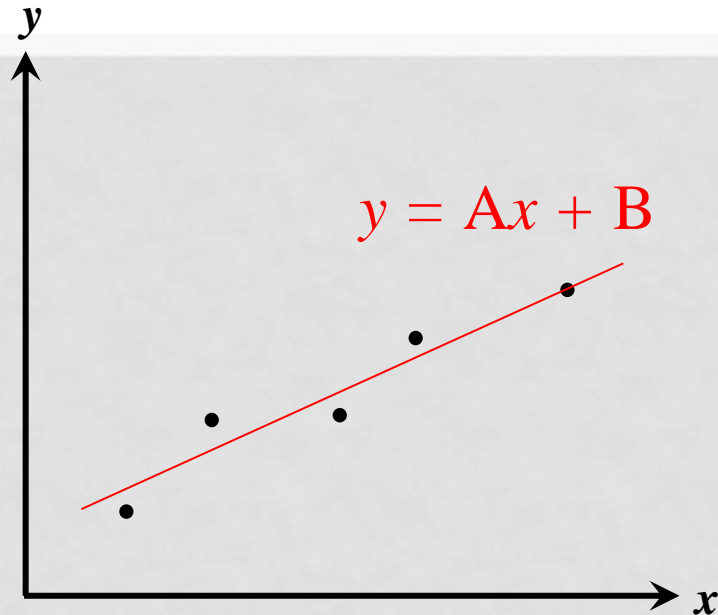
LINEARITAS SUATU FUNGSI

$$y = mx + k$$

Fungsi berbentuk pembagian

- $A = B/C$ (variable bebas: c , Var terikat: A , Konst: B)
- **metode:** $A = B (1/C)$
- Sb $y = A$, sb $x = 1/C$, $m = B$

REGRESI LINEAR



Bagaimana kita dapat yakin bahwa hubungan linier ini betul-betul ada?

Untuk meyakinkan adanya linier ini dihitunglah koefisien korelasi antar x dan y (r_{xy})

$$r_{xy} = \sqrt{\frac{[N\sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i]^2}{[N\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2][N\sum y_i^2 - (\sum y_i)^2]}}$$

$$A = \frac{\sum x_i^2 \sum y_i - \sum x_i \sum (x_i y_i)}{N\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

$$B = \frac{N\sum (x_i y_i) - \sum x_i y_i}{N\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

$$S_A = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 \sum (y_i - A - Bx_i)^2}{(N-2)[N\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2]}}$$
$$S_B = \sqrt{\frac{N \sum (y_i - A - Bx_i)^2}{(N-2)[N\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2]}}$$

$$0 \leq r_{xy} \leq 1$$

nilai 0 : mutlak tidak ada ketergantungan antara x - y
nilai 1 : terdapat linieritas sempurna antara x-y