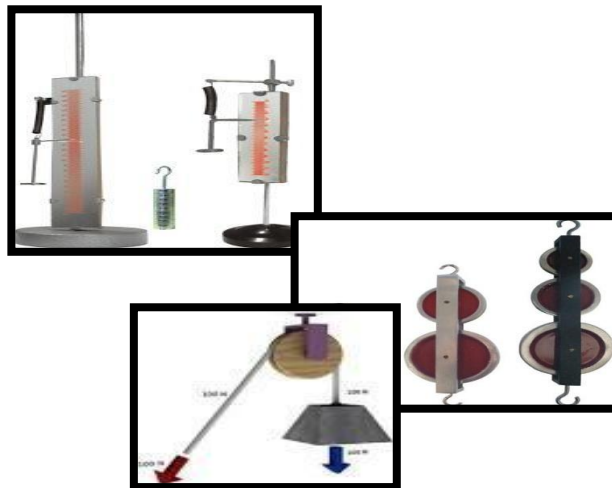




PANDUAN PRAKTIKUM FISIKA DASAR



Penyusun :

Fajar Rahayu ST, MT

Ferdyanto ST, MT

LABORATORIUM FISIKA ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

2022



KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warrahmatullohi Wabarakatuh

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga Penuntun Praktikum Fisika Dasar untuk mahasiswa/i Program Studi Teknik Elektro Universitas Pembangunan Veteran Jakarta ini dapat diselesaikan dengan sebaik-baiknya.

Penuntun praktikum ini dibuat sebagai pedoman dalam melakukan kegiatan praktikum Fisika Dasar yang merupakan kegiatan penunjang mata kuliah Fisika disetiap program studi. Penuntun ini mengalami perubahan isi dari penuntun sebelumnya dan perubahan ini dilakukan untuk tujuan mempertegas apa yang hendak dicapai mahasiswa/i melalui setiap percobaan.

Penuntun praktikum ini diharapkan dapat membantu mahasiswa/i dalam mempersiapkan dan melaksanakan praktikum di **Laboratorium Fisika Teknik Elektro UPN Veteran Jakarta** dengan lebih baik, terarah, dan terencana. Penuntun ini terdiri dari beberapa percobaan Ketegangan Gaya Pegas, Resistivitas Kawat, Osiloskop Sinar Katoda, dan Optik. Untuk setiap jenis praktikum diberikan tujuan, teori yang relatif singkat, prosedur eksperimen, dan analisis yang harus dikerjakan praktikan.

Pada penulisan laporan mahasiswa tidak harus mengikuti apa yang tercantum pada modul ini, tetapi bergantung pada kenyataan yang dijumpai dalam melakukan praktikum.

Tim penyusun menyadari bahwa masih banyak kekurangan yang terdapat dalam penuntun ini, oleh sebab itu kami tim penyusun dengan tangan terbuka selalu menerima saran – saran yang bersifat membangun dan membantu perbaikan penuntun ini untuk penerbitan selanjutnya.

Akhirnya, ucapan terima kasih kepada rekan - rekan yang telah memberikan masukan dalam penyusunan penuntun ini.

Depok, September 2022

Tim Penyusun



DAFTAR ISI

	Halaman
Kata Pengantar	ii
Daftar Isi	iii
Pendahuluan Praktikum	1

PERCOBAAN

TK	Teori Ketidakpastian	10
PD	Pengukuran Dasar	25
M-4	Ketegangan Gaya Pegas	35
M-7	Resistivitas Kawat	40
M-8	Osiloskop Sinar Katoda	49
M-9	Optik	55



BAB I

PENDAHULUAN PRAKTIKUM

1.1 Pendahuluan

Perguruan tinggi merupakan salah satu tempat memperoleh pendidikan yang dapat menciptakan sumber daya manusia yang berkualitas. Dalam usaha meningkatkan mutu pendidikan para mahasiswa diusahakan harus memiliki wawasan pengetahuan serta kemampuan dalam berbagai hal, seperti: konsep, prinsip, kreativitas, keterampilan, dan lain-lain.

Salah satu usaha untuk meningkatkan kemampuan konsep dan keterampilan mahasiswa harus melakukan praktikum yang dilaksanakan dalam laboratorium. Salah satu strategi yang dilakukan adalah dengan penyelenggaraan praktikum mata kuliah di laboratorium. Mata kuliah praktikum merupakan kegiatan untuk memberikan pengalaman kepada mahasiswa dalam mengintegrasikan antara teori dan praktek sehingga mahasiswa dapat mengembangkan keterampilannya secara langsung.

Beberapa mata kuliah dasar dan unggulan diupayakan untuk terintegrasi dengan praktikum di laboratorium agar skill mahasiswa dapat terbentuk dengan matang. Selain itu mata kuliah praktikum juga bertujuan untuk mengasah keterampilan mahasiswa dalam memahami dan mengerti kegunaan peralatan-peralatan praktikum yang ada di laboratorium fakultas Teknik UPNVJ sesuai dengan mata kuliah. Proses pembelajaran praktikum pada masing – masing program studi dilakukan di dalam laboratorium fakultas Teknik UPNVJ.

1.2 Tujuan

Tujuan dari Panduan Praktikum Fisika adalah :

- Menunjang perkuliahan, maksudnya merupakan demonstrasi gejala – gejala dan prinsip-prinsip yang diajarkan di dalam perkuliahan.
- Mendidik mahasiswa menjadi seorang peneliti yang baik.
- Memberikan pedoman bagi semua aturan tentang pelaksanaan praktikum mata kuliah fisika dasar.
- Memenuhi kebutuhan informasi yang diperlukan yang berkenaan dengan pelaksanaan praktikum.

1.3 Pengelola Pekerja Laboratorium

Agar kesinambungan dan daya guna laboratorium dapat dipertahankan, laboratorium perlu dikelola secara baik. Salah satu bagian dari pengelolaan laboratorium ini adalah staf atau personal laboratorium. Staf atau personal Laboratorium mempunyai tanggung jawab terhadap efektifitas dan efisiensi laboratorium termasuk fasilitas, alat-alat dan bahan bahan praktikum. Personal Laboratorium, terdiri dari :

- Kepala Laboratorium



Laboratorium dipimpin oleh kepala laboratorium yang harus memahami pengelolaan laboratorium dengan baik, tugas kepala laboratorium, antara lain :

1. Merencanakan, mengadakan alat dan melaksanakan perbaikan fasilitas alat dan bahan untuk kegiatan praktikum sesuai usulan dari laboran
2. Mempertimbangkan atau menyetujui usulan – usulan yang diberikan staf laboratorium, laboran dan para asisten demi kemajuan laboratorium

➤ **Staf Ahli Laboratorium**

Staf Ahli lab merupakan pembantu kepala laboratorium di dalam mengawasi jalannya praktikum dan segala kegiatan yang ada di Laboratorium. Tugas Staf Ahli Laboratorium antara lain :

1. Bertanggung jawab dan melakukan koordinasi pada pelaksanaan praktikum sesuai dengan jadwal dan tujuan
2. Menyusun bahan soal untuk responsi praktikum
3. Memberikan penilaian akhir terhadap praktikum
4. Mengawasi implementasi K3 di laboratorium selama kegiatan praktikum

➤ **Administrasi Laboratorium**

Tugas dari administrasi laboratorium, yaitu :

1. Bertanggung jawab dan melakukan koordinasi pada kegiatan administrasi praktikum
2. Melaksanakan kegiatan pendaftaran peserta praktikum
3. Melaksanakan kegiatan administrasi dan pencatatan keuangan praktikum
4. Menyiapkan pelaksanaan responsi praktikum
5. Memberikan layanan administrasi dalam hal mahasiswa

➤ **Laboran / Teknisi Laboratorium**

Merupakan pengelola dan sekaligus sebagai penanggung jawab alat atau bahan praktikum. Tugas dari Laboran / Teknisi Laboratorium :

1. Melaksanakan tugas pelaksanaan praktikum sesuai dengan jadwal dan tujuan
2. Bertanggung jawab pada penyediaan fasilitas peralatan dan bahan yang dibutuhkan selama praktikum
3. Membantu pelaksanaan administrasi harian praktikum di masing – masing laboratorium
4. Membantu pelaksanaan implementasi K3 di laboratorium selama kegiatan praktikum
5. Melakukan koordinasi dengan dosen dan asisten praktikum

➤ **Asisten Laboratorium**

Merupakan pengelola kegiatan laboratorium. Dimana asisten pada saat praktikum harus:

1. Menunjang pemahaman konsep
2. Mengembangkan keterampilan dasar laboratorium



3. Mengarahkan pada cara berlaboratorium yang baik
4. Mengarahkan pada keselamatan bekerja di laboratorium
5. Praktikum mengarahkan pada penanganan limbah yang efisien

1.4 Unsur – Unsur Laboratorium Pada Praktikum

1. Tata Bangunan
 - Mudah dikontrol
 - Jauh dari pemukiman/tata-letaknya aman
 - Memperhatikan pengelolaan limbah
 - Sesuai dengan kebutuhan / jenis lab
 - Pencahayaan
2. Ukuran
 - Per-praktikan diperlukan luas laboratorium kurang lebih 2,5 m²
 - Jumlah siswa dalam laboratorium maksimal 40 orang
 - Tinggi langit-langit minimal 4 m
3. Fasilitas
 - Alat dan bahan
 - Ruang penyimpanan/lemari alat dan bahan
 - Ruang persiapan (praktikum)
 - Ruang khusus (ruang asam, ruang gelap, ruang steril, ruang timbang,dll)
 - Gudang
 - Sumber air
4. Keamanan
 - Ventilasi + blower
 - Unit pengelolaan limbah
 - Bak cuci dan saluran yang aman
 - Pintu keluar/masuk yang cukup luas
 - Alat pemadam api
 - Alat listrik yang aman
 - Kotak P3K
 - Peralatan keamanan khusus
5. Tata Tertib laboratorium
 - Untuk keselamatan sendiri
 - Untuk keselamatan orang lain
 - Untuk keselamatan lingkungan
 - Untuk menunjang kelancaran kegiatan laboratorium itu sendiri



6. Kegiatan

Kegiatan utama dari sebuah laboratorium adalah praktikum, dimana konsep dari sebuah praktikum untuk membuktikan teori yang diajarkan pada perkuliahan. Ada berbagai kegiatan praktikum yang dapat dilakukan, salah satunya:

a. Waktu pelaksanaan praktikum

Praktikum waktu pendek artinya dalam satu kali per jam praktikum dapat selesai.

b. Bentuk kelompok kerja praktikum

Praktikum dengan kelompok sangat ditentukan oleh besarnya kelompok. Biasanya semakin besar kelompok kerja semakin kurang efisien dan efektif.

c. Isi kegiatan praktikum

Percobaan/pengambilan data.

Salah satu kegiatan utama pada saat pada saat praktikum adalah pengambilan data. Data diambil harus sesuai dengan pengujian kebenaran suatu konsep teorinya. Pengambilan data yang salah akan mempengaruhi analisa data dan kesimpulan di laporan praktikum. Sehingga menjadi data yang tidak relevan.



BAB II PELAKSANAAN PRAKTIKUM

2.1 Peraturan Praktikum

Peraturan yang berlaku untuk pelaksanaan praktikum adalah :

- 1) Praktikan harus berpakaian rapi dalam mengikuti praktikum (menggunakan kemeja, celana panjang utuh,bersepatu)
- 2) Praktikan harus mempersiapkan diri dengan baik sebelum dan pada saat mengikuti praktikum
- 3) Praktikan harus menjawab soal-soal yang diberikan pada tugas pendahuluan untuk kemudian dikumpulkan sebelum melakukan kegiatan praktikum.
- 4) Mahasiswa harus sudah siap sebelum praktikum dimulai.
- 5) Selama pelaksanaan praktikum sangat diharapkan untuk tidak melakukan kegiatan yang mengganggu kelompok lain atau mengganggu keseluruhan praktikum.
- 6) Setiap praktikum akan menghasilkan laporan awal yang harus dikumpulkan pada saat akhir praktikum. Laporan awal harus disiapkan sebelum praktikum dilaksanakan dan dilengkapi saat praktikum dilaksanakan.
- 7) Apabila percobaan yang dilakukan dalam praktikum belum dapat diselesaikan maka harus diselesaikan di luar waktu percobaan sebagai tugas tambahan.
- 8) Batas akhir penyerahan laporan akhir adalah 1 minggu setelah melaksanakan praktikum.
- 9) Peraturan-peraturan lain yang belum dijelaskan dalam peraturan ini akan ditentukan kemudian apabila diperlukan selama pelaksanaan praktikum.
- 10) Setiap pelanggaran yang dilakukan terhadap peraturan di atas akan dicatat oleh asisten praktikum. Apabila pelanggaran dianggap berat maka keputusan terhadap sanksi pelanggaran akan ditentukan dalam rapat koordinasi laboratorium komputer.

2.2 Persiapan Praktikum

- 1) Praktikan harus mengikuti jadwal praktikum yang ditentukan oleh laboratorium. Penggantian jadwal dapat dilakukan dengan persetujuan asisten serta mempertimbangkan tersedianya peralatan dan waktu untuk praktikum sepanjang tidak mengganggu kegiatan praktikum lain.
- 2) Menyerahkan tugas pendahuluan kepada asisten pada saat pelaksanaan praktikum. Setelah batas tersebut asisten berhak menolak tugas pendahuluan praktikan dan praktikan dinyatakan gagal untuk praktikum tersebut serta tidak berhak mengikuti praktikum susulan. Keterlambatan akan dikenai sanksi pengurangan nilai tugas pendahuluan 10% dari nilai tugas pendahuluan.
- 3) Format tugas pendahuluan terlampir. Asisten berhak meminta revisi tugas pendahuluan apabila dinilai salah atau tidak layak.



