

PERPUSTAKAAN IKIP PADANG	
DIKIRIM KE	19-10-1999
SUMBER / HALAMAN	H
KOLEKSI	KI
NO INVENTERIS	821 / KI / 99 - p2 / 2
LOKASI	530.07 Fauzi p.2

MAKALAH

**PRAKTIKUM FISIKA DASAR SEBAGAI BASIS
KETERAMPILAN BERPRATIKUM
MAHASISWA**

**PERPUSTAKAAN IKIP PADANG
TELAH TERDAFTAR**

JUDUL : PRAKTIKUM FISIKA DASAR
SEBAGAI BASIS KETERAMPILAN...
 PENGARANG : MAKALAH
 : _____
 : _____
 : _____



KEPALA,

Oleh :

DR. MAIZUAN
NIP. 130517816

Drs. Ahmad Fauzi, MSi

Disampaikan dalam "Lokakarya Optimalisasi Pemanfaatan Peralatan
Laboratorium Fisika FPMIPA IKIP Padang", tanggal 23-28 Agustus 1999

**JURUSAN PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGEAHUAN ALAM
INSTITUT KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN PADANG**

1999

MILIK DPT PERPUSTAKAAN
IKIP PADANG

PRAKTIKUM FISIKA DASAR SEBAGAI BASIS KETERAMPILAN
BERPRATIUM MAHASISWA*)

Oleh : Drs.Ahmad Fauzi, MSi **)

A. PENDAHULUAN

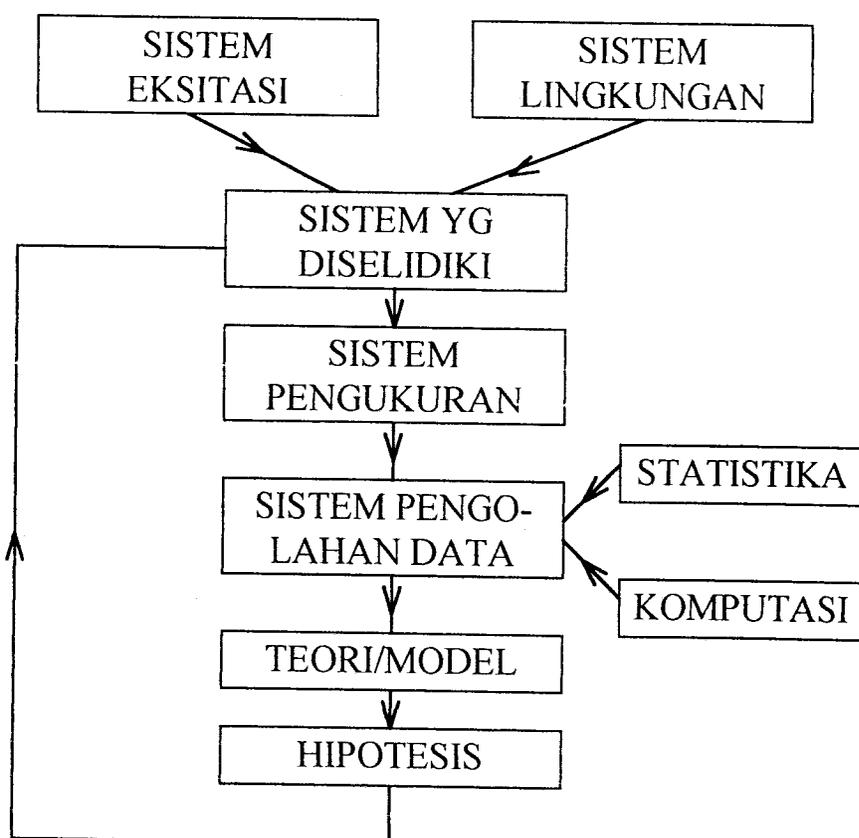
Fisika merupakan ilmu alam yang paling dasar, karena mendasari ilmu-ilmu alam yang lainnya seperti kimia, biologi, astronomi, geofisika, meteorologi, oseonologi, dan lain-lain. Selain itu fisika juga mendasari teknologi melalui ilmu-ilmu rekayasa seperti mekanika, termodinamika, mekanika fluida, dan lain-lain.

Untuk menguasai *keilmuan fisika* secara utuh baik dalam melakukan kajian dalam bidang ilmu fisika maupun dalam melakukan kajian dalam bidang terapan, maka seorang fisikawan dituntut menguasai dua perangkat keilmuan fisika yaitu *perangkat analisis* dan *perangkat pengamatan*. Perangkat analisis adalah kemampuan dalam merumuskan formulasi matematika terhadap peristiwa fisika, menyelesaikan persamaan-persamaan matematika dan perhitungan matematika yang diperlukan. Perangkat pengamatan adalah kemampuan eksperimental mencakup perancangan sistem peralatan yang diperlukan, lingkungan eksperimen, eksitasi pada sistem yang dikaji, pengukuran-pengukuran besaran-besaran fisis, akuisisi data dan pengolahan data.

