

BUKU PETUNJUK PRAKTIKUM
EKSPERIMEN FISIKA II

SEMESTER GENAP T.A. 2025/2026



Disusun Oleh:

NURUN NAYIROH, M.Si

LABORATORIUM FISIKA
PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2026

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah senantiasa memberikan Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penyusunan Buku Petunjuk Praktikum Eksperimen Fisika II ini dapat terselesaikan dengan baik.

Modul ini disusun sebagai buku panduan atau pegangan Praktikum Eksperimen Fisika II di lingkungan Prodi Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang dengan materi yang telah disesuaikan dengan materi kuliah Listrik Magnet, Termodinamika, Gelombang, Optik dan Fisika Modern. Sebagian materi di dalam diktat ini merupakan hasil penerjemahan dari *manual book* dari alat yang digunakan dan referensi dari buku-buku bahan ajar kuliah.

Tujuan penyusunan modul praktikum adalah untuk membantu para asisten dan mahasiswa dalam mengikuti kegiatan praktikum dengan baik dan benar sekaligus untuk menambah wawasan terhadap teori yang telah didapatkan dalam perkuliahan serta membantu menambah ketrampilan mahasiswa dalam melakukan kerja di laboratorium.

Ucapan terimakasih disampaikan kepada seluruh Laboran dan Kepala Laboratorium Fisika beserta seluruh pihak yang telah membantu penyusunan modul praktikum ini. Akhirnya, penyusun menyadari bahwa modul ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu penyusun mengharapkan kritik dan saran dari pembaca untuk penyempurnaan modul berikutnya.

Malang, Februari 2026
Penyusun

TATA TERTIB PRAKTIKUM

Setiap praktikan yang melakukan praktikum Eksperimen Fisika II di Laboratorium Prodi Fisika, diwajibkan mematuhi SOP praktikum sebagai berikut:

1. Praktikan harus sudah siap menjalankan eksperimen 10 menit sebelum kegiatan eksperimen dimulai.
2. Pada saat melakukan eksperimen diharuskan memakai jas praktikum.
3. Setiap praktikan diharuskan membaca dengan teliti Buku Petunjuk Eksperimen dan membuat ringkasan cara kerja eksperimen (password masuk laboratorium: Judul, Tujuan, Teori, Metode Eksperimen (bahan, alat dan Langkah kerja)) yang akan dilaksanakan pada saat itu.
4. Praktikan mengerjakan pretest sebelum kegiatan eksperimen sebagai prasyarat mengikuti eksperimen.
5. Praktikan mengikuti kegiatan eksperimen sesuai dengan buku petunjuk eksperimen yang telah disediakan
6. Praktikan menyusun laporan sementara setelah mengambil data dan menganalisanya, kemudian praktikan meminta persetujuan Asisten praktikum dan Laboran Penanggung jawab praktikum.
7. Praktikan wajib mengerjakan post test setelah selesai mengerjakan laporan sementara.
8. Praktikan mengerjakan laporan lengkap di hari yang sama pada pelaksanaan eksperimen dan dikumpulkan pada minggu berikutnya sesuai dengan jadwal praktikum.
9. Dilarang makan dan minum di dalam Laboratorium.
10. Setelah usai eksperimen setiap kelompok bertanggung jawab terhadap keutuhan dan kebersihan alat-alat dan fasilitas kemudian mengisi buku log penggunaan alat-alat praktikum.
11. Bagi praktikan yang berhalangan hadir diharuskan membuat surat ijin dan apabila sakit harus dilampiri surat keterangan dokter.
12. Ketentuan yang belum tercantum dalam tata tertib ini apabila perlu akan ditentukan kemudian.

PJ.Praktikum Ekaperimen Fisika II

Nurun Nayiroh, M.Si

DAFTAR ISI

Halaman

1. Sampul		1
2. Kata Pengantar		2
3. Tata Tertib		3
4. Daftar Isi		4
5. EF II-1	Penentuan Indeks Bias Larutan Menggunakan Refraktometer Abbe	5
6. EF II-2	Polarisasi Melalui Pelat $\lambda/4$	9
7. EF II-3	Indeks Bias Udara dan CO ₂ dengan Interferometer Michelson	14
8. EF II-4	Pengukuran Kadar Klorofil A, B Dengan Spektrofotometer-Vis	20
9. EF II-5	Pengujian Kekerasan Dan Mikrostruktur Material Logam	22
10. EF II-6	Pengukuran Nilai Kapasitansi pada Berbagai Jenis Pisang Menggunakan RCL Meter	25
11. EF II-7	Pengujian Kekentalan Cairan Menggunakan SNB Digital Viscometer	33
12. EF II-8	Modulasi Frekuensi (FM) Dan Modulasi Amplitudo (AM)	37
13. EF II-9	Percobaan Frank-Hertz dengan Tabung-Ne	43
14. EF II-10	Difraksi Ultrasonik Oleh Tepian/Garis Lurus	47
15. Sistematika Laporan		52
16. Format Laporan Sementara		53
17. Referensi		54

EF II – 1

PENENTUAN INDEKS BIAS LARUTAN MENGUNAKAN REFRAKTOMETER ABBE

A. TUJUAN

1. Untuk menentukan indeks bias suatu larutan gula dengan variasi konsentrasi (sampel standar).
2. Dapat menggunakan refraktometer dengan baik dan benar.
3. Mengetahui konsentrasi gula pada minuman-minuman soft drink dengan metode refraktometer.

B. ALAT DAN BAHAN

Alat yang dibutuhkan pada praktikum ini adalah:

- | | |
|-------------------------------|---------|
| 1. Refraktometer Abbe | 1 buah |
| 2. <i>Beaker glass</i> 50 ml | 10 buah |
| 3. <i>Beaker glass</i> 100 ml | 1 buah |
| 4. Gelas ukur 50 ml | 1 buah |
| 5. Neraca digital | 1 buah |
| 6. Spatula | 10 buah |
| 7. Pengaduk kaca | 10 buah |
| 8. Sendok tanduk | 1 buah |
| 9. Botol semprot | 1 buah |
| 10. Pipet tetes | 10 buah |

Sedangkan bahan yang digunakan adalah:

1. Glukosa 10 gram
2. Minuman *soft drink* dengan berbagai merk (Fresh tea, Fruit tea, Nu Green tea, Teh Pucuk harum, Teh gelas, Teh kotak, dan Teh botol sosro).
3. Aquades
4. Tissue
5. Kertas label



Gambar 1. Alat Refraktometer Abbe.

C. LANGKAH KERJA

1. Preparasi Sampel Standar

Pembuatan larutan gula dengan konsentrasi masing-masing 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9% dan 10%.

- Timbang gula pasir 0,1 g untuk pembuatan larutan gula dengan konsentrasi 1%; 0,2 g : 2%; 0,3 g : 3%; 0,4 g : 4%; 0,5 g : 5%; 0,6 g : 6%; 0,7 g : 7%; 0,8 g : 8%; 0,9 g : 9%; dan 1 g untuk 10%.
- Masukkan 10 ml air aquades ke dalam beaker glass 50 ml.
- Larutkan glukosa yang sudah ditimbang ke dalam 10 ml aquades.
- Aduk selama ± 1 menit sampai benar-benar gula terlarut sempurna (homogen).
- Masukkan larutan ke dalam beaker glass 50 ml dan diberi label.

2. Pengujian Sampel dengan Refraktometer Abbe

- Sebelum dilakukan uji, lakukan kalibrasi dahulu alat refraktometer dengan menggunakan cairan aquades.
- Teteskan sebanyak 2-3 tetes sampel standar larutan gula dengan konsentrasi tertentu pada prisma/tempat sampel alat refraktometer.
- Tutup penutup kaca prisma dengan perlahan dan rapat. Pastikan sampel tersebar merata di atas permukaan prisma.
- Biarkan cahaya melewati larutan dan melalui prisma agar cahaya pada layar dalam alat tersebut terbagi menjadi dua.

- e. Geser tanda batas tersebut dengan memutar knop pengatur, sehingga memotong titik perpotongan dua garis diagonal yang saling berpotongan terlihat pada layar.
- f. Amati dan baca skala indeks bias yang ditunjukkan oleh jarum layar skala melalui mikroskop.
- g. Layar hasil dua warna yang telah diatur sedemikian sehingga memberikan dua warna yang mempunyai warna yang jelas dan tegas.
- h. Amati nilai indeks bias dan Brix-nya (%) kemudian dicatat dalam sebuah tabel.
- i. Buat kurva hubungan antara indeks bias dan konsentrasi larutan sebagai kurva standar kadar gula dari data hasil pengamatan.
- j. Lakukan langkah yang sama seperti di atas untuk mengamati indeks bias pada sampel minuman soft drink.
- k. Untuk menentukan konsentrasi gula yang terkandung dalam sampel minuman, bandingkan nilai indeks bias yang terukur dengan kurva standar larutan gula yang telah dibuat.

D. TABEL DATA PERCOBAAN

Tabel data sampel standar

No.	Konsentrasi larutan gula	Indeks Bias	Temperatur (°C)
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			

Tabel data sampel minuman

No.	Jenis Minuman	Indeks Bias	Temperatur (°C)	Konsentrasi gula
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				

EF II – 2

POLARISASI MELALUI PELAT $\lambda/4$

A. TUJUAN

1. Mengukur intensitas cahaya terpolarisasi secara linier sebagai fungsi posisi alat analiser (hukum Malus: $I = I_0 \cos^2 \phi$).
2. Mengukur intensitas cahaya setelah alat analiser sebagai fungsi sudut antara sumbu optik pelat $\lambda/4$ dan alat analiser.
3. Melakukan percobaan (2) dengan dua pelat $\lambda/4$ berurutan.

B. DASAR TEORI

Kecepatan cahaya dalam arah polarisasi cahaya memiliki nilai c_0 yang sama seperti dalam arah sumbu optik pada sebuah kristal dengan pembiasan ganda. Cahaya terpolarisasi juga merambat dengan kecepatan c_0 tegak lurus terhadap sumbu optik, jika vektor listrik tegak lurus terhadap sumbu optik (sinar biasa, gbr. 2). Jika vektor medan listrik sejajar dengan sumbu optik, kecepatan cahaya $c \neq c_0$ (sinar luar biasa). E_0 adalah amplitudo vektor medan listrik yang keluar dari polarisator P dan ϕ adalah sudut antara arah polarisasi P dan sumbu optik pada kristal dengan pembiasan ganda.

Dari gambar 2, diperoleh hubungan berikut untuk vektor medan sinar biasa dan sinar luar biasa:

$$E_1(t) = E_0(t) \cdot \sin \Phi \quad (1a)$$

$$E_2(t) = E_0(t) \cdot \cos \Phi \quad (1b)$$

Pada waktu t , status osilasi kedua sinar di permukaan kristal dijelaskan dengan:

$$E_1(t) = E_0 \cdot \sin \Phi \cdot \sin \omega t \quad (2a)$$

$$E_2(t) = E_0 \cdot \cos \Phi \cdot \sin \omega t \quad (2b)$$

Untuk kristal pembiasan ganda (pelat $\lambda/4$) dengan ketebalan

$$d_{\lambda/4} = \frac{\lambda}{4} \cdot \frac{1}{n_o - n_{a0}} \quad (3)$$

(n_0 adalah indeks bias sinar biasa, n_{a0} adalah indeks bias sinar luar biasa dalam kristal)

dan ditransmisikan tanpa dilemahkan untuk setiap posisi Analizer A. Untuk semua sudut $\phi \neq 0^\circ, 45^\circ, \text{ dan } 90^\circ$, cahaya yang ditransmisikan terpolarisasi secara elips. Ujung vektor E yang berputar ke arah rambatan menggambarkan sebuah elips dengan setengah sumbu

$$E_a = E_0 \cdot \sin \Phi \text{ (x-direction)} \quad (8a)$$

$$E_b = E_0 \cdot \cos \Phi \text{ (y-direction)} \quad (8b)$$

Untuk intensitas cahaya yang ditransmisikan oleh analizer pada arah yang sesuai, terdapat hubungan berikut:

$$J_a \sim E_a^2 = E_0^2 \cdot \sin^2 \Phi \quad (9a)$$

$$J_b \sim E_b^2 = E_0^2 \cdot \cos^2 \Phi \quad (9b)$$

Ketika analiser diputar, akan diperoleh hubungan antara intensitas cahaya tertransmisi maksimum dan minimum sebagai berikut:

