



ETH3F3
Instrumentasi dan Pengukuran Elektrik

Konsep Dasar Pengukuran


S1 Teknik Elektro – Fakultas Teknik Elektro





DEFINISI PENGUKURAN

Membandingkan suatu besaran yang tidak diketahui harganya dengan besaran lain yang telah diketahui harganya dengan menggunakan alat ukur tertentu.





TERMINOLOGI PENGUKURAN

KETEPATAN (accuracy): ukuran seberapa jauh hasil pengukuran mendekati harga sebenarnya dari pada besaran yang diukur.

KESALAHAN (error): selisih antara hasil pengukuran dan nilai sebenarnya dari kuantitas yang diukur.

KETELITIAN (precision): kemampuan alat ukur untuk mendapatkan hasil pengukuran yang serupa/ sama dari pengukuran berulang.

OFFSET: range nilai output yang kemungkinan berasal dari input yang sama.





TERMINOLOGI PENGUKURAN

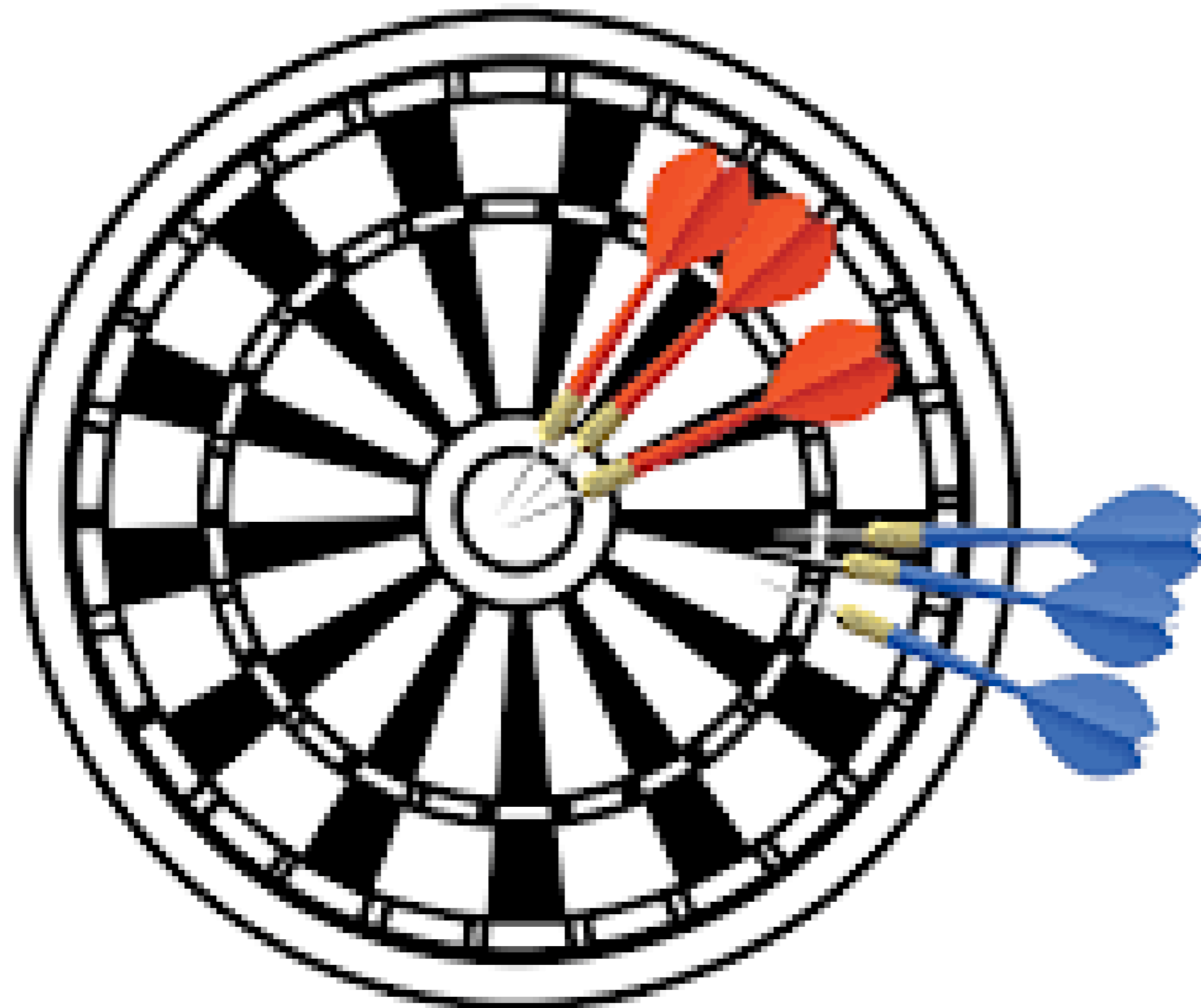
KEMAMPUBACAAN (readability): seberapa teliti skala suatu instrumen dapat dibaca

JANGKAUAN (rangeability): pembacaan nilai maksimum dan minimum dari alat ukur.

KALIBRASI (calibration): proses pengecekan dan pengaturan akurasi alat ukur dengan membandingkan dengan standar/tolak ukur.

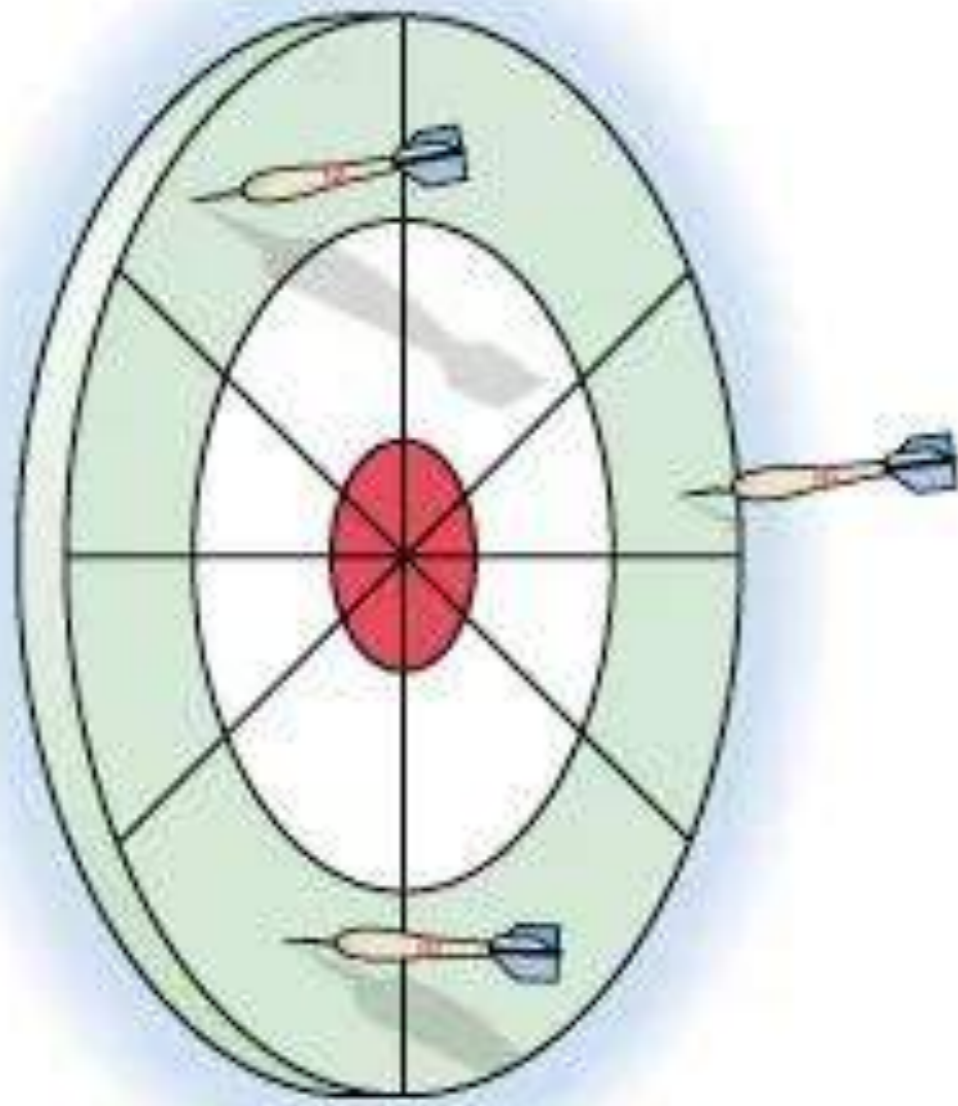
KETIDAKPASTIAN (uncertainty): besarnya error yang tidak bisa dikoreksi dengan kalibrasi.