Dalam Kurikulum Inti Program Sarjana Fisika, sosok keilmuan fisika disajikan dalam *tiga siklus* (siklus I, siklus II, siklus III). Matakuliah Fisika Dasar diberikan pada siklus I dan mendasari matakuliah-matakuliah di atasnya. Fisika Dasar mengandung seluruh keilmuan fisika termasuk segi eksperimen pada taraf yang sederhana. Matakuliah ini berfungsi sebagai jembatan ke taraf lanjutan dan merupakan pemantapan fisika SMU dalam hal kecanggihan formula matematis yang digunakan. Komponen-komponen Fisika Dasar yang diberikan adalah : mekanika, termodinamika, listrik magnet, gelombang optik, dan fisika moderen.

Agar keilmuan fisika dapat tumbuh dan berkembang, maka diperlukan pengujian-pengujian terhadap besar-besaran fisika melalui eksperimen.

Pengamatan atas suatu besaran fisika biasanya merupakan pengamatan kuantitas yang disebut pengukuran. Kumpulan pengukuran yang diperoleh dari berbagai sumber diolah dan disintesis menjadi teori suatu gejala alam. Agar berguna, teori harus dapat menerangkan berbagai peristiwa alam bahkan harus dapat meramalkan berbagai hal baru. Benar tidaknya suatu teori dibuktikan dengan percobaan. Jika suatu ketika hasil pengujian tidak sesuai dengan ramalan teori, maka gugurlah teori itu, ia harus diubah. Jadi percobaan berfungsi sebagai balikan untuk teori. Hubungan ini dikenal dengan jalinan *teori* dan *eksperimen*, dan dapat digambarkan pada diagram dibawah ini :



Gambar 1. Jalinan eksperimen dan teori dalam pengembangan ilmu fisika

Pada taraf yang sederhana pengujian-pengujian terhadap rumus-rumus fisika dapat dilakukan melalui praktikum. Praktikum adalah eksperimen mini yang

bertujuan untuk memeriksa kebenaran-keberanan rumus-rumus fisika yang sudah sering dilakukan. Praktikum seperti ini dikenal sebagai percobaan kategori pertama.

Menurut Djonoputro (1984) percobaan kategori pertama mempunyai dua tujuan utama yaitu (1) pemeriksaan rumus dan hukum yang sudah dibuktikan kebenarannya, (2) mencari atau mereproduksi berbagai tetapan fisika. Hasil yang kita peroleh, di bandingkan dengan harga yang ada dalam buku sumber. Bila hasil yang ditemukan itu tidak sesuai dengan harga yang ditemukan dalam buku sumber, hal ini tidak berarti bahwa percobaan yang kita lakukan tidak benar dan tidak bermamfaat. Apabila ternyata harga dalam buku sumber berada dalam batas ketidakpastian yang diperbolehkan, maka percobaan sungguh mempunyai arti dan haruslah dianggap benar. Inilah sebabnya mengapa pengetahuan tentang ketidakpastian pada suatu pengukuran mutlak diperlukan.

Senada dengan itu, Sutrisno (1995) mengatakan praktikum Fisika Dasar merupakan eksperimen dalam skala kecil (eksperimen miniatur), dan dilakukan bukan untuk menemukan hal-hal baru, tetapi sebagai proses pengenalan pada metode ilmiah melalui pengamatan langsung. Melalui praktikum fisika, diharapkan tertanam *sikap ilmiah* bagi mahasiswa, bahwa kebenaran dari pernyataan fisika harus didukung oleh hasil eksperimen. Menurut Sutrisno, ada enam fungsi dari praktikum Fisika Dasar.

- (1) Menanamkan kesadaran adanya batas-batas ketelitian pengukuran, sehingga kesesuai antara teori dan eksperimen merupakan pernyataan statistik.
- (2) Memudahkan pemahaman terhadap berbagai konsep yang sifatnya abstrak
- (3) Memberikan berbagai keterampilan dalam menggunakan alat ukur fisika seperti jangka sorong, mikrometer sekerup, multimeter, dan lain-lain. Keterampilan pengukuran juga menyangkut teknik-teknik eksperimen seperti cara merancang alar ukur, cara memasang amperemeter, cara memasang voltmeter, dan sebagainya
- (3) Memberikan keterampilan dalam pengolahan data, memperkirakan keraguan hasil pengukuran, pengambilan titik-titik pengukuran dan lain-lain. Presentasi

data dalam bentuk grafik dan tabel disertai dengan pernyataan ketidakpastiannya juga merupakan suatu keterampilan pengolahan data. Tidak kalah pentingnya adalah keterampilan menghitung prosentase kesalahan karena pengukuran dilakukan secara tidak langsung, yaitu melalui berbagai fungsi matematika.

- (4) Menanamkan rasa bertanggung jawab dalam berkerja di laboratorium menyangkut keselamatan manusia manusia dan keselamatan alat
- (5) Menanamkan sikap kejujuran, yaitu melaporkan hasil pengukuran apa adanya tanpa ditambah, diubah dan dikurangi.

Bertitik-tolak dari uraian diatas dapat dirumuskan *keterampilan dasar* yang harus dimiliki oleh mahasiswa dalam praktikum Fisika Dasar.

