PEMANFAATAN PERANGKAT KOMPUTER UNTUK MENENTUKAN INDEKS BIAS CAIRAN DENGAN MENGGUNAKAN INTERFEROMETER MACH-ZEHNDER

SKRIPSI

MOF 51/06
Irm

ADE IRMAWAN

JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2006

MILIK
PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA

PEMANFAATAN PERANGKAT KOMPUTER UNTUK MENENTUKAN INDEKS BIAS CAIRAN DENGAN MENGGUNAKAN INTERFEROMETER MACH-ZEHNDER

SKRIPSI

Sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
Bidang Fisika pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Airlangga

Oleh :

ADE IRMAWAN
NIM. 080112357

Tanggal Lulus : 22 Agustus 2006

Disetujui oleh:

Pembimbing I,	Pembimbing II,
Drs. Pujiyanto, M.S.	**Samian, S.Si.**
NIP. 131 756 001	**NIP. 132 206 065**

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : **PEMANFAATAN PERANGKAT KOMPUTER UNTUK MENENTUKAN INDEKS BIAS CAIRAN DENGAN MENGGUNAKAN INTERFEROMETER MACH-ZEHNDER**

Penyusun : **Ade Irmawan**

NIM : **080112357**

Tanggal Ujian : **22 Agustus 2006**

Disetujui Oleh :

Pembimbing I,	Pembimbing II,
Drs. Pujiyanto, M.S.	**Samian, S.Si.**
NIP. 131 756 001	**NIP. 132 206 065**

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika FMIPA
Universitas Airlangga,

Drs. Pujiyanto, M.S.
NIP. 131 756 001

Karya tulis ini mungkin tiada arti bagi mereka,

akan tetapi,

karya tulis ini merupakan sesuatu yang sangat berarti untuk

perjalanan hidupku masa mendatang,

dengan perlindungan Allah dan kuasa-Nya

Kupersembahkan skripsi ini kepada :

- *Ayah dan Ibuku yang tercinta*
- *Saudara-saudaraku tersayang*
- *Rekan-rekan seperjuangan*
- *Almamaterku yang selalu kujunjung tinggi*

Teriring ucapan terima kasih atas do'a dan cinta kasihnya selama ini

"Sesungguhnya hamba Allah yang paling takut kepada Allah hanyalah hamba-hamba yang berilmu (Ulama)"

(QS.Al Fathir : 28)

"Barang siapa berjalan untuk mencari ilmu, pasti Allah akan memudahkan baginya jalan ke Syurga"

(HR. Muslim)

"Jika A sama dengan sukses maka rumusnya adalah A= x + y + z, x adalah kerja keras, y adalah bermain , dan z adalah tutup mulut"

(Albert Einstein)

"Hidupku, hidupmu dan hidup kita semua akan lebih terisi bila kita mampu membawanya ke dalam kanvas pengetahuan yang terbingkai norma-norma agama serta diwarnai budi pekerti"

(Ade Irmawan)

PEDOMAN PENGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan, namun tersedia diperpustakaan dalam lingkungan Universitas Airlangga. Diperkenankan untuk dipakai sebagai referensi kepustakaan, tetapi pengutipan seijin penulis dan harus menyebutkan sumbernya sesuai kebiasaan ilmiah.

Dokumen skripsi ini merupakan hak milik Universitas Airlangga.

Ade Irmawan, 2006, ***Pemanfaatan Perangkat Komputer untuk Menentukan Indeks Bias Cairan Dengan Menggunakan Interferometer Mach-Zehnder***. Skripsi ini di bawah bimbingan Drs. Pujiyanto MS, dan Samian, S.Si., Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Airlangga.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalisasikan fungsi perangkat dan teknologi komputer dalam menentukan indeks bias cairan dengan menggunakan interferometer Mach-Zehnder. Metode yang digunakan dalam penelitian ini didasarkan atas pengamatan perubahan pola interferensi cahaya yang terbentuk akibat adanya perputaran sampel pada wadah plat kaca sejajar.

Interferometer Mach-Zehnder adalah perangkat interferometri untuk mempelajari interferensi dua berkas cahaya. Perangkat interferometer Mach-Zehnder berkas uji dan berkas referensi menjalani lintasan yang simetris. Ketika lintasan optik tidak simetris maka akan terjadi perubahan pola interferensi.

Adanya perputaran sampel pada wadah menyebabkan perubahan lintasan optik dari berkas laser sehingga menimbulkan perubahan pada pusat pola interferensi (*fringe*). Perubahan pola interferensi ini dapat ditangkap oleh webcam dan selanjutnya dapat diolah oleh komputer untuk mempermudah proses pengamatannya.

Nilai indeks bias yang diperoleh dengan menggunakan metode interferometer Mach-Zehnder dan dipadukan dengan teknologi komputer didapat nilai indeks Alkohol 76%, Akuades, dan Acetone sebesar (1.30418±0.52692), (1.31147±0.52251), dan (1.38649±0.51347). Hasil tersebut mendekati pengukuran dengan memakai refractometer abbe dan "www.luxpop.com" serta membuktikan bahwa teknologi komputer dapat digunakan untuk menentukan indeks bias cairan relatif lebih murah dan tingkat ketelitian yang tinggi.

Kata kunci : Interferometer Mach-Zehnder, Indeks bias, Webcam

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin, Allahu akbar, segala puji syukur senantiasa penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang telah berkenan melimpahkan segala nikmat – Nya sehingga tanpa halangan yang berarti sekripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam semoga tetap terlimpahkan pada junjungan, Nabi Muhammad SAW, yang telah berkenan memberi syafa'at hingga akhir zaman.

Penyelesaian sekripsi dengan judul "Pemanfaatan Perangkat Komputer Untuk Menentukan Indeks Bias Cairan Dengan Menggunakan Interferometer Mach-Zehnder", tidak lepas dari bimbingan, arahan, dan bantuan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Yang senantiasa penulis muliakan, orang tua penulis di rumah yang telah memberikan dorongan moral, material dan doa yang tiada mungkin terbalaskan.
2. Drs. Pujiyanto, M.S., selaku Kepala Jurusan Fisika dan pembimbing I yang telah membantu penulis baik itu ilmu, tenaga, dan waktunya dalam menyelesaikan proposal ini.
3. Bapak Samian, S.Si., selaku pembimbing II yang dengan penuh keikhlasan dan kesabaran telah mencurahkan tenaga, pikiran serta meluangkan waktunya untuk membimbing penulis dalam menyelesaikan sekripsi ini.
4. Bapak Drs. R. Arif Wibowo, M.Si., selaku Dosen wali yang telah memberi kemudahan dalam penyusunan sekripsi ini.
5. Pihak Dekanat beserta civitas akademika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Airlangga yang telah membantu kelancaran studi penulis selama ini.
6. Nduknya yang senantiasa memberikan do'a, dukungan, serta meluangkan waktu untuk menemani penulis di setiap waktu.

7. Saudaraku Trunk's, Bolot, AhonX, Top-X, &Ni, X-an, Arya"Linolium", atas segala bantuan dan tingkah lakunya yang selalu konyol setiap saat.
8. Saudaraku Wawan"patke". Arifin"Ci_Ping", Budi. Makasih atas segala cacimakinya.
9. Lita imoet"Ndaemo", Dina"Mac cao", Ana"Kroto"makasih atas bantuannya.
10. Seluruh rekan Fisika, yang telah menemani studi penulis selama ini.
11. Seluruh anggota HIMAFIALE, All for HIMAFI – HIMAFI for Love.
12. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu di sini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan ini masih terdapat banyak kekurangan sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna kesempurnaan skripsi ini.

Bila ada kebenaran, itu datangnya dari Allah semata.

Wallahu a'lam.

Surabaya, Agustus 2006
Penyusun

Ade Irmawan

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL i
LEMBAR PERSETUJUAN ii
LEMBAR PENGESAHAN iii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI vi
ABSTRAK vii
KATA PENGANTAR viii
DAFTAR ISI ix
DAFTAR TABEL xii
DAFTAR GAMBAR xiii
DAFTAR LAMPIRAN xiv
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Batasan Masalah 2
1.3 Rumusan Masalah 3
1.4 Tujuan Penelitian 3
1.5 Manfaat Penelitian 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 4
2.1 Indeks Bias 4
2.2 Pembiasan Cahaya 6
2.3 Interferometer Mach-Zenhder 7
2.4 Laser He-Ne 11
2.5 Webcam 13
2.6 Motor langkah (*stepper motor*) 14

BAB III METODE PENELITIAN 18
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian 18
3.2 Bahan dan Alat Penelitian 18
3.2.1 Bahan Penelitian 18
3.2.2 Alat-alat Penelitian 18
3.3 Prosedur Penelitian 20
3.3.1 Pembuatan perangkat keras (*hardware*) 20
3.3.2 Pembuatan perangkat lunak (software) 22
3.3.2.1 Penginstalan software dan komponen 22
3.3.2.2 Program pengoperasian motor langkah 23
3.3.2.3 Program perekaman pola interferensi 24
3.3.2.4 Program perekonstruksian pola interferensi 25
3.3.3 Flowchard 26
3.3.4 Pengaturan alat penelitian 27

ADLN Perpustakaan Universitas Airlangga

3.3.5 Pengambilan data 27
3.3.4.1 Proses perekaman pola interferensi 28
3.3.4.2 Proses rekonstruksi pola interferensi 29
3.3.6 Pengukuran indeks bias cairan dengan Refractometer Abbe 30

3.4 Analisis Data 31

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 32
4.1 Hasil Penelitian 33
4.2 Pembahasan 33

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 37
5.1 Kesimpulan 37
5.2 Saran 37

DAFTAR PUSTAKA 39

LAMPIRAN

Skripsi Pemanfaatan perangkat komputer .... Ade Irmawan

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
4.1	Data hasil perhitungan perubahan pola interferensi akibat perputaran sampel suatu cairan dengan menggunakan metode interferometer Mach-Zehnder	32
4.2	Tabel perbandingan nilai indeks bias interferometer Mach-Zehnder, refractometer abbe dan "www.luxpop.com" ...	32

ADLN Perpustakaan Universitas Airlangga

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
1.	Pembiasan pada antar muka	5
2.	Pemantulan dan pembiasan cahaya	7
3.	Diagram optik Interferometer Mach-Zehnder	8
4.	Gambar pola interferensi pada interferometer Mach-Zehnder	9
5.	Muka Gelombang pada interferometer Mach-Zehnder	10
6.	Susunan untuk mengukur indeks bias caiaran pada Interferometer Mach-Zehnder	9
7.	Plat kaca sejajar berotasi pada sudut θ	11
8.	Skema tingkat energi He dan Ne	12
9.	Wadah sampel	19
10.	Diagram driver IC ULN 2803	20
11.	Diagram alir rangkaian driver	21
12.	Tampilan menu utama dan akses menu perekaman	23
13.	Tampilan menu multimedia (*video display*)	24
14.	Susunan alat penelitian	26
15.	Refractometer abbe	29
16.	Hasil perekaman pola interferensi	31

Skripsi Pemanfaatan perangkat komputer .... Ade Irmawan

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul
1.	Hasil Perhitungan Indeks Bias
2	Blok diagram dan foto rangkaian driver
3	Foto susunan alat penelitian
4	Kode-kode "Program Mach-Zehnder C_Troe01"
5	Prosedur perekaman
6	Prosedur perekontruksian rekaman
7	Penurunan rumus indeks bias caiaran
8	Datasheet driver IC ULN 2803
9	Tabel refractometer abbe
10	Referensi indeks bias cairan "www.luxpop.com"
11	Referensi indeks bias cairan refractometer abbe

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indeks bias adalah salah satu sifat optik suatu bahan yang merupakan rasio kecepatan cahaya di udara dan kecepatan pada bahan tersebut. Bahan yang dimaksud dapat berupa gas, cair, atau zat padat yang mempunyai sifat transparan (dapat ditembus oleh cahaya). Sifat optik bahan yang disebut indeks bias sangat perlu untuk diketahui bagi kereferensian bahan serta kepentingan aplikasi bahan laboratorium (De Nicola S, et al, 1996).

Beberapa pengukuran indeks bias terutama indeks bias zat cair yang dapat dilakukan di Laboratorium Optik dan Aplikasi Laser antara lain : spektrometer dan prisma, metode pengupasan selubung serat optik, refraktometer abbe, refraktometer plat kaca sejajar dan metode interferometer Mach-Zehnder.

Secara garis besar metode yang disebut dengan metode pengukuran indeks bias zat cair mengunakan interferometer Mach-Zehnder, prinsip kerjanya berdasarkan penempatan sampel pada kedua lengan perangkat interferometer Mach-Zehnder. Pada salah satu lengan sebagai referensi yang pola fasenya tetap dipertahankan sedangkan lengan yang lain sebagai obyek yang diukur indek biasnya dengan melakukan rotasi pada sampel hingga terjadi perubahan pola interferensi. Perubahan pola interferensi disebabkan adannya beda lintasan optik.

ADLN Perpustakaan Universitas Airlangga

Webcam merupakan PC camera yang digunakan untuk menangkap suatu objek. Objek yang dimaksud adalah hasil pola interferensi hasil dari interferometer Mach-Zehnder. Webcam digunakan untuk merekam pola interferensi akibat perputaran wadah sampel yang slalu berubah-ubah dengan cepat sedemikian hingga sulit diamati.

Dalam penelitian ini, pengukuran dengan perangkat interferometer Mach-Zehnder dicoba untuk diperbaiki dengan memanfaatkan webcam sebagai sensor untuk merekam perubahan pola interferensi hasil dari interferometer Mach-Zehnder yang selanjutnya diolah dalam software Delphi 5. Untuk perputaran sampel agar rotasinya dapat merata (*smooth*) digunakan motor langkah (*stepper motor*). Dengan memanfaatkan webcam dan motor langkah (*stepper motor)* maka perputaran sampel dan perekaman pola interferensi dapat dilakukan bersamaan, maka dengan cara ini kesulitan perekaman perubahan pola interferensi hasil dari interferometer Mach-Zehnder dapat diatasi.

1.2. Batasan Masalah

1. Bahan yang diukur nilai indeks biasnya berupa zat cair transparan yang bersifat isotropis, yaitu Aquades, Acetone dan Alcohol 76%.
2. Tebal tempat sampel diambil jauh lebih besar dibandingkan tebal dinding sampel.

1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang serta batasan masalah, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Apakah teknologi komputer dan webcam dapat digunakan untuk mengamati perubahan pola interferensi pada pengukuran indeks bias suatu cairan dengan mengunakan perangkat interferometer Mach-Zehnder ?
2. Apakah hasil pengukuran indeks bias suatu cairan dengan mengunakan interferometer Mach-Zehnder yang diperoleh sesuai dengan yang diperoleh pada pengukuran dengan refraktometer abbe dan referensi ?

1.4. Tujuan Penelitian

1. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan perangkat komputer dengan webcam sebagai sensor untuk pengukuran indeks bias suatu cairan dengan menggunakan perangkat interferometer Mach-Zehnder.
2. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur indeks bias suatu cairan dengan mengunakan interferometer Mach-Zehnder dapat diperoleh sesuai dengan pengukuran dengan refractometer abbe dan referensi.

1.5. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai metode alternatif dalam menentukan nilai indeks bias suatu cairan secara komputerisasi dengan ketelitian yang tinggi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Indeks Bias

Ketika seberkas sinar mengenai bidang batas diantara dua medium yang berbeda dengan sudut tertentu maka sinar tersebut akan dibiaskan. Setiap medium mempunyai karakteristik tertentu yang dinyatakan sebagai indeks bias n. Indeks bias digunakan untuk mengambarkan besarnya pembiasan. Indeks bias udara dalam ruang vakum dinyatakan dengan harga satu (Young. M, 1986).

Indeks bias bergantung bukan hanya pada macam zat tetapi juga pada panjang gelombang cahaya. Dengan demikian untuk banyak keperluan, indeks bias udara dapat dianggap satu. Indeks bias cairan bertambah sesuai dengan pertambahan kerapatan cairan yang bersangkutan. Untuk sinar yang datang melewati ruang vakum ke salah satu medium, dimana semua angka indeks akan lebih besar dari satu.

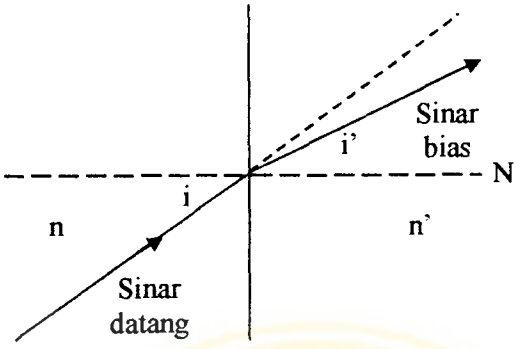
Kita anggap bahwa sinar pada gambar 2.1 merupakan kejadian pada bidang batas dititik 0. dari hukum snellius :

$$\frac{\sin i}{\sin i'} = \text{konstanta} \qquad (2.1)$$

Nilai tetapan pada persamaan 2.1 Dinamakan indeks bias suatu medium. Untuk pembiasan disekitar dua medium yang mempunyai indeks bias n dan n', hukum Snellius dituliskan sebagai berikut :

$$n' \sin i' = n \sin i \qquad (2.2)$$

Sudut i merupakan sudut datang antara sinar datang dengan garis normal, sedangkan i' adalah sudut bias dengan garis normal.