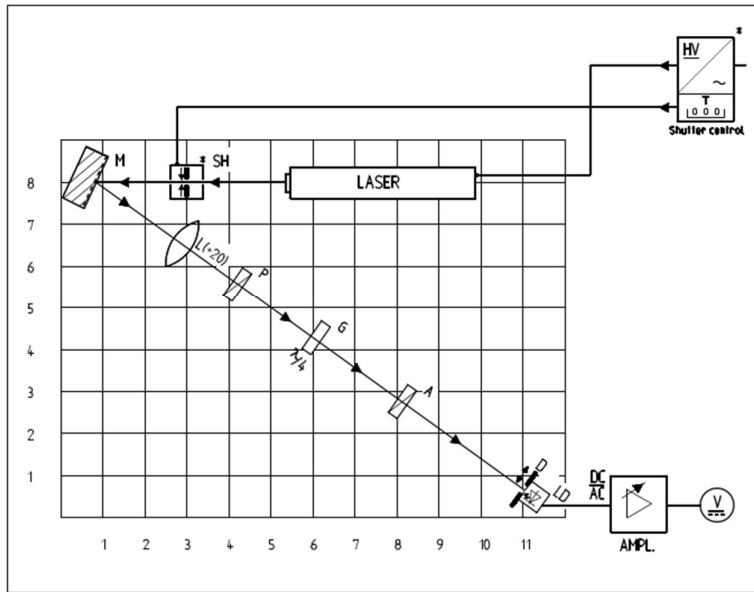
$$\frac{J_a}{J_b} = \frac{E_a^2}{E_b^2} = \frac{\sin^2 \Phi}{\cos^2 \Phi} = \tan^2 \Phi \quad (10)$$

Untuk posisi sudut arbitari dari analizer sebagai perbandingan sumbu optik pada pelat $\lambda/4$, berikut ini persamaan yang valid (Gbr.2):

$$J \sim E_0^2 \cdot \cos^2 \Phi \cdot \cos^2 \phi + E_0^2 \cdot \sin^2 \Phi \cdot \sin^2 \phi \quad (11)$$

C. ALAT DAN BAHAN

1. Pelat dasar dengan kaki karet	08700.00	1 buah
2. Laser HeNe	08180.93	1 buah
3. Adjusting support 35 x 35 mm	08711.00	1 buah
4. Cermin muka 30 x 30 mm	08711.01	1 buah
5. Kaki magnet	08710.00	6 buah
6. Batang pendukung lensa	08723.00	1 buah
7. Lensa, $f = +20 \text{ mm}$	08018.01	1 buah
8. Dukungan aperture	08724.00	1 buah
9. Filter polarisasi	08730.00	2 buah
10. Bahan polarisasi mika	08664.00	2 buah
11. Photocell, silicone	08734.00	1 buah
12. Measurement amplifier, universal	13626.93	1 buah
13. Voltmeter 0.3... 300 V/10 ... 300 V~	07035.00	1 buah
14. Connecting cable, red, $l = 500 \text{ mm}$	07361.01	2 buah



Gambar 1. Rangkaian alat eksperimen polarisasi melalui pelat $\lambda/4$ (* hanya direkomendasikan menggunakan laser 5 mW).

D. LANGKAH KERJA

1. Susunlah peralatan eksperimen seperti yang ditunjukkan pada gambar 1. Pengaturan tinggi yang direkomendasikan (tinggi jalur sinar) adalah 130 mm.
2. Pertama-tama, sesuaikan jalur sinar tanpa pelat $\lambda/4$ G sedemikian rupa sehingga fotosel LD dapat disinari dengan baik. (Sesuaikan amplifikasinya sehingga tegangan tidak meningkat di atas maksimum yang diizinkan)
3. Sesuaikan angka nol dari amplifier pengukuran universal dengan laser dimatikan.
4. Atur polarizer **P** pada posisi nol, putar Analizer **A** sampai intensitas cahaya yang ditransmisikan menampilkan minimum **a**.
5. Jepit pelat $\lambda/4$ pada penyangga dan putar sampai cahaya yang ditransmisikan oleh analizer menampilkan intensitas minimum lagi.
6. Arah polarisasi Cahaya yang datang dari polarizer sekarang membentuk sebuah sudut 0° (atau 90°) dengan sumbu optic pada pelat $\lambda/4$.
7. Ukur intensitas cahaya sebagai fungsi posisi analizer dengan rentang dari -90° and $+90^\circ$, untuk sudut 0° , 30° , 45° , 60° dan 90° pada pelat $\lambda/4$.
8. Tegangan yang disuplai oleh fotosel sebanding dengan intensitas cahaya datang.

E. TABEL DATA PERCOBAAN

No.	Posisi Analyzer	Intensitas Cahaya (V) pada sudut pelat $\lambda/4$				
		0°	30°	45°	60°	90°
	-90°					
	-80°					
	-70°					
	-60°					
	-50°					
	-40°					
	-30°					
	-20°					
	-10°					
	0					
	10°					
	20°					
	30°					
	40°					
	50°					
	60°					
	70°					
	80°					
	90°					

EF II – 3

INDEKS BIAS UDARA DAN CO₂ DENGAN INTERFEROMETER MICHELSON

A. TUJUAN

1. Untuk menentukan indeks bias udara dan CO₂ dengan prinsip interferometer Michelson
2. Dapat menggunakan alat refraktometer interferometer Michelson dengan baik dan benar.

B. DASAR TEORI

Dalam interferometer Michelsons, suatu sinar cahaya terbelah menjadi dua bagian sinar dengan amplitudo yang sama melalui pelat kaca semi transparan **S3** (gbr. 2). Sinar cahaya dipantulkan cermin **S1** dan **S2**, dan setelah menempuh jalur yang berbeda, sinar-sinar itu bersatu kembali setelah piring kaca. Berdasarkan pada perbedaan jalur dan pergeseran fase yang dihasilkan antara parsial sinar, interferensi konstruktif atau destruktif dapat diamati. Jika dua gelombang dengan frekuensi yang sama ω (tetapi amplitudo yang berbeda a dan dengan fase yang berbeda menabrak pada tempat yang sama, mereka akan tumpang tindih membentuk gelombang.

$$y = a_1 \sin(\omega t - \alpha_1) + a_2 \sin(\omega t - \alpha_2) \quad (1)$$

Gelombang hasil dapat diekspresikan sebagai berikut:

$$y = A \sin(\omega t - \delta) \quad (2)$$

Dengan amplitude berikut

$$A_2 = a_1^2 + a_2^2 + 2 a_1 a_2 \cos \delta \quad (3)$$

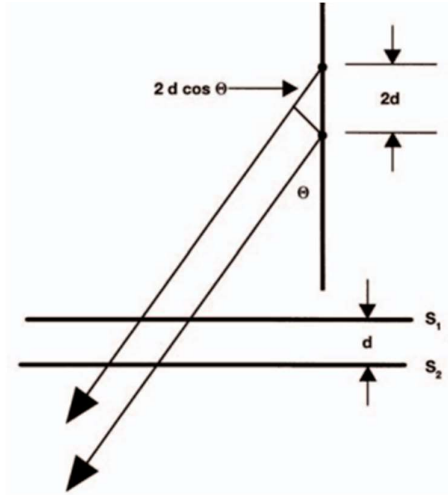
Dan hubungan fase:

$$\delta = \alpha_1 - \alpha_2 \quad (4)$$

Sekarang gambar satu cermin diputar ke arah yang lain, sehingga keduanya sejajar dan dipisahkan oleh jarak d (Gambar 1). Ketika diamati di bawah sudut θ , dua gambar dipantulkan dari sumber cahaya dipisahkan oleh jarak $2d$. Interferensi konstruktif akan muncul ketika

$$2d \cos \theta = m\lambda ; m = 1,2,3,\dots \quad (5)$$

(λ = Panjang gelombang cahaya yang digunakan)



Gambar 1. Representasi sekema penentuan posisi fase pada sinar interferensi parsial.

Karena θ tetap konstan, cincin melingkar muncul untuk penentuan nilai m dan d . Jika kedua sinar parsial memiliki amplitudo $a = a_1 = a_2$ yang sama, Menggunakan persamaan (3), berikut ini berlaku untuk distribusi intensitas:

$$I \propto A^2 = 4a^2 \cos^2 \frac{\delta}{2} \quad \text{dengan } \delta = \frac{2\pi}{\lambda} 2d \cos \theta \quad (6)$$

Puncak akan muncul di mana θ adalah perkalian dari 2π .

Jika pergerakan cermin dibentuk oleh $\Delta d = N \lambda/2$, N lingkaran interferensi yang baru akan muncul.

Penentuan Indeks Refraksi Udara

Indeks refraksi n dari suatu gas bergantung secara linear terhadap tekanan p :

$$n(p) = n(p = 0) + \frac{\Delta n}{\Delta p} \cdot p \quad (7)$$

Secara teoritis, jika $p = 0$, maka terjadi vakum absolut dan $n = 1$.

Sebagai langkah awal, nilai $\frac{\Delta n}{\Delta p}$ (kuosien perbedaan) ditentukan berdasarkan data hasil pengukuran:

$$\frac{\Delta n}{\Delta p} = \frac{n(p+\Delta p) - n(p)}{\Delta p} \quad (8)$$

Rumus berikut berlaku untuk bagian optik x :

$$x = n(p) \cdot s \quad (9)$$

di mana s adalah panjang geometris kuvet yang dikosongkan, dan $n(p)$ adalah indeks refraksi gas yang terdapat dalam kuvet. Saat tekanan dalam kuvet diubah sebesar Δp , panjang gelombang optik berubah sebesar Δx :

$$\Delta x = n(p + \Delta p) \cdot S - n(p) \cdot S \quad (10)$$

Dimulai dari tekanan udara normal (p_0), kemudian tekanan diturunkan secara bertahap. Selama proses ini, pola interferensi akan kembali ke posisi awalnya sebanyak N kali (misalnya, titik dengan intensitas paling rendah muncul kembali di pusat cincin) hingga mencapai tekanan tertentu (p). Pergeseran dari satu pola minimum ke minimum berikutnya menunjukkan perubahan jalur optik yang setara dengan satu panjang gelombang (λ). Dengan demikian, perubahan jalur optik antara tekanan p dan p_0 dapat dihitung sebagai berikut:

$$\Delta x = \{n(p) - n(p + \Delta p)\} \cdot \lambda \quad (11)$$

Karena cahaya melewati kuvet sebanyak dua kali, persamaan (10) dan (11) menghasilkan:

$$n(p + \Delta p) - n(p) = \{N(p) - N(p + \Delta p)\} \cdot \frac{\lambda}{2s} \quad (12)$$

Dengan menggunakan persamaan (8), diperoleh:

$$\frac{\Delta n}{\Delta p} = - \frac{\Delta N}{\Delta p} \cdot \frac{\lambda}{2s} \quad (13)$$

Penentuan Indeks Refraksi CO₂

Udara dan CO₂ memiliki indeks refraksi yang berbeda, sehingga perubahan indeks refraksi sebanding dengan jumlah CO₂ yang dimasukkan ke dalam kuvet. Untuk jalur optik x yang berbeda dalam kuvet, diperoleh:

$$x_1 = n_1 \cdot 2s ; \text{ untuk udara dengan indeks refraksi } n_1 \quad (14)$$

$$x_2 = n_2 \cdot 2s ; \text{ untuk CO}_2 \text{ dengan indeks refraksi } n_2 \quad (15)$$

Perubahan jalur optik Δx ditentukan dengan menghitung perubahan antara puncak dan minimum interferensi.

Setiap perpindahan dari puncak ke minimum sesuai dengan perubahan sebesar $\lambda/2$.

