

Pengukuran Kalibrasi dan Standardisasi: Peran Ilmu Fisika dalam Penguatan Ekonomi dan Industri Nasional *)



Oleh : Margi Sasono

- ✓ **Dosen Fisika Melins (Metrologi-Material Elektronika-Instrumentasi) FAST-UAD Yogyakarta**
- ✓ **Direktur PT. Adi Multi Kalibrasi (AMK) Yogyakarta.**

***) Disampaikan dalam acara MGMP Guru Fisika Yogyakarta
Yogyakarta, 18 Januari 2024**

Metrology/Metrologi ?



So, it's about rain and thunderstorms?



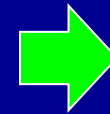
Oh, sorry, it's *metrology*, not meteorology!

It will all be about measurement...



Metrologi

The Science of Measurement
Ilmu Pengukuran



*physics is based on
experimental observations
and quantitative
measurements*

✓ **Metrologi ≠ Meteorologi**

Pemerintah RI:

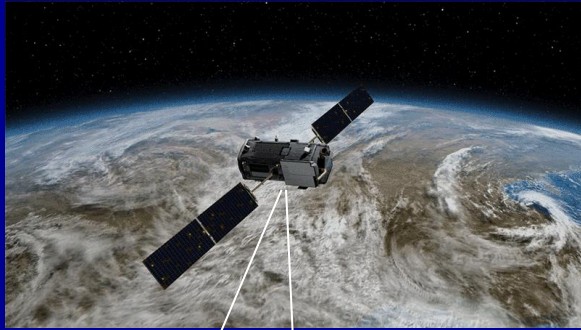
Direktorat Metrologi

≠

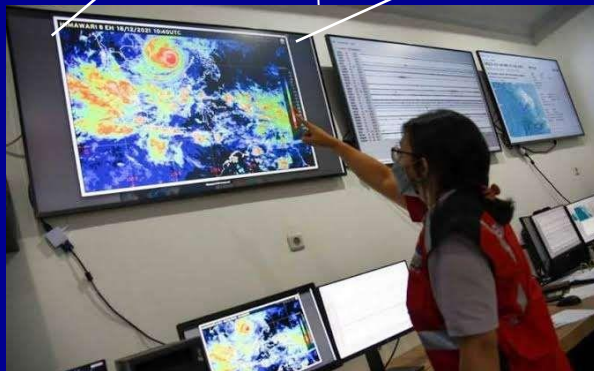
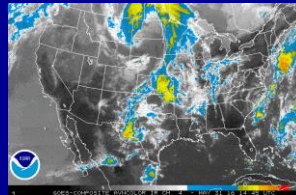
**Badan Meteorologi,
Klimatologi, dan Geofisika**



Meteorologi butuh metrologi (1)



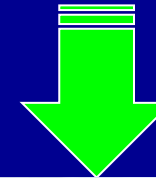
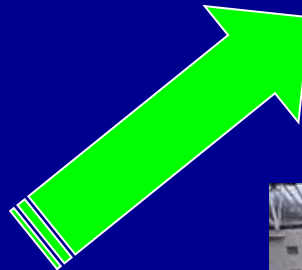
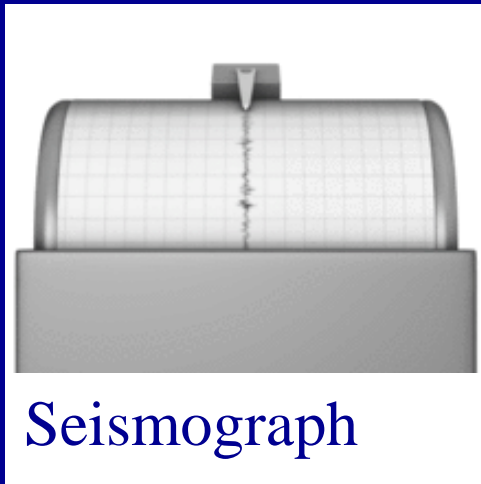
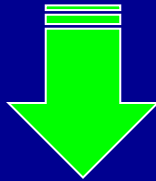
Hasil pengukuran



Hasil pengukuran

Meteorologi butuh metrologi (2)