2.3 Pelaksanaan Praktikum

1. Absensi

- a. Praktikan harus melaksanakan praktikum sesuai jadwal terakhir yang disetujui dengan asisten. Praktikan harus datang tepat pada waktu pelaksanaan praktikum untuk melakukan tes awal dan mengisi daftar hadir. Keterlambatan mengurangi nilai kedisiplinan.
- b. Praktikan yang tidak menghadiri suatu praktikum dengan alasan yang tidak bisa diterima akan dinyatakan gagal untuk satu praktikum tersebut.

2. Alat dan Bahan

- a. Peminjaman alat dan bahan serta pengaturan penggunaan komputer harus mendapat persetujuan asisten
- b. Semua alat dan bahan yang dipinjam menjadi tanggung jawab praktikan dan harus dikembalikan dalam keadaan baik pada akhir praktikum.
- c. Segera melaporkan ketidakberesan alat, bahan atau sarana pendukung kepada asisten.
- d. Setiap kerusakan yang diakibatkan oleh kecerobohan praktikan harus diperbaiki atau diganti oleh praktikan yang bersangkutan

2.4 Sistematika Laporan

Laporan akhir praktikum merupakan dokumentasi hasil pelaksanaan praktikum dari awal sampai akhir. Sistematika laporan ini dibuat dengan menggunakan format laporan standar baku yang diterapkan pada Fakultas Teknik UPNVJ. Adapun format tersebut sebagai berikut :

I. LAPORAN AKHIR

COVER LAPORAN AKHIR

BAB I Pendahuluan

1.1 Tujuan

1.2 Landasan Teori

BAB II Prosedur kerja

2.1 Alat dan Bahan

2.2 Kegunaan Alat

2.3 Skema Alat

BAB III Data dan Pembahasan

3.1 Jurnal Praktikum (Tabel)

3.2 Perhitungan dan Ralat

3.3 Analisa

BAB IV Penutup

4.1 Tugas Akhir

4.2 Kesimpulan

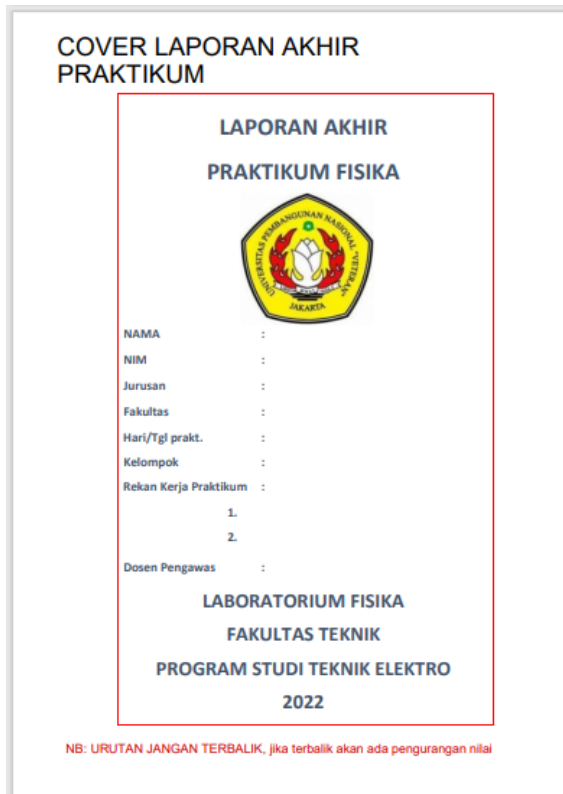
4.3 Saran



DAFTAR PUSTAKA

2.4.1. Format Penulisan Laporan

- Laporan ditulis tangan pada kertas HVS ukuran A4 menggunakan pena tinta biru
- Spasi baris disesuaikan dengan baris double folio
- Ukuran Margin 4cm sebelah kiri, 3cm bagian atas, sebelah kanan dan bawah (Garis margin menggunakan tinta merah), contoh terlampir



2.5 Sanksi

Ada beberapa sanksi yang dapat diterapkan terhadap praktikan yang melanggar peraturan tata tertib :

1. Pelanggaran terhadap :
 - a. Asisten berhak melakukan pencoretan terhadap tugas yang telah dikerjakan.
 - b. Jika tidak membawa modul praktikum, maka tidak diperkenankan mengikuti praktikum.
 - c. Jika isi laporan awal dan akhir sama dengan teman satu kelompok (plagiat), maka modul tersebut bernilai nol atau gagal praktikum fisika dasar.
 - d. Praktikan diwajibkan menonaktifkan (*silent*) HP selama praktikum, jika tidak nilai objek dikurangi 10%.
2. Praktikan yang melakukan kecurangan dapat dikenakan sanksi berupa pembatalan seluruh praktikum dan diberi "Nilai E".



3. Praktikan yang karena kelalaiannya menyebabkan kerusakan atau menghilangkan alat milik laboratorium harus mengganti alat tersebut. Apabila dalam waktu yang ditentukan belum mengganti, maka tidak diperkenankan mengikuti praktikum berikutnya.
4. Praktikan yang tidak mengikuti praktikum sebanyak 4 kali diberi sanksi pembatalan seluruh praktikum dan diberi "Nilai E".
5. Sanksi lain yang ada di luar sanksi-sanksi diatas ditentukan kemudian oleh Kepala Laboratorium Fisika Dasar.



MODUL TK

TEORI

KETIDAKPASTIAN



I. TEORI KETIDAKPASTIAN

KETIDAKPASTIAN PADA PENGUKURAN

1.1. Pengukuran

Pengukuran merupakan pengamatan kuantitatif dari suatu besaran fisika. Besaran fisika yang diukur dapat merupakan besaran dasar ataupun besaran turunan. Sedangkan pengamatan kuantitatif dapat diartikan bahwa nilai kuantitatif dari besaran tersebut harus jelas dan dapat dimengerti oleh semua orang. Pengukuran yang dapat diartikan sebagai kegiatan membandingkan besaran fisika tersebut terhadap suatu besaran dasar. Besaran dasar ini harus mudah diperoleh kembali dan tidak boleh berulang. Seringkali kita membandingkan besaran yang diukur dengan besaran dasar secara tidak langsung, misalnya pengukuran jarak ke great nebula di galaxy Andromeda, pengukuran tinggi badan orang atau pengukuran jarak inti-inti atom Hidrogen teknik pengukurannya sangat berbeda dan alat ukurnya pun berbeda.

Di dalam percobaan Fisika hasil-hasil yang diperoleh biasanya tidak dapat diterima begitu saja sebab hasil percobaan tersebut harus dipertanggungjawabkan keberhasilan dan kebenarannya. Hal ini disebabkan oleh kemampuan manusia yang terbatas dan ketelitian alat-alat yang dipergunakan juga mempunyai batas tertentu. Dengan kata lain peralatan dan sarana (termasuk waktu) yang tersedia bagi kita membatasi tujuan dan hasil yang dapat dicapai. Hasil percobaan tersebut baru dapat diterima apabila harga besaran yang diukur dilengkapi dengan batas penyimpangan yang disebut dengan **ketidakpastian**.

Didalam melakukan praktikum kita akan sering mengukur besaran-besaran fisika. Hasil pengukuran ini merupakan data yang harus kita olah, sebab itu ketepatan dan kebenaran dalam melakukan pengukuran sangat penting selain itu cara penulisan dan cara pemakaian satuan dalam nilai hasil pengukuran tidak boleh dilupakan.

Apabila ternyata penyimpangan yang dihasilkan terlalu besar maka dapat diatasi dengan mengulangi pengukuran beberapa kali atau mengganti alat yang dipakai dengan alat yang lebih baik batas/tingkat ketelitiannya. Untuk keperluan ini sangat dibutuhkan teori ketidakpastian.

Dengan teori ini dapat ditentukan penyimpangan pada hasil percobaan. Ini berguna dalam memberi penilaian yang wajar pada pekerjaan kita meskipun hasil-hasilnya tidak dapat diharapkan akan tetap sama dengan hasil riset (= nilai benar X_0). Akan tetapi selama hasil itu terdapat dalam interval $X \pm DX$, percobaan kita sungguh mempunyai arti (*meaningful*) dan dapat dipertanggungjawabkan. DX adalah penyimpangan yang disebabkan keterbatasan alat, waktu, dan lain-lain.

1.2. Ketidakpastian Pada Suatu Pengukuran

Untuk mendapatkan hasil pengukuran yang sebaik-baiknya, kita harus menggunakan alat ukur yang tepat dan juga dapat dilakukan pengukuran berulang kali. Sekali pun demikian tidaklah dijamin bahwa hasil pengukuran itu mutlak benar. Jika saja kita mempunyai alat ukur yang lebih teliti dan cara pengukurannya lebih baik mungkin hasil pengukuran itu tidak sama.



Dengan kata lain hasil-hasil dari suatu pengukuran, bagaimanapun baiknya cara dan alat ukur kita selalu dihindangi keragu-raguan atau ketidakpastian (*uncertainty*).

Tidak ada satupun alat yang dapat menghilangkan ketidakpastian ini, yang mungkin kita lakukan adalah memperkecil ketidakpastian tersebut dan mengetahui batas-batas dari ketidakpastian tersebut. Pada sub bab-sub bab berikutnya kita akan membahas bagaimana menuliskan suatu nilai hasil pengukuran agar dapat diketahui batas-batas ketidaktastiannya (II.2).

1.3. Beberapa Jenis Ketidakpastian

Berikut ini adalah beberapa jenis ketidakpastian yang biasa kita jumpai :

A. Ketidakpastian Bersistem

1. Kesalahan Kalibrasi
2. Kesalahan Titik Nol
3. Kesalahan Komponen Alat
4. Gesekan
5. Paralaks
6. Keadaan Saat Bekerja

Kesalahan bersistem menyebabkan hasil yang diperoleh menyimpang dari hasil sebenarnya dan simpangan ini mempunyai "Arah" tertentu.

B. Ketidakpastian Rambang

Beberapa diantara ketidakpastian rambang (Tidak Teratur) ialah :

1. Gerak Brown Molekul Udara
2. Fluktuasi Pada Tegangan Jarum Listrik
3. Landasan Yang Bergetar
4. Bising
5. Radiasi Latar Belakang

Jelas terlihat kesalahan rambang bersumber pada gejala yang tidak mungkin dikendalikan atau diatasi semuanya sekaligus. Ia berupa perubahan yang berlangsung sangat cepat hingga pengatur dan pengontrolannya diluar kemampuan kita. Ketidakpastian Rambang ini menyebabkan hasil pengukuran kita jatuh agak disebelah kanan dan kiri nilai benar.

1.4. Pengukuran Tunggal

Adapun sebab pengukuran tidak diulang, mungkin karena tidak dapat diulang. Misalkan kita mengukur curah hujan suatu hari atau kita mengukur kecepatan mobil yang lewat; Sukar sekali meminta si pengendara mengulangi putarannya. Ada lagi suatu sebab mengapa pengukuran tidak diulang. Misal; Apabila tebal buku kita ukur dengan menggunakan mistar biasa (panjang 30 cm), meskipun diulang, akan memperoleh hasil yang sama, karena alat ukurnya terlalu kasar. Dalam hal ini sebagai pengganti x kita hanya dapat mengajukan hasil pengukuran tunggal itu yakni X . Dalam hal ini orang berpendapat, ketidakpastian ditentukan



dengan skala alat ukur yang dipakai. Setiap alat ukur memiliki skala berupa panjang atau busur dan pada skala itu terdapat gores panjang dan pendek sebagai pembagi dibagi dibubuhi nilai tertentu. Nyata sekali memiliki hitungan terkecil, yakni nilai antara dua garis bertetangga (*Least Count*), atau disebut nilai skala terkecil (nst). Dalam hal pengukuran tunggal biasanya diambil pengukuran sekali, maka;

$$X = X_0 \pm \Delta x$$

Diperoleh dari:

X_0 adalah nilai yang dapat dibaca (value read) pada alat ukur

Δx adalah $\Delta X = \frac{1}{2}$ nst (**nilai skala terkecil**)

Contoh :

Pengukuran waktu dengan stopwatch yang ketelitiannya (skala terkecil) adalah 0,1 detik, maka $\Delta X = 0,050$ detik.

Misal hasil yang diperoleh $X = 3,500$ detik, maka hasil pengukuran adalah

$$X = (3,500 \pm 0,050) \text{ detik.}$$

P.1

Tentukan nst dan Ketidakpastian dari Mistar plastik?

P.2

Kertas Grafik harus juga dilihat sebagai alat ukur. Berapa nst dan Ketidakpastiannya?

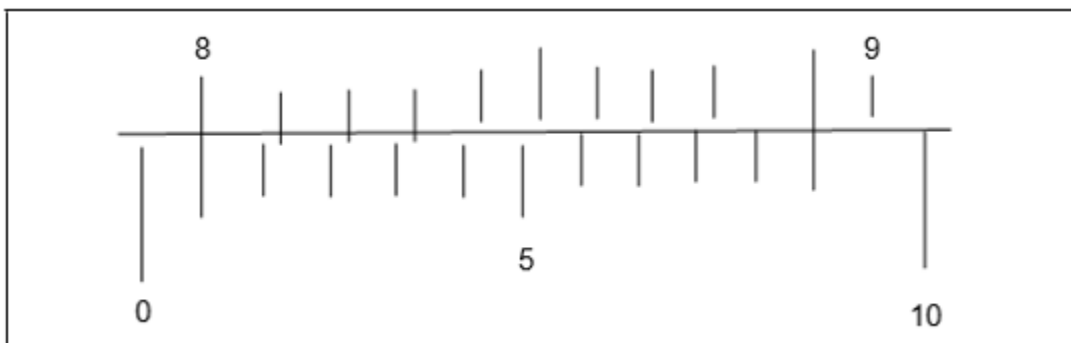
P.3

Bagaimana menentukan nst dan Ketidakpastian alat ukur Digital?