Jika terjadi N perubahan, maka total perubahan jalur optik adalah:

$$\Delta x = N \cdot \frac{\lambda}{2} \quad (16)$$

Sehingga berlaku persamaan:

$$x_2 = x_1 + \Delta x ; n_2 = n_1 + \Delta n \quad (17)$$

Dari persamaan 14, 15 dan 17 didapatkan:

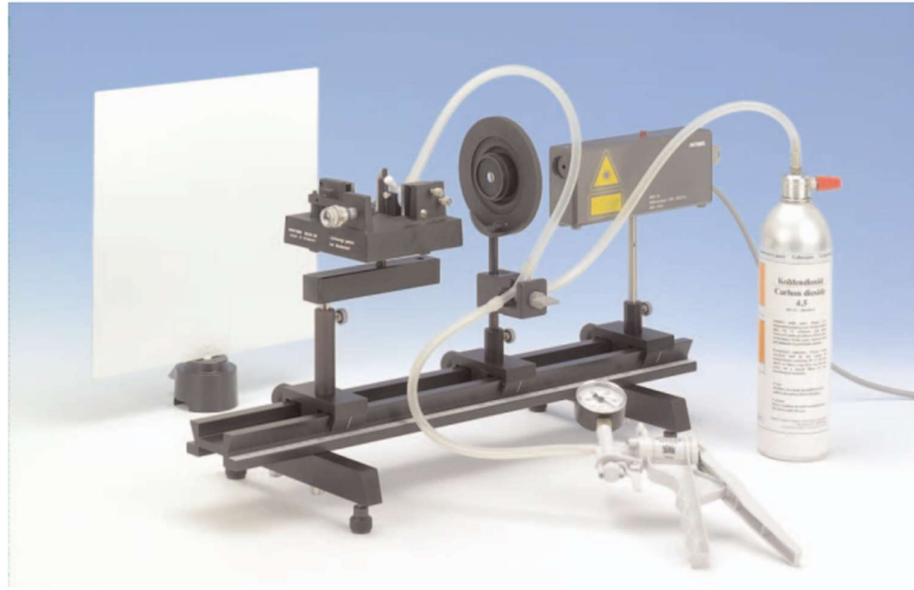
$$\Delta x = 2s. \Delta n \quad (18)$$

Pengukuran menunjukkan bahwa ketika kuvet diisi dengan gas CO₂, terjadi **perubahan** antara puncak dan minimum interferensi. Ini menunjukkan perubahan jalur optik sebesar $\Delta x = 4,5 \lambda$. Dari persamaan (18), diperoleh:

$$\Delta n = \frac{4,5 \lambda}{2s} = 1,42 \cdot 10^{-4} \quad (19)$$

C. ALAT DAN BAHAN

1. Interferometer Michelson	08557.00	1 buah
2. Laser, He-Ne 1.0 mW, 220 V AC	08181.93	1 buah
3. Sel kaca untuk efek Faraday	08625.00	1 buah
4. Pompa vacuum manual dengan manometer	08745.00	1 buah
5. Bangku optik l = 60 cm	08283.00	1 buah
6. Alas untuk bangku optic	08284.00	2 buah
7. Alat geser pada bangku optik, h = 30 mm	08286.01	2 buah
8. Alat geser pada bangku optik, h = 80 mm	08286.02	1 buah
9. Lengan ayun	08256.00	1 buah
10. Pemegang lensa	08012.00	1 buah
11. Lensa, f = +5 mm	08017.01	1 buah
12. Gas, CO ₂ , 21 g	41772.06	1 buah
13. Pipa control	33499.00	1 buah
14. Klem sudut kanan -PASS-	02040.55	1 buah
15. Barrel base -PASS-	02006.55	1 buah
16. Layar, logam, 300x300 mm	08062.00	1 buah
17. Sambungan tabung., berbentuk Y, ID 8-9 mm	47518.03	1 buah
18. Tabung PVC, i.d. 7 mm	03985.00	1 buah



Gambar 2. Pengaturan alat eksperimen: indeks bias udara dan CO_2 dengan interferometer michelson

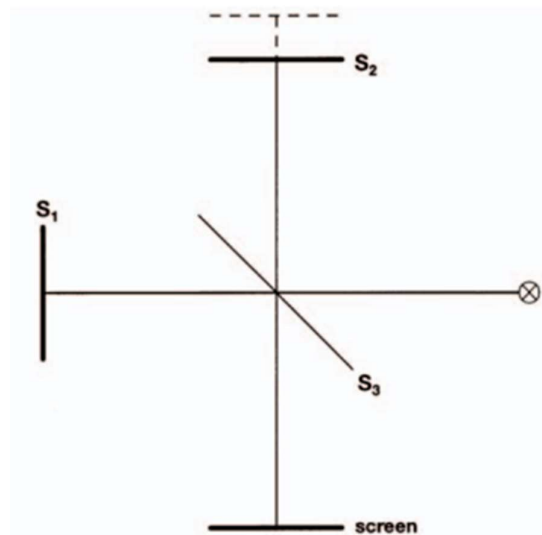
D. LANGKAH KERJA

1. Susunlah alat eksperimen seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.
2. Ikat kuvet dengan hati-hati di penyangga yang dipasang sebelumnya.
3. Letakkan lensa $F = 5 \text{ mm}$ kira-kira di tengah antara laser dan Interferometer yang digunakan untuk memperluas sinar laser.
4. Hubungkan pompa manual dan botol tekanan CO_2 ke kuvet di atas konektor berbentuk Y, yang dipasang dengan penjepit ganda ke batang penyangga lensa, menggunakan tabung PVC fleksibel ($\varnothing = 7 \text{ mm}$) dengan panjang yang memadai.
5. Spot cahaya yang diamati pada layar dibawa ke cakupan menggunakan dua sekrup penyetelan di bagian belakang salah satu cermin.
6. Lanjutkan penyesuaian hingga cincin interferensi konsentris muncul.
7. Pada awal pengukuran, aturlah cermin kedua dengan mikrometer sekrup sehingga bagian tengah cincin interferensi terlihat gelap.
8. Untuk menentukan indeks udara, kurangi tekanan dalam kuvet secara bertahap dengan pompa manual. Selama proses ini, cincin interferensi menyatu, dan amati cahaya gelap terang di tengah.
9. Plot hubungan antara angka N dari minima yang muncul terhadap nilai tekanan udara yang sesuai.
10. Ulungi beberapa kali pengukuran, dan kuvet dilepaskan di atas pompa manual di antara setiap seri pengukuran.

11. Untuk menentukan indeks CO_2 , isi kuvet dengan hati-hati dengan gas ini di atas katup pereduksi. Selama proses ini, tentukan jumlah cincin interferensi yang keluar dari pusat sistem interferensi.
12. Sebelum mengukur lagi, gas CO_2 harus dikeluarkan dari kuvet. Untuk hal ini, pindahkan kuvet dengan pompa manual dan isi lagi dengan udara. Ulangi prosedur ini beberapa kali.
13. Jika perubahan pola interferensi terlalu cepat untuk memungkinkan penghitungan yang handal, alternatif pengukuran dapat dilakukan sebagai berikut:

Kuvet, diisi dengan CO_2 pada tekanan atmosfer, dievakuasi lagi; Perubahan pola interferensi dapat dengan mudah diikuti selama proses ini. Nilai gas CO_2 ditentukan dari nilai udara yang sesuai.

Perhatian: untuk menghindari kerusakan pada kuvet karena tekanan berlebih, sangat penting untuk melepas probe tekanan selama pengukuran ini, maka saluran keluaran pada kuvet akan bersih.



Gambar 3. Representasi skema pengaturan Michelson

EF II - 4
PENGUKURAN KADAR KLOROFIL a, b
DENGAN SPEKTROFOTOMETER-VIS

A. TUJUAN

1. Mempelajari dan memberikan latihan cara penggunaan spektrofotometer.
2. Mengetahui kadar klorofil pada suatu spesies tumbuhan (klorofil a, b), serta perbedaan kadar klorofil pada kondisi daun masih muda, setengah tua dan sudah tua.

B. ALAT DAN BAHAN

Bahan yang digunakan adalah:

1. Alkohol 70 %
2. Daun bayam muda
3. Daun bayam setengah tua
4. Daun bayam tua
5. Daun kangkung muda
6. Daun kangkung setengah tua
7. Daun kangkung tua
8. Kertas saring
9. Aquades
10. Kertas label

Alat yang digunakan adalah:

1. Spektrofotometer-Vis
2. Labu ukur 100 ml
3. Beaker glas 250 ml
4. Mortar dan alu
5. Saringan
6. Corong buchner
7. Gelas ukur 50 ml
8. Kuvet

C. PROSEDUR KERJA:

1. Mengambil 1 g daun bayam/kangkung lalu potong kecil-kecil, potongan kecil ini kemudian di ekstraksi dengan alkohol 70% dengan cara menggerusnya dalam mortar sampai seluruh klorofilnya terlarut.
2. Meyakinkan bahwa semua pigmen klorofil dari daun telah larut, ditandai dengan ampas yang berwarna putih.
3. Menyaring ekstrak klorofil ini dengan saringan lalu memasukkan ke dalam labu ukur 100 ml

4. Tambahkan alkohol 70% kalau volume ekstrak dalam labu ukur belum mencapai batas 100 ml.
5. Dengan menggunakan kuvet, ukur absorbansi atau “*Optical Density*” larutan hasil ekstraksi tersebut dengan menggunakan panjang gelombang 649 nm dan 655 nm.
6. Pengukuran Absorbansi (A) menggunakan spektrofotometer-Vis:
 - 1) Tekan Tombol **MODE** untuk memindahkan kursor di “A”
 - 2) Lihat nilai absorpsi sampel baru
 - 3) Tekan **ENTER** untuk melanjutkan pengukuran
 - 4) Atur panjang gelombang yang diinginkan dengan menekan Tombol **GOTO**
 λ
 - 5) Lakukan kalibrasi menggunakan larutan blanko dengan menekan tombol **ZERO**
 - 6) Masukkan sampel yang akan di ukur
 - 7) Tekan **START** untuk memulai pengukuran (data hasil pengukuran langsung ditampilkan)
7. Kadar klorofil a dan b dapat dihitung dengan rumus *Wintersmans dan de Mots*:
 Klorofil a (mg/l): $12.7 D_{663} - 2.69 D_{645}$
 Klorofil b (mg/l): $22.9 D_{645} - 4.68 D_{663}$

Tabel Data Percobaan:

Ulangan	Nilai OD	
	645	663
1		
2		
3		
4		
rata – rata		

Ulangan	Kadar klorofil	
	a	b
1		
2		
3		
4		
rata – rata		

EF II - 5

PENGUJIAN KEKERASAN DAN MIKROSTRUKTUR MATERIAL LOGAM

A. TUJUAN :

1. Mengetahui angka kekerasan suatu bahan.
2. Mengetahui salah satu cara pengukuran kekerasan.

B. ALAT DAN BAHAN

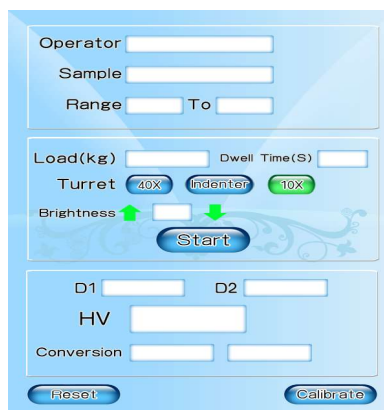
1. Microhardness Vickers Hardness Tester
Digunakan untuk mengukur kekerasan pada spesimen.
2. Kertas Gosok
Digunakan untuk membersihkan spesimen dari terak dan kotoran.
3. Jangka Sorong
Digunakan untuk mengukur dimensi spesimen
4. Penggaris
Digunakan untuk mengukur dimensi spesimen
5. Spesimen (pelat baja, alumunium, tembaga, seng dan besi)

C. PROSEDUR KERJA :

Uji kekerasan sampel

Siapkan perangkat uji kekerasan Vickers pada Universal Hardness Tester:

1. Colokkan cakram U yang terhubung dengan catu daya, lalu hidupkan power sehingga akan tampil layar utama panel operasi interface seperti gambar berikut:



Gambar 1. Panel operasi interface.

