



**PENENTUAN KONSTANTA VERDET DARI LARUTAN
NATRIUM KLORIDA DAN NATRIUM BENZOAT PADA VARIASI
KONSENTRASI MENGGUNAKAN LASER HeNe**

SKRIPSI

Oleh

**Rizki Agus Wijanarko
141810201048**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2020**



**PENENTUAN KONSTANTA VERDET DARI LARUTAN
NATRIUM KLORIDA DAN NATRIUM BENZOAT PADA VARIASI
KONSENTRASI MENGGUNAKAN LASER HeNe**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Fisika (S-1)
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh

Rizki Agus Wijanarko

NIM 141810201048

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2020**

SKRIPSI

**PENENTUAN KONSTANTA VERDET DARI LARUTAN
NATRIUM KLORIDA DAN NATRIUM BENZOAT PADA VARIASI
KONSENTRASI MENGGUNAKAN LASER HeNe**

Oleh

Rizki Agus Wijanarko

NIM 141810201048

Pembimbing

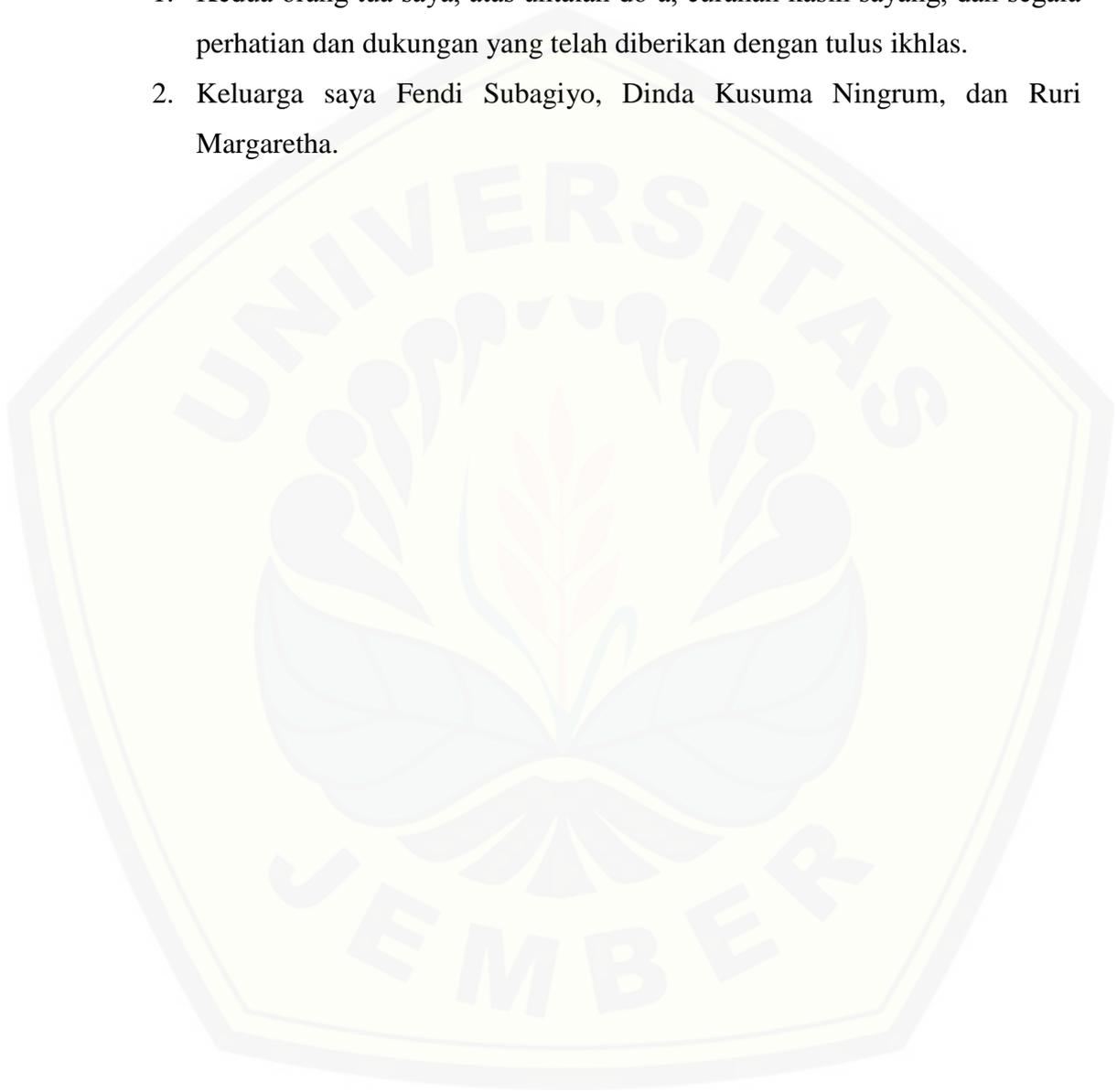
Dosen Pembimbing Utama : Ir. Misto, M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Endhah Purwandari, S.Si., M.Si.

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan dengan segala ucapan syukur dan terimakasih untuk :

1. Kedua orang tua saya, atas untaian do'a, curahan kasih sayang, dan segala perhatian dan dukungan yang telah diberikan dengan tulus ikhlas.
2. Keluarga saya Fendi Subagiyo, Dinda Kusuma Ningrum, dan Ruri Margaretha.



MOTTO

“Sesungguhnya hanya orang-orang yang bersabarlah yang dicukupkan pahala mereka tanpa batas”

(Terjemahan surat Q.S Az-Zumar:10)



Departemen Agama RI. 2005. Al-Aliyy: Al-Qur'an dan terjemahnya. Bandung: CV. Penerbit Diponegoro.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rizki Agus Wijanarko

NIM : 141810201048

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “*Penentuan Konstanta Verdet Dari Larutan Natrium Klorida Dan Natrium Benzoat Pada Variasi Konsentrasi Menggunakan Laser HeNe*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian bersama dosen dan mahasiswa dan hanya dapat dipublikasikan dengan mencantumkan nama dosen pembimbing.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 28 Januari 2020

Yang menyatakan,

(Rizki Agus Wijanarko)

NIM 141810201048

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Penentuan Konstanta Verdet Dari Larutan Natrium Klorida Dan Natrium Benzoat Pada Variasi Konsentrasi Menggunakan Laser HeNe” karya Rizki Agus Wijanarko telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal :

Tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota I,

Ir. Misto, M.Si.

NIP. 195911211991031002

Endhah Purwandari, S.Si., M.Si.

NIP. 198111112005012001

Anggota II,

Anggota III,

Nurul Priyantari, S.Si., M.Si.

NIP. 197003271997022001

Agung T. Nugroho, S.Si., M.Phil., Ph.D.

NIP. 196812191994021001

Mengesahkan

Dekan,

Drs. Achmad Sjaifullah, M.Sc., Ph.D.

NIP 195910091986021001

RINGKASAN

Penentuan Konstanta Verdet Dari Larutan Natrium Klorida Dan Natrium Benzoat Pada Variasi Konsentrasi Menggunakan Laser HeNe; Rizki Agus Wijanarko; 141810201048; 2020; 72 halaman; Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Polarisasi cahaya di dalam sebuah bahan menunjukkan karakteristik arah getar dari cahaya pada saat merambat. Pada umumnya, keberadaan bahan dapat menyebabkan terjadi perubahan sudut perambatan cahaya dan arah polarisasi cahaya. Apabila dalam proses perambatan tersebut dikenai medan magnet, maka dapat mengakibatkan perubahan sudut bidang polarisasi atau yang disebut dengan efek Faraday. Efek Faraday merupakan peristiwa yang terjadi apabila seberkas cahaya yang melewati sebuah bahan mendapatkan pengaruh medan magnet kuat dari eksternal. Parameter yang digunakan untuk menganalisis terjadinya efek Faraday dapat ditentukan berdasarkan besarnya konstanta Verdet. Karakteristik konstanta Verdet dari suatu bahan bergantung pada konsentrasi bahan dan panjang gelombang cahaya yang digunakan. Konstanta Verdet dalam hal ini akan merepresentasikan kekuatan dari efek Faraday. Konstanta Verdet didapat dari pergeseran sudut polarisasi cahaya saat dilewatkan pada suatu bahan akibat pengaruh medan magnet eksternal. Besar sudut polarisasi yang dihasilkan sangat bergantung pada sifat bahan. Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui nilai konstanta Verdet dari larutan Natrium Klorida dan Natrium Benzoat pada variasi konsentrasi.

Teknik yang digunakan pada penelitian adalah menggunakan polarisasi yang dipengaruhi medan magnet eksternal. Medan magnet eksternal diberikan pada lilitan solenoida. Nilai medan magnet diperoleh dari teslameter dengan variasi 10-90 gauss. Nilai sudut rotasi Faraday diperoleh dari Natrium Klorida dan Natrium Benzoat dengan variasi 2%-24%. Pengukuran sudut analizer dilakukan dengan menembakkan sinar laser HeNe pada polarizer dan diteruskan menuju sampel hingga terdeteksi oleh photometer. Sudut rotasi Faraday diperoleh dengan cara menghitung selisih antara sudut analizer sebelum diberi medan magnet dengan sudut analizer sesudah diberi medan magnet.

Hasil penelitian diketahui nilai sudut rotasi Faraday dengan variasi medan magnet pada konsentrasi 2%. Nilai sudut rotasi Faraday berdasarkan medan magnet nilai pada medan magnet 10 gauss nilainya paling kecil untuk larutan Natrium Klorida nilainya sebesar 0,0593 radian dan untuk Natrium Benzoat sebesar 0,0558 radian. Untuk medan magnet 90 gauss memiliki nilai paling besar untuk yaitu untuk Natrium Klorida nilainya sebesar 0,4012 radian sedangkan pada Natrium Benzoat nilainya sebesar 0,3873 radian. Hasil nilai sudut rotasi Faraday pada konsentrasi 2% nilai untuk Natrium Klorida sebesar 0,0593 radian sedangkan untuk Natrium Benzoat nilainya sebesar 0,0558 radian. Sedangkan pada konsentrasi 24% nilai sudut rotasi Faraday untuk Natrium Klorida sebesar 0,1012 radian dan Natrium Benzoat sebesar 0,1151 radian. Hal ini menunjukkan jika konsentrasi diperbesar

maka sudut rotasi Faraday dari kedua larutan tersebut akan semakin besar. Nilai konstanta Verdet pada konsentrasi 2% adalah sebesar $1,5700 \text{ radian gauss}^{-1}\text{cm}^{-1}$ untuk Natrium Klorida dan pada Natrium Benzoat nilainya sebesar $1,469 \text{ radian gauss}^{-1}\text{cm}^{-1}$. Nilai konstanta Verdet pada konsentrasi 24% dari Natrium Klorida sebesar $2,6921 \text{ radian gauss}^{-1}\text{cm}^{-1}$ dan pada Natrium Benzoat sebesar $2,6016 \text{ radian gauss}^{-1}\text{cm}^{-1}$. Berdasarkan hasil tersebut diketahui bahwa konstanta Verdet dipengaruhi oleh besarnya konsentrasi larutan, dimana semakin besar konsentrasi larutan yang digunakan maka konstanta Verdet yang dihasilkan juga semakin besar.



PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT berkat rahmat dan hidayahNya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Penentuan Konstanta Verdet dari Larutan Natrium Klorida dan Natrium Benzoat pada Variasi Konsentrasi Menggunakan Laser HeNe“. Skripsi ini ditulis guna memenuhi syarat jenjang strata 1 (S1) Jurusan Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember. Dalam penulisan ini, banyak pihak yang berjasa dalam proses penulisan sehingga penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ir. Misto, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama, Endhah Purwandari, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran serta ilmu yang sangat bermanfaat dalam penulisan skripsi ini;
2. Nurul Priyantari, S.Si., M.Si, selaku dosen penguji 1, Agung Tjahjo Nugroho, S.Si., M.Phil., Ph.D, selaku dosen penguji 2 yang telah memberikan kritik dan saran isi skripsi yang lebih baik;
3. Elphas Indika Aprilian, Janoko, Faishal Saputra, Miftakhul Firdaus, Satrio Agung, Ririn Dwi, Cahya Agus, Claudia Putri dan teman-teman Graphytasi'14 yang telah mendukung dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Penulis sadar bahwa skripsi ini jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata penulis berharap skripsi ini dapat dimanfaatkan sebagaimana semestinya.