NONIUS

Banyak alat mempunyai suatu tambahan pada skalanya, dinamai **nonius**, yang membuat alat itu berkemampuan lebih besar. Menambah kemampuan disini berarti menambah ketepatan pengukurannya, seolah-olah jarak antara dua garis skala bertetangga menjadi lebih kecil.

Biasanya : 9 bagian skala alat ukur = 10 bagian skala nonius.





Secara umum : Hitungan terkecil dengan nonius adalah hitungan terkecil tanpa nonius. n adalah jumlah bagian yang ada pada skala nonius.

1.5. Pengukuran Berulang

Dari hal-hal di atas tadi, kita dapat berkesimpulan bahwa :

- a) Pengukuran tunggal memberi hasil yang patut diragukan. Nampaknya pengukuran tunggal tidak seberapa dapat dipercaya dan juga tidak seberapa gunanya.
- b) Semakin banyak pengukuran kita lakukan, semakin besar kepercayaan kita akan hasilnya. Secara intuisi kita merasa bahwa dengan pengulangan, kita mendapat informasi tentang nilai benar X_0 , hingga kita dapat mendekati nilai itu dengan lebih teliti.

Berarti untuk itu kita harus melakukan pengukuran yang tak terbilang banyaknya. Dan hal ini tak mungkin diadakan, peralatan sudah rusak dan aus sebelum itu selesai.

Hal ini harus kita terima sebagai suatu kenyataan hidup, suatu realitas. Jadi dengan kata lain, kita tak dapat memperoleh hasil secara tepat sekali, melainkan hanya berusaha secara statistic, dinyatakan sebagai :

- 1) Hasil n kali pengukuran $X_1 ; X_2 ; \dots \dots X_n$ merupakan suatu sampel dari populasi besaran X.
- 2) Nilai terbaik yang mendekati X_0 yang dapat diambil dari sampel adalah nilai rata-rata sampel.

$$\bar{X} = \frac{x_1+x_2+x_3+\dots+x_n}{n} = \frac{\sum x_i}{n}$$

- 3) Karena \bar{X} bukan X_0 , maka padanya terdapat suatu ketidakpastian/penyimpangannya. Ketidakpastian pada nilai rata-rata sampel ini adalah Simpangan Baku Contoh (Sample Standard Deviation).

$$\sigma_x = \frac{\sqrt{n\sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{n(n-1)}$$

Besaran inilah yang dipakai sebagai X pada pengukuran berulang

Contoh : Diameter sekeping uang diukur 8 kali, menggunakan jangka sorong dan diperoleh hasil sebagai berikut:

N	xi	Xi ²
1	55	3025
2	54	2916
3	51	2601
4	55	3025



5	53	2809
6	53	2809
7	54	2916
8	52	2704
	427	22805
	ΣX_i	ΣX_i^2

$$\bar{X} = \frac{427}{8} = 53,375$$

$$\Delta x = \frac{\sqrt{n\Sigma x_i^2 - (\Sigma X_i)^2}}{n(n-1)} = \frac{\sqrt{(8)22805 - (427)^2}}{8(8-1)} = 1,407885953 \approx 1,408$$

Maka $X = 53,375 \pm 1,408$ satuan

Latihan 1:

Hitunglah \bar{A} dengan Ketidakpastiannya, bila diperoleh data-data sebagai berikut, dimana A berturut-turut adalah **10,2 ; 10,2 ; 10,0 ; 10,8**

- Hitung \bar{A} ?
- Hitung ΔA ?
- Tuliskan $A = (\bar{A} \pm \Delta A)$ satuan

Note : bedakan antara ΣX_i dengan ΣX_i^2

1.6. Perhitungan Besaran Fisika

Bagaimana jika ingin melaporkan suatu besaran fisika yang merupakan penghitungan dari beberapa besaran fisika terukur? Itu tergantung beberapa hal, yaitu :

- Kemampuan alat ukur yang dipakai untuk mengukur besaran fisika terukur
- Pengukuran yang dilakukan, apakah pengukuran tunggal atau pengukuran berulang
- Formula (hubungan) antara besaran fisika yang dihitung dengan besaran fisika terukur.

Berikut akan diuraikan secara rinci. Agar lebih mudah, akan dijelaskan dengan menggunakan contoh kasus.

Misalnya ingin menghitung volume dari sebuah balok (modul MA). Volume balok dapat dihitung menggunakan formula : $V = P.L.T$.

Dengan P = panjang, L = lebar, dan T = tebal dari balok yang diukur.

Alat ukur yang dipakai adalah jangka sorong dengan kemampuan baca 0.05 mm. Seandainya pengukuran terhadap panjang, lebar, dan tebal dilakukan satu kali (**pengukuran tunggal**) maka masing-masing besaran terukur ini akan dilaporkan dengan bentuk :

$$P = P_0 \pm \Delta P \rightarrow \text{untuk panjang balok}$$



$L = L_0 \pm \Delta L \rightarrow$ untuk lebar balok

$T = T_0 \pm \Delta T \rightarrow$ untuk tebal balok

ingat... karena sama-sama memakai jangka sorong maka $\Delta P = \Delta L = \Delta T = \frac{1}{2} \cdot nst = 0.025$

Maka volume balok pun akan dilaporkan dengan bentuk : $V = V_0 \pm \Delta V$

dengan $V_0 = P_0 \times L_0 \times T_0$ dan $\Delta V = \frac{\delta V}{\delta P} \Delta P + \frac{\delta V}{\delta L} \Delta L + \frac{\delta V}{\delta T} \Delta T$

karena $V = P \times L \times T$, maka $\frac{\delta V}{\delta P} = L_0 T_0$; $\frac{\delta V}{\delta L} = P_0 T_0$; $\frac{\delta V}{\delta T} = P_0 L_0$

sehingga $\Delta V = L_0 T_0 \Delta P + P_0 T_0 \Delta L + P_0 L_0 \Delta T$

Jangan lupa, jumlah angka di belakang koma, yang dilaporkan sesuai dengan kemampuan alat. Dalam kasus ini 2 angka di belakang koma. Seandainya alat ukur yang dipakai berbeda, maka jumlah angka di belakang koma yang dilaporkan tergantung dari alat ukur dengan kemampuan ukur yang terkecil.

2. JENIS-JENIS KESALAHAN

Tidak ada pengukuran yang dapat mencapai ketelitian yang sempurna. Akan tetapi penting untuk mengetahui arti ketelitian yang sebenarnya dan bagaimana berbagai kesalahan dapat memasuki pengukuran. Kesalahan-kesalahan yang terjadi berasal dari berbagai sumber dan dapat digolongkan menjadi tiga jenis utama, yaitu :

- ❖ Kesalahan-kesalahan umum (*gross-errors*): kebanyakan disebabkan oleh kesalahan manusia (*human errors*). Di antaranya adalah kesalahan pembacaan alat ukur, pengaturan instrumen yang tidak tepat serta pemakaian instrumen yang tidak sesuai, dan kesalahan perhitungan (penaksiran).
- ❖ Kesalahan-kesalahan sistematis (*systematic errors*): disebabkan oleh kekurangan-kekurangan pada instrumen sendiri seperti kerusakan atau adanya bagian-bagian yang aus. Pengaruh lingkungan terhadap peralatan atau pemakai juga digolongkan ke dalam kesalahan ini.
- ❖ Kesalahan-kesalahan acak (*random errors*): disebabkan oleh hal-hal yang tidak dapat langsung diketahui karena perubahan-perubahan acak yang terjadi pada parameter atau sistem pengukuran. Masing-masing kelompok kesalahan ini akan dibahas secara ringkas dengan menyarankan beberapa metode untuk memperkecil atau menghilangkannya.

2.1. Kesalahan Umum

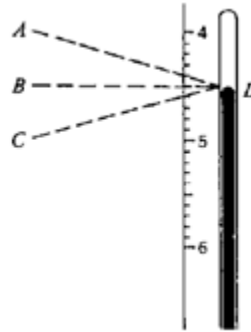
Kelompok kesalahan ini terutama disebabkan oleh kekeliruan *manusia* dalam melakukan pembacaan atau pemakaian instrumen dan dalam pencatatan serta perhitungan hasil-hasil pengukuran. Selama manusia terlibat dalam pengukuran kesalahan jenis ini tidak dapat dihindari sepenuhnya. Meskipun jenis kesalahan ini tidak dapat dihindari/dihilangkan secara keseluruhan, usaha untuk mencegah dan memperbaikinya perlu dilakukan. Beberapa kesalahan umum dapat mudah diketahui tetapi yang lainnya mungkin sangat sukar untuk dipahami.

Contoh kesalahan dalam pembacaan (kesalahan *parallax*) diilustrasikan melalui gambar berikut ini. Jika ingin mendapatkan hasil yang tepat maka sudut pandang harus tegak lurus



terhadap skala. Jika pembacaan dilakukan sepanjang garis AD maka hasil terbaca adalah 4,4. Jika pembacaan diamati dari garis CD maka hasil yang diperoleh adalah 4,6. Hasil yang tepat adalah sepanjang garis BD yaitu 4,5.

Kesalahan umum yang sering dilakukan oleh pemula adalah pemakaian instrumen yang tidak sesuai. Pada umumnya instrumen-instrumen penunjuk berubah kondisi sampai batas tertentu ketika dihubungkan pada rangkaian yang lengkap.



Gambar 1. Kesalahan Paralaks

Akibatnya besaran yang diukur akan berubah. Sebagai contoh, sebuah voltmeter yang telah dikalibrasi dengan baik dapat menghasilkan pembacaan yang salah bila dihubungkan pada dua titik di dalam sebuah rangkaian bertahanan-tinggi (*high-resistance circuit*), sedangkan bila dihubungkan pada rangkaian yang bertahanan-rendah (*low-resistance circuit*) pembacaannya bisa berlainan.

Lihat Contoh 1 dan 2

Contoh berikut menunjukkan bahwa voltmeter menimbulkan ‘efek pembebanan’ (*loading effect*) terhadap rangkaian, yakni mengubah keadaan awal rangkaian tersebut sewaktu pengukuran.

Contoh 1.

Sebuah Voltmeter dengan kepekaan (*sensitivity*) $1000 \Omega/V$ membaca 100 V pada skala 150 V bila dihubungkan di antara ujung-ujung sebuah tahanan yang besarnya tidak diketahui. Tahanan ini dihubungkan secara seri dengan sebuah Milliammeter. Milliammeter menunjukkan angka 5 mA.

Hitunglah (a) harga tahanan dari resistor berdasarkan hasil pengukuran Voltmeter dan Milliammeter, (b) tahanan sesungguhnya dari resistor tersebut, (c) error yang diakibatkan efek pembebanan dari Voltmeter.

Penyelesaian

(a) Tahanan total dari rangkaian tersebut adalah : $R_t = \frac{V_t}{I_t} = \frac{100V}{5mA} = 20k\Omega$

Dengan mengabaikan tahanan dalam Milliammeter, nilai tahanan dari resistor tersebut berdasarkan hasil pengukuran adalah $R_t = 20k\Omega$

(b) Tahanan dalam Voltmeter adalah : $R_v = 1000 \Omega/V \times 150 k\Omega$

Karena Voltmeter dihubungkan secara paralel dengan resistor tadi, maka dapat kita tuliskan :



$$R_x = \frac{R_t R_v}{R_v - R_t} = \frac{20 \times 150}{150 - 20} = \frac{3000}{130} = 23,05 k\Omega$$

Maka dapat dinyatakan bahwa tahanan sesungguhnya dari resistor adalah $23,05 k\Omega$.

$$(c) \% \text{ error} = \frac{\text{sesungguhnya} - \text{tampak}}{\text{sesungguhnya}} \times 100\% = \frac{23,05 - 20}{20} \times 100\% = 13,23\%$$

Contoh 2.

Ulangi Contoh 1 di atas jika Milliammeter menunjukkan 800mA dan Voltmeter menunjukkan 40V pada skala 150V

Penyelesaian

$$(a) \text{ Tahanan total adalah } R_T = \frac{V_T}{I_T} = \frac{40 \text{V}}{800 \text{mA}} = 50 \Omega$$

$$(b) \text{ Tahanan dalam Voltmeter } \rightarrow R_V = 1000 \frac{\Omega}{\text{V}} \times 150 \text{V} = 150 k\Omega$$

$$R_x = \frac{R_t R_v}{R_v - R_t} = \frac{50 \times 150}{149,95} = 50,1 \Omega$$

$$(c) \% \text{ error} = \frac{\text{sesungguhnya} - \text{tampak}}{\text{sesungguhnya}} \times 100\% = \frac{50,1 - 50}{50,1} \times 100\% = 0,2\%$$

Kesalahan-kesalahan yang disebabkan oleh efek pembebanan Voltmeter dapat dihindari dengan menggunakan alat tersebut secermat mungkin. Misalnya sebuah Voltmeter yang tahanan dalamnya kecil tidak akan digunakan untuk mengukur tegangan-tegangan di dalam sebuah penguat tabung hampa. Untuk pengukuran khusus seperti ini diperlukan sebuah Voltmeter dengan impedansi masukan yang tinggi (*high-input impedance*).

Kebanyakan kesalahan umum disebabkan oleh kecerobohan atau kebiasaan buruk seperti pembacaan instrumen yang tidak tepat, pencatatan yang berbeda dari hasil pengamatan sesungguhnya, atau pengaturan instrumen yang tidak tepat. Sebagai contoh sebuah Voltmeter multiskala (*multirange*) yang menggunakan satu papan skala dengan angka-angka bersesuaian dengan skala tegangan tertentu. Sangat mungkin membaca skala yang tidak bersesuaian dengan *setting* Voltmeter yang dipilih.