2. Isi nama operator dan sampelnya pada kotak yang tersedia.
3. Isi teks “**Load**” dengan merotasikan wheel pada bagian kanan atas badan alat, pilih beban ujinya.
4. Klik “Dwell time”, biasanya diatur pada 10 s.
5. Klik tombol “40 X”, total perbesaran 400 kali, klik tombol “10 X”, total perbesaran 100 kali pengukuran.
6. Letakkan spesimen uji pada meja uji. Putar wheel yang berada di bagian kanan bawah badan alat untuk menggerakkan meja uji ke atas dan ke bawah, ketika jarak antara spesimen dan bagian bawah indenter adalah 0,5 ~ 1mm, tekan putar tuter untuk mengaktifkan 40 × perbesaran ke posisi depan.
7. Letakkan mata dekat dengan lensa mata untuk mengamati. Ketika titik terang muncul pada bidang penglihatan di lensa mata, itu berarti menunjukkan bidang fokus akan segera terjadi. Pada saat ini, meja uji perlahan-lahan dan sedikit sampai permukaan spesimen membentuk gambar yang jelas, pada saat ini, proses fokus selesai.
8. Putar indenter ke posisi depan, dan ketika posisi sudah akurat, tekan tombol “start”, kemudian akan terjadi proses pembebanan, pada layar muncul “LOADING”, yang menunjukkan gaya uji sedang proses pembebanan. “DWELL” berarti beban uji sedang bertahan dalam pembebanan. Ketika proses pembebanan gaya uji selesai, indenter kembali ke posisi asalnya, dan putar obyek 40 × ke depan, layar utama akan kembali ke halaman operasi.
9. Indentasi dapat dilihat pada bidang pandang lensa mata mikrometer, sehingga panjang indentasi diagonal dapat diukur pada lensa mata mikrometer. Jika indentasi tidak jelas, maka perlahan-lahan putar wheel, pindahkan pengaturan uji ke atas dan ke bawah sampai citra indentasi terlihat paling jelas. Jika dua garis lurus tampak samar-samar di lensa mata, sesuaikan lensa sampai garis lurus terlihat yang paling jelas.
10. Putar wheel yang kanan pada perangkat lensa untuk memindahkan garis lensa mata yang berlapis-lapis, mungkin dua garis yang berlapis menjadi dekat. Ketika sisi dalam dari dua garis lapis erat tanpa batas (sisi dalam garis lapis mencapai keadaan kritis tanpa jarak di antara keduanya sehingga cahaya masuk menembus, tapi dua garis lintang dilarang saling tumpang tindih), tekan “Reset”, pada saat ini, nilai d1: 0000 pada layar utama adalah nol, pada posisi nol untuk teknik. Sekarang panjang garis diagonal indentasi bisa diukur di lensa mata.
11. Putar wheel yang kanan untuk melepaskan garis lapis agar saling berpisah, putar wheel yang kiri untuk memindahkan garis lapis ke kiri sampai bagian dalamnya bersinggungan dengan titik perpotongan di sebelah kiri di luar lekukan, lalu pindahkan garis lapis sampai sisi dalam bersinggungan dengan titik perpotongan tepat di luar indentasi.

12. Setelah pengukuran, tekan tombol pengukuran pada perangkat lensa, pengukuran, panjang diagonal d1 selesai; Matikan lensa mikrometer. Gunakan metode di atas untuk mengukur panjang diagonal d2, tekan tombol pengukuran. Pada saat ini, layar menunjukkan tampilan nilai pengujian dan nilai kekerasan yang diukur saat ini. Jika kebenaran pengukuran tidak tepat, maka ulangi pengukuran lagi dengan metode yang dijelaskan di atas.
13. Lakukan pengulangan pengukuran pada tiap sampel pada titik yang berbeda

D. DATA PERCOBAAN

No.	Nama sampel	Pengukuran ke-	Nilai D1	Nilai D2	Nilai Kekerasan (HV)

EF II - 6

PENGUKURAN KAPASITANSI BERBAGAI JENIS PISANG MENGUNAKAN RCL METER

A. TUJUAN

1. Mengetahui alat ukur LCR Meter dan fungsinya.
2. Mengetahui konstruksi dan cara kerja LCR Meter
3. Mengetahui nilai kapasitansi pada berbagai jenis buah pisang dengan tingkat kematangan yang berbeda

B. ALAT DAN BAHAN

Alat yang digunakan:

- | | |
|------------------|--------|
| 1. LCR Meter | 1 unit |
| 2. Pisau | 1 unit |
| 3. Jangka sorong | 1 unit |
| 4. Plastik | |

Bahan Yang digunakan:

- | | |
|----------------------|--------|
| 5. Pisang ambon | 1 buah |
| 6. Pisang kepok | 1 buah |
| 7. Pisang berlin | 1 buah |
| 8. Pisang jajanangka | 1 buah |
| 9. Pisang hijau | |

C. PROSEDUR KERJA:

Preparasi Sampel

1. Iris tipis buah pisang dengan tebal 2 mm
2. Letakkan plastik pada pisang yang sudah diiris tipis sebagai pembungkus sampel
3. Siapkan RCLmeter yang akan digunakan.
4. Jepit buah pisang menggunakan penjepit plat kapasitor pada LCRmeter
5. Kemudian ukur sampel tersebut dengan menggunakan RLC Meter sesuai dengan SOP pengoperasian alat tersebut.

Prosedur Pengukuran:

Menghidupkan power On dan Off:

1. Hidupkan tombol power pada panel depan.
2. Atur tombol kontras sehingga membuat display dapat dilihat dengan jelas.
3. Tunggu 60 menit setelah menghidupkan power sebelum memulai pengujian, sehingga memberikan waktu alat untuk pemanasan secara sempurna.

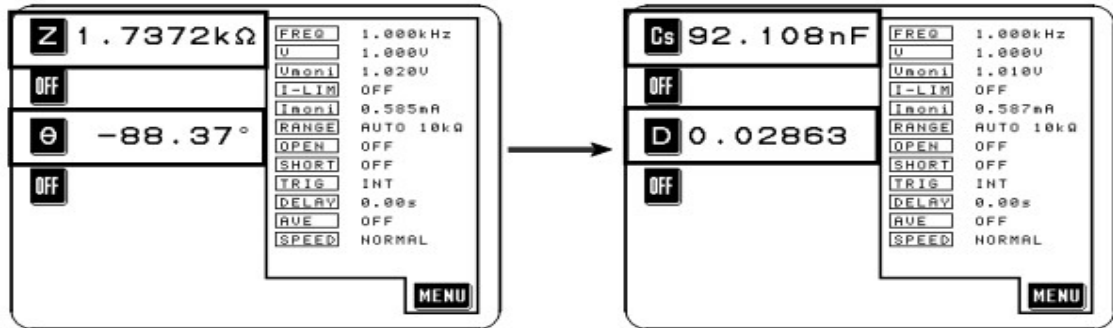
Mematikan power:

Matikan tombol power pada panel depan. Kondisi pengujian akan dipertahankan.

Catatan: Kalaupun listrik terputus karena gangguan daya atau gangguan yang lain, kondisi pengujian (pengaturan) tidak akan hilang; ketika daya diaktifkan lagi, unit akan kembali ke keadaan sebelum gangguan itu.

Prosedur pengujian sampel

1. Pilih parameter uji yang akan ditampilkan

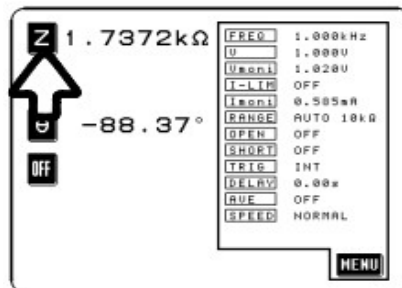


Sebelum pengaturan

Setelah pengaturan

Prosedur Pengaturan:

- 1) Untuk merubah parameter pertama yang ditampilkan pada layar semula, tekan tombol parameter pertama (parameter paling atas).

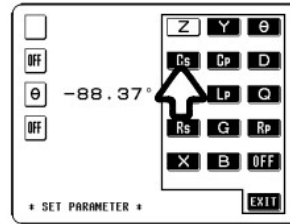


Layar awal

- 2) Layar pengaturan parameter ditampilkan. (parameter uji (sekarang Z) ke tombol parameter yang sekarang ditekan sesuai dengan yang ditunjukkan pada karakter hitam pada latar belakang putih).

Tekan “Cs” pada layar ini, dan display akan berubah tampilannya ke layar semula, dengan kapasitansi Cs ditampilkan sebagai parameter pertama.

Jika anda menekan tombol “EXIT” pada layar ini tanpa menekan “Cs”, pengaturan baru tidak akan dilakukan, dan display akan kembali ke tampilan layar semula.

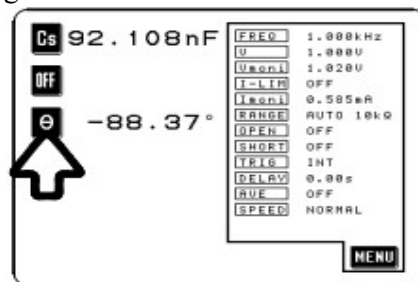


Layar pengaturan parameter

Catatan:

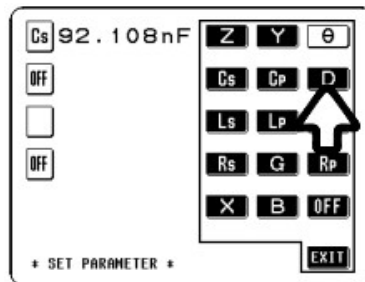
Beberapa parameter uji (Z, L, C, R, dll.) (sampai maksimum 4) dapat diatur sesuai dengan tombol keempat parameter tersebut.

- 3) Untuk merubah parameter ketiga yang ditampilkan pada layar semula, tekan tombol parameter ketiga.



Layar awal

- 4) Layar pengaturan parameter akan ditampilkan. Tekan “D” pada layar ini, dan display secara otomatis akan berubah ke tampilan layar semula, dengan **D** (lost coefisient) ditampilkan sebagai parameter ketiga.



Layar pengaturan parameter

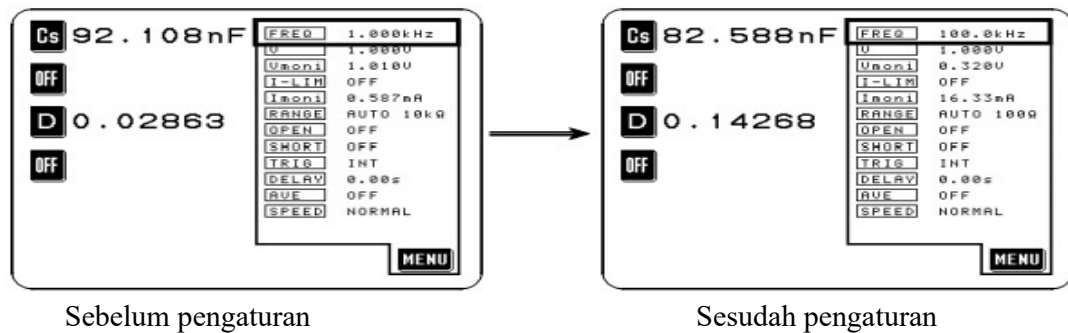
Catatan:

Jika Anda menekan tombol “Off”, bukan menekan tombol lunak yang sesuai dengan salah satu dari parameter uji, maka tampilan dari parameter uji yang tombol parameter ketiganya sekarang sesuai akan dibatalkan.

- 5) Sekarang layar awal menampilkan nilai-nilai parameter **Cs** dan **D**.

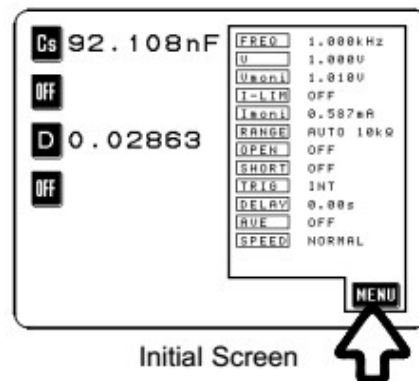
2. Aturlah frekuensi uji.

Penjelasan berikut ini menunjukkan bagaimana mengatur frekuensi uji ke 100 kHz, sebagaicontoh.

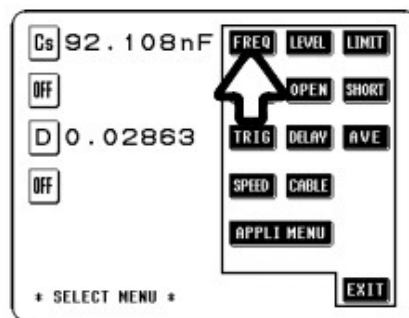


Prosedur pengaturan:

- 1) Pada layar awal, tekan tombol “MENU”, dan layar MENU akan ditampilkan.



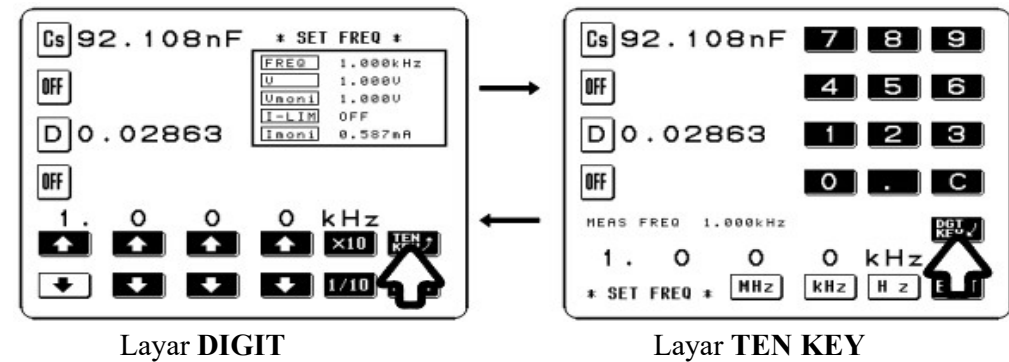
- 2) Tekan tombol “FREQ” pada layar MENU, dan salah satu layar pengaturan frekuensi akan ditampilkan.



