

Bagian-bagian dari alat ukur

Secara garis besar suatu alat dibagi menjadi 3 komponen utama yaitu :

1. Sensor atau peraba
2. Pengubah /pengolah sinyal atau transduser
3. Penunjuk atau indikator/ display dan pencatat atau rekorder

1. **Sensor** bagian alat ukur yang merasakan adanya sinyal yang harus diukur atau bagian yang berhubungan langsung dengan benda ukurnya. Ada dua jenis sensor, yaitu kontak dan non kontak. Sensor kontak banyak digunakan pada prinsip alat ukur mekanik dan elektrik, sedang sensor non kontak pada prinsip optik dan pneumatik. Contoh sensor pada mikrometer adalah kedua permukaan ukur yang menjepit benda ukur, pada dial indikator terletak pada ujung tangkai batang ukurnya.

2. **Transduser** berfungsi untuk memperkuat/memperjelas dengan mengubah sinyal sinyal yang diterima dari sensor dan mengirim hasil ke penunjuk atau indikator/ rekorder maupun kontroler. Kemungkinan pada transduser sinyal dirubah dengan besaran lain, misalnya system mekanik menjadi elektrik kemudian diubah kembali menjadi sistem mekanik Jadi prinsip kerja dari alat ukur tergantung dari pengubahnya, yang dapat dibedakan menjadi beberapa prinsip kerja, yaitu :

1. sistem mekanik
2. sistem elektrik
3. sistem optik
4. sistem pneumatik
5. sistem gabungan diantara tersebut diatas, diantaranya:
 - a. sistem optomekanik
 - b. sistem optoelektronik
 - c. sistem mekatronik dst

Contoh transduser pada mikrometer berupa sistem ulir presisi, pada dial indikator berupa sistem rodagigi yang dapat mengubah dari gerakan linier menjadi gerakan berputar pada indikatornya.

3. **Penunjuk atau indikator** bertugas untuk menayangkan data ukur yang berupa garis-garis skala pada mikrometer atau jarum yang bergerak melingkar dengan menunjuk skala ukur yang melingkar juga.

Rekorder dapat mencatat data ukur dalam bentuk numerik atau grafik, sedangkan kontroler berfungsi untuk mengendalikan besarnya nilai obyek yang diukur sesuai dengan nilai ukur yang dikehendaki. Tidak semua alat ukur dilengkapi dengan rekorder dan atau kontroler, namun untuk alat-alat ukur yang modern yang dilengkapi dengan pembacaan digital sering dilengkapi dengan pengolah data secara statistik (SPC – statistic process control). Komponen pengolah data ini sangat membantu khususnya bagi mereka yang bekerja dibagian pengendalian mutu produk yang dibuat secara massa (*mass product*). Setiap dimensi dilakukan pengukuran beberapa kali, langsung data-data tersebut dapat diolah, sehingga operator dapat memperoleh informasi

tentang harga rata-rata, simpangan baku dan parameter statistik lainnya termasuk penayangan histogram, diagram x-R dsb.

2.3. Pengambilan data pengukuran

Pengambilan data adalah bagian dari proses pengukuran yang menuntut ketelitian atau kesaksamaan yang tinggi, karena kegiatan ini selalu dibayangi oleh kemungkinan sulitnya pengulangan proses pengukuran jika data yang sudah diperoleh mengalami kekeliruan. Kesulitan pengambilan data ulang antara lain disebabkan oleh sudah berlalunya obyek pengukuran ke pos pengerjaan berikutnya, sehingga menyulitkan pelacakan, dan berubahnya karakteristik elemen pengukuran terhadap waktu, misalnya perubahan suhu atau perubahan karakteristik alat ukur yang akan mengakibatkan berubahnya nilai ukur. Oleh karena itu, proses pengambilan data sebaiknya dilakukan hanya pada satu kesempatan sampai tuntas dan tanpa kekeliruan.