Kesalahan umum juga dapat terjadi bila instrumen tidak dikembalikan ke posisi nol sebelum melakukan pengukuran. Akibatnya pembacaan pengukuran menjadi menyimpang. Kesalahan-kesalahan seperti ini tidak dapat diatasi secara matematis. Akan tetapi dapat dihindari melalui pembacaan yang cermat dan juga pencatatan data pengukuran yang benar.

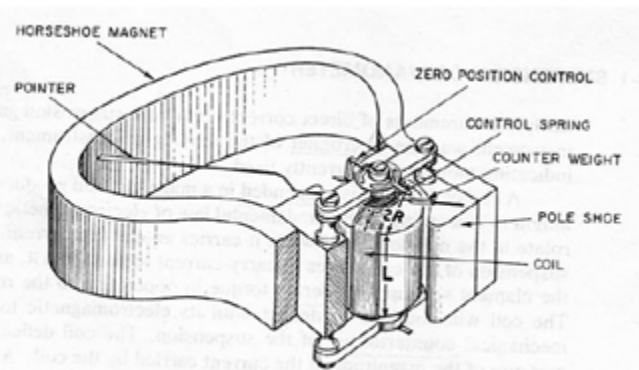
2.2. KESALAHAN SISTEMATIK

Kesalahan sistematis biasanya dibagi menjadi dua bagian yaitu (1) kesalahan instrumental yakni kekurangan yang ada pada instrumen itu sendiri dan (2) kesalahan lingkungan, yakni yang disebabkan oleh keadaan-keadaan luar sehingga mempengaruhi pengukuran.



Kesalahan Instrumental (*instrumental errors*)

Merupakan kesalahan yang ada pada instrumen itu sendiri karena struktur mekanisnya. Misalnya dalam alat ukur yang menggunakan d'Arsonval (lihat gambar berikut), gesekan beberapa komponen yang bergerak terhadap bantalan dapat menimbulkan pembacaan yang tidak tepat. Tarikan pegas yang tidak teratur, peregangan pegas, berkurangnya tarikan karena penanganan yang tidak tepat atau pembebanan instrumen yang berlebihan juga akan mengakibatkan kesalahan. Jenis kesalahan instrumental lainnya adalah kesalahan kalibrasi yang mengakibatkan pembacaan instrumen yang terlalu tinggi atau terlalu rendah sepanjang seluruh skala. Kelalaian untuk mengatur penunjuk instrumen pada posisi nol sebelum melakukan pengukuran juga memberikan efek yang serupa.



Gambar 2. Konstruksi detail dari *Permanent-Magnet Moving-Coil*, yang banyak digunakan dalam beberapa alat ukur

Kesalahan instrumental terdiri dari beberapa macam tergantung pada jenis instrumen yang dipakai. Praktikan harus selalu memastikan bahwa instrumen yang digunakan bekerja dengan baik sehingga tidak menghasilkan kesalahan yang berlipat ganda. Kesalahan pada instrumen dapat segera diketahui dengan cara melakukan pemeriksaan terhadap tingkah laku yang tidak biasa terjadi, terhadap kestabilan, dan terhadap kemampuan instrumen untuk memberikan hasil pengukuran yang sama. Suatu cara yang cepat dan mudah untuk memeriksa instrumen tersebut adalah dengan membandingkannya terhadap instrumen lain yang memiliki karakteristik yang sama atau terhadap suatu alat ukur yang diketahui lebih akurat (teliti).

Kesalahan instrumental dapat dihindari dengan cara (1) pemilihan instrumen yang tepat untuk pemakaian tertentu, (2) menerapkan faktor koreksi setelah menentukan banyaknya kesalahan instrumental, (3) mengkalibrasi instrumen terhadap sebuah instrumen standar.

Kesalahan Lingkungan (*environmental errors*)

Merupakan kesalahan yang disebabkan oleh keadaan luar yang mempengaruhi alat ukur termasuk keadaan di sekitar instrumen seperti : efek perubahan suhu, kelembaban, tekanan udara luar, atau medan magnet atau medan elektrostatik. Dengan demikian perubahan suhu di sekitar instrumen menyebabkan perubahan sifat elastisitas pegas dalam mekanisme kumparan putar. Sehingga mempengaruhi pembacaan instrumen. Cara-cara yang tepat untuk mengurangi efek-efek ini diantaranya adalah menggunakan pengkondisian udara (AC), penyegelan



komponen tertentu dari instrumen tersebut secara rapat, pemakaian pelindung magnetik, dan lain-lain.

Kesalahan sistematik juga dapat dibagi menjadi *kesalahan statik* dan *kesalahan dinamik*.

Kesalahan statik

Kesalahan static disebabkan oleh keterbatasan alat ukur atau hukum fisika yang menyokong tingkah laku alat ukur tersebut. Contohnya kesalahan statik, pada sebuah mikrometer bila dikenakan tekanan yang berlebihan untuk memutar poros.

Kesalahan dinamik

Kesalahan dinamik disebabkan oleh ketidakmampuan instrumen untuk memberikan respons (tanggapan) yang cukup cepat untuk mengikuti perubahan yang terjadi pada variabel terukur.

2.3. KESALAHAN ACAK

Kesalahan ini diakibatkan oleh penyebab-penyebab yang tidak diketahui meskipun semua kesalahan sistematik telah diperhitungkan. Pada percobaan atau praktikum yang dirancang dengan baik masih saja bisa terjadi kesalahan acak, meskipun dalam kadar yang kecil. Akan tetapi dalam percobaan yang menuntut akurasi yang tinggi, meskipun sedikit, kesalahan ini dapat berdampak secara signifikan. Misalkan suatu tegangan akan diukur oleh sebuah Voltmeter yang dibaca setiap setengah jam. Walaupun instrumen dioperasikan pada kondisi lingkungan yang baik dan telah dikalibrasi secara tepat sebelum pengukuran, tetap saja akan diperoleh hasil pembacaan yang sedikit berbeda selama periode pengamatan. Perubahan ini tidak dapat dikoreksi dengan cara kalibrasi apapun dan juga oleh cara pengontrolan yang ada. Satu-satunya cara untuk mengurangi kesalahan ini adalah dengan menambah jumlah pembacaan dan menggunakan cara statistik untuk mendapatkan pendekatan yang paling baik terhadap harga yang sebenarnya.

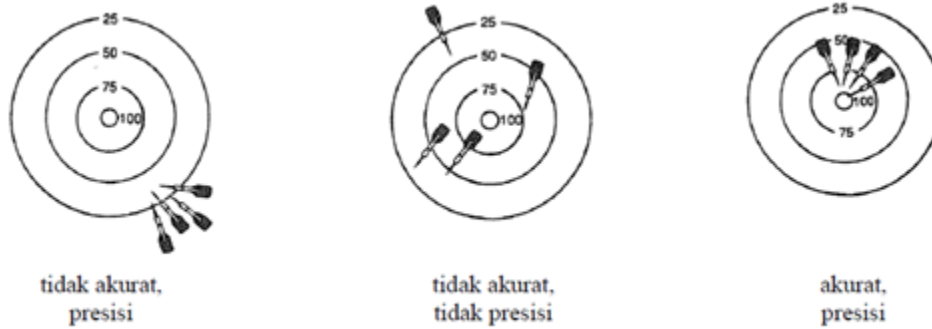
3. PELAPORAN HASIL PENGUKURAN DAN PENGHITUNGAN

Dalam praktikum, pemahaman mengenai cara pelaporan hasil pengukuran suatu besaran fisika, serta cara melaporkan hasil perhitungan besaran fisika yang berkaitan adalah hal yang sangat penting. Karena hal tersebut sangat berdampak terhadap analisis dan simpulan yang dapat ditarik dari sebuah percobaan dalam praktikum.

3.1. AKURASI DAN PRESISI

Akurasi dalam pengukuran menyatakan seberapa “dekat” hasil pengukuran terhadap nilai “benar” (*true value*) atau terhadap nilai yang dapat “diterima” (*accepted value*). Presisi menyatakan seberapa besar “penyebaran” dari pengukuran yang berulang. Dengan kata lain seberapa “dekat” tiap-tiap pengukuran yang dilakukan.

Secara ilustratif, kaitan antara akurasi dan presisi dapat dilihat pada gambar berikut.



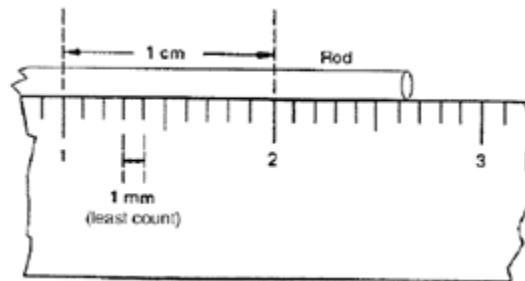
Gambar 3. Kaitan Akurasi dan presisi

3.2 ANGKA PASTI, SKALA TERKECIL, ANGKA BERARTI

Pada umumnya ada angka pasti (*exact numbers*) dan angka terukur (*measured numbers*) ketika melakukan penghitungan dalam suatu percobaan. Angka 2 dalam notasi , adalah angka pasti.

Angka terukur, adalah angka yang diperoleh dari pengukuran menggunakan instrumen (alat ukur). Umumnya angka terukur ini memiliki kesalahan (*error*), ataupun ketidakpastian (*uncertainty*).

Ketidakpastian dari angka hasil pengukuran sangat dipengaruhi oleh kualitas alat ukur yang digunakan. Salah satunya disebabkan oleh nilai skala terkecil (*least count*) yang dimiliki oleh alat ukur tersebut. Sebagai contoh, gambar penggaris di bawah ini memiliki nilai skala terkecil sebesar 1 mm.



Gambar 4. Nilai Skala Terkecil

Karena adanya nilai skala terkecil dari sebuah alat ukur, maka ketika melaporkan hasil pengukuran, hanya angka tertentu yang berarti (*significant*). Dengan demikian angka terukur (*measured numbers*) terdiri dari angka yang dapat dibaca (*value read*) pada alat ukur dan angka ketidakpastian.

Sebagai latihan, ada berapa angka berarti (*significant figures*) dalam bilangan 0.0543m? Bagaimana dengan 209.4 m? Lalu 2705.0 m memiliki berapa angka berarti? Untuk menjawab pertanyaan tersebut maka ada beberapa aturan dalam menentukan angka berarti.

1. Angka Nol pada awal suatu bilangan, bukan angka berarti.
Contoh: 0.0543 m, memiliki 3 angka berarti (yaitu: 5, 4, dan 3)
2. Angka nol di tengah angka lain, adalah angka berarti.



Contoh: 209.4 m, memiliki 4 angka berarti (yaitu: 2, 0, 9, dan 4)

3. Angka nol di akhir suatu bilangan, adalah angka berarti.

Contoh: 2705.0 m, memiliki 5 angka berarti (yaitu: 2, 7, 0, 5, dan 0)

Beberapa kebingungan dapat muncul ketika ada beberapa angka nol di akhir suatu bilangan, misalnya 300 kg. Dalam kasus ini tidak terlalu jelas berapa angka berarti yang dimiliki. Hal ini dapat diatasi dengan cara menyatakan angka tersebut dalam notasi bilangan pangkat-10.

Misalnya:

3.0×10^2 kg memiliki 2 angka berarti (yaitu : 3 dan 0)

3.00×10^2 kg memiliki 3 angka berarti (yaitu : 3, 0, dan 0)

Bagaimana menentukan berapa banyak angka berarti yang dimiliki dari suatu bilangan hasil dari operasi 2 buah bilangan lainnya? Ada beberapa aturan untuk mengatasi hal ini:

1. Jika melibatkan operasi perkalian dan pembagian, maka banyaknya angka berarti yang dimiliki sama dengan banyaknya angka berarti terkecil dari bilangan yang dioperasikan
2. Jika melibatkan operasi penjumlahan dan pengurangan, maka hasilnya akan memiliki jumlah angka desimal yang sama dengan jumlah angka desimal terkecil dari bilangan yang dioperasikan.

Agar lebih jelas, dapat ditampilkan seperti contoh berikut.

Operasi perkalian

$$2.5 \times 1.308 = 3.3\text{m}^2$$

Operasi Pembagian

$$\frac{882,0}{0,245} = 3600 = 3.60 \times 10^3$$

Operasi Penjumlahan

$$36.5 + 2.73 + 0.6555 = 39.8855 \rightarrow 39.9 \text{ (lakukan pembulatan)}$$

Operasi Pengurangan

$$156 - 5.8 = 150.2 \rightarrow 150 \text{ (lakukan pembulatan)}$$

Jadi **Angka berarti** adalah : **mencakup semua angka yang diketahui dengan pasti dan angka pertama yang diragukan.** Angka selanjutnya yang diragukan tidak dicantumkan dalam pelaporan. Makin tinggi ketepatan pengukuran, makin besar jumlah angka penting yang boleh diikutsertakan dalam pelaporan.



MODUL PD

PENGUKURAN

DASAR



PENGUKURAN DASAR (PD)

Pengukuran merupakan pengamatan kuantitatif dari suatu besaran Fisika. Besaran Fisika yang diukur dapat merupakan Besaran Dasar ataupun Besaran Turunan. Sedangkan pengamatan kuantitatif dapat diartikan bahwa Nilai kuantitatif dari besaran tersebut harus jelas dan dapat dimengerti oleh semua orang.