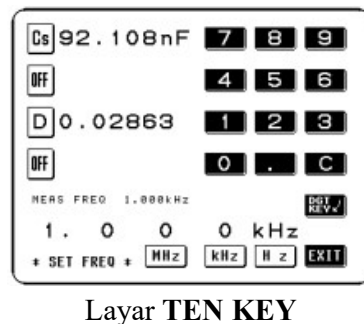
Layar MENU

Sebenarnya ada dua layar pengaturan frekuensi. Layar dapat beralih antara dua layar ini hanya dengan menekan sebuah tombol lunak tertentu.

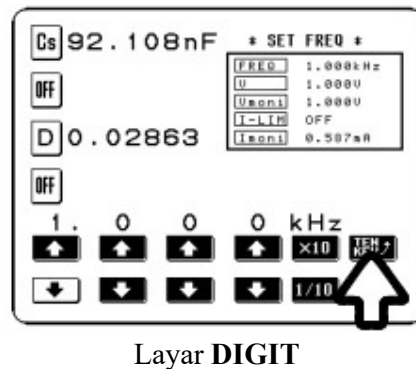
Layar Digit (**DGT Key**) → Frekuensi uji dimasukkan menggunakan tombol digit  dan .



- ✓ Dalam hal ini, jika diinginkan untuk meng-input nilai 120 Hz untuk frekuensi uji secara langsung sebagai nilai numerik, maka gunakan layar **TEN KEY**.



- ✓ Ketika layar **DGT KEY** sedang ditampilkan, maka menekan tombol lunak “**TEN KEY**” menyebabkan layar beralih ke layar **TEN KEY**.



- 3) Tekan tombol “**1**”, “**0**”, dan “**0**” secara berurutan pada pad **TEN KEY**. Jika anda membuat kesalahan, tekan tombol “**C**” untuk menghapus nilai yang telah dimasukkan dan mulailah lagi. Kemudian tekan tombol “**kHz**” dan periksa apakah nilai frekuensi uji yang dimasukkan adalah benar-benar 100 kHz.

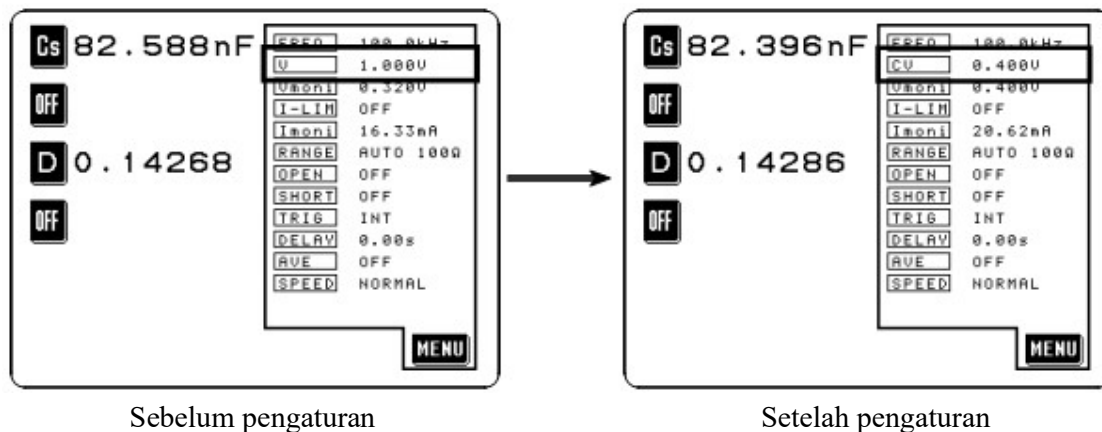
Catatan:

Masukan nilai numerik untuk frekuensi uji tidak dapat dicek sampai salah satu tombol “MHz”, “kHz”, dan “Hz” ditekan. Jika anda menekan tombol “EXIT” sebelum menekan tombol “Hz”, maka display akan berubah tampilan ke layar awal dengan nilai yang diatur sebelumnya untuk frekuensi uji sekarang.

Tabel rentang frekuensi uji:

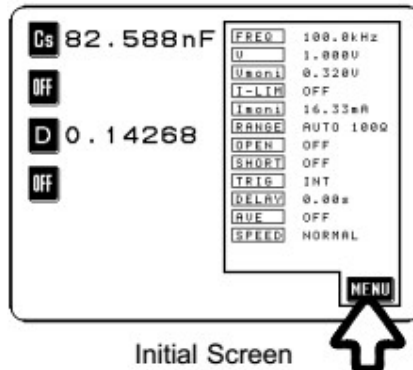
Test frequency (Hz)	Setting range		
	Test range	Test voltage (V, CV)	Test current (CC)
42.0 - 100.0 k	0.1 Ω - 100 M Ω	0.010 V - 5.000 V	0.01 mA - 99.99 mA
100.1 k - 1.000 M	0.1 Ω - 1 M Ω		
1.001 M - 5.000 M	0.1 Ω - 100 k Ω	0.010 V - 1.000 V	0.01 mA - 20.00 mA

- 4) Ketika pengaturan telah dilakukan seperti di atas, tekan tombol “EXIT” dan display akan berubah ke layar awal.
3. Aturlah level tegangan.
Penjelasan berikut menunjukkan, sebagai contoh, bagaimana mengatur nilai level tegangan konstan ke 0.4 V.



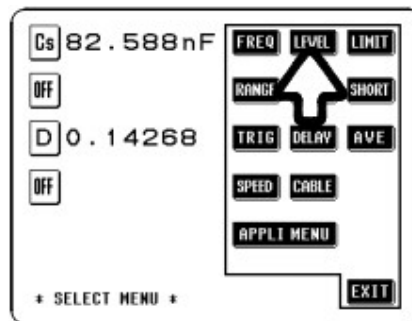
Prosedur pengaturan:

- 1) Pada layar awal, tekan tombol “MENU”, dan layar MENU akan ditampilkan.



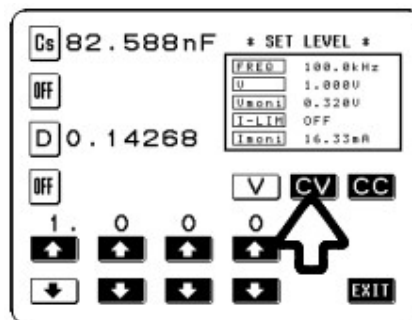
Initial Screen

- 2) Tekan tombol “**LEVEL**” pada layar MENU, dan layar pengaturan LEVEL akan ditampilkan.



Layar MENU

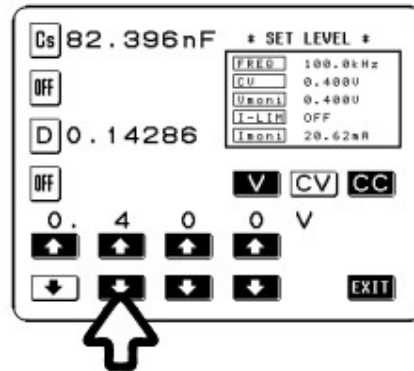
- 3) Karena contoh yang ingin diatur nilainya adalah tegangan konstan (CV), maka tekanlah “**CV**”. Kemudian cek bahwa tombol CV berubah menjadi gambar hitam pada latar belakang putih, yang mana memberi konfirmasi bahwa tegangan konstan telah dipilih.



Layar pengaturan LEVEL

- 4) Dengan menggunakan tombol  dan , aturlah nilai tegangan konstan ke 0.400.
 : nilai digitnya meningkat. (jika anda menahan tombol ini terus menerus, maka digit akan meningkat secara terus menerus).

 : nilai digitnya menurun. (Jika anda menahan tombol ini secara terus menerus, maka nilai digitnya akan menurun secara terus menerus).



Layar pengaturan LEVEL.

4) ketika pengaturan telah dilakukan seperti di atas, tekan tombol “EXIT”.

Catatan:

- Dengan pengaturan tegangan konstan ini (CV), pengujian akan dilakukan dengan tegangan di antara terminal sampel yang diuji dengan tegangan konstan tetap terjaga pada 0.400 V.
- Akurasi tegangan konstan ini:
10% $\pm$ 10 mV (42 Hz to 1.000 MHz)
20% $\pm$ 10 mV (1.001 MHz to 5.000 MHz)

D. TABEL PERCOBAAN

No.	Nama Sampel	Pengulangan ke-	Frekuensi (kHertz)	Nilai Cp	D

EF II - 7
PENGUJIAN KEKENTALAN CAIRAN
MENGGUNAKAN SNB DIGITAL VISCOMETER

A. TUJUAN

1. Untuk mengetahui fungsi dan cara kerja alat SNB Digital Viscometer
2. Untuk mengetahui pengaruh suhu terhadap nilai viskositas pada cairan olive oil, oli mesin, castor oil, gliserin, dan sirup marjan.

B. ALAT DAN BAHAN

Alat yang digunakan dalam praktikum ini adalah:

1. SNB Digital Viscometer
2. Hotplate magnetic stirrer
3. Bar magnetic stirrer
4. Beaker glass 250 ml
5. Separator magnet
6. Thermometer analog

Sedangkan bahan yang digunakan adalah:

7. Olive oil
8. Oli mesin
9. Castor oil
10. Gliserin
11. Sirup marjan
12. Parafin
13. Aquades
14. Tisu

C. PROSEDUR KERJA

a. Preparasi cairan yang diuji

Ambil cairan yang diuji ke dalam gelas beaker atau wadah silinder dengan diameter tidak lebih kecil dari 70 mm ($d < 70$ mm), dan kontrol temperatur cairan yang diuji secara akurat.

b. Instalasi rotor/spindel

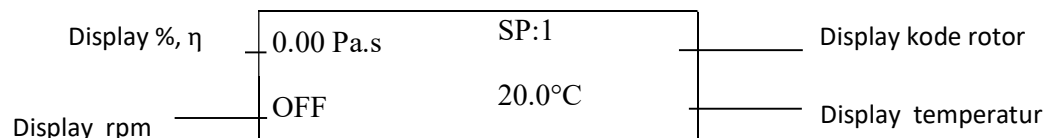
1. Pasang rotor yang dipilih ke sekrup mata rantai (putar ke kiri untuk memasang dan ke kanan untuk melepas).
2. Putar kenop pengangkat untuk menurunkan alat ke bawah dengan pelan-pelan.
3. Masukkan spindel ke dalam cairan yang diuji secara bertahap sampai permukaan cairan sama rata dengan level cairan spindel (sebagaimana mungkin posisinya pas di tengah).