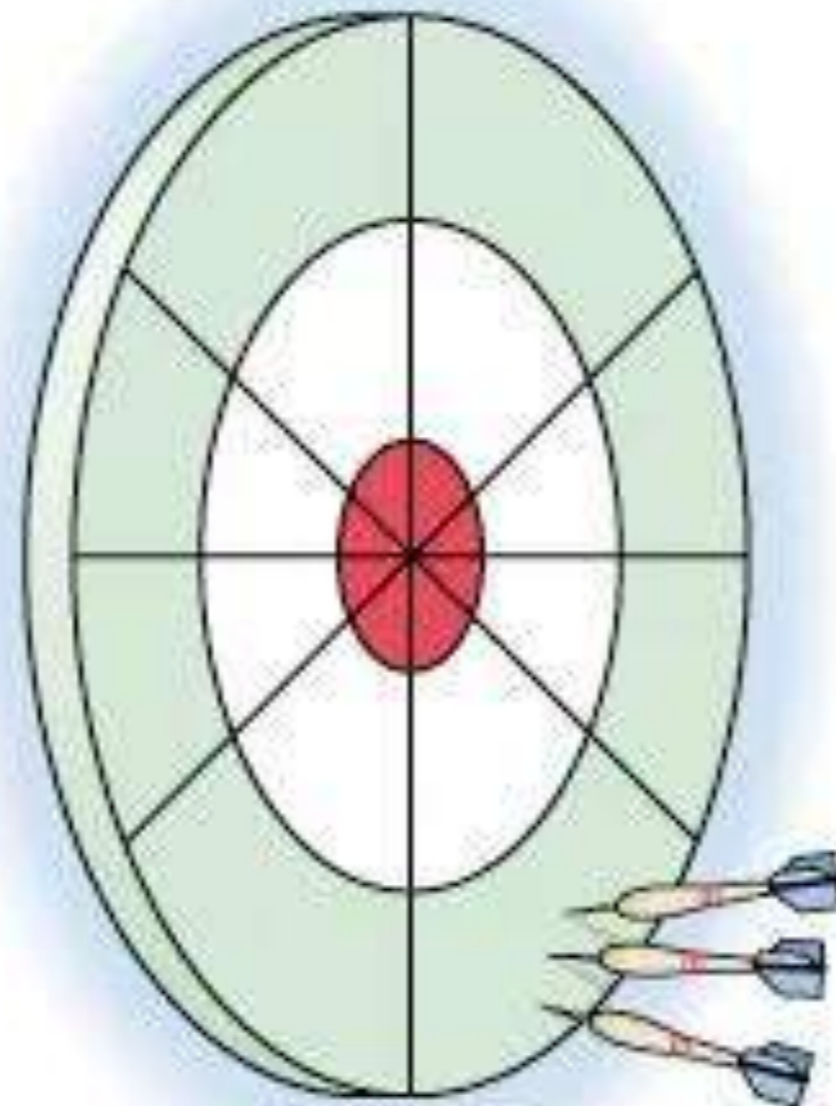


AKURASI
VS
PRESISI

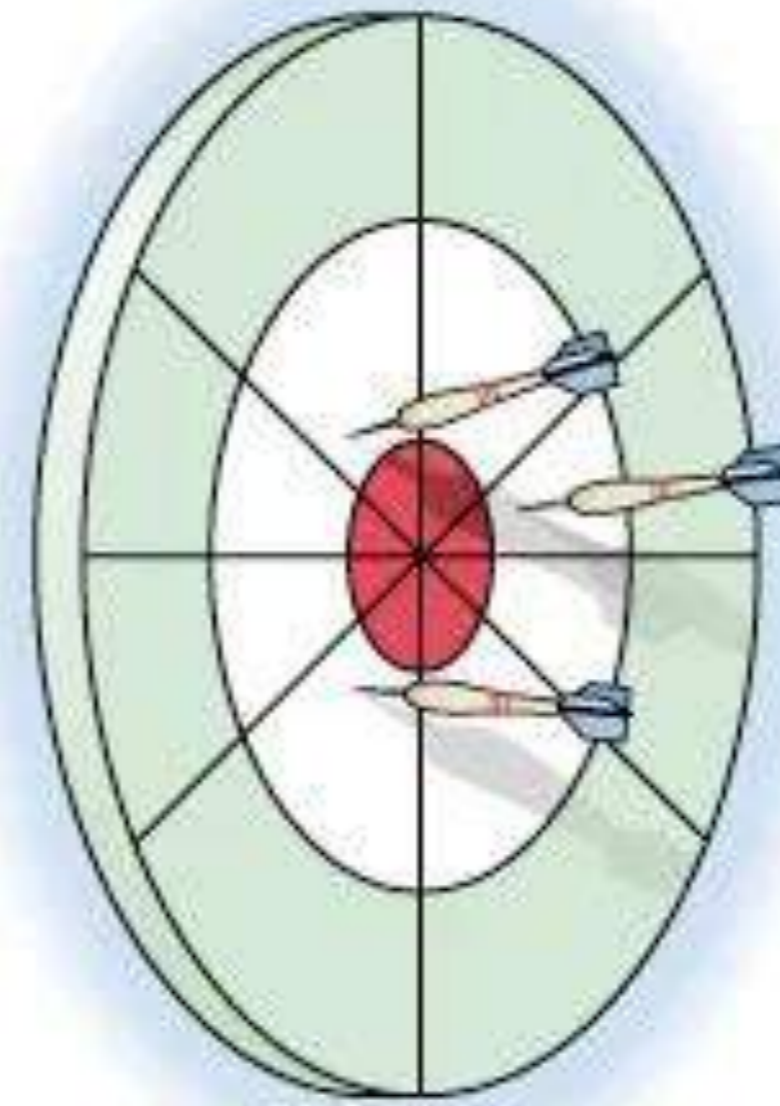
AKURASI VS PRESISI



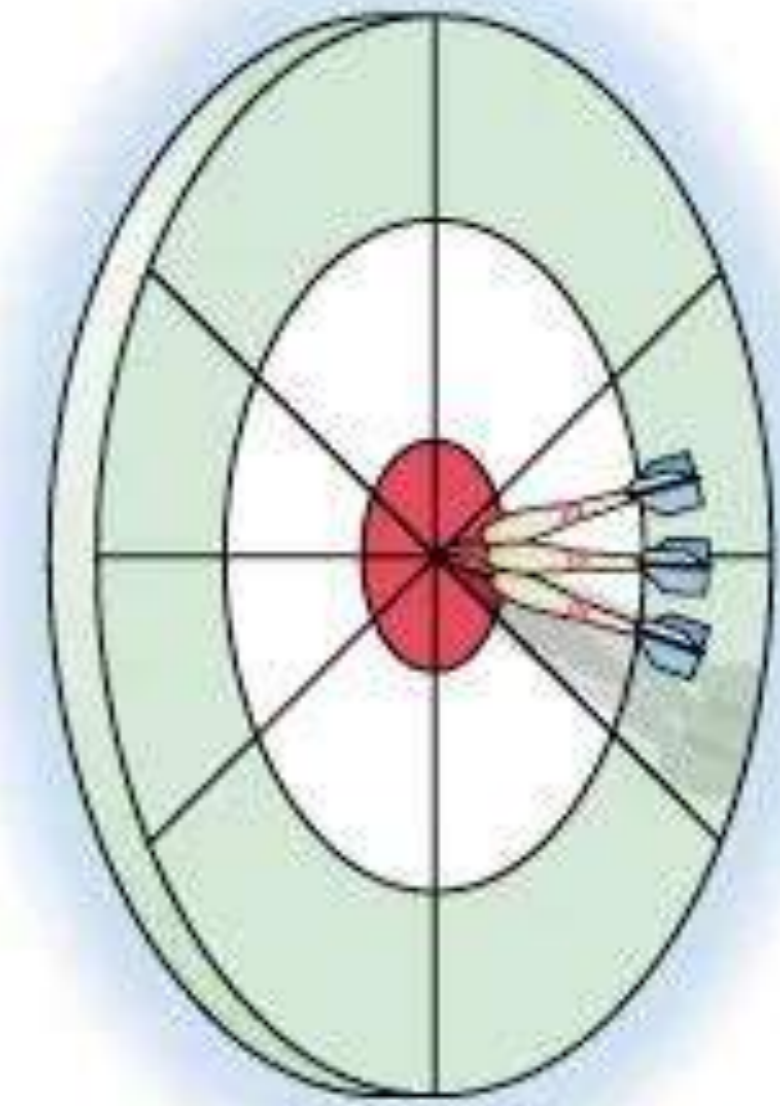
Tidak akurat,
tidak presisi



Tidak akurat
namun presisi



Akurat namun
tidak presisi



Akurat dan
presisi

AKURASI VS PRESISI

- Akurasi sering dinyatakan dalam bentuk persentase terhadap jangkauan penuh keluaran atau penyimpangan skala penuh (*full scale deflection/ f.s.d*)
- Contoh: Akurasi = $\pm 1\%$ f.s.d. Artinya, jika penyimpangan skala penuhnya adalah 5 A, maka akurasi sistem adalah $5 * 1\% = \pm 0.05$.
- Akurasi merupakan penjumlahan dari semua kesalahan pengukuran yang mungkin terjadi.
- Kesalahan pengukuran adalah selisih antara hasil pengukuran dan nilai sebenarnya dari kuantitas yang diukur.
- Presisi adalah keseragaman dan pengulangan pada pengukuran. Semakin tinggi level presisi semakin kecil variasi antar pengukuran.



SENSITIVITAS, THRESHOLD DAN RESOLUSI



SENSITIVITAS

Sensitivitas (*sensitivity*): Tingkat kepekaan alat ukur terhadap perubahan besaran yang diukur.

- Rasio antara perubahan pada output terhadap perubahan pada input.
- Pada alat ukur yang linier, sensitivitas adalah tetap.
- Harga sensitivitas yang besar menyatakan pula keunggulan dari alat ukur yang bersangkutan.
- Alat ukur yang terlalu sensitif harganya sangat mahal, sementara belum tentu bermanfaat untuk maksud yang kita inginkan.



THRESHOLD & RESOLUSI

Ambang (*treshold*): nilai minimum dari input yang masih memberikan output, dibawah nilai *threshold* alat ukur akan menunjukkan nilai nol.

Resolusi (*resolution*): perubahan input terkecil yang bisa dideteksi oleh alat ukur.