Keterampilan dalam merumuskan tujuan percobaan

Sebelum melakukan pratikum, seorang mahasiswa harus mengerti betul apa tujuan praktikum, apakah percobaan bertujuan hanya memeriksa kebenaran suatu rumus, mencari nilai suatu besaran fisika atau memperlihatkan bahwa suatu besaran fisika tersebut adalah suatu tetapan. Kalau seseorang sudah mengerti dengan tujuan, maka ia dapat merencanakan praktikum dengan baik.

keterampilan menggunakan berbagai alat ukur dasar

Setelah seseorang mengetahui tujuan dari percobaan, maka ia harus dapat memperkirakan alat ukur apa yang akan digunakan untuk mencapai tujuan tersebut. Untuk itu mahasiswa dituntut untuk mengenal berbagai jenis alat ukur mencakup kegunaan, ketelitian dan spesifikasinya.

Secara umum, alat-alat ukur yang ada di laboratorium fisika dasar dapat dikategorikan sebagai berikut

- 1) Alat ukur panjang, seperti : mistar, jangka sorong, mikrometer sekerup, sherometer
- 2) Alat ukur vulume seperti gelas ukur

- 3) Alat ukur massa, seperti : Neraca teknis, neraca ohaus 311, neraca ohaus 2610, Neraca Analitis.
- 4) Alat ukur waktu, seperti : jam, stopwatc, ayunan bandul,
- 5) Alat ukur listrik, seperti basikmeter, voltmeter, amperemeter, ohmmeter, dan lain-lain.

keterampilan dalam melakukan pengukuran

Keterampilan melakukan pengukuran mencakup cara mengamati pengukuran, cara menempatkan sampel, cara mengubah batas ukur alat, cara mengambil jumlah titik pengukuran, dan sebagainya.

keterampilan mengolah data

Keterampilan dalam mengolah data termasuk presentasi data dalam bentuk tabel, grafik atau histogram, cara menentukan ketidakpastian berbagai sistem pengukuran, cara menggunakan kalkulator, cara memilih ukuran kertas grafik, dan sebagainya.

keterampilan melaporkan hasil pengukuran

Keterampilan melaporkan hasil pengukuran mencakup kelengkapan komponen-komponen laporan seperti : judul, tujuan, peralatan yang digunakan, landasan teori, pengolahan data, dan pembahasan terhadap hasil yang diperoleh terutama bila bertentangan dengan teori.

B. KETIDAKPASTIAN PADA PENGUKURAN

Pengamatan suatu gejala alam belumlah lengkap jika belum memberikan informasi yang kuantitatif. Proses memperoleh informasi yang demikian

memerlukan *pengukuran* suatu sifat fisis. Pengukuran adalah suatu teknik untuk menyatakan suatu sifat fisis benda atau gejala alam dalam bilangan dan membandingkannya dengan suatu besaran baku (Soejoto dan Euis Sustini, 1993). Yang perlu kita ketahui, bahwa *hasil pengukuran selalu dihindangi ketidakpastian*.

Ada dua jenis ketidakpastian dalam pengukuran yaitu ketidakpastian bersistem dan ketidakpastian rambang. Ketidakpastian bersistem disebabkan oleh kesalahan yang bersumber pada alat seperti kesalahan kalibrasi, kesalahan titik nol, kelelahan komponen alat dan kesalahan arah pandang pengamat. Biasanya kesalahan bersistem dapat dikoreksi/diperhitungkan. Ketidakpastian rambang disebabkan oleh kondisi lingkungan yang tidak menentu, seperti, gerak Brown molekul udara, fluktuasi tegangan listrik, bising, landasan yang bergetar, dan lain-lain. Ketidakpastian rambang ini sukar dikontrol. Sumber ketidakpastian lain yang tidak boleh dianggap ringan adalah keterbatasan pada sipengamat seperti, mata kurang tajam dalam mengamati skala yang halus, telinga kurang peka dalam mendengarkan resonansi gelombang bunyi, gugup, kurang terampil dalam mencobakan alat baru, ada rasa takut menggunakan sumber tegangan dan arus PLN, dan sebagainya. Semua ketidakpastian harus sudah diketahui sebelum percobaan dilakukan agar ketidakpastian dapat diminimalkan.

Cara menyatakan ketidakpastian dalam pengukuran dapat dibedakan atas pengukuran tunggal dan pengukuran berulang. Kedua cara akan memberikan taksiran yang berbeda terhadap hasil pengukuran sekalipun dengan objek dan alat yang sama.

1. Pengukuran tunggal

Ada sebab-sebab mengapa pengukuran tidak dapat diulang. Contohnya adalah mengukur kecepatan bola tenis dalam suatu pertandingan, mengukur curah hujan, mengukur kebisingan pada keramaian, pabrik, lapangan terbang, dan sebagainya. Peristiwa semacam itu sulit diulang sehingga pengukurannya *hanya* bisa dilakukan satu kali saja. Walaupun pengukurannya

diulang, situasinya sudah sangat berbeda. Pengukuran seperti disebut pengukuran tunggal yaitu pengukuran yang dilakukan satu kali saja. Ketidakpastian pada pengukuran tunggal sangat bergantung kepada ketelitian alat yang dinyatakan dengan *nilai skala terkecil* atau disingkat NST. Bila besaran yang diukur adalah X , maka ketidakpastiannya dinyatakan dengan ΔX . Ketidakpastian setiap pengukuran tunggal diambil $\frac{1}{2}$ NST alat, atau $\Delta X = \frac{1}{2}$ NST. Dalam hal ini, pengamat harus yakin bahwa nilai X yang sebenarnya terletak antara $X - \Delta X$ dan $X + \Delta X$. Karena itu hasil pengukuran dapat dilaporkan sebagai berikut

$$X \pm \Delta X$$

Misalnya pengukuran arus listrik dilakukan secara tunggal menggunakan amperemeter, dimana *nilai skala terkecil* dari amperemeter adalah 1 mA. Maka ketidakpastian adalah $\Delta X = \frac{1}{2}$ NST, yaitu 0,05mA. Jika pada pengukuran arus listrik skala amperemeter menunjukkan angka 3,2 mA, maka hasil pengukuran yang dilaporkan adalah $I = (3,2 \pm 0,05)\text{mA}$. Berarti nilai I terletak antara 3,15 - 3,25 mA.