4. Aturlah kembali tingkatan/level pada alat.
- c. **Ada 4 kecepatan rotasi spindel**, yaitu 6r/min, 12r/min, 30r/min, dan 60r/min, semuanya harus diatur di depan panel oleh user (pengguna), sementara komputer secara otomatis memulai motor pada kecepatan berbeda dengan nilai yang dimasukkan oleh panel.
 1. Colokkan kabel power ke stopkontak power di bagian belakang alat dan sambungkan ke sumber daya.
 2. Yakinkan bahwa daya 220 V berjalan normal sebelum menyalakan tombol “ON/Off” (sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1)

d. Pengukuran

1. Deskripsi Panel (Gambar 1)

MOTOR ON/OFF	Tombol on/off
SET SPEED	Tombol pengaturan Rpm
SELECT DISPLAY	Tombol pilihan %, η
↑	Digunakan dengan tombol “SET SPEED” untuk mengubah kecepatan rotasi motor. Tekan tombol ↑ sekali untuk menaikkan kecepatan ke step yang lebih tinggi.
↓	Fungsi yang sama dengan tombol ↑, tetapi dengan arah yang berlawanan.
AUTORANGE	Tombol display rentang
SELECT SPINDLE	Pengaturan kode rotor
RESET	Tombol reset



Gambar 1. Panel display

2. Masukkan parameter yang berkaitan ke komputer.
 - Masukkan kode spindel yang digunakan oleh alat dengan menekan sekali tombol “SELECT SPINDEL” untuk mengubah isi dari area display kode (pojok kanan atas pada area display “SP: X”). Jika rotor yang no.2 dipilih oleh instrumen, maka hanya tekan tombol “SELECT SPINDEL” sampai “SP: 2” dapat ditampilkan di display dengan sukses.
 - Masukkan kecepatan rotasi operasi motor dengan menekan tombol “SET SPEED” pertama kali untuk melihat kerdipan cursor pada daerah display kecepatan rotasi “OFF”. Sekarang tekan tombol $\uparrow$ untuk menaikkan satu tingkat lebih tinggi kecepatan rotasi, begitu sebaliknya tekan tombol $\downarrow$ jika ingin menurunkan kecepatan rotasi.
3. Setelah mengkonfirmasi kode rotor dan kecepatan rotasi yang dimasukkan dalam komputer, tekan tombol “MOTOR ON/OFF” untuk memulai motor, sementara alat memasuki keadaan pengukuran dengan waktu riil. Setelah beberapa detik, nilai viskositas cairan yang diuji akan ditampilkan pada display pojok kiri atas.
4. Jika menginginkan nilai dalam persen (%), tekan tombol “SELECT DISPLAY” satu kali untuk menampilkan “XX.X%” pada area display “%, η ”.
5. Lakukan pengaturan display untuk kode rotor, kecepatan rotasi dan rentang hanya ketika motor dalam keadaan berhenti dimana display kecepatan rotasi menampilkan “OFF”, atau alat akan mengabaikannya.
6. Simbol “OVER” adalah display ketika rentang lebih. Display simbol ini selama proses pengukuran berarti bahwa viskositas cairan yang diuji melewati rentang maksimum dari alat sekarang ini. Segera matikan motor untuk mengganti rotor atau kecepatan rotor sebelum memulai lagi pengukuran.
7. Gunakan tombol “RESET” atau memutus daya sekali jika ada daya yang mati, kesalahan operasi atau komputer tidak dapat mengoperasikan secara normal yang disebabkan oleh alasan yang lain. Setelah itu hidupkan kembali, sangat mudah sekali hanya menyalakan mesin untuk mengoperasikan kembali. Jika alat tidak dapat beroperasi secara normal setelah pengoperasian di atas, kirim kembali ke perusahaan supplier untuk diperbaiki.

D. TABEL DATA PERCOBAAN

No.	Nama Sampel	Suhu (°C)	Viskositas (Pa.s)

EF II - 8

MODULASI FREKUENSI (FM) DAN MODULASI AMPLITUDO (AM)

I. TUJUAN

Tujuan dilakukan percobaan ini adalah:

- a. Modulasi Frekuensi (FM)
Bertujuan untuk menunjukkan proses modulasi frekuensi pada dasar rangkaian tes yang tersedia, yang menggambarkan secara rinci atribut, dan karakteristik untuk jenis modulasi osilasi.
- b. Modulasi Amplitudo (AM)
 1. Penyajian prinsip modulasi amplitudo untuk mengetahui prinsip kerja sekaligus parameternya
 2. Penyajian modulasi Double Side Band (DSB) yang dimaksudkan untuk membuktikan bahwa untuk DSB amplitudo dari carrier hampir sepenuhnya ditekan dan hanya dua sideband yang ditransmisikan.
 3. Untuk mengetahui prinsip-prinsip modulasi *Single Side Band* (SSB).

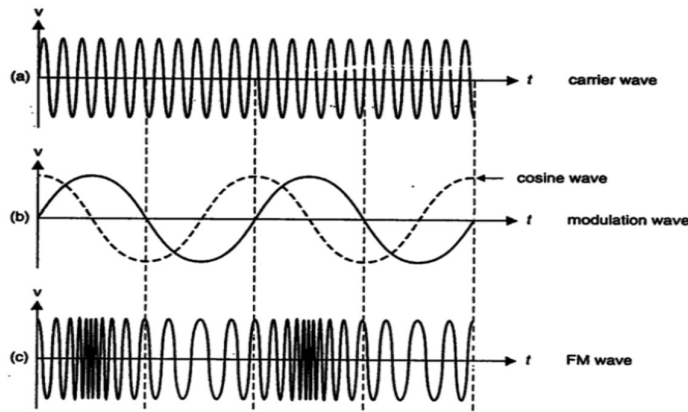
II. DASAR TEORI

Modulasi merupakan proses mengubah-ubah parameter suatu sinyal (sinyal pembawa atau *carrier*) dengan menggunakan sinyal yang lain (yaitu sinyal pemodulasi yang berupa sinyal informasi). Sinyal informasi dapat berbentuk sinyal audio, sinyal video, atau sinyal yang lain.

Berdasarkan parameter sinyal yang diubah-ubah, modulasi dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, yaitu:

A. Modulasi Frekuensi (FM)

Modulasi frekuensi didefinisikan sebagai deviasi frekuensi sesaat sinyal pembawa (dari frekuensi tak termodulasinya) sesuai dengan amplitudo sesaat sinyal pemodulasi. Sinyal pembawa dapat berupa gelombang sinus, sedangkan sinyal pemodulasi (informasi) dapat berupa gelombang apa saja (sinusoidal, kotak, segitiga, atau sinyal lain misalnya sinyal audio). Gambar 1 mengilustrasikan modulasi frekuensi sinyal pembawa sinusoidal dengan menggunakan sinyal pemodulasi yang juga berbentuk sinyal sinusoidal.



Gambar 1. (a) Sinyal pembawa (b) Sinyal pemodulasi (c) Sinyal termodulasi FM

Secara matematis, sinyal termodulasi FM dapat dinyatakan dengan:

$$e_{FM} = V_c \sin (\omega_c t + m_f \sin \omega_m t)$$

dengan

e_{FM} : sinyal termodulasi FM

e_m : sinyal pemodulasi

e_c : sinyal pembawa

V_c : amplitudo maksimum sinyal pembawa

m_f : indeks modulasi FM

ω_c : frekuensi sudut sinyal pembawa (radian/detik)

ω_m : frekuensi sudut sinyal pemodulasi (radian/detik)

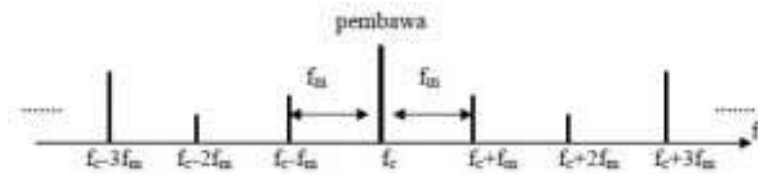
Seperti telah dibahas di atas, pada modulasi frekuensi maka frekuensi sinyal pembawa diubah-ubah sehingga besarnya sebanding dengan besarnya amplitudo sinyal pemodulasi. Semakin besar amplitudo sinyal pemodulasi, maka semakin besar pula frekuensi sinyal termodulasi FM. Besar selisih antara frekuensi sinyal termodulasi FM pada suatu saat dengan frekuensi sinyal pembawa disebut deviasi frekuensi. Deviasi frekuensi maksimum didefinisikan sebagai selisih antara frekuensi sinyal termodulasi tertinggi dengan terendahnya. Indeks modulasi FM (m_f) merupakan perbandingan antara deviasi frekuensi maksimum dengan frekuensi sinyal pemodulasi.

$$m_f = \delta / f_m \quad (2)$$

dengan δ : deviasi frekuensi maksimum f_m : frekuensi maksimum sinyal pemodulasi m_f : indeks modulasi FM

Besarnya indeks modulasi FM dapat dipilih sebesar mungkin sejauh tersedia bandwidth (lebar bidang) untuk keperluan transmisinya. Biasanya besarnya indeks modulasi ini akan dimaksimalkan dengan cara mengatur besarnya deviasi frekuensi maksimal yang diijinkan.

Spektrum frekuensi sinyal fm dapat digambarkan sebagai berikut (fouisham, 1992:129)



Gambar 2. Spektrum sinyal FM

Terlihat dari gambar 2, bandwidth sinyal FM adalah tak terhingga. Namun pada praktik biasanya hanya diambil bandwidth dari jumlah sideband yang signifikan. Jumlah sideband signifikan ditentukan oleh besar index modulasinya.

B. Modulasi Amplitudo (AM)

Pada modulasi amplitudo, sinyal pemodulasi atau sinyal informasi mengubah-ubah amplitudo sinyal pembawa. Besarnya amplitudo sinyal pembawa akan berbanding lurus dengan amplitudo sinyal pemodulasi. Frekuensi sinyal pembawa biasanya jauh lebih tinggi daripada frekuensi sinyal pemodulasi. Frekuensi sinyal pemodulasi biasanya merupakan sinyal pada rentang frekuensi audio (AF, *Audio Frequency*) yaitu antara 20 Hz sampai dengan 20 kHz. Sedangkan frekuensi sinyal pembawa biasanya berupa sinyal radio (RF, *Radio Frequency*) pada rentang frekuensi tengah (MF, *Mid-Frequency*) yaitu antara 300 kHz sampai dengan 3 Mhz. Untuk mempermudah pembahasan, hanya akan didiskusikan modulasi dengan sinyal sinus.

Jika sinyal pemodulasi dinyatakan sebagai $e_m = V_m \sin \omega_m t$ dan sinyal pembawanya dinyatakan sebagai $e_c = V_c \sin \omega_c t$, maka sinyal hasil modulasi disebut sinyal termodulasi atau e_{AM} . Berikut ini adalah analisis sinyal termodulasi AM.

$$\begin{aligned} e_{AM} &= V_c (1 + m \sin \omega_m t) \sin \omega_c t \\ &= V_c \sin \omega_c t + m \cdot V_c \sin \omega_c t \cdot \sin \omega_m t \\ &= V_c \sin \omega_c t + \frac{1}{2} m \cdot V_c \cos(\omega_c - \omega_m) t - \frac{1}{2} m \cdot V_c \cos(\omega_c + \omega_m) t \end{aligned}$$

dengan

e_{AM} : sinyal termodulasi AM

e_m : sinyal pemodulasi

e_c : sinyal pembawa

V_c : amplitudo maksimum sinyal pembawa

V_m : amplitudo maksimum sinyal pemodulasi

m : indeks modulasi AM

ω_c : frekuensi sudut sinyal pembawa (radian/detik)

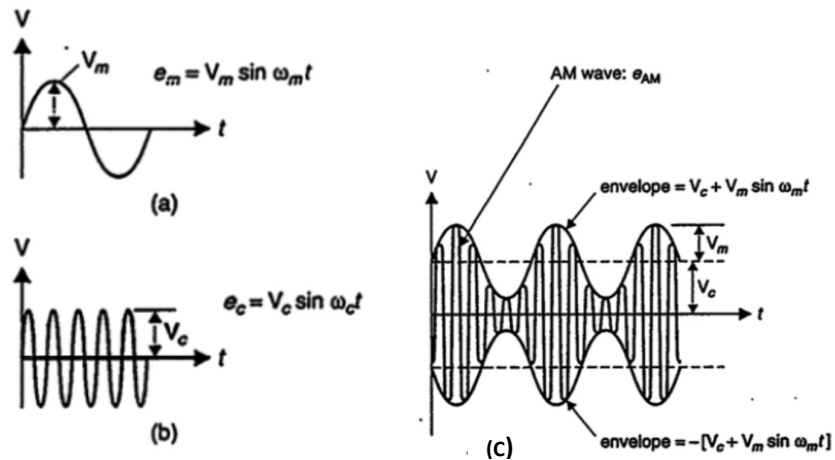
ω_m : frekuensi sudut sinyal pemodulasi (radian/detik)

Hubungan antara frekuensi sinyal dalam hertz dengan frekuensi sudut dinyatakan sebagai:

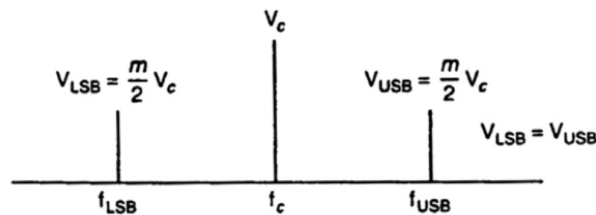
$$\omega = 2 \pi f$$

Gambar 3 memperlihatkan sinyal informasi (pemodulasi), sinyal pembawa, dan sinyal termodulasi AM.

Komponen pertama sinyal termodulasi AM ($V_c \sin \omega_c t$) disebut komponen pembawa, komponen kedua (yaitu $\frac{1}{2} m \cdot V_c \cdot \cos(\omega_c - \omega_m) t$) disebut komponen bidang sisi bawah atau LSB : Lower Side Band), dan komponen ketiga (yaitu $\frac{1}{2} m \cdot V_c \cdot \cos(\omega_c + \omega_m) t$) disebut komponen bidang sisi atas atau USB : Upper Side Band). Komponen pembawa mempunyai frekuensi sudut sebesar ω_c , komponen LSB mempunyai frekuensi sudut sebesar $\omega_c - \omega_m$, dan komponen USB mempunyai frekuensi sudut sebesar $\omega_c + \omega_m$.



