

Modul Praktikum

**PENGUKURAN PANJANG,
MASSA DAN ARUS LISTRIK**



Disusun oleh:
Faradiba, S.Si., M.Sc.

**Program Studi Pendidikan Fisika
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Kristen Indonesia
2022**

DAFTAR ISI

PENDAHULUAN.....	3
KEGIATAN PRAKTIKUM: PENGUKURAN PANJANG, MASSA, DAN WAKTU..	5
1. URAIAN MATERI, CONTOH DAN ILUSTRASI	5
2. KEGIATAN PERCOBAAN : PENGUKURAN PANJANG.....	28
ANALISIS DATA.....	28
RALAT	29
3. KEGIATAN PERCOBAAN : PENGUKURAN WAKTU	31
ANALISIS DATA.....	31
RALAT	31
4. KEGIATAN PERCOBAAN : PENGUKURAN MASSA.....	33
ANALISIS DATA.....	33
RALAT	34
5. KEGIATAN PERCOBAAN : PENGUKURAN LISTRIK	36
ANALISIS DATA.....	36
RALAT	37
Rangkuman	38
Evaluasi Pembelajaran	39
Umpan Balik dan Tindak Lanjut	40
Daftar Pustaka	41

PENDAHULUAN

1. Deskripsi singkat modul

Pengukuran adalah proses untuk memperoleh informasi suatu besaran fisis tertentu, misalnya seperti tekanan (p), suhu (T), tegangan (V), arus listrik (I), dan lain sebagainya. Informasi yang diperoleh dapat berupa nilai dalam bentuk angka (kuantitatif) maupun berupa pernyataan yang merupakan sebuah kesimpulan (kualitatif). Untuk memperoleh informasi tersebut, maka kita memerlukan alat ukur, misalnya untuk mengetahui tegangan V , arus I , hambatan R kita dapat menggunakan alat multimeter.

Ilmu Fisika selalu berhubungan dengan besaran-besaran fisis yang digunakan untuk menyatakan hukum-hukum fisika, misalnya: panjang, waktu, massa, gaya, kecepatan, percepatan, massa jenis, dan besaran fisis lainnya. Besaran fisis terdiri dari dua kelompok yaitu besaran pokok dan besaran turunan. Besaran pokok adalah suatu besaran fisis yang bersifat tunggal dan dapat berdiri sendiri, misalnya panjang, massa, dan waktu. Sedangkan besaran turunan adalah besaran fisis yang diturunkan dari beberapa besaran pokok, misalnya kecepatan adalah hasil bagi antara jarak dan waktu, dan lain sebagainya. Dalam modul ini yang menjadi pembahasan khusus adalah besaran pokok tentang panjang, waktu, dan massa.

2. Capaian Pembelajaran

(CP) Lulusan Paramater

Khusus :

KK-3 :Mampu menganalisis masalah, menemukan sumber masalah, dan menyelesaikan masalah instrumentasi fisika dalam proses pembelajaran fisika dan masalah manajemen laboratorium fisika sesuai dengan kaidah keilmuan fisika **Parameter Pengetahuan :**

P-5 :Metodologi penelitian pendidikan fisika

P-11 :Konsep umum dan metode penelitian kependidikan di bidang Fisika

3. Kemampuan Akhir (KA)

1. Mahasiswa mampu melakukan pengukuran panjang
2. Mahasiswa mampu melakukan pengukuran massa dan waktu
3. Mahasiswa mampu melakukan pengukuran listrik.

4. Prasyarat Kompetensi

-

5. Kegunaan Modul

Modul ini digunakan untuk dapat melakukan percobaan pengukuran seperti mengukur panjang benda, mengukur massa dan waktu. Selain itu juga sebagai panduan dalam mengukur beberapa variabel terkait kelistrikan.

6. Materi Pokok dan Sub Materi Pokok

- Pengukuran panjang
- Pengukuran massa dan waktu
- Pengukuran listrik

KEGIATAN PRAKTIKUM: PENGUKURAN PANJANG, MASSA, DAN WAKTU

Kemampuan Akhir (KA)

- a. Mahasiswa mampu melakukan pengukuran panjang, massa, dan waktu dengan berbagai alat ukur.
- b. Mahasiswa mampu menghitung ralat dari hasil pengukuran.
- c. Mahasiswa mampu menganalisis hasil pengukuran
- d. Mahasiswa mampu menyimpulkan hasil pengukuran

1. URAIAN MATERI, CONTOH DAN ILUSTRASI

Metode Pengukuran Fisika merupakan mata kuliah wajib bagi mahasiswa jurusan Fisika yang akan memberikan bekal bagi mahasiswa mengenai dasar-dasar pengukuran, pengenalan Alat ukur, dan cara-cara analisa data eksperimen ataupun penelitian . Mata kuliah ini sebagai dasar ketrampilan eksperimen Fisika juga sebagai bekal dalam analisa data eksperimen. Hal ini sangat penting bagi mahasiswa fisika, karena ilmu fisika merupakan ilmu yang mempelajari gejala-gejala alam yang dalam perkembangannya sangat diperlukan untuk diamati, di ukur dan dianalisa gejala-gejala alam tersebut.

Eksperimen/Penelitian mengandung makna suatu tindakan pengamatan, pengukuran, Analisa data, dan pengambilan kesimpulan dari hasil eksperimen tersebut. Adapun bagian-bagian yang merupakan komponen Eksperimen dapat dilaksanakan apabila didukung adanya :

- Obyek Pengamatan
- Alat Pengamatan
- Pengamat (orang yang mengamati)
- Data pengamatan

Obyek Pengamatan :

- Perlu dicermati gejala apa yang muncul dari obyek, sehingga gejala tersebut dapat diamati / diukur dengan baik. (observable).

Alat Pengamatan :

Disiapkan / dipilih peralatan dilakukan penyusunan (set-up) sehingga dapat dipergunakan untuk mengamati gejala yang muncul dari obyek fisis. Misalnya mempunyai jangkauan ukur yang sesuai, kepekaan yang memadai, dan sebagainya.

Pengamat (Eksperimentator) :

Perlu memiliki sikap yang menjadi nalurinya (*Comonsense*) benar dan sehat, dan dalam pelaksanaannya perlu melakukan langkah-langkah sebagai berikut :

Persiapan (Eksperimen awal/pendahuluan) : yaitu langkah awal dengan menyiapkan / cek alat-alat yang digunakan apakah jalan baik, spesifikasi alat apakah sesuai, set-up alat, dicoba input apa ada respon, dsb.

a. Pengujian Set-up Alat :

INPUT → PROSES → OUTPUT ??

- i. Apakah ketika ada input dapat terdeteksi outputnya, apakah output secara kasar sudah merupakan fungsi dari input dan sesuai dengan gejala yang diharapkan.
- ii. Apabila hal tersebut tidak / belum jalan dengan baik, maka sebagai eksperimentator harus melakukan peninjauan kembali (cek) apakah set-up ada yang salah. Melakukan langkah-langkah selanjutnya agar input, proses, output berjalan sesuai harapan (berkelakuan sesuai fungsi fisis yang diharapkan). Hal ini diperlukan kemampuan instrumentasi dari eksperimentator.

b. Menyadari bahwa dalam pengukuran selalu ada ketidakpastian ukur (ralat pengukuran):

- i. Pengamat perlu mencermati sumber-sumber ralat dari pengukuran yang dilakukan, berusaha meminimasi faktor-faktor penyebabnya

sehingga diperoleh hasil pengukuran yang akurasinya tinggi. Diantara faktor-faktornya sangat banyak misalnya dapat dari alatnya, obyeknya, lingkungannya, bahkan sikap pengamat dalam metode pengukuran.

c. Melakukan pengulangan pengamatan :

- i. Pengamatan sebaiknya diulang-ulang untuk menyakinkan apakah gejala dapat terdeteksi dengan baik dan konsisten, sekaligus juga untuk menguji kekonsistenan alat (set-up) eksperimen.
- ii. Melakukan analisa data / hasil yang **sifatnya pemula**; tidak perlu menunggu seluruh data terkumpul sehingga secara dini dapat terdeteksi adanya kekurangan-kekurangan yang muncul. Bila hal ini terjadi maka kita dapat melakukan perbaikan langsung, tanpa men-set-up alat baru.
- iii. Syarat mutlak sebagai seorang pengamat adalah : bersikap jujur terhadap data yang telah diperoleh dari hasil pengamatan (sebelum dianalisa lebih lanjut).
- iv. Merancang dan men-desain system yang lebih lengkap dan akurat dengan berkonsultasi kepada yang ahli-ahli yang terkait, seperti Bengkel, teknisi laboratorium, dan yang lainnya.
- v. Menguasai kaidah-kaidah analisa data; grafik; dsb. Sehingga sebagai peneliti akan cermat dan teliti dalam mengolah data yang diperoleh. Akhirnya menghasilkan nilai yang berketepatan tinggi dan validitasnya bisa dipertanggung jawabkan secara ilmiah.