Jember, 28 Januari 2020

Penulis

Rizki Agus Wijanarko
NIM. 141810201048

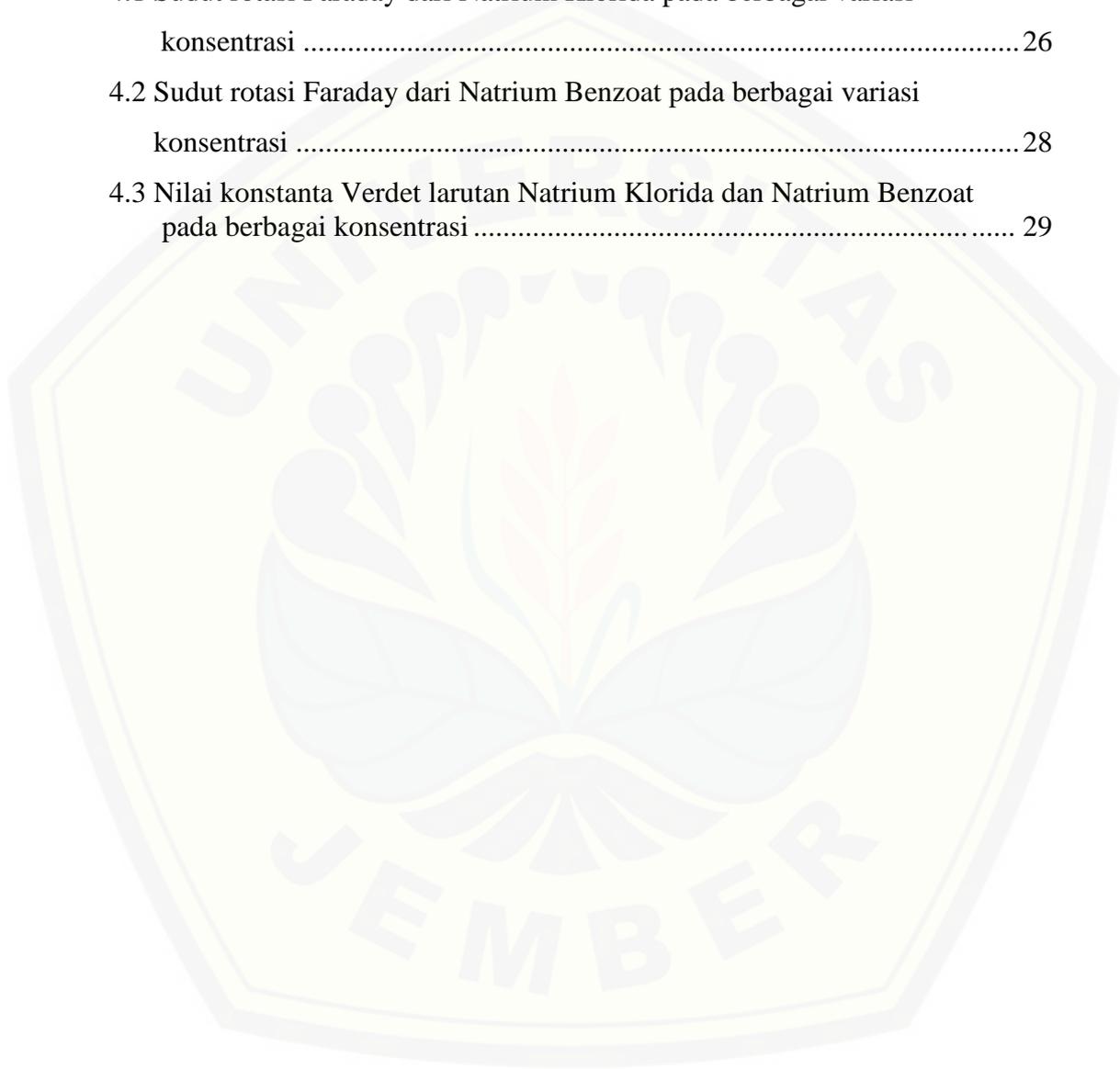
DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Gelombang Elektromagnetik	5
2.2 Polarisasi	6
2.2.1 Polarisasi Linier.....	7
2.2.2 Polarisasi Melingkar.....	7
2.2.3 Polarisasi Ellips	8
2.3 Aktivitas Optik Bahan	9
2.4 Efek Faraday.....	11
2.5 Medan Magnet.....	12

2.5.1 Hukum Biot-Savart	13
2.5.2 Medan Magnet Solenoida.....	14
2.6 Laser HeNe.....	16
2.7 Natrium Klorida	17
2.8 Natrium Benzoat.....	19
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	20
3.1 Rancangan Penelitian.....	20
3.2 Jenis Penelitian dan Sumber Data	21
3.3 Variabel Penelitian	21
3.4 Kerangka Pemecahan Masalah.....	22
3.4.1 Persiapan Alat dan Bahan.....	22
3.4.2 Pengambilan Data	23
3.4.3 Metode Analisis Data	25
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
4.1 Sudut Rotasi Faraday Larutan Natrium Benzoat dan Natrium Klorida	26
4.2 Konstanta Verdet Larutan Natrium Benzoat dan Natrium Klorida	29
BAB 5. PENUTUP.....	34
5.1 Kesimpulan	34
5.2 Saran.....	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN.....	37

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Karakteristik Natrium Klorida	18
4.1 Sudut rotasi Faraday dari Natrium Klorida pada berbagai variasi konsentrasi	26
4.2 Sudut rotasi Faraday dari Natrium Benzoat pada berbagai variasi konsentrasi	28
4.3 Nilai konstanta Verdet larutan Natrium Klorida dan Natrium Benzoat pada berbagai konsentrasi	29

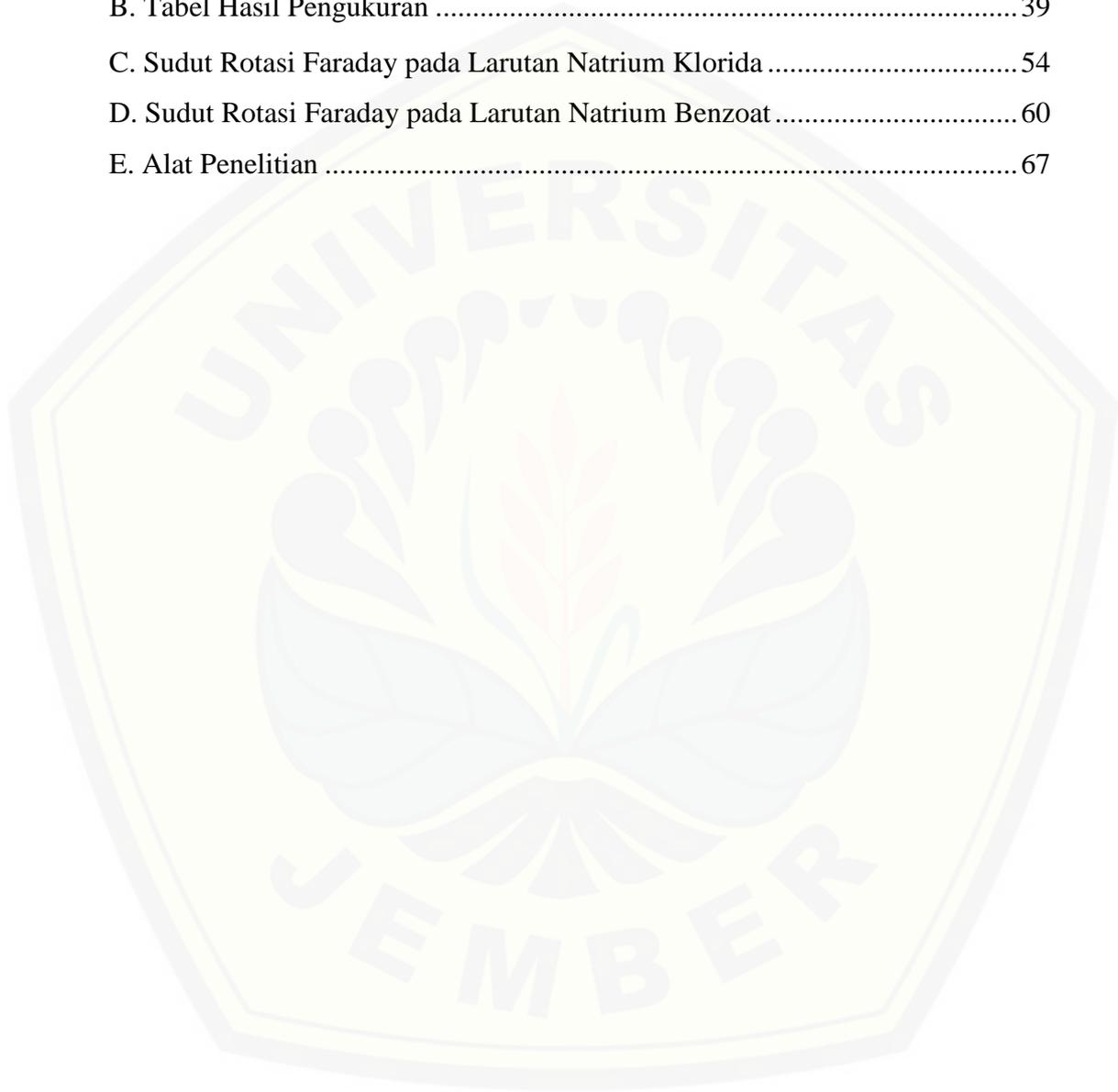


DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Kuat medan listrik dan medan magnet pada gelombang elektromagnetik \vec{E} dan \vec{B} tegak lurus	6
2.2 Polarisasi linier	7
2.3 Polarisasi melingkar	8
2.4 Polarisasi ellips	9
2.5 Perputaran sudut polarisasi yang melalui sampel	10
2.6 Sumbu polarisasi mengalami perputaran	10
2.7 Garis gaya dengan kaidah tangan kanan	12
2.8 Medan magnetik yang ditimbulkan oleh penghantar lurus berarus	13
2.9 Lilitan solenoida panjang	15
2.10 Garis medan magnet solenoida	15
3.1 Diagram Alir Rancangan Penelitian.....	20
3.2 Wadah Sampel Larutan	23
3.3 Desain Eksperimen.....	23
3.4 Analizer	24
4.1 Grafik hubungan konsentrasi dengan konstanta Verdet pada Natrium Klorida	30
4.2 Grafik hubungan konsentrasi dengan konstanta Verdet pada Natrium Benzoat	31

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Perhitungan Faktor Koreksi Aquades	38
B. Tabel Hasil Pengukuran	39
C. Sudut Rotasi Faraday pada Larutan Natrium Klorida	54
D. Sudut Rotasi Faraday pada Larutan Natrium Benzoat	60
E. Alat Penelitian	67



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Cahaya merupakan suatu gelombang elektromagnetik, yaitu gelombang yang merambat tanpa medium perantara melainkan melalui medan listrik dan medan magnet. Salah satu sifat cahaya adalah ketika melewati sebuah medium cahaya akan mengalami polarisasi. Polarisasi merupakan gejala perubahan arah getar gelombang elektromagnetik menjadi satu bidang getar, dan diwakili sebuah sumbu polarisasi tertentu. Suatu bahan cair dapat menyebabkan terjadi perubahan sudut rambat cahaya dan polarisasi cahaya. Apabila dalam proses perambatan tersebut dikenai medan magnet, maka dapat mengakibatkan perubahan sudut bidang polarisasi atau disebut dengan efek Faraday (rotasi Faraday) (Dinar, 2007).

Cahaya dapat mengalami efek-efek elektromagnetik apabila dilewatkan dalam medan magnet dan medan listrik seperti efek magneto-optik. Efek magneto-optik merupakan perilaku cahaya yang melewati suatu bahan yang dipengaruhi oleh adanya medan magnet kuat, seperti efek Faraday. Fenomena elektromagnetik yang ditunjukkan Faraday tahun 1845 mengenai garis gaya adalah tentang intensitas medan magnet yang dapat memutar bidang cahaya terpolarisasi. Perputaran sudut dari bidang polarisasi cahaya yang melewati bahan optik akan diperoleh suatu fungsi linier. Parameter yang akan muncul pada efek Faraday adalah konstanta Verdet (Sumantri *et al.*, 2006).

Efek Faraday merupakan peristiwa optis yang ditimbulkan akibat pengaruh medan magnet saat terjadi proses polarisasi linier. Proses polarisasi linier dari cahaya saat melewati bahan akan mengalami rotasi pada sudut polarisasi akibat pengaruh medan magnet pada bahan yang dilewati cahaya. Rotasi Faraday merupakan perubahan sudut polarisasi akibat pengaruh dari medan magnet. Perubahan sudut polarisasi juga bergantung pada panjang gelombang cahaya (λ), temperatur zat, struktur zat yang dilewati cahaya, dan konsentrasi zat cair. Rotasi Faraday memiliki besar sudut yang sebanding dengan medan magnet yang mempengaruhi perambatan cahaya, dimana besar kesebandingan dapat dinyatakan dalam bentuk konstanta Verdet (Prayitno *et al.*, 2005).

Konstanta Verdet adalah karakteristik suatu bahan dan nilainya sangat bergantung pada konsentrasi bahan, temperatur ruang, dan panjang gelombang cahaya yang digunakan. Konstanta Verdet dalam hal ini akan merepresentasikan kekuatan dari efek Faraday. Konstanta Verdet didapat dari pergeseran sudut polarisasi cahaya saat dilewatkan pada suatu bahan, akibat pengaruh medan magnet eksternal. Besar sudut polarisasi yang dihasilkan untuk menentukan konstanta Verdet sangat bergantung pada sifat bahan. Besarnya nilai konstanta Verdet bisa dipengaruhi oleh panjang gelombang cahaya, konsentrasi bahan, dan indeks bias (Sugiyarni, 2010).

Penelitian penentuan konstanta Verdet sebelumnya pernah dilakukan oleh Prayitno *et al.* (2005) mengenai pengaruh medan magnet terhadap sudut polarisasi sinar laser pada air dan larutan Natrium Klorida. Adapun larutan Natrium Klorida yang digunakan berupa garam dapur dengan panjang gelombang 589 nm. Hasil penelitian tersebut adalah nilai sudut rotasi polarisasi cahaya akan semakin besar saat konsentrasi larutan Natrium Klorida yang digunakan semakin besar. Selain itu, dari penelitian tersebut didapatkan bahwa jika konsentrasi larutan semakin besar maka konstanta Verdet yang dihasilkan akan semakin besar. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Hapsari *et al.* (2005) melakukan penentuan nilai konstanta Verdet beberapa bahan cair dengan menggunakan medan magnet DC (*Direct Current*) dan panjang gelombang cahaya 632,8 nm pada temperatur ruang 23 °C. Dari hasil penelitian tersebut didapatkan hasil nilai konstanta Verdet dipengaruhi oleh sifat bahan, ikatan kimia antar molekul, dan panjang gelombang yang digunakan. Sedangkan Hidayat (2019) melakukan penentuan konstanta Verdet untuk larutan gula dan larutan madu. Hasil dari penelitian tersebut diketahui bahwa penambahan konsentrasi dapat menyebabkan perubahan sudut rotasi Faraday dari larutan gula maupun larutan madu. Perubahan konsentrasi sebuah bahan dapat menyebabkan sudut polarisasi yang menunjukkan arah getar dari berkas cahaya laser berubah.