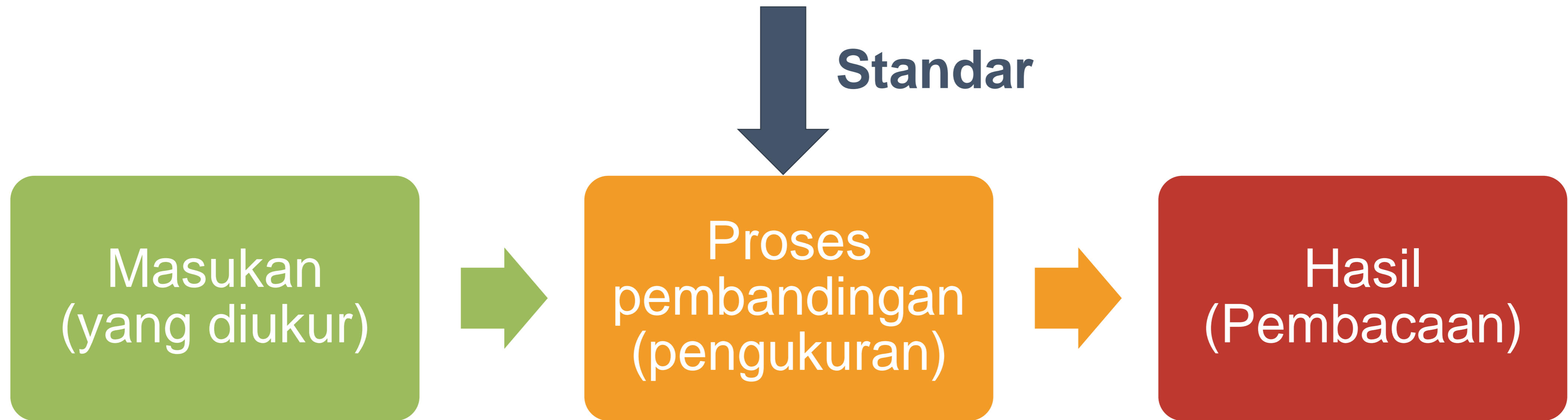




KONSEP DAN TEKNIK PENGUKURAN

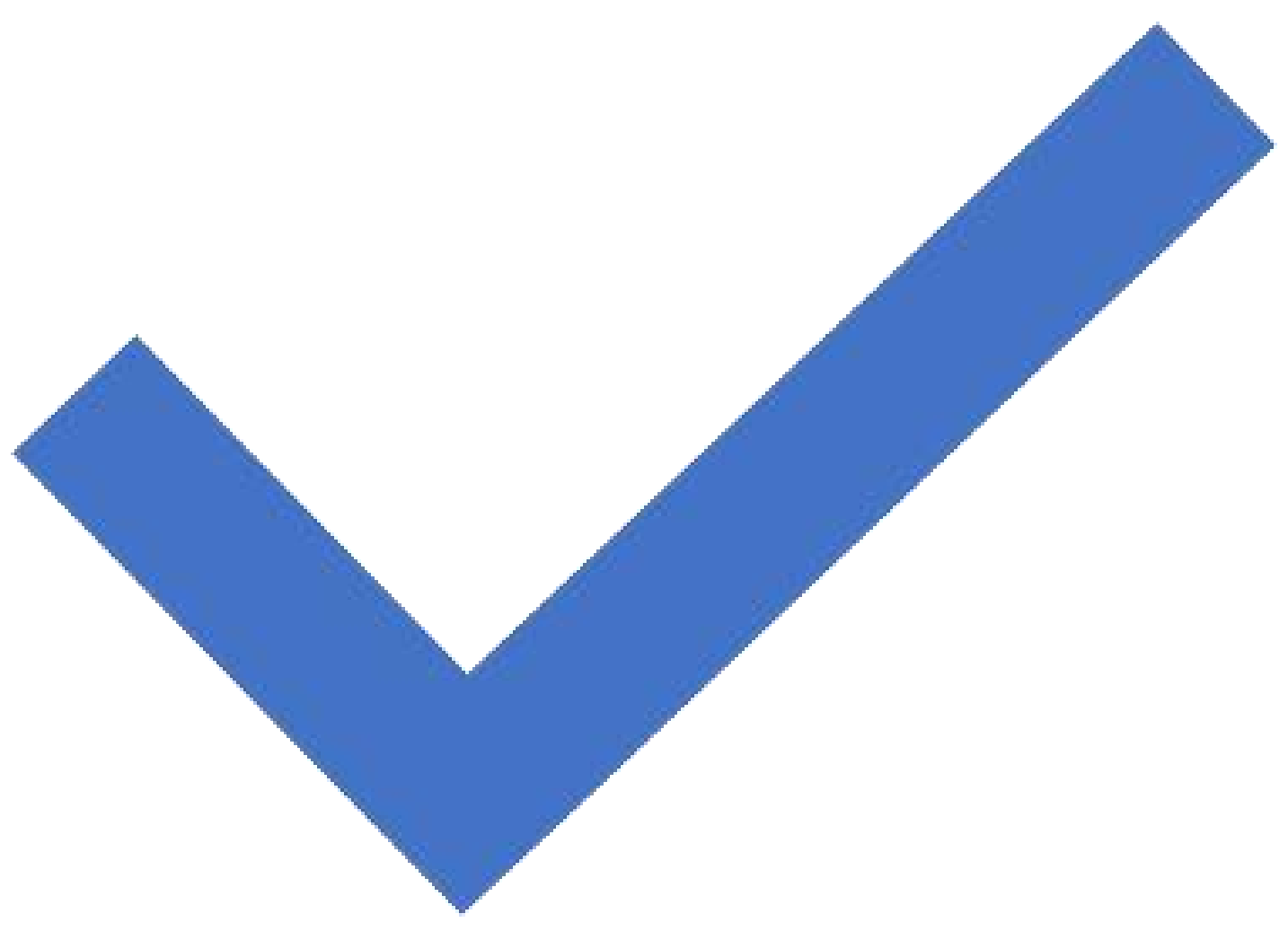



PROSES PENGUKURAN





Hal-hal yang harus diperhatikan dalam pengukuran

- 
1. Kesesuaian instrumen ukur dengan kriteria (kisaran nilai, karakteristik) *measurand*
 2. Kalibrasi instrumen ukur untuk mendapatkan nilai yang valid. Kalibrasi atau validasi dapat dilakukan dengan beberapa cara, seperti kalibrasi nol, perbandingan hasil ukur dengan instrumen standar yang dipercaya kebenarannya, dan konversi.