2.3.1 Elemen Pengambilan data

Dalam proses pengambilan data terdapat lima elemen yang terlibat yaitu:

1. Obyek ukur
2. Standar ukur
3. Alat Ukur
4. Operator pengukuran
5. Lingkungan

Proses pengukuran tidak dapat berlangsung dengan baik bila salah satu dari keempat elemen yang pertama tidak ada. Faktor lingkungan selalu hadir pada setiap situasi. Kelima elemen perlu dipahami agar kesalahan yang ditimbulkan oleh setiap elemen dapat dipelajari. Proses pengukuran dilakukan si operator dengan membandingkan benda ukur (obyek) dengan alat ukur (standar) yang sudah diketahui nilai ukurnya (kalibrasi) dengan sarana ruang dan alat bantu ukur yang memenuhi persyaratannya.

1) Obyek ukur

Obyek ukur adalah komponen sistem pengukuran yang harus dicari karakteristik dimensionalnya, misal panjang, jarak, diameter, sudut, kekasaran permukaan dst, agar hasil ukurnya memberikan nilai yang aktual, maka sebelum proses pengukuran dilakukan, obyek ukur harus dibersihkan dahulu dari debu, minyak atau bahan lain yang menutup atau mengganggu permukaan yang akan diukur.

2). Standar Ukur

Standar ukur adalah komponen sistem pengukuran yang dijadikan acuan fisik pada proses pengukuran. Bagi pengukuran dimensional standar satuan ukuran adalah standar panjang dan turunannya. Dalam proses pengukuran yang baik menuntut standar ukur yang mempunyai akurasi yang memadai dan mampu telusur ke standar nasional/ internasional.

3) Alat Ukur

Alat ukur adalah komponen sistem pengukuran yang berfungsi sebagai sarana pembandingan antara obyek ukur dan standar ukur, agar nilai obyek ukur dapat ditentukan secara kuantitatif dalam satuan standarnya. Ciri-ciri dari alat ukur yang baik adalah yang memiliki kemampuan ulang yang ketat, kepekaan yang tinggi, histerisis yang kecil dan linieritas yang memadai.

4) Operator pengukur

Operator pengukur adalah orang yang menjalankan tugas pengukuran dimensional baik secara keseluruhan maupun bagian demi bagian. Tugas ini terdiri dari pos pekerjaan, diantaranya:

- pemeriksaan obyek ukur (dan gambar kerja)
- pemilihan alat-alat ukur (dan standar ukur)
- persiapan pengukuran (penjamin kebersihan, penyusunan sistem ukur, pemeliharaan kondisi lingkungan dan lain-lain).
- perhitungan analisis kesalahan pengukuran (dan pembuatan interpretasi ketidakpastian pengukuran)
- penyajian hasil pengukuran (dalam bentuk laporan pengukuran).

Seorang operator hendaknya dibekali dengan pengetahuan:

- kemampuan membaca gambar kerja
- pengetahuan tentang sistem toleransi
- kemampuan menjalankan alat/mesin ukur
- pengetahuan tentang statistika pengukuran dan teori ketidakpastian

5).Lingkungan

Proses pengukuran dapat dilakukan dimana saja: diruang terbuka maupun diruang yang terkondisi. Pada ruang terkondisi khususnya pengukuran dimensional tentunya akan menjamin hasil ukur lebih akurat,dengan persyaratan yang dipersyaratkan bagi sebuah ruang untuk keperluan pengukuran/kalibrasi dimensional adalah sbb:

- suhu 20 ± 1 °C
- kelembaban relatif ± 50 %

2.4.Proses Pengukuran

Sebelum pengukuran dilakukan, secara administratif perlu dipersiapkan petunjuk pemakaian alat ukur, dan grafik untuk mencatat hasil pengambilan data, serta gambar tata letak dari sistem pengukuran. Alat ukur yang akan digunakan perlu dilakukan pemeriksaan, yaitu uji visual, fungsional dan unjuk kerja.

- Uji visual dimaksudkan untuk melihat kelengkapan alat ukur, dan cacat yang dapat dilihat mata.
- Uji fungsional untuk memeriksa tanggapan yang terjadi sebagai akibat input yang diberikan dengan mengubah posisi setiap tombol.
- Apabila semua fungsinya dapat bekerja alat ukur tersebut dapat digunakan dengan catatan terdapat hasil uji unjuk kerja secara tertulis, yang berupa laporan kalibrasi atau sertifikat kalibrasi.

Dilihat dari jumlahnya pengambilan data dapat dilakukan satu sampai beberapa kali dimaksudkan untuk menjamin nilai kebenaran hasil ukur, data-data harus diambil lebih dari dua kali pada setiap posisi. Oleh karena itu pengambilan data yang dilakukan secara berulang, sehingga dapat memiliki peluang yang lebih baik untuk mendekati harga yang sebenarnya.

Di pihak lain, jumlah obyek pendataannya sendiri dapat hanya satu atau beberapa buah. Dengan demikian dapat terjadi kombinasi :

- obyek tunggal – pengambilan data satu kali
- obyek tunggal – pengambilan data berulang
- obyek majemuk homogen – pengambilan data satu kali
- obyek majemuk homogen – pengambilan data berulang

Dalam kasus obyek majemuk homogen baik pengambilan data satu kali maupun berulang, dapat diperoleh proporsi status obyek. Namun untuk hasil yang lebih akurat, lebih baik dipilih pengambilan data yang berulang. Karena cara ini akan mengurangi kemungkinan adanya status obyek yang meragukan khususnya bagi obyek yang berada pada nilai batas.

3.KALIBRASI (CALIBRATION)

3.1.Definisi

Kalibrasi bagian dari Metrologi kegiatan untuk menentukan kebenaran konvensional nilai penunjukkan alat ukur dan bahan ukur. Atau Kalibrasi adalah memastikan hubungan antara harga-harga yang ditunjukkan oleh suatu alat ukur atau sistem pengukuran, atau harga-harga yang diabadikan pada suatu bahan ukur dengan harga yang “sebenarnya” dari besaran yang diukur.

3.2.Kalibrasi di industri

Menjamin ketertelusuran peralatan ukur yang digunakan dalam pengukuran dan pengujian suatu produk industri. Atau menjamin suatu hasil pengukuran, maka alat ukur dan bahan ukur yang digunakan dalam proses pengukuran harus dikalibrasi.

3.3. Kalibrasi alat ukur

Kalibrasi adalah kegiatan untuk mengetahui kebenaran konvensional nilai penunjukkan suatu alat ukur. Kalibrasi dilakukan dengan cara membandingkan alat ukur yang diperiksa terhadap standar ukur yang relevan dan diketahui lebih tinggi nilai ukurnya. Selanjutnya untuk mengetahui nilai ukur standar yang dipakai, standarnya juga harus dikalibrasi terhadap standar yang lebih tinggi akurasinya. Dengan demikian setiap alat ukur dapat ditelusuri (*traceable*) tingkat akurasinya sampai ke tingkat standar nasional dan atau standar internasional.

Dari proses kalibrasi dapat menentukan nilai-nilai yang berkaitan dengan kinerja alat ukur atau bahan acuan. Hal ini dicapai dengan membandingkan langsung terhadap suatu standar ukur atau bahan acuan yang bersertifikat. Output dari kalibrasi adalah sertifikat kalibrasi dan label atau stiker yang disematkan pada alat yang sudah dikalibrasi.

Tiga alasan penting, mengapa alat ukur perlu dikalibrasi

1. Memastikan bahwa penunjukan alat tersebut sesuai dengan hasil pengukuran lain
2. Menentukan akurasi penunjukan alat.
3. Mengetahui keandalan alat, yaitu alat ukur dapat dipercaya.

3.4. Manfaat kalibrasi

Dengan kalibrasi suatu alat ukur atau standar ukur, nilai ukurnya dapat dipantau, sehingga tindakan yang tepat dapat segera diambil bila penyimpangan yang terjadi sudah diluar batas toleransi yang diijinkan terhadap spesifikasi standarnya.

Penggunaan alat ukur yang masih baik berdasarkan hasil kalibrasi berguna:

- untuk pengukuran yang baik langsung atau tidak langsung menyangkut keselamatan.
- hasil produk yang cacat atau menyimpang dapat dihindari/ditekan sekecil mungkin
- untuk menjamin bahwa hasil pengukuran yang dilakukan dapat tertelusur ke standar nasional/internasional.

Untuk menarik manfaat tersebut diatas, semua jenis alat ukur semua besaran perlu dikalibrasi.

3.5. Interval Kalibrasi dan Sertifikasi

Alat ukur yang dikelola berdasarkan metrologi legal, interval kalibrasi (tera) ditetapkan secara periodik berdasarkan oleh peraturan perundang-undangan (UUML) yang berlaku di Direktorat Metrologi (Deperindag).

Untuk alat ukur yang dikelola berdasarkan metrologi teknis, interval kalibrasi tergantung pada tingkat akurasi, lokasi / penyimpanan dan frekuensi pemakaian.

Kalibrasi harus lebih sering dilakukan untuk alat ukur yang :

- tingkat akurasinya lebih rendah
- lokasi pemakaian/penyimpanan yang mengakibatkan kondisi alat ukur makin cepat memburuk.
- lebih tinggi frekuensi pemakaiannya.

Setelah proses kalibrasi selesai dilakukan, Sertifikat atau laporan kalibrasi diterbitkan.

3.6. Persiapan kalibrasi

Dalam suatu proses kalibrasi, terdapat enam unsur yang terlibat yaitu:

1. Obyek kalibrasi yang berupa alat ukur
2. Standar ukur
3. Sistem kalibrasi (kalibrator)
4. Standar dokumenter
5. Operator kalibrasi
6. Lingkungan yang terkondisi (ruang ukur)

3.7. Ketertelusuran (*traceability*)

Kemampuan telusur (*traceability*) sangat erat kaitannya dengan kegiatan kalibrasi, yaitu sifat dari alat ukur dan bahan ukur yang dapat menghubungkan ke standar yang lebih tinggi sampai ke standar nasional dan atau internasional yang dapat diterima sebagai system pengukuran melalui suatu mata rantai tertentu. Secara umum semua bahan ukur, alat ukur harus tertelusur ke standar yang lebih tinggi akurasinya, standar-standar yang dipakai sebagai acuan adalah sbb:

- Standar Kerja (*Working Standard*) – merupakan pembanding dari alat-alat ukur industri berada di Lab.Kalibrasi industri-industri
- Standar Acuan (*Reference Standard*) – merupakan pembanding dari standar-standar kerja dan berada di Pusat- pusat Kalibrasi yang terakreditasi (KAN)
- Standar Nasional (*National Standard*) – merupakan pembanding dari pusat- pusat kalibrasi (JNK). Standar tersebut berada di Puslit KIM-LIPI, Serpong.
- Standar Internasional (*International Standard*) – merupakan pembanding dari Institusi Metrologi Nasional (NMI) di masing-masing negara yang dikordinasikan secara regional yang berpusat di BIPM, International Intercomparison

3.8. Prosedur Acuan

Prosedur acuan dapat diartikan sebagai prosedur untuk melakukan pengujian, pengukuran dan analisis yang ditelaah dengan teliti dan dikontrol dengan ketat. Tujuannya adalah untuk mengkaji prosedur lain untuk pekerjaan yang serupa atau untuk menentukan sifat-sifat bahan acuan (termasuk obyek acuan) atau untuk menentukan suatu nilai acuan.

Ketidakpastian dalam hasil kerja suatu prosedur acuan harus diperkirakan dengan memadai dan sesuai untuk penggunaan yang dimaksudkan.

Prosedur acuan dapat digunakan:

1. Memvalidasi pengukuran lain atau prosedur pengujian lain yang digunakan untuk pekerjaan yang serupa, dan menentukan ketidakpasyiannya.
2. Menentukan nilai acuan sifat-sifat dari suatu bahan yang dapat disusun dalam buku panduan atau pangkalan data. atau nilai acuan yang terkandung dalam bahan acuan atau obyek acuan.

3.9. Standardisasi (*Standardisation*)

Jaminan untuk kelancaran kerja bagi semua pihak dalam menyatukan pengertian teknik antar negara yang mempunyai kepentingan bersama. Khususnya sebagai dasar yang tepat bagi pembuatan komponen dengan sifat mampu tukar (*interchangability*).

Dokument standar seperti ISO / IEC bertujuan :

1. memudahkan perdagangan internasional
2. memudahkan komunikasi teknis
3. memberikan petunjuk-petunjuk praktis pada persoalan khusus dalam bidang teknologi bagi negara berkembang.

4. INSTRUMENTASI PROSES

4.1. Fungsi instrument

- mengurangi kesalahan manusia
- mempertinggi kualitas hasil
- menurunkan biaya produksi
- cepat dan efisien

4.2. Jenis instrument

a. Instrument Ukur

Untuk mengetahui harga (nilai) dari besaran fisik yang diukur dari suatu proses sedang berjalan. Pengukuran bisa dilakukan secara langsung (panjang, berat) atau melalui fisis lain seperti pengukuran temperatur dengan thermokopel, air raksa. Alat ukur bisa berupa alat penunjuk (indicator) transmitter (untuk disalurkan) atau rekorder (alat pencatat).

b. Instrument pengendali (kontrol)

Untuk mengatur suatu proses sehingga nilai sesuai dengan yang dikehendaki.

- Pengendalian kontinyu – feedback kontrol
- Pengendalian berurutan – sequencial kontrol

Untuk mengatur urutan dengan waktu tertentu suatu pelaksanaan pekerjaan (proses) sesuai dengan yang diinginkan.

4.3. Perkembangan Instrument Pengendali (Kontrol)

A. Kontrol Analog

- Lokal kontrol
- Central kontrol (Kontrol Room)
- Satu alat untuk satu pengendali
- Butuh alat banyak
- Personil banyak
- Informasi terbatas.

B. Supervisor Control

- Kontrol analog masih digunakan sebagai kontrol utama
- Komputer sebagai supervisi dan melakukan akuisisi data (mengambil, menyiapkan, dan menampilkan data)
- Informasi lebih cepat, akurat dan variatif
- Monitoring dapat diterapkan

C. Direct Digital Control (DDC)

- Pengukuran dan pengendalian proses dilakukan langsung oleh komputer.
- Bisa menanganinya banyak loop pengendalian, 1000 loop-2000 loop
- Resiko tinggi, semua tergantung kepada alat.
- Untuk keamanan pakai back up (redundant komputer)

- Sistem stabil tidak ada drift untuk nilai parameter dan set point
- Masalah rumit dapat diaplikasikan.

D. DDC terpusat

- Komputer terlalu sibuk
- Instalasi kompleks, banyak saluran kabel
- Resiko masih tinggi
- Untuk loop banyak, real time menjadi lambat

E. *Distributed Control System (DCS)*

- Mempertahankan keunggulan dan menghilangkan kelemahan sistem kontrol terpusat.
- Mudah dikembangkan (*expand*) karena moduler
- Capability lebih baik
- Waktu proses lebih cepat
- Instalasi cost rendah, wiring sedikit, diganti system komunikasi
- Maintainability bagus, jenis modul sedikit, suku cadang terdiri dari :
 1. Local Control Unit (LCU) atau Field Control Unit (FCU)
 2. Master Control – berfungsi sebagai supervisi.

F. Jenis Lain.

- Telemetry – Mengukur Jarak jauh
- Telecontrol- Mengontrol jarak jauh.
- SCADA – Supervisory Control and Data Acquisition – RTU – Master.