Pengukuran juga dapat diartikan sebagai kegiatan membandingkan besaran Fisika tersebut terhadap suatu Besaran Dasar. Besaran dasar ini harus mudah diperoleh kembali dan tidak boleh berubah. Seringkali kita membandingkan besaran yang diukur dengan besaran dasar secara tidak langsung, misalnya pengukuran tinggi badan orang atau pengukuran jarak inti-inti atom H_2 , teknik pengukurannya sangat berbeda dan alat ukurnya pun berbeda pula.

Dalam melakukan Praktikum, kita akan sering mengukur besaran-besaran Fisika. Hasil pengukuran ini merupakan data yang harus kita proses. Sebab itu ketepatan dan kebenaran dalam melakukan pengukuran sangat penting. Selain itu cara penulisan dan penggunaan Satuan dalam nilai hasil pengukuran tidak boleh terlupakan.

I. TUJUAN EKSPERIMEN

1. Mampu menggunakan beberapa alat ukur dasar
2. Menentukan ketidakpastian pada hasil pengukuran dan hasil percobaan
3. Mengerti atau memahami penggunaan angka berarti
4. Membaca dan menuliskan skala dengan benar dan hasil pengukuran atau perhitungan.
5. Menjelaskan arti statistik hasil percobaan
6. Mencari besaran turunan (dalam modul ini : volume dan massa jenis)
7. Mengungkapkan hasil perhitungan lengkap dengan ketidakpastiannya

II. TEORI

2.1. Pengukuran

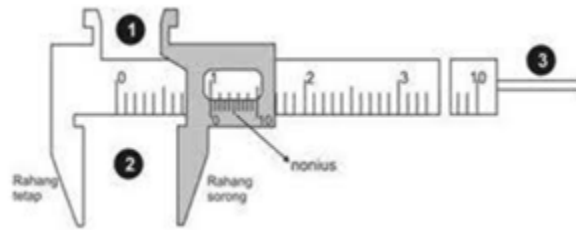
Pengukuran didefinisikan sebagai suatu proses membandingkan suatu besaran dengan besaran lain (sejenis) yang dipakai sebagai satuan. Satuan adalah pembanding di dalam pengukuran. Pengukuran adalah membandingkan sesuatu dengan sesuatu yang lain yang dianggap sebagai patokan. Jadi dalam pengukuran terdapat dua faktor utama yaitu perbandingan dan patokan (standar).

Pengukuran adalah kegiatan membandingkan sesuatu yang diukur menggunakan alat ukur dengan suatu satuan. Pengukuran besaran relatif terhadap suatu standar atau satuan tertentu. Dikatakan relatif di sini, maksudnya adalah setiap alat ukur memiliki tingkat ketelitian yang berbeda-beda, sehingga hasil pengukuran yang diperoleh berbeda pula.

Ketelitian dapat didefinisikan sebagai ukuran ketepatan yang dapat dihasilkan dalam suatu pengukuran, dan ini sangat berkaitan dengan skala terkecil dari alat ukur yang dipergunakan untuk melakukan pengukuran. Sebagai contoh, pengukuran besaran panjang



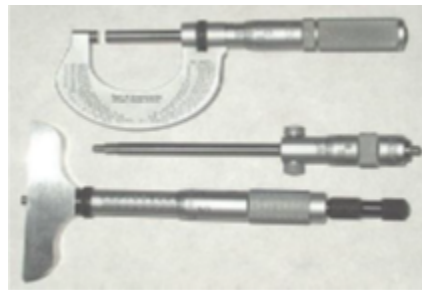
dengan menggunakan penggaris (mistar), jangka sorong dan mikrometer sekrup. Ketiga alat ukur ini memiliki tingkat ketelitian yang berbeda-beda (Zemansky).



Gambar 1. Jangka Sorong

Jangka sorong merupakan alat ukur panjang yang memiliki bagian utama yaitu rahang tetap dan rahang geser. Alat ukur ini memiliki tingkat ketelitian yang cukup tinggi, yaitu berkisar antara 0,01 mm sampai 0,05 mm. Skala panjang yang tertera pada rahang sorong disebut nonius atau vernier. Jangka sorong yang akan digunakan memiliki skala nonius yang panjangnya 10 cm dan terbagi atas 20 bagian, sehingga beda satu skala nonius dengan skala utama adalah 0,05 mm (Sutrisno, 2001).

Mikrometer sekrup juga merupakan alat ukur panjang, biasanya alat ini digunakan untuk mengukur ketebalan suatu benda yang memerlukan ketelitian tinggi. Sebuah mikrometer sekrup, ditunjukkan pada gambar 2, memiliki dua macam skala, yaitu skala tetap dan skala putar. Skala luar yang berada di selubung luar terbagi atas 50 bagian (garis). Ketika selubung luar ini diputar lengkap 1 kali putaran, maka rahang geser dan selubung luar akan bergerak maju atau mundur sejauh 0,5 mm. 1 bagian pada skala putar bernilai 0,01 mm, angka ini diperoleh dari: $(0,5/50) \times 1 \text{ mm} = 0,01 \text{ mm}$. Angka ini merupakan tingkat ketelitian dari mikrometer sekrup.



Gambar 2. Mikrometer sekrup

III. Alat dan Bahan

1. Jangka sorong
2. Mikrometer sekrup
3. Neraca teknis
4. Stopwatch
5. Multitester Analog
6. Benda-benda yang akan diukur



IV. Langkah Praktikum

Untuk memudahkan percobaan, pada Laboratorium biasanya disediakan alat-alat yang dapat digunakan untuk mengukur besaran fisis yang sesuai dengan percobaan yang dilakukan. Kadang-kadang ada besaran fisis yang tidak dapat langsung diukur dengan alat yang tersedia. Dalam hal ini praktikan harus dapat mengkombinasikan besaran-besaran fisis yang dapat diukur dengan alat yang ada, kemudian menghitung besaran yang dimaksud.

Sebagaimana diketahui besaran fisis pada umumnya merupakan kombinasi dari besaran-besaran Panjang, Massa, Waktu, dan Muatan, serta dilengkapi dengan satuan Temperatur untuk menyatakan perbedaan keadaan kecuali besaran-besaran fotometri dan beberapa besaran lainnya.

Agar kita dapat menggunakan alat, maka harus mengetahui hal-hal seperti kegunaan alat, cara menggunakan batas ukur, ketelitian alat, dengan kata lain haruslah kita mengenal alat tersebut terlebih dahulu.

Batas Ukur Alat :

Ukur maksimum yang dapat diukur alat tersebut, misalnya batas ukur Amperemeter adalah 3 Ampere, artinya arus yang dapat diukur dengan alat ini maksimum hanya 3 Ampere.

Ketelitian Alat :

Ukuran terkecil yang dapat diukur dengan alat tersebut dengan teliti

Contoh : Ketelitian jangka sorong 0,01cm, artinya Jangka sorong hanya dapat mengukur panjang suatu benda dengan dua desimal dalam cm , (misalnya 2,34 cm) dengan alat yang lebih teliti mungkin besaran yang diperoleh 2,338 atau 2,343 atau angka lainnya yang mendekati 2,34.

Titik Nol :

Penunjukan alat ketika alat tidak digunakan tidak selamanya titik Nol, tepat pada skala 0 (nol), misalnya : pada Polarimeter, jika alat mengalami gangguan, titik Nol juga tidak pada angka 0 (nol).

Ketidakpastian Alat :

Adalah $1/2$ dari Nst < nilai skala terkecil) atau $1/2$ dari Ketelitian alat. (kecuali ada pernyataan).

Nonius :

Nonius diadakan pada alat-alat ukur, untuk menambah ketelitian dari alat ukur tersebut. Dengan adanya skala nonius ini, alat dapat digunakan untuk mengukur hingga satu per sekian kali (tergantung jumlah skala nonius tersebut) dari skala terkecil alat.

Ada 2 macam nonius :

- nonius geser

- nonius putar

a. **Nonius Geser :** Skala nonius digeser pada skala utama alat.

Umpama nonius persepuluhan.

Carilah angka di sebelah kiri dan yang paling dekat pada angka nol nonius.

Angka ini adalah angka utamanya (di depan koma).

Kemudian carilah angka garis nonius yang berimpit dengan garis pada skala utama, angka ini adalah angka dibelakang koma (angka sesudah angka utamanya).



Contohnya adalah pada Jangka sorong (lihat petunjuk untuk jangka sorong).

b. Nonius Putar : Skala nonius dapat diputar diatas skala utamanya.

Pada prinsipnya nonius putar sama dengan nonius geser, hanya pada nonius putar, skala nonius berputar di atas skala utamanya, hasil pengukuran adalah penunjukan pada skala utama ditambah skala nonius.

Contoh : Mikrometer sekrup (lihat petunjuk Mikrometer sekrup).

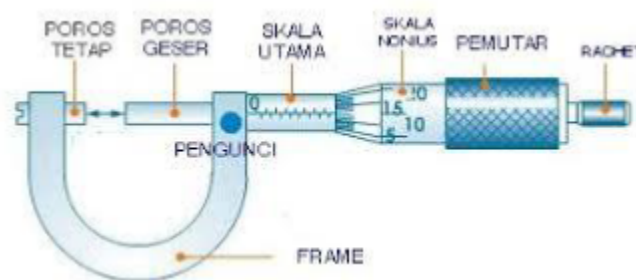
1. JANGKA SORONG.

Jangka sorong dipakai untuk pengukuran dengan ketelitian 0,01 cm. (baik mengukur panjang atau tebal atau mengukur dalam benda).

- a) untuk mengukur panjang, maka benda yang akan diukur diletakkan diantara kedua rahang, tekanlah roda R perlahan-lahan dengan ibu jari, sedangkan tangan memegang tangkai yang berskala (perhatikan : ketika mendorong atau menarik nonius, janganlah ditarik pada rahangnya, melainkan pada rodanya)
- b) untuk mengukur diameter, maka dipakai rahang yang diatas (yang lebih kecil). Masukkan rahang kelubang yang diukur dan tariklah roda R kebelakang, bacalah kedudukan skala utama dan skala nonius.
- c) untuk mengukur dalam (misal kedalaman suatu lubang) dipakai ekor jangka sorong, caranya sama seperti diatas.
- d) perhatikanlah titik nol (kedudukan awal) dari skala utama jangka sorong, apakah benar-benar nol, jika tidak maka haruslah kesalahan ini diperhitungkan.
- e) lihatlah angka-angka yang ditunjukkan oleh jangka sorong itu dengan tepat, baik skala utamanya, maupun nonius (perhitungkan skala manakah dari nonius ini yang berimpit/segaris dengan salah satu skala utamanya).

2. MIKROMETER SEKRUP.

Mikrometer sekrup dipakai untuk mengukur tebal suatu dengan ketelitian hingga 0,001 cm (1 mikro)



- A = poros tetap (anvil)
- P = poros geser (spindel)
- F = rangka (frame)
- B = pengunci
- S = skala utama



K = nonius putar
L = sekrup(ratchet)

- a) benda diletakkan antara A dan P, usahakan agar P tepat menyinggung benda dengan memutar K.
- b) bacalah skala utama S (S mempunyai skala terkecil 0,50mm).
- c) nonius putar K mempunyai 50 skala, jadi tiap skala = 0,01 mm, lihat kedudukan K.
- d) hasil pengukuran adalah jumlah penunjukan skala utama S dengan skala nonius K.
- e) perhatikan apakah kedudukan awal mikrometer sekrup (yaitu pada saat A berimpit dengan P) benar-benar nol, jika tidak haruslah diperhatikan kesalahan ini.
- f) agar benda yang diukur tidak rusak, K harus diputar dengan perlahan-lahan. Dan jika A dan P sudah dekat, sebaiknya sekrup L yang diputar.

3. NERACA TEKNIS

Neraca teknis dipakai untuk menimbang benda-benda yang memerlukan ketelitian lebih kecil dari 0,1 mg dan batas maksimumnya adalah 200 gram.

Sebelum kita mulai menimbang, sebaiknya diperhatikan dahulu kedudukan neraca, apakah sudah betul-betul seimbang, periksalah ;

- apakah Jarum gandar sudah seimbang
- apakah anting-anting sudah seimbang

Jika belum aturlah sekrup-sekrup pengatur lemari neraca atau tempat dudukan neraca tersebut atau laporkanlah kepada Asisten yang bersangkutan.

- a) hendaklah bekerja dengan hati—hati, jangan terlalu banyak menimbulkan getaran-getaran (hal ini sangat mempengaruhi hasil penimbangan).
- b) mengambil atau meletakkan anak timbangan haruslah menggunakan penjepit, jangan menggunakan tangan secara langsung.
- c) jika kita memerlukan penunjukan berat lebih kecil dari 10 mg, maka dapat digunakan penunggang, kawat penunggang tersebut akan menunjukkan berat 10 mg pada ujung gandar, jadi misalnya diletakan pada skala ke-4 akan mempunyai nilai 4 mg.
- d) kadang-kadang untuk menunggu jarum berhenti memerlukan waktu yang lama, cara, yang lebih cepat untuk mengetahui keseimbangan ialah dengan mengamati titik balik dari ayunan jarum.
- e) pembacaan titik balik mempunyai ketelitian 0,1 bagian.
- f) titik seimbang dapat diketahui dengan teliti dari pembacaan titik balik jarum yang berurutan.

Contoh : hasil pengamatan suatu titik balik jarum adalah :

sebelah kiri	sebelah kanan
- 1,8	+ 4,4
- 1,5	+ 4,0
- 1,3	+ 3,7



maka titik seimbang a :

$$\frac{(1-1.8-1.5-1.3)+(4.4+4.0+3.7)}{2} = 3.05$$

Usahakan agar kedudukan kepala kita dalam membaca skala tetap dan tegak lurus.

4. STOPWATCH.

Stopwatch dipakai untuk mengukur waktu yang diperlukan pada keadaan sesaat.