 3. Keselamatan dalam melakukan pengukuran, baik pengguna (manusia) maupun instrumen ukur dan *measurand* nya.
- 

METODE PENGUKURAN

1

• Pengukuran Langsung

2

• Pengukuran Tak Langsung

3

• Pemeriksaan dengan Kaliber Batas

4

• Pengukuran dengan Bentuk Acuan

5

• Pengukuran Geometri Khusus

6

• Pengukuran dengan Mesin Ukur Koordinat

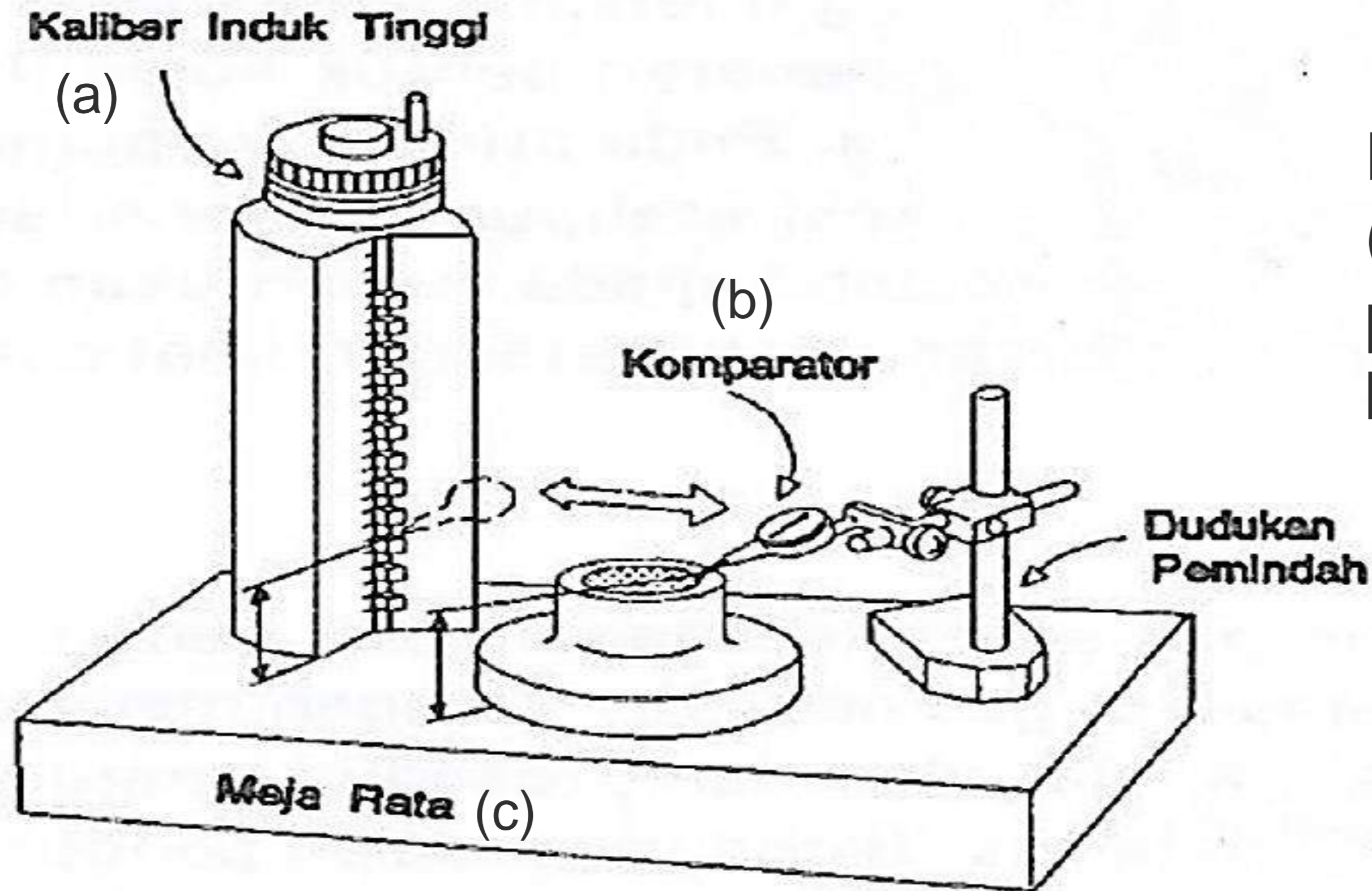
PENGUKURAN LANGSUNG

Pengukuran menggunakan alat ukur langsung dan hasil pengukurannya dapat langsung terbaca.

