PENGANTAR KULIAH

SISTEM PENGUKURAN

Disusun oleh:
Dr. Yeffry Handoko Putra, S.T, M.T

SISTEM PENGUKURAN

DESKRIPSI KULIAH

- Kuliah Sistem Pengukuran membahas konsep dan metoda yang diterapkan pada suatu sistem pengukuran.
- Kuliah ini meliputi pembahasan berikut :
  - Aplikasi Sistem Pengukuran
  - Konfigurasi Dasar Sistem Pengukuran,
    - pembagian elemen fungsional instrumen pengukuran,
    - Sinyal dan Gangguan
    - Metoda null, dan defleksi, operasi mode analog dan digital
  - Performansi Umum Karakteristik Instrumen pengukuran
    - Karakteristik Statik: Akurasi, Presisi, Bias, Kesalahan, Sensitivitas Statik: histerisis dan dead space, resolusi, threshold, dsb. Impedansi input dan efek pembebanan statik
    - Karakteristik Dinamik: Sistem orde nol, orde I, orde II dan orde tinggi. Tipe satu dan tipe II. Respons Sistem dalam domain waktu, respons sistem dalam domain frekuensi.
    - Identifikasi Parameter sistem
  - Pengukuran Besaran Fisika: gerak (jarak, kecepatan, aselerasi, jerk), gaya dan daya, tekanan, temperatur, level

1

SISTEM PENGUKURAN

TUJUAN

Setelah mengikuti perkuliahan ini mahasiswa dapat

- **Memahami konsep dasar dan aplikasi sistem pengukuran**
- **Memahami konsep kalibrasi sistem pengukuran**
- **Memahami karakteristik statik sistem pengukuran, antara lain dapat menghitung akurasi, presisi, bias, sensitivitas, histerisis dan parameter sistem pengukuran lain**
- **Menjelaskan berbagai orde dari karakteristik dinamik sistem pengukuran, dalam domain waktu dan domain frekuensi.**
- **Menjelaskan bagaimana orde dinamik instrumen pengukuran dapat menyebabkan perbedaan respons untuk suatu input sederhana (step, sinusoida, ramp, dsb)**
- **Menghitung efek pembebanan instrumen pengukuran pada medium, untuk transfer daya, transfer tegangan dan transfer arus.**
- **Menghitung pengurangan efek sinyal gangguan Memahami elemen-elemen sistem pengukuran**
- **Menjelaskan prinsip pengukuran semua variabel fisika**

2

SISTEM PENGUKURAN

PENILAIAN DAN TATA TERTIB

Penilaian

- Quiz : 10%
- PR / Tugas : 10%
- UTS : 40%
- UAS : 40%

Tata Tertib

- Sesuai dengan tata tertib perkuliahan di UNIKOM





3

SISTEM PENGUKURAN

REFERENSI

- John P. Bentley, *Principles of Measurement Systems*, Longman Group UK, 1995
- Ernest O. Doebelin, *Measuring Systems : Design and Applications*, Mc Graw Hill Book Co. , 1990
- T. Senbon & F. Hanabuchi, *Instrumentation Systems : Fundamental and Application*, Springer Verlag, 1991
- J. G. Webster (ed), *The Measurement, Instrumentation and Sensors Handbook*, CRC Press – Springer – IEEE Press, 1999

4

SISTEM PENGUKURAN

PENGANTAR SISTEM PENGUKURAN



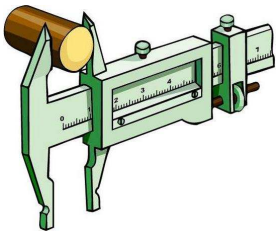
5

SISTEM PENGUKURAN

6

DEFINISI

- **Measurement** (Pengukuran)
  - the process of gathering **INFORMATION** from the **PHYSICAL** WORLD
  - Mengukur adalah tindakan membandingkan harga variabel pengukuran (belum diketahui) dengan variabel lain yang harganya sudah diketahui. Variabel pembanding dapat mempunyai satuan yang sama dengan variabel pengukuran, tetapi juga dapat berbeda.