Stopwatch terdiri dari beberapa jenis, antara lain :

- a. Stopwatch mekanis dengan ketelitian 0,1 detik
- b. Stopwatch digital dengan ketelitian dilihat dari digit terakhirnya.

Sebelum dilakukan pengukuran, sebaiknya diperhatikan dahulu kedudukan jarum atau angka, apakah sudah betul-betul pada angka nol.

Jika belum, aturlah agar berada pada kedudukan tersebut.

5. BENDA-BENDA YANG AKAN DIUKUR.

Benda-benda ini dimaksudkan sebagai bahan uji yang akan dilakukan pengukuran, dimana pada benda tersebut dapat ditentukan dan diukur seluruh dimensinya, baik berupa Panjang, Lebar, Tebal, Diameter, dan lain-lain.

Di dalam percobaan ini terdapat bermacam-macam bentuk benda, antara lain balok, kubus, persegi empat, silinder, persegi banyak dan lain-lain.

V. PROSEDUR PERCOBAAN.

1. Catatlah P , t , e ruangan sebelum percobaan
2. Ukurlah panjang, lebar benda berbentuk balok dengan jangka sorong
3. Ukurlah tebal benda berbentuk balok dengan mikrometer sekrup
4. Ukurlah diameter benda berbentuk silinder dengan mikrometer sekrup
5. Ukurlah tinggi benda berbentuk silinder dengan jangka sorong
6. Jumlah pengukuran ditentukan oleh Asisten
7. Timbanglah masing-masing benda dengan neraca teknik
8. Catatlah p , t , e ruangan sesudah percobaan.

VI. PERTANYAAN AKHIR.

1. Hitung panjang balok beserta ketidakpastiannya ?
2. Hitung lebar balok beserta ketidakpastiannya ?
3. Hitung tinggi balok beserta ketidakpastiannya ?
4. Hitung volume balok beserta ketidakpastiannya ? $V = p.l.t$
5. Hitung massa balok dan massa jenis balok beserta ketidakpastiannya? $\rho = \frac{m}{v}$
6. Hitung diameter silinder beserta ketidakpastiannya ?
7. Hitung tinggi silinder beserta ketidakpastiannya ?
8. Hitung volume silinder beserta ketidakpastiannya ? $v = P. \pi D^2 /4$



9. Hitung massa silinder beserta ketidakpastian ?
10. Hitung massa jenis silinder beserta ketidakpastiannya? $\rho = \frac{m}{v}$



**LABORATORIUM FISIKA ELEKTRO
HASIL PENGAMATAN PRAKTIKUM FISIKA DASAR**

Nama : 1. _____ NIM : _____
2. _____ NIM : _____
3. _____ NIM : _____
4. _____ NIM : _____

No. Percobaan : _____ Tanggal : _____

Asisten : _____

Alat Ukur 1 : _____

N	SILINDER 1		BALOK 1		
	P (mm)	D (mm)	P (mm)	l (mm)	t (mm)
1					
2					
3					
4					
5					
6					

Alat Ukur 2 : _____

N	SILINDER 1		SILINDER 2	
	P (mm)	D (mm)	P (mm)	D (mm)
1				
2				
3				
4				
5				
6				



M4

Ketegangan Gaya Pegas



KETEGANGAN GAYA PEGAS

I. Tujuan

1. Menentukan konstanta pegas dari hubungan antara gaya dan pertambahan panjang
2. Menentukan konstanta pegas dari hubungan antara perioda pegas terhadap massa beban
3. Mempergunakan Hukum Hooke untuk menentukan Elastisitas Pegas

II. Landasan Teori

Setiap gerak yang berulang dalam selang waktu yang sama disebut gerak periodik atau gerak harmonik. Jika suatu partikel dalam gerak periodik bergerak bolak-balik melalui lintasan yang sama geraknya disebut gerak osilasi. Jika sebuah sistem fisis beresilasi dibawah pengaruh gaya

$$F = -kx ,$$

dimana F adalah gaya-pemulih, k konstanta-gaya dan x simpangan, maka gerak benda ini adalah gerak harmonik sederhana. Salah satu sistem fisis yang mengikuti gerak harmonik sederhana adalah Pegas-Benda. Sistem ini dapat dipergunakan untuk menentukan besar percepatan gravitasi bumi disuatu tempat.

Bila sebuah benda pada salah satu ujungnya dipegang tetap, dan sebuah gaya F dikerjakan pada ujung yang lainnya, maka pada umumnya bahan atau benda-benda tertentu, dan dalam batas tertentu perubahan panjang tersebut besarnya berbanding lurus dengan besar gaya yang menyebabkannya. Secara skalar dinyatakan oleh :

$$F = k \cdot x \dots\dots\dots (1)$$

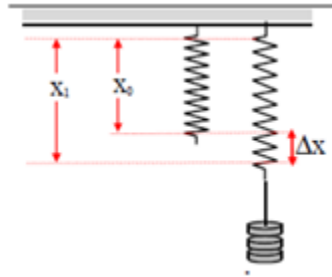
- Dimana
- F = Gaya
 - K = tetapan pegas / konstanta pegas
 - X = pertambahan panjang

dengan k adalah sebuah konstanta dan gambaran inilah yang dinyatakan dengan hukum Hooke. Harus diperhatikan bahwa hukum Hooke ini tidak berlaku pada semua benda atau bahan dan untuk semua gaya yang bekerja padanya.

Bila benda yang diberi gaya tersebut adalah sebuah pegas yang digantung vertikal dengan panjang awalnya X_0 , maka pegas tersebut akan mengalami penambahan panjang sebesar X yang merupakan selisih panjang pegas setelah diberi gaya terhadap panjang semula, yang dinyatakan dengan

$$F = k (X_1 - X_0) \dots\dots\dots (2)$$

Gaya F di atas disebut gaya pemulih pegas dan untuk keadaan di atas, besarnya adalah $F = mg$. Bila perubahan panjang pegas dapat diukur dan k dapat dicari dengan cara atau persamaan lain, maka dengan menggantikan harga F pada persamaan (2) di atas dengan mg , kita dapat menghitung percepatan gravitasi.



Gambar 1. Pegas

Bila beban gantung diberi simpangan dengan amplitudo A yang tidak terlalu besar dan dilepaskan, maka pegas dan beban gantung itu akan bergetar bersama-sama dengan amplitudo dan frekuensi yang sama, sehingga pengamatan terhadap getaran pegas itu dapat diganti dengan pengamatan terhadap getaran beban gantung, dengan hasil yang sama, dan besarnya periode getar dapat dinyatakan dengan :

$$T = 2\pi \frac{\sqrt{m}}{k} \dots\dots\dots (3)$$

Disini m = massa total yang menyebabkan gaya pada Pegas.

Dalam percobaan ini ;

m = M'beban M'ember M'pegas

dengan f = suatu harga antara < f < 1

Jadi

$$T = \frac{4\pi^2}{K} (M \text{ beban} + M \text{ ember} + f.M \text{ pegas})$$

Jika harga T dan massa m dapat diperoleh lewat pengamatan, maka harga percepatan gravitasi g dapat dihitung. Grafik antara Gaya F dan pertambahan panjang x merupakan garis lurus. Dengan Grafik itu dapat dicari harga k Grafik antara T dan 'beban merupakan garis lurus. Dengan grafik ini dapat dicari harga k. Dari harga k yang didapat , bisa diperoleh nilai f .

III. Alat dan Bahan

1. Statif dengan pegasnya
2. Ember dengan keping-keping beban
3. Stopwatch.

IV. JALANNYA PERCOBAAN

1. Timbanglah Massa pegas, Massa Ember dan Massa benda-benda kecil (keping-keping beban) dengan Neraca teknis.
2. Gantungkan Ember pada Pegas dan amatilah kedudukan jarum.
3. Ember berturut-turut diamati dengan : 1 beban, 2 beban, 3 beban,, (m - 1) beban, m beban.
4. Kemudian ambilah beban-beban itu satu persatu, sehingga muatan itu menjadi : m beban, (m - 1) beban,, 2 beban, 1 beban, dan 0 (nol) beban .



5. Ulangi percobaan no. 2 , 3, dan 4 , tetapi sekarang ember digetarkan turun-naik.

Setiap kali penambahan beban, kedudukan jarum dicatat. Amatilah waktu getaran T beberapa kali (n kali)

: Setiap kali pengamatan terdiri dari (p getaran).

- Harga m , n dan p ditentukan oleh Asisten.
- Mengambil serta memasukan keping-keping beban harus berhati hati, agar pegas tidak mendapat gaya lebih.

V. TUGAS AKHIR

1. Gambarlah Grafik antara F (gaya) dan x (perpanjangan) ?
2. Hitunglah k dari grafik ini ?
3. Gambarlah grafik antara T^2 dan M' beban
(T^2 pada sumbu y M' beban pada sumbu x)



**LABORATORIUM FISIKA ELEKTRO
HASIL PENGAMATAN PRAKTIKUM FISIKA DASAR**

Nama : 1. _____ NIM : _____
2. _____ NIM : _____
3. _____ NIM : _____
4. _____ NIM : _____

No. Percobaan : _____ Tanggal : _____

Asisten : _____

Data Percobaan Penimbangan

Massa (gram)		
Beban	Ember	Pegas

Pembebanan

Statis	Kedudukan Jarum (cm)		
Beban			
0			
M_1			
$M_1 + M_2$			
$M_1 + \dots + M_3$			
$M_1 + \dots + M_4$			
$M_1 + \dots + M_5$			

Dinamis Waktu Getaran (s)			
Beban			
0			
M_1			
$M_1 + M_2$			
$M_1 + \dots + M_3$			
$M_1 + \dots + M_4$			
$M_1 + \dots + M_5$			



M7

Resistivitas

Kawat



RESISTIVITAS KAWAT & ARUS LISTRIK

I. Tujuan

1. Mengukur nilai tahanan total pada rangkaian tahanan seri, parallel dan campuran seri paralel
2. Menghitung nilai tahanan total suatu rangkaian tahanan dengan metode rangkaian seri paralel dan transformasi segitiga bintang
3. Mengukur arus dan tegangan dalam suatu rangkaian listrik
4. Menghitung besar arus dan tegangan pada rangkaian dengan menggunakan hukum ohm
5. Memahami Hukum Ohm
6. Menentukan nilai resistivitas kawat penghantar dengan Hukum ohm

II. Landasan Teori

1. Transformasi Rangkaian Segitiga Ke Rangkaian Bintang

R_1 , R_2 , dan R_3 dalam rangkaian segitiga dapat ditransformasikan ke dalam rangkaian bintang dengan tahanan R_{12} , R_{23} dan R_{13} yang nilainya sebagai berikut :

$$R_{12} = R_1 R_2 / R_1 + R_2 + R_3$$

$$R_{23} = R_2 R_3 / R_1 + R_2 + R_3$$

$$R_{13} = R_1 R_3 / R_1 + R_2 + R_3$$

Arus dalam suatu rangkaian listrik nilainya ditentukan oleh nilai tegangan dari tahanan dalam rangkaian tersebut. Menurut ahli fisika bangsa jerman yang bernama GEORGE SIMON OHM, besar arus dalam suatu rangkaian listrik berbanding lurus dengan tegangan terbalik dengan tahanan dalam rangkaian tersebut.

Hambatan (*resistance*) suatu penghantar dapat ditentukan dengan mengukur perbedaan potensial antara ujung-ujung penghantar dan mengukur kuat arus yang melalui penghantar tersebut. hukum ini dapat dinyatakan dalam bentuk :

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

Dimana :

I = arus listrik dengan (Ampere [A])

R = Tahanan/hambatan/resistor (ohm [Ω])

V = tegangan (Volt [V])

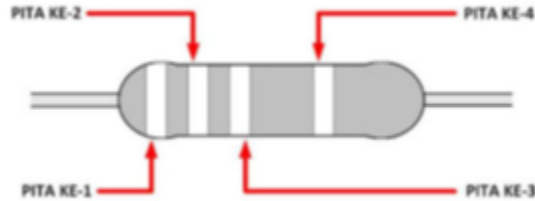
2. Kode Warna Resistor

Sebuah nilai resistansi pada resistor ditentukan oleh kode – kode warna yang terdapat pada badan resistor tersebut. Jumlah gelang warna yang ada pada badan resistor pada umumnya yang beredar di pasaran adalah berjumlah empat warna dan lima warna, namun pada jenis resistor tertentu terdapat 6 warna. Biasanya, resistor dengan jenis film karbon memiliki 4 warna dan memiliki toleransi kisaran 10%, sedangkan resistor untuk jenis film metal memiliki 5 warna dan memiliki toleransi antara 1% hingga 5%.



3. Cara Membaca Resistor Empat Warna

Resistor dengan empat warna adalah jenis resistor yang paling banyak digunakan. Cara membaca resistor empat warna sangat mudah, dengan menghafal kode warna yang ada, maka ketika sering membaca nilai resistor nantinya secara otomatis akan sangat mudah.