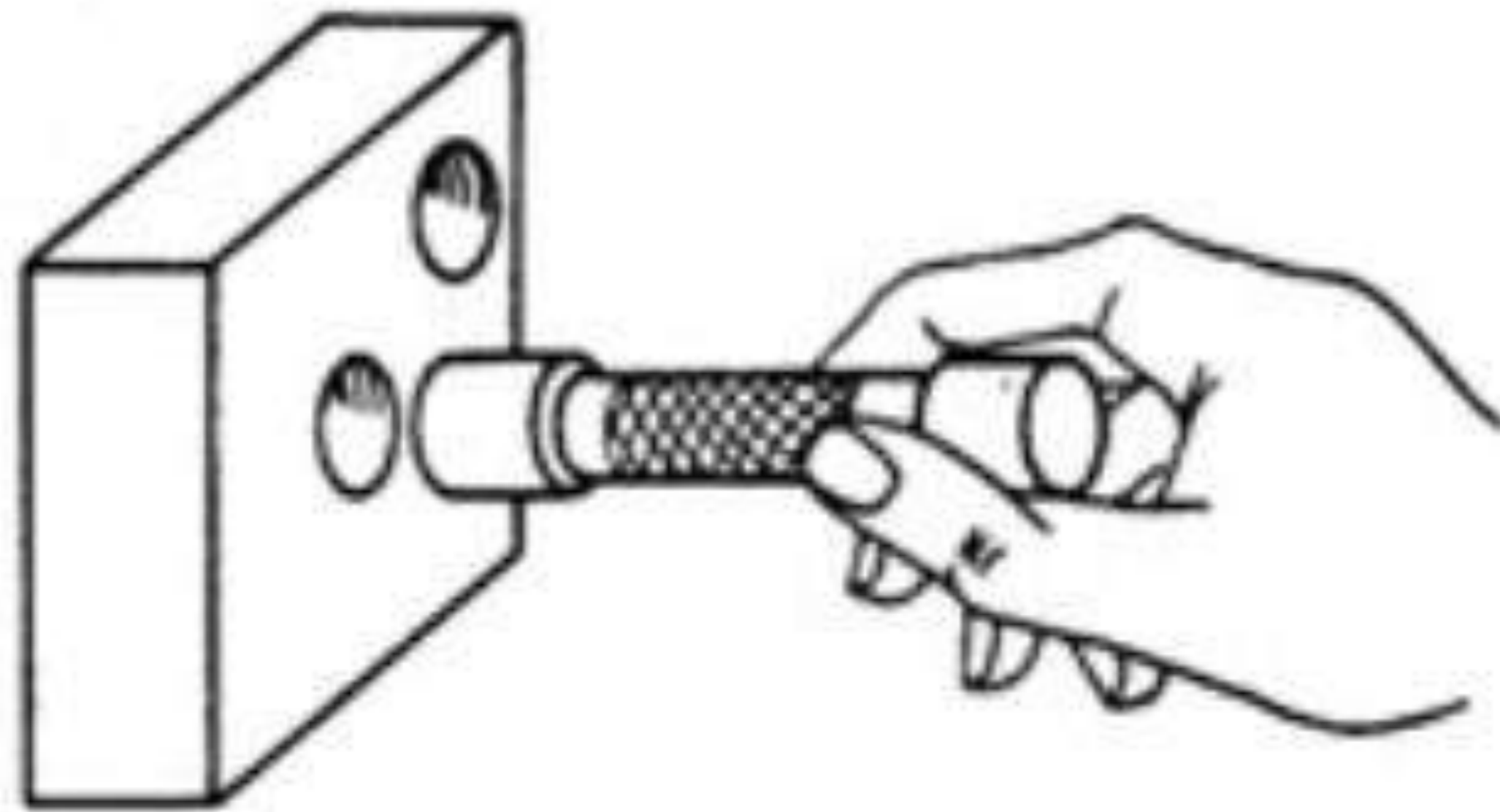


PENGUKURAN TAK LANGSUNG

Pengukuran yang dilaksanakan dengan memakai beberapa jenis alat ukur berjenis pembanding/komparator, standar dan bantu.



Pengukuran tak langsung dengan (a) alat ukur standar, (b) alat ukur pembanding, dan (c) alat ukur bantu

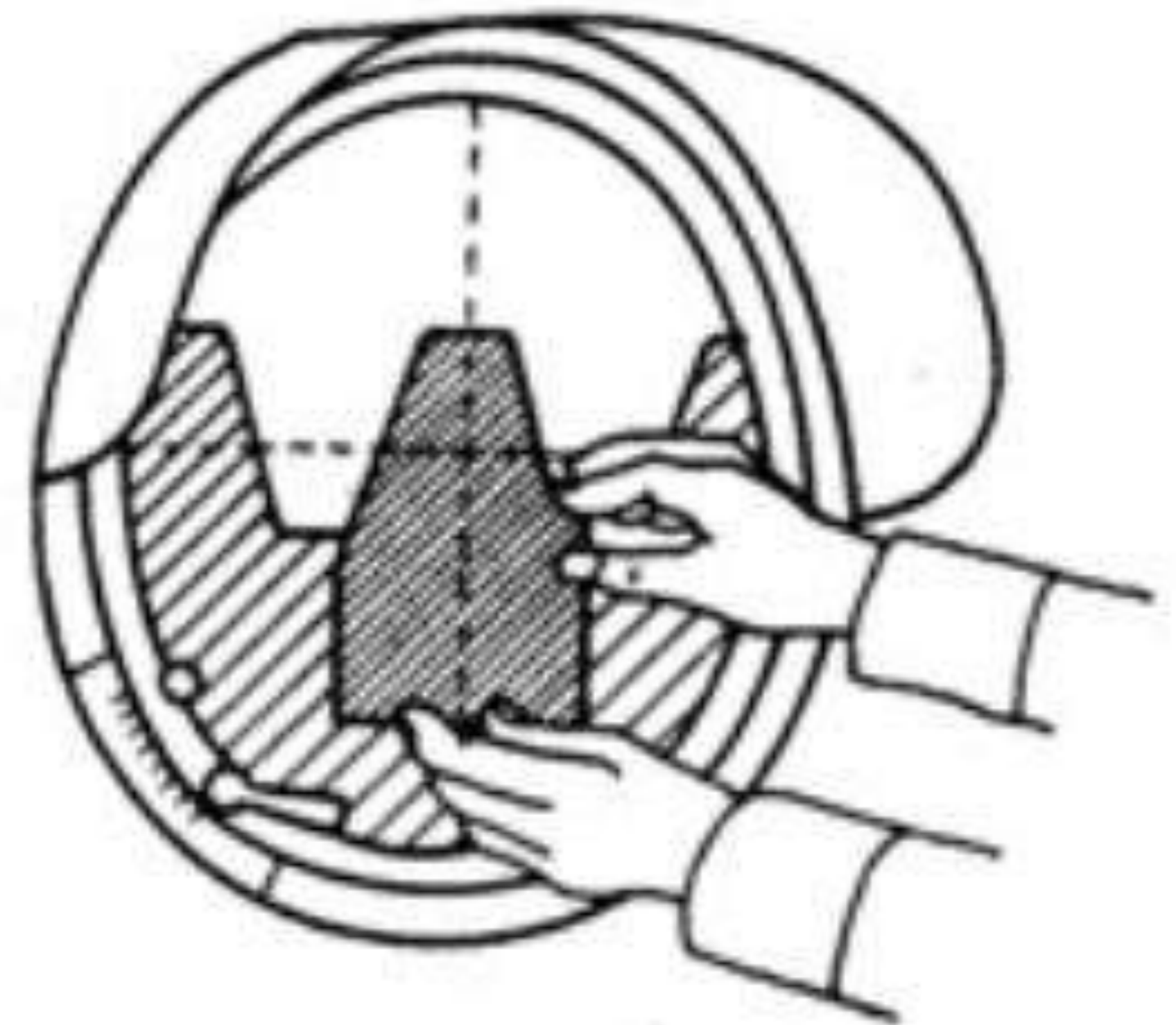


PEMERIKSAAN DENGAN KALIBER BATAS

Proses pemeriksaan untuk memastikan apakah nilai *measurand* terletak di dalam atau luar daerah toleransi, bentuk dan atau posisi.