Gambar 2.1 pembiasan pada antar muka

Perbandinga $\frac{n'}{n}$ disebut sebagai indeks bias relatif medium kedua terhadap medium pertama. Dengan demikian persamaan 2.1 juga merupakan indeks bias relatif.

Ketika sudut datang sangat kecil persamaan 2.1 menunjukkan sudut biasnya juga sangat kecil, sehingga untuk sudut yang sangat kecil persamaan 2.2 menjadi :

$$\frac{i}{i'} = \frac{n'}{n} \tag{2.3}$$

Didefinisikan kecepatan rambat cahaya pada medium pertama v_1 sedangkan pada medium kedua v_2 didapatkan perbandingan cepat rambat cahaya pada dua medium :

$$\frac{\sin i}{\sin i'} = \frac{v_1}{v_2} \tag{2.4}$$

ADLN Perpustakaan Universitas Airlangga

Persamaan 2.4 biasanya dinotasikan dengan n_{21} dan disebut indeks bias medium pertama terhadap medium kedua. Indeks bias absolute n dari medium didefinisikan :

$$n = \frac{c}{v} \tag{2.5}$$

Jika n_1 dan n_2 adalah indeks bias absolut dari medium, maka indeks bias n_{12} dinyatakan dengan :

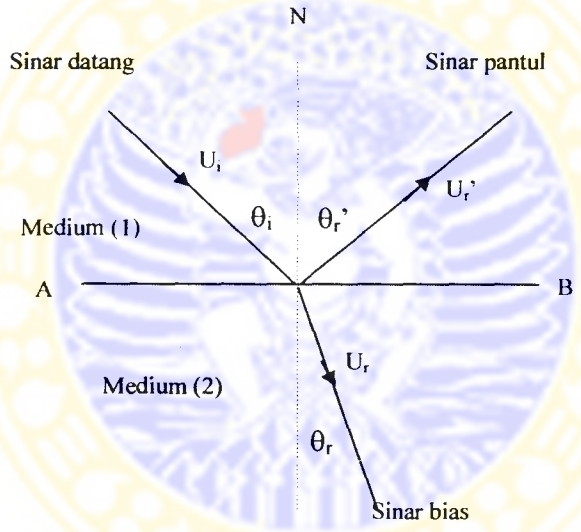
$$n_{12} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{v_1}{v_2} \tag{2.6}$$

2.2. Pembiasan cahaya (Refraksi)

Cahaya adalah gelombang electromagnetik yang memiliki sifat dualisme, yaitu sebagai partikel dan sebagai gelombang. Kecepatan cahaya diudara adalah 3 x 10^8 m/s, tetapi bila cahaya melewati suatu medium maka kecepatan cahaya tersebut berubah. Dalam medium air kecepatan cahaya adalah 2,24 x 10^8, sehingga kecepatan rambatnya turun 25% bila merambat dalam medium air.

Gelombang elektromagnet yang melalui medium akan mengisi ruangan kosong inti yang dikelilingi oleh awan-awan elektron. Didalam atom terjadi getaran elektron yang menghasilkan radiasi energi yang bentuknya mirip gelombang elektromagnetik, walaupun fasenya lebih lambat dari fase gelombang elektromagnet. Gabungan kedua gelombang tersebut menyebabkan fasenya diperlambat sehingga kecepatan fasenya berkurang, hal ini disebut pembiasan.

Ketika berkas cahaya mengenai suatu permukaan (bidang) batas suatu media yang berbeda maka berkas cahaya tersebut tidak hanya kecepatan yang berubah, tetapi juga arah perambatannya. Bila berkas cahaya mengenai bidang batas dari medium yang tidak rapat menuju medium yang lebih rapat maka berkas cahaya tersebut akan dibiaskan mendekati garis normal. Bila berkas cahaya datang mengenai bidang batas dari medium yang rapat menuju medium yang lebih renggang maka berkas cahaya tersebut akan dibiaskan menjahui garis normal. Hal ini dapat dilihat pada gambar berikut :



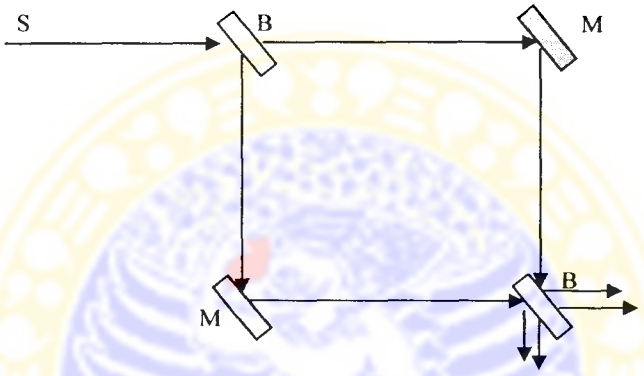
Gambar 2.2 Pemantulan dan pembiasan cahaya

2.3. Interferometer Mach-Zehnder

Interferometer Mach-Zehnder merupakan bentuk lain dari interferometer Michelson. Baik Interferometer Michelson maupun Interferometer Mach-Zehnder keduanya merupakan piranti interferensi untuk mempelajari interferensi dua

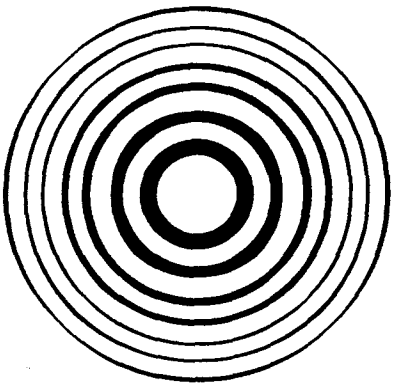
berkas cahaya berdasarkan pembagian amplitudo gelombang. Perbedaan diantara keduanya hanya terletak pada cara kerjanya. Pada interferometer Michelson berkas cahaya laser dipantulkan kembali, tetapi pada interferometer Mach-Zehnder berkas cahaya dibagi dua oleh pembelah berkas dan akhirnya disatukan kembali hingga terbentuk interferensi.

Diagram optik interferometer Mach-Zender disajikan dengan gambar sebagai berikut :



Gambar 2.3 Diagram optik interferometer Mach-Zehnder.

Seperti ditunjukan gambar 2.2 diatas, interferometer Mach-Zender mengandung dua buah cermin M_1 dan M_2 serta dua pembelah berkas B_1 dan B_2. Berkas cahaya sumber S dibelah oleh pembelah berkas B_1 menjadi dua berkas. Kedua berkas tersebut setelah dipantulkan oleh cermin M_1 dan M_2 disatukan kembali oleh pembelah berkas B_2. Hasil penyatuan pembelah berkas B_2 berupa rumbai-rumbai melingkar yang simetris pada layar (lihat gambar 2.4).



Gambar 2.4 Gambar pola interferensi pada interferometer Mach-Zehnder.

Pada perangkat interferometer Mach-Zehnder berkas uji dan berkas referensi menjalani lintasan yang simetris, baik bentuk maupun arahnya. Yang dimaksud berkas uji disini adalah berkas cahaya yang dikenakan dengan obyek yang akan diukur, sedangkan berkas referensinya adalah berkas cahaya pola fasenya dipertahankan tetap nantinya akan dipertemukan lagi dengan berkas uji. Dengan lintasan optis yang sama membuat interferometer tidak begitu peka terhadap ganguan luar.

Pada gambar 2.5 interferometer disinari oleh sebuah berkas terkolimasi sehingga menimbulkan muka gelombang W_1 dan W_2 pada dua lengannya. W_2` adalah bayangan dari $W_2$ karena pembelah berkas $B_2$. Beda fase diantara $W_1$ dan $W_2$` pada titik P adalah :

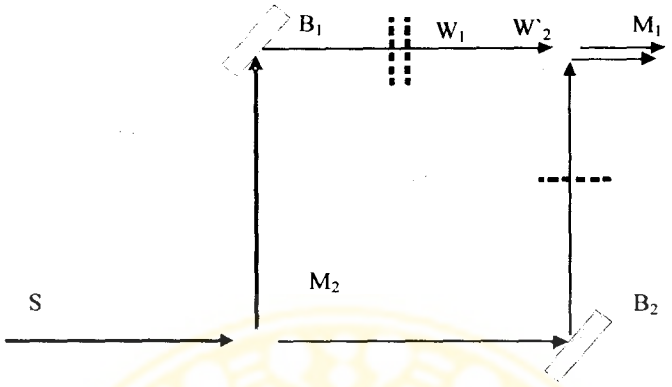
$$\Delta\Phi = knd \qquad (2.7)$$

Dimana d adalah jarak antara W_1 dan W_2`, sedangkan $n$ adalah indeks bias medium diantara keduanya. Pada titik P` didapatkan pola interferensi lingkaran terang, jika :

$$nd = m\lambda \qquad m = 0,1,2,3 \qquad (2.8)$$

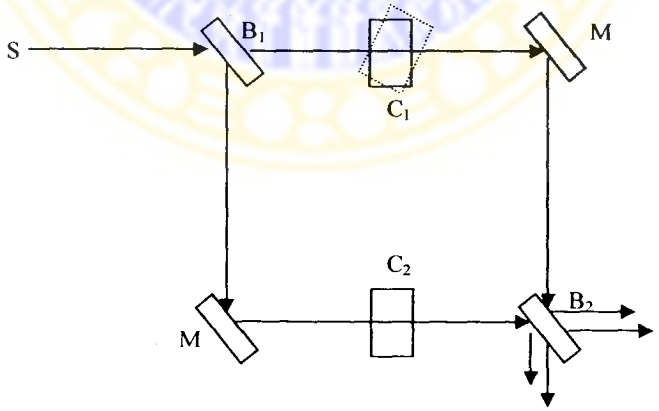
Akan terjadi pola interferensi lingkaran gelap jika,

$$nd = (m + \tfrac{1}{2})\lambda \qquad m = \tfrac{1}{2}, \tfrac{3}{2}, \tfrac{5}{2} \qquad (2.9)$$



Gambar 2.5. Muka gelombang pada interferometer Mach-Zehnder (Born and Wolf,1980).

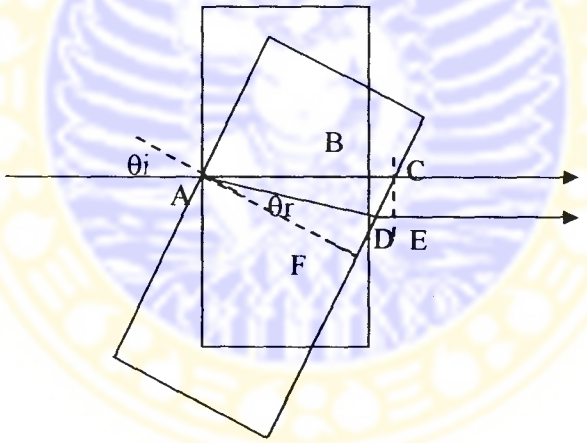
Seperti disebutkan dalam bab I, dengan menganalisis pola inerferensi yang ada maka indeks bias suatu bahan cairan dapat dicari. Pada interferometer Mach-Zehnder untuk menentukan indeks bias cairan digunakan susunan seperti gambar 2.6 dibawah ini.



Gambar 2.6, Susunan untuk mengukur indeks bias cairan pada interferometer Mach-Zehnder

Penempatan sampel pada susunan interferometer Mach-Zehnder dengan menempatkan wadah C_1 pada lintasan uji dan wadah C_2 ditempatkan pada lintasan referensi dimana pola fasenya tetap dipertahankan. Sedangkan pada lintasan uji sebagai objek yang diukur indeks biasnya dengan melakukan rotasi pada sampel hingga terjadi pola interferensi (lihat gambar 2.6).

Bila yang diukur adalah indeks bias cairan pada wadah plat kaca sejajar, maka mekanismenya dapat dijelaskan sebagai berikut. Bahan cairan pada plat kaca sejajar yang diukur indeks biasnya diletakkan secara tegak lurus pada lintasan cahaya (lintasan 1 dan 2). Wadah C_1 diputar pada sudut θ yang cukup kecil (gambar 2.7), sehingga terjadi perubahan lintasan optis didalam wadah C_1 plat kaca sejajar sebesar $d_2(\theta)$ dan di wadah C_2 sebesar $d_1(\theta)$.

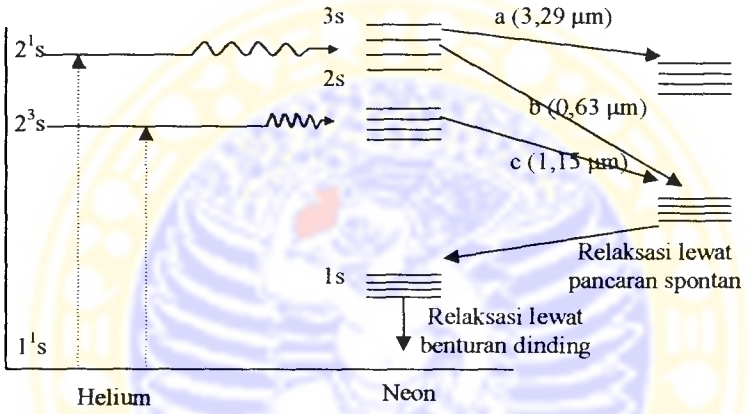


Gambar 2.7, Plat kaca sejajar berotasi terhadap sudut θ (Subrahmanyam.N dan Brijlal, 1982)

2.4. Laser He-Ne

Mekanisme utama untuk rangsangan yang digunakan dalam laser gas adalah dengan memberikan rangsangan elektrik. Misalkan atom-atom jenis A dirangsang dalam tabung pengosongan muatan dengan cara ini ke keadaan

metastabil. Jika tabung pengosongan muatan juga berisi atom jenis lain B, yang keadaan rangsangannya sangat dekat dengan keadaan metastabil A, maka dapat terjadi perpindahan energi resonansi dan atom-atom B dinaikkan dari keadaan terangsang. Jika laju perpindahan rangsangan lebih besar daripada laju perubahan radiasi dari keadaan terangsang, populasi dari keadaan terangsang atom B akan naik dengan mantap dan keadaan demikian akan banyak populasinya, sehingga pembalikan terjadi antara keadaan tersebut dengan keadaan lain.



Gambar 2.8. Skema tingkat energi He dan Ne (Laud, 1998)

Atom-atom He ternyata lebih siap terangsang oleh kejutan elektron dari pada atom Ne. Atom-atom dapat dirangsang baik dengan sumber daya DC atau AC. Tingkat-tingkat 2^1s dan 2^3s dari He mempunyai massa hidup yang relatif panjang, yakni merupakan tingkat-tingkat metastabil. Namun aksi laser terjadi di tingkat-tingkat energi dari Ne. Peranan atom He adalah membantu proses pemompaan.

Jika suatu atom Helium dalam keadaan metastabil, membentur atom neon dalam keadaan dasar, maka terjadi pertukaran energi dan atom-atom neon

ADLN Perpustakaan Universitas Airlangga

naik ke tingkat 2s atau 3s dan atom Helium turun kembali ke keadaan dasar. Hal ini memungkinkan mekanisme populasi terpilih yang secara terus menerus memberikan atom-atom Ne ke tingkat-tingkat 2s dan 3s yang menaikkan populasinya.

Dengan transisi-transisi energi yang mungkin seperti telah dijelaskan di atas, aksi laser campuran atom-atom He dan Ne dapat menghasilkan keluaran laser dengan panjang gelombang 0,6328 μm, 1,15 μm serta 3,39 μm.

2.5. Webcam

Webcam adalah sebuah PC camera yang digunakan untuk menangkap gambar atau objek. Webcam biasanya langsung dihubungkan ke komputer melalui port USB atau ada juga yang melalui port paralel dan dikoneksikan ke internet. Output yang dihasilkan dari webcam berupa sinyal digital. Webcam yang telah di hubungkan ke komputer diolah melalui suatu software dan pengambilan gambarnya dilakukan secara periodik. Webcam secara luas mulai digunakan sekitar satu dekade yang lalu oleh banyak aplikasi dan dunia web.