Hasil pengukuran



Metrologi (Fisika Metrologi)

☐ Kehidupan kita sehari-hari



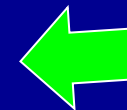
Metrology

Measurements in daily life

World Metrology Day
20 May
www.worldmetrologyday.org



Hari Metrologi Dunia



Measurements in daily life

Aktivitas mengukur dalam hidup sehari-hari

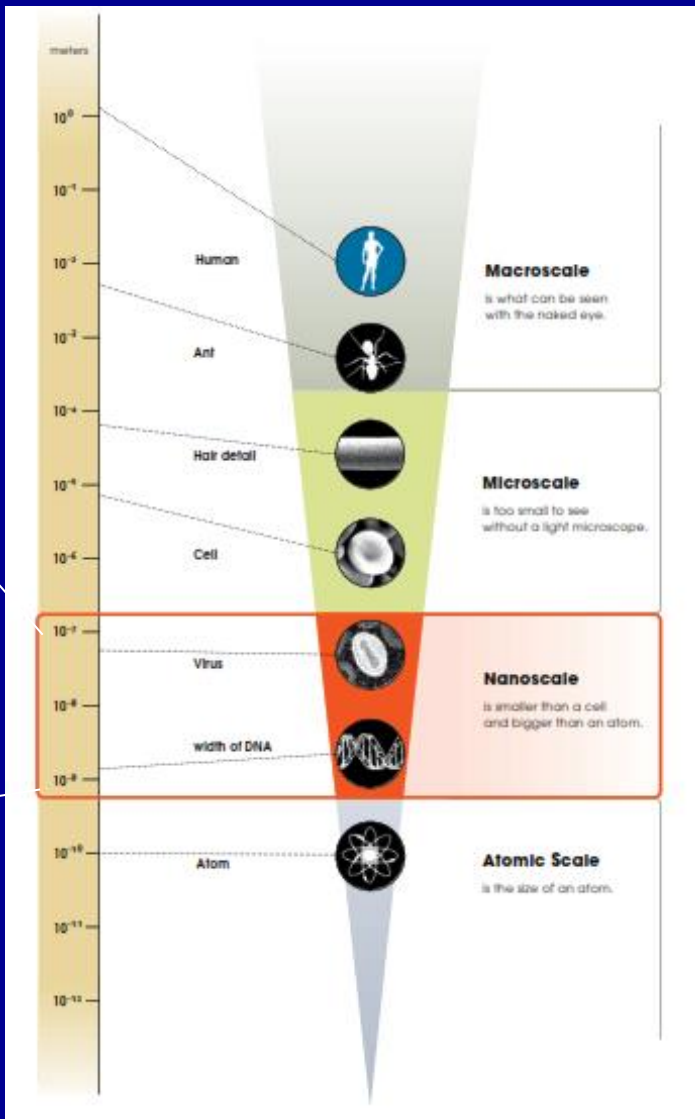
Nanometrology



NIST Next-Generation Nanometrology research.^[1]

Nanometrology is a subfield of metrology, concerned with the science of measurement at the nanoscale level.

Microscopic to Macroscopic measurements

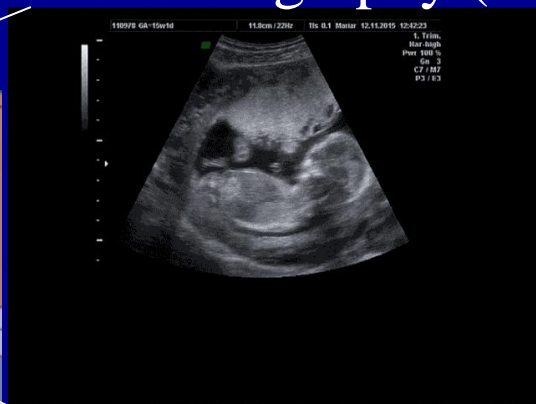


CONTOH-CONTOH AKTIVITAS PENGUKURAN MASYARAKAT

(1)

01. Pengukuran di dalam proses kelahiran di RS/Klinik

Ultrasonography (USG)



Sudah lahir



Penimbangan bayi



Baby incubator



Pengukuran tinggi

Instrumen ukur Medis

CONTOH-CONTOH AKTIVITAS PENGUKURAN MASYARAKAT

(2)

02. Pengukuran di bidang energi

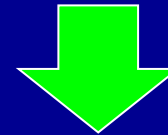


POM Bensin

Instrumen pengukuran



Pengisian Gas



(3)

03. Pengukuran di bidang kelistrikan



Kwh Meter



Ngecas HP



(4)

... dan lain-lain

Mengapa kita begitu yakin dan percaya bahwa naik pesawat terbang aman?