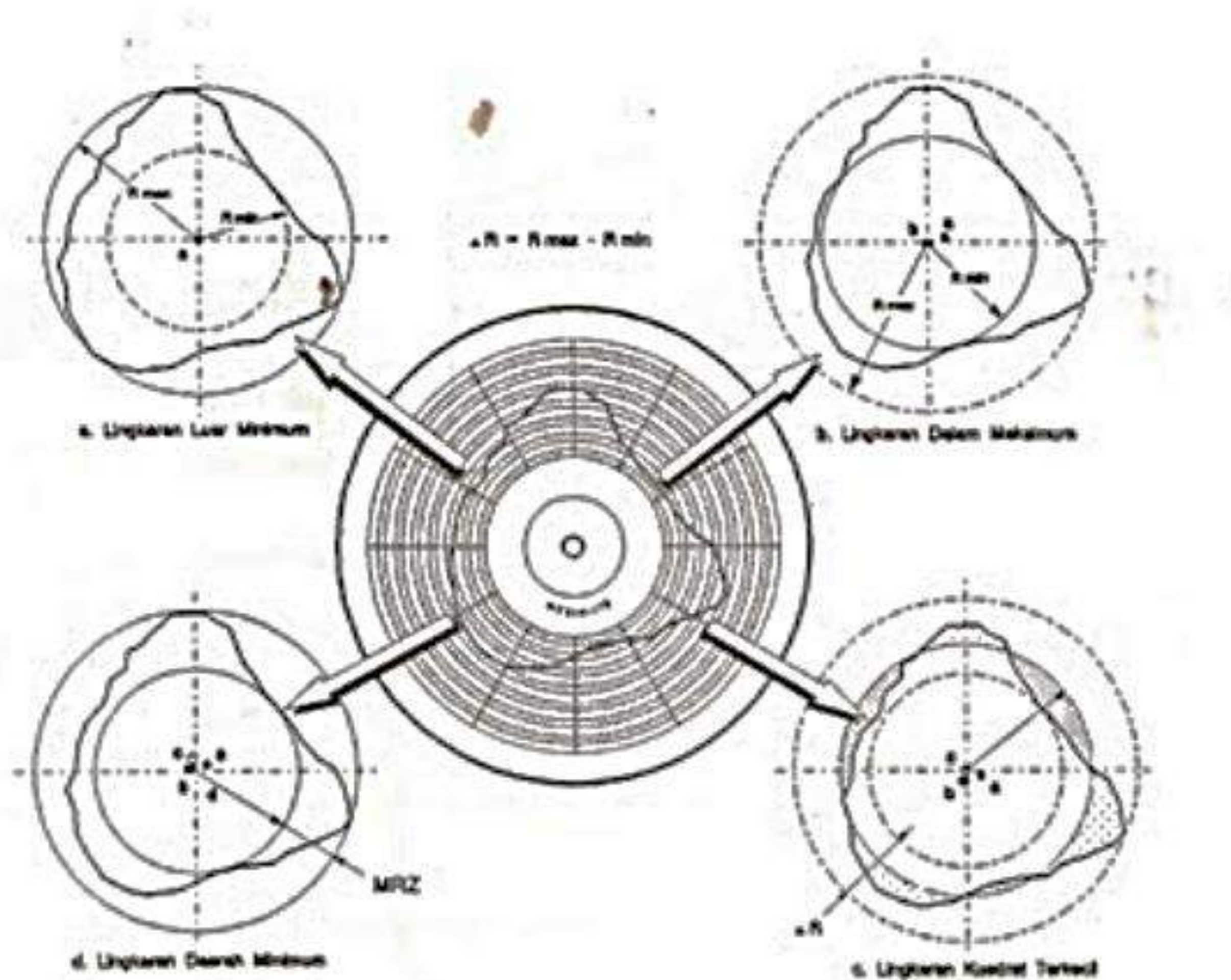
PERBANDINGAN DENGAN BENTUK ACUAN

Proses membandingkan suatu produk dengan suatu bentuk acuan yang ditetapkan pada layar atau alat ukur proyeksi.



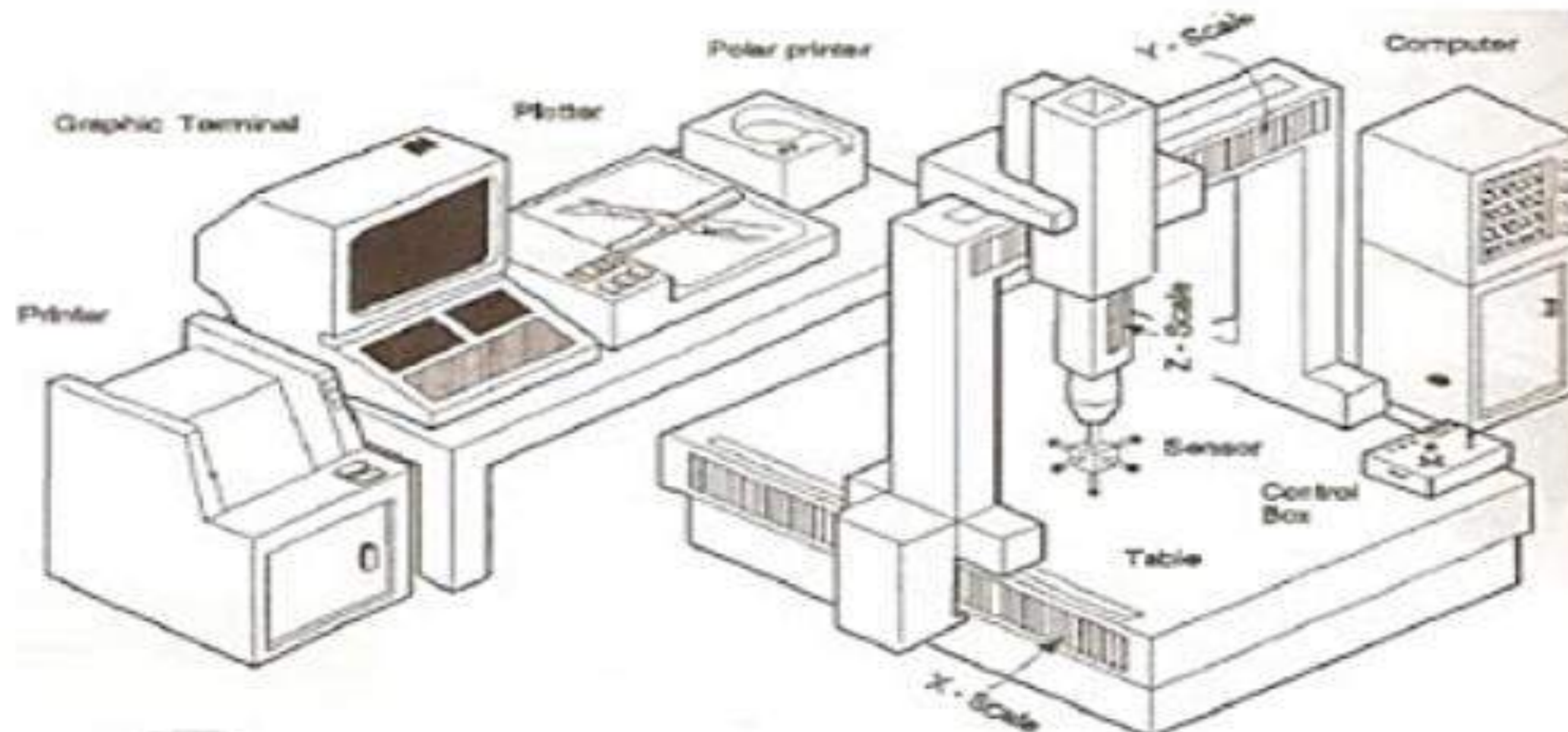
PENGUKURAN GEOMETRI KHUSUS

Pengukuran geometri dengan memperhatikan imajinasi daerah toleransinya. Alat ukur dan prosedur pengukuran dirancang dan dilaksanakan secara khusus.