Cara kerja webcam tidak jauh berbeda dengan cara kerja kamera tradisional yang berbasis film, yaitu memilih objek yang akan direkam dengan menggunakan jendela pengintai. Kemudian bayangan objek tersebut di fokuskan oleh lensa ke sebuah peralatan peka cahaya yang dapat berupa sensor CCD (*Charge Coupled Device*) atau CMOS (*Complementary Metal-Oxide Semiconductor*). Setiap elemen sensor mengkonversi cahaya ke tegangan listrik yang sesuai dengan kecerahan (*brightness*) yang diteruskan ke sebuah ADC

(*Analog to Digital Converter*) yang menerjemahkan fluktuasi tegangan dari CCD ke dalam kode biner. Keluaran dari ADC dikirimkan ke sebuah DSP (*Digital Signal Processor*) yang menyesuaikan kontras dan detil dari gambar, serta mengkompres gambar sebelum dikirim ke media penyimpanan. Semakin terang cahaya yang dihasilkan sensor CCD, semakin tinggi tegangan dan semakin besar resolusi pixel yang dihasilkan komputer menyebabkan semakin besar detail yang ditangkap oleh kamera.

Ada dua macam metode *viewing* pada webcam yaitu *video stremming* dan *snapshot*.

Metode *video stremming* adalah jenis webcam dimana *view* yang ditampilkan seperti siaran langsung dalam TV. *Video stremming* berarti menampilkan gambar secara kontinyu seperti TV. Metode ini memerlukan banyak *bandwith* untuk pengiriman *video stremming*-nya.

Snapshot webcam adalah jenis webcam tanpa ada *continuois motion* seperti layaknya TV. Kelebihan dari webcam ini adalah bandwith yang dibutuhkan tidak terlalu besar. Transfer rate dari webcam ini tergantung dari ukuran gambar itu sendiri. Semakin besar ukuran gambar maka transfer rate-nya semakin rendah. Selain itu juga dipengaruhi oleh infra struktur hardware dari PC*(personal computer)* yang digunakan.

2.6. Motor langkah (*stepper motor*)

1. Motor Step

Motor step, biasa disebut motor langkah yang mengkonversikan sinyal digital menjadi bentuk gerakan. Motor langkah ini merupakan motor

ADLN Perpustakaan Universitas Airlangga

sinkron yang mempunyai perputaran rotor dengan beberapa sudut yang spesifik (yaitu: $0,9^0$; $1,8^0$; $3,6^0$; $7,5^0$; 15^0; 45^0; 90^0 dan masih banyak lagi sudut yang lain) untuk setiap input pulsa diberikan kepada sistem motor langkah. Karena itu motor langkah biasanya digunakan untuk penambahan gerakan. Motor langkah adalah peralatan digital, maka dengan mudah dapat digabungkan dengan sistem digital yang lain.

Motor langkah harus selalu ada rangkaian driver, yang termasuk drive eksternal logic circuit dan power switches didalamnya. Rangkaian driver biasanya disebut translator. Translator adalah sebuah alat kontrol elektronik yang menerima perintah input dalam bentuk pulsa dan mengkonversikan pulsa tersebut menjadi putaran yang tepat untuk menggerakkan batang motor satu langkah sudut.

Rangkaian driver mengirim arus yang tepat ke stator winding dari motor langkah untuk membuat poros dari air gap field berputar sesuai dengan pulsa input yang diberikan oleh terminal input. Jika pulsa rata-rata (jumlah pulsa perdetik) dan keluaran inersia menunjukkan batas, kemudian perputaran rotor sesuai dengan torsi reluktansi atau torsi magnet permanen, tergantung dari konstruksi motor. Sebuah sumber tegangan DC merupakan supply power yang penting bagi rangkaian driver.

Ketika tidak ada pulsa yang tepat sebagai inputan, rotor dari motor langkah memilih untuk tetap pada posisi yang stabil (hal ini berarti motor langkah berlaku sebagai hold device). Ketika terdapat gangguan, motor menunjukkan perlawanan kepada rotasi yang disebabkan oleh torsi eksternal.

ADLN Perpustakaan Universitas Airlangga

Mempunyai rasio yang tinggi antara torsi dan inersia, motor langkah mempunyai karakteristik memulai dan berhenti yang baik. Ketika sebuah deretan pulsa yang rata-rata pulsanya mendekati jarak spesifik tertentu yang tepat untuk motor langkah saat istirahat, hal tersebut akan memulai perputaran dan sinkronisasi dengan rata-rata pulsa input. Jika ada perubahan pada rata-rata pulsa, rangkaian driver (translator) akan merubah kecepatan motor sebagai akibat dari perubahan pulsa. Kemudian kecepatan motor akan menjadi sebanding dengan rata-rata pulsa. Hal ini membuktikan bahwa lebar jarak dari kontrol kecepatan dimungkinkan dengan membuat variasi pada jumlah pulsanya.

Karakteristik utama dari motor langkah adalah waktu konstan yang dibutuhkan sedikit, hal tersebut secara mekanik berat, karena merupakan kelemahan motor DC dan tidak ada pergeseran yang diterima pada tempatnya. Motor langkah sangat dapat diandalkan dan sangat akurat.

Penggunaan motor langkah dibatasi oleh situasi, dimana power yang besar tidak diperlukan. Posisi power dari jarak motor langkah mulai mikrowatts sampai beberapa kilowatts. Biasanya kecepatan motor langkah kira-kira 1200 pulsa per detik. Beberapa motor langkah mempunyai kecepatan lebih dari itu.

Posisi kesalahan angular atau linier yang disebabkan oleh motor langkah sesuai dengan akurasi posisi akhir angular atau linier. Normalnya, akurasi adalah beberapa persen dari step terakhir yang diambil. Kesalahannya tidak kumulatif, yaitu posisi terakhir angular atau linier adalah beberapa

ADLN Perpustakaan Universitas Airlangga

persen dari posisi step terakhir, tergantung berapa banyak step yang digunakan.

2. Karakteristik motor langkah *(stepper motor)*

Karakteristik dari motor langkah adalah sebagai berikut :

- Sudut step (pergerakan) dapat dibuat kecil (kurang dari 1^0) atau besar (30^0, 45^0, 90^0 atau 180^0) seperti yang diinginkan.
- Akurasi dari penempatan rotor sangat tinggi
- Perbandingan antara torsi dengan inersia sangat tinggi
- Motor dapat merespon input pulsa dengan frekuensi tinggi, sampai 1200 pulsa per detik bahkan lebih

Dalam penggunaan motor langkah perlu di ingat bahwa performance dari motor langkah tergantung dari tipe rangkaian drivernya, beban inersia dan torsi pergesekan. Jalannya motor langkah memerlukan generator pulsa, rangkaian driver dan sumber tegangan DC yang spesifik (seperti 5V, 12V, 24V atau 28V sumber tegangan DC).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Optika dan Aplikasi Laser, Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Airlangga Surabaya selama ±6 bulan.

3.2. Bahan dan Alat Penelitian

3.2.1. Bahan penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu ; Aquades, Acetone dan Alkohol 76 %

3.2.2. Alat-alat penelitian

1. Power supply sebagai alat untuk menghasilkan tegangan laser, model GLS 5360 made in Japan.
2. Interferometer Mach-Zehnder

   Yang terdiri dari:

   a. Sumber Cahaya (Laser He-Ne)

      Sebagai sumber cahaya dengan $\lambda =$ 632,8 nm dengan daya keluaran maksimum 15 Mw, dan suhu kerja 25° C. Dilengkapi dengan SF (Filter Spasial), untuk membersihkan berkas-berkas dari noise.

   b. L_1, L_2 adalah lensa, berfungsi menyebarkan berkas dari sumber.

ADLN Perpustakaan Universitas Airlangga

c. PB1, PB2 adalah Pemecah Berkas atau Beam Splitter, berfungsi untuk membagi berkas cahaya menjadi dua bagian.

d. C_1, C_2 adalah Cermin, berfungsi memantulkan berkas cahaya.

3. Webcam

Alat untuk merekam pola hasil interferensi atau rumbai dalam bentuk video maupun gambar gerak.

4. Seperangkat komputer dengan spesifikasi :

a. Processor AMD 1200 MHz

b. Main Board Elite K7SOM(VGA – Soundcard integrated)

c. SDRAM 256 MB

d. Hard Disk dengan kapasitas 30 GB

5. Motor langkah (*stepper motor*)

Untuk mengerakan atau memutar wadah sampel yang berisi cairan.

6. Rangkaian Driver

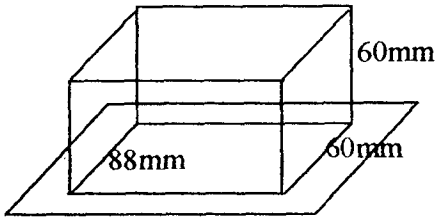
Sebagai interface pengontrol pergerakan Motor langkah (*Stepper motor*).

7. Mikro meter pergeseran

8. Wadah Sampel

Wadah sampel adalah plat kaca sejajar yang berisi cairan Aquades, Acetone dan Alkohol 76%, yang akan dicari indeks biasnya. Tinggi wadah sampel yang dibuat diusahakan berada pada cakupan berkas cahaya yang diterima sampel. Kaca dibuat setipis mungkin. Tebal tempat sampel diambil jauh lebih besar dibandingkan tebal dinding

sampel. Dua buah wadah sampel dengan ukuran panjang 88 mm, lebar 60 mm, tinggi 60 mm dan tebal dinding kaca 1,5 mm.



Gambar 3.1. Wadah Sampel

9. Kabel Penghubung

Ada tipe-tipe kabel penghubung yang digunakan dalam penelitian ini, diantaranya:

a. Kabel paralel untuk menghubungkan interface dari rangkaian driver ke komputer.
b. Kabel power interface adalah kabel untuk menghubungkan interface motor langkah (*stepper motor*) dan rangkaian driver ke power supply.
c. Kabel USB adalah kabel yang menghubungkan webcam dengan komputer.

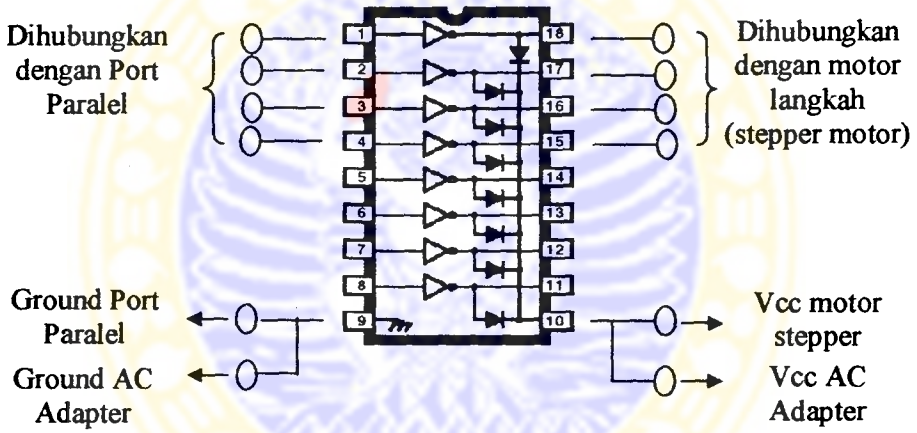
3.3. Prosedur Penelitian

3.3.1. Pembuatan perangkat keras (*hardware*)

Untuk memutar wadah sampel dengan menghasilkan sudut yang sangat kecil maka dibutuhkan rangkaian driver dimana rangkaian ini digunakan untuk menghubungkan motor langkah (*stepper motor*) dengan PC (*Personal Computer*) Driver ini berupa rangkaian elektronik yang dapat

dibuat sendiri. Dimana driver ini mendapat inputan dari port pararel PC (*Personal Computer)* yang kemudian keluarannya mengotrol gerakan motor langkah (*stepper motor*) sesuai dengan perintah dari softwarenya. Foto dan diagram rangkaian driver dapat dilihat pada lampiran 2.

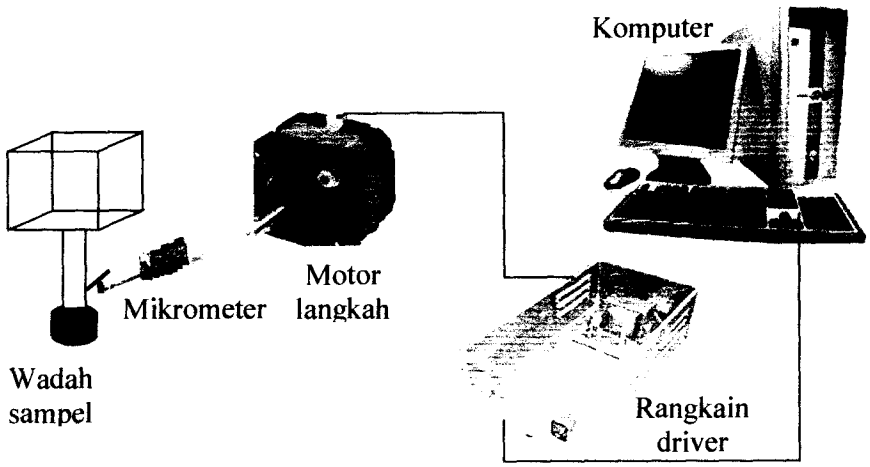
Rangkaian driver digunakan sebagai kontrol inputan yang akan di berikan pada motor stepper, dimana rangkaian tersebut dirancang untuk menggerakkan motor langkah 4 phase. Rangkaian ini memanfaatkan IC ULN2803, sebagaimana disajikan pada Gambar 3.2. Datasheet IC ULN2803 dapat dilihat pada lampiran 8.



Gambar 3.2 Diagram Driver IC ULN2803

Secara umum, prinsip kerja dari rangkaian driver adalah :

1. Tegangan keluaran dari PC (*personal computer*) melalui port pararel sebagai inputan ke rangkaian driver.
2. Keluaran dari rangkaian driver digunakan sebagai kontrol inputan yang akan di berikan pada motor langkah (*stepper motor*)
3. Keluaran dari motor langkah (*stepper motor*) akan mengerakan mikrometer lalu diteruskan untuk mengerakan wadah sampel.



Gambar 3.3. Diagram alir rangkaian driver

Mikrometer :

Pada 360° derajat pembantu = 0.5 mm

Maka $1^0 = \frac{0.5mm}{360} = 1.4mm$

Motor langkah (*stepper motor*) :

Satu step = 1.8^o Maka $1^o = \frac{1}{1.8} = 0.56$ step

0.56 step = 1.4 mm sehingga 1 step = $\frac{1.4}{0.56} = 2.5 \times 10^{-3}$ mm

Perhitungan sudut teta :

Jarak mikrometer ke wadah sampel = 30 mm

Maka Arc tg $\theta = \frac{2.5 \times 10^{-3} \text{ mm}}{30 \text{ mm}} = 0.000083$ sehingga $\theta = 0.0047$

Jadi 1 step motor langkah (*stepper motor*) menghasilkan $\theta = 0.0047$

3.3.2. Pembuatan perangkat lunak (*software*)

3.3.2.1. Penginstalan software dan komponen

Penginstalan sofware dan komponen yang dilakukan dalam penelitian ini adalah penginstalan delphi 5, Port IO, driver webcam dan

ADLN Perpustakaan Universitas Airlangga

komponen penunjang delphi 5 yaitu; videocap, amovie dan simple timer.

3.3.2.2. Program pengoperasian motor langkah (*stepper motor*)

Software ini bekerja saat start pada menu utama ditekan. Start berisikan perintah untuk mengaktifkan timer. Didalam timer terdapat pernyataan untuk mengerakan motor langkah (*stepper motor*) sekaligus mengatur selang waktu mengerakan motor langkah (*stepper motor*). Listing program ini dapat di lihat seperti disajikan pada listing program 1 dibawah ini.

```
procedure TForm1.Timer1Timer(Sender: TObject);
var x:byte;
begin
inc(i);
inc(j);
x:=fullstep[i];
edit1.Text:=inttostr(x);
outport($378,x);
if i=4 then
i:=0;
if j=200 then
begin
outport($378,0);
timer1.Enabled:=false;
end;
```

Listing program 1. Pengoperasian motor langkah (stepper motor)

3.3.2.3. Program perekaman pola interferensi

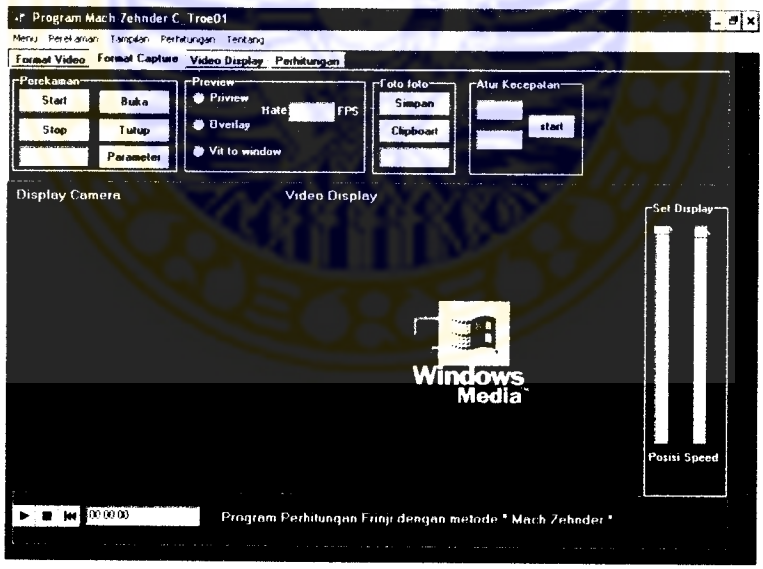
Software ini bekerja saat start pada menu utama ditekan. Start berisikan perintah untuk mengaktifkan timer dan videocap preview. Didalam timer terdapat pernyataan untuk menyimpan serta mengambil obyek sekaligus mengatur selang waktu pengambilan obyek sedangkan

videocap preview untuk mengaktifkan videocap itu sendiri. Semua component yang tersebut diatas terletak pada *form designer* delphi yang pada alat ini bernama formutama. Listing program ini dapat di lihat seperti disajikan pada listing program 2 dibawah ini.

```
procedureTForm1.Button1Click(Sender: TObject);
begin
if savedialog1.Execute then
videocap1.VideoFileName:=savedialog1.FileName;
videocap1.StartCapture;
i:=0;
j:=0;
timer1.Enabled:=true;
videocap1.SingleImageFile:='ade.bmp';
videocap1.CapToFile:=true;
end;
```

Listing program 2. Perekaman pola interferensi

Tampilan menu utama dan akses menu perekaman dalam penelitian ini dapat dilihat seperti gambar 3.4 dibawah ini.