Bila jarak garis skala cukup besar dan jarum menunjuk cukup halus, maka hasil pengukuran dapat dilaporkan $I = (3,24 \pm 0,02)\text{mA}$, angka 4 disini hanya perkiraan saja, tetapi ada keyakinan bahwa nilai yang ditunjukkan antara 3,22 - 3,26 mA. Cara melaporkan seperti ini telah mencerminkan mutu alat yang digunakan. Angka kedua dibelakang koma mengandung ketidakpastian dan diperoleh dari perkiraan saja.

2. Ketidakpastian pada pengukuran berulang

Apabila keadaan memungkinkan, kita merasakan bahwa besaran dapat diukur beberapa kali, kita akan mendapatkan informasi yang lebih baik mengenai besaran tersebut. Jika demikian bagaimana cara kita memperoleh informasi tersebut? Ilmu statistika memberikan cara mengolah data sebagai berikut.

- Nilai yang *sebenarnya* baru diperoleh jika pengukuran dilakukan (berulang) tak hingga banyaknya yang membentuk populasi dari besaran tersebut.

- Dalam pengulangan yang terbatas, jumlahnya merupakan *sampel* dari populasi tersebut, maka nilai terbaik yang dapat diperoleh dari sampel yang mendekati nilai *sebenarnya* adalah menghitung nilai rata-rata

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_N}{N}$$

- Untuk menyatakan tingkat kepercayaan pada nilai \bar{X} maka digunakan suatu besaran yang menyatakan ketidakpastian pengukuran hasil pengukuran yaitu deviasi standar (simpangan baku) dari nilai rata-rata tersebut:

$$\Delta X = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N(N-1)}} = \frac{1}{N} \sqrt{\frac{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}{N-1}}$$

Sehingga hasil pengukuran dapat dilaporkan dalam bentuk $X \pm \Delta X$

Misalkan dalam perhitungan kita mendapatkan nilai rata-rata $\bar{X} = 3,33333\dots$ mm. Secara fisis, melaporkan hasil pengukuran seperti di atas tidak ada artinya. Untuk menentukan berapa angka yang wajar dituliskan, kita harus melihat ketidakpastiannya, misalnya $\Delta X = 0,3$ mm. Maka nilai rata-rata \bar{X} dituliskan sampai satu angka dibelakang koma sesuai dengan yang ditunjukkan oleh ketidakpastiannya. Dalam contoh di atas, hasil pengukuran dilaporkan $X = (3,3 \pm 0,3)$ mA

Deviasi standar sebagai ketidakpastian ΔX pada hasil pengukuran berulang mempunyai arti yang berbeda dengan ΔX pada pengukuran tunggal. Pada pengukuran tunggal, kita memilih $\Delta X = \frac{1}{2} NST$ dengan pengertian dapat memberi keyakinan 100% kepada kita bahwa *nilai sebenarnya* terletak antara $X - \Delta X$ dan $X + \Delta X$, bukan diluarnya. Pada pengukuran berulang dengan menggunakan \bar{X} sebagai nilai terbaik untuk nilai sebenarnya, dan $\Delta X =$ standar deviasi sebagai ketidakpastiannya, kita memperoleh batas pengukuran $X - \Delta X$ dan $X + \Delta X$ yang lebih sempit dari pengukuran tunggal. Inilah keuntungan pengulangan tersebut, tetapi perlu diketahui bahwa ΔX disini berarti ada 68% bahwa simpangan \bar{X} dari nilai sebenarnya yang tidak lebih dari nilai standar deviasinya.

C. KETIDAKPASTIAN PADA HASIL PERCOBAAN

1. Ketidakpastian pada fungsi variabel.

Jarang sekali terjadi besaran fisika yang hendak dicari adalah besaran yang dapat diukur secara langsung, tetapi merupakan fungsi dari besaran-besaran yang lain, maka besaran itupun akan mewariskan ketidakpastian dari besaran yang diukur. Contohnya, untuk mengukur rapat massa suatu benda, kita perlu mengukur massa dan volume. Hal ini berarti rapat massa adalah fungsi dari massa dan volume. Jadi kalau kita ingin menentukan ketidakpastian dari rapat massa, maka terlebih dahulu harus dihitung ketidakpastian massa dan volume. Ketidakpastian seperti ini dikenal sebagai *ketidakpastian pada fungsi variabel*.