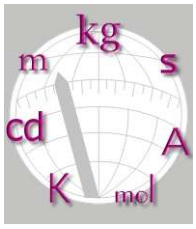


SISTEM PENGUKURAN

7

DEFINISI

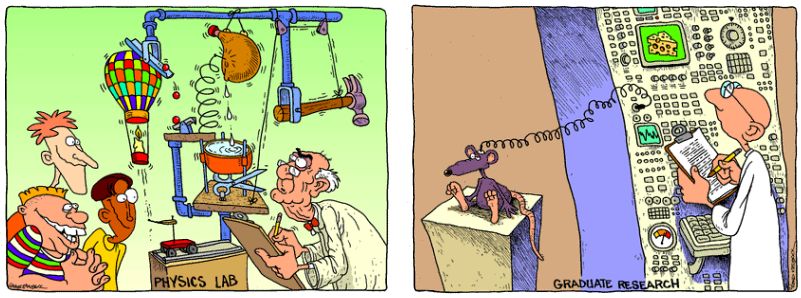
- **Information**
  - Informasi keadaan medium pengukuran didapat dari hasil pengukuran, dalam bentuk kuantitatif dan/atau kualitatif, misal
    - panjang
    - berat
    - waktu
    - temperatur
    - tekanan
    - kecepatan
    - percepatan
    - dsb



SISTEM PENGUKURAN

DEFINISI

- **Measurement Science**
  - the systematic study and organization of the methods by which INFORMATION is gathered from the PHYSICAL world

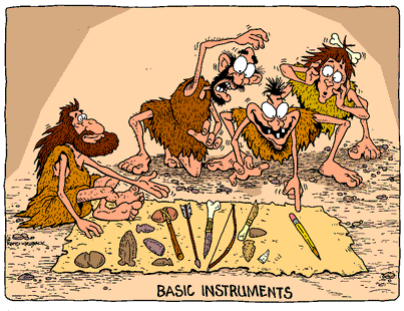


8

SISTEM PENGUKURAN

DEFINISI

- **Instrument Engineering**
  - the systematic design and manufacture of reliable, cost effective measuring instrumentation that fulfills a given measurement specification



9

SISTEM PENGUKURAN

DEFINISI

Instrumen atau sistem pengukuran merupakan antar muka (*interface*) antara manusia dengan medium (fenomena alam, proses, mesin, lingkungan dan sebagainya), di mana harga variabelnya (fisika, kimia, dsb) ingin diketahui



Instrumen atau Sistem Pengukuran

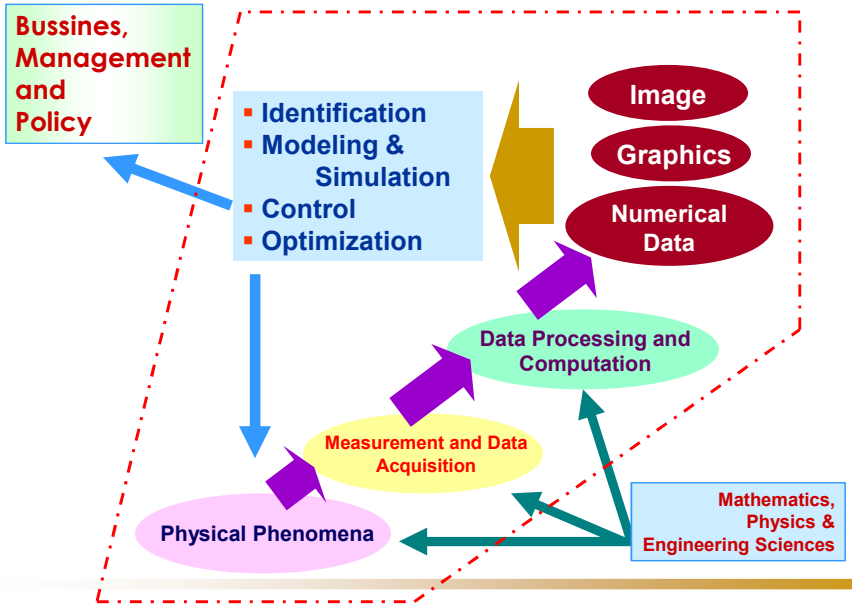
Variabel-variabel fisika



10

SISTEM PENGUKURAN

PENGUKURAN & SISTEM INSTRUMENTASI



11

SISTEM PENGUKURAN

KENAPA PERLU PENGUKURAN

- **Indikasi** & **Monitoring**
- **Kontrol** & **Otomasi**
- **Billing** & **Custody Transfer**
- **Evaluation**