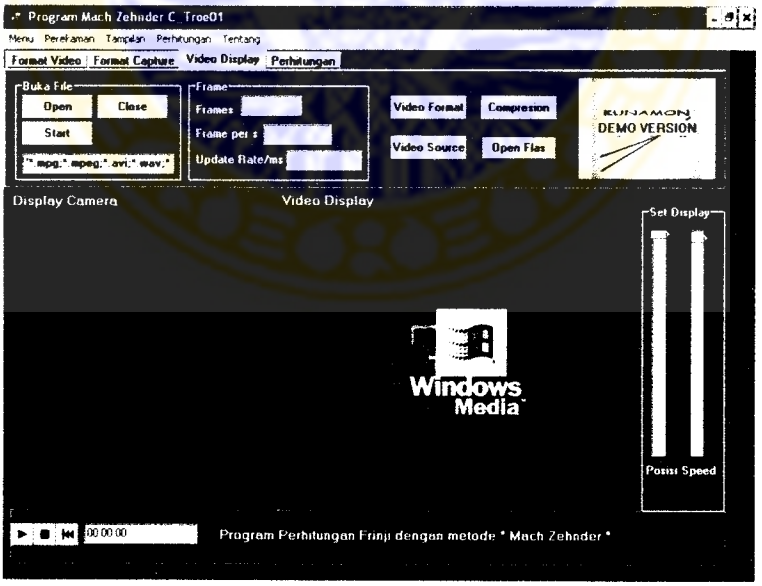
Gambar 3.4. Tampilan menu utama dan akses menu perekaman

3.3.2.4. Program perekonstruksian hasil pola interferensi

Software ini bekerja saat start pada menu utama ditekan. Start berisikan perintah untuk mengaktifkan component activemovie. Didalam component activemovie terdapat penyataan untuk menampilkan kembali hasil pola interferensi yang telah direkam. Listing program ini dapat di lihat seperti disajikan pada listing program 3 dibawah ini.

```
procedure TForm1.Button8Click(Sender: TObject);
begin
OpenDialog2.Filter := 'video clips';
   OpenDialog2.FileName                    :=
'*.mpg;*.mpeg;*.avi;*.wav;*.mp3;*.asf;*.wmv;*.v
ob;*.dat';
   if OpenDialog2.Execute then begin
      Edit12.Text := OpenDialog2.FileName;
      ActiveMovie1.FileName := Edit12.Text;
      ActiveMovie1.Open;
end;
```

Listing program 3. Perekaman pola interferensi



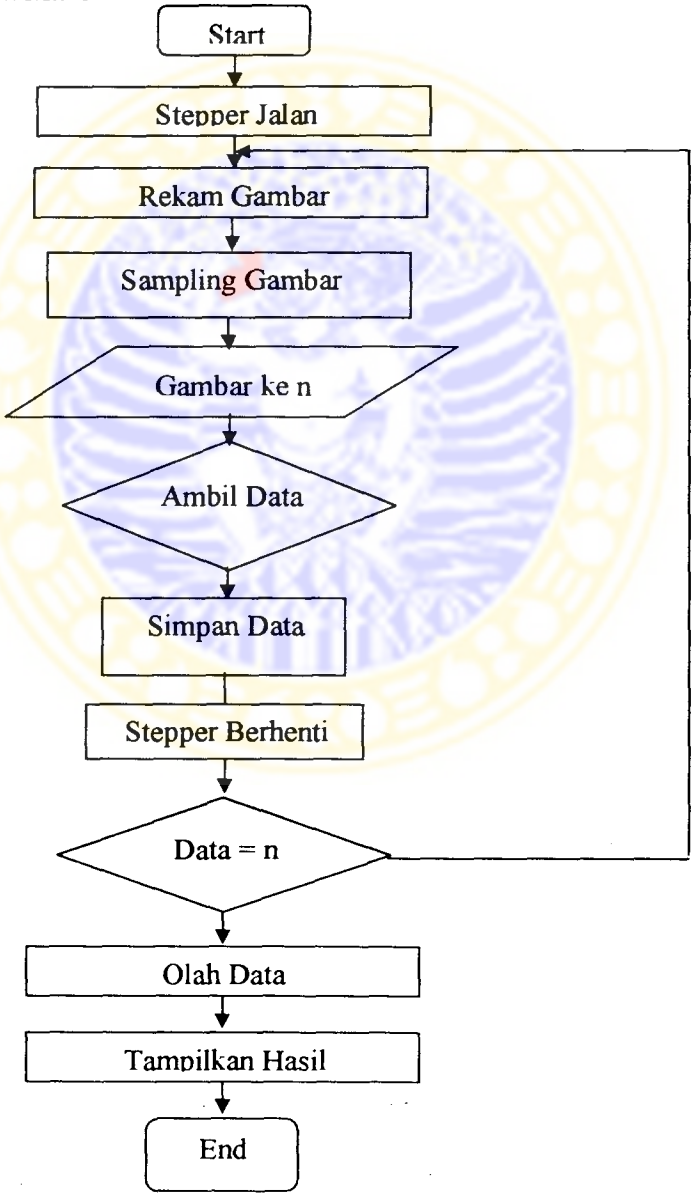
Gambar 3.5. Tampilan menu multimedia (*video display*)

Sedangkan untuk listing program memperlambat hasil pola interferensi ini dapat di lihat seperti disajikan pada listing program 4 dibawah ini.

```
Procedure          TForm1.TrackBar5Change(Sender:
TObject);
begin
ActiveMovie1.Rate     :=0.5+((TrackBar5.Max     -
TrackBar5.Position) / 200);
end;
```

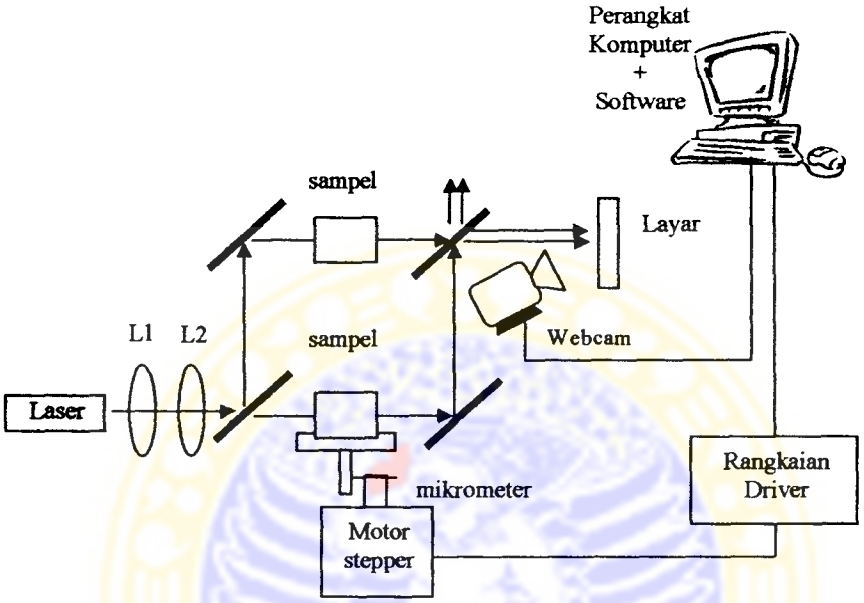
Listing program 4.Memperlambat hasil pola interferensi

3.3.3. Flowchart



3.3.4. Pengaturan alat penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini akan disusun sesuai dengan gambar 3.6, sedangkan foto susunan alat penelitian dapat dilihat pada lampiran 2.



Gambar 3.6 Susunan alat penelitian

3.3.5. Pengambilan data

3.3.5.1. Proses perekaman pola interferensi

Setelah seluruh peralatan disusun seperti pada gambar 3.6 maka proses perekaman pola interferensi siap dilakukan. Berikut ini adalah langkah-langkah dalam proses perekaman pola interferensi :

1. Mencari pola interferensi yang terbentuk pada layar dengan mengatur kedudukan cermin ke-1 atau cermin ke-2.
2. Pada lengan 1 dan 2 Interferometer Mach-Zehnder masing-masing dipasang wadah sampel plat kaca sejajar. Wadah sampel

ADLN Perpustakaan Universitas Airlangga

pertama berfungsi sebagai wadah percobaan yang diisi dengan cairan, sedangkan wadah yang lainnya sebagai penyeimbang agar lintasan optik yang dilalui sinar laser sama besar.

3. Wadah sampel pertama dilakukan perputaran. Pada saat perputaran pola gelap-terang interferensi akan berubah.
4. Merekam perubahan pola interferensi pada layar dengan menggunakan sensor webcam yang sudah diinstalasi ke dalam komputer.

Setelah pola interferensi pada layar terbentuk maka perubahan pola interferensi akan nampak setelah wadah sampel diberi cairan. Hasil perubahan pola interferensi yang telah terekam oleh sensor webcam akan tampak pada monitor komputer setelah melewati Software.

Software ini bekerja saat start pada menu utama ditekan. Start berisikan perintah untuk mengaktifkan timer dan Videocap preview. Didalam timer terdapat pernyataan untuk menyimpan serta mengambil citra yang berbentuk video maupun gambar gerak sekaligus mengatur selang waktu pengambilan citra sedangkan Activemovie untuk menayangkan kembali hasil rekaman. Semua component yang tersebut diatas terletak pada *form designer* Delphi 5.

Penelitian ini dilakukan di dalam ruang yang bersuhu konstan dengan tujuan untuk meminimalisasi pengaruh suhu ruang terhadap perubahan pola hasil interferensi.

ADLN Perpustakaan Universitas Airlangga

3.3.5.2. Proses rekonstruksi pola interferensi

Perubahan pola interferensi yang tampak pada layar akibat perputaran wadah sampel yang slalu berubah-ubah dengan cepat sedemikian hingga sulit untuk diamati. Di sini peran dari teknologi komputer dimanfaatkan dengan tujuan agar perubahan pola interferensi yang memiliki laju cepat tersebut dapat direkam dan divisualisasikan kembali melalui layar monitor komputer dan dapat dihitung dengan jalan memperlambat waktu penayangannya.

Langkah-langkah dalam proses rekonstruksi adalah sebagai berikut :

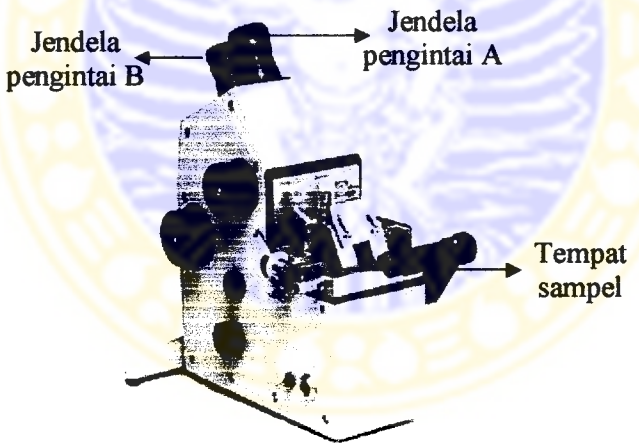
1. Memperlambat jalannya hasil rekaman perubahan pola interferensi pada layar yang telah terekam dengan menggunakan perangkat lunak Delphi 5.
2. Menghitung pola interferensi (rumbai) yang muncul/hilang.
3. Memasukan nilai perubahan pola interferensi (**Z**) sehingga akan diketahui nilai indeks biasnya (***n***).

Kode-kode bahasa pemrograman untuk merekam dan memperlambat waktu penayangan tersebut beserta tampilan dari program dapat dilihat pada lampiran 4, sedangkan prosedur perekaman dan perekonstruksian perubahan pola interferensi dapat dilihat pada lampiran 5 dan lampiran 6.

3.3.6. Pengukuran indeks bias cairan mengunakan Refraktometer Abbe.

Pengambilan data dengan menggunakan Refraktometer Abbe dilakukan cukup satu kali pengukuran. Data yang diperoleh digunakan sebagai pembanding nilai indeks bias cairan dengan mengunakan perangkat Interferometer Mach-Zehnder.

Cara penentuan nilai indeks bias cairan dengan mengunakan refractometer abbe yaitu meneteskan cairan yang akan diukur 2-3 tetes pada tempat sampel permukaan kaca refractometer. Hasil didapat apabila terjadi pola gelap terang yang terlihat jendela pengintai A sedangkan untuk menentukan nilai indeks bias terlihat pada jendela pengintai B yaitu berupa skala.



Gambar 3.7 Refractometer abbe

3.4 Analisis Data

Hasil penelitian berupa perubahan pola interferensi (*frings*) akibat perputaran wadah sampel. Nilai perubahan pola interferensi **Z** digunakan untuk menghitung niali indeks bias cairan.

Nilai indeks bias bahan cairan pada wadah plat kaca sejajar yang diukur berdasarkan persamaan berikut :

$$n = \frac{(2L - 2Z\lambda)(1 - \cos\theta)}{2L(1 - \cos\theta) - 2Z\lambda}$$

dengan :

n = indeks bias

λ = panjang gelombang laser He-Ne (0,6328 μm)

Z = perubahan pola interferensi pada layar

L = panjang wadah sampel (mm)

Bukti persamaan tersebut dapat dilihat pada lampiran 7.

Dengan merata-rata nilai **Z** tiap 100 step dan menjumlahkan ke 100 step berikutnya maka akan didapatkan **Z** total sebagai perubahan hasil pola interferensi.

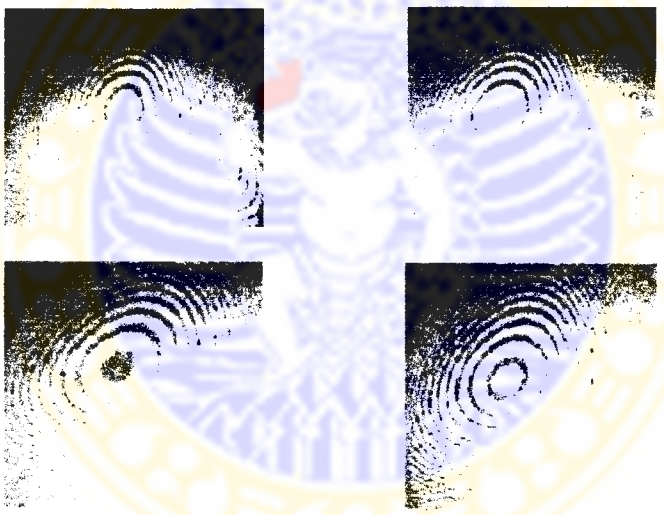
Nilai indek bias yang diperoleh dalam penelitian ini akan dibandingkan dengan pengukuran nilai indeks bias refractometer abbe dan nilai referensi indeks bias "www.luxpop.com'. Untuk membandingkan hasil tersebut digunakan teori kesalahan. Jika semakin kecil nilai simpangan yang didapat maka disimpulkan bahwa hasil tersebut akan mendekati nilai indeks bias refractometer abbe dan nilai referensi indeks bias "www.luxpop.com".

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

Penentuan nilai indeks bias cairan dengan memanfaatkan gejala interferensi cahaya yang dilakukan pada penelitian ini menghasilkan adanya perubahan pada pusat pola interferensi (*fringe*) akibat adanya perputaran salah satu sampel dengan menggunakan motor langkah (*stepper motor*). Gambar 4.1 adalah gambar hasil perekaman pola interferensi.