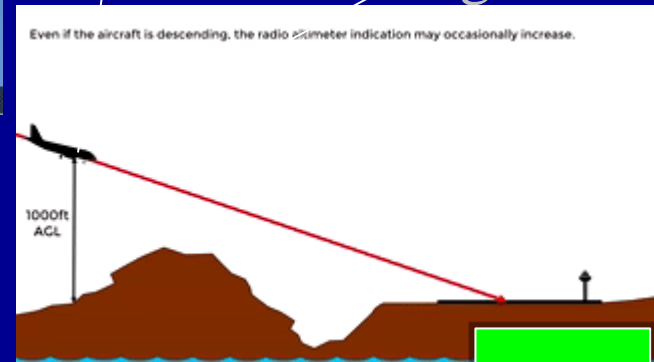
Aktivitas sebelum take-off



Altimeter



Landing ...



Ruang Lingkup Metrologi dibagi menjadi 3



✓ **Metrologi Ilmiah/Fundamental**



✓ **Metrologi Terapan/Teknis/Industri**



✓ **Metrologi Legal**



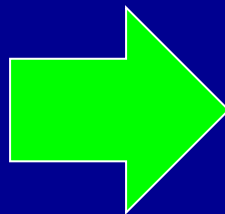
✓ Metrologi Ilmiah/Fundamental

- Fokus pada pengembangan/pendirian satuan pengukuran dan sistem satuan
- Pengembangan metode baru pengukuran.
 - Realisasi satuan pengukuran.
- Transfer **ketertelusuran metrologi** kepada masyarakat pengguna.

Ketertelusuran → hasil pengukuran terlacak/tertelusur) ke **standar pengukuran Internasional (SI)**

SUMBER:

Bureau
International des
Poids et
Mesures



Badan Metrologi Dunia
Bermarkas di Perancis



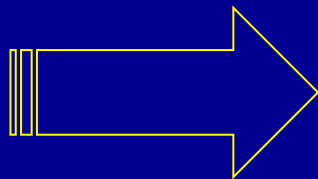
✓ **Contoh Metrologi Ilmiah/Fundamental**
Revisi Standar Internasional (SI) → Mei 2019



The International System of Units (SI)

base unit	symbol	defining constants	symbol	Value
kilogram	kg	Planck constant	h	$6.626\,070\,15 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$
metre	m	speed of light in a vacuum	c	$299\,792\,458 \text{ m/s}$
second	s	hyperfine transition frequency of caesium atom	$\Delta\nu_{\text{Cs}}$	$9\,192\,631\,770 \text{ Hz}$
ampere	A	elementary charge	e	$1.602\,176\,634 \times 10^{-19} \text{ C}$
kelvin	K	Boltzmann constant	k	$1.380\,649 \times 10^{-23} \text{ J/K}$
mole	mol	Avogadro constant	N_A	$6.022\,140\,76 \times 10^{23} \text{ /mol}$
candela	cd	luminous efficacy of monochromatic radiation of frequency 540 THz	K_{cd}	683 lm/W

Contoh kasus Standar Internasional besaran pokok massa
 Lama Baru (Mei 2019)



Konstanta Planck

$h = 6,626\,070\,15 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ ↔ kilogram - konstanta Planck

1 kg = 1 kg Platinum-Iridium

Ketertelusuran Metrologi

(Ketertelusuran hasil-hasil pengukuran ke SI)



Standar ukur Internasional
BPIM
(Badan Metrologi Dunia)

Kalibrasi

NMI (National Metrology Institutes)