Misalkan besaran yang akan di tentukan adalah Z merupakan fungsi dari X dan Y. Hubungan antara Z dengan X dan Y secara umum dapat ditulis:

$$Z=f(X,Y)$$

Nilai X dan Y dari hasil pengukuran adalah

$$X=X_0 \pm \Delta X \text{ dan } Y=Y_0 \pm \Delta Y$$

Kita akan menuliskan hasil pengukuran Z dalam bentuk

$$Z=Z_0 \pm \Delta Z$$

dan Z_0 dapat ditentukan dari $Z_0 = f(X_0, Y_0)$. Masalah selanjutnya bagaimana memperoleh ΔZ dari X_0 , Y_0 , dan ΔX dan ΔY yang telah diukur sebelumnya.

Dalam hal ini kita perlu membedakan tiga kasus.

1) ΔX dan ΔY ditentukan dari NST (pengukuran tunggal)

$$|\Delta Z| = \left| \left(\frac{\partial Z}{\partial X} \right)_Y \right| |\Delta X| + \left| \left(\frac{\partial Z}{\partial Y} \right)_X \right| |\Delta Y|$$

2) ΔX dan ΔY ditentukan dari standar deviasi (pengukuran berulang)

$$|\Delta Z| = \sqrt{\left| \left(\frac{\partial Z}{\partial X} \right)_Y \right|^2 |\Delta X|^2 + \left| \left(\frac{\partial Z}{\partial Y} \right)_X \right|^2 |\Delta Y|^2}$$

3) ΔX berasal dari NST dan ΔY berasal dari standar deviasi (pengukuran campuran).

$$|\Delta Z| = \sqrt{\left| \left(\frac{\partial Z}{\partial X} \right)_Y \right|^2 \left| \frac{2}{3} \Delta X \right|^2 + \left| \left(\frac{\partial Z}{\partial Y} \right)_X \right|^2 |\Delta Y|^2}$$

Arti statistik dari $\frac{2}{3} \Delta X$ adalah kita memberlakukan nilai ketidakpartian dari NST sebagai standar deviasi. Dengan demikian kedua ketidakpastian memiliki tingkat kepercayaan yang sama, yakni tingkat kepercayaan standar deviasi.

2. Ketidakpastian pada fungsi variabel ‘bebas dan tak bebas’.

Dalam peristiwa fisika banyak besaran fisika yang kita peroleh dari pengukuran terhadap suatu variabel yang bergantung kepada variabel lain. Misalkan kita ingin memperoleh nilai percepatan dan kecepatan dari suatu benda yang bergerak maka kita perlu mengukur *jarak* yang ditempuh oleh benda sebagai fungsi dari *waktu*. Dan bila kita ingin mencari nilai kapasitansi dari peristiwa pengisian kapasitor, maka kita perlu mengukur “jumlah muatan yang disimpan” dalam kapasitor sebagai fungsi dari waktu. Besaran yang diukur pada peristiwa pengisian kapasitor adalah *tegangan* yang berubah terhadap *waktu*. Jadi pada kedua peristiwa tersebut, jarak dan tegangan berfungsi sebagai *variabel tak bebas* dan waktu berfungsi sebagai *variabel bebas*.

Ada dua cara yang dapat digunakan untuk menentukan ketidakpastian pada pengukuran seperti ini yaitu *penentuan garis lurus terbaik dengan cara grafik* dan *metoda kuadrat terkecil*. Dalam makalah ini hanya akan membicarakan penentuan garis lurus terbaik dengan cara grafik.

Persoalan utama dalam menentukan ketidakpastian dengan garis lurus terbaik dengan cara grafik adalah hubungan antara *variabel bebas* dan *variabel tak bebas* biasanya tidak linier, sementara metode menuntut hubungan yang linier. Oleh karena itu perlu dipikirkan suatu cara ‘linierisasi’ terhadap fungsi-fungsi tak-linier sehingga menjadi fungsi yang linier. Ada tiga cara untuk melinierasi fungsi-fungsi tak-linier, yaitu

(1) Memplot langsung *variabel tak bebas* terhadap *variabel bebas* dari fungsi tak-liniernya, seperti terhadap kuadrat, akar, inversi, pangkat tiga, dan sebagainya.

Contoh-contoh :

- Untuk mencari g pada percobaan jatuh bebas, perlu mengukur ketinggian h terhadap t . Nilai g dicari dari hubungan $h = \frac{1}{2}gt^2$. Maka linierisasi dilakukan dengan cara memplot h terhadap t^2 bukan terhadap t , sehingga secara grafik didapat hubungan yang linier antara h dan t^2 .
- Untuk mencari nilai rapat massa dari kubus materi maka perlu mengukur massa dan volume dari kubus untuk berbagai ukuran. Nilai ρ diperoleh dari rumus $m = \rho x^3$. Maka linierisasi dilakukan dengan cara memplot m terhadap x^3 bukan terhadap x , sehingga secara grafik didapat hubungan yang linier antara m dan x^3 .
- Untuk mencari nilai tetapan universal R dari percobaan gas ideal, maka perlu mengukur tekanan dan volume dari gas dimisalkan pada temperatur dan jumlah mol konstan. Nilai R diperoleh dari rumus $pV = nRT$. Maka linierisasi dilakukan dengan cara memplot p terhadap $(1/V)$ bukan terhadap V , sehingga secara grafik didapat hubungan yang linier antara p dan $(1/V)$.

(2) Diferensiasi.