Gambar 3. (a) Sinyal pemodulasi (b) Sinyal pembawa
(c) Sinyal termodulasi AM



Gambar 4. Spektrum frekuensi sinyal termodulasi AM

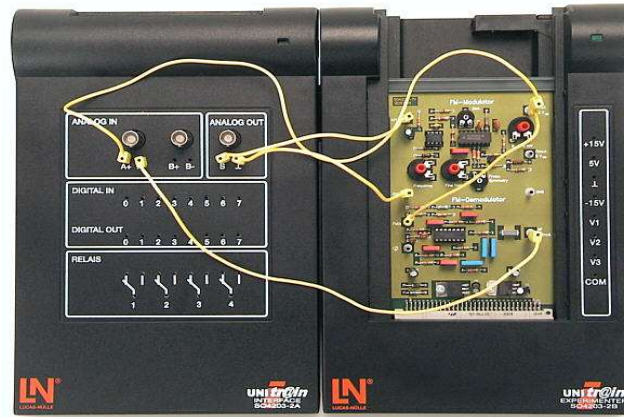
Pada Gambar 4 diperlihatkan spektrum frekuensi gelombang termodulasi AM yang dihasilkan oleh spektrum analyzer. Harga amplitudo masing-masing bidang sisi dinyatakan dalam harga mutlaknya.

III. METODE PERCOBAAN

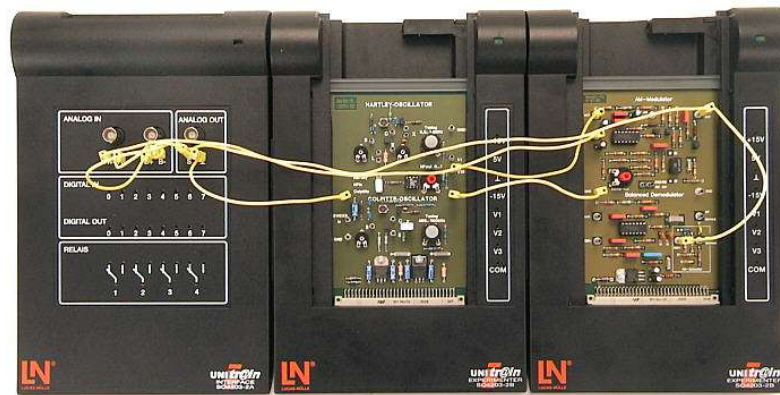
A. Alat Percobaan

- | | |
|--|--------|
| 1. Interface untuk unit r di SO4203-2A | 3 buah |
| 2. Eksperimen SO4203-2B | 3 buah |
| 3. Modulator FM / Emodulator SO4201-7v | 1 buah |

4. Line pengukur, diatur 2mm unit r dalam/SO5146-1/ 1 buah
5. Colpitts / Hartley osilator SO4201-7L 1 buah



Gambar 5. Rangkaian alat percobaan FM.



Gambar 6. Rangkaian alat percobaan AM.

B. Langkah Percobaan

1. Percobaan Modulasi Frekuensi

- a. Hubungkan komputer ke “*output FM 5vss*”
- b. Gunakan 2 potensiometer “frequency” dan “finetuning” untuk mengatur frekuensi dengan nilai 100 kHz
- c. Atur frekuensi dari 50 kHz-150 kHz
- d. Atur pembangkit AF sampai 10 kHz dan 2 Vpp, terapkan sinyal masukan NF diinput
- e. Dari Gambar 5 gunakan satu saluran komputer untuk mengukur sinyal pada output dari modulator dan yang kedua untuk mengukur sinyal AF.

$X = 10 \text{ Js/Divx/T(B)}$, saluran A = 2v/Div AC

Canel B = 500mv/Div AC

- f. Dengan cara mengenal syarat “deviasi frekuensi” dan “phase deviasi”, diulangi langkah a-e namun diubah bentuk sinyal AF generator dari sinusoida menjadi bentuk persegi empat
- g. Ulangi langkah a dan b, namun diatur pembangkit AF sampai 10 kHz dan 1vpp
- h. Kurangi amplitudo sinyal AF ke 0,5 vpp, lalu amati sinyal output modulasi dan dianalisis dengan fasenya
- i. Atur kembali amplitudo sinyal AF ke 1 Vss dan ditingkatkan frekuensi AF sampai 20 kHz
- j. Pada papan sirkuit cetak SO 4201-7v modulator FM / demodulator “hubungkan output dari demodulator” FM out 5 Vss “ dengan input dari demodulator “FM” sesuai Gambar 5.
- k. Atur generator AF samapi 5 kHz dan 2 Vpp
- l. Gunakan komputer untuk mengamati sinyal pada output
 $X = 20 \text{ Js} / \text{Divx} / T(B) /$, saluran A = 2 V/ Div AC
 Saluran B = 100 mv / Div AC

2. Modulasi Amplitudo

- a. Atur sinyal pembawa pada nilai $f = 455 \text{ kHz}$ dan $U_{\text{Oszil}} = 100\text{mVpp}$
- b. Terapkan sinyal masukan ke “komputer” dari rangkaian percobaan pada Gambar 6.
- c. Pada komputer ukurlah sinyal pada socket “keluaran AM” dari rangkaian percobaan.
 $x = 10\text{cs} / \text{Divx} / T(A)$ saluran A = 500 mV/Div AC
 Canel B = mV / Div off
- d. Lepaskan koneksi ke “komputer” dan “NF di input” dengan nilai-nilai sinyal seperti sebelumnya, dengan potensiometer “pembawa null” disesuaikan sinyalnya sehingga dispaly menampilkan sinyal tidak distorsi.
 $X=10 \text{ cs} / \text{DIVx} / T(B)$, saluran A= 500 mV / DIV AC
 Canel B = 500 mv/ DIV AC
- e. Lakukan koneksi ke “oscill” dan “NF di input “ dengan nilai-nilai sinyal seperti sebelumnya, dengan potensiometer “pembawa null” disesuaikan sinyal sehingga layar menampilkan sinyal tidak distorsi.
 $X = 10 \text{ cs} / \text{DIV x} / t(B)$, saluran A =500 mV / Div AC
 Canel B = 500 mV/ Div AC
- f. Atur sinyal AF kemudian amati awalnya, disesuaikan dengan program di komputer untuk dispaly-nya.

**PERCOBAAN FRANK-HERTZ
DENGAN TABUNG-Ne**

A. TUJUAN PERCOBAAN

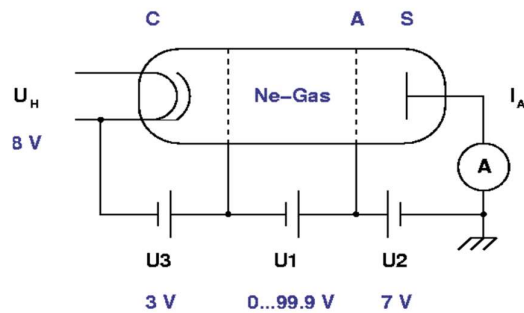
1. Untuk merekam kuat arus counter I_s pada tabung Frank-Hertz sebagai fungsi tegangan anoda U_a .
2. Untuk menentukan energi eksitasi E_a dari posisi kuat arus minimum atau maksimum dalam bentuk diferensiasi.

B. DASAR TEORI

Niels Bohr memperkenalkan model atom seperti susunan planet pada tahun 1913: Sebuah atom terisolasi terdiri dari inti bermuatan positif dimana elektron didistribusikan dalam orbit yang berurutan. Dia juga berpostulat bahwa orbit-orbit hanya terjadi ketika

momentum sudut elektron merupakan kelipatan integral dari $h/2\pi$, yaitu $n \cdot h/2\pi$, dimana n adalah bilangan bulat dan h adalah konstanta Planck.

Gambar elektron Bohr dalam keadaan diskrit dengan transisi antara keadaan-keadaan itu menghasilkan radiasi yang frekuensinya ditentukan oleh perbedaan energi antara keadaan yang dapat diperoleh dari mekanika kuantum yang menggantikan mekanika klasik ketika berhadapan dengan struktur sekecil atom. Ini tampaknya rasionalitas dari model Bohr dimana elektron dapat membuat transisi turun yang diperbolehkan dari keadaan energi yang lebih tinggi ke keadaan yang lebih rendah, elektron-elektron tereksitasi menjadi keadaan energi yang lebih tinggi dengan menyerap sejumlah energi yang mewakili perbedaan antara keadaan yang lebih rendah dan lebih tinggi. James Franck dan Gustav Hertz menunjukkan bahwa ini adalah, memang kasus dalam serangkaian percobaan yang dilaporkan pada tahun 1913, tahun yang sama bahwa Bohr juga menyajikan modelnya. Franck dan Hertz menggunakan seberkas elektron dipercepat untuk mengukur energi yang dibutuhkan untuk mengangkat elektron dalam keadaan dasar dari gas atom merkuri ke keadaan tereksitasi pertama (lihat percobaan FM-1). Dalam percobaan ini tabung diisi dengan gas neon.



Gambar 1. Prinsip pengukuran.

Elektron yang dipancarkan oleh katoda termionik dipercepat antara katoda A dan anoda C dalam tabung yang diisi dengan gas neon (Gambar. 1) dan tersebar oleh tumbukan elastis dengan atom neon.

Menurut teori klasik, tingkat energi atom merkuri yang tereksitasi bisa acak. Namun menurut teori kuantum, tingkat energi yang pasti harus diberikan untuk atom dalam proses dasar.

Rangkaian kurva I/U_A pertama kali dijelaskan atas dasar pandangan ini dan dengan demikian merupakan konfirmasi kuantum teori.

Atom neon tereksitasi lagi melepaskan energi yang telah diserap, dengan mengemisikan foton. Ketika energi eksitasi $E=16,8 \text{ eV}$, panjang gelombang foton ini adalah

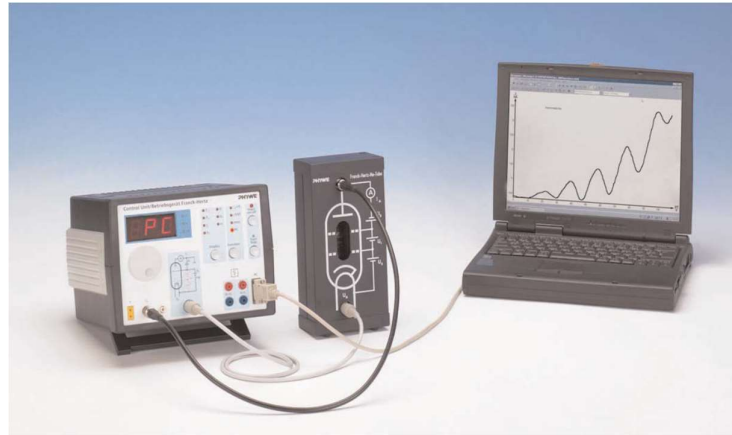
$$\lambda = hc/E = 73,8 \text{ nm}$$

$$\text{dimana } c = 2,9979 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$\text{dan } h = 4,136 \cdot 10^{-15} \text{ eV}$$

C. ALAT DAN BAHAN

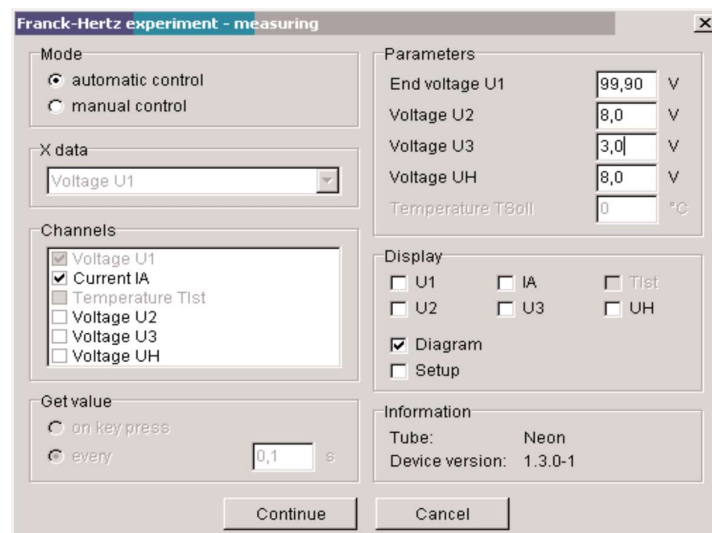
1. Unit operasi Franck-Hertz	09105.99	1 buah
2. Tabung neon Franck-Hertz dengan badannya	09105.40	1 buah
3. Kabel penghubung 5-pin, pada tabung nNe	09105.50	1 buah
4. Kabel-Shielded BNC-, $l = 75 \text{ cm}$	07542.11	1 buah
5. Kabel data RS 232	14602.00	1 buah
6. Software Franck-Hertz	14522.61	1 buah
7. PC, Windows® 95 atau lebih tinggi		1 buah



Gambar 3. Pengaturan percobaan Frank-Hertz dengan PC.