SNSU-BSN RI

Standar Nasional Satuan Ukur
Badan Standardisasi Nasional



Kalibrasi

Laboratorium Standar Kerja/industri
(Laboratorium Kalibrasi dan Pengujian
Berdasarkan ISO/IEC 17025:2017)



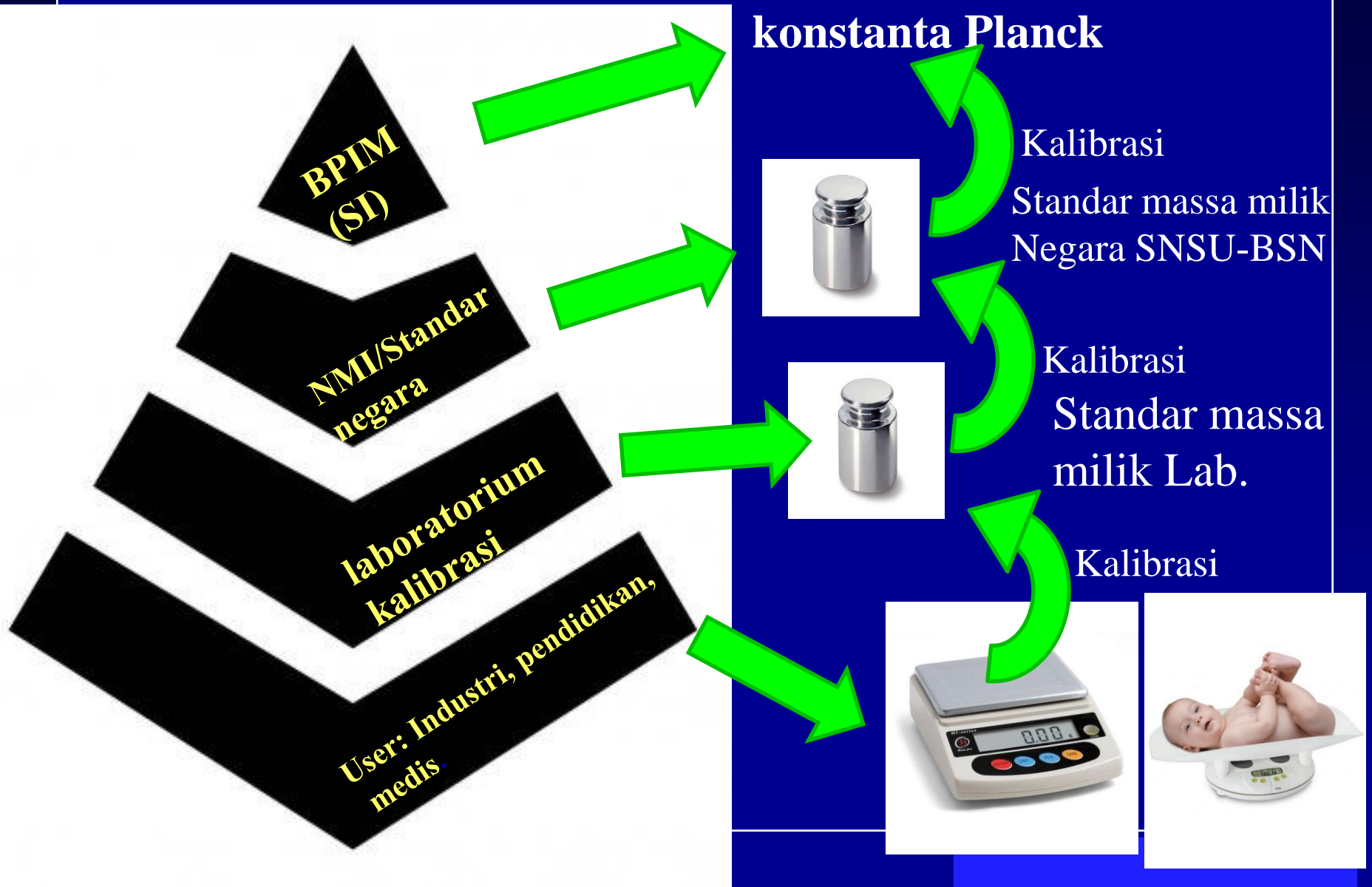
Kalibrasi

Alat/instrumen ukur di masyarakat



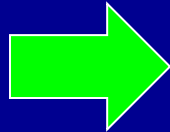
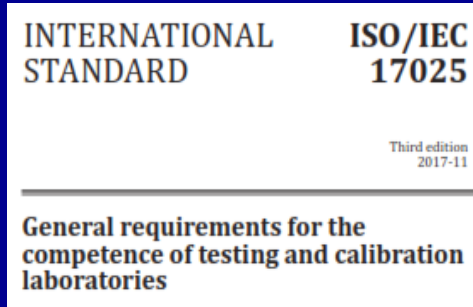
Hasil pengukuran tertelusur ke SI

□ Keterlusuran pengukuran massa (kg)

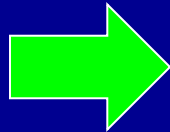
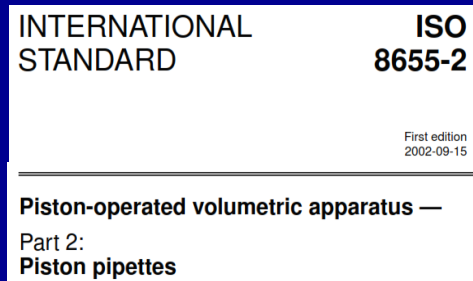


□ Contoh aktivitas metrologi ilmiah

Standardisasi Internasional



Standar Internasional pengelolaan laboratorium kalibrasi dan pengujian



Standar Internasional kalibrasi mikropipet (pipet)

... dan lain-lain

□ Contoh aktivitas metrologi ilmiah

Standardisasi Nasional



Standardisasi



□ Contoh aktivitas metrologi ilmiah

Standardisasi Nasional



SNI ADA DI SEKITAR KITA...

Susu UHT
(ultra high temperature)
SNI 1 -3950-1998



Garam konsumsi
beriodium
SNI 1 -3556-2010

Minyak Goreng
[SNI 3741:2013](#)



Terigu
SNI 01-3751-2006



Margarin
SNI 1 -3541-2002



Sistem Pangan
Organik
SNI 01-6729-2002



SNI

□ Contoh aktivitas metrologi ilmiah

Standardisasi Nasional

BSN

SNI ADA DI SEKITAR KITA...