Penentuan konstanta Verdet suatu bahan akibat efek Faraday menggunakan berbagai jenis sebagai bahan yang dilewati cahaya. Penelitian sebelumnya tentang efek Faraday, terutama pada penentuan konstanta Verdet, dilakukan oleh Villaverde dan Donatti (1979) menggunakan cahaya dengan panjang gelombang 632,8 nm

dan beberapa cairan sebagai bahan yang dilalui oleh cahaya. Berdasarkan penelitian tersebut, didapatkan hasil nilai konstanta Verdet pada beberapa larutan sampel sebagai berikut, *Carbon Disulfide*, *Benzene*, *Carbon Tetrachloride*, *Water*, *Acetone*. Villaverde menyatakan bahwa nilai konstanta Verdet akan semakin besar saat konsentrasi bahan semakin besar.

Berdasarkan uraian di atas, pada penelitian ini dilakukan penentuan konstanta Verdet suatu bahan yang dipengaruhi oleh medan magnet. Bahan yang digunakan untuk penentuan konstanta Verdet adalah Natrium Klorida dan Natrium Benzoat. Perubahan polarisasi cahaya akibat medan magnet dilakukan dengan mengamati perubahan intensitas cahaya laser, yang dalam hal ini digunakan laser berwarna merah. Sudut rotasi Faraday diperoleh dengan mengukur besarnya perputaran sudut polarisasi, yang terbaca pada analiser, sedemikian hingga diperoleh intensitas cahaya maksimum. Besarnya medan magnet yang diberikan menentukan besarnya perputaran sudut polarisasi yang dihasilkan.

Perhitungan konstanta Verdet yang diperoleh dari data sudut rotasi Faraday pada larutan Natrium Klorida dan Natrium Benzoat dianalisis pada berbagai konsentrasi. Besarnya perubahan konsentrasi dari kedua larutan garam di atas diindikasikan dapat menyebabkan perubahan terhadap konstanta Verdet. Sumber medan magnet eksternal yang diberikan kepada bahan diperoleh dengan mengalirkan arus listrik searah pada sebuah solenoid yang dililitkan pada wadah dari sampel. Adapun sumber cahaya yang digunakan untuk menganalisis adanya perputaran sudut polarisasi cahaya akibat medan magnet eksternal adalah laser HeNe dengan panjang gelombang 632,8 nm.

1.2 Rumusan Masalah

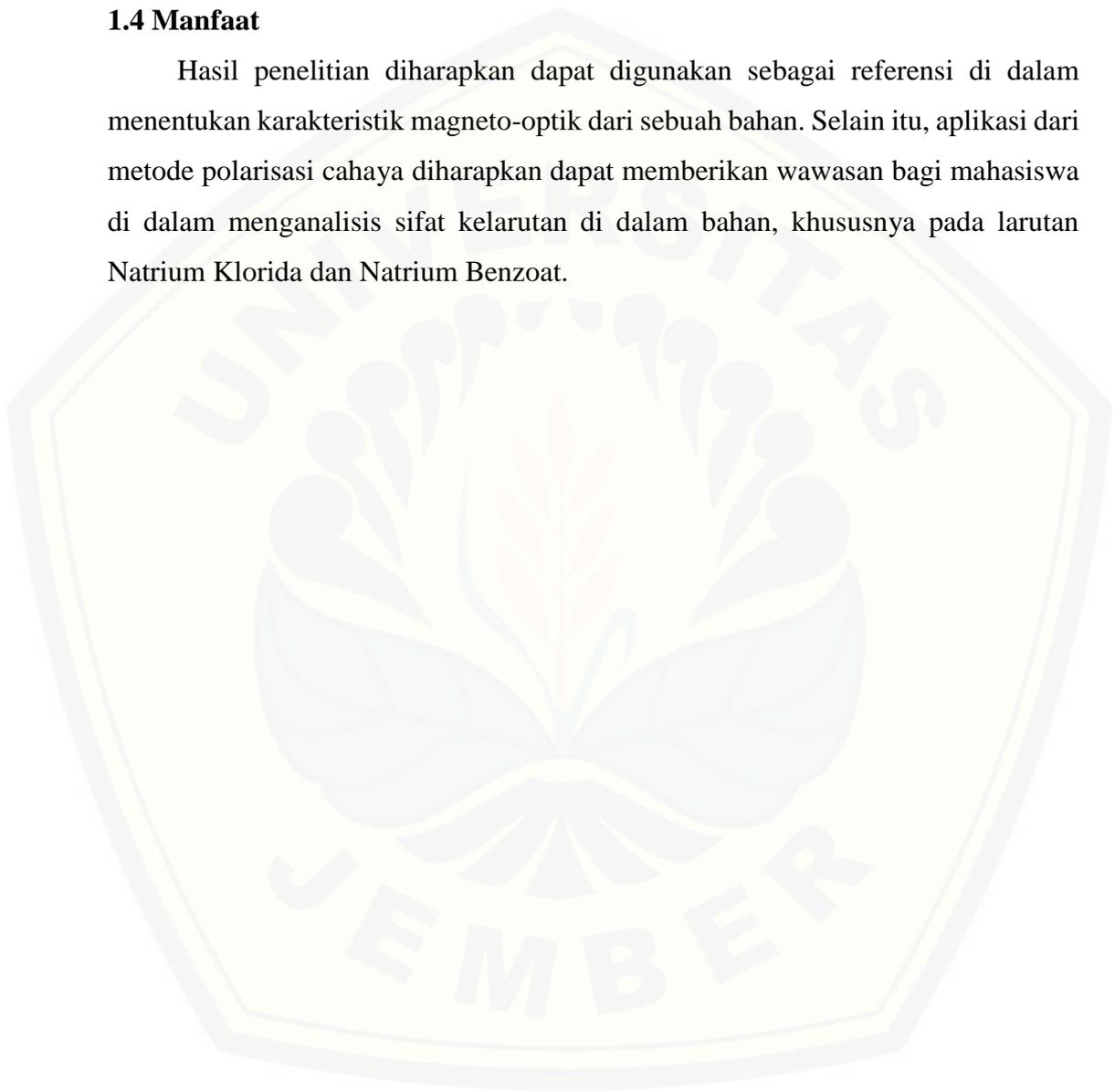
Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat ditentukan permasalahan dalam tugas akhir ini yaitu berapa besar nilai konstanta Verdet dari larutan Natrium Klorida dan Natrium Benzoat pada variasi konsentrasi.

1.3 Tujuan

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai konstanta Verdet dari larutan Natrium Klorida dan Natrium Benzoat pada variasi konsentrasi.

1.4 Manfaat

Hasil penelitian diharapkan dapat digunakan sebagai referensi di dalam menentukan karakteristik magneto-optik dari sebuah bahan. Selain itu, aplikasi dari metode polarisasi cahaya diharapkan dapat memberikan wawasan bagi mahasiswa di dalam menganalisis sifat kelarutan di dalam bahan, khususnya pada larutan Natrium Klorida dan Natrium Benzoat.



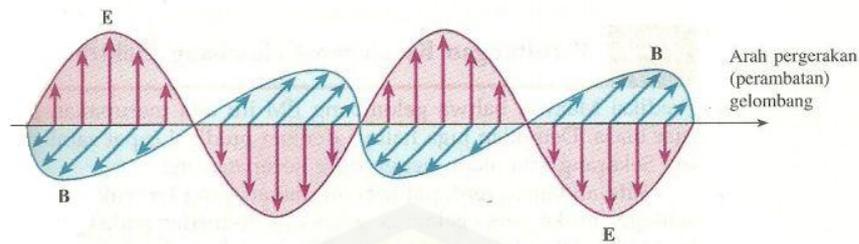
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gelombang Elektromagnetik

Cahaya adalah gelombang elektromagnetik yang merambatkan medan listrik dan medan magnet yang berposisi tegak lurus satu sama lain dan bergetar tegak lurus terhadap arah rambatan. Gelombang cahaya memiliki panjang gelombang dan frekuensi tertentu yang nilainya dapat dibedakan dalam spektrum elektromagnetiknya. Cahaya juga termasuk gelombang transversal yang berarti cahaya merambat tegak lurus terhadap arah rambatnya (Kartika, 2017).

Keberadaan gelombang elektromagnetik didasarkan pada hipotesis Maxwell dengan mengacu pada hubungan antara kelistrikan dan kemagnetan yang tampak pada percobaan Oested yang berhasil membuktikan bahwa arus listrik menghasilkan medan magnet dan Percobaan Faraday yang menunjukkan perubahan fluks magnet pada kumparan dapat menimbulkan arus induksi yang menghasilkan medan magnet. Berdasarkan pada penemuan Faraday bahwa “Perubahan fluks magnetik dapat menimbulkan medan listrik” maka Maxwell mengajukan suatu hipotesa baru yang isinya “Jika perubahan fluks magnet dapat menimbulkan medan listrik maka perubahan fluks listrik juga harus dapat menimbulkan medan magnet”. Hipotesa ini dikenal dengan sifat simetri medan listrik dengan medan magnet (Giancoli, 2014).

Konsekuensi dari perubahan medan listrik akan mengakibatkan perubahan medan magnet serta sebaliknya dan keadaan ini terus akan berulang. Medan magnet (\vec{B}) atau medan listrik (\vec{E}) yang muncul akibat perubahan medan listrik atau medan magnet sebelumnya akan bergerak (merambat) menjauhi tempat awal kejadian (Giancoli, 2014). Perambatan medan listrik dan medan magnet ini yang disebut sebagai gelombang elektromagnetik sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Kuat medan listrik dan medan magnet pada gelombang elektromagnetik

\vec{E} dan \vec{B} tegak lurus (Sumber: Giancoli, 2001)

2.2 Polarisasi

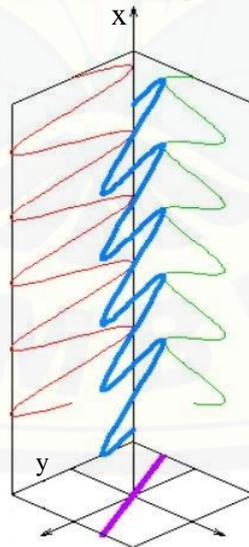
Polarisasi merupakan gejala yang menunjukkan bahwa cahaya merupakan gejala gelombang yang berdasar pada interferensi dan difraksi. Interferensi dan difraksi tidak dapat menunjukkan bentuk gelombang cahaya berupa transversal atau longitudinal. Untuk mengetahui bentuk gelombang adalah dengan menggunakan metode polarisasi cahaya. Mayoritas cahaya yang terpancarkan adalah cahaya tidak terpolarisasi dengan banyak gelombang yang arah osilasinya acak. Cahaya akan terpolarisasi oleh polarizer, polarizer diciptakan oleh E. H. Land pada tahun 1983. Polarizer disebut juga filter karena hanya bisa meloloskan satu cahaya dengan arah tertentu dan yang lainnya akan diserap. Peristiwa polarisasi adalah perubahan arah getaran gelombang cahaya menjadi satu arah getaran. Bidang getar yang sejajar dengan polarizer akan diteruskan dan bidang getar yang tegak lurus akan diserap (Tipler, 2001).

Polarisasi hanya terjadi pada gelombang transversal, dimana cahaya akan merambat tegak lurus terhadap arah osilasinya dengan syarat arah gelombangnya tegak lurus terhadap bidang rambatnya. Cahaya yang dilewatkan polarizer akan mengalami perubahan intensitas dan membentuk pola tertentu. Pola yang terbentuk menunjukkan intensitas maksimum dan intensitas minimum secara berulang. Intensitas maksimum terjadi apabila bidang getar cahaya polarisasi dan sumbu optik analizer sebesar nol derajat. Intensitas minimum apabila bidang getar cahaya polarisasi dan sumbu optik analizer tegak lurus. Intensitas cahaya dapat berubah karena dipengaruhi oleh perubahan sudut antara bidang getar cahaya polarisasi dan sumbu optik analizer (Young dan Freedman, 2001).

Polarisasi merupakan perubahan arah getar yang semula acak menjadi satu arah getar. Peristiwa ini merupakan karakteristik dari gelombang transversal. Gelombang transversal merupakan gelombang dengan arah tegak lurus terhadap arah rambatnya. Gelombang transversal bisa dijumpai pada seutas tali dengan arah sumbu X dan digetarkan searah sumbu Y, maka gelombang transversal akan terbentuk pada bidang ZY. Saat tali digetarkan terhadap sumbu Z, maka gelombang transversal akan terbentuk pada bidang XZ. Saat tali hanya digetarkan searah searah sumbu Y maka gelombang bisa dikatakan terpolarisasi linier terhadap sumbu Y (Kartina, 2011).