D. PROSEDUR KERJA

1. Aturlah alat percobaan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.
2. Sambungkan unit operasi ke port komputer COM1, COM 2 atau ke port USB (gunakan USB ke adapter converter RS232).
3. Mulailah program pengukuran dan pilih Gauge Cobra3 “*Franck-Hertz experiment*”. Pilihlah parameter-parameter yang diberikan pada Gambar 4 dan tekan tombol “*Continue*”.



Gambar 4. Parameter-parameter pengukuran.

E. TABEL DATA PERCOBAAN

Tegangan $U_2 =$		Tegangan $U_2 =$		Tegangan $U_2 =$	
N	x (eV)	N	x (eV)	n	x (eV)
1		1		1	
2		2		2	
3		3		3	
4		4		4	
dst.		dst.		dst.	
E=.....eV		E=.....eV		E=.....eV	

EF II-10

DIFRAKSI ULTRASONIK OLEH TEPIAN/GARIS LURUS

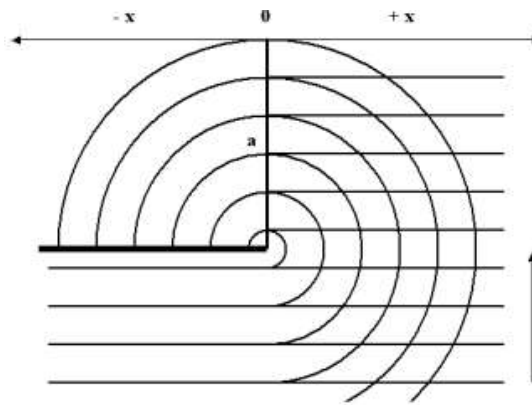
A. TUJUAN PERCOBAAN

Tujuan dilakukan percobaan ini adalah untuk:

1. Menentukan distribusi intensitas gelombang ultrasonik yang terdifraksi pada tepi lurus sebagai fungsi jarak melintang dari tepi.
2. Membandingkan posisi maxima dan minima yang ditemukan pada eksperimen dengan nilai ekspektasi secara teoritis.
3. Menentukan distribusi intensitas gelombang ultrasonik tanpa tepian lurus..

B. DASAR TEORI

Kita tidak dapat menerapkan difraksi Fraunhofer pada kasus difraksi gelombang pada tepian, saat gelombang di titik yang diamati datang dari berbagai arah. Menyelesaikan masalah ini dengan menggunakan teori difraksi Fresnel secara matematis sangat rumit dan di luar lingkup pekerjaan di level ini. Namun dimungkinkan dapat menggunakan perkiraan berikut sebagai pendekatan untuk mengevaluasi hasil eksperimen. Gambar 1 menunjukkan gelombang bidang yang bergerak ke arah tepian.



Gambar 1. Diagram difraksi pada sebuah tepian.

Menurut prinsip Huygens, tepian yang mengganggu adalah sebuah sumber titik gelombang terhambur yang melewati daerah gelap, tetapi dengan intensitas menurun. Dalam jangkauan transmisi, gelombang yang terhambur berinterferensi dengan gelombang primer yang tidak terganggu secara berturut-turut.

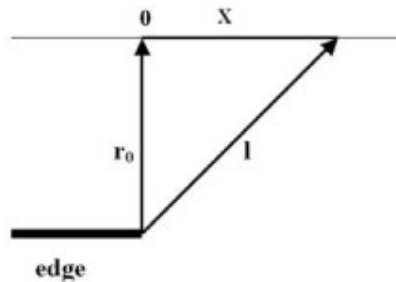
Saat memindahkan posisi yang diamati melintang ke tepian pada arah x positif, intensitas gelombang yang tidak terganggu tetap konstan, tetapi gelombang yang terhambur berkurang. Superposisi dari dua gelombang menghasilkan pembentukan intensitas maxima dan minima yang melemah dengan meningkatnya jarak melintang dari tepi.

Interferensi konstruktif pada posisi x yang diamati terjadi ketika perbedaan lintasan antara dua deretan gelombang adalah seluruh jumlah panjang gelombang λ . Ketika r_0 adalah jarak bidang yang diamati dari tepian, dan l adalah jarak posisi yang diamati dari tepian (lihat Gambar 2), maka berikut ini berlaku untuk interferensi konstruktif pada posisi x yang diamati:

$$n\lambda = l - r_0 = \sqrt{r_0^2 - x^2}; \quad n = 1, 2, 3 \dots \dots \dots \quad (1)$$

Dengan menggunakan $n\lambda$ kita peroleh posisi intensitas maksimum berikut:

$$x_{maks} = \sqrt{2n\lambda r_0} \quad (2)$$



Gambar 2. Geometri untuk menentukan perbedaan lintasan antara gelombang primer dan sekunder.

Interferensi destruktif terjadi, ketika perbedaan lintasan $(l-r_0)$ adalah kelipatan bilangan ganjil $\lambda/2$. Untuk nilai n kecil dan $r_0 \gg l$ berikut ini secara analogi valid untuk posisi x pada intensitas minimum:

$$x_{minimum} = \sqrt{(2n + 1)\lambda r_0} \quad (3)$$

Transmitter beroperasi pada frekuensi $f = 40$ kHz. Itu mengikuti pada $c = f \cdot \lambda$ ($c = 343,4 \text{ ms}^{-1}$ pada $T = 20^\circ\text{C}$) dimana panjang gelombang ultrasonik $\lambda = 0,858 \text{ cm}$.

C. ALAT DAN BAHAN

- | | |
|--|--------|
| 1. Unit ultrasonik | 1 buah |
| 2. Power supply untuk unit ultrasoni, 5 VCD, 12 W | 1 buah |
| 3. Transmitter ultrasonik pada batang | 1 buah |
| 4. Receiver ultrasonik pada batang | 1 buah |
| 5. Multimeter digital | 1 buah |
| 6. Bangku optik, $l = 60\text{cm}$ | 1 buah |
| 7. Alas kaki untuk bangku optik | 2 buah |
| 8. Bantalan geser pada bangku optik, $h = 80\text{mm}$ | 1 buah |
| 9. Layar logam, $30 \times 30 \text{ cm}$ | 2 buah |
| 10. Barrel base "PASS" | 1 buah |
| 11. Alas kakitiga | 1 buah |
| 12. Batang pendukung "PASS", $l = 40 \text{ cm}$ | 1 buah |
| 13. Klem sudut kanan | 2 buah |

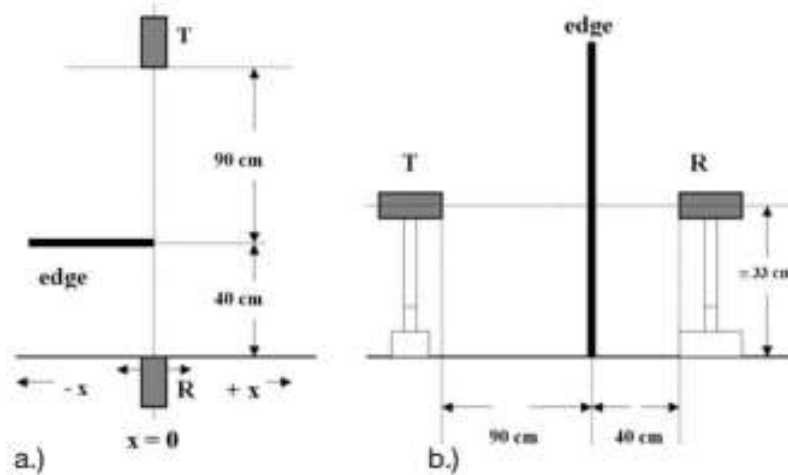
- | | |
|-------------------------------------|--------|
| 14. Pipa tegak | 1 buah |
| 15. Pita pengukur | 1 buah |
| 16. Kabel penghubung, = 50cm, merah | 1 buah |
| 17. Kabel penghubung, = 50cm, biru | 1 buah |



Gambar 3. Rangkaian alat percobaan difraksi gelombang ultrasonik oleh tepian lurus.

D. PROSEDUR KERJA

1. Siapkan percobaan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Diagram pada Gambar 3 memberikan informasi tambahan mengenai jarak geometris komponen (Gambar 4a: Rancangan; Gambar 4b: tampak samping). Sumbu pemancar T, penerima R dan ujung harus dalam satu baris. Untuk mengatur tepian, pasang dua layar logam sehingga tidak ada celah di antara mereka atau meja eksperimen.
2. Periksa bahwa pemancar dan penerima berada pada ketinggian yang sama.



Gambar 4. Diagram susunan komponen.

3. Sambungkan pemancar (transmitter) ke soket dioda TR1 pada unit ultrasonik dan operasikan dalam mode kontinu “Con”.
4. Hubungkan penerima (receiver) ke soket BNC kiri (di depan amplifier). Lalu hubungkan ke keluaran multimeter digital untuk tampilan sinyal yang diterima setelah amplifikasi dan pembetulan.
5. Hindari mengoperasikan amplifier di kisaran saturasi untuk memastikan proporsionalitas antara sinyal input dan sinyal output analog. Jika terjadi kasus seperti itu dan lampu diode "OVL" menyala, kurangi amplitudo pemancar atau masukan amplifikasi.
6. Catat kedua seri pengukuran: Seri pengukuran 1 dengan difraksi tepi lurus; seri pengukuran ke 2 difraksi tanpa tepi lurus (lepaskan pengaturan layar logam untuk ini).
7. Untuk merekam seri pengukuran 1, geser receiver sejajar pada lembaran tepi dengan tiap step $\Delta x = 0,5$ cm ke luar area yang diarsir (dan step $\Delta x = 1$ cm di dalam area yang diarsir) dan rekam tegangan U penerima yang sesuai.
8. Untuk menentukan intensitas tanpa difraksi tepian lurus, step $\Delta x = 1,0$ cm dapat digunakan di seluruh pengukuran

Catatan:

Sebagai aturan, interferensi ke bidang pengukuran karena suara sulit dihindari. Untuk menjaga agar interferensi sekecil mungkin, jangan lakukan percobaan di ruangan sempit, dan jangan lakukan percobaan di sekitar permukaan pantulan (dinding, lemari dll.)

E. TABEL DATA PERCOBAAN

	Maksimum			Minimum		
	Eksperimen	Teori		Eksperimen	Teori	
n	x_{Eks} (cm)	x_{teori} (cm)	x_{eks}/x_{teori}	x_{Eks} (cm)	x_{teori} (cm)	x_{eks}/x_{teori}
1						
2						
3						
4						
..						
..						
dst						

Sistematika Laporan Praktikum

JUDUL PRAKTIKUM

A. TUJUAN

B. DASAR TEORI

C. METODOLOGI

1.1 Alat dan Bahan

1.2 Langkah Percobaan (langkah pengambilan data)

D. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

1.1 Data Hasil Percobaan

1.2 Perhitungan

1.3 Pembahasan

E. DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

Format lampiran laporan sementara

**LAPORAN SEMENTARA
PRKTIKUM EKSPERIMEN FISIKA II
Judul percobaan:.....**

Berisi Tabel data hasil percobaan dan kesimpulan data sementara

Asisten Praktikum

()

REFERENSI

1. *Operation manual of Abbe Refractometer*
2. LEP 3.2: Polarisation through $\lambda/4$ plates
3. *LEP 2.2.07 -00: Refraction index of air and CO₂ with Michelson interferometer*
4. *Manual Operasional Spektrofotometer-Vissible*
5. *TH710 Digital Vickers Hardness Tester Instruction*
6. *Instruction Manual of 3532-50 LCR HiTester (HIOKI).*
7. Manual Intruksi Alat Calorimeter Bom Otomatis 2018-2019
8. LEP 1.5.14-00 *Absorption of ultrasonic in air*
9. LEP 1.5.23-00 *Ultrasonic diffraction by a straight edge*
10. LEP 5.1.03-15 *Frank-Hertz experiement with Ne-tube*