12

SISTEM PENGUKURAN

INDIKASI dan MONITORING

Untuk mengetahui kondisi suatu proses atau keadaan suatu sistem





Mengukur variabel fisika pada kendaraan / pesawat misal: posisi, kecepatan, ketinggian, temperatur mesin, volume bahan bakar dsb

13

SISTEM PENGUKURAN

INDIKASI dan MONITORING



Mengukur tekanan darah pada tubuh manusia



Mengukur besaran fisika pada perangkat listrik/elektronik, seperti arus, tegangan, resistansi

Mengukur variabel fisika di industri seperti aliran BBM atau aliran gas dalam pipa, tekanan pada reaktor dsb







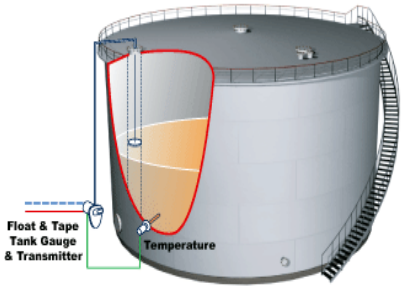
14

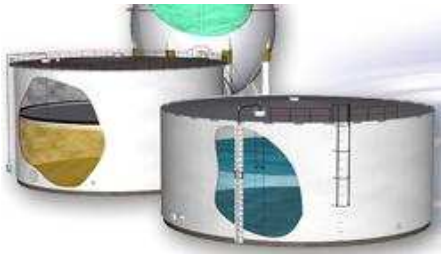
SISTEM PENGUKURAN

INDIKASI dan MONITORING

Pengukuran Level Cairan dalam Tangki

Memantau volume minyak dalam tangki







System Communications
Transmitter Power
3-wire RTD

15

SISTEM PENGUKURAN

INDIKASI dan MONITORING

Pengukuran getaran (gempa) dengan *Seismograph*



Seismograph kuno



Seismograph bawah laut



Pemantauan Gempa

16

SISTEM PENGUKURAN

INDIKASI dan MONITORING

Pengukuran besaran-2 fisika / kimia lainnya

Memantau keadaan lingkungan

- Pengukuran pH (keasaman)
- Pengukuran jumlah partikel di udara
- Pengukuran berbagai kandungan gas di udara seperti Oxygen, CO_2, CO dsb

Memantau keadaan cuaca

- Pengukuran
  - Kecepatan angin
  - Curah hujan
  - Tekanan udara, dsb

Dan lain-lain



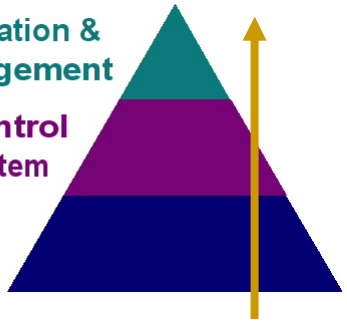
17

SISTEM PENGUKURAN

KONTROL & OTOMASI

Untuk mengendalikan keadaan sistem atau proses





hirarki sistem otomasi di industri

18

SISTEM PENGUKURAN

KONTROL & OTOMASI

Besaran referensi
- Temperatur
- Tekanan
- Laju Aliran
- dsb

Besaran sebenarnya
- Temperatur
- Tekanan
- Laju Aliran
- dsb


Komputer
(Pengontrol)


Aktuator
(*control valve*)