2.2.1 Polarisasi Linier

Cahaya terpolarisasi linier jika medan listriknya bergetar pada suatu garis lurus. Rambatan gelombang medan listrik bersamaan dengan gelombang medan magnet. Bila gelombang hanya mempunyai pergeseran y, maka gelombang tersebut terpolarisasi linier dan bergetar merambat dari arah y. Polarisasi ditunjukkan pada Gambar 2.2. Warna merah menunjukkan medan magnet B warna biru menunjukkan medan listrik, warna hijau menunjukkan medan listrik E dan warna ungu menunjukkan jenis polarisasi linier.

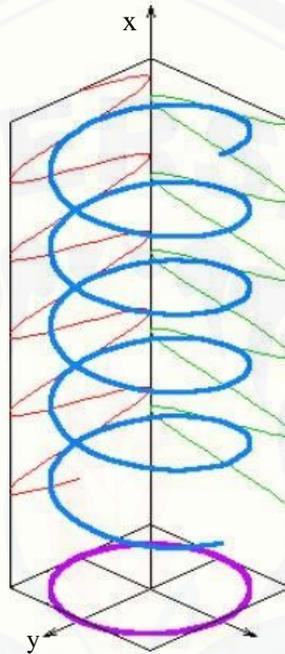


Gambar 2.2 Polarisasi linier (Sumber: Sugiyarni, 2010)

2.2.2 Polarisasi Melingkar

Jika vektor medan listriknya berputar pada lingkaran, maka cahaya dikatakan terpolarisasi melingkar. Polarisasi cahaya melingkar terdiri dari dua

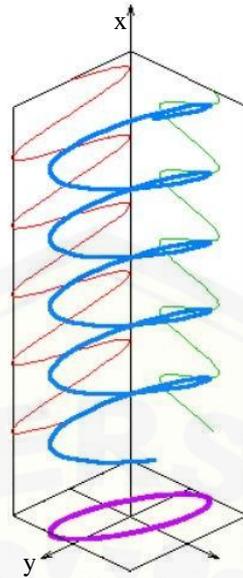
gelombang bidang elektromagnetik yang tegak lurus, dengan amplitudo sama dan beda fase 90° . Jika ujung vektor medan listrik pada gelombang yang menjalar berputar searah jarum jam, maka disebut polarisasi melingkar arah kanan. Sebaliknya jika berlawanan dengan arah jarum jam, disebut polarisasi melingkar arah kiri. Polarisasi melingkar ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Polarisasi melingkar (Sumber: Sugiyarni, 2010)

2.2.3 Polarisasi Ellips

Hasil superposisi yang memberikan vektor medan listrik yang ujungnya berputar pada sebuah ellips. Cahaya yang dipolarisasikan ellips terdiri dari dua gelombang yang tegak lurus, dengan amplitudo yang tidak sama dan beda fase 90° . Gelombang dengan polarisasi melingkar dan ellips dapat diuraikan menjadi dua gelombang dengan polarisasi tegak lurus. Polarisasi ellips ini ditunjukkan pada Gambar 2.4.



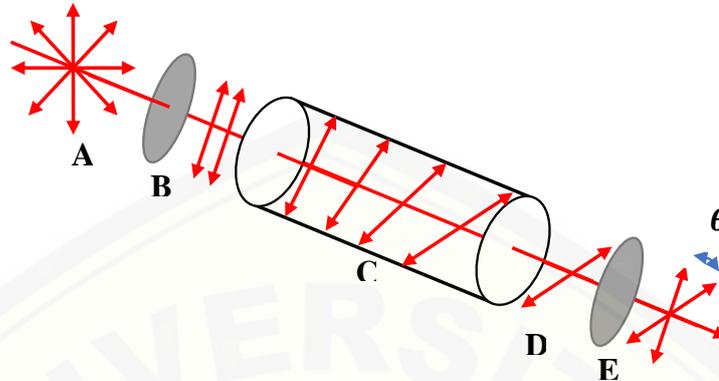
Gambar 2.4 Polarisasi ellips (Sumber: Sugiyarni, 2010)

2.3 Aktivitas Optik Bahan

Aktivitas optik bahan adalah kemampuan suatu bahan dalam memutar sumbu polarisasi suatu cahaya. Cahaya terpolarisasi yang diputar sumbunya terjadi karena sifat optik dari bahan yang dilalui oleh cahaya yang terpolarisasi. Sumbu polarisasi akan terputar oleh sifat optik aktif dari larutan yang digunakan dalam sampel penelitian. Perputaran sumbu polarisasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, faktor konsentrasi larutan, panjang wadah larutan, dan faktor-faktor lainnya. Semakin besar nilai konsentrasi maka semakin besar pula perputaran sumbu polarisasi. Semakin panjang wadah yang digunakan juga akan menambah semakin besar perputaran sumbu polarisasi yang terjadi (Prayitno *et al.*, 2007).

Sifat optik dari bahan bisa diukur nilainya dengan menggunakan polarimeter yang terdiri dari dua buah lensa polarizer dan lensa analizer. Polarizer diletakkan didepan bahan yang akan diukur sifat optiknya guna untuk mempolarisasikan cahaya tidak terpolarisasi dan untuk melewati bahan cahaya akan diputar oleh bahan yang memiliki nilai konsentrasi tertentu dan panjang wadah yang digunakan tertentu. Analizer diletakkan dibelakang wadah bahan untuk mengetahui nilai perputaran sudut polarisasi oleh bahan yang ditentukan nilai optiknya, analizer akan menganalisa arah sumbu polarisasi cahaya yang dilewatkan

bahan (Riberio *et al.*, 1998). Gambar 2.5 adalah sketsa proses polarisasi dari bahan optik



Gambar 2.5 Perputaran sudut polarisasi yang melalui sampel
(Sumber : Nugroho, 2009)

Keterangan

A = Sumber Cahaya Alami

B = Cahaya Terpolarisasi

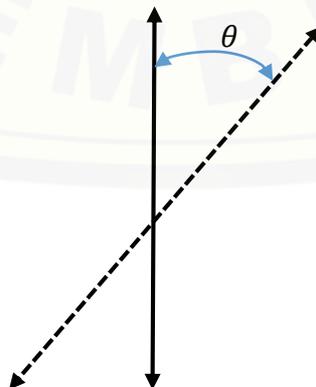
C = Bahan Sampel Yang Dilalui Cahaya

D = Cahaya Setelah Melalui Bahan

E = Analizer

θ = Sudut Perputaran Sumbu Rambat Cahaya Terpolarisasi

Cahaya terpolarisasi akan mengalami perubahan sudut sumbu polarisasi setelah melewati sampel bahan dan akan dianalisa oleh analizer yang digunakan. Perubahan sudut polarisasi terhadap sumbu apabila diilustrasikan dari depan analizer akan terlihat seperti Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Sumbu polarisasi mengalami perputaran (Sumber : Nugroho, 2009)

Keterangan

←————→ = Sebelum Dilewatkan Sampel

←-----→ = Sesudah Dilewatkan Sampel

Perputaran sumbu polarisasi terjadi setelah cahaya melewati sampel sebesar θ dan nilai perputaran sumbu polarisasi disebabkan oleh konsentrasi larutan sampel yang digunakan, panjang wadah sampel larutan sebesar, dan jenis bahan yang digunakan (Nugroho, 2009).

2.4 Efek Faraday

Cahaya mengalami sifat-sifat khusus dalam proses perambatannya antara lain interferensi difraksi, dispersi, absorpsi, hamburan, dan polarisasi. Selain itu cahaya juga mengalami efek-efek elektromagnetik apabila dilewatkan dalam medan magnet dan medan listrik seperti efek magneto-optik. Efek magneto-optik yaitu perilaku cahaya yang melewati suatu bahan dipengaruhi oleh adanya medan magnet kuat. Efek magneto-optik pertama kali dipelajari oleh Michael Faraday pada tahun 1845 yang menunjukkan bahwa ketika cahaya terpolarisasi melewati sepotong kaca yang diletakkan dalam medan magnet, bidang polarisasi cahaya yang diteruskan berputar. Efek ini dikenal dengan efek Faraday. Efek Faraday merupakan suatu peristiwa yang terjadi apabila suatu bahan optik aktif ditempatkan pada suatu medan magnet kuat kemudian ditransmisikan cahaya pada arah medan tersebut sehingga arah polarisasinya diputar dengan sudut θ . Sudut rotasi sebanding dengan medan magnet B dan panjang L dari medium yang dilalui dimana cahaya ditransmisikan. Efek Faraday yang terjadi pada zat cair dan gas sama seperti yang terjadi pada zat padat (Jain, 1998). Hubungan antara sudut polarisasi rotasi dan medan magnet dalam bahan adalah:

$$\theta = VBL \quad (2.1)$$

Keterangan :

θ = Rotasi Faraday (perubahan sudut pada analyzer °)

V = Konstanta Verdet ($\text{radian gauss}^{-1}\text{cm}^{-1}$)

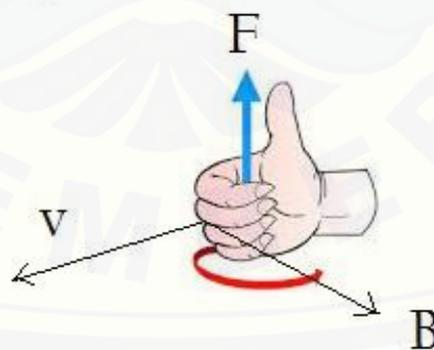
B = Medan magnet (T)

L = panjang wadah larutan/sampel (m)

2.5 Medan Magnet

Medan magnet merupakan daerah yang dipengaruhi oleh magnet. Magnet bisa diartikan sebagai benda yang dapat menarik benda lain. Medan magnet adalah medan gaya yang konservatif, sebagaimana usaha oleh muatan magnet yang bergerak dari satu titik ke titik lainnya tak tergantung lintasan yang ditempuhnya, khususnya usaha dari satu titik kembali ke titik itu lagi adalah nol. Menurut hasil tersebut, usaha sepanjang garis gaya sekeliling arus listrik tidaklah nol melainkan sama dengan arus yang dikelilinginya. Hal ini tentu disebabkan oleh sifat rotasi garis gaya medan magnet arus listrik (Jati dan Priyambodo, 2010).

Menurut Serway dan Jewett (2004). Medan magnet tidak hanya dihasilkan oleh magnet, tetapi juga dihasilkan oleh arus yang mengalir melalui sebuah kawat penghantar, namun hanya sementara. Hans Christian Oersted (1777-1851) menemukan bahwa arus yang mengalir pada sebuah kawat dapat menghasilkan sifat magnetik dan dapat merubah orientasi kompas. Medan magnet yang dihasilkan oleh kawat berarus memiliki arah melingkar mengelilingi kawat, dan lebih dikenal dengan kaidah tangan kanan. Saat keadaan tangan menggenggam kawat, ibu jari menunjukkan arah arus dan keempat jari lainnya menunjukkan arah putaran garis-garis gaya magnet. Satuan SI dari medan magnet adalah Tesla (T), dalam sistem cgs satuannya adalah Gauss (G), dimana $1\text{T} = 10^4\text{G}$ (Endarko, 2007).



Gambar 2.7 Garis gaya dengan kaidah tangan kanan (Sumber: Endarko, 2007)

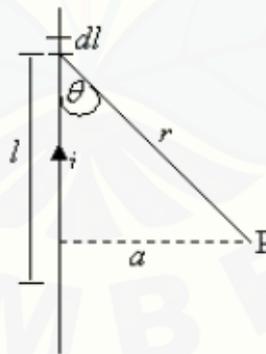
2.5.1 Hukum Biot-Savart

Menurut Hewitt (2005), Penelitian Oersted pada tahun 1819 menunjukkan bahwa jarum kompas dapat dipengaruhi oleh konduktor yang dialiri arus listrik, kemudian Jean-Baptiste Biot (1774-1862) dan Felix Savart (1791-1841) melakukan

percobaan mengenai yang diberikan oleh arus listrik pada magnet didekatnya. Hasil percobaan Biot-Savart menemukan suatu persamaan matematika yang menunjukkan nilai medan magnet suatu titik dalam ruang dengan arus yang menghasilkan medan tersebut. Percobaan Biot-Savart menunjukkan bahwa besar induksi magnet adalah sebagai berikut

1. Sebanding dengan kuat arus listrik (I)
2. Sebanding dengan panjang elemen kawat penghantar
3. Berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara titik ke elemen kawat penghantar ($\frac{1}{r^2}$)
4. Sebanding dengan sinus sudut apit antara arah arus dan garis penghubung titik ke elemen kawat penghantar ($\sin \theta$).

Menurut Astuti (2012), Medan magnet disekitar arus listrik dapat ditentukan dengan hukum Biot-Savart. Kawat konduktor dengan arus listrik I mengalir didalamnya dengan elemen kawat memiliki panjang $d\vec{L}$. Arah $d\vec{L}$ sama dengan arah arus, elemen kawat dinyatakan dengan notasi vektor, medan magnet pada titik P dengan vektor posisi \vec{r} terhadap elemen kawat:



Gambar 2.8 Medan magnetik yang ditimbulkan oleh penghantar lurus berarus
(Sumber : Astuti, 2012)

Pada Gambar 2.8 menunjukkan geometri untuk menghitung medan magnetik B dititik P akibat arus dalam potongan kawat lurus seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.8. Kawat dengan panjang tak hingga yang dialiri arus I , kuat medan magnet pada titik P yang ditimbulkan arus pada elemen dl adalah

$$dB = kI dl \frac{\sin\theta}{r^2} \quad (2.2)$$

dengan k adalah konstanta hubungan

$$k = \frac{\mu_0}{4\pi} \quad (2.3)$$

Sehingga,

$$dB = \mu_0 I dl \frac{\sin\theta}{4\pi r^2} \quad (2.4)$$

Medan magnet B pada titik P karena arus yang mengalir pada kawat adalah penjumlahan skalar kuat medan magnet yang diakibatkan oleh masing-masing elemen. Untuk kawat lurus panjang tak hingga persamaannya adalah

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a} \quad (2.5)$$

Keterangan,

B = kuat medan magnetik di titik P (Wb/m^2 atau T)

μ_0 = permeabilitas ruang hampa (T.m/A)

I = kuat arus (A)

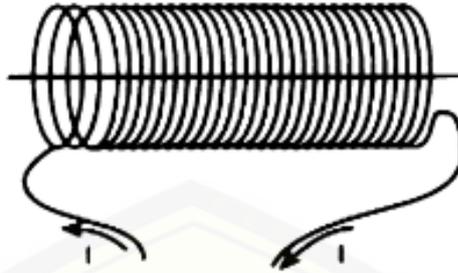
A = jarak titik P ke kawat berarus (m).