SNI 06-0486-1989
Jaket Kulit

SNI 1811:2007
Helm Pengendara
Sepeda Motor

SNI 06-0250-1989
Sarung Tangan Kulit

SNI 0038 : 2009
Aki

SNI 06 7069.202005
Minyak Pelumas
Motor Bensin

SNI 2770.2-2009
Kaca Spion Motor

SNI 06-7031-2004
Karet Pegangan Setang
(grip handle) Sepeda
Motor

SNI 4658:2008
Pelek Kendaraan Bermotor
Beroda Dua

SNI 06-0101-2002
Ban Sepeda Motor

... dan lain-lain

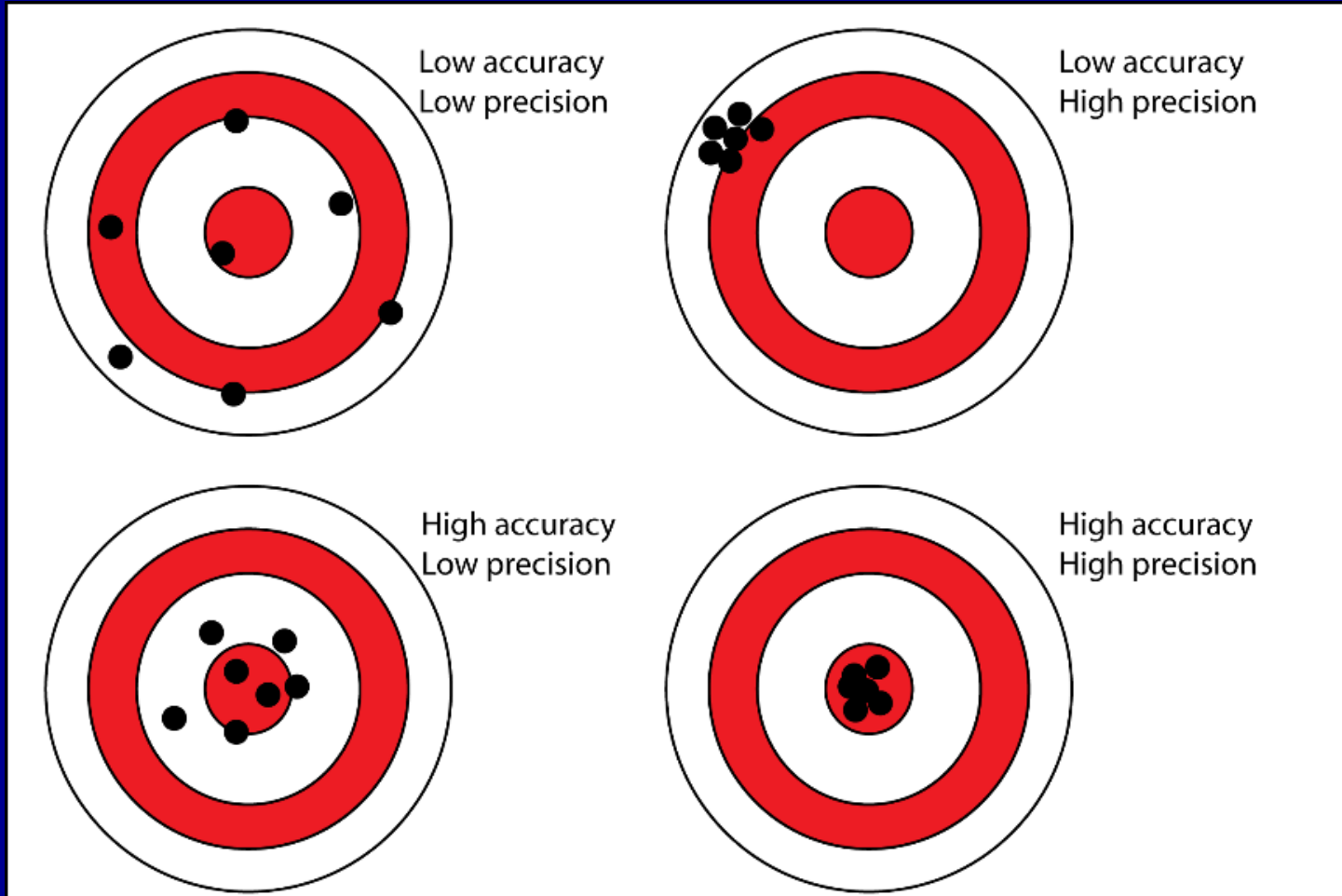


✓ Metrologi Terapan/Teknis/Industri

- Fokus pada penerapan metrologi (ilmu pengukuran) untuk :
- kepentingan Industri /Pabrik dan proses produksi lainnya serta manfaatnya bagi masyarakat luas.
 - memastikan kesesuaian atau menjamin tingkat **akurasi** (*quality control*) dan keterlusuran metrologi semua instrumen/alat ukur melalui proses **kalibrasi.**



✓ Metrologi Terapan/Teknis/Industri



Tujuan Kalibrasi Peralatan/Instrumen Ukur

❑ **It determines accuracy of the measured data**

- **menjamin akurasi alat/instrumen ukur/material (bahan) ukur**

❑ **It provides traceability to the measurement**

- **Membuat jaminan bahwa peralatan/instrumen/bahan ukur tertelusur ke SI**



Calibration is essentially the comparison, under specified conditions, with a higher standard, which is traceable to a national or international standard, or an acceptable alternative.