Gambar 1. Resistor 4 gelang

Tabel 1. Tabel kode warna resistor 4 gelang

KODE WARNA	PITA KE-1	PITA KE-2	PITA KE-3	PITA KE-4
HITAM	0	0	10^0	-
COKLAT	1	1	10^1	-
MERAH	2	2	10^2	-
ORANGE	3	3	10^3	-
KUNING	4	4	10^4	-
HIAU	5	5	10^5	-
BIRU	6	6	10^6	-
UNGU	7	7	10^7	-
ABU-ABU	8	8	10^8	-
PUTIH	9	9	10^9	-
EMAS	-	-	10^{-1}	5 %
PERAK	-	-	10^{-2}	10 %
Tak Berwarna	-	-	-	20 %

Contoh:

Bila terdapat resistor seperti dibawah ini,



Gambar 2. Resistor

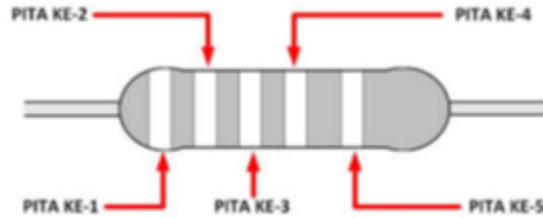
Maka dapat diuraikan bahwa pita ke – 1 berwarna coklat, pita ke – 2 berwarna hitam, pita ke – 3 berwarna merah, pita ke – 4 berwarna emas, maka berdasarkan tabel cara penulisan nilai resistor yang benar adalah

$$1000 \Omega + 5\%$$



4. Cara membaca resistor lima warna

Cara membaca resistor lima warna tidak jauh berbeda dengan resistor 4 warna. Resistor dengan pita lima warna biasanya memiliki resistansi yang lebih spesifik dan nilai toleransi yang lebih kecil.



Gambar 3. Resistor 5 gelang

Tabel 2. Tabel warna resistor 5 gelang

KODE WARNA	PITA KE-1	PITA KE-2	PITA KE-3	PITA KE-4	PITA KE-5
HITAM	0	0	0	10^0	-
COKLAT	1	1	1	10^1	1 %
MERAH	2	2	2	10^2	2 %
ORANGE	3	3	3	10^3	-
KUNING	4	4	4	10^4	-
HIAU	5	5	5	10^5	0,5 %
BIRU	6	6	6	10^6	0.25%
UNGU	7	7	7	10^7	0,1 %
ABU-ABU	8	8	8	-	-
PUTIH	9	9	9	-	-
EMAS	-	-	-	10^{-1}	5 %
PERAK	-	-	-	10^{-2}	10 %



Gambar 4. Resistor

Maka dapat diuraikan bahwa pita ke – 1 berwarna coklat, pita ke – 2 berwarna hitam, pita ke – 3 berwarna hitam, pita ke – 4 berwarna coklat, pita ke – 5 berwarna coklat, maka berdasarkan tabel cara penulisan nilai resistor yang benar adalah :

$$1000 \Omega + 1\%$$



Hukum Ohm

Hukum ohm menyatakan :

$$V = I R \quad \dots\dots\dots (1)$$

dengan : V = beda potensial (Volt).
 I = kuat arus (Ampere).
 R = Besar tahanan (Ohm).

Daya

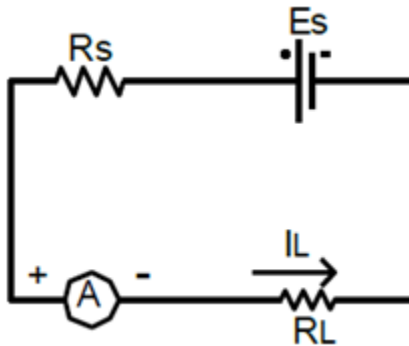
$$P = V I \quad \dots\dots\dots (2)$$

Catatan :

Disini dimisalkan tidak ada induksi diri atau kapasitor induksi dalam beban R_L , karena kalau demikian maka akan timbul beda fase antara V dan I , sehingga persamaan (1) dan (2) tidak berlaku.

5. MENGUKUR KUAT ARUS

Gambar 5 merupakan rangkaian untuk mengukur kuat arus yang melalui R_L .

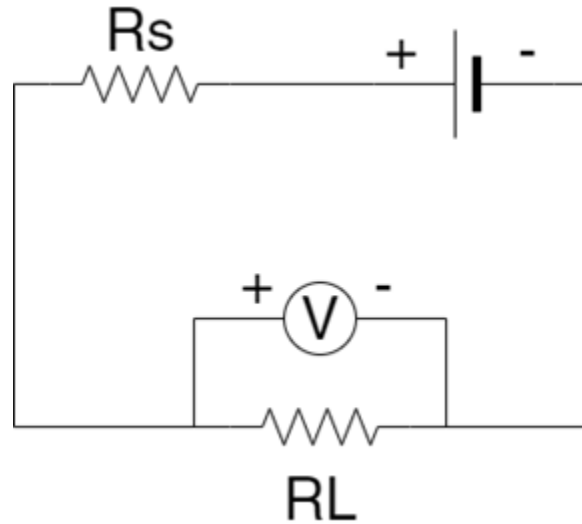


Gambar 5. Rangkaian listrik



6. MENGUKUR BEDA TEGANGAN

Gambar 6 merupakan rangkaian untuk mengukur tegangan pada R_L



Gambar 6. Rangkaian listrik

Ditinjau sebuah penghantar silinder dengan luas penampang A dan panjang l mengangkut arus I tetap. Jika di antara ujung-ujung penghantar dipasang beda tegangan V , maka medan listrik E dapat dituliskan sebagai berikut :

$$E = V / l \quad \dots\dots\dots (1)$$

Dengan E = medan listrik (N/C)
 l = panjang penghantar (m).

Sedangkan rapat arus listrik j dinyatakan dengan perbandingan kuat arus I tiap luas penampang penghantar A (Giancoli, 2001) :

$$j = I / A \quad \dots\dots\dots (2)$$

dengan j = rapat arus listrik (A/m^2).

Resistivitas merupakan karakteristik suatu bahan penghantar didefinisikan (Tipler, A.P, 2001):

$$\rho = E / j \quad \dots\dots\dots (3)$$

dengan r = resistivitas ($\Omega.m$).

Substitusi persamaan (1) dan (2) ke dalam persamaan (3) diperoleh :

$$\rho = \frac{V/l}{I/A} \quad \dots\dots\dots (4)$$

Dengan menggunakan definisi $R=V/I$, maka persamaan (4) dapat ditulis sebagai

$$\rho = R \frac{A}{l} \quad \dots\dots\dots (5)$$

Dari persamaan (5) ini dapat ditentukan nilai resistivitas bahan penghantar dengan cara memvariasikan panjang penghantar l dan mengukur nilai $R=V/I$ pada penghantar yang memiliki luas penampang yang konstan.

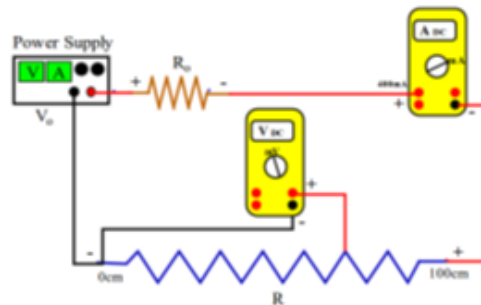


III. Alat dan Bahan

- 1) Power Supply
- 2) Kabel-kabel
- 3) Voltmeter
- 4) Multimeter
- 5) Amperemeter
- 6) Rheostat/resistor geser
- 7) Mistar 1 meter
- 8) Kawat Penghantar (Konstantan, Nikrom)

IV. Prosedur Kerja

1. Rangkai peralatan seperti pada Gambar. Nyalakan DC Power Supply



Gambar 7. Rangkaian Percobaan

2. Tetapkan nilai tegangan keluaran dengan cara memutar tombol adjustable secara perlahan. (**warning** : putar adjustable sedikit saja, jangan sampai arus listrik rangkaian terbaca maximal di Amperemeter)
3. Catat nilai arus rangkaian yang terukur di amperemeter. Pada percobaan ini nilai arus rangkaian selama percobaan selalu konstan.
4. Catat nilai tegangan kawat yang terukur di voltmeter, yaitu tegangan pada saat panjang posisi kawat: 100 cm, 90 cm, 80 cm, 70 cm, 60 cm, 50 cm, 40 cm, 30 cm, 20 cm dan 10 cm dengan cara menggeser salah satu kabel probe voltmeter (probe positif/merah) seperti ditunjukkan pada Gambar .
5. Ulangi No.4 sehingga tabel data terpenuhi.
6. Dengan menggunakan multimeter, ukur dan catat tegangan masukan di Power Supply.
7. Ulangi langkah no.2-6 untuk nilai arus rangkaian yang berbeda.

V. Tugas Akhir

1. Apakah tegangan keluaran Power Supply memiliki nilai sama dengan tegangan di antara ujung-ujung kawat penghantar ? Jelaskan Mengapa.
2. Dari data-data yang anda peroleh, tentukan nilai resistivitas kawat beserta ketidakpastiannya dengan dua pendekatan.
 - a. Pendekatan perhitungan satu-satu, kemudian dirata-rata dan dicari nilai simpangan baku sehingga diperoleh $\rho \pm \Delta\rho = (\dots \pm \dots)(.m)$.



- b. Pendekatan grafik melalui nilai kemiringan grafik.
3. Bandingkan nilai resistivitas hasil yang anda peroleh di No.2 di atas dengan referensi. Bahas nilai yang anda peroleh tersebut. Berapa ketepatan resistivitas hasil percobaan terhadap nilai referensi?
4. Bahas kesalahan-kesalahan yang mungkin muncul selama percobaan.



LABORATORIUM FISIKA ELEKTRO
HASIL PENGAMATAN PRAKTIKUM FISIKA DASAR

Nama : 1. _____ NIM : _____
2. _____ NIM : _____
3. _____ NIM : _____
4. _____ NIM : _____

No. Percobaan : _____ Tanggal : _____

Asisten : _____

Tabel Percobaan

Jenis Kawat = Diameter Kawat =

I = mA; V_{PS} = V

No	L (cm)	V (mV)			$V \pm \Delta V$	$R \pm \Delta R$ (ohm)
1	10					
2	20					
3	30					
4	40					
5	50					
6	60					
7	70					
8	80					
9	90					
10	100					

Jenis Kawat = Diameter Kawat =

I = mA; V_{PS} = V

No	L (cm)	V (mV)			$V \pm \Delta V$	$R \pm \Delta R$ (ohm)
1	10					
2	20					
3	30					
4	40					
5	50					
6	60					
7	70					
8	80					
9	90					
10	100					



M8

Osiloskop Sinar Katoda



OSILOSKOP SINAR KATODA

I. Tujuan

1. Mempelajari cara menangani osiloskop sinar katoda
2. Mengetahui Frekuensi dan Amplitudo pulsa serta jenis (bentuk) pulsa yang ditampilkan oleh layar osiloskop.

II. Landasan Teori

Osiloskop sinar katoda adalah alat yang sangat berguna dalam pemeriksaan pulsa listrik maupun gejala-gejala lainnya yang dapat diubah menjadi potensial listrik. Osiloskop banyak digunakan di bidang teknik elektro, instrumentasi ataupun kedokteran. Bagian utama dari sebuah osiloskop sinar katoda adalah tabung sinar katoda atau CRT (*cathode Ray Tube*).

Beberapa konsep sekaligus pengenalan dasar yang penting akan dikemukakan berikut ini. Gerak horizontal dari bintang Fluoresensi dapat diatur oleh potensial listrik yang dimasukkan ke suatu pasangan keping elektroda yang dinamakan sumbu horizontal. Sedangkan gerak vertikal diatur oleh potensial yang dimasukkan ke keping vertikal atau sumbu Y.

Di bawah dua pengaturan ini, bintang Fluoresensi bergerak dalam suatu kurva atau grafik yang melukiskan bagaimana Y berubah terhadap X. Hasil-hasil akhir tergantung pada penafsiran grafik atau pola yang tergambar. Tombol-tombol pengatur pada panel muka osiloskop disajikan seperti Gambar berikut.



Gambar 1. Osiloskop

1. CRT (Cathode Ray Tube)

Berfungsi untuk menampilkan bentuk pulsa.

2. Power (ON/OFF)

Kedudukan tombol default OFF (tidak ditekan) berarti osiloskop tidak menyala/hidup. Untuk menyalakan Osiloskop tekan tombol ini. Dengan menekan tombol ini rangkaian elektronik osiloskop terhubung dengan sumber daya (power supply).

3. Cal Vp-p

Calibration voltage terminal, digunakan untuk menguji dan mengkalibrasi penguatan vertikal watak gelombang persegi. Panel ini digunakan saat melakukan **kalibrasi** osiloskop dengan menggunakan kabel probe.



4. Intensity

Untuk mengatur kecerahan berkas sinar titik/garis pada layar osiloskop. Sebaiknya kecerahan diatur secukupnya saja, jika terlalu cerah akan merusak layar fluoresensi CRT. Contrast dapat diatur di Display.

5. Ground

Digunakan sebagai Ground(pembumian) bersama dengan alat lainnya.

6. Volts/Div

Kedudukan tombol ini menentukan harga skala vertikal pada layar, dan dapat dipilih dari skala terkecil hingga skala terbesar (0,01 V/div – 100 V/div).

7. Sweep Sec/Div

Kedudukan tombol ini menentukan harga skala horizontal pada layar dari waktu getaran. Harga skala ini dapat dipilih dari skala terkecil hingga skala terbesar. Operasi EXT H dilakukan dengan memutar tombol maksimal ke arah kanan.

8. Var(iable)

Tombol ini digunakan untuk mengatur getaran secara berlanjut dan diputar saat melakukan kalibrasi.

9. Position ↓

Mengatur kedudukan gambar menurut arah vertikal pada layar CRT.

10. Position ↔

Mengatur kedudukan gambar menurut arah horizontal pada layar CRT.

11. Input CH1

Mengatur Input sinyal ke Chanel 1.

12. Input CH2

Mengatur Input sinyal ke Chanel 2.

13. Source

Digunakan untuk memilih Masukan/Input.

14. Level/Pull Auto

Pemutaran tombol ini mengatur sinkronisasi fase untuk menentukan titik pangkal dari gelombang trigger signal. Dengan menarik tombol ini ke arah luar, maka akan terjadi gambar berkas berjalan dari kiri ke kanan.