Arah induksi medan magnet yang ditimbulkan oleh kawat penghantar lurus bisa ditentukan dengan kaidah tangan kanan seperti pada Gambar 2.7.

2.5.2 Medan Magnet Solenoida

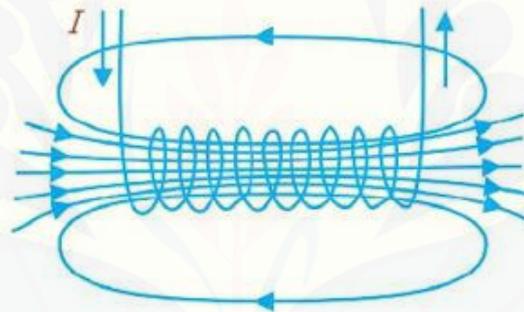
Solenoida adalah kawat berbentuk pegas yang disusun melingkar dengan ukuran sama besar. Solenoida bisa disebut susunan cincin sejenis dengan jumlah yang sangat banyak dan membawa arus I yang sama besar. Medan magnet dari solenoida didapat dengan menjumlahkan masing-masing medan magnet pada komponen arus melingkar. Medan magnet pada solenoida ditunjukkan oleh garis gaya magnetik yang berupa fluktuansi diruangan antar loop. Medan solenoida hanya dihitung di titik-titik sumbu (Buschow, 2004).

Solenoida berbentuk struktur silindris yang terdiri dari banyak lilitan. Bentuk solenoida dapat ditunjukkan pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Lilitan solenoida panjang (sumber : Buschow, 2004)

Lilitan pada solenoida akan menghasilkan medan magnet yang sama atau seragam, dan menghasilkan medan magnet yang kuat pada pusat solenoida atau ditengahnya. Perubahan arah arus pada solenoida akan merubah arah pada medan magnet yang dihasilkan. Arah medan magnet solenoida diilustrasikan pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Garis medan magnet solenoida (sumber : Buschow , 2004)

Pada Gambar 2.10 dapat dilihat bahwa arah garis medan magnet pada solenoida sama dengan arah perambatan arus yang mengalir pada kawat lilitan solenoida. Jika pada solenoida terdapat batang besi yang sebagiannya ditempatkan didalam solenoida, maka batang besi akan bergerak masuk ke solenoida saat arus dialirkan pada solenoida (Buschow, 2004). Menurut Ishaq (2007) menentukan nilai besarnya induksi magnetik dipusat lilitan solenoida dengan panjang l dan jumlah lilitan N adalah

$$B = \frac{\mu_0 N I}{l} \quad (2.6)$$

Sedangkan untuk menentukan besar induksi magnet pada ujung solenoida adalah

$$B = \frac{\mu_0 N I}{2l} \quad (2.7)$$

Keterangan :

B = Medan Magnet (T)

μ_0 = Konstanta permeabilitas ruang hampa ($4\pi \times 10^{-7} Tm/A$)

I = Kuat arus yang mengalir pada lilitan solenoida (A)

l = Panjang solenoida (m)

N = Jumlah lilitan

2.6 Laser HeNe

Laser merupakan singkatan dari (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*) adalah suatu sumber yang dapat memancarkan cahaya dengan tingkat kemonokromatisan yang hampir sempurna. Sinar laser berbeda dengan sinar dari cahaya biasa. Ada beberapa ciri laser yang membedakan dengan cahaya biasa, yaitu hanya memancar pada satu arah saja (terpolarisasi linier), memiliki intensitas yang tinggi, kemonokromatisan yang hampir sempurna dan memiliki tingkat koherensi yang tinggi. Bahan yang digunakan dalam laser dapat berupa gas, benda padat dan cairan (kimia). Salah satu contoh laser yang menggunakan gas adalah laser Helium-Neon (Goldstein, 2003).

Laser HeNe merupakan laser yang ditimbulkan oleh molekul dan atom netral. Laser HeNe termasuk jenis laser yang dipompa secara elektris, yaitu laser yang dipompa dengan listrik diantara dua buah elektroda. Sistemnya terdiri dari satu atau lebih jenis atom gas yang bertumbukan dengan elektron sehingga menambah energi untuk bereksitasi. Laser HeNe dapat beresilasi pada panjang gelombang 0,633 μm , 1,15 μm , dan 3,39 μm (Handayani, 2014).

Laser HeNe pertama kali diciptakan oleh Javan, dari *Bell Laboratories* pada tahun 1961. Laser HeNe memiliki spektrum warna merah dengan panjang gelombang sebesar 6328 Å. Sistem laser HeNe berbentuk tabung memiliki panjang 1 m dan diameter 17 mm dengan masing-masing ujung ditutup cermin pantul sejajar atau disebut cermin Fabry-Perot, yang sekaligus tabung ini juga berfungsi sebagai rongga resonansi optiknya. Dua buah elektroda yang bertegangan tinggi guna menimbulkan lucutan. Laser HeNe bersifat kontinu karena tekanan He dan Ne berturut-turut adalah 1 torr dan 0,1 torr, jadi atom He memiliki jumlah sekitar 10 kali lipat daripada atom Ne, sehingga He yang lebih banyak akan mempertahankan

inversi populasinya. Sifat kontinu pada laser HeNe amat berguna pada berbagai transmisi dalam komunikasi, musik, atau gambar televisi. Dengan efisiensi laser HeNe yang rendah sekitar 1% dan outputnya yang hanya berorde miliwatt (Pikatan, 1991).

2.7 Natrium Klorida

Pengertian garam secara kimia merupakan hasil reaksi penetralan asam dengan basa. Natrium Klorida dibentuk dari HCl dan NaOH, dimana kedua zat ini akan terionisasi secara sempurna di dalam air. Dengan demikian Natrium Klorida akan terionisasi secara sempurna di dalam air menjadi ion Na^+ dan Cl^- . Sifat-sifat garam Natrium Klorida antara lain berbentuk kristal tidak berwarna atau serbuk putih, tidak berbau, rasa asin serta larut dalam air. Garam murni adalah garam yang sebanyak mungkin mengandung NaCl dan sekecil mungkin mengandung elemen-elemen lain. Biasanya kristal garam dikotori oleh unsur-unsur kimia berupa MgCl_2 , CaCl_2 , MgSO_4 , CaSO_4 dan garam-garam lainnya (Underwood dan Day, 1992). Tabel 2.1 merupakan karakteristik Natrium Klorida.

Tabel 2.1 Karakteristik Natrium Klorida

Nama IUPAC	Natrium Klorida
Molecular formula	NaCl
Massa molar	58,443 g/mol
Penampilan	Tak berwarna/putih kristal padat
Kepadatan	2,165 g/cm ³
Titik lebur	801 °C, 1074 K, 1474 °F
Kelarutan dalam air	356 g/L (0 °C) 359 g/L (25 °C) 391g/L (100 °C)

Sumber:Hefni, 2003.

Natrium (Na) adalah salah satu unsur alkali utama dan merupakan kation yang penting di perairan. Hampir semua senyawa Natrium mudah larut dalam air dan bersifat sangat reaktif. Hampir semua perairan alami mengandung Natrium, dengan kadar bervariasi antara 1 mg/liter hingga ribuan mg/liter. Kadar Natrium pada perairan laut dapat mencapai 10.500 mg/liter atau lebih. Satu liter air laut

mengandung sekitar 30 gr NaCl yang terdiri atas \pm 11 gram Natrium. Kadar Natrium pada perairan tawar alami kurang dari 50 mg/liter, sedangkan pada air tanah dalam dapat lebih dari 50 mg/liter. Pada air laut, kadar Natrium berkisar antara 25.000-100.000 mg/liter (Hefni, 2003).

Pembuatan Natrium Klorida pada umumnya dilakukan dengan evaporasi air laut ataupun air payau dari berbagai macam sumber air tersebut, seperti sumur dan danau air asin, dan dengan menambang dari batu-batuan garam yang biasa disebut dengan halite. Selain digunakan dalam memasak, Natrium Klorida juga digunakan dalam banyak aplikasi, seperti pada pembuatan kertas, untuk mengatur kadar warna pada tekstil dan kain, dan untuk menghasilkan sabun, deterjendan produk lainnya. Natrium Klorida merupakan sumber utama dari industri Klorin dan Natrium Hidroksida, dan digunakan pada hampir setiap industri (Sumada *et al.*, 2016).

Natrium Klorida juga biasa digunakan sebagai penyerap debu yang aman dan murah dikarenakan sifatnya yang higroskopis, juga pada pembuatan garam sebagai salah satu metode pengawetan yang efektif karena sifatnya yang menarik air keluar dari bakteri melalui tekanan osmotik sehingga mencegah bakteri tersebut bereproduksi dan membuat makanan basi (Amalia, 2007).

2.8 Natrium Benzoat

Natrium Benzoat (C_6H_5COONa) merupakan garam atau ester dari asam Benzoat secara komersial yang dibuat dengan sintesis kimia. Natrium Benzoat termasuk zat pengawet organik yang berwarna putih, tanpa bau, bubuk kristal atau serpihan. Sifat fisiknya adalah lebih larut dalam air dan juga dapat larut alkohol (Nurhayati *et al.*, 2012).

Asam Benzoat, Natrium Benzoat, asam parahidro Benzoat dan turunannya merupakan kristal putih yang dapat ditambahkan secara langsung ke dalam makanan atau dilarutkan terlebih dahulu di dalam air, oleh karena itu lebih sering digunakan dalam bentuk garamnya yaitu Natrium Benzoat (Patong, 2013).

Natrium Benzoat memiliki fungsi sebagai anti mikroba yang dapat menghambat pertumbuhan kapang dan khamir dengan cara menghancurkan sel-sel mikroba terutama kapang (Nurhayati *et al.*, 2012). Dalam industri makanan

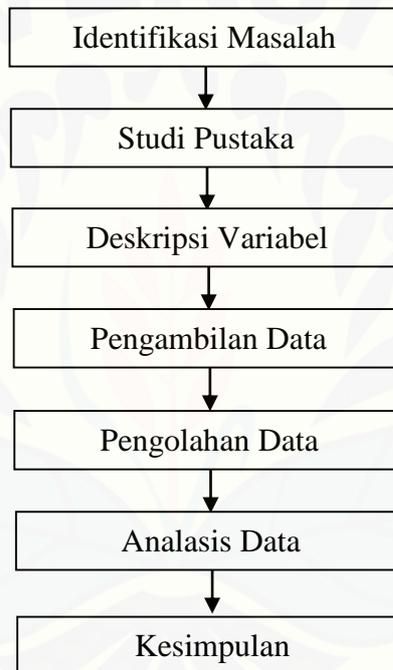
Natrium Benzoat, kalium sorbat dan Natrium nitrit sering digunakan sebagai pengawet. Natrium Benzoat adalah pengawet yang banyak digunakan dalam industri makanan. Hal ini digunakan sebagai agen antijamur, untuk pengawet margarin, jus, dan permen. Komisi Eropa membatasi untuk penggunaan Asam Benzoat dan Natrium Benzoat dalam makanan adalah 0,015-0,5% (Maidah, 2015).



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan September 2019 sampai dengan selesai di Laboratorium Fisika Modern, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember. Beberapa tahapan yang dilakukan oleh peneliti untuk menyelesaikan penelitian ini disusun secara skematis dalam bentuk diagram alir, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Rancangan Penelitian

Kegiatan penelitian dilakukan dengan beberapa tahapan yang diawali dengan mengidentifikasi permasalahan yang akan diselesaikan, yaitu nilai konstanta Verdet dari Natrium Klorida dan Natrium Benzoat yang diukur pada berbagai konsentrasi dengan menggunakan laser HeNe. Kemudian dilakukan studi pustaka mengenai indentifikasi konstanta Verdet pada berbagai jenis larutan, sehingga dapat digunakan untuk mengkarakterisasi bahan. Berdasarkan referensi yang diperoleh, selanjutnya konstanta Verdet dikembangkan lebih lanjut pada Natrium Klorida dan Natrium Benzoat pada variasi konsentrasi. Berdasarkan studi pustaka yang telah dilakukan, dapat diidentifikasi beberapa variabel penelitian yang

harus diukur/ditentukan. Penentuan konstanta Verdet dilakukan adalah dengan menentukan nilai medan magnet dan nilai rotasi Faraday dari larutan Natrium Klorida dan Natrium Benzoat. Nilai medan magnet diperoleh dari teslameter, dimana besarnya nilai medan magnet dengan variasi 0, 10, 30, 50, 70, dan 90 gauss. Sedangkan nilai sudut rotasi Faraday diperoleh dari larutan Natrium Klorida dan Natrium Benzoat yang divariasi pada berbagai konsentrasi yaitu 2%-24%. Berdasarkan data tersebut akan dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai konstanta Verdet pada berbagai variasi konsentrasi larutan Natrium Klorida dan Natrium Benzoat yang telah ditentukan.