□ Contoh Kasus: Kalibrasi Termometer Komparasi



Termometer
Ruang yang
kita akan
kalibrasi



Chamber (Ruang tiruan)
yang memiliki suhu tetap
dan dapat diatur nilainya



sensor

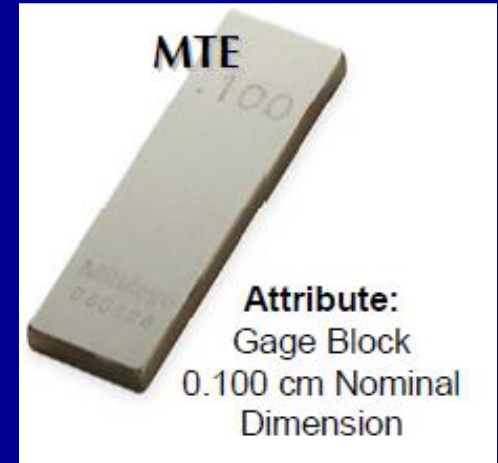
Termometer Standar
dengan spesifikasi
lebih tinggi
(sensitivitas dan
resolusi tinggi) dan
tertelusur ke SI

□ Contoh Kasus: Kalibrasi Mikrometer



Mikrometer yang kita akan kalibrasi

Kalibrasi membandingkan nilai yang ditetapkan standar dengan yang diukur dengan mikrometer



Standar material gauge block dengan ukuran tertentu yang sudah tertelusur ke SI



Proses kalibrasi mikrometer

BISNIS/INDUSTRI JASA KALIBRASI PERALATAN KESEHATAN

Dasar hukum

UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA

NOMOR 44 TAHUN 2009

TENTANG

RUMAH SAKIT

Bagian Ketujuh

Peralatan

Pasal 16

- (1) Persyaratan peralatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 7 ayat (1) meliputi peralatan medis dan nonmedis harus memenuhi standar pelayanan, persyaratan mutu, keamanan, keselamatan dan laik pakai.
- (2) Peralatan medis sebagaimana dimaksud pada ayat (1) harus diuji dan dikalibrasi secara berkala oleh Balai Pengujian Fasilitas Kesehatan dan/atau institusi pengujian fasilitas kesehatan yang berwenang

(2) Peralatan . . .



✓ KEMAMPUAN KALIBRASI PT. AMK

Kalibrasi Lampu Operasi



Uji Kebocoran Tabung X-Ray



✓ KEMAMPUAN KALIBRASI PT. AMK



Kalibrasi Baby Incubator

✓ KEMAMPUAN KALIBRASI PERALATAN KESEHATAN PT. AMK



Daftar kemampuan kalibrasi alat

- Mesin Anesthesia Vaporizer
- Mesin Anesthesia Ventilator
- Autoclave
- Autorefractometer
- Baby Incubator/ Incubator Perawatan
- Bed Side Monitor
- Bio Safety Cabinet
- Blood Bank
- Blood Warmer
- Centrifuge
- Cardiotocograph (CTG)
- Defibrillator/ DC Shock
- Dental Unit
- Doppler
- Electrocardiograph (ECG)
- Electro Myograph
- Electrostimulator (EST)
- Electrosurgery Unit (ESU)
- ENT Treatment (Ear Nose Throat)
- Fotometer Semi Otomatis
- Freezer Laboratorium
- Flow meter
- Head Lamp
- Hematology Analyzer
- High Flow Nassa Cannula
- Infant Warmer
- Infusion Pump
- Incubator Laboratory
- Refrigerator Laboratory
- Lampu Operasi
- Lampu Tindakan
- Lampu Infra Red Therapy
- Laminar Air Flow
- Laryngoscopy
- Light Curing
- Nebulizer
- Oven
- Oksigen Konsentrator
- Photo Therapy Unit/ Blue Light
- Pulse Oximetri (SPO2 Monitor)
- Sphygmomanometer/ Tensimeter
- Blood Pressure Monitor (BPM)/ Tensimeter Digital
- Traksi
- Spectrofotometer
- Spirometer
- Sterilisator Kering
- Sterilisator UV
- Suction Pump
- Syringe Pump
- NST
- Timbangan Bayi/ Badan
- Timbangan Analitik
- Neraca Obat (Non Digital)
- Ultrasound Therapy (UST)
- Ultra Sonograph (USG)
- Vacuum Extractor
- Vaporizer
- Ventilator
- Water Seal Drainage (WSD)
- Mikropipet Fix dan Variabel
- Mikroskop
- CPAP
- Water Bath
- Rotator
- Oxygen Concentrator
- Thermohyrometer
- Thermometer Badan Digital
- Thermometer Infra Red
- General Purpose X-Ray
- Mobile X-Ray
- CT-Scan
- Dental X-Ray
- Glassware max 100ml
- dll

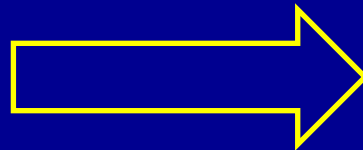


- Fokus pada hasil-hasil pengukuran / kriteria instrumen ukur untuk memenuhi persyaratan Undang-undang , Regulasi, Peraturan, yang sudah ditetapkan oleh suatu negara.