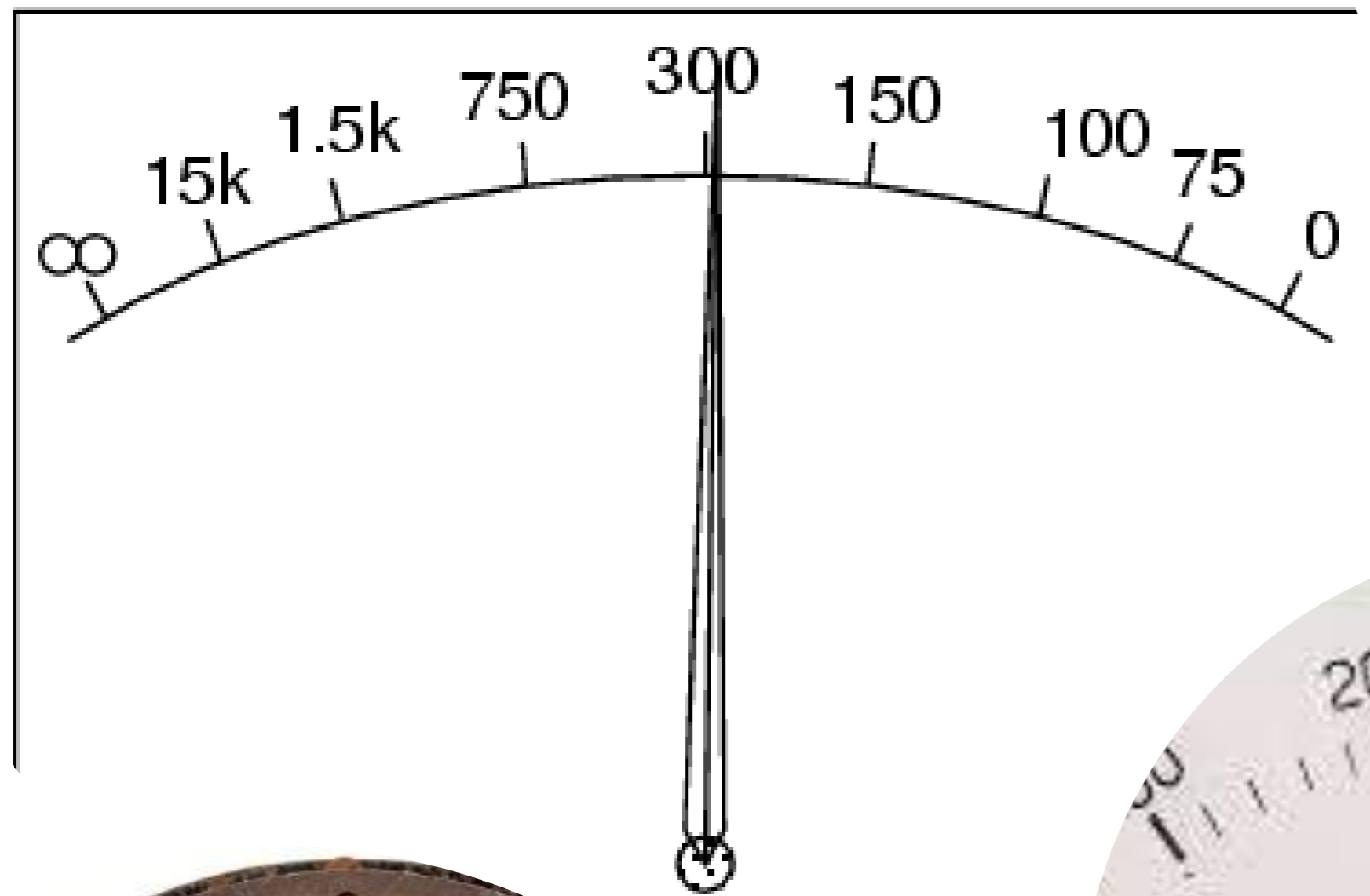


PENGUKURAN DENGAN MESIN UKUR KOORDINAT

Mesin ukur yang memiliki tiga sumbu gerak yang membentuk sumbu koordinat kartesian (X,Y,Z) dan dioperasikan dengan prosedur tertentu



An ohmmeter's logarithmic scale

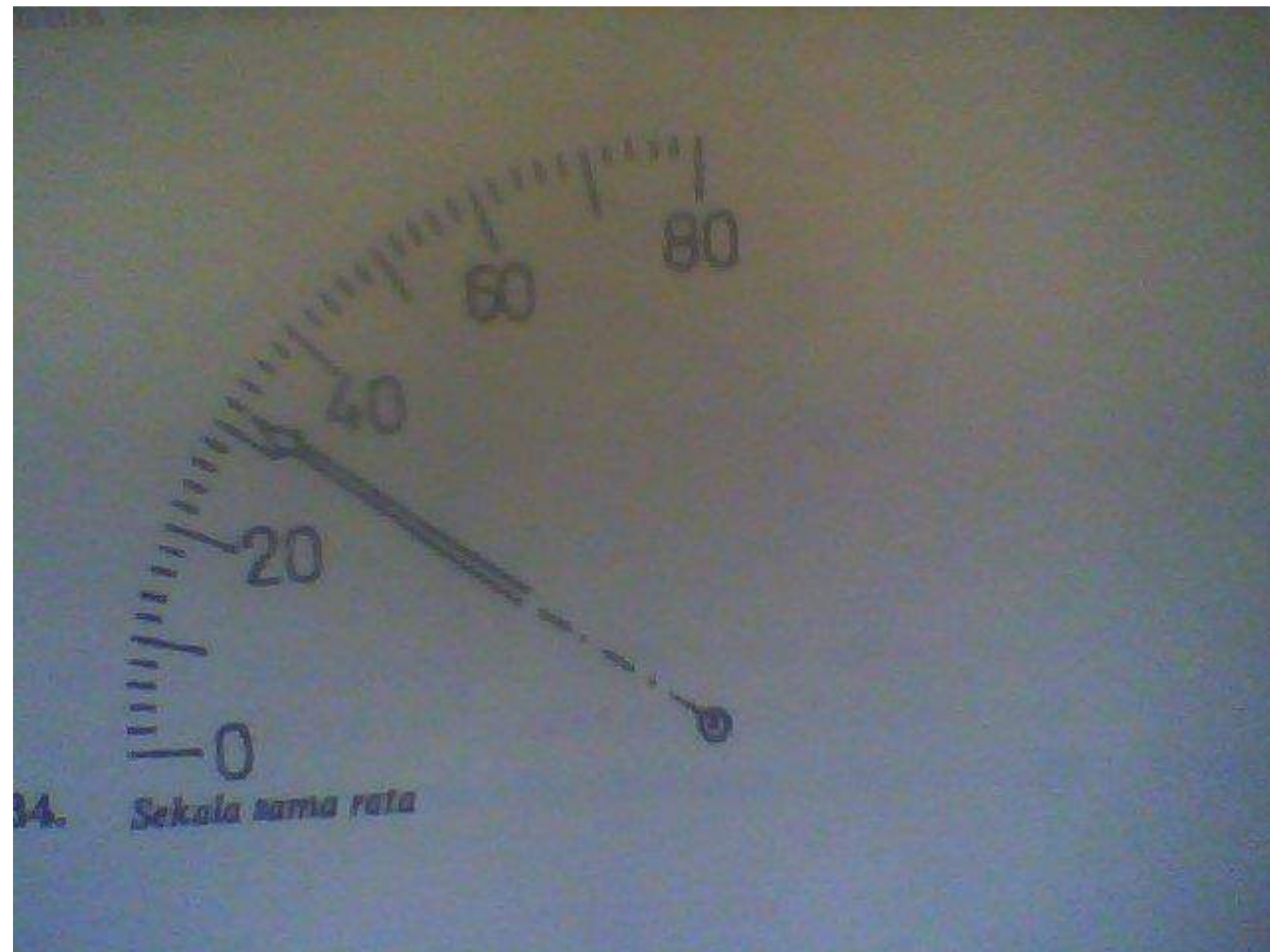


JENIS ALAT UKUR

1. **Alat ukur skala LINEAR**, adalah skala yang terdiri dari pembagian ruang, bagian atau proporsi yang sama.
2. **Alat ukur skala NON LINEAR**, skala yang terdiri dari pembagian ruang, bagian atau proporsi yang tidak sama. Ini berarti bahwa garis, kisi atau tanda/ skala di instrumen tsb tidak sama atau konstan dalam nilai atau ukuran.