Plant


Instrumen Ukur

19

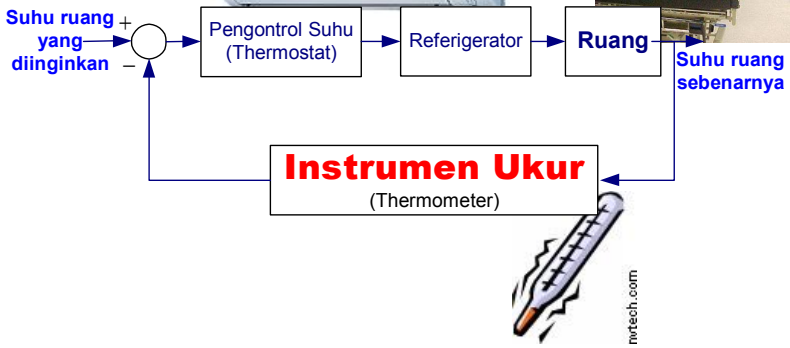
SISTEM PENGUKURAN

KONTROL & OTOMASI

- **Pengatur Suhu Ruang**





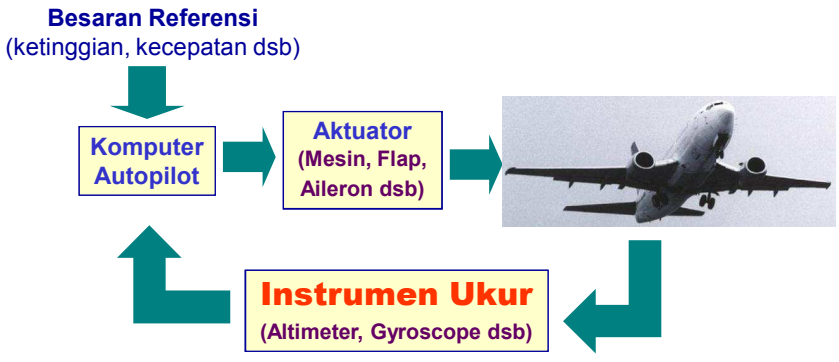


20

SISTEM PENGUKURAN

KONTROL & OTOMASI

- **Sistem Autopilot pada Pesawat Terbang**



21

SISTEM PENGUKURAN

BILLING & CUSTODY TRANSFER

Untuk pembayaran suatu transaksi (perdagangan)









Pengukuran laju aliran volume BBM pada SPBU

Gasoline Dispenser

22

SISTEM PENGUKURAN

BILLING & CUSTODY TRANSFER









KwH meter

Pengukuran Daya listrik pada rumah tangga / industri dsb

23

SISTEM PENGUKURAN

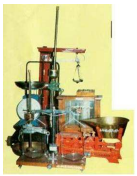
BILLING & CUSTODY TRANSFER





timbangan





Pengukuran massa atau berat untuk komoditas perdagangan

24

SISTEM PENGUKURAN

BILLING & CUSTODY TRANSFER

Oil & Gas Metering Systems




Ultrasonic Flowmeter in Crude oil pipeline
(Ref : R.I Williams, *Handbook of SCADA Systems*, Elsevier Advanced Technology)