3.2 Jenis Penelitian dan Sumber Data Penelitian

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian kuantitatif, karena data yang diperoleh dapat diukur secara langsung dan dinyatakan dalam bentuk besaran atau angka. Data tersebut berupa nilai konstanta Verdet pada berbagai variasi medan magnet dan konsentrasi larutan Natrium Klorida dan Natrium Benzoat. Sumber data diperoleh dari perubahan sudut polarisasi akibat pengaruh medan magnet dari beberapa larutan. Data tersebut selanjutnya akan digunakan untuk penentuan konstanta Verdet. Data tersebut diperoleh dari eksperimen yang dilakukan oleh peneliti, sehingga data tersebut tergolong data primer. Sumber cahaya yang digunakan adalah laser HeNe dengan panjang gelombang 632,8 nm.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang akan ditentukan adalah nilai konstanta Verdet pada variasi konsentrasi larutan Natrium Klorida dan Natrium Benzoat. Adapun konsentrasi dari larutan tersebut adalah sebesar 2%-24%. Pengukuran terhadap nilai konstanta Verdet dilakukan secara tidak langsung, yakni melalui pengukuran terhadap sudut rotasi Faraday (θ) pada beberapa variasi medan magnet eksternal (B). Sebagai data kontrol akan diukur nilai konstanta Verdet dari aquades (larutan Natrium Klorida dan Natrium Benzoat 0%). Pengukuran terhadap variabel penelitian akan dilakukan sebanyak lima kali pengulangan pada setiap variasi konsentrasi dan medan magnet.

3.4 Kerangka Pemecahan Masalah

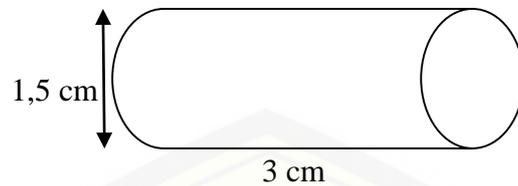
Kegiatan penelitian dilakukan dalam rangka menentukan konstanta Verdet dari berbagai jenis larutan Natrium Klorida dan Natrium Benzoat. Untuk memperoleh nilai tersebut, diperlukan pengukuran terhadap sudut rotasi Faraday akibat variasi medan magnet. Dengan demikian, untuk mendapatkan solusi atas permasalahan tersebut, diperlukan tahapan/kerangka pemecahan masalah. Secara umum, kerangka pemecahan masalah meliputi tahap persiapan alat dan bahan, disain pengambilan data, pengolahan dan analisis data dan diakhiri dengan penarikan kesimpulan.

3.4.1 Persiapan Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah laser HeNe, polarizer, solenoida berjumlah 1000 lilitan, wadah kaca transparan yang berisi bahan yang diteliti, analizer, laser HeNe, photometer, teslameter, dan catu daya DC (spesifikasi peralatan ditunjukkan pada Lampiran E). Sementara bahan yang digunakan adalah bahan cair larutan garam 100 ml dengan konsentrasi massa 0% - 24%, dimana massa jenis air 1g/cm^3 dan untuk pembuatan larutan garam konsentrasi 0% digunakan aquades, garam yang digunakan berupa larutan Natrium Klorida dan Natrium Benzoat.

Pembuatan larutan dilakukan dengan menggunakan konsentrasi massa per volume. Untuk membuat larutan Natrium Klorida dengan konsentrasi 2% dilakukan dengan cara menambahkan aquades ke dalam *beaker glass* yang telah berisi sebanyak 2 gram Natrium Klorida hingga menunjukkan skala sebesar 100 ml. Hal yang sama juga dilakukan untuk pembuatan larutan Natrium Klorida maupun Natrium Benzoat dengan konsentrasi yang lain.

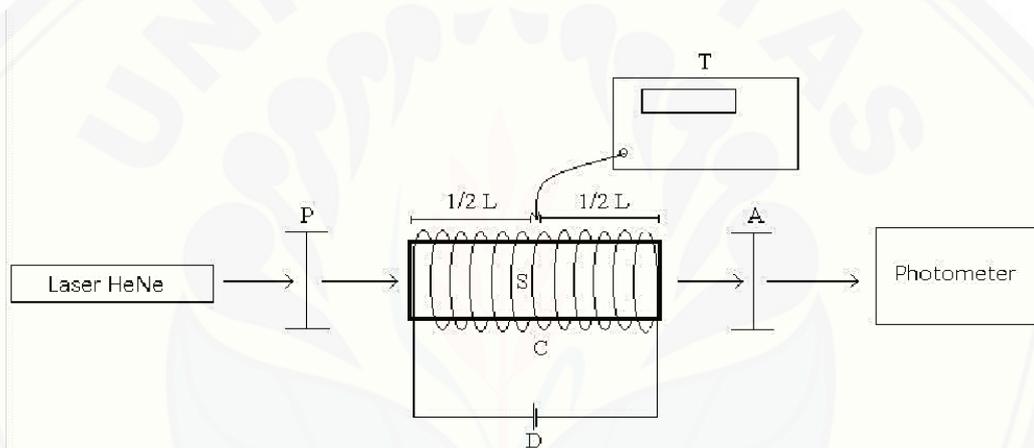
Sampel larutan yang sudah dibuat akan ditempatkan pada wadah berbentuk silinder yang terbuat dari kaca bening transparan dengan panjang 3 cm dan diameter 1,5 cm, kemudian diletakkan di dalam solenoida. Sketsa dari wadah yang akan digunakan sebagai tempat sampel ditunjukkan pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 Wadah Sampel Larutan

3.4.2 Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan menyusun alat dan bahan yang telah dipersiapkan. Alat dan bahan disusun seperti pada skema berikut.



Gambar 3.3 Desain Eksperimen

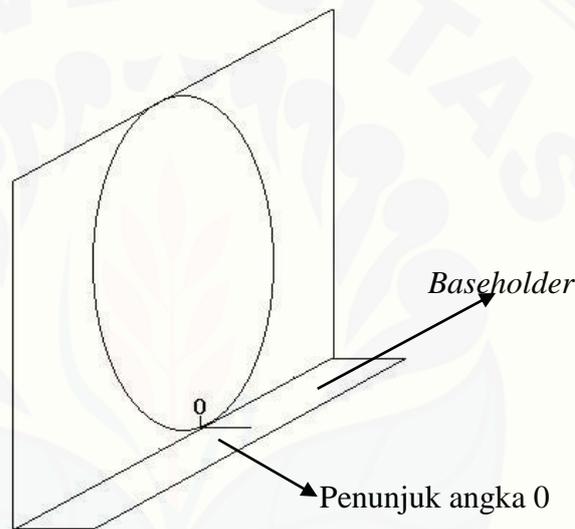
Keterangan

- P =Polarizer
- A =Analizer
- C =Solenoida
- S =Sampel
- T =Teslameter
- D =Power supply DC

Setelah disusun seperti Gambar 3.3 selanjutnya dilakukan kalibrasi pada alat dengan menggunakan bahan sampel aquades (larutan Natrium Klorida dan Natrium Benzoat 0%) untuk mendapatkan nilai perputaran sudut rotasi Faraday (θ). Hasil

perhitungan dari konstanta Verdet pada aquades selanjutnya dibandingkan dengan literatur. Jika terdapat perbedaan pada nilai yang diperoleh, maka ditentukan nilai skala (faktor koreksi) untuk mendapatkan data konstanta Verdet yang sesuai dengan literatur.

Pengukuran sudut rotasi Faraday (θ) dilakukan dengan menembakkan sinar laser HeNe pada polarizer dan diteruskan menuju sampel larutan yang digunakan hingga terdeteksi oleh photometer. Intensitas cahaya diamati setelah laser melewati analyzer. Skala nol analyzer dalam hal ini berhimpit pada penunjuk skala yang terletak pada bagian *baseholder* (Gambar 3.4).



Gambar 3.4 Analyzer

Pengukuran intensitas maksimum yang melewati bahan tanpa medan magnet dicatat sebagai I . Adapun intensitas maksimum yang melewati bahan di bawah pengaruh medan magnet dicatat sebagai I_n . Intensitas maksimum diperoleh dengan cara memutar analyzer sedemikian hingga intensitas cahaya yang terbaca pada photometer menunjukkan nilai tertinggi. Pada keadaan tersebut sudut analyzer dicatat sebagai θ , dimana θ merupakan sudut analyzer. Besarnya perputaran sudut rotasi Faraday diperoleh dengan dengan cara menghitung selisih antara sudut analyzer pada keadaan bahan belum diberi medan magnet dengan sudut analyzer sesudah diberi medan magnet.

3.4.3 Metode Analisis Data

Untuk menentukan konstanta Verdet akibat pengaruh medan magnet digunakan persamaan sebagai berikut:

$$\theta = V B L \quad (3.1)$$

dari persamaan tersebut konstanta Verdet diperoleh sebagai berikut

$$V = \frac{\theta}{BL} \quad (3.2)$$

Karena terdapat 5 variasi konsentrasi untuk masing-masing larutan Natrium Klorida dan Natrium Benzoat, maka untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi dengan konstanta Verdet dibuat grafik hubungan antara kedua parameter tersebut. Berdasarkan grafik tersebut akan dianalisa kebergantungan konstanta Verdet terhadap konsentrasi larutan bahan.

Pada umumnya, variasi konsentrasi bahan akan bersifat linier terhadap konstanta Verdet yang dihasilkan (Hidayat, 2019). Oleh karena itu, hubungan antara variable konsentrasi larutan dan konstanta Verdet akan dianalisis dengan menggunakan *fitting* berupa garis linier. Dengan kata lain, diasumsikan perubahan kedua parameter tersebut bersifat linier satu sama lain. Disamping itu, untuk menunjukkan seberapa besar tingkat kesesuaian hubungan antara kedua parameter (konstanta Verdet dan konsentrasi larutan) terhadap hasil *fitting linear* yang dilakukan, ditentukan pula nilai koefisien determinasi R^2 dari persamaan linier yang diperoleh. Seluruh proses *fitting* data dilakukan dengan menggunakan *software Excel*.

Data sudut rotasi Faraday, yang diamati pada berbagai konsentrasi dari larutan Natrium Klorida dan natrium Benzoat, diukur sebanyak lima kali pengulangan. Tingkat presisi terhadap hasil pengukuran dilihat berdasarkan ketidakpastian hasil pengukuran menggunakan standar deviasi ΔV . Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut

$$\Delta V = \sqrt{\frac{\sum_1^N (V - \bar{V})^2}{N - 1}} \quad (3.3)$$

dengan N adalah banyaknya pengulangan dan \bar{V} adalah konstanta Verdet rata-rata.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat diperoleh bahwa konstanta Verdet pada larutan Natrium Klorida dan Natrium Benzoat dipengaruhi oleh besarnya konsentrasi larutan. Semakin besar konsentrasi larutan yang digunakan, maka semakin besar konstanta Verdet yang dihasilkan. Pada larutan Natrium Benzoat, interval kenaikan nilai konstanta Verdet cenderung tetap jika dibandingkan dengan larutan Natrium Klorida.

5.2 Saran

Perlu verifikasi kembali data pengukuran konstanta Verdet pada medan magnet 10 gauss dengan cara mempetimbangkan kembali panjang wadah. Selain itu untuk mengetahui sudut rotasi maksimal dari larutan Natrium Klorida dan Natrium Benzoat perlu dilakukan pengukuran dengan panjang gelombang yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia. 2007. *Teknologi Pengawetan Pangan*. Jakarta: UI Press.
- Astuti, I. A. D. 2014. Penentuan Kuat Kutub Magnet Batang dengan Metode Simpangan Kumputan Solenoida Berarus Listrik. *Skripsi*. Yogyakarta: Universitas Ahmad Dahlan.
- Buschow, K. H. J. dan de Boer, F. R. 2004. *Physics of Magnetism and Magnetic Materials*. Amsterdam: Universiteit van Amsterdam.
- Dinar, A. 2007. Studi Penentuan Konstanta Verdet Menggunakan Seperangkat Alat Photoconductivity Produk Leybold. *Skripsi*. Surakarta: Jurusan Fisika MIPA UNS.
- Endarko. 2007. *Draft Modul Fisika*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional Biro Perencanaan dan Kerjasama Luar Negeri.
- Ghozali, Imam. 2009. *Aplikasi Multivariate dengan Program SPSS*. Semarang: UNDIP.
- Giancoli, D. 2001. *Fisika Edisi 5 (terjemahan)*. Jakarta: Erlangga.
- Giancoli, D. 2014. *Physics: Principles with Applications*. Boston: Pearson Education.
- Goldstein, D. 2003. *Polarized Light Second Edition, Revised and Expanded*. New York: Marcel Dekker, inc.
- Handayani. 2014. Analisis pola interferensi celah banyak untuk menentukan panjang gelombang laser HeNe dan laser diode. *Jurnal Fisika*.
- Hapsari, M.S., Utomo, A.B. dan Setiawan, I. 2005. Pengukuran tetapan Verdet beberapa bahan optik cair dalam medan magnet dc pada panjang gelombang 632,8 nm berdasarkan efek rotasi faraday, *Jurnal Fisika Indonesia* No.27 hal 95–105.
- Hefni, E. 2003. *Basis Pengolahan Sumber Daya Alam Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Hewitt, P. G. 2005. *Conceptual Physics Seventh Edition*. Harper Collins College Publisher.