Contoh-contoh

- Pada percobaan benda jatuh bebas h dideferensiasi satu kali terhadap t ,
$$h' = \frac{dh}{dt} = gt$$
 sehingga didapat hubungan yang linier antara h' terhadap t .
- Pada percobaan menentukan rapat massa kubus, m dideferensiasi dua kali terhadap x , $m'' = \frac{d^2m}{dx^2} = 6\rho x$, sehingga didapat hubungan yang linier antara m'' terhadap x .

(3) Lognisasi atau Lonnisasi,

Contoh-contoh

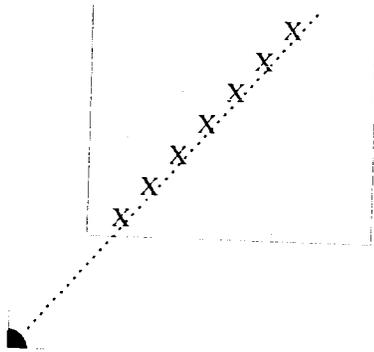
- Pada percobaan benda jatuh bebas, lognisasi dilakukan terhadap $h = 1/2 gt^2$ sehingga didapat hubungan yang linier antara $\log h$ dengan $\log t$ berdasarkan persamaan $\log h = 2\log(t/2) + \log g$ atau $\ln h = 2\log(t/2) + \ln g$.
- Pada percobaan menentukan rapat massa kubus, lognisasi dilakukan terhadap $m = \rho x^3$ sehingga diperoleh hubungan yang linier antara $\log m$ dengan $\log x$ berdasarkan persamaan $\log m = 3\log x + \log \rho$ atau $\ln m = 3\ln x + \ln \rho$.
- Pada percobaan gas ideal $pV = nRT$, lognisasi dilakukan terhadap $pV = nRT$ sehingga diperoleh hubungan yang linier antara $\log p$ dengan $\log V$ berdasarkan persamaan $\log p = -\log V + \log(nRT)$ atau $\ln p = -\ln V + \ln(nRT)$.

Misalkan suatu rumus fisika sudah dilinierkan hingga berbentuk $y = ax + b$, dimana a dan b adalah konstanta dan pengukuran dilakukan dalam selang tertentu hingga menghasilkan titik $x_i \pm \Delta x_i$ dan titik $y_i \pm \Delta y_i$ dengan $i = 1, 2, \dots, N$. Apabila data-data digambarkan dalam diagram x dan y , semua titik percobaan pada umumnya tidak terletak pada satu garis lurus. Akan tetapi dengan adanya ketidakpastian yang ada pada setiap titik, maka banyak garis lurus yang dapat kita tarik melalui semua titik tersebut. Persoalan kita sekarang ialah bagaimana menentukan garis lurus terbaik? Baru setelah garis ini berhasil kita tentukan, dapatlah kita cari juga kemiringan dan titik potongnya terhadap sumbu y untuk keperluan menghitung tetapan fisika. Selanjutnya kita harus menarik garis lurus melalui semua titik dan kawasannya dengan "sebaik mungkin". Ada dua cara untuk menentukan garis lurus terbaik dengan cara grafik :

(1) Cara memandang

Adalah suatu fakta bahwa mata dapat *dengan cukup baik* melihat apakah sederetan titik terletak pada garis lurus ataukah agak menyimpang dari garis lurus

tersebut. Dengan cara sangat sederhana, yaitu dengan cara memandang sederetan titik maka garis lurus terbaik dapat ditentukan.



Gambar 2. Cara memandang yang baik

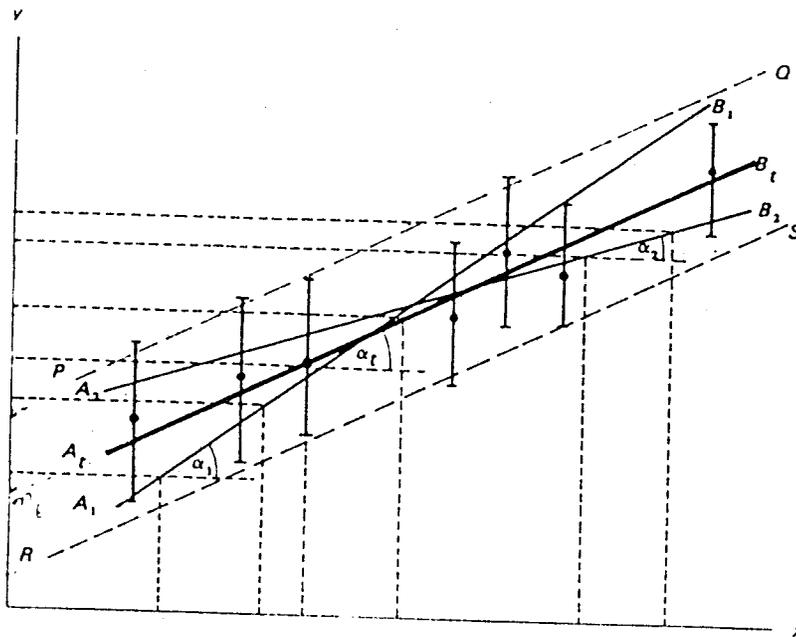
Pada tahap selanjutnya menentukan titik sentroit pada sekumpulan titik-titik diatas.