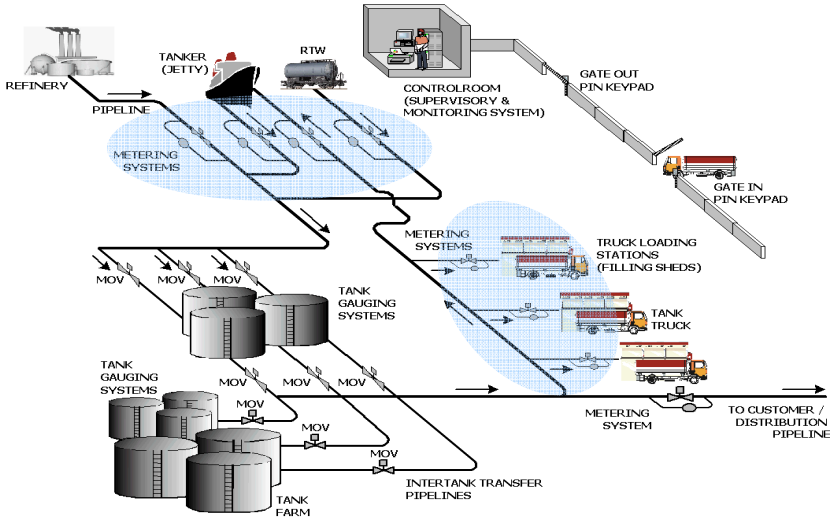


Pengukuran laju aliran volume MIGAS

25

SISTEM PENGUKURAN

BILLING & CUSTODY TRANSFER



Oil Metering Systems **pada distribusi BBM**

26

SISTEM PENGUKURAN

MANFAAT PENGUKURAN

- **Indikasi & Monitoring**
- **Kontrol & Otomasi**
- **Billing & Custody Transfer**
- **Evaluation**

- **SHE (Safety, Health and Environment)**
  - **Keselamatan**
  - **Kesehatan**
  - **Pelestarian Lingkungan**
- **Perdagangan yang *fair* & Proteksi konsumen**
- **Peningkatan kinerja proses produksi**

27

SISTEM PENGUKURAN

MANFAAT DILAKSANAKAN PENGUKURAN

- **Safety, Health & Environment**

  Manfaat untuk keselamatan (safety) manusia dan lingkungan
  - Pengukuran besaran fisika pada *Hazardous Area* (daerah berbahaya) di Industri Proses
    - Tekanan dalam pipa
    - Temperatur reaktor
    - dsb
  - Pengukuran tekanan, temperatur pada unit-unit proses di industri Migas
  - Pengukuran kandungan polutan di udara, tanah dan air

  Manfaat pada kesehatan
    - Pengukuran tekanan darah, temperatur, dan besaran lain pada tubuh manusia dalam bidang kedokteran
    - Pengukuran komposisi makanan dan obat-obatan pada produk-produk makanan dan obat-obatan

28

SISTEM PENGUKURAN

MANFAAT DILAKSANAKAN PENGUKURAN

- **Perdagangan yang fair & Proteksi konsumen**
  - Kebenaran harga yang tercantum pada spesifikasi hasil industri merupakan syarat diterimanya barang produksi dalam perdagangan internasional
  - Pengukuran volume, berat dan besaran lain pada komoditas perdagangan
  - Pengukuran fraksi berat, fraksi volume dan besaran lain pada komponen yang terkandung pada obat-obatan, makanan dsb
  - Pengukuran waktu dan besaran lain pada penyediaan jasa komersial spt layanan telepon dsb

Metrologi Legal

Keseluruhan prosedur legislatif, administratif dan teknis yang dibangun oleh otoritas publik dan diimplementasikan untuk kepentingan publik untuk menjamin kualitas dan kredibilitas pengukuran yang terkait pada perdagangan untuk melindungi kesehatan, keselamatan dan lingkungan pada masyarakat

29

SISTEM PENGUKURAN

MANFAAT DILAKSANAKAN PENGUKURAN

- **Peningkatan kinerja proses produksi**
  - Pengukuran temperatur, tekanan, laju aliran untuk pengontrolan besaran proses pada industri

Terjaganya kinerja proses produksi



Jaminan kualitas produk
Efisiensi energi
Konservasi lingkungan, dsb

30

SISTEM PENGUKURAN

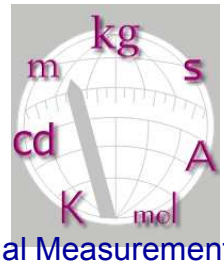
Trend Teknologi Pengukuran

- Sensor
  - Berbasis komputer / mikroprosesor
  - Non-invasive
  - Sensor fusion
  - Bio Sensor
- Komunikasi / transmisi data pengukuran
  - Standar komunikasi digital
  - *Wireless*
- *Signal and Data Processors*
  - Berbasis mikroprosesor
  - Intelligent Processing/Computation
- Display
  - Bentuk Digital

Smart / Intelligent Instrument

31

SISTEM PENGUKURAN



IMEKO
(International Measurement Confederation)

NO MEASUREMENT
NO SCIENCE

32