- Hidayat, R. 2019. Karakteristik Konstanta Verdet pada Berbagai Konsentrasi Larutan Madu dan Gula Berdasarkan Efek Faraday. *Skripsi*. Jember: Universitas Jember.
- Ishaq, M. 2007. *Fisika Dasar*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Jain, A., Kumar, Y., Zhou, F. dan Li, L. 1998. A Simple experiment for determining Verdet constants using alternating current magnetic fields, *Am. J. Phys.* hal. 714-717.
- Jati, B. M. E., dan Priyambodo, T. K. 2010. *Fisika Dasar Listrik Magnet Optika Fisika Modern*. Yogyakarta: Andi.
- Kartika, N. E. 2017. Penentuan Kelajuan Sinar Laser Helium Neon (HeNe) yang Merambat Melalui Udara dan Fiber Optik dengan Osiloskop 200 MHz. *Skripsi*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Kartina, T. 2011. *Polarisasi Cahaya*. Surabaya: Universitas Airlangga.
- Maidah. 2015. Analisis Kualitatif dan Kuantitatif Natrium Benzoat, Boraks dan Formalin dalam Berbagai Makanan Olahan yang Terdapat di Lingkungan Sekolah Dasar Kecamatan Tamalanrea Kota Makassar. *Skripsi*. Makassar: Universitas Hasanuddin
- Nugroho, R. S. 2009. Pengukuran Aktivitas Optik pada Larutan Gula. *Skripsi*. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- Nurhayati, S. K., dan Harjono. 2012. Pengaruh Konsentrasi Natrium Benzoat Dan Lama Penyimpanan Pada Kadar Fenolat Total Pasta Tomat. *Indonesian Journal Of Chemical Science* hal.159-162.
- Pikatan, S. 1991. Laser Kristal. 1-11. 4 juni 1991. Seminar intern FT. Ubayana.
- Patong, A. R. 2013. Analisis Kimia Pangan Cetakan Pertama. Makassar: Dua Satu Press.
- Prayitno, M., Azamdan Sofjan, F. 2005. Pengaruh Medan Magnet Terhadap Sudut Polarisasi Sinar Laser Pada Airdan Larutan NaCl. *Seminar Tugas Akhir S1 Jurusan Fisika FMIPA UNDIP*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Riberio, R. M., Faisca, A. B. A., dan Santos, P. A. M. 1998. *Automatic Optical Activity Measurment System*. Brasil.
- Sayan, K, R. 1997. *Faraday Effect Rotation for Water and Flint Glass*. Physics Department, The College OF Wooster, Wooster, Ohio 44691.

- Serway, R. A., dan Jewett, J. 2004. *FISIKA Untuk Sains dan Teknik Edisi 6*. Jakarta: Salemba Teknika.
- Sumada,. K., Dewati, R., dan Suprihatin. 2016. Garam industri berbahan baku garam krosok dengan metode pencucian dan evaporasi. *Jurnal Teknik Kimia* Vol 11 (1).
- Sugiyarni, A. 2010. Penentuan Konsentrasi Glukosa dalam Gula Pasir Menggunakan Metode Efek Faraday. *Skripsi*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Sumantri, A. B., Utomo, S. I., dan Setiawan. 2006. Pengaruh konsentrasi larutan terhadap nilai tetapan Verdet dengan metode pengukuran intensitas Cahaya (rotasi faraday). *Jurnal Fisika Indonesia*. 1410-2994. hal.95–105.
- Tipler, P. A. 2001. *Fisika Untuk Sains dan Teknik*. Jakarta: Erlangga.
- Underwood, A. L., dan Day, R.A. 1992. *Analisa Kimia Kuantitatif (Edisi Kelima)*. Jakarta: Erlangga.
- Villaverde, A. B., dan Donatti, D. A. 1979. Verdet constant of liquids: measurements with a pulsed magnetic field. *J. Chem. Phys.* 71 (10): 4021-402.
- Young, H., dan Freedman, R. 2001. *Fisika Universitas Edisi 10*. Jakarta: Erlangga.

LAMPIRAN

Lampiran A Perhitungan Faktor Koreksi Aquades

- $V' = \frac{m}{L}$

$$V' = \frac{0,0042}{3}$$

$$V' = 0,0014$$

- $V_{refrensi} = 1,3 \times 10^{-5}$

- $V_{terkoreksi} = V' \times V_{refrensi}$

$$= 0,0014 \times 0,00013$$

$$= 0,00928 \text{ rad gauss}^{-1} \text{ cm}^{-1}$$

Lampiran B Tabel Hasil Pengukuran

B1. Data hasil perhitungan nilai perputaran sudut rotasi dan konstanta verdet pada larutan Natrium Klorida

C	Sudut Rotasi Faraday (θ°)					θ°	θ (radian)	B (gauss)
	θ_1	θ_2	θ_3	θ_4	θ_5			
0%	2	4	3	2	4	3,000±1,000	0,052±0,0174	10
2%	3	3	3	3	5	3,400±0,894	0,059±0,0156	10
4%	4	2	4	4	4	3,600±0,894	0,062±0,0156	10
6%	4	4	4	3	5	4,000±0,707	0,069±0,0123	10
8%	4	4	6	3	4	4,200±1,095	0,073±0,0191	10
10%	5	4	4	4	5	4,400±0,547	0,076±0,0096	10
12%	6	4	3	5	5	4,600±1,140	0,080±0,0199	10
14%	5	6	3	6	4	4,800±1,303	0,083±0,0227	10
16%	5	6	4	5	5	5,000±0,707	0,087±0,0123	10
18%	4	6	6	4	6	5,200±1,095	0,090±0,0191	10
20%	4	4	7	6	6	5,400±1,341	0,094±0,0234	10
22%	6	5	4	8	5	5,600±1,516	0,097±0,0265	10
24%	5	7	6	5	6	5,800±0,836	0,101±0,0146	10

C:Konsentrasi

C	Sudut Rotasi Faraday (θ°)					θ°	θ (radian)	B (gauss)
	θ_1	θ_2	θ_3	θ_4	θ_5			
0%	8	8	8	8	9	8,2000±0,4472	0,1430±0,0078	30
2%	9	9	8	9	10	9,0000±0,7071	0,1570±0,0123	30
4%	10	9	11	11	9	10,0000±1,0000	0,1744±0,0174	30
6%	11	9	11	11	10	10,4000±0,8944	0,1814±0,0156	30
8%	11	11	11	10	11	10,8000±0,4472	0,1884±0,0078	30
10%	13	11	11	11	11	11,4000±0,8944	0,1989±0,0156	30
12%	12	12	10	12	12	11,6000±0,8944	0,2024±0,0156	30
14%	12	13	10	12	12	11,8000±1,0954	0,2058±0,0191	30
16%	13	13	12	12	13	12,6000±0,5477	0,2198±0,0096	30
18%	13	14	14	13	13	13,4000±0,5477	0,2338±0,0096	30
20%	14	14	16	15	15	14,8000±0,8367	0,2582±0,0146	30
22%	15	15	14	17	15	15,2000±1,0954	0,2652±0,0191	30
24%	17	18	15	16	15	16,2000±1,3038	0,2826±0,0227	30

C:Konsentrasi

C	Sudut Rotasi Faraday (θ°)					θ°	θ (radian)	B (gauss)
	θ_1	θ_2	θ_3	θ_4	θ_5			
0%	13	13	13	13	14	13,2000±0,4472	0,2303±0,0078	50
2%	13	15	14	14	15	14,2000±0,8367	0,2477±0,0146	50
4%	14	14	17	16	15	15,2000±1,3038	0,2652±0,0227	50
6%	16	16	18	16	16	16,4000±0,8944	0,2861±0,0156	50
8%	17	15	19	17	17	17,0000±1,4142	0,2966±0,0247	50
10%	19	19	17	17	17	17,8000±1,0954	0,3105±0,0191	50
12%	20	19	16	19	19	18,6000±1,5166	0,3245±0,0265	50
14%	20	21	18	20	20	19,8000±1,0954	0,3454±0,0191	50
16%	21	21	20	22	21	21,0000±0,7071	0,3663±0,0123	50
18%	21	23	21	21	21	21,4000±1,8944	0,3733±0,0156	50
20%	21	23	22	24	22	22,4000±1,1402	0,3908±0,0199	50
22%	23	23	22	24	24	23,2000±0,8367	0,4047±0,0146	50
24%	24	24	24	24	22	23,6000±0,8367	0,4117±0,0156	50

C:Konsentrasi

C	Sudut Rotasi Faraday (θ°)					θ°	θ (radian)	B (gauss)
	θ_1	θ_2	θ_3	θ_4	θ_5			
0%	16	17	18	151	17	16,6000±1,1420	0,2896±0,0199	70
2%	18	20	20	18	20	19,2000±1,0954	0,3349±0,0191	70
4%	20	20	22	21	22	21,0000±1,0000	0,3663±0,0174	70
6%	23	22	23	21	23	22,4000±0,8954	0,3908±0,0156	70
8%	25	23	25	24	25	24,4000±0,8954	0,4082±0,0096	70
10%	26	24	24	24	25	24,6000±0,8954	0,4291±0,0156	70
12%	26	26	25	26	24	25,4000±0,8954	0,4431±0,0156	70
14%	27	27	25	28	26	26,6000±1,1402	0,4640±0,0199	70
16%	28	28	27	29	28	28,0000±0,7071	0,4815±0,0096	70
18%	29	30	30	28	30	29,4000±0,8954	0,5129±0,0156	70
20%	30	30	32	31	30	30,6000±0,8954	0,5338±0,0156	70
22%	33	32	31	33	32	32,2000±0,8954	0,5617±0,0146	70
24%	33	35	33	33	32	33,2000±1,0954	0,5792±0,0191	70

C: Konsentrasi

C	Sudut Rotasi Faraday (θ°)					θ°	θ (radian)	B (gauss)
	θ_1	θ_2	θ_3	θ_4	θ_5			
0%	21	23	22	21	23	22,000±1,000	0,383±0,017	90
2%	22	23	24	22	24	23,000±1,000	0,401±0,017	90
4%	25	23	25	23	25	24,200±1,095	0,422±0,019	90
6%	27	24	25	26	26	25,600±1,140	0,446±0,019	90
8%	28	27	30	27	29	28,200±1,303	0,491±0,022	90
10%	30	29	30	28	29	29,200±0,836	0,509±0,014	90
12%	30	29	29	31	29	29,600±0,894	0,516±0,015	90
14%	30	31	29	31	29	30,000±1,000	0,523±0,017	90
16%	33	32	30	32	31	31,600±1,140	0,551±0,019	90
18%	34	35	35	34	36	34,800±0,863	0,607±0,014	90
20%	36	36	37	38	38	37,000±1,000	0,645±0,017	90
22%	39	37	37	39	38	38,000±1,000	0,662±0,017	90
24%	39	39	38	39	37	38,400±0,894	0,669±0,015	90

C: Konsentrasi

C	Konstanta Verdet $V \pm \Delta V (\times 10^{-5} \text{ rad gauss}^{-1} \text{ cm}^{-1})$						Error (%)
	10 Gauss	30 Gauss	50 Gauss	70 Gauss	90 Gauss	V rata-rata	
0%	1,619	1,475	1,425	1,280	1,319	1,424±	
2%	1,835	1,619	1,533	1,481	1,379	1,570±	
4%	1,943	1,799	1,641	1,619	1,451	1,691±	
6%	2,159	1,871	1,771	1,727	1,535	1,813±	
8%	2,267	1,943	1,835	1,882	1,691	1,924±	
10%	2,375	2,051	1,922	1,897	1,751	1,999±	
12%	2,483	2,087	2,008	1,959	1,775	2,063±	
14%	2,591	2,123	2,138	2,051	1,799	2,141±	
16%	2,699	2,267	2,267	2,159	1,895	2,258±	
18%	2,807	2,411	2,311	2,267	2,087	2,377±	
20%	2,915	2,663	2,419	2,360	2,219	2,515±	
22%	3,023	2,735	2,5054	2,483	2,279	2,605±	
24%	3,131	2,915	2,5486	2,560	2,303	2,692±	

C:Konsentrasi

B2. Data hasil perhitungan nilai perputaran sudut rotasi dan konstanta verdet pada larutan Natrium Benzoat

C	Sudut Rotasi Faraday (θ°)					θ°	θ (radian)	B (gauss)
	θ_1	θ_2	θ_3	θ_4	θ_5			
0%	3	4	3	3	2	3,0000±0,7071	0,0523±0,0123	10
2%	4	4	2	4	2	3,2000±1,0954	0,0558±0,0191	10
4%	3	3	3	5	3	3,4000±0,8944	0,0593±0,0156	10
6%	4	3	5	4	4	4,0000±0,7071	0,0698±0,0123	10
8%	5	3	3	5	5	4,2000±1,0954	0,0733±0,0191	10
10%	4	3	5	6	4	4,4000±1,1402	0,0768±0,0199	10
12%	4	5	6	6	4	5,0000±1,0000	0,0872±0,0174	10
14%	6	4	5	6	5	5,2000±0,8367	0,0907±0,0146	10
16%	5	4	7	6	5	5,4000±1,1402	0,0942±0,0199	10
18%	5	6	5	6	6	5,6000±0,5477	0,0977±0,0096	10
20%	5	7	5	6	6	5,8000±1,1012	0,1012±0,0146	10
22%	6	7	8	6	5	6,4000±1,1402	0,1116±0,0199	10
24%	8	5	8	7	5	6,6000±1,5166	0,1151±0,0096	10

C: Konsentrasi

C	Sudut Rotasi Faraday (θ°)					θ°	θ (radian)	B (gauss)
	θ_1	θ_2	θ_3	θ_4	θ_5			
0%	7	8	6	7	7	7,0000±0,7071	0,1221±0,0123	30
2%	8	7	7	9	8	7,8000±0,8367	0,1361±0,0146	30
4%	7	9	8	9	8	8,2000±0,8367	0,1430±0,0146	30
6%	9	8	9	7	10	8,6000±1,1402	0,1500±0,0199	30
8%	10	8	9	9	9	9,0000±0,7071	0,1570±0,0123	30
10%	9	10	10	10	10	9,8000±0,4472	0,1710±0,0078	30
12%	10	12	10	11	10	10,6000±0,8944	0,1849±0,0156	30
14%	11	12	12	12	11	11,6000±0,5477	0,2024±0,0096	30
16%	13	11	13	13	11	12,2000±1,0954	0,2128±0,0191	30
18%	13	12	12	14	12	12,6000±0,8944	0,2198±0,0156	30
20%	12	14	13	13	13	13,0000±0,7071	0,2268±0,0123	30
22%	14	15	14	13	12	13,6000±1,1402	0,2372±0,0199	30
24%	14	13	16	15	14	14,4000±1,1402	0,2512±0,0199	30

C:Konsentrasi

C	Sudut Rotasi Faraday (θ°)					θ°	θ (radian)	B (gauss)
	θ_1	θ_2	θ_3	θ_4	θ_5			
0%	11	10	11	11	11	10,8000±0,4472	0,1844±0,0078	50
2%	12	12	12	13	11	12,0000±0,7071	0,2093±0,0123	50
4%	11	14	12	14	12	12,6000±1,3416	0,2198±0,0234	50
6%	13	14	15	13	14	13,8000±0,8367	0,2407±0,0146	50
8%	15	14	13	14	15	14,2000±0,8367	0,2477±0,0146	50
10%	14	16	15	17	15	15,4000±1,1402	0,2686±0,0199	50
12%	15	18	17	18	17	17,0000±1,2247	0,2966±0,0214	50
14%	17	17	18	19	18	17,8000±0,8367	0,3105±0,0146	50
16%	18	18	18	19	19	18,4000±0,5477	0,3210±0,0096	50
18%	19	20	19	20	18	19,2000±0,8367	0,3349±0,0146	50
20%	19	21	20	22	19	20,2000±1,3038	0,3525±0,0227	50
22%	21	20	20	20	21	20,4000±0,5477	0,3559±0,0096	50
24%	20	20	23	21	20	21,2000±1,3038	0,3698±0,0227	50

C: Konsentrasi

C	Sudut Rotasi Faraday (θ°)					θ°	θ (radian)	B (gauss)
	θ_1	θ_2	θ_3	θ_4	θ_5			
0%	16	17	15	18	17	16,6000±1,1402	0,2896±0,0199	70
2%	19	18	16	18	18	17,8000±1,0954	0,3105±0,0191	70
4%	18	20	17	20	18	18,6000±1,3416	0,3245±0,0234	70
6%	18	19	21	19	21	19,6000±1,3416	0,3419±0,0234	70
8%	20	20	23	21	20	20,0000±0,7071	0,3489±0,0123	70
10%	22	21	25	23	22	21,8000±0,8637	0,3803±0,0146	70
12%	23	22	26	24	22	22,8000±0,8637	0,3977±0,0146	70
14%	25	23	25	23	24	24,0000±1,0000	0,4187±0,0174	70
16%	26	24	26	26	26	25,6000±0,8944	0,4466±0,0156	70
18%	27	25	25	28	26	26,2000±1,3038	0,4570±0,0227	70
20%	26	28	26	29	28	27,4000±1,3416	0,4780±0,0234	70
22%	29	30	29	28	29	29,0000±0,7071	0,5059±0,0123	70
24%	29	30	31	29	29	29,6000±0,8944	0,5164±0,0156	70

C: Konsentrasi

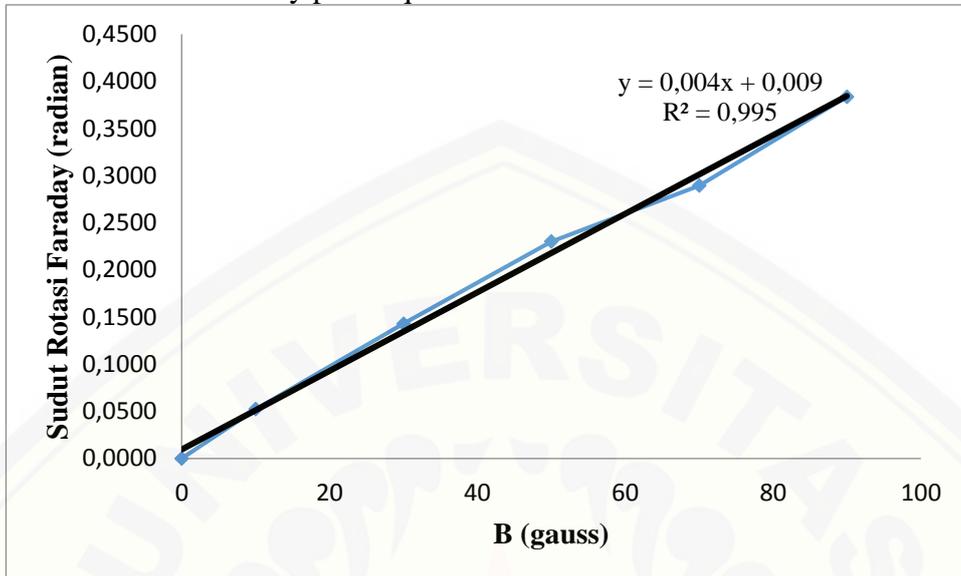
C	Sudut Rotasi Faraday (θ°)					θ°	θ (radian)	B (gauss)
	θ_1	θ_2	θ_3	θ_4	θ_5			
0%	22	21	21	20	20	20,8000±0,8367	0,3628±0,0146	90
2%	23	22	21	23	22	22,2000±0,8367	0,3733±0,0096	90
4%	22	24	23	25	23	23,4000±1,1402	0,3977±0,0078	90
6%	25	25	27	25	25	25,4000±0,8944	0,4431±0,0156	90
8%	28	26	26	28	28	27,2000±1,0954	0,4536±0,0123	90
10%	26	27	27	29	28	27,4000±1,1402	0,4780±0,0199	90
12%	27	30	29	29	29	28,8000±1,0954	0,5024±0,0191	90
14%	30	30	30	32	30	30,4000±0,8944	0,5303±0,0156	90
16%	31	31	32	33	32	31,8000±0,8367	0,5547±0,0146	90
18%	33	34	32	35	34	33,6000±1,1402	0,5861±0,0096	90
20%	35	37	35	37	35	35,6000±1,0954	0,6106±0,0123	90
22%	36	37	38	36	36	36,6000±0,8944	0,6385±0,0156	90
24%	39	36	40	38	37	38,0000±1,5811	0,6629±0,0276	90

C: Konsentrasi

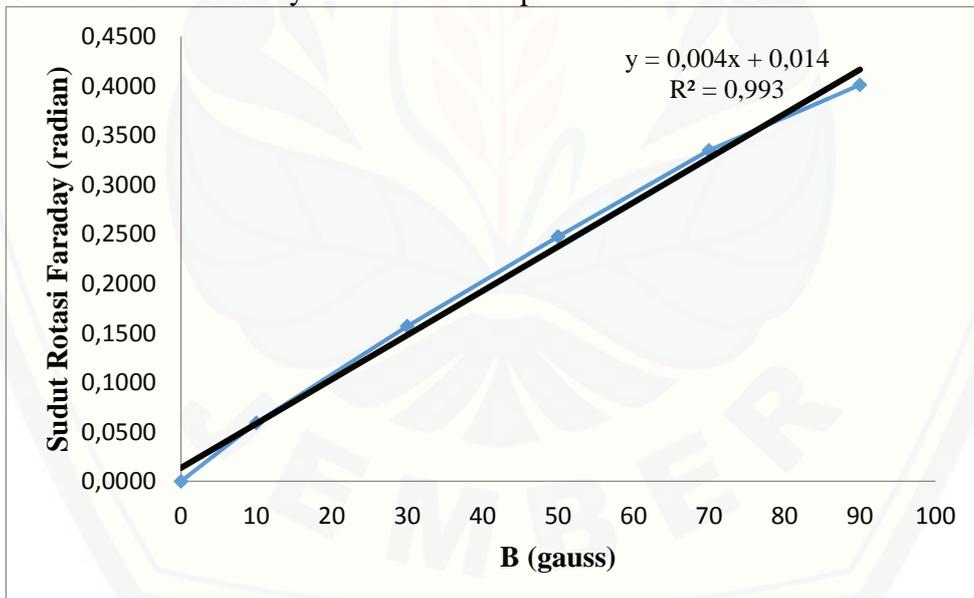
C	Konstanta Verdet $V \pm \Delta V (\times 10^{-5} \text{ rad gauss}^{-1} \text{ cm}^{-1})$						Error (%)
	10 Gauss	30 Gauss	50 Gauss	70 Gauss	90 Gauss	V rata-rata	
0%	1,6198±0,0004	1,2599±0,0001	1,1663±0,0001	1,2804±0,0001	1,2479±0,0001	1,3149±0,0001	0,0114
2%	1,7278±0,0006	1,4039±0,0002	1,2959±0,0001	1,3730±0,0001	1,3319±0,0001	1,4265±0,0002	0,0144
4%	1,8358±0,0005	1,4759±0,0002	1,3607±0,0002	1,4347±0,0001	1,4039±0,0001	1,5022±0,0002	0,0136
6%	2,1598±0,0004	1,5478±0,0002	1,4903±0,0001	1,5119±0,0001	1,5239±0,0001	1,6467±0,0001	0,0109
8%	2,2678±0,0006	1,6198±0,0001	1,5334±0,0001	1,5427±0,0001	1,6318±0,0001	1,7191±0,0002	0,0116
10%	2,3758±0,0007	1,7638±0,0001	1,6630±0,0001	1,6815±0,0001	1,6438±0,0001	1,8256±0,0002	0,0112
12%	2,6997±0,0006	1,9078±0,0002	1,8358±0,0001	1,7587±0,0001	1,7278±0,0001	1,9860±0,0002	0,0104
14%	2,8077±0,0005	2,0878±0,0001	1,9222±0,0001	1,8512±0,0001	1,8238±0,0001	2,0986±0,0001	0,0079
16%	2,9157±0,0007	2,1958±0,0002	1,9870±0,0001	1,9747±0,0001	1,9078±0,0001	2,1962±0,0002	0,0097
18%	3,0237±0,0003	2,2678±0,0002	2,0734±0,0001	2,0909±0,0001	2,0158±0,0001	2,2803±0,0001	0,0068
20%	3,1317±0,0005	2,3398±0,0001	2,1814±0,0002	2,1135±0,0001	2,1478±0,0001	2,3828±0,0001	0,0080
22%	3,4557±0,0007	2,4478±0,0002	2,2030±0,0001	2,2369±0,0001	2,1958±0,0001	2,5078±0,0002	0,0085
24%	3,5637±0,0009	2,5917±0,0002	2,2894±0,0002	2,2832±0,0001	2,2798±0,0001	2,6016±0,0002	0,0110

Lampiran C Sudut Rotasi Faraday Pada Larutan Natrium Klorida

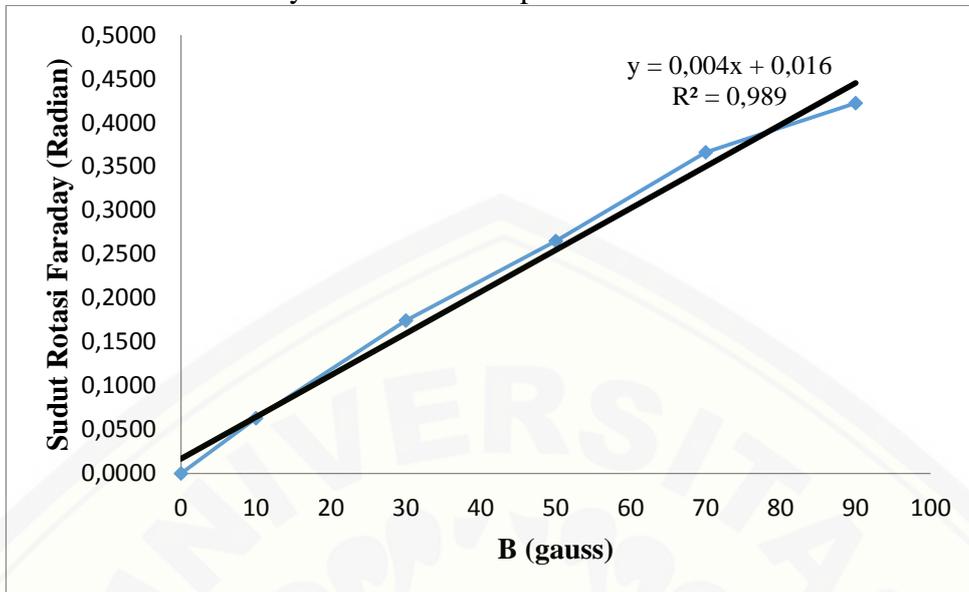
C1 sudut rotasi faraday pada aquades