I.2. “Common Sense” dalam Pengukuran

Pengertian “Common Sense” pada pengukuran, tidak mudah dijelaskan dengan kata-kata, namun lebih mudah diberikan contoh-contoh tindakan dalam proses pengukuran yang menunjukkan adanya “common Sense” yang tinggi yang dimiliki oleh seorang pengamat.

Misal: Ada seseorang yang pergi ke bengkel untuk memperbaiki motor/mobil nya, orang tersebut tidak mengerti apa yang

rusak (tidak beres) atas motor/mobilnya. Setelah sampai di Bengkel ditanya sama teknisi bengkel apa yang rusak ? si pemilik motor/mobil tidak dapat menjelaskan; akhirnya teknisi bengkel tersebut menyalakan mesin motor/mobil tersebut dan mendengarkan suara mesin, tanpa membuka cap mesin mobil, selanjutnya teknisi langsung dapat memberi keterangan kepada pemilik mobil bahwa kelainan mobil berada pada bagian tertentu. Sikap seorang teknisi bengkel yang seperti itu menunjukkan bahwa dia sudah mempunyai “common sense” yang tinggi terhadap mesin mobil/motor tersebut. Sehingga ketika akan melakukan perbaikan cukup tertuju pada bagian yang dia duga kuat ada kelainan (penyebab kelainan)., sehingga proses perbaikan menjadi efisien dan akurat.

Bagaimana halnya dengan seorang pengamat yang memiliki “common sense” tinggi; berarti pengamat tersebut akan terasa bila data yang diamati salah meskipun belum melakukan analisa lebih lanjut. Atau alat yang digunakan tidak cocok meskipun alat tersebut belum digunakan untuk melakukan pengukuran, Bahkan ketika ditengah jalan ketika melakukan pengamatan terjadi gangguan mereka (pengamat) akan mengetahui hal tsb. sehingga data tidak terjadi penyimpangan berarti.

Adapun tahapan-tahapan seorang pengamat/peneliti dapat memiliki “common sense” tinggi terhadap yang diamati/diteliti yaitu :

- Menguasai persoalan yang akan diamati
- Menguasai peralatan yang digunakan untuk pengamatan
- Mengerti set-up alat secara detail
- Memiliki waktu yang cukup panjang terhadap pekerjaannya yang dilakukan penuh ketekunan (jam terbang tinggi, pada pekerjaan tsb.)

Dapat disimpulkan bahwa ketika seorang pengamat memiliki “common sense” tinggi, akan menghasilkan pengamatan yang akurasi tinggi, dan jauh dari kesalahan.

Besaran:

- ❑ Sesuatu yang dapat diukur → dinyatakan dengan angka (kuantitatif)
Contoh: panjang, massa, waktu, suhu, dll.

Mengukur:

- ❑ Membandingkan sesuatu dengan sesuatu yang lain yang sejenis yang ditetapkan sebagai satuan.

Besaran fisika terdefinisi jika :

1. Ada nilainya (besarnya)
2. Ada satuannya

Contoh : Panjang Jalan 10 Km (ket : 10 adalah nilai dan Km adalah satuan)

Sifat-Sifat Pengukuran Dan Prinsip-Prinsip Umum Dalam Pengukuran

Validitas alat pengukur berhubungan dengan ketepatan dan kesesuaian alat untuk menggambarkan keadaan yang diukur sesuai dengan keadaan yang sebenarnya. Ketepatan berhubungan dengan pemberian informasi persis (akurat) seperti keadaannya. Atau dengan perkataan lain disebut sah. Sedang kesesuaian berhubungan dengan efektivitas alat untuk memerankan fungsinya sesuai dengan yang dimaksud dari alat pengukur tersebut.

Reliabilitas alat pengukur berhubungan dengan kestabilan, kekostanan, atau ketepatan test. Suatu test akan dinyatakan reliabel apabila test tersebut dikenakan kepada sekelompok subyek yang sama, tetap memberikan hasil yang sama pula, walaupun saat pemberian testnya berbeda. Tinggi rendahnya reliabilitas alat pengukur alat pengukur dapat diketahui dengan menggunakan teknik statistik. Yaitu dengan mengklasifikasikan antara hasil pengukuran pertama dan hasil pengukuran kedua dari bahan test yang sama, atau test yang lain yang dianggap sama (ekuivalen).

Prinsip-Prinsip Umum Dalam Pengukuran Pendidikan

1. Menyeluruh

Menyeluruh dan berkesinambungan, berarti penilaian oleh

pendidik mencakup semua aspek kompetensi dengan menggunakan berbagai teknik Penilaian yang sesuai, untuk memantau perkembangan kemampuan peserta didik. Evaluasi terhadap proses dan hasil belajar peserta didik harus dilaksanakan secara menyeluruh, utuh, dan tuntas yang mencakup seluruh aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik dengan menggunakan teknik dan prosedur yang komprehensif dengan berbagai bukti hasil belajar peserta didik. Berprinsip keseluruhan yaitu dilaksanakan secara keseluruhan yang berarti menyeluruh kesemua bagian. Sehingga evaluasi dapat mencakup berbagai aspek yang dapat menggambarkan perkembangan hasil pembelajaran peserta didik. Penilaian diambil dengan mencakup seluruh aspek kompetensi peserta didik dan menggunakan berbagai teknik penilaian yang sesuai, termasuk mengumpulkan berbagai bukti aktivitas belajar peserta didik. Penilaian meliputi pengetahuan (kognitif), keterampilan (psyscomotor), dan sikap (affectif). Contoh : Dalam penilaian hasil akhir belajar, guru Seni Budaya mengumpulkan berbagai bukti aktivitas siswa dalam catatan sebelumnya, penilaian yang dikumpulkan mulai dari pengetahuan tentang seni budaya, keterampilan menari, menggambar, bermusik, kehadiran dalam KBM, dan penilaian sikap peserta didik, semua hal tersebut digabungkan menjadi satu dan menghasilkan nilai.

2. Adanya Kontrol

3. Sasaran Jelas

4. Obyektif

Penilaian yang bersifat objektif tidak memandang dan membedakan latar belakang peserta didik, namun melihat kompetensi yang dihasilkan oleh peserta didik tersebut, bukan atas dasar siapa dirinya. Penilaian harus dilaksanakan secara objektif dan tidak dipengaruhi oleh subyektivitas penilai. Prinsip Obyektivitas yaitu terlepas dari faktor-faktor yang bersifat subyektif sehingga evaluasi dapat menghasilkan evaluasi yang murni. Untuk mencapai keobyektifan

dalam evaluasi perlu adanya data dan fakta. Dari data dan fakta inilah dapat mengolah untuk kemudian diambil suatu kesimpulan. Makin lengkap data dan fakta yang dapat dikumpulkan maka makin obyektiflah evaluasi yang dilakukan. Penilaian hendaknya dilaksanakan dengan menggunakan prinsip terbuka.

Apa pun bentuk soal yang dibagikan kepada siswa, hendaknya model penilaiannya diinformasikan secara terbuka kepada siswa. Model penilaian yang dimaksud adalah bobot skor masing-masing soal, sehingga siswa tahu mana soal yang harus diselesaikan terlebih dahulu karena skor yang tinggi. Contoh : Guru memberi nilai 85 untuk materi volley pada si A yang merupakan tetangga dari guru tersebut, namun si B, yang kemampuannya lebih baik, mendapatkan nilai hanya 80. Ini adalah penilaian yang bersifat subyektif dan tidak disarankan. Pemberian nilai haruslah berdasarkan kemampuan siswa tersebut.