Titik sentroit ialah sekumpulan titik-titik dengan koordinat $x_o = \frac{\sum x_i}{N}$ dan

$y_o = \frac{\sum y_i}{N}$ dimana N adalah jumlah data. Setelah dihitung (x_o, y_o) dimasukkan

dalam grafik. Kemudian kita tarik garis lurus melalui titik sentroit sedemikian rupa hingga jumlah titik yang terdapat diatasnya lebih kurang sama dengan jumlah titik yang terdapat dibawahnya. Ini dapat kita capai dengan memakai mistar plastik yang bening yang kita putar-putar dimana titik sentroit sebagai porosnya.

Setelah garis lurus terbaik berhasil kita tentukan, kemiringannya grafik dapat digunakan untuk menentukan nilai a dan titik potong terhadap sumbu y dapat digunakan untuk menentukan nilai b. Garis lurus terbaik didapat dengan cara memandang garis AB sebagai garis lurus terbaik. Akan tetapi semua garis yang terdapat dalam berkas PQ dan RS mestilah dianggap benar karena kemiringannya sama. Nilai a dapat ditentukan berdasarkan kemiringan garis dengan cara trigonometri (lihat Gambar 3)



Gambar 3. Penentuan garis lurus terbaik dengan cara memandang

Berdasarkan hubungan trigonometri pada Gambar 3, dapat diulis

$$a = \tan \alpha = \frac{\Delta y}{\Delta x}$$

$$a_1 = \tan \alpha_1 = \frac{\Delta y_1}{\Delta x_1}$$

$$a_2 = \tan \alpha_2 = \frac{\Delta y_2}{\Delta x_2}$$

sehingga $\Delta a_1 = |a - a_1|$, dan $\Delta a_2 = |a - a_2|$

Sebagai ketidakpastian pada a dapat diambil $\Delta a = \frac{\Delta a_1 + \Delta a_2}{2}$ (rata-rata antara Δa_1 dan Δa_2).

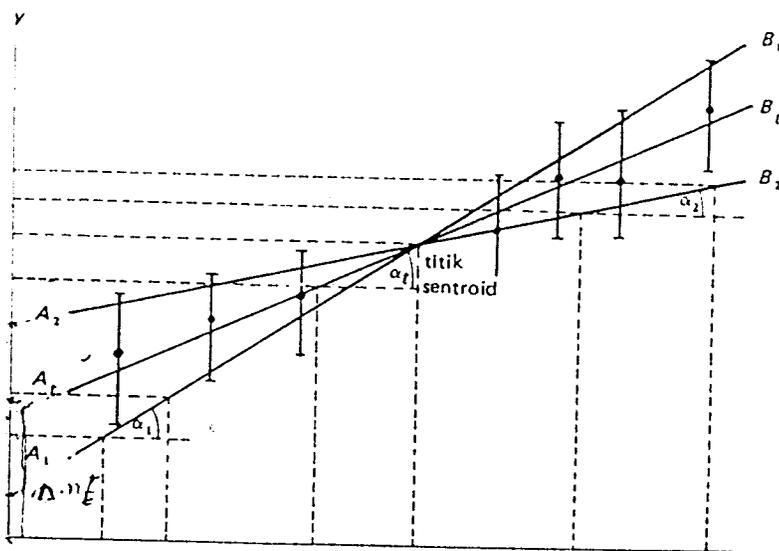
Ketidakpastian pada b ditentukan sebagai berikut: dari titik potong garis AB terhadap sumbu y didapatkan nilai b, dari titik potong garis A_1B_1 terhadap sumbu y didapatkan nilai b_1 dan dari titik potong garis A_2B_2 didapatkan nilai b_2 .

Maka $\Delta b_1 = |b - b_1|$, dan $\Delta b_2 = |b - b_2|$

Sebagai ketidakpastian pada b dapat diambil $\Delta b = \frac{\Delta b_1 + \Delta b_2}{2}$ (rata-rata antara Δb_1 dan Δb_2). Akhirnya dengan ditemukan nilai $(a \pm \Delta a)$ dan $(b \pm \Delta b)$, semua tetapan fisika beserta tidak kepastiannya dapat diperoleh.

(2) Cara titik sentroit

Cara lain untuk mendapatkan garis lurus terbaik adalah memakai titik sentroit. Semua garis harus melalui titik sentroit seperti diperlihatkan pada Gambar 4. Cara untuk menentukan Δa dan Δb disini tidak berbeda dengan cara memandang, yang berbeda hanyalah pemakaian kedua garis lurus ekstrem yang masih diperkenankan. Disini kedua garis ekstrem harus melalui titik sentroit. Penentuan nilai $(a \pm \Delta a)$ dan $(b \pm \Delta b)$ sama dengan cara memandang.



Gambar 3. Penentuan garis lurus terbaik dengan titik sentroit

Pertimbangan utama dalam memilih suatu grafik pada meoda penentuan garis lurus terbaik dengan cara grafik ialah ketidakpastian pada skala kertas grafik tidak boleh melebihi ketidakpastian pada x_i dan y_i . Hal ini bertujuan agar ketidakpastian yang sudah dicapai dalam pengukuran "tidak hilang" dalam ketidakpastian grafik.