Gambar 4.1. Hasil perekaman pola interferensi akibat perputaran sampel

Data yang didapatkan dalam penelitian ini berupa data perputaran motor langkah (*stepper motor*) sehingga dihasilkan sudut teta ($\boldsymbol{\theta}$) serta data jumlah perubahan pusat pola interferensi (**Z**), dimana **Z** adalah jumlah total $Z_{rata\text{-}rata}$ tiap pertambahan 100 step yang ditunjukkan oleh tabel di bawah ini :

Tabel 4.1. Data hasil perhitungan perubahan pola interferensi dengan menggunakan metode interferometer Mach-Zehnder.

Sampel	Step	Sudut (θ)	Pengukuran ke					$Z_{rata-rata}$	Z
			1	2	3	4	5		
Alkohol 76%	100	0.47	1	1	2	2	2	1.6	1.6
	200	0.94	3	3	4	3	3	3.4	4.8
	300	1.41	3	3	3	3	4	3.2	8
	400	1.88	4	3	3	4	4	3.6	11.6
	500	2.35	4	4	4	4	4	4	15.6
Akuades	100	0.47	2	1	1	2	2	1.6	1.6
	200	0.94	4	3	3	3	4	3.4	5
	300	1.41	3	3	3	3	3	3	8
	400	1.88	5	4	4	4	4	4.2	12.2
	500	2.35	4	4	4	4	4	4	16.2
Acetone	100	0.47	2	2	2	2	2	2	2
	200	0.94	3	4	3	3	3	3.2	5.2
	300	1.41	3	3	3	4	4	3.4	8.6
	400	1.88	5	5	4	4	4	4.4	13
	500	2.35	5	5	5	5	5	5	18

Tabel 4.2. Tabel perbandingan nilai indeks bias Interferometer Mach-Zehnder, Refractometer abbe dan "www.luxpop.com".

Sampel	Hasil perhitungan indeks bias		
	Mach-Zehnder	Refractometer abbe	"www.luxpop.com"
Alkohol 76%	1.30418	1.32094	1.32541
Akuades	1.31147	1.33594	1.33258
Acetone	1.38649	1.35894	1.35752

4.2. Pembahasan

Penentuan nilai indeks bias cairan dengan menggunakan metode interferometer Mach-Zehnder serta memanfaatkan webcam dan teknologi komputer dapat dilakukan setelah adanya proses perubahan pola interferensi pada layar setelah sampel diputar, metode ini sebenarnya memberikan hasil yang akurat dan sangat teliti. Dengan melakukan pemutaran sampel, mengakibatkan

ADLN Perpustakaan Universitas Airlangga

berubahnya panjang lintasan optik dalam interferometer Mach-Zehnder. Karena panjang dari lintasan optik tersebut berubah maka akan terjadi perubahan pada pola interferensi yang dapat dilihat pada layar.

Dalam penelitian ini, perubahan pola interferensi akibat dari perputaran sampel cairan disebabkan karena adanya gelombang elektromagnetik yang melalui medium akan mengisi ruangan kosong inti yang dikelilingi awan-awan elektron. Didalam atom terjadi getaran elektron yang menghasilkan radiasi energi yang bentuknya mirip gelombang elektromagnetik. Hal ini dapat dilihat pada laju perubahan pola interferensi yang terjadi setelah sampel diputar fasenya akan lebih lambat dari fase gelombang elektromagnetik. Gabungan kedua gelombang tersebut menyebabkan fasenya diperlambat sehingga kecepatan fasenya akan berkurang. Adanya perbedaan fase mengakibatkan lintasan optik untuk berkas uji dan berkas referensi tidak sama, maka lintasan optik akan sama lagi ketika wadah sampel cairan diputar kembali seperti keadaan semula.

Disamping mempunyai kelebihan, metode interferometer Mach-Zehnder juga mempunyai kelemahan. Metode interferometer Mach-Zehnder ini tidak bisa digunakan untuk mengukur indeks bias secara langsung. Selain itu metode ini juga sangat peka sekali terhadap keadaan lingkungan. Seperti misalnya adanya getaran dan keadaan temperatur yang labil. Dari pengamatan pola interferensi yang diperoleh kurang terpusat disebabkan penempatan sampel yang tidak benar-benar sejajar dengan lintasan optisnya. Sehingga keadaan ini sangat berpengaruh terhadap nilai perubahan pola interferensi dan hasil perhitungan indeks bias dari tiap-tiap sampel cairan.

Dari lampiran 1 dapat diketahui nilai indeks bias yang diperoleh dengan menggunakan metode interferometer Mach-Zehnder dan dipadukan dengan teknologi komputer didapat nilai indeks Alkohol 76%, Akuades, dan Acetone sebesar (1.30418±0.52692), (1.31147±0.52251), dan (1.38649±0.51347). Nilai indeks bias yang diukur dengan mengunakan refractometer abbe sebesar 1.32094, 1.33594 dan 1.35894, dapat dilihat pada lampiran 11 sehingga memiliki nilai simpangan sebesar 1.28 %, 1.86% dan 1.98% dengan nilai indeks bias yang diperoleh dalam penelitian ini dengan menggunakan sampel Alkohol 76%, Akuades, dan Acetone yang sama. Sedangkan dengan mengunakan referensi "www.luxpop.com", dapat dilihat pada lampiran 10, nilai yang didapat memiliki ketelitian yang relatif sama dengan mengunakan refractometer abbe, sehingga memiliki nilai simpangan sebesar 1.62 %, 1.60% dan 2.08%.

Nilai indeks bias yang diperoleh akan mendekati nilai pengukuran refractometer abbe dan referensi "www.luxpop.com" jika mula-mula dilakukan perputaran pada step 100-200. Pada step ini didapat sudut 0.47-0.94 dimana wadah sampel akan sejajar dengan lintasan optik.

Penelitian ini menghadapi kendala pada saat motor langkah (*stepper motor*) digerakan masih ada getaran pada meja interferometer Mach-Zehnder, sehingga hasil perubahan pola interferensi dapat terganggu. Adanya penguapan sampel alkohol dan acetone serta penempatan wadah sampel yang kurang sejajar dengan lintasan optis sangat berpengaruh terhadap perubahan pola interferensi dan perhitungan nilai indeks bias. Untuk dapat mengamati hasil interferensi yang baik, penelitian ini harus dilakukan di ruang gelap. Namun akibat dari hal tersebut, citra

ADLN Perpustakaan Universitas Airlangga

dari pola interferensi yang diperoleh yang terekam oleh webcam untuk nantinya diolah oleh komputer belum memiliki tingkat ketajaman yang baik. Hal ini disebabkan karena webcam yang digunakan memiliki resolusi yang rendah serta belum memiliki tingkat sensitifitas cahaya yang tinggi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Teknologi komputer dapat digunakan untuk mengamati pola rumbai yang dinamis pada interferometer Mach-Zehnder yang diakibatkan perputaran oleh salah satu sampel.
2. Nilai indeks bias Alkohol 76%, Akuades, Acetone yang diperoleh dalam penelitian ini hampir sesuai dengan nilai indeks bias Alkohol 76%, Akuades, Acetone yang diperoleh pada pengukuran refractometer abbe, dan software luxpop (*www.luxpop.com*) dengan nilai simpangan sebesar 1.28 %, 1.86%, 1.98% dan 1.62 %, 1.60%, 2.08%.

5.2. Saran

Untuk memperoleh nilai indeks bias suatu cairan yang lebih akurat maka sebaiknya dilakukan hal-hal sebagai berikut :

1. Mencari posisi step awal untuk memulai menghitung perubahan pola interferensi.
2. Menggunakan motor langkah (*stepper motor*) yang memiliki step yang lebih kecil, agar perputarannya lebih merata (*smooth*).

ADLN Perpustakaan Universitas Airlangga

3. Menggunakan webcam yang memiliki resolusi tinggi serta memiliki sensitifitas cahaya yang baik.
4. Merancang sistem kontrol yang lebih baik untuk proses perekaman pola interferensi.
5. Memodifikasi perangkat lunak dari komputer agar dapat menghitung secara digital perubahan pola interferensi.

DAFTAR PUSTAKA

Born, Max and Wolf, Emil, 1985, ***Principles Of Optics***, 6Th Edition, Rochster.

De Nicola S, et al., 1996, *A reflective grating interferometer for measuring the refractive index of liquid,* Istituto di Cibernetica del CNR, Italy.

Hecht, Engene, 2002, *OPTIC,* 4Th Edition, Adelphi University.

Jenkins and White, 1957, ***Fundamentals of Optics***, Mc Graw-Hill Book Company Inc., New York.

Laud, B. B., Penterjemah Sutanto, 1988, ***Laser dan Optik Non Linier***, Universitas Indonesia, Jakarta.

Sears, F. W. and Zemansky, M. E., 1968, ***University Physics***, vol. 1, Addison Wesley Publishing Company Inc., Massachusetts.

Sears, F. W. dan Zemansky, M. E., 1982, Saduran bebas Katib, N. dan Achmad, A., ***Fisika untuk Universitas***, vol. 1, Bina Cipta, Bandung.

Subrahmanyam, N. dan Brijlal, M.Sc., 1982, ***A Text Book of Optics,*** S. Chand & Company LTD Ram Nagar, New Delhi.

Sri Indah Lestari, 1980, "Gejala Interferensi, Interferometer dan pemakaiannya", Fisika Teknik, FMIPA ITS, Surabaya.

Tipler, A.P., 1998, Fisika untuk sain dan teknik, Edisi ketiga, Erlangga, Jakarta.

Welford, W. T., 1980, ***Optics,*** 2Th Edition, Oxford University press, Imperial College London.

Young M., 1986, ***Optics and Laser,*** 3Th Edition, Springer-Verlag, New York.

Lampiran 1

Hasil perhitungan indeks bias

Dari tabel 4.1, indeks bias Alkohol 76%, Akuades, Acetone dapat dihitung dengan mengunakan rumus :

$$n = \frac{(2L - 2Z\lambda)(1 - \cos\theta)}{2L(1 - \cos\theta) - 2Z\lambda}$$

Lampiran 1 (lanjutan)

Dimana : $\lambda = 6.328\ 10^{-4}$ mm

L = (88±0.001)mm

$$\bar{\theta} = \frac{\sum_1^i \theta_i}{n} \qquad \bar{Z} = \frac{\sum_1^i Z_i}{n} \qquad \bar{n}_i = \frac{\sum_1^i n_i}{n}$$

$$\Delta\theta = \sqrt{\frac{\Sigma\theta_i^{\,2} - n\bar{\theta}^2}{(n-1)}} \qquad \Delta Z = \sqrt{\frac{\Sigma Z_i^{\,2} - n\bar{Z}^2}{(n-1)}}$$

$$\Delta n = \left|\frac{\partial n}{\partial Z}\right|(\Delta Z) + \left|\frac{\partial n}{\partial \theta}\right|(\Delta\theta)$$

$$\left|\frac{\partial n}{\partial Z}\right| = \frac{[(1-\cos\theta)(-2\lambda)][2L(1-\cos\theta) - 2Z] - [(2L - 2Z\lambda)(1-\cos\theta)(-2)]}{[2L(1-\cos\theta) - 2Z]^2}$$

$$= \frac{[(1-\cos\theta)(2L - 2\lambda) - 2Z] - [(2L - 2Z\lambda)(2\cos\theta - 2)]}{[2L(1-\cos\theta) - 2Z]^2}$$

$$\left|\frac{\partial n}{\partial \theta}\right| = \frac{[(2L - 2Z\lambda)(\sin\theta)][2L(1-\cos\theta) - 2Z] - [(2L - 2Z\lambda)(1-\cos\theta)(2L\sin\theta)]}{[2L(1-\cos\theta) - 2Z]^2}$$

Lampiran 1 (lanjutan)

Alkohol 76% :

Berikut adalah tabulasi hasil perhitungan untuk nilai-nilai pada persamaan di atas :

Data ke-i	Step	Teta (θ)	Z	$(\theta)^2$	$(Z)^2$	n
1	100	0.47	1.6	0.2209	2.56	1.62208
2	200	0.94	4.8	0.8836	23.04	1.32718
3	300	1.41	8	1.9881	64	1.23528
4	400	1.88	11.6	3.5344	134.56	1.18259
5	500	2.35	15.6	5.5225	243.36	1.15376
Σ	-	7.05	41.6	12.1495	467.52	6.52089
Rata-rata	-	1.41	8.3	2.4299	93.504	1.30418

Sehingga didapatkan nilai indeks bias Alkohol 76% adalah :

$$n_a = \left(\overline{n_a} \pm \Delta n_a\right) = (1{,}30418 \pm 0{,}52692)$$

Akuades :

Berikut adalah tabulasi hasil perhitungan untuk nilai-nilai pada persamaan di atas :

Data ke-i	Step	Teta (θ)	Z	$(\theta)^2$	$(Z)^2$	n
1	100	0.47	1.6	0.2209	2.56	1.62208
2	200	0.94	5	0.8836	25	1.34552
3	300	1.41	8	1.9881	64	1.23528
4	400	1.88	12.2	3.5344	148.84	1.19386
5	500	2.35	16.2	5.5225	262.44	1.16063
Σ	-	7.05	43	12.1495	502.84	6.55737
Rata-rata	-	1.41	8.6	2.4299	100.57	1.31147

Sehingga didapatkan nilai indeks bias Akuades adalah :

$$n_{aq} = \left(\overline{n_{aq}} \pm \Delta n_{aq}\right) = (1{,}31147 \pm 0{,}52251)$$

Lampiran 1 (lanjutan)

Acetone :

Berikut adalah tabulasi hasil perhitungan untuk nilai-nilai pada persamaan di atas :

Data ke-i	Step	Teta (θ)	Z	$(\theta)^2$	$(Z)^2$	n
1	100	0.47	2	0.2209	4	1.92081
2	200	0.94	5.2	0.8836	27.04	1.36437
3	300	1.41	8.6	1.9881	73.96	1.25635
4	400	1.88	12.8	3.5344	163.84	1.20924
5	500	2.35	18	5.5225	324	1.18172
Σ	-	7.05	46.6	12.1495	592.84	6.93249
Rata-rata	-	1.41	9.3	2.4299	118.57	1.38649

Sehingga didapatkan nilai indeks bias Acetone adalah :

$$n_{ac} = \left(\overline{n_{ac}} \pm \Delta n_{ac}\right) = \left(1{,}38649 \pm 0{,}51347\right)$$