ADA PENGUKURAN



hasil-hasil pengukuran
memenuhi syarat / patuh



ADA PRODUK HUKUM
(UNDANG-UNDANG,
PERATURAN..dll)





Ruang lingkup

- Untuk transaksi perdagangan (jual-beli) yang jujur/fair.
- Untuk proteksi atau jaminan keamanan kesehatan masyarakat.
- Untuk jaminan keamanan masyarakat secara umum dan luas.
- Untuk jaminan keamanan terkait lingkungan hidup.
- Untuk kepentingan forensik.

Contoh Kasus Metrologi Legal

- o Untuk perdagangan (jual-beli) yang jujur/fair.



Semua hasil pengukuran yang dikonversi menjadi nilai Rupiah (Rp) → Metrologi legal perdagangan

Contoh Kasus Metrologi Legal

- o Untuk perdagangan (jual-beli) di SPBU(POM Bensin)

Pemerintah menetapkan harga per liter



SPBU menyesuaikan
(mengeset harga per liter)



Transaksi di masyarakat



Mesin pompa ini perlu dijamin akurasi. Biasanya ada proses tera oleh UPTD Metrologi legal Kab/Kota

Contoh Kasus Metrologi Legal

o Pembelian beras di pasar rakyat

Pemerintah menetapkan harga per kg



Transaksi perdagangan di masyarakat

Timbangan milik pedagang perlu dijamin akurasinya.

Biasanya ada proses tera oleh UPTD Metrologi legal Kab/Kota



- Untuk proteksi atau jaminan keamanan kesehatan masyarakat.



- ✓ Hasil pengukuran tekanan darah pasien dengan alat tensimeter tidak ada konversinya, misalnya 1 mmHg = Rp...??...Tetapi negara dalam hal ini membuat UU atau peraturan tentang standar kelayakan alat ukur kesehatan. Begitu juga dengan alat kesehatan lainnya.

- Untuk jaminan keamanan masyarakat secara umum dan luas.

Jembatan penyeberangan



Keamanan lift



Kabel yang semrawut



- Untuk jaminan keamanan terkait lingkungan hidup.



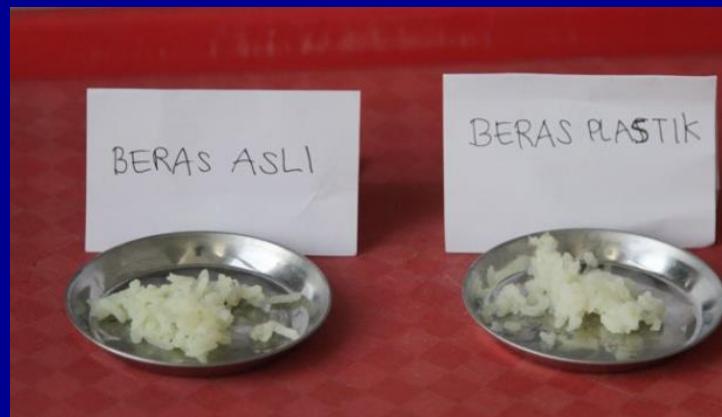
- o Untuk kepentingan forensik.



Uji balistik peluru



Uji kandungan sianida pada kopi



Kenapa metrology penting?



Kelvin: "if you cannot measure it, you cannot improve it"

Why Metrology is Essential?

The Logic Chain of Quality

- no quality without quality control,
- no quality control without measurements,
- no measurements without calibration,
- no calibration without calibration laboratories,
- no calibration laboratories without traceability,
- no traceability without measurement standards,
- no measurement standards without metrology

**TERIMA KASIH
MATUR NUWUN**