ALAT UKUR SKALA LINEAR

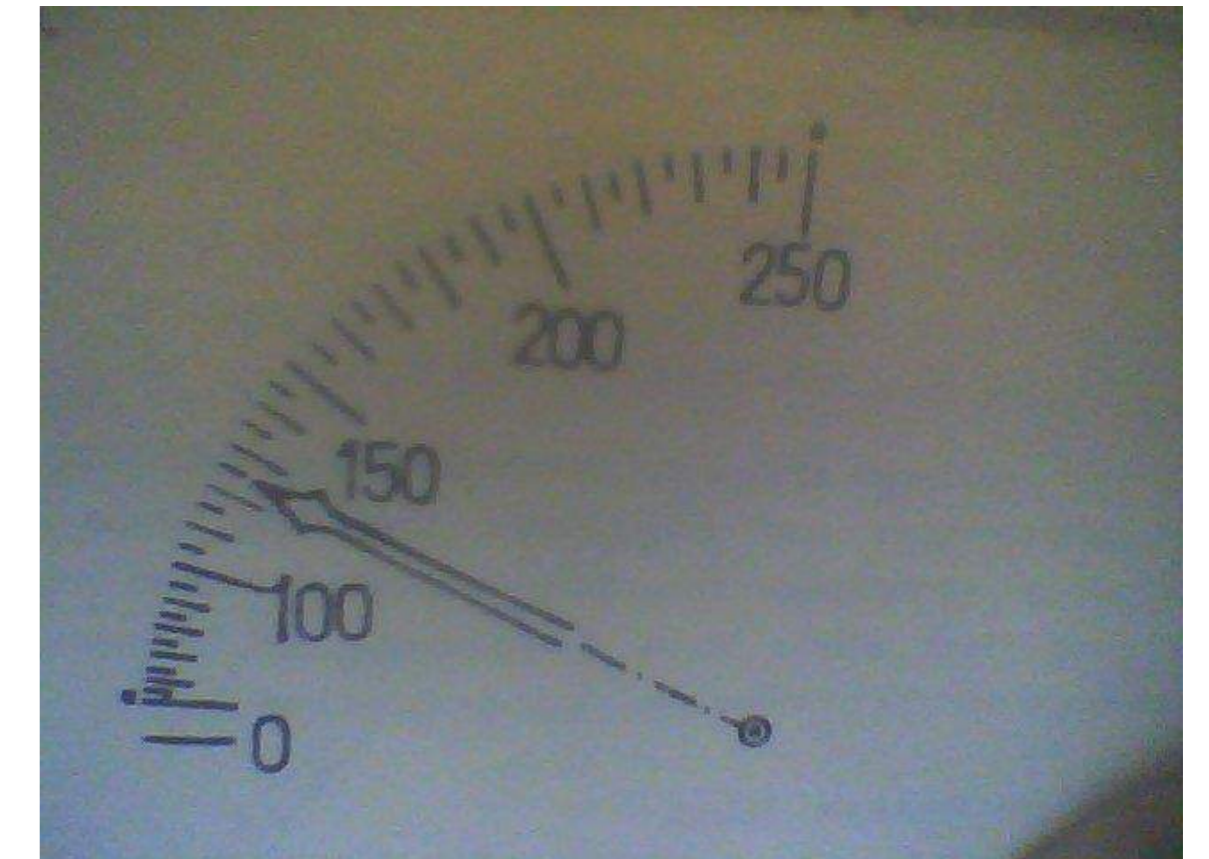


- Pada alat ukur skala linear, skala antara satu dengan yang lain berjarak sama, sehingga pembacaan harga yang terletak antara dua buah garisnya mudah dibaca.
- Pemakaian skala ini umumnya untuk arus searah.

ALAT UKUR SKALA NON LINEAR

SKALA KUADRATIS

- Skala pada permulaan lebih sempit dari pada skala selanjutnya atau tidak sama rata. Sehingga untuk membaca hasil penunjukkan jarum yang terletak antara dua buah garis sekalanya agak sukar.
- Pemakaian skala ini pada pengukuran arus bolak-balik.



SKALA YANG BERAWAL BESAR DAN BERAKHIR SEMPIT

- Skala ini biasanya diperlukan pada motor-motor listrik supaya dapat membaca arus kerjanya.



ANGKA PENTING (*Significant t Figures*)

Banyaknya Angka Penting merupakan indikasi ketepatan pengukuran dan memberikan informasi aktual mengenai kebesaran dan ketepatan pengukuran.

Makin banyak Angka Penting, maka ketepatan pengukuran menjadi lebih besar.

Contoh Definisi Angka Penting (AP):

$I = 2 \text{ A} \rightarrow 1 \text{ AP} \rightarrow$ nilai kuat arus akan lebih mendekati 2 A daripada 1 A atau 3 A.

$I = 2,0 \text{ A} \rightarrow 2 \text{ AP} \rightarrow$ nilai kuat arus akan lebih mendekati 2,0 A daripada 1,9 A atau 2,1 A.





ATURAN ANGKA PENTING (AP)

- 
1. Semua angka bukan nol adalah angka penting.

Contoh: Angka 343245 memiliki enam AP.

2. Angka nol di belakang angka bukan nol adalah bukan angka penting, kecuali diberi tanda khusus misal garis bawah.

Contoh: Angka 120 memiliki dua AP yaitu 1 dan 2.

3. Angka nol yang terletak di antara dua angka bukan nol adalah angka penting.

Contoh: Angka 40700 memiliki tiga AP yaitu 4, 0 dan 7.

4. Angka nol di depan angka bukan nol adalah bukan angka penting.

Contoh: Angka 0,0065 memiliki dua AP yaitu 6 dan 5.

5. Angka nol di belakang tanda desimal dan mengikuti angka bukan nol adalah angka penting.

Contoh: Angka 5,600 memiliki empat AP yaitu 5, 6, 0 dan 0.





OPERASI HITUNG ANGKA PENTING (AP)

A. Pembulatan

Aturan dalam pembulatan angka penting adalah sebagai berikut.

1. Angka lebih dari 5 dibulatkan ke atas dan angka kurang dari 5 dihilangkan.

Contoh:

- a. 246,86 dibulatkan menjadi 246,9
- b. 416,64 dibulatkan menjadi 416,6

2. Apabila tepat angka 5, dibulatkan ke atas jika angka sebelumnya angka ganjil, dan dihilangkan jika angka sebelumnya angka genap.

Contoh:

- a. 326,55 dibulatkan menjadi 326,6
 - b. 246,65 dibulatkan menjadi 246,6
- 




OPERASI HITUNG ANGKA PENTING (AP)

B. Penjumlahan & Pengurangan

Operasi pengurangan & penjumlahan angka penting mengikuti aturan sebagai berikut: Penulisan hasil operasi penjumlahan & pengurangan hanya boleh memiliki satu angka ragu-ragu / taksiran / angka tak pasti.

Contohnya : 12 cm (2 adalah angka tak pasti) + 2,85 cm (5 angka tak pasti) = 14,85 (4 dan 5 adalah Angka tak pasti) kemudian, dibulatkan agar hanya ada 1 angka tak pasti, menjadi 15.






OPERASI HITUNG ANGKA PENTING (AP)

C. Perkalian & Pembagian

Operasi perkalian dan pembagian mengikuti aturan sebagai berikut.

Jumlah angka penting pada hasil akhir harus mengikuti jumlah angka penting yang paling sedikit. Untuk perkalian dan pembagian angka penting dengan angka eksak, hasil akhir mengikuti jumlah angka penting tersebut.

Contohnya : 125 cm (3 AP) dikalikan 10 (1 AP) = 1250, karena masih ada 3 AP, maka harus dijadikan 1 AP saja. Sehingga hasilnya menjadi 1000 (1 angka penting).





1. $35,6 + 56,27 =$

2. $4,337 + 84,7128 =$

3. $88,489 + 7,133 + 6,5 =$

4. $19,117 - 8,11 =$

5. $7,6924 + 9,6 - 4,888$

6. $0,03 \times 7 \times 210 =$


7. $0,004 \times 5280 =$

8. $12,4 \times 12,8 \times 16 =$

9. $500,55 / 5,11 =$

10. $1000 / 19,7 =$



- 
1. $35,6 + 56,27 = 91,9$
 2. $4,337 + 84,7128 = 89,050$
 3. $88,489 + 7,133 + 6,5 = 102,1$
 4. $19,117 - 8,11 = 11,01$
 5. $7,6924 + 9,6 - 4,888 = 12,4$

 6. $0,03 \times 7 \times 210 = 40$
 7. $0,004 \times 5280 = 20$
 8. $12,4 \times 12,8 \times 16 = 2500$
 9. $500,55 / 5,11 = 98,0$
 10. $1000 / 19,7 = 50$