Lampiran 2

Blok diagram rangkaian driver

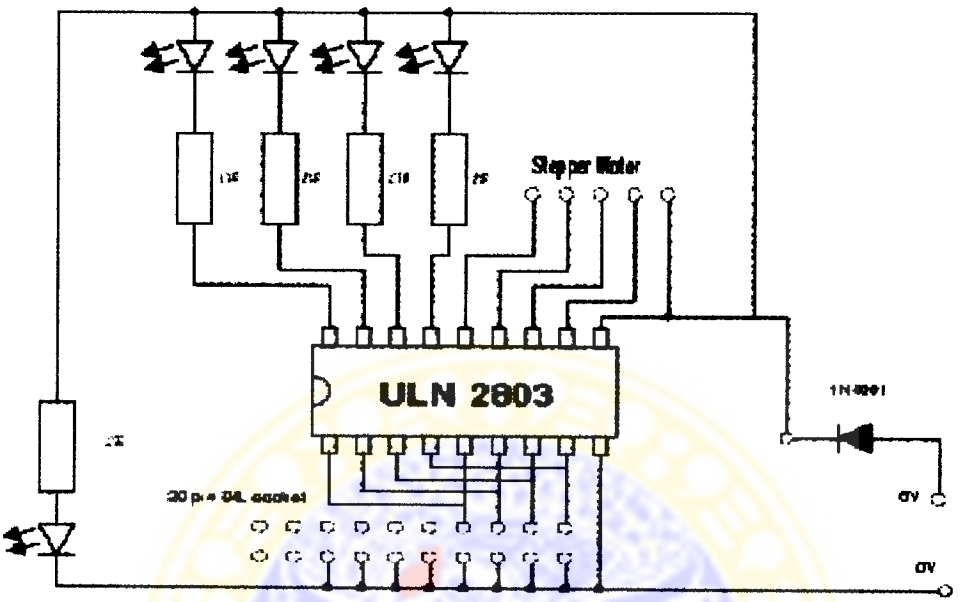
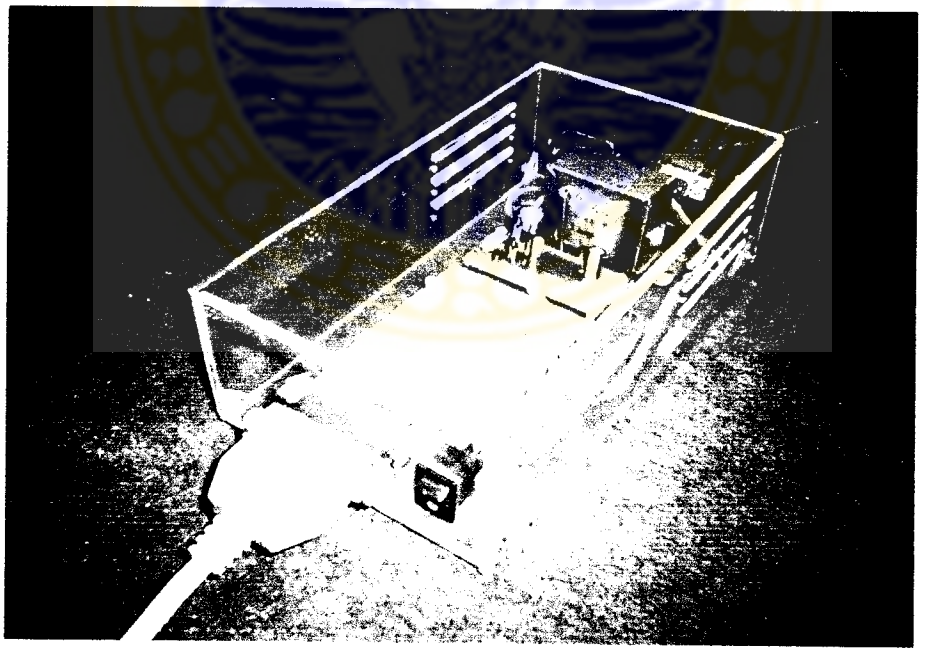
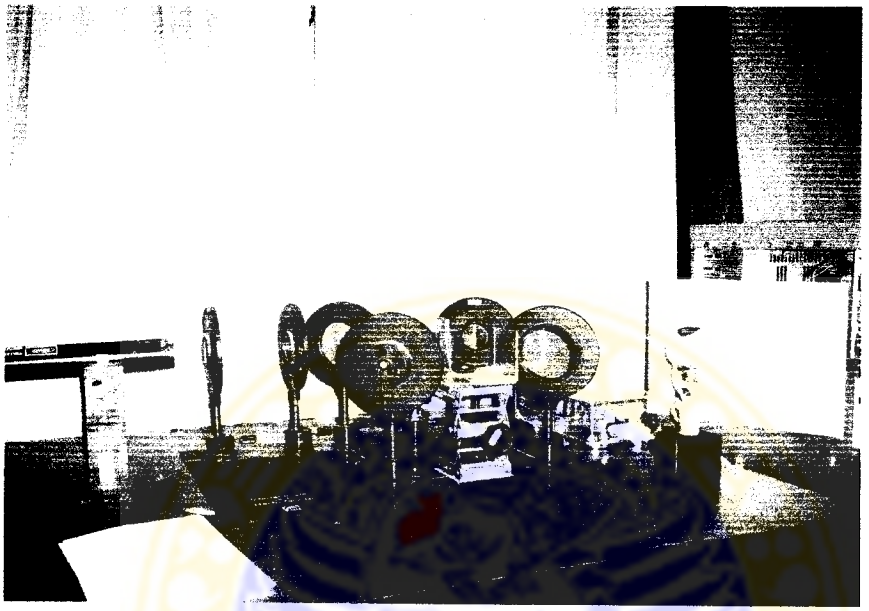


Foto rangkaian driver



Lampiran 3

Foto susunan alat penelitian



Lampiran 4

Kode-kode pemrograman "Program Mach-Zehnder C_Troe01" :

```
unit ta;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms,
Dialogs,
  StdCtrls,  ExtCtrls,  Videocap,  MPlayer,  VideoDisp,  FileCtrl,
Menus,
  ComCtrls, AMovie, jpeg, FlashPlayerControl, SimpleTimer;

const fullstep:array [1..4] of byte = ($8,$4,$2,$1);

type
   TForm1 = class(TForm)
    Timer1: TTimer;
    VideoCap1: TVideoCap;
    MainMenu1: TMainMenu;
    File1: TMenuItem;
    Buka1: TMenuItem;
    Tutup1: TMenuItem;
    Keluar1: TMenuItem;
    OpenDialog1: TOpenDialog;
    SaveDialog1: TSaveDialog;
    TayangUlang2: TMenuItem;
    Buka2: TMenuItem;
    Mulai1: TMenuItem;
    Stop1: TMenuItem;
    Kecepatan1: TMenuItem;
    Tutup2: TMenuItem;
    Info2: TMenuItem;
    About1: TMenuItem;
    Info1: TMenuItem;
    VideoFormat1: TMenuItem;
    VideoSource1: TMenuItem;
    VideoDisplay1: TMenuItem;
    PageControl1: TPageControl;
    TabSheet1: TTabSheet;
    TabSheet2: TTabSheet;
    TabSheet3: TTabSheet;
    TabSheet4: TTabSheet;
    GroupBox1: TGroupBox;
    GroupBox2: TGroupBox;
    GroupBox3: TGroupBox;
    TrackBar1: TTrackBar;
    TrackBar2: TTrackBar;
    TrackBar3: TTrackBar;
    TrackBar4: TTrackBar;
    RadioButton1: TRadioButton;
    RadioButton2: TRadioButton;
    RadioButton3: TRadioButton;
```

Lampiran 4 (lanjutan)

```
RadioButton4: TRadioButton;
RadioButton5: TRadioButton;
RadioButton6: TRadioButton;
RadioButton7: TRadioButton;
RadioButton8: TRadioButton;
RadioButton9: TRadioButton;
RadioButton10: TRadioButton;
RadioButton11: TRadioButton;
RadioButton12: TRadioButton;
RadioButton13: TRadioButton;
RadioButton14: TRadioButton;
RadioButton15: TRadioButton;
RadioButton16: TRadioButton;
RadioButton17: TRadioButton;
RadioButton18: TRadioButton;
RadioButton19: TRadioButton;
RadioButton20: TRadioButton;
Label1: TLabel;
Label2: TLabel;
Label3: TLabel;
Label4: TLabel;
GroupBox4: TGroupBox;
GroupBox5: TGroupBox;
GroupBox6: TGroupBox;
Button1: TButton;
Button2: TButton;
Button3: TButton;
Button4: TButton;
Edit1: TEdit;
RadioButton24: TRadioButton;
RadioButton25: TRadioButton;
RadioButton26: TRadioButton;
Label5: TLabel;
Edit2: TEdit;
Label6: TLabel;
Button5: TButton;
Button6: TButton;
Edit3: TEdit;
GroupBox7: TGroupBox;
Edit4: TEdit;
Edit5: TEdit;
Button7: TButton;
Label7: TLabel;
GroupBox8: TGroupBox;
Button8: TButton;
Button9: TButton;
Button10: TButton;
GroupBox9: TGroupBox;
Label8: TLabel;
Label9: TLabel;
Label10: TLabel;
Edit6: TEdit;
Edit7: TEdit;
```

Lampiran 4 (lanjutan)

```
Edit8: TEdit;
Button11: TButton;
Button13: TButton;
Button14: TButton;
Label11: TLabel;
GroupBox10: TGroupBox;
Label12: TLabel;
Edit9: TEdit;
Label13: TLabel;
Edit10: TEdit;
Button15: TButton;
Edit11: TEdit;
Label14: TLabel;
Perhitungan1: TMenuItem;
Tentang1: TMenuItem;
Bantuan1: TMenuItem;
Info3: TMenuItem;
Buka3: TMenuItem;
Tutup3: TMenuItem;
Tutup4: TMenuItem;
ActiveMovie1: TActiveMovie;
Panel1: TPanel;
GroupBox11: TGroupBox;
Edit12: TEdit;
OpenDialog2: TOpenDialog;
Label15: TLabel;
TrackBar5: TTrackBar;
TrackBar6: TTrackBar;
Label16: TLabel;
Label17: TLabel;
CheckBox1: TCheckBox;
CheckBox2: TCheckBox;
CheckBox3: TCheckBox;
Button16: TButton;
OpenDialog3: TOpenDialog;
FlashPlayerControl1: TFlashPlayerControl;
SimpleTimer1: TSimpleTimer;
Label18: TLabel;
Button12: TButton;
Label19: TLabel;
Edit13: TEdit;
Label20: TLabel;
Button17: TButton;
Edit14: TEdit;
Edit15: TEdit;
Edit16: TEdit;
Edit17: TEdit;
Label21: TLabel;
procedure Timer1Timer(Sender: TObject);
procedure Buka1Click(Sender: TObject);
procedure FormCreate(Sender: TObject);
procedure Tutup1Click(Sender: TObject);
procedure Keluar1Click(Sender: TObject);
```

Lampiran 4 (lanjutan)

```
    procedure VideoFormat1Click(Sender: TObject);
    procedure VideoSource1Click(Sender: TObject);
    procedure VideoDisplay1Click(Sender: TObject);
    procedure Bantuan1Click(Sender: TObject);
    procedure Info3Click(Sender: TObject);
    procedure Button3Click(Sender: TObject);
    procedure About1Click(Sender: TObject);
    procedure Button1Click(Sender: TObject);
    procedure Button8Click(Sender: TObject);
    procedure Button11Click(Sender: TObject);
    procedure Button13Click(Sender: TObject);
    procedure Button14Click(Sender: TObject);
    procedure Button5Click(Sender: TObject);
    procedure RadioButton24Click(Sender: TObject);
    procedure Edit2Change(Sender: TObject);
    procedure Button9Click(Sender: TObject);
    procedure Button10Click(Sender: TObject);
    procedure TrackBar5Change(Sender: TObject);
    procedure TrackBar6Change(Sender: TObject);
    procedure CheckBox1Click(Sender: TObject);
    procedure CheckBox2Click(Sender: TObject);
    procedure CheckBox3Click(Sender: TObject);
    procedure Button2Click(Sender: TObject);
    procedure Button16Click(Sender: TObject);
    procedure Buka2Click(Sender: TObject);
    procedure Mulai1Click(Sender: TObject);
    procedure Stop1Click(Sender: TObject);
    procedure Kecepatan1Click(Sender: TObject);
    procedure Info1Click(Sender: TObject);
    procedure Tutup4Click(Sender: TObject);
    procedure Button12Click(Sender: TObject);

  private
    { Private declarations }
    stretch : boolean;
  public
    { Public declarations }
    Procedure outport(addr:word;data:byte);
    Function inport(addr:word):byte;
  end;

var
  Form1: TForm1;

implementation

uses Unit2, Unit3;


{$R *.DFM}

var i,j:integer;
```

Lampiran 4 (lanjutan)

```
Function
DlPortReadPortUchar(Port:integer):char;far;stdcall;External

'DLPORTIO.dll';
Procedure

DlPortWritePortUchar(Port:integer;Value:char);far;stdcall;External

'DLPORTIO.dll';

function TForm1.inport(addr:word): byte;
begin
  result:=ord(DlPortReadPortUchar(addr));
end;

procedure TForm1.outport(addr:word;data: byte);
begin
  DlPortWritePortUchar(addr,Char(data));
  videocap1.videopreview:=true;
end;

procedure TForm1.Buka1Click(Sender: TObject);
begin
videocap1.videopreview:=True;
end;

procedure TForm1.FormCreate(Sender: TObject);
begin
i:=0;
j:=0;
videocap1.SingleImageFile:='ade.bmp';
end;

procedure TForm1.Tutup1Click(Sender: TObject);
begin
videocap1.videopreview:=false;
end;

procedure TForm1.Keluar1Click(Sender: TObject);
begin
Application.Terminate;
end;

procedure TForm1.VideoFormat1Click(Sender: TObject);
begin
Videocap1.DlgVFormat;
end;

procedure TForm1.VideoSource1Click(Sender: TObject);
begin
Videocap1.DlgVsource;
end;
```

Lampiran 4 (lanjutan)

```
procedure TForm1.VideoDisplay1Click(Sender: TObject);
begin
Videocap1.DlgVDisplay;
end;

procedure TForm1.Bantuan1Click(Sender: TObject);
begin
form2.show;
end;

procedure TForm1.Info3Click(Sender: TObject);
begin
form3.show;
end;

procedure TForm1.Button3Click(Sender: TObject);
begin
videocap1.videopreview:=True;
end;

procedure TForm1.About1Click(Sender: TObject);
begin
OpenDialog2.Filter := 'video clips';
   OpenDialog2.FileName                                          :=
'*.mpg;*.mpeg;*.avi;*.wav;*.mp3;*.asf;*.wmv;*.vob';
   if OpenDialog2.Execute then begin
      Edit12.Text := OpenDialog2.FileName;
      ActiveMovie1.FileName := Edit12.Text;
      ActiveMovie1.Open;
   end;
end;

procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
begin
if savedialog1.Execute then
videocap1.VideoFileName:=savedialog1.FileName;
videocap1.StartCapture;
i:=0;
j:=0;
timer1.Enabled:=true;
videocap1.SingleImageFile:='ade.bmp';
videocap1.CapToFile:=true;
end;

procedure TForm1.Timer1Timer(Sender: TObject);
var x:byte;
begin
inc(i);
inc(j);
x:=fullstep[i];
edit1.Text:=inttostr(x);
outport($378,x);
if i=4 then
```

Lampiran 4 (lanjutan)

```
i:=0;
if j=200 then
begin
outport($378,0);
timer1.Enabled:=false;

end;
end;
procedure TForm1.Button8Click(Sender: TObject);
begin
OpenDialog2.Filter := 'video clips';
   OpenDialog2.FileName                                                    :=
'*.mpg;*.mpeg;*.avi;*.wav;*.mp3;*.asf;*.wmv;*.vob;*.dat';
   if OpenDialog2.Execute then begin
      Edit12.Text := OpenDialog2.FileName;
      ActiveMovie1.FileName := Edit12.Text;
      ActiveMovie1.Open;
   end;
end;
procedure TForm1.Button11Click(Sender: TObject);
begin
videocap1.DlgVCompression;
end;

procedure TForm1.Button13Click(Sender: TObject);
begin
Videocap1.DlgVFormat;
end;

procedure TForm1.Button14Click(Sender: TObject);
begin
Videocap1.DlgVsource;
end;

procedure TForm1.Button5Click(Sender: TObject);
begin

if not VideoCap1.SaveAsDib then
 MessageDlg('Could not save picture',mtError,[mbOK],0)
else
 MessageDlg('Picture saved',mtInformation,[mbOK],0);
end;

procedure TForm1.RadioButton24Click(Sender: TObject);
begin
videocap1.videopreview:=True;
end;

procedure TForm1.Edit2Change(Sender: TObject);
var i:integer;
begin
try
 i:= strtoint(Edit1.Text);
```

Lampiran 4 (lanjutan)

```
 if (i > 0) and ( i < 30) then VideoCap1.PreviewRate:=i;
except
end;
end;

procedure TForm1.Button9Click(Sender: TObject);
begin
ActiveMovie1.FileName := Edit12.Text;
   ActiveMovie1.Open;
end;

procedure TForm1.Button10Click(Sender: TObject);
begin
ActiveMovie1.Close;
end;

procedure TForm1.TrackBar5Change(Sender: TObject);
begin
ActiveMovie1.Rate := 0.5 + ((TrackBar5.Max - TrackBar5.Position) /
200);
end;

procedure TForm1.TrackBar6Change(Sender: TObject);
begin
 if TrackBar6.Tag = 0 then begin
      ActiveMovie1.TimePosition     :=     TrackBar6.Position     *
ActiveMovie1.TotalTime / TrackBar6.Max;
end;
end;
procedure TForm1.CheckBox1Click(Sender: TObject);
begin
ActiveMovie1.FullScreenMode := CheckBox1.Checked;
end;

procedure TForm1.CheckBox2Click(Sender: TObject);
begin
ActiveMovie1.Visible := CheckBox2.Checked;
end;

procedure TForm1.CheckBox3Click(Sender: TObject);
begin
ActiveMovie1.ShowControls := CheckBox3.Checked;
   CheckBox3.Checked := ActiveMovie1.ShowControls;
end;

procedure TForm1.Button2Click(Sender: TObject);
begin
videocap1.StopCapture;
timer1.Enabled:=false;
end;

procedure TForm1.Button16Click(Sender: TObject);
begin
```

Lampiran 4 (lanjutan)

```
if OpenDialog3.Execute then
     FlashPlayerControl1.Movie := OpenDialog3.FileName;
end;

procedure TForm1.Buka2Click(Sender: TObject);
begin
videocap1.videopreview:=True;
end;

procedure TForm1.Mulai1Click(Sender: TObject);
begin
if savedialog1.Execute then
videocap1.VideoFileName:=savedialog1.FileName;
videocap1.StartCapture;
i:=0;
j:=0;
timer1.Enabled:=true;
videocap1.SingleImageFile:='ade.bmp';
videocap1.CapToFile:=true;
end;

procedure TForm1.Stop1Click(Sender: TObject);
begin
videocap1.StopCapture;
timer1.Enabled:=false;
end;

procedure TForm1.Kecepatan1Click(Sender: TObject);
begin
videocap1.videopreview:=false;
end;

procedure TForm1.Info1Click(Sender: TObject);
begin
ActiveMovie1.FileName := Edit12.Text;
   ActiveMovie1.Open;
end;

procedure TForm1.Tutup4Click(Sender: TObject);
begin
ActiveMovie1.Close;
end;

procedure TForm1.Button12Click(Sender: TObject);
begin
videocap1.videopreview:=false;
end;

end.
```

Lampiran 5

Prosedur perekaman pola interferensi dari Interferometer Mach-Zehnder dengan menggunakan program aplikasi videocap :

1. Dari halaman pembuka sistem operasi Windows XP (*desktop*) klik ***"Start"***, ***"Program"***, *"Program Mach-Zehnder C_Troe01"*. Cara lain adalah dengan melakukan klik ganda (*double click*) pada *icon* ***"Program Mach-Zehnder C_Troe01.Exe"*** yang berada pada *desktop*.
2. Memastikan bahwa semua aplikasi aktif baik software maupun hardware (dalam keadaan *on*).
3. Mengaktifkan webcam dengan melakukan klik *format capture* atau perekaman lalu klik "*buka*" yang ditandai dengan munculnya gambar yang ingin direkam pada layar aplikasi (*Videocap*) maka segera melakukan klik pada tombol ***"start"***, memasukan "file name.avi" kemudian klik "***save***" dengan demikian proses perekaman telah dimulai.
4. Apabila perekaman secara otomatis selesai, maka waktu dan step diatur lebih dahulu. Cara lain untuk mengakiri perekaman adalah melakukan klik pada tombol ***"Stop"*** . Dengan demikian proses perekaman telah selesai.
5. Menutup program aplikasi (*Videocap*) dengan melakukan klik pada tombol ***"tutup"*** dan untuk menutup semua program klik tombol "***exit***" yang terletak pada pojok kiri bawah program aplikasi tersebut.