Sebagai ilustrasi, marilah kita perhatikan kertas grafik (kertas millimeter) yang biasa digunakan untuk menggambar grafik. Jarak antara dua garis terdekat

adalah 1 mm, maka $\Delta x = 0,5$ mm. Satuan sumbu x panjangnya 1 cm, maka ketelitian menggambar jarak 1 cm pada kertas itu adalah $0,5/10 \times 100\% = 5\%$. Kalau kertas yang dipakai adalah 10cm x 10cm, ketelitian terbesar (terbaik) yang dapat dicapai adalah 0,5 cm. Jadi hasil pengamatan yang kita inginkan 0,1 % tidak dapat dirajah pada kertas berukuran 10 x 10 cm tetapi pada kertas berukuran lebih besar lagi, minimal 50 x 50 cm. Harus pula diingat bahwa seringkali titik nol skala tidak perlu tampak pada grafik. Pemilihan terhadap lebar kertas memerlukan perencanaan tersendiri. Satu hal lagi yang harus diingat bahwa pembuatan grafik harus tampak kemas; artinya garis lurus itu mengisi seluruh kertas.

D. PENUTUP

Setelah tahap-tahap pengambilan dan pengolahan data dilalui, bagian yang tak kalah penting dari suatu kegiatan praktikum ialah bagaimana melaporkan hasil pengukuran sehingga dapat dinilai dan dikomunikasikan kepada orang lain. Sebetulnya sukar untuk menilai bagaimana bentuk dari laporan yang baik itu, karena selera setiap orang berbeda-beda. Tetapi paling tidak, suatu laporan praktikum haruslah meliputi hal-hal berikut : judul, tujuan, teori, peralatan, pengolahan data dan pembahasan.

1. Judul

Judul laporan sebaiknya singkat saja karena merupakan identifikasi terhadap gejala yang diamati. Misalnya untuk percobaan pemeriksaan hukum Ohm cukuplah ditulis dengan judul "Hukum Ohm" bukan "Pemeriksaan Hukum Ohm dengan arus searah" atau " Analisis Hukum Ohm menggunakan *a least-squares method*", dan sebagainya. Judul kedua terlalu panjang dan judul ketiga terlalu berlebihan untuk laporan praktikum.

2. Tujuan

ALIK UPT PERMISTAN
IKIP PADANG

Tujuan yang diterangkan haruslah jelas sesuai tujuan percobaan. Sebagai contoh, untuk percobaan "Hukum Ohm", tujuan sebaiknya ditulis

- 1) pemeriksaan hukum Ohm dengan rumus $V = iR$
- 2) pemeriksaan hubungan $R_{\text{seri}} = R_1 + R_2$ dan $\frac{1}{R_{\text{paralel}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$
- 3) menentukan nilai R dari hubungan $V = iR$

3. Teori

Dibagian teori diberikan uraian singkat tentang teori yang mendukung percobaan. Uraian akan bertambah jelas bila disertai gambar, rangkaian, grafik, diagram, dan sebagainya. Kalau ada beberapa rumus penting, sebaiknya rumus diberi nomor urut.

4. Peralatan

Penggunaan alat dijelaskan secara singkat terutama ketelitian dan spesifikasinya. Beri keterangan pendek bagaimana cara melakukan pengukuran.

5. Pengolahan data.

Sebaiknya data pada pengukuran dicatat dalam suatu jurnal dilengkapi dengan ketelitian dan satuannya. Data disajikan dalam bentuk yang menarik, misalnya daftar berkolom atau berbaris. Pengolahan data dilakukan tanpa langkah perantara; artinya langsung menggunakan rumus yang sudah ditentukan dan hasil perhitungannya ditulis kedalam laporan. Hasil akhir ditulis lengkap dengan angka berarti agar percobaan dapat dinilai dengan tepat.

Kalau hasil akhir didapatkan dengan cara grafik maka disinilah tempatnya menyajikan grafik. Jangan lupa mencantumkan nilai skala grafik

6. Pembahasan

Sesekali memang dirasa perlu untuk mengomentari hasil yang diperoleh. Pembahasan diharapkan lebih rinci bila hasil yang diperoleh tidak sesuai dengan

yang ada di buku sumber atau ketidakpastiannya terlalu besar. Dalam pembahasan dikemukakan juga saran untuk perbaikan percobaan berikutnya terutama terhadap teknik pengukuran dan pengolahan data. Laporan sebaiknya dilengkapi daftar pustaka.

DAFTAR PUSTAKA

- ,(1997). *Petunjuk Praktikum Fisika Dasar*, Lab. Fisika Dasar ITB Bandung.
- B. Darmawan Djonoporo (1984) *Teori Ketidakpastian Menggunakan SI*, Penerbit ITB, Bandung
- Soejoto dan Eusis Sustini, (1993), *Petunjuk Pratikum Fisika Dasar*, DEPDIKBUD, Dirjen Dikti, Proyek Pembinaan Tenaga Kependidikan Pendidikan Tinggi, Jakarta
- Sutrisno. (1995). *Perananan Pratikum Dalam Perkuliahan Fisika Dasar*, Makalah disampaikan dalam “Penataran Pengajaran Fisika Datar” disampaikan tanggal 03-13 Oktober 1995, Heds Project-FPMIPA IKIP Padang.
- Sutrisno. (1998). *Kurikulum Program Sarjana Fisika*, Makalah disampaikan dalam rangka “Konsultasi kurikulum Fisika “ di FPMIPA IKIP Padang.