15. & 16. AC-GND-DC

Pada kedudukan AC, komponen DC dari sinyal input dihambat dengan kapasitor. Pada kedudukan GND input terminal terbuka, sedangkan input dari eksternal amplifier dibumikan. Pada kedudukan DC, input terminal dihubungkan langsung dengan amplifier, dan semua komponen dari sinyal diperkuat.

III. Alat dan Bahan

1. Osiloskop sinar katoda
2. Audio generator
3. DC Power Supply 0-15V
4. Jumper



IV. JALANNYA PERCOBAAN

1. Mengingat sangat peka osiloskop ini, hendaknya semua pekerjaan dilakukan dengan hati-hati, perlahan-lahan serta mematuhi arahan asisten dan buku penuntun praktikum.
2. Sebelum osiloskop digunakan, kedudukan tombol pengatur pada panel adalah sebagai berikut:
 - a. **Power (OFF) / Intensity** pada **OFF**
 - b. **Focus** di tengah
 - c. **AC-GND-DC** pada posisi **AC**
 - d. Semua tombol **Position** di tengah
 - e. **Sweep Sec/Div** pada 0 us
 - f. **Run/Stop** berwarna hijau (Run)
 - g. **SYNC** berada pada posisi **NOR +**
 - h. **SOURCE** pada **INT**
3. Prosedur Operasi
 - a. Setelah steker kabel osiloskop terhubung dengan stop kontak listrik PLN, tekan tombol **Power**. Periksalah apakah berkas sinar muncul di layar CRT.
 - b. Jika berkas sinar garis tidak terletak di tengah layar, aturlah dengan tombol-tombol **Position**. Dengan tombol **Intensity** aturlah kecerahan gambar (ingat kecerahan secukupnya saja). Sekarang osiloskop siap digunakan untuk memeriksa sinyal dengan frekuensi maksimal 10MHz dan tegangan maksimal 100 Vpp (tergantung spec osiloskop yang digunakan).
 - c. Masukkan signal yang akan diperiksa melalui probe pada **Input** kemudian putarlah tombol **Volt/Div** ke arah kanan agar diperoleh ukuran tinggi gambar yang dikehendaki. Penyesuaian harga skala horizontal terhadap ukuran waktu getar dari sinyal dapat diatur dengan tombol **Sweep Sec/Div**. Pergeseran gambar menurut arah horizontal dapat dilakukan dengan memutar tombol **Position**.
 - d. Dengan menekan tombol **Run/Stop** yang berubah menjadi warna merah gerakan berjalan berkas akan terhenti, dan sinkronisasi dapat diatur dengan memutar tombol ke arah kanan atau kiri. Data; Frekuensi, Periode, Vpp, Tegangan Max dan Tegangan Min dapat dilihat dengan menekan tombol **Measure**.
 - e. Untuk memeriksa komponen DC, pasanglah **AC-GND-DC** pada kedudukan DC. Sedangkan kedudukan GND digunakan untuk menguji potensial nol.
4. Langkah Percobaan Mengukur Frekuensi
 - a. Nyalakan Audio Generator.
 - b. Hubungkan keluaran (output) signal generator dengan masukan (input) osiloskop.
 - c. Putarlah skala frekuensinya sesuai yang dikehendaki(tanyakan pada asisten).
 - d. Atur level keluarannya (output) dengan mengatur besar Volt/div dan Sec/div sesuai yang dikehendaki(tanyakan pada asisten).
 - e. Amati dan gambar bentuk gelombang, catat berapa banyak kotak (div) [horizontal], Sec/div, frekuensi, dan periode yang tampil di layar osiloskop.
 - f. Lanjutkan percobaan dengan frekuensi dan amplitudo yang berbeda (tanyakan pada asisten).
5. Langkah Percobaan Mengukur Tegangan DC
 - a. Nyalakan DC Power Supply 0-15 Volt.
 - b. Hubungkan keluaran (output) DC Power Supply dengan masukan (input) osiloskop.



- c. Putar Adjustable/Fine pada DC Power Supply untuk mengatur tegangan yang diinginkan (tanyakan pada asisten).
- d. Amati dan gambar bentuk gelombang, catat berapa banyak kotak (div) [vertikal], volt/div pada tabel Tegangan DC
- e. Ukur tegangan pada power supply dengan multimeter, kemudian catat pada tabel Tegangan DC.

V. Tugas Akhir

1. Tuliskan hasil dari setiap percobaan beserta keterangannya!
2. Carilah frekuensi dari pulsa yang ada di lembar data? $f=1/T$



LABORATORIUM FISIKA ELEKTRO
HASIL PENGAMATAN PRAKTIKUM FISIKA DASAR

Nama : 1. _____ NIM : _____
2. _____ NIM : _____
3. _____ NIM : _____
4. _____ NIM : _____

No. Percobaan : _____ Tanggal : _____

Asisten : _____

Tabel. 1 Pengukuran Frekuensi

Bentuk Tampilan Layar Osiloskop	Banyak Kotak di layar (div)	Tombol Sec/Div	Periode (T) [$T = \text{banyak kotak} \times \text{sec/div}$]	Frekuensi (f) (Osiloskop) [$f = 1/T$]

Tabel. 2 Pengukuran Tegangan DC

Bentuk Tampilan Layar Osiloskop	Banyak Kotak di layar (div)	Tombol Volt/Div	Tegangan (Osiloskop) [$V = \text{banyak kotak} \times \text{volt/div}$]	Tegangan (Multimeter)



M9

Optik



OPTIK

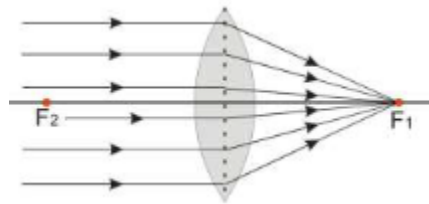
I. Tujuan

1. Menentukan bentuk bayangan yang dibentuk oleh lensa cembung
2. Menentukan jarak bayangan lensa
3. Menentukan sifat-sifat pada bayangan lensa

II. Landasan Teori

Lensa adalah benda bening yang dibatasi oleh dua bidang bias. Lensa Cembung (konveks) memiliki bagian tengah yang lebih tebal daripada bagian tepinya. Lensa cembung terdiri atas 3 macam bentuk yaitu lensa bikonveks (cembung rangkap), lensa plankonveks (cembung datar) dan lensa konkaf konveks (cembung cekung).

Lensa cembung disebut juga lensa positif. Lensa cembung memiliki sifat dapat mengumpulkan cahaya sehingga disebut juga lensa konvergen. Apabila ada berkas cahaya sejajar sumbu utama mengenai permukaan lensa, maka berkas cahaya tersebut akan dibiaskan melalui satu titik.



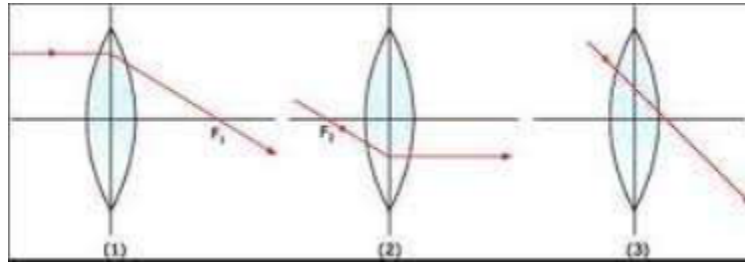
Gambar 1. Lensa Cembung

Dari gambar di atas terlihat bahwa sinar bias mengumpul ke satu titik fokus di belakang lensa. Berbeda dengan cermin yang hanya memiliki satu titik fokus, lensa memiliki dua titik fokus. Titik fokus yang merupakan titik pertemuan sinar-sinar bias disebut fokus utama (F_1) disebut juga fokus aktif. Karena pada lensa cembung sinar bias berkumpul di belakang lensa maka letaknya juga di belakang lensa. Sedangkan fokus pasif (F_2) simetris terhadap F_1 . Untuk lensa cembung, letak ini berada di depan lensa.

1. Sinar istimewa pada lensa cembung

Ada tiga tiga sinar istimewa pada lensa cembung.

- a. Sinar sejajar sumbu utama dibiaskan melalui titik fokus F_1 .
- b. Sinar melalui F_2 dibiaskan sejajar sumbu utama.
- c. Sinar melalui pusat optik tidak dibiaskan.



Gambar 2. Sinar istimewa lensa cembung

Titik fokus lensa cembung dapat ditentukan dengan suatu rumus yang disebut rumus pembuat lensa (lens maker equation) seperti tertulis di bawah ini :

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

Keterangan:

f = jarak titik fokus lensa cembung.

n = indeks bias lensa.

R_1 = radius kelengkungan permukaan 1 lensa.

R_2 = radius kelengkungan permukaan 2 lensa.

Cara menentukan nilai R_1 dan R_2 apakah positif atau negatif dapat dilihat pada aturan lensa. Berapapun nilai R_1 dan R_2 titik fokus dari lensa cembung selalu positif.

Atau untuk mencari jarak fokus lensa, kita bisa mendapatkannya dengan menggunakan rumus:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

Keterangan :

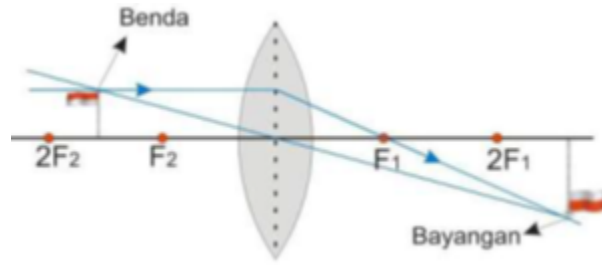
s = jarak benda ke lensa

s' = jarak bayangan ke lensa

2. Langkah-langkah pembentukan bayangan pada lensa cembung

- Lukis dua buah sinar istimewa (agar lebih sederhana gunakan sinar istimewa pada poin 1 dan 3)
- Sinar selalu datang dari depan lensa dan dibiarkan ke belakang lensa. Perpanjangan sinar sinar bias ke depan lensa dilukis sebagai garis putus-putus.
- Perpotongan kedua buah sinar bias yang dilukis pada langkah 1 merupakan letak bayangan. Jika perpotongan didapat dari sinar bias, terjadi bayangan nyata, tetapi jika perpotongan didapat dari perpanjangan sinar bias, bayangan yang dihasilkan adalah maya.

Contoh:



Gambar 3. Sifat bayangan: Nyata, terbalik, diperbesar

Kekuatan atau daya lensa dirumuskan dengan :

$$P = \frac{1}{f}$$

Keterangan :

P = kekuatan atau daya lensa

f = jarak fokus lensa

III. Alat dan bahan

1. Meja optik
2. Rel presisi
3. Pemegang slide diafragma
4. Bola lampu 12 V,18 W
5. Diafragma anak panah
6. Tumpukan berpenjepit
7. Lensa f 100 mm bertangkai
8. Lensa f 200 mm bertangkai
9. Catu daya
10. Kabel penghubung merah
11. Kabel penghubung hitam
12. Tempat lampu bertangkai
13. Penyambung rel
14. Kaki rel
15. Kertas HVS putih

IV. Langkah percobaan

1. Aturlah agar jarak sumber cahaya ke lensa f 100mm sama dengan 10cm. Nyalakan sumber cahaya untuk menerangi objek (panah)
2. Letakkan meja objek di ujung kanan rel
3. Geser lensa f 200 mm
4. Amati arah bayangan itu. Bandingkan dengan arah benda. Gambarkan bayangan itu pada tabel di kolom hasil pengamatan.
5. Ulangi langkah 3 dan 4 untuk arah panah lain yang ada pada tabel



6. Tetapkan jarak benda seperti yang dinyatakan pada tabel 2 di bawah ini, lalu cari bayangannya dengan menggeser-geser layar, kalau-kalau ada bayangan nyata. Jika ternyata tidak ditemukan bayangan nyata, carilah bayangan dengan melihat ke dalam lensa dari arah belakang lensa, kalau-kalau bayangannya maya. Catat hasil pada tabel 2

V. Tugas Akhir

1. Dari hasil pengamatan, tentukan jarak titik fokus dan jari-jari kelengkungan lensa berdasarkan tabel 2!
2. Gambarkan dan tuliskan langkah-langkah pembentukkan bayangannya menggunakan tabel 2!
3. Analisa soal no 2 menggunakan dalil Esbach!
4. Tentukkan kekuatan lensa!



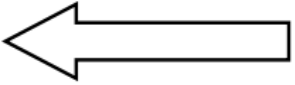
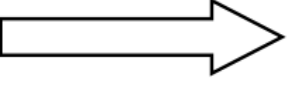

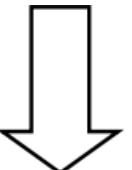
LABORATORIUM FISIKA ELEKTRO
HASIL PENGAMATAN PRAKTIKUM FISIKA DASAR

Nama : 1. _____ NIM : _____
2. _____ NIM : _____
3. _____ NIM : _____
4. _____ NIM : _____

No. Percobaan : _____ Tanggal : _____

Asisten : _____

Bentuk Bayangan Setelah Melewati Lensa

Bentuk Benda	Bentuk Bayangan
	
	
	
	

Jarak dan Sifat Bayangan

Jarak Benda	Jarak Bayangan	Jarak Benda Ke Lensa	Sifat Bayangan
Kurang dari f :cm	.....cm	.....cm	.....
Sama dengan f :cm	.....cm	.....cm	.....
Antara f dan $2f$ : .....cm	.....cm	.....cm	.....
Sama dengan $2f$ : .....cm	.....cm	.....cm	.....
Lebih besar dari $2f$ : .....cm	.....cm	.....cm	.....