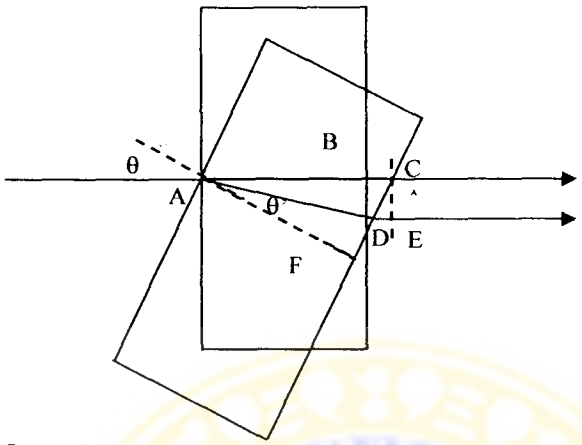
Lampiran 6

Prosedur perekonstruksian rekaman pola interferensi dari Interferometer Mach-Zehnder dengan menggunakan program Delphi 5 :

1. Dari menu utama, klik *video display* atau klik tampilan lalu pilih menu ***"Buka"*** atau "***open***" untuk membuka file hasil rekaman, cari file yang telah disimpan sebelumnya dalam bentuk .avi, lalu klik tombol ***"mulai"*** atau "***start***".
2. Klik tombol ***"Start"*** untuk memulai proses rekontruksi ditandai dengan munculnya hasil rekaman pada layar video display (*Active movie*) windows media player.
3. Untuk mengatur kecepatan rekonstruksi hasil rekaman, geser "*trackbar*" pada set display maupun posisi hasil rekontruksi yang terletak sebelah kanan video display (*Active movie*) sesuai dengan yang diinginkan.
4. Langkah ke-2 dan ke-3 dapat diulangi bila perlu untuk menghitung jumlah perubahan pola interferensi sesuai dengan keperluan.
5. Bila proses rekonstruksi telah selesai, klik menu ***"Tutup"*** atau "***close***" untuk menutup file hasil rekaman.
6. Untuk menutup program aplikasi ini, klik menu pojok kiri atas lalu pilih menu ***"Keluar"***.

Lampiran 7

Penurunan rumus penentuan indeks bias cairan



$$AD = \frac{L}{\cos\theta'}$$

$$DE = DC \sin\theta$$

$$DC = FC - FD = L\tan\theta - L\tan\theta'$$

$$BC = \frac{L}{\cos\theta} - L$$

Lintasan optis d pada wadah biasanya tergantung dari panjang geometri L wadah panjang lintasan optik ruang uji yang berisi sampel cairan yang diputar nilainya adalah :

$$d = nL \qquad (1)$$

Dengan n = indeks bias bahan sampel

L = panjang ruang uji yang dilalui oleh berkas

Perubahan lintasan optik cairan pada plat kaca sejajar yang diputar, nilai perubahan lintasan optik dinyatakan sebagai berikut :

Lampiran 7 (lanjutan)

Panjang lintasan optik referensi :

$$d_1 = AB + BC \tag{2}$$

$$= nL + BC \tag{3}$$

$$= nL + \frac{L}{\cos\theta} - L \tag{4}$$

$$= L\left(n + \frac{1}{\cos\theta} - 1\right) \tag{5}$$

Panjang lintasan optik ruang uji yang diputar :

$$d_2 = nAD + DE \tag{6}$$

$$= n\frac{L}{\cos\theta'} + DC\sin\theta \tag{7}$$

$$= n\frac{L}{\cos\theta'} + \left(L\tan\theta - L\tan\theta'\right)\sin\theta \tag{8}$$

$$= L\left(\frac{n}{\cos\theta'} + \left(\tan\theta - \tan\theta'\right)\sin\theta\right) \tag{9}$$

Dari persamaan 5 dan 9 di atas didapatkan beda lintasan optik berkas 1 dan 2, yaitu :

$$\Delta d = d_2 - d_1 \tag{10}$$

$$= \left(L\left(\frac{n}{\cos\theta'} + \left(\tan\theta - \tan\theta'\right)\sin\theta\right)\right) - \left(L\left(n + \frac{1}{\cos\theta} - 1\right)\right) \tag{11}$$

$$= L\left(\frac{n}{\cos\theta'} + \left(\tan\theta - \tan\theta'\right)\sin\theta - n - \frac{1}{\cos\theta} + 1\right) \tag{12}$$

Δd dapat diturunkan dari perubahan pola interferensi. Jika **Z** menyatakan banyaknya jumlah perubahan pola interferensi, maka beda lintasan optiknya dapat di hitung sebagai berikut :

Lampiran 7 (lanjutan)

$$\Delta d = z\lambda \tag{13}$$

$$L\left(\frac{n}{\cos\theta'} + \left(\tan\theta - \tan\theta'\right)\sin\theta - n - \frac{1}{\cos\theta} + 1\right) = Z\lambda \tag{14}$$

maka indeks bias sampel yang diukur dapat ditentukan berdasarkan persamaan berikut :

$$\frac{n}{\cos\theta'} + \left(\tan\theta - \tan\theta'\right)\sin\theta - n - \frac{1}{\cos\theta} + 1 = \frac{Z\lambda}{L} \tag{15}$$

$$\frac{n}{\cos\theta'} + \sin\theta\left(\tan\theta - \tan\theta'\right) - \frac{1}{\cos\theta} = \frac{Z\lambda}{L} - 1 + n \tag{16}$$

$$\frac{n}{\cos\theta'} + \frac{\sin^2\theta}{\cos\theta} - \frac{\sin\theta\sin\theta'}{\cos\theta'} - \frac{1}{\cos\theta} = \frac{Z\lambda}{L} - 1 + n \tag{17}$$

Jika $n = \dfrac{\sin\theta}{\sin\theta'}$

$$\frac{n}{\cos\theta'} - \frac{\sin^2\theta}{n\cos\theta'} + \frac{\sin^2\theta}{\cos\theta} - \frac{1}{\cos\theta} = \frac{Z\lambda}{L} - 1 + n \tag{18}$$

$$\frac{1}{n\cos\theta'}\left(n^2 - \sin^2\theta\right) - \frac{1}{\cos\theta}\left(1 - \sin^2\theta\right) = \frac{Z\lambda}{L} - 1 + n \tag{19}$$

Jika : $n\cos\theta' = \sqrt{n^2 - \sin^2\theta}$

$$\sqrt{n^2 - \sin^2\theta} - \cos\theta = \frac{Z\lambda}{L} - 1 + n \tag{20}$$

$$\sqrt{n^2 - \sin^2\theta} = \frac{Z\lambda}{L} - 1 + n + \cos\theta \tag{21}$$

$$n^2 - \sin^2\theta = \left(\frac{Z\lambda}{L} - 1 + n + \cos\theta\right)\left(\frac{Z\lambda}{L} - 1 + n + \cos\theta\right) \tag{22}$$

$$n^2 - \sin^2\theta = \frac{Z^2\lambda^2}{L^2} - \frac{Z\lambda}{L} + \frac{nZ\lambda}{L} + \frac{Z\lambda\cos\theta}{L} - \frac{Z\lambda}{L} + 1 - n - \cos\theta$$

Lampiran 7 (lanjutan)

$$+\frac{nZ\lambda}{L}-n+n^2+n\cos\theta+\frac{Z\lambda\cos\theta}{L}-\cos\theta+n\cos\theta+\cos^2\theta \quad (23)$$

$$=\frac{Z^2\lambda^2}{L^2}-\frac{2Z\lambda}{L}+\frac{2nZ\lambda}{L}+\frac{2Z\lambda\cos\theta}{L}+1-2n-2\cos\theta+n^2$$
$$+2n\cos\theta+\cos^2\theta \quad (24)$$

$$n^2-\left(1-\cos^2\theta\right)=\frac{Z^2\lambda^2}{L^2}-\frac{2Z\lambda}{L}+\frac{2nZ\lambda}{L}+\frac{2Z\lambda\cos\theta}{L}+1-2n-2\cos\theta+n^2$$

$$+2n\cos\theta+\cos^2\theta \quad (25)$$

$$n\left(2-2\cos\theta-\frac{2Z\lambda}{L}\right)=\frac{Z^2\lambda^2}{L^2}-\frac{2Z\lambda}{L}+\frac{2Z\lambda\cos\theta}{L}+2-2\cos\theta \quad (26)$$

$$n\left(2-2\cos\theta-\frac{2Z\lambda}{L}\right)=\frac{Z^2\lambda^2}{L^2}-\frac{2Z\lambda}{L}(1-\cos\theta)+2(1-\cos\theta) \quad (27)$$

$$n=\frac{Z^2\lambda^2}{L^2}-\frac{2Z\lambda}{L}(1-\cos\theta)+2(1-\cos\theta)\left(\frac{L}{2L(1-\cos\theta)-2Z\lambda}\right) \quad (28)$$

$$n=\frac{Z^2\lambda^2/L-(1-\cos\theta)(2Z\lambda-2L)}{L}\left(\frac{L}{2L(1-\cos\theta)-2Z\lambda}\right) \quad (29)$$

$$n=\frac{Z^2\lambda^2/L-(1-\cos\theta)(2Z\lambda-2L)}{2L(1-\cos\theta)-2Z\lambda} \quad (30)$$

Jika : $\frac{Z^2\lambda^2}{L}=0$

$$n=\frac{-(1-\cos\theta)(2Z\lambda-2L)}{2L(1-\cos\theta)-2Z\lambda} \quad (31)$$

$$n=\frac{(1-\cos\theta)(-2Z\lambda+2L)}{2L(1-\cos\theta)-2Z\lambda} \quad (32)$$

$$n=\frac{(2L-2Z\lambda)(1-\cos\theta)}{2L(1-\cos\theta)-2Z\lambda} \quad (33)$$

Lampiran 8

Datasheet driver motor langkah (*stepper motor*)ULN 2803 :

Order this document by ULN2803/D

MOTOROLA

Octal High Voltage, High Current Darlington Transistor Arrays

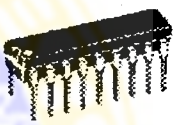
ULN2803
ULN2804

OCTAL PERIPHERAL DRIVER ARRAYS

SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

The eight NPN Darlington connected transistors in this family of arrays are ideally suited for interfacing between low logic level digital circuitry (such as TTL, CMOS or PMOS/NMOS) and the higher current/voltage requirements of lamps, relays, printer hammers or other similar loads for a broad range of computer, industrial, and consumer applications. All devices feature open–collector outputs and free wheeling clamp diodes for transient suppression.

The ULN2803 is designed to be compatible with standard TTL families while the ULN2804 is optimized for 6 to 15 volt high level CMOS or PMOS.



A SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 707

MAXIMUM RATINGS (T_A = 25°C and rating apply to any one device in the package, unless otherwise noted.)

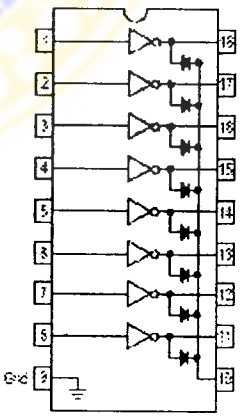
Rating	Symbol	Value	Unit
Output Voltage	V_O	50	V
Input Voltage (Except ULN2801)	V_I	30	V
Collector Current – Continuous	I_C	500	mA
Base Current – Continuous	I_B	25	mA
Operating Ambient Temperature Range	T_A	0 to +70	°C
Storage Temperature Range	T_{stg}	−55 to +150	°C
Junction Temperature	T_J	125	°C

$R_{\theta JA}$ = 55°C/W
Do not exceed maximum current limit per driver.

ORDERING INFORMATION

Device	Characteristics		
	Input Compatibility	$V_{CE(Max)}/I_{C(Max)}$	Operating Temperature Range
ULN2803A ULN2804A	TTL, 5.0 V CMOS 6 to 15 V CMOS, PMOS	50 V/500 mA	T_A = 0 to + 70°C

PIN CONNECTIONS



Lampiran 8 (lanjutan)

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_A = 25°C, unless otherwise noted)

Characteristic		Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Output Leakage Current (Figure 1)		I_{CEX}				μA
(V_O = 50 V, T_A = +70°C)	All Types		–	–	100	
(V_O = 50 V, T_A = +25°C)	All Types		–	–	50	
(V_O = 50 V, T_A = +70°C, V_I = 6.0 V)	ULN2802		–	–	500	
(V_O = 50 V, T_A = +70°C, V_I = 1.0 V)	ULN2804		–	–	500	
Collector–Emitter Saturation Voltage (Figure 2)		$V_{CE(sat)}$				V
(I_C = 350 mA, I_B = 500 μA)	All Types		–	1.1	1.6	
(I_C = 200 mA, I_B = 350 μA)	All Types		–	0.95	1.3	
(I_C = 100 mA, I_B = 250 μA)	All Types		–	0.85	1.1	
Input Current – On Condition (Figure 4)		$I_{I(on)}$				mA
(V_I = 17 V)	ULN2802		–	0.82	1.25	
(V_I = 3.85 V)	ULN2803		–	0.93	1.35	
(V_I = 5.0 V)	ULN2804		–	0.35	0.5	
(V_I = 12 V)	ULN2804		–	1.0	1.45	
Input Voltage – On Condition (Figure 5)		$V_{I(on)}$				V
(V_{CE} = 2.0 V, I_C = 300 mA)	ULN2802		–	–	13	
(V_{CE} = 2.0 V, I_C = 200 mA)	ULN2803		–	–	2.4	
(V_{CE} = 2.0 V, I_C = 250 mA)	ULN2803		–	–	2.7	
(V_{CE} = 2.0 V, I_C = 300 mA)	ULN2803		–	–	3.0	
(V_{CE} = 2.0 V, I_C = 125 mA)	ULN2804		–	–	5.0	
(V_{CE} = 2.0 V, I_C = 200 mA)	ULN2804		–	–	6.0	
(V_{CE} = 2.0 V, I_C = 275 mA)	ULN2804		–	–	7.0	
(V_{CE} = 2.0 V, I_C = 350 mA)	ULN2804		–	–	8.0	
Input Current – Off Condition (Figure 3) (I_C = 500 μA, T_A = +70°C)	All Types	$I_{I(off)}$	50	100	–	μA
DC Current Gain (Figure 2) (V_{CE} = 2.0 V, I_C = 350 mA)	ULN2801	h_{FE}	1000	–	–	–
Input Capacitance		C_I	–	15	25	pF
Turn–On Delay Time (50% E_I to 50% E_O)		t_{on}	–	0.25	1.0	μs
Turn–Off Delay Time (50% E_I to 50% E_O)		t_{off}	–	0.25	1.0	μs
Clamp Diode Leakage Current (Figure 6) (V_R = 50 V)	T_A = +25°C T_A = +70°C	I_R	–	–	50 100	μA
Clamp Diode Forward Voltage (Figure 7) (I_F = 350 mA)		V_F	–	1.5	2.0	V

Lampiran 8 (lanjutan)

TEST FIGURES

(See Figure Numbers in Electrical Characteristics Table)

Figure 1.

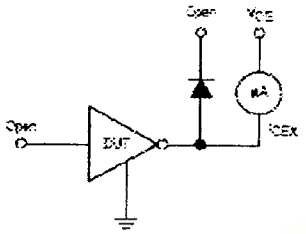


Figure 2.