5. Keterbukaan

Terbuka, berarti prosedur penilaian, kriteria penilaian, dan dasar pengambilan keputusan dapat diketahui oleh pihak yang berkepentingan. Prinsip ini menyatakan bahwa dalam mengadakan evaluasi harus dilaksa-nakan secara bekerjasama dengan semua orang. Sebagai contoh dalam mengevaluasi keberhasilan guru dalam mengajar, harus bekerjasama antara pengawas, kepala sekolah, guru itu sendiri, dan bahkan, dengan pihak murid. Dengan melibatkan semua pihak diharapkan dapat mencapai keobyektifan dalam mengevaluasi. Penilaian harus bersifat transparan dan pihak yang terkait harus tau bagaimana pelaksanaan penilaian tersebut, dari aspek apa saja nilai tersebut didapat, dasar pengambilan keputusan, dan bagaimana pengolahan nilai tersebut sampai hasil akhirnya tertera, dan dapat diterima. Contoh : pada tahun ajaran baru, guru Kimia menerangkan tentang kesepakatan pemberian nilai dengan bobot masing-masing aspek, misal, Partisipasi kehadiran diberi bobot 20%, Tugas individu dan kelompok 20%, Ujian tengah semester 25%, ujian akhir semester

35%. Sehingga disini terjadi keterbukaan penilaian antara murid dan guru.

6. Representatif

Penilaian hendaknya menggunakan prinsip representative. Dalam menilai hendaknya guru mampu melakukannya secara menyeluruh. Semua materi yang telah disampaikan dalam kegiatan pembelajaran di kelas harus dapat dinilai secara representatif.

7. Aturan Skoring

Harus dibedakan antara penskoran dengan penilaian. Hal ini harus dibicarakan dalam uraian terdahulu. Penskoran berarti proses pengubahan prestasi menjadi angka-angka, sedangkan dalam penilaian kita memproses angka-angka hasil kuantifikasi prestasi itu dalam hubungannya dengan “kedudukan” personal siswa yang memperoleh angka-angka tersebut didalam skala tertentu, misalnya skala tentang baik-buruk, bisa diterima-tidak bisa diterima, dinyatakan lulus-tidak lulus. Dalam penskoran, perhatian terutama ditujukan kepada kecermatan dan kemantapan; sedangkan dalam penilaian, perhatiannya terutama ditujukan kepada validitas dan kegunaan.

8. Keseksamaan

Penilaian hendaknya dikerjakan dengan seksama. Semua komponen untuk menilai siswa sudah disiapkan oleh guru secara cermat dan seksama. Alat penilaian afektif atau psikomotor tidak sama dengan alat penilaian kognitif, sehingga kalau guru sudah menyiapkannya dengan seksama maka tidak ada siswa yang dirugikan.

**Tidak ada pengukuran = Tidak ada ilmu
pengetahuan
*No Measurement = No Science***

Sains/ilmu pengetahuan tidak akan pernah ada dan berkembang tanpa adanya pengukuran. Bagaimana bisa mengetahui karakteristik

sesuatu jika tidak ada parameter-parameter yang dapat diukur baik kualitatif dan kuantitatif? Untuk itulah mengapa mempelajari sistem pengukuran menjadi sangat penting, terutama bagi engineer, wabil khusus engineer teknik fisika.

Ketika mendengar kata pengukuran, saya tebak pasti yang Anda pikirkan adalah mengukur panjang menggunakan instrumen yang bernama penggaris, atau mungkin mengukur berat menggunakan timbangan. Memang tidak salah, tetapi sistem pengukuran tidak hanya sesempit dan sebatas itu saja. Fungsi sistem pengukuran tidak melulu hanya untuk mengukur saja. Sistem pengukuran adalah kesatuan dari komponen-komponen yang digunakan untuk mengukur. Dikarenakan mengukur adalah suatu aktivitas, maka dibutuhkan teknik pengukuran. Disadari atau tidak, saat ini teknik pengukuran memainkan peranan yang besar dalam peradaban manusia terutama bidang teknologi. Kata teman saya jurusan Teknik Perkapalan, salah beberapa mili saja dalam pembuatan body kapal, dapat menyebabkan kapal menjadi tenggelam. Jadi, teknik pengukuran untuk mendapatkan ketelitian mili meter tersebut sangat penting karena dapat menyangkut kerugian yang sangat besar dan hilangnya nyawa.

Secara umum, pemanfaatan atau aplikasi dari sistem pengukuran dapat digolongkan menjadi tiga kategori. Kategori pertama adalah penggunaan sistem pengukuran dalam aktivitas perdagangan, penggunaan instrumen untuk mengukur kuantitas fisik seperti panjang, volume dan massa dalam suatu satuan yang telah terstandarisasi (biasanya sistem SI). Instrumen dan transduser khusus juga digunakan dalam aktivitas perdagangan. Pemanfaatan sistem pengukuran seperti ini sangat mudah kita jumpai pada saat pergi ke pasar, ke pom bensin, dan lain-lain.

Aplikasi kedua dari sistem pengukuran adalah fungsi monitoring. Ini yang dimaksud saya diawal bahwa sistem pengukuran tidak untuk mengukur saja, tetapi lebih dari sekedar mengukur, memonitoring.

Fungsi dari monitoring adalah menyediakan informasi yang memungkinkan pengguna untuk mengambil tindakan awal sebelum kejadian yang tidak diinginkan terjadi dan juga memastikan bahwa semua berjalan sesuai dengan rencana. Sebagai contoh, tukang kebun menggunakan termometer untuk menentukan apakah harus menyalakan pemanas dalam rumah kaca atau membuka jendela rumah kaca jika terlalu panas.

Sistem monitoring digunakan secara luas untuk menyediakan informasi yang dibutuhkan operator dalam mengontrol proses industri. Sebagai contoh proses kimia, keberlangsungan reaksi kimia ditandai oleh pengukuran pada temperatur dan tekanan pada beberapa titik, dan pengukuran mengizinkan operator untuk mengambil keputusan yang tepat dengan mengontrol asupan listrik ke pemanas, mendinginkan air yang mengalir, merubah posisi valve (dalam bahasa sederhana adalah kran) dan lain sebagainya. Salah satu penggunaan penting dari peralatan monitoring pada kalibrasi instrumen yang digunakan pada proses kontrol otomatis dijelaskan di bagian bawah tulisan ini.

Digunakan sebagai bagian dari umpan balik (feedback) dalam sistem kontrol adalah aplikasi kategori ketiga dari sistem pengukuran. Gambar dibawah menunjukkan diagram blok fungsional dari sistem kontrol temperatur sederhana, dimana temperatur ruangan (T_a) diatur oleh nilai temperatur referensi (T_d). Temperatur referensi adalah temperatur yang diinginkan. Besarnya temperatur ruangan (T_a) diatur oleh alat pengatur temperatur yang dibandingkan dengan nilai temperature referensi (T_d). Perbedaan nilai T_d dan T_a adalah e yang merupakan sinyal error yang masuk kedalam pemanas/heater. Heater kemudian menjadikan suhu ruangan sedemikian rupa hingga $T_a = T_d$. Karakteristik dari alat ukur yang digunakan dalam sistem kontrol umpan balik sangatlah penting dalam pencapaian kualitas kontrol (*Quality of Control*). **Akurasi dan resolusi dari output yang dihasilkan dari proses yang telah dikontrol tidak pernah bisa lebih**

baik/bagus dibandingkan dengan akurasi dan resolusi alat ukur yang digunakan. Ini adalah suatu prinsip yang sangat penting, tetapi jarang didiskusikan didalam buku kontrol sistem otomatis. Buku-buku kontrol sistem otomatis hanya menjabarkan secara teori mengenai aspek dari perancangan sistem kontrol secara mendalam, tetapi gagal untuk memberikan penekanan pada fakta bahwa semua peningkatan dan batas perhitungan performa, dan lain sebagainya seluruhnya bergantung pada kualitas dari proses pengukuran yang diperoleh.

PENGUKURAN PANJANG

Standar panjang internasional yang pertama adalah sebuah batang yang terbuat dari suasa platina-iridium yang disebut sebagai meter standar, dan disimpan di *the International Bureau of Weight and Measures*. Panjang satu meter didefinisikan sebagai jarak antara dua garis halus yang diguratkan pada keping emas dekat ujung-ujung batang pada suhu 0°C dan ditopang secara mekanik dengan cara tertentu. Jadi yang dimaksud dengan satu meter adalah sepersepuluh juta kali jarak dari kutub utara ke khatulistiwa sepanjang garis bujur yang melalui Paris.

Karena meter standar tidak mudah untuk dibuat kembali, maka dibuatlah turunan turunannya dengan sangat teliti dan disebarakan ke berbagai laboratorium di seluruh dunia. Standar sekunder ini digunakan untuk mengkalibrasi batang- batang pengukur yang lain. Jadi sampai sekarang, batang-batang pengukur bersumber pada meter standar dengan melalui serangkaian peneraan yang rumit, dengan menggunakan mikroskop dan mesin-mesin pembagi. Namun, ketelitian pengukuran dengan memperbandingkan letak garis halus di bawah mikroskop tidak lagi memadai untuk ilmu pengetahuan dan teknologi modern. karena itu pada tahun 1960 ditetapkanlah suatu standar atomic untuk panjang, pilihannya jatuh kepada panjang gelombang radiasi oranye merah dalam vakum yang dipancarkan oleh isotop kripton-86 dalam lucutan listrik, yaitu: satu meter didefinisikan

sebagai 1650763,73 kali panjang gelombang cahaya atom krypton tersebut. Pilihan standar atomik memberikan keuntungan lain selain daripada peningkatan ketelitian pengukuran panjang. Atom krypton-86 tersedia di mana-mana, semua identik dan memancarkan cahaya dengan panjang gelombang yang sama. Panjang gelombang yang dipilih untuk standar merupakan karakteristik unik dari krypton-86 dan dapat ditentukan secara tegas, serta isotopnya pun dapat diperoleh dalam bentuk yang murni.

Jangka Sorong

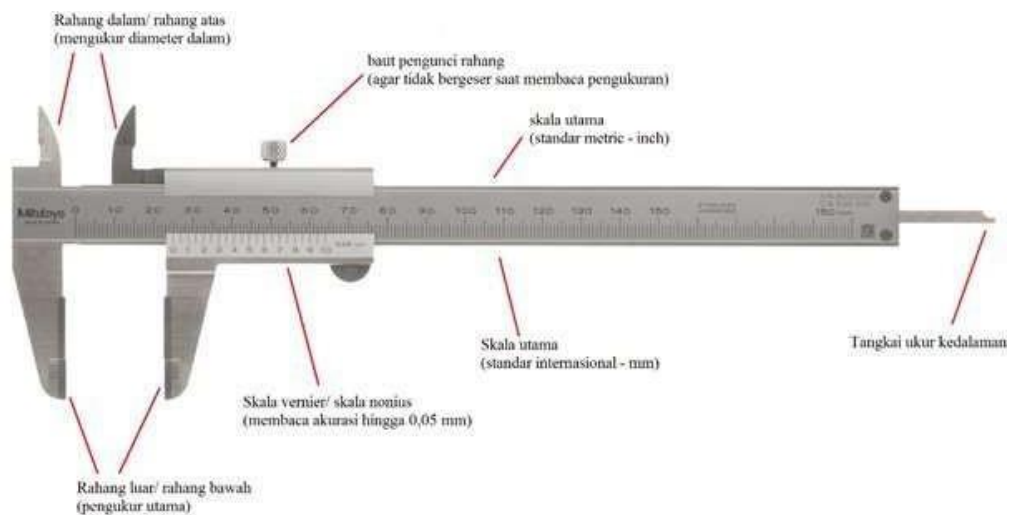
Jangka sorong adalah alat ukur yang mampu mengukur jarak, kedalaman, maupun diameter dalam suatu objek dengan tingkat akurasi dan presisi yang sangat baik ($\pm 0,05$ mm). Hasil pengukuran dari ketiga fungsi alat tersebut dibaca dengan cara yang sama.

Alat ini dipakai secara luas pada berbagai bidang industri engineering (teknik), mulai dari proses desain/perancangan, manufaktur/pembuatan, hingga pengecekan akhir produk. Alat ini dipakai luas karena memiliki tingkat akurasi dan presisi yang cukup tinggi, mudah digunakan, mudah dibawa-bawa, dan tidak membutuhkan perawatan khusus. Karena alasan inilah jangka sorong lebih disukai insinyur (engineer) dibandingkan alat ukur konvensional seperti penggaris.

Bagian-bagian Jangka Sorong

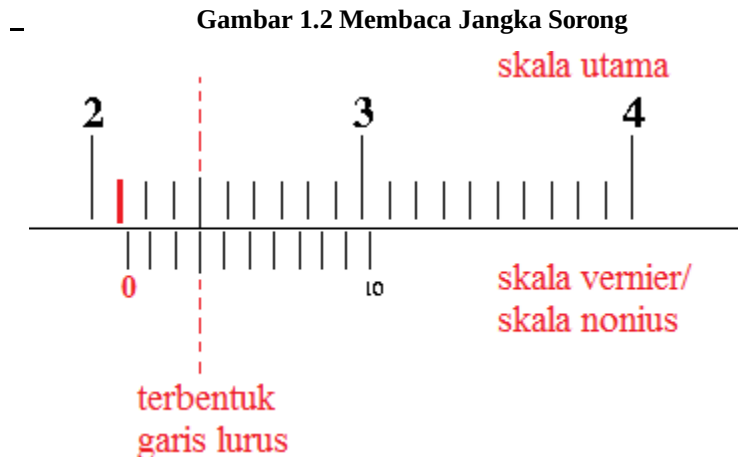
Bagian-bagian jangka sorong terdiri dari skala baca yang tercetak pada badan alat ini (sama seperti skala baca/angka-angka di penggaris) yang dapat diatur berdasarkan letak "rahang" jangka sorong; terdapat dua pasang rahang, yakni sepasang rahang luar (atau rahang bawah) untuk mengukur jarak (pengukur utama) dan sepasang rahang dalam (atau rahang atas) untuk mengukur „diameter dalam“ (contohnya mengukur diameter dalam pada cincin). Kedua pasang rahang tersebut dapat digerakkan untuk pengukuran, jarak antar rahang untuk kedua pasang rahang tersebut dapat dibaca dengan cara yang

sama. Selain itu pula, terdapat tangkai ukur kedalaman yang pergerakannya diatur dengan cara menggerakkan rahang. Karena ketiga bagian-bagian jangka sorong tersebut saling bergerak bersamaan, maka ketiga fungsi tersebut pengukurannya dibaca/dihitung dengan cara yang sama.



Gambar 1.1 Jangka Sorong

Cara Membaca Jangka Sorong



Perhatikan hasil pengukuran diatas. Cara membaca jangka sorong untuk melihat hasil pengukurannya hanya dibutuhkan dua langkah pembacaan:

Membaca skala utama: Lihat gambar diatas, 21 mm atau 2,1 cm (garis merah) merupakan angka yang paling dekat dengan garis nol pada skala vernier persis di sebelah kanannya. Jadi, skala utama yang terukur adalah 21mm atau 2,1 cm.

Membaca skal vernier: Lihat gambar diatas dengan seksama, terdapat satu garis skala utama yang yang tepat bertemu dengan satu garis pada skala vernier. Pada gambar diatas, garis lurus tersebut merupakan angka 3 pada skala vernier. Jadi, skala vernier yang terukur adalah 0,3 mm atau 0,03 cm.

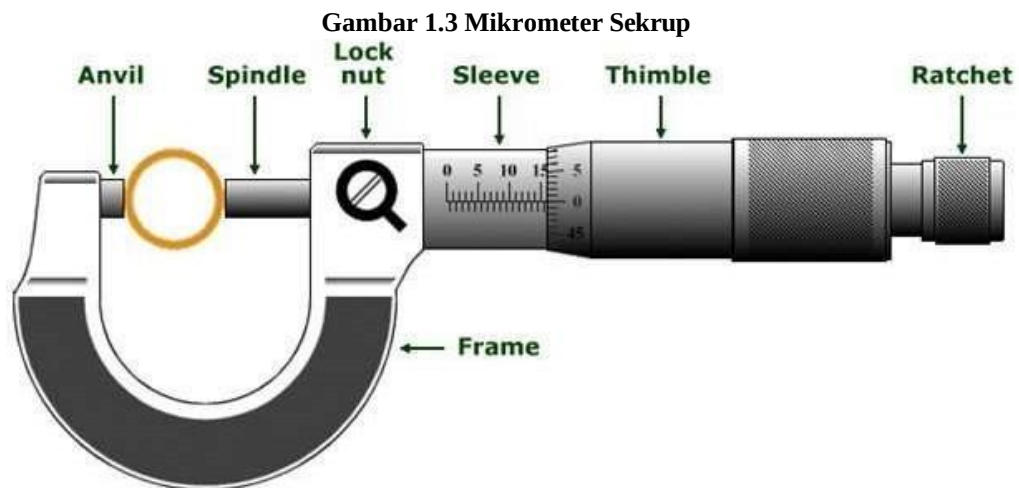
Untuk mendapatkan hasil pengukuran akhir, tambahkan kedua nilai pengukuran diatas. Sehingga hasil pengukuran diatas sebesar $21 \text{ mm} + 0,3 \text{ mm} = 21,3 \text{ mm}$ atau **2,13 cm**.

Mikrometer Sekrup

Mikrometer sekrup adalah alat pengukuran yang terdiri dari sekrup terkalibrasi dan memiliki tingkat kepresisian 0.01 mm (10^{-5} m). Alat ini ditemukan pertama kali oleh Willaim Gascoigne pada abad ke-17 karena dibutuhkan alat yang lebih presisi dari jangka sorong. Penggunaan pertamanya adalah untuk mengukur jarak sudut antar bintang-bintang dan ukuran benda-benda luar angkasa dari teleskop.

- Meskipun mengandung kata “mikro”, alat ini tidak tepat digunakan untuk menghitung benda dengan skala mikrometer. Kata “mikro” pada alat ini diambil dari Bahasa Yunani *micro* yang berarti “kecil”, bukan skala mikro yang berarti 10^{-6} .

Bagian-bagian Mikrometer Sekrup



- Poros Tetap (Anvil) : Bagian poros yang tidak bergerak. Objek yang ingin diukur ditempelkan di bagian ini dan bagian poros geser didekatkan untuk menjepit objek tersebut.
- Poros Geser (Spindle) : Poros bergerak berbentuk komponen silindris yang digerakkan oleh thimble.
- Pengunci (Lock Nut) : Bagian yang dapat digunakan untuk mengunci pergerakan poros geser.
- Sleeve : Bagian statis berbentuk lingkaran yang merupakan tempat ditulisnya skala pengukuran. Terdapat dua skala, yaitu skala utama dan skala nonius.
- Thimble : Bagian yang dapat digerakkan oleh tangan pengguna.
- Ratchet : Bagian yang dapat membantu menggerakkan poros geser dengan pergerakan lebih perlahan dibanding menggerakkan thimble.
- Rangka (Frame) : Komponen berbentuk C yang menyatukan poros tetap dan komponen-komponen lain mikrometer sekrup. Rangka

mikrometer sekrup dibuat tebal agar kokoh dan mampu menjaga objek pengukuran tidak bergerak, bergeser, atau berubah bentuk.

Cara Menggunakan Mikrometer Sekrup

Prinsip kerja mikrometer sekrup adalah menggunakan suatu sekrup untuk memperbesar jarak yang terlalu kecil untuk diukur secara langsung menjadi putaran suatu sekrup lain yang lebih besar dan dapat dilihat skalanya.

1. Objek yang ingin diukur diletakkan menempel dengan bagian poros tetap.
2. Setelah itu, bagian thimble diputar hingga objek terjepit oleh poros tetap dan poros geser.
3. Bagian ratchet dapat diputar untuk menghasilkan perhitungan yang lebih presisi dengan menggerakkan poros geser secara perlahan.
4. Setelah yakin bahwa objek benar-benar terjepit diantara kedua poros, hasil pengukuran dapat dibaca di skala utama dan skala nonius.

Cara Membaca Mikrometer Sekrup

Pembacaan mikrometer sekrup dilakukan pada dua bagian, yaitu di skala utama dan di skala nonius atau Vernier. Skala utama dapat dibaca di bagian sleeve dan skala nonius dapat dibaca di bagian thimble.



Gambar 1.4 Membaca Mikrometer Sekrup

– Pada contoh pengukuran di atas, cara membaca mikrometer sekrup tersebut adalah: Untuk skala utama, dapat dilihat bahwa posisi thimble telah melewati angka “5” di bagian atas, dan pada bagian bawah garis horizontal telah melewati 1 strip. 0.5mm. Artinya, pada bagian ini didapat hasil pengukuran $5 + 0.5 \text{ mm} = 5.5 \text{ mm}$. Pengukuran juga dapat dilakukan dengan prinsip bahwa setiap 1 strip menandakan jarak 0.5mm. Dikarenakan terlewati 5 strip di atas garis horizontal dan 6 strip di bawah garis horizontal, maka total jarak adalah $(5+6) \times 0.5\text{mm} = 5.5\text{mm}$

Pada bagian kedua, terlihat garis horizontal di skala utama berhimpit dengan angka 28 di skala nonius. Artinya, pada skala nonius didapatkan tambah panjang 0.28mm. Maka, hasil akhir pengukuran mikrometer sekrup pada contoh ini adalah $5.5 + 0.28 = 5.78\text{mm}$. Hasil ini memiliki ketelitian sebesar 0.01 mm.

PENGUKURAN WAKTU

Pada umumnya pekerjaan ilmiah, yang dibutuhkan adalah lamanya selang waktu suatu peristiwa berlangsung. Oleh karena itu standar waktu harus mampu menjawab pertanyaan “Kapan hal itu berlangsung?” dan “Berapa lama kejadiannya?”. Kita dapat menggunakan sembarang peristiwa yang berulang untuk mengukur lamanya waktu. Pengukuran berlangsung dengan menghitung pengulangannya, misalnya dengan menggunakan bandul osilasi, sistem pegas massa, dan lain sebagainya. Dari sekian banyak peristiwa yang terjadi secara periodik di alam ini, perputaran bumi pada sumbunya telah digunakan secara berabad-abad sebagai standar waktu untuk menetapkan panjangnya hari. Sebagai standar waktu sipil sampai sekarang masih digunakan definisi satu detik adalah $1/86.400$ hari.

Salah satu penggunaan waktu standar adalah untuk mengukur frekuensi. Dalam daerah frekuensi radio, perbandingan dengan jam kuarsa dapat dibuat secara elektronik dengan ketelitian sekurang-

kurangnya satu bagian dalam sepuluh pangkat sepuluh dan ketelitian sebaik itu memang sering kali dibutuhkan. Ketelitian ini kira-kira seratus kali lebih baik daripada ketelitian yang dapat dicapai pada peneraan jam kwarsa oleh pengamatan astronomis. Untuk memenuhi kebutuhan standar waktu yang lebih baik, di beberapa negara telah dikembangkan jam atomik yang menggunakan getaran atomic berkala sebagai standar.

Jam atomik jenis tertentu yang didasarkan atas frekuensi karakteristik dari isotop atom cesium-133, telah digunakan di Laboratorium Fisis Nasional, Inggris sejak tahun 1955. Pada tahun 1967, detik yang didasarkan pada jam cesium telah diterima sebagai standar internasional oleh konferensi umum mengenai berat dan ukuran ketiga belas. Jadi satu detik didefinisikan sebagai 9.192.631.770 kali periode transisi atom cesium-133 tertentu. Hal ini serta merta akan meningkatkan ketelitian pengukuran waktu menjadi satu bagian dalam sepuluh pangkat dua belas, lebih baik sekitar seribu kali daripada ketelitian dengan metode astronomis.

Stopwatch

Stopwatch adalah alat ukur waktu yang digunakan untuk mengukur lamanya waktu yang diperlukan dalam sebuah kegiatan, misalnya kita akan mengukur berapa lama waktu yang ditempuh seseorang saat berlari menuju jarak 100 m, maka kita akan sangat membutuhkan stopwatch sebagai alat pengukur waktunya. Stopwatch ini terdiri dari dua macam yaitu stopwatch analog dan stopwatch digital. Stopwatch analog memiliki batas ketelitian 0,1 sekon sedangkan stopwatch digital memiliki batas ketelitian hingga 0,01

Cara penggunaannya adalah dengan memulai menekan tombol di atas dan berhenti sehingga suatu waktu detik ditampilkan sebagai waktu yang berlalu. Kemudian dengan menekan tombol yang kedua pengguna dapat menyetel ulang stopwatch kembali ke nol. Tombol yang kedua juga digunakan sebagai perekam waktu.

PENGUKURAN MASSA

Standar untuk ukuran massa adalah sebuah silinder platinum-iridium yang disimpan di Lembaga Berat Internasional, dan berdasarkan perjanjian internasional disebut sebagai massa sebesar satu kilogram. Standar sekunder ke laboratorium standar diberbagai negara dan massa dari bendabend lain dapat ditentukan dengan menggunakan teknik neraca berlengan sama (*equal arm balance*) dengan ketelitian dua bagian dalam sepuluh pangkat delapan.

Dalam skala atomik, kita memiliki standar massa kedua, bukan satuan SI, yaitu massa dari atom carbon-12 yang berdasarkan perjanjian internasional diberikan harga yang tepat dan perdefinisi sebesar 12 satuan massa atom terpadu (*unified atomic mass units*).

Timbangan Digital

Neraca ini adalah alat ukur massa yang sangat praktis dan ketelitiannya mencapai 1 mg. Bahkan pada laboratorium neraca jenis ini yang disebut neraca analitik memiliki ketelitian sampai 0,1 mg. Oleh karena nilai ketelitiannya tersebut, neraca digital biasanya digunakan pada berbagai bidang yang membutuhkan ketelitian tinggi, seperti bidang farmasi dan penelitian ilmiah pada laboratorium

Neraca Ohaus

Neraca ohaus juga sering digunakan di dalam laboratorium untuk menimbang benda yang tidak dapat ditimbang dengan neraca pegas karena memiliki massa yang lebih besar. Neraca Ohaus tersebut terdiri dari tiga skala. Skala pertama menggunakan ratusan gram, skala kedua menggunakan puluhan gram, dan skala ketiga menggunakan satuan gram. Alat ukur yang satu ini memiliki ketelitian hingga 0,1 g.

Cara menggunakan neraca ohaus adalah dengan cara meletakkan benda pada piringannya lalu beban pada skala dapat di geser hingga dapat menemukan posisi setimbang. Setelah posisi setimbang barulah kita dapat menghitung massa dari benda yang telah kita ukur tersebut.

PENGUKURAN LISTRIK

Alat ukur listrik merupakan alat yang digunakan untuk mengukur besaran- besaran listrik seperti hambatan listrik (R), kuat arus listrik (I), beda potensial listrik (V), daya listrik (P), dan lainnya. Terdapat dua jenis alat ukur yaitu alat ukur analog dan alat ukur digital.

Voltmeter

Voltmeter adalah sebuah alat ukur yang biasa digunakan untuk mengukur besar tegangan listrik yang ada dalam sebuah rangkaian listrik. Susunannya paralel sesuai dengan lokasi komponen yang diukur. Ada tiga lempengan tembaga yang ada di dalamnya. Semua lempengan itu terpasang pada Bakelit yang sudah terangkai dalam sebuah tabung plastik maupun kaca. Lempengan luarnya dinamakan anode, sedangkan lempengan tengahnya dinamakan katode. Ukuran tabung yang dimaksud biasanya sekitar 15 x 10 cm (tinggi x diameter).

Tidak jauh berbeda dengan Amperemeter, desain voltmeter juga dibagi menjadi hambatan seri atau multiplier dan juga galvanometer. Kinerja alat ukur ini akan lebih baik dan bisa meningkat jika ditambah dengan multiplier. Dengan penambahan ini, diharapkan kemampuannya bisa bertambah berkali lipat besar daripada sebelumnya. Jika kuat arus dan medan magnet Saling berinteraksi maka akan timbul gaya magnet. Gaya itulah nanti yang akan menggerakkan jarum. Besar kecil penyimpangan jarum akan dipengaruhi oleh arus listrik yang mengalir. **Fungsi Voltmeter.**

Apa itu fungsi dari voltmeter? Voltmeter merupakan alat ukur yang berfungsi untuk mengukur besar tegangan listrik yang ada di suatu rangkaian listrik. Biasanya, ketika Anda akan menggunakan alat ini, Anda akan menemukan tulisan milivolt (mV), voltmeter (V), mikrovolt, dan juga kilovolt (kV). Tahukah Anda? Alat ini memiliki batasan ukuran yaitu nilai maksimum tegangan yang bisa diukur oleh alat itu. Jika pengukuran melebihi batas yang ditentukan, otomatis alat itu akan rusak.

- Voltmeter sering kali dihubungkan dengan amperemeter. Padahal, keduanya berbeda. Amperemeter berfungsi untuk mengukur ampere atau kuat arus listrik, dan voltmeter berfungsi untuk mengukur besar tegangan listrik atau volt.

Bagian-Bagian Voltmeter:

Ada beberapa bagian-bagian voltmeter dari alat ukur ini yang perlu Anda ketahui, berikut adalah bagiannya:

- Terminal positif dan negatif.
- Batas ukur.
- Setup pengatur fungsi.
- Jarum penunjuk.
- Skala tinggi dan rendah.

Menggunakan Voltmeter:

Jika Anda belum mengetahui cara menggunakan voltmeter ini, berikut dapat Anda simak:

- Rangkai komponen yang memiliki potensial berbeda secara paralel.
- Sesuaikan rangkaian arus yang mana harus searah dengan pemasangan kutub- kutub voltmeter.
- Pastikan bahwa kutub positif dan negatif memiliki potensial yang berbeda. Dari keduanya, kutub positif memiliki potensial yang tinggi.
- Periksa kabel hitam, biru, dan merah, jika ada penyimpangan mengarah ke kiri berarti pemasangannya terbalik. Namun, hal itu tidak akan menjadi masalah untuk rangkaian arus bolak balik.

Amperemeter

Amperemeter adalah salah satu alat ukur yang biasa digunakan untuk mengukur seberapa besar kuat arus listrik yang terdapat pada sebuah rangkaian. Jika anda menggunakan alat ini, anda akan menjumpai tulisan A dan mA. A adalah Amperemeter, mA adalah miliamperemeter atau mikroamperemeter. Alat ukur ini digunakan oleh para teknisi dalam eksekusi

alat multitester atau avometer yang mana merupakan gabungan dari kegunaan amperemeter, ohmmeter, dan juga voltmeter.

Pembuatan Amperemeter biasanya membutuhkan susunan yang disebut dengan shunt dan mikroamperemeter. Susunan itu nanti yang berguna dalam mendeteksi arus yang ada pada rangkaian dengan arus yang kecil, sedangkan untuk hambatan shunt untuk arus besar. Perlu anda ketahui, alat ini selalu beroperasi berdasarkan pada gaya Lorentz gaya magnetis. Gaya Lorentz ini ditimbulkan oleh kumparan berlapis medan magnet yang di dalamnya mengalir arus. Simpangan akan semakin besar seiring meningkatnya arus yang mengalir.

Kegunaan dari Ampere meter itu sendiri? Alat ukur ini biasa digunakan sebagai alat ukur kuat arus listrik dalam rangkaian tertutup. Berbeda dengan voltmeter yang berfungsi untuk mengukur beda potensial yang ada di dua titik yang terdapat pada rangkaian listrik. Namun, voltmeter ini hanya digunakan untuk rangkaian yang dipasang paralel.

Sedangkan, jika Ampere meter rangkaiannya juga secara paralel tetapi bersamaan dengan resistansi yang dinamakan resistensi shunt (R_{sh}). Rangkaian tersebut dapat memperbesar batas ukur alat ini. Seperti yang diketahui, alat ukur ini memiliki batas maksimal pengukuran yang harus dipahami.

Cara Menggunakan Amperemeter

Dalam menggunakan ampere meter kita harus benar, jika tidak maka hasilnya akan kurang tepat dan bisa juga akan minus jika salah. Perlu anda ketahui, ada dua cara menggunakan amperemeter untuk pengukuran. Berikut ini adalah caranya:

1. Cara Menggunakan Ampere Yang tanpa Clamp Ampere

Apa itu clamp Ampere? Definisi kata clamp adalah menggenggam. Alat ini biasa digunakan untuk membentuk kalang tertutup. Bentuknya melingkar yang mana dapat disatukan maupun dipisahkan dengan alat ukur. Amperemeter yang tidak memakai clamp ampere yaitu jenis analog. Untuk jenis ini, cara pengukurannya yaitu:

1. ~~P~~asang alat ukur ini menjadi seri dengan beban yang ada.
 2. Knob pemilih cakupan harus diatur mendekati cakupan yang sesuai atau sudah diprediksi menurut perhitungan arus yang dilakukan secara teori.
 3. Tentukan range batasan ampere dengan cara memutar knob pada alat ukur.
 4. Jika anda sudah memastikan rangkaian telah benar, nyalakan sumber tegangan, cermati jarum penunjuk yang ada pada skala V dan juga A. Pembacaan yang tepat dapat ditunjukkan dari posisi jarum yang lebih besar dari 60% skala penuh meter.
 5. Periksa cakupan yang ada jika mendapati simpangan yang terlalu kecil. Anda juga diharapkan mengecek pembacaan cakupan. Bila “Ya” berarti pembacaan masih berada di bawah cakupan pengukuran. Oleh karenanya, anda bisa mematikan power supply. Ubah knob ke cakupan yang lebih kecil.
 6. Setelah itu, hidupkan sumber tegangan dari baca jarum penunjuk lagi agar lebih mudah untuk dibaca.
 7. Step terakhir adalah menghindari kesalahan pemasangan polaritas sumber tegangan. Mengapa? Ha ini akan menyebabkan arah simpangan jarum menjadi berlawanan dengan semestinya. Jangan sampai arus terlalu besar karena akan merusak jarum penunjuk yang ada pada alat ini.
*Catatan: Dalam pengukuran, perhatikan polaritas ketika anda mengukur Ampere jenis DC.
2. Jenis yang mempunyai Clamp Ampere.
1. Jenis yang biasanya mempunyai Clamp Ampere adalah model Amperemeter Digital, dalam konteks menyatu maupun terpisah dengan alat ukur. Cara mengukur menggunakan amperemeter ini yaitu:
 2. tidak perlu memutus rangkaian saat mengukur.
 3. Letakkan saja Clamp Ampere di kabel yang ingin diukur.
 4. Sebelum itu, pilihlah range yang sesuai.

2. KEGIATAN PERCOBAAN : PENGUKURAN PANJANG

a. Tujuan percobaan

Mengukur panjang suatu benda

b. Alat dan bahan yang digunakan

1. Tiga buah buku dengan ketebalan berbeda
2. Jangka sorong
3. Mikrometer Sekrup
4. Mistar

c. Tata laksana percobaan

1. Ukurlah panjang, lebar, ketebalan sebuah buku dengan menggunakan mistar.
2. Lakukan hal yang sama sebanyak 10 kali percobaan dalam kondisi dan keadaan yang sama.
3. Dari 10 kali pengukuran tersebut, hitunglah panjang rata-rata buku, berikut ketidakpastiannya.
4. Lakukan hal yang sama seperti 1 sampai dengan 3 untuk dua buah buku lainnya yang berbeda ukuran.
5. Lakukan langkah 1-4 untuk jangka sorong dan micrometer sekrup

ANALISIS DATA

Tabel 1 Tabel hasil Nst dengan pengukuran langsung dengan Nst

No	Alat	nst	x	Δx	I	K	AP	$x \pm \Delta x$

Tabel 2 Tabel hasil pengukuran langsung dengan standar deviasi

No	Alat	X	$\bar{x}$	I	K	AP	$x \pm \Delta x$	Δx

-

Tabel 3 Pengukuran tidak langsung dengan nst

No	Bahan	$\bar{x}$	Δx	I	K	AP	$x \pm \Delta x$

Tabel 4 Tabel hasil tidak langsung dengan standart deviasi, pengulangan 3 kali

No	Bahan	x	$\bar{x}$	v	Δv	I	K	AP	$v \pm \Delta v$

Tabel 5 Tabel hasil pengukuran tidak langsung dengan nst dan standart deviasi

No	Bahan	p	l	t	v	I	K	AP	$\rho \pm \Delta \rho$

Tabel 6 Tabel hasil pengukuran tidak langsung dengan nst dan standart deviasi

No	V	ΔV	I	K	AP	$v \pm \Delta v$

RALAT

- a. Cara penulisan hasil

pengukuran yang benar $x = \bar{x} \pm$

Δx satuan

dimana $\bar{x}$ = hasil ukur

Δx = ralat

Atau $x = \bar{x}$ satuan $\pm \Delta x$ %

• Dengan $\Delta x\% = \left[\frac{\Delta x}{\bar{x}} \right] \times 100\%$

b. Nilai skala terkecil

Jika pengukuran langsung hanya sekali.

$$\Delta x = \frac{1}{2} n s t$$

Pengukuran sebanyak n kali, maka Δx dicari dengan menggunakan standar deviasi

- Jika $n \leq 10$

$$\Delta x = \sqrt{\frac{\sum (x_1 - \bar{x})^2}{n(n-1)}}$$

- Jika $n \geq 10$

$$\Delta x = \sqrt{\frac{\sum (x_1 - \bar{x})^2}{n}}$$

c. Ralat nisbi/ralat relatif

$$I = \left[\frac{\Delta x}{\bar{x}} \right] \times 100\%$$

d. Keseksamaan

$$K = 100\% - I$$

e. Jumlah angka penting

$$AP = 1 - \log \left[\frac{\Delta x}{\bar{x}} \right]$$

f. Ralat yang digunakan pada pengukuran langsung dengan standar deviasi

$$\bar{x} = \left[\frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} \right]$$

$$\Delta x = \sqrt{\frac{\sum (x_1 - \bar{x})^2}{n(n-1)}}$$

g. Ralat yang digunakan pada pengukuran tidak langsung dengan standart deviasi

$$V = p \times l \times t$$

$$\Delta V = \sqrt{\left(\frac{\partial V}{\partial p} \right)^2 |\Delta p|^2 + \left(\frac{\partial V}{\partial l} \right)^2 |\Delta l|^2 + \left(\frac{\partial V}{\partial t} \right)^2 |\Delta t|^2}$$

3. KEGIATAN PERCOBAAN : PENGUKURAN WAKTU

ANALISIS DATA

Tabel 7 Tabel hasil pengukuran tidak langsung dengan nst dan standart deviasi

No	Bahan	Jarak (s)	Waktu (t)	Kecepatan (v)

Tabel 8 Tabel hasil pengukuran tidak langsung dengan nst dan standart deviasi

No	Δs	Δvt	Δv	I	K	AP	$v \pm \Delta v$

RALAT

- a. Cara penulisan hasil

pengukuran yang benar $x = \bar{x} \pm$

Δx satuan

dimana $\bar{x}$ = hasil ukur

Δx = ralat

Atau $x = \bar{x}$ satuan $\pm \Delta x$ %

Dengan $\Delta x\% = \left[\frac{\Delta x}{\bar{x}} \right] \times 100\%$

- b. Nilai skala terkecil

Jika pengukuran langsung hanya sekali.

$$\Delta x = \frac{1}{2}nst$$

Pengukuran sebanyak n kali, maka Δx dicari dengan menggunakan standar deviasi

- Jika $n \leq 10$

-

$$\Delta x = \sqrt{\frac{\sum (x_1 - \bar{x})^2}{n(n-1)}}$$

- Jika $n \geq 10$

$$\Delta x = \sqrt{\frac{\sum (x_1 - \bar{x})^2}{n}}$$

- c. Ralat nisbi/ralat relatif

$$I = \left[\frac{\Delta x}{\bar{x}} \right] x 100\%$$

- d. Keseksamaan

$$K = 100\% - I$$

- e. Jumlah angka penting

$$AP = 1 - \log \left[\frac{\Delta x}{\bar{x}} \right]$$

- f. Ralat yang digunakan pada pengukuran langsung dengan standar deviasi

$$\bar{x} = \left[\frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} \right]$$

$$\Delta x = \sqrt{\frac{\sum (x_1 - \bar{x})^2}{n(n-1)}}$$

- g. Ralat yang digunakan pada pengukuran tidak langsung dengan standart deviasi

$$v = \frac{s}{t}$$

$$\Delta v = \sqrt{\left(\frac{\partial v}{\partial s} \right)^2 |\Delta s|^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial t} \right)^2 |\Delta t|^2}$$

4. KEGIATAN PERCOBAAN : PENGUKURAN MASSA

a. Tujuan percobaan

Mengukur massa suatu benda dari berbagai ukuran.

b. Alat dan bahan yang digunakan

1. 10 buah kubus kayu dengan ukuran yang sama
2. Timbangan digital
3. Neraca Ohaus

c. Tata laksana percobaan

1. Timbanglah sebuah kubus kayu dengan menggunakan timbangan digital.
2. Lakukanlah hal yang sama terhadap sembilan buah kubus kayu yang lainnya, dan catat hasilnya.
3. Hitunglah massa rata-rata kubus kayu tersebut, berikut ketidakpastiannya.
4. Lakukan langkah 1-3 untuk mengukur benda dengan menggunakan neraca Ohaus.

ANALISIS DATA

Tabel 9 Tabel hasil pengukuran tidak langsung dengan nst dan standart deviasi

No	Bahan	Massa jenis (ρ)	Massa (m)	Volume (V)

Tabel 10 Tabel hasil pengukuran tidak langsung dengan nst dan standart deviasi

No	$\Delta\rho$	Δm	ΔV	I	K	AP	$v \pm \Delta v$

RALAT

- a. Cara penulisan hasil

pengukuran yang benar $x = \bar{x} \pm$

Δx satuan

dimana $\bar{x}$ = hasil ukur

$$\Delta x = \text{ralat}$$

Atau $x = \bar{x} \text{ satuan} \pm \Delta x \%$

$$\text{Dengan } \Delta x\% = \left[\frac{\Delta x}{\bar{x}} \right] x 100\%$$

- b. Nilai skala terkecil

Jika pengukuran langsung hanya sekali.

$$\Delta x = \frac{1}{2} \text{nst}$$

Pengukuran sebanyak n kali, maka Δx dicari dengan menggunakan standar deviasi

- Jika $n \leq 10$

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

- Jika $n \geq 10$

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

- c. Ralat nisbi/ralat relatif

$$I = \left[\frac{\Delta x}{\bar{x}} \right] x 100\%$$

- d. Keseksamaan

$$K = 100\% - I$$

- e. Jumlah angka penting

$$AP = 1 - \log \left[\frac{\Delta x}{\bar{x}} \right]$$

- f. Ralat yang digunakan pada pengukuran langsung dengan standar deviasi

$$\bar{x} = \left[\frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} \right]$$

$$- \quad \Delta x = \sqrt{\frac{\sum (x_1 - \bar{x})^2}{n(n-1)}}$$

- g. Ralat yang digunakan pada pengukuran tidak langsung dengan standart deviasi

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\Delta \rho = \sqrt{\left(\frac{\partial \rho}{\partial m}\right)^2 |\Delta m|^2 + \left(\frac{\partial \rho}{\partial V}\right)^2 |\Delta V|^2}$$

5. KEGIATAN PERCOBAAN : PENGUKURAN LISTRIK

Tujuan Percobaan

Mengukur Hambatan, tegangan dan arus listrik

a. Alat dan bahan yang digunakan

1. Tiga buah buku dengan ketebalan berbeda
2. Voltmeter
3. Amperemeter
4. Blok logam, Bola Besi dan sebagainya

b. Tata laksana percobaan

1. Amperemeter, digunakan untuk mengukur kuat arus yang mengalir dalam sebuah rangkaian tertutup yang menghubungkan sebuah sumber tegangan dengan beban.
2. Voltmeter, digunakan untuk mengukur besar tegangan dalam sebuah beban yang dialiri oleh arus listrik

ANALISIS DATA

Tabel 11 Tabel hasil pengukuran tidak langsung dengan nst dan standart deviasi

No	Arus (I)	Hambatan (R)	Tegangan (V)

Tabel 12 Tabel hasil pengukuran tidak langsung dengan nst dan standart deviasi

No	ΔI	ΔR	ΔV	I	K	AP	$V \pm \Delta V$

RALAT

- a. Cara penulisan hasil

pengukuran yang benar $x = \bar{x} \pm$

Δx satuan

dimana $\bar{x}$ = hasil ukur

$$\Delta x = \text{ralat}$$

Atau $x = \bar{x} \text{ satuan} \pm \Delta x \%$

$$\text{Dengan } \Delta x\% = \left[\frac{\Delta x}{\bar{x}} \right] x 100\%$$

- b. Nilai skala terkecil

Jika pengukuran langsung hanya sekali.

$$\Delta x = \frac{1}{2} \text{nst}$$

Pengukuran sebanyak n kali, maka Δx dicari dengan menggunakan standar deviasi

- Jika $n \leq 10$

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

- Jika $n \geq 10$

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

- c. Ralat nisbi/ralat relatif

$$I = \left[\frac{\Delta x}{\bar{x}} \right] x 100\%$$

- d. Keseksamaan

$$K = 100\% - I$$

- e. Jumlah angka penting

$$AP = 1 - \log \left[\frac{\Delta x}{\bar{x}} \right]$$

- f. Ralat yang digunakan pada pengukuran langsung dengan standar deviasi

$$\bar{x} = \left[\frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} \right]$$

$$\Delta x = \sqrt{\frac{\sum (x_1 - \bar{x})^2}{n(n-1)}}$$

- g. Ralat yang digunakan pada pengukuran tidak langsung dengan standart deviasi

$$I = \frac{V}{R}$$

$$\Delta I = \sqrt{\left(\frac{\partial I}{\partial V}\right)^2 |\Delta V|^2 + \left(\frac{\partial I}{\partial R}\right)^2 |\Delta R|^2}$$

Rangkuman

- Panjang adalah dimensi suatu benda yang menyatakan jarak antar ujung. Panjang dapat dibagi menjadi tinggi, yaitu jarak vertical, serta lebar yaitu jarak dari satu sisi ke sisi yang lain diukur pada sudut tegak lurus terhadap panjang benda. Dengan kata lain, mistar itu mempunyai skala terkecil 1 milimeter dan mempunyai ketelitian 1 milimeter atau 0,1 cm.
- Jangka sorong adalah alat ukur yang ketelitiannya dapat mencapai seperseratus milimeter. Terdiri dari dua bagian, bagian diam dan bagian bergerak. Pembacaan hasil pengukuran sangat bergantung pada keahlian dan ketelitian pengguna maupun alat.
- Waktu juga merupakan salah satu dari tujuh besaran pokok. Standar waktu yang telah dikenal adalah sekon, menit, dan jam. Dalam satuan SI (standar internasional), standar waktu adalah sekon disingkat s. Hubungan antara ketiga besaran tersebut adalah 1 jam = 60 menit = 3.600 sekon.
- Stopwatch adalah alat ukur waktu yang digunakan untuk mengukur lamanya waktu yang diperlukan dalam sebuah kegiatan.
- Neraca ini adalah alat ukur massa yang sangat praktis dan ketelitiannya mencapai 1 mg. Bahkan pada laboratorium neraca jenis ini yang disebut neraca analitik memiliki ketelitian sampai 0,1 mg.
- Neraca ohaus adalah alat ukur massa yang memiliki ketelitian 0,1 gram. Neraca Ohaus tersebut terdiri dari tiga skala. Skala pertama

menggunakan ratusan gram, skala kedua menggunakan puluhan gram, dan skala ketiga menggunakan satuan gram.

- Ketelitian neraca digital ini sampai dengan 0,001 gram. Dengan tingkat ketelitian yang tinggi, neraca digital ini banyak digunakan di berbagai laboratorium untuk mengukur massa benda yang sangat kecil pada saat penelitian.
- Voltmeter merupakan alat untuk mengukur besarnya tegangan dalam suatu benda yang dilewati oleh listrik. Berdasarkan jenis dari arus listrik voltmeter dibagi menjadi 2 yaitu voltmeter AC dan voltmeter DC
- Amperemeter adalah alat ukur yang digunakan untuk mengukur kuat arus yang mengalir dalam satu rangkaian listrik. Berdasarkan jenisnya, sumber arus amperemeter dibagi menjadi 2 yaitu amperemeter DC dan amperemeter AC.

Evaluasi Pembelajaran

1. Jika kita ingin mengukur ketebalan sebuah rambut, alat ukur apakah yang cocok digunakan? Mengapa demikian?
2. Mengapa setiap kali melakukan pengukuran terhadap suatu objek, belum tentu mendapatkan harga yang sama, padahal kita mengukur objek yang sama?
3. Mengapa setiap kali melakukan pengukuran terhadap suatu objek, belum tentu mendapatkan harga yang sama, padahal kita mengukur objek yang sama?
4. Jelaskan beberapa peristiwa alam yang terjadi secara periodis yang dapat digunakan sebagai standar waktu!
5. Mengapa setiap kali melakukan pengukuran terhadap suatu objek, belum tentu mendapatkan harga yang sama, padahal kita mengukur objek yang sama?
6. Selain voltmeter dan amperemeter, alat ukur yang

adalah hubungannya dengan kelistrikan adalah?

-

Umpan Balik dan Tindak Lanjut

1. Setelah penjelasan materi diberikan, mahasiswa melakukan praktikum/percobaan sesuai pada **Latihan** secara kelompok.
2. Hasil kemudian didiskusikan di kelas.
3. Bila pengerjaan **latihan** masih keliru, mahasiswa melakukan perbaikan kemudian hasil diserahkan kepada dosen pengampu.
4. **Evaluasi pembelajaran** diberikan sebagai tugas yang dikerjakan di luar kelas. Dan dikumpul sebelum pertemuan berikutnya.
5. Hasil **evaluasi** kurang dari 75 poin (dari skala 100) akan dikembalikan dan dilakukan perbaikan dan selanjutnya diserahkan kembali ke dosen pengampu.

Daftar Pustaka

- Buckla, D., Mc Lanchlan, W. (1992). Applied Electronics Instrumentation and Measurement, Macmillan Publishing Comp.
- Cochran, WG (1968). “Kesalahan Pengukuran dalam Statistik”. Technometrics . Taylor & Francis, Ltd atas nama Amerika statistik Association dan American Society untuk Kualitas. 10: 637-666. doi: 10,2307 / 1.267.450
- Halman, J.P. (1999). Experimental Methods For Engineers, Mc-Graw Hill International Edition.
- Les Kirkup, (1999). Experimental Methods, John Wiley.
- Module Phys-120, (2000). Department of Physics, Kulee University.
- Nur Azman, dkk., (1983) Penuntun Praktikum Fisika Dasar, Sinar Wijaya.
- Suparno S., dkk. (2001). Panduan Praktikum Fisika 2, Universitas Terbuka