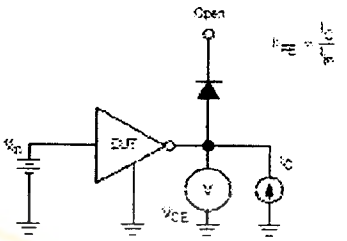


Figure 3.

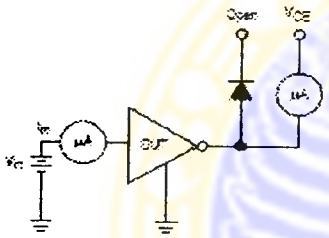


Figure 4.

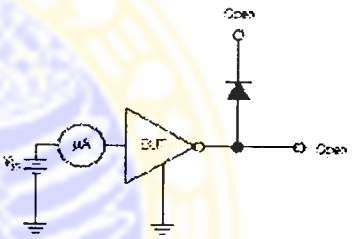


Figure 5.

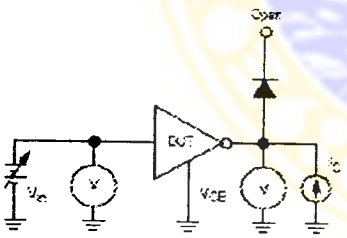


Figure 6.

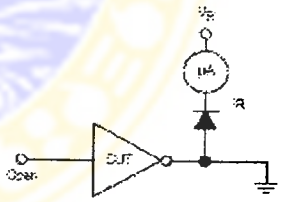
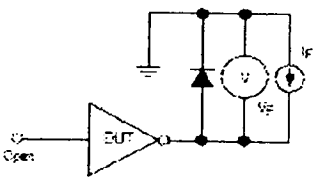


Figure 7.



Lampiran 8 (lanjutan)

TYPICAL CHARACTERISTIC CURVES – T_A = 25°C, unless otherwise noted

Output Characteristics

Figure 8. Output Current versus Saturation Voltage

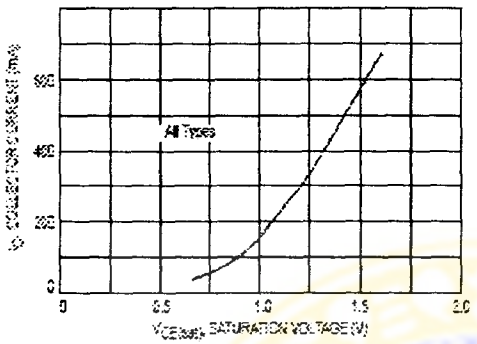
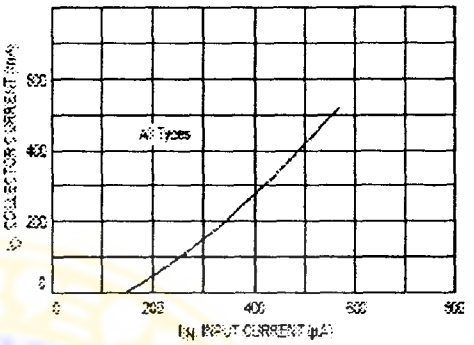


Figure 9. Output Current versus Input Current



Input Characteristics

Figure 10. ULN2803 Input Current versus Input Voltage

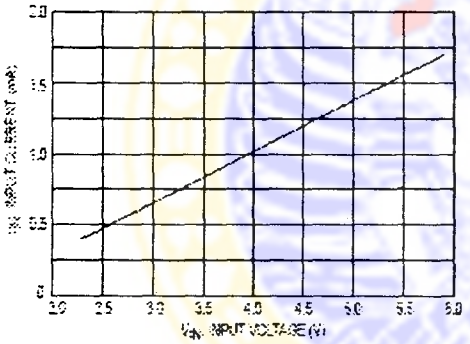


Figure 11. ULN2804 Input Current versus Input Voltage

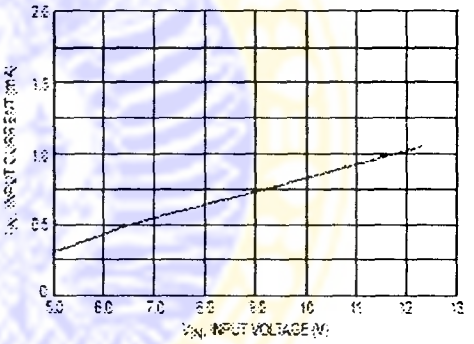
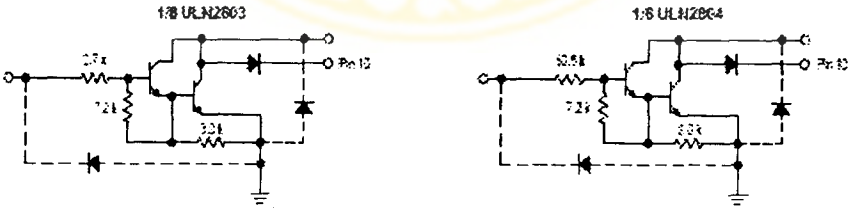
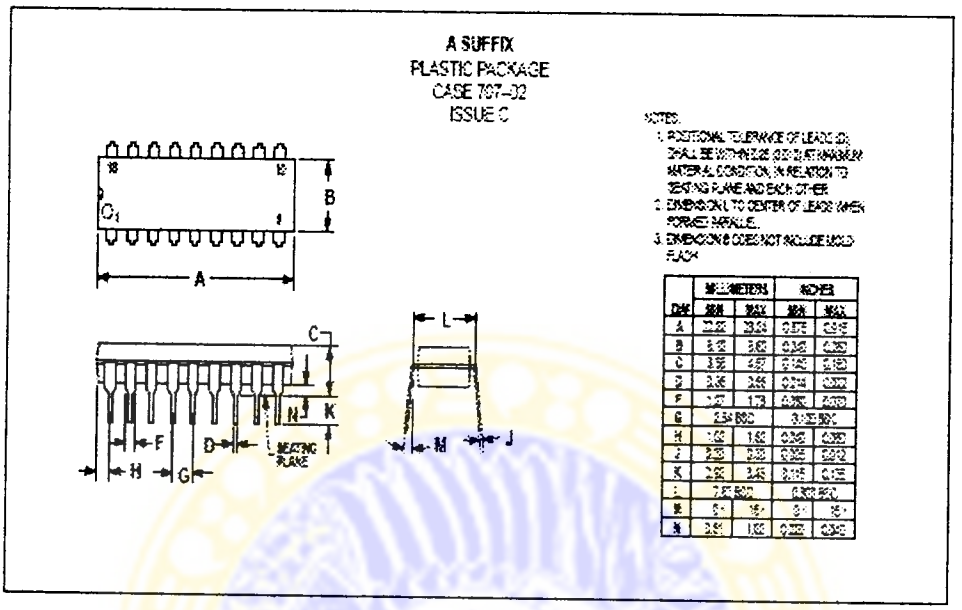


Figure 12. Representative Schematic Diagrams



Lampiran 8 (lanjutan)

OUTLINE DIMENSIONS



ADLN Perpustakaan Universitas Airlangga

Lampiran 9

Tabel refractometer abbe :

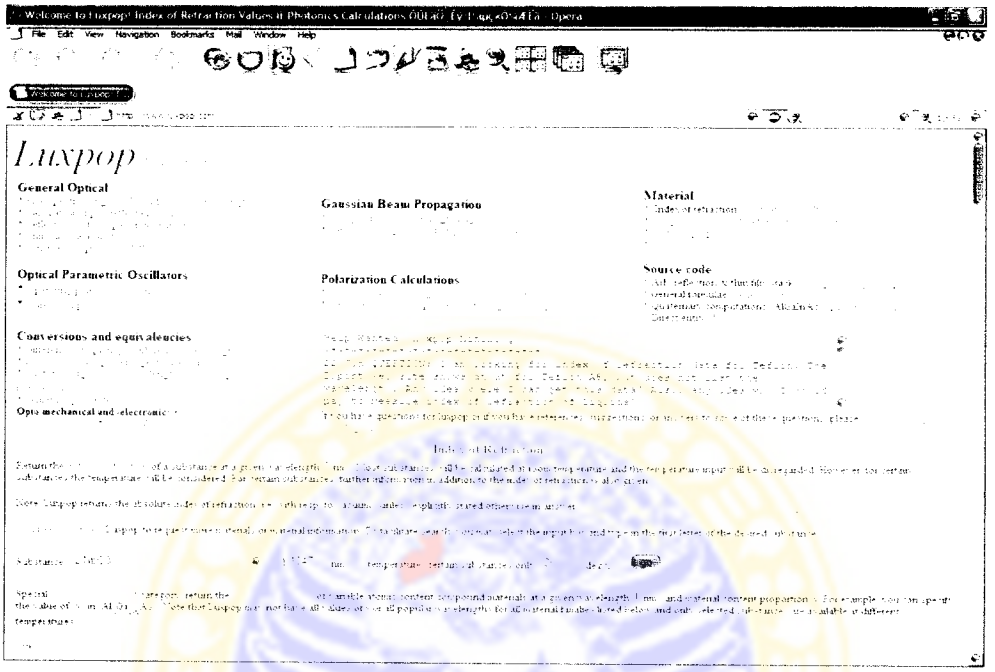
Corrections to be applied to scale reading of Abbe 60/70S when used at wavelengths other than mean Sodium D (589.3 nm.)

λ	Approximate region of scale reading								
nm.	1.30	1.35	1.40	1.45	1.50	1.55	1.60	1.65	1.70
700	-.0102	-.0101	-.0100	-.0099	-.0099	-.0099	-.0099	-.0100	-.0103
690	.0095	.0094	.0093	.0092	.0092	.0092	.0092	.0093	.0095
680	.0087	.0086	.0086	.0085	.0085	.0085	.0085	.0086	.0088
670	.0079	.0079	.0078	.0077	.0077	.0077	.0077	.0078	.0080
660	.0071	.0070	.0070	.0069	.0069	.0069	.0069	.0070	.0072
656.3 C	.0068	.0067	.0067	.0066	.0066	.0066	.0066	.0067	.0069
650	.0063	.0062	.0061	.0061	.0061	.0061	.0061	.0062	.0063
643.85	.0057	.0057	.0056	.0056	.0056	.0055	.0056	.0056	.0058
640	.0054	.0053	.0053	.0052	.0052	.0052	.0052	.0053	.0054
630	.0044	.0044	.0043	.0043	.0043	.0043	.0043	.0043	.0045
620	.0034	.0034	.0034	.0033	.0033	.0033	.0033	.0034	.0034
610	.0024	.0023	.0023	.0023	.0023	.0023	.0023	.0023	.0024
600	.0012	.0012	.0012	.0012	.0012	.0012	.0012	.0012	.0013
590	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001
589.3 D	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
587.6 d	+.0002	+.0002	+.0002	+.0002	+.0002	+.0002	+.0002	+.0002	+.0002
580	.0012	.0012	.0011	.0011	.0011	.0011	.0011	.0011	.0012
570	.0025	.0025	.0024	.0024	.0024	.0024	.0024	.0024	.0025
560	.0039	.0038	.0038	.0038	.0038	.0038	.0038	.0038	.0039
550	.0054	.0053	.0053	.0052	.0052	.0052	.0052	.0053	.0054
546.1 e	.0060	.0059	.0059	.0058	.0058	.0058	.0058	.0059	.0060
540	.0069	.0069	.0068	.0068	.0067	.0067	.0068	.0068	.0070
530	.0086	.0085	.0085	.0084	.0084	.0084	.0084	.0085	.0087
520	.0104	.0103	.0102	.0102	.0101	.0101	.0102	.0103	.0105
510	.0124	.0122	.0121	.0121	.0120	.0120	.0120	.0122	.0125
500	.0144	.0143	.0142	.0141	.0140	.0140	.0141	.0142	.0145
490	.0166	.0165	.0164	.0163	.0162	.0162	.0162	.0164	.0168
486.1 F	.0175	.0174	.0172	.0171	.0171	.0171	.0171	.0173	.0177
480	.0190	.0189	.0187	.0186	.0185	.0185	.0186	.0188	.0192
470	.0216	.0214	.0213	.0211	.0211	.0210	.0211	.0213	.0218
460	.0245	.0242	.0240	.0239	.0238	.0238	.0239	.0241	.0247
450	.0275	.0273	.0270	.0269	.0268	.0268	.0268	.0271	.0278
440	.0309	.0306	.0303	.0301	.0300	.0300	.0301	.0304	.0311
435.8 g	.0323	.0320	.0318	.0316	.0315	.0315	.0316	.0319	.0326
430	.0345	.0342	.0339	.0337	.0336	.0336	.0337	.0340	.0348
420	.0386	.0382	.0379	.0377	.0375	.0375	.0376	.0380	.0389
410	.0430	.0426	.0423	.0420	.0419	.0418	.0420	.0424	.0434
404.7	.0456	.0451	.0448	.0445	.0443	.0443	.0444	.0449	.0459
400	.0479	.0475	.0471	.0468	.0467	.0466	.0468	.0472	.0483

Melt No. 352079
Glass D.

Lampiran 10

Referensi Indeks bias cairan "*www.luxpop.com*":



Currently for **acetone (CH3COCH3)**, Luxpop currently has a few points in the visible as follows:

At 488 nm and 25 deg C, n = 1.35783

At 514.5 nm and 25 deg C, n = 1.35777

At 632.8 nm and 25 deg C, n = 1.35752.

At a different temperature and wavelength, the following data is available:

At 589.3 nm and 20 deg C, n = 1.35905.

Reference: F. Samedov, "Laser-based optical facility for determination of refractive index of liquids," Optics & Laser Technology Vol. 38, pp. 28-36.

Lampiran 10 (lanjutan)

Be sure also to check out the variable acidic solutions in the variable compound category.

At a wavelength of 632.8 nm and a temperature of 25.00°C, the **absolute index of refraction of water is** n = 1.33258 (Ref. [1]).

References:

[1] P. Schiebener, J. Straub, J. M. H. Levelt Sengers, and J. S. Gallagher, "Refractive index of water and steam as function of wavelength, temperature and density," J. Phys. Chem. Ref. Data, Vol. 19, No. 3, 1990, pp. 677-717.

[2] O. Krummel, "Handb. d. Ozeanog.," Vol. 1, 1907, as published in: N. E. Dorsey, "Properties of ordinary water-substance," Hafner Publishing Company, 1940 (1968 re-publication), p. 295.

Currently for **alcohol**, Luxpop currently has a few points in the visible as follows:

Reference#2:

At 488 nm and 25 deg C, n = 1.32698

At 514.5 nm and 25 deg C, n = 1.32652

At 632.8nm and 25 deg C, n = 1.32541.

At a different temperature and wavelength, the following data is available:

At 589.3 nm and 20 deg C, n = 1.32842.

Reference: F. Samedov, "Laser-based optical facility for determination of refractive index of liquids," Optics & Laser Technology Vol. 38, pp. 28-36.

Lampiran 11

Referensi Indeks bias cairan "*refractometer abbe*" :

Perhitungan nilai indeks bias dengan mengunakan refractometer abbe :

Dengan melihat tabel pada lampiran 9 dapat dihitung nilai indek bias cairan Alkohol 76%, Akuades dan Aceton sebai berikut :

1. Koreksi suhu

   Dalam penelitian ini memakai suhu 25^0C

   (T-20) x 0.0000078 = (25-20) x 0.0000078

   = 0.000039

2. Konversi panjang gelombang

   Dalam penelitian ini mengunakan panjang gelombanh $6328\overset{0}{A}$

   Dengan skala rata-rata $630\overset{0}{A}$ = 0.0044 dan $640\overset{0}{A}$ = 0.0054

Alkohol 76%

Nilai indeks bias dalam pengukuran refractometer 1.316

Dengan koreksi suhu didapatkan nilai indeks bias adalah :

1.316 + 0.000039 = 1.316039

Dengan konversi panjang gelombang didapat nilai indeks bias adalah:

1.316039 + 0.0044 = 1.320439

1.316039 + 0.0054 = 1.321439

Dengan merata-rata didapatkan n = 1.32094

Lampiran 11 (lanjutan)

Akuades

Nilai indeks bias dalam pengukuran refractometer 1.331

Dengan koreksi suhu didapatkan nilai indeks bias adalah :

1.331 + 0.000039 = 1.331039

Dengan konversi panjang gelombang didapat nilai indeks bias adalah:

1.331039 + 0.0044 = 1.335439

1.331039 + 0.0054 = 1.336439

Dengan merata-rata didapatkan n = 1.33594

Acetone

Nilai indeks bias dalam pengukuran refractometer 1.354

Dengan koreksi suhu didapatkan nilai indeks bias adalah :

1.354 + 0.000039 = 1.354039

Dengan konversi panjang gelombang didapat nilai indeks bias adalah:

1.354039 + 0.0044 = 1.358439

1.354039 + 0.0054 = 1.359439

Dengan merata-rata didapatkan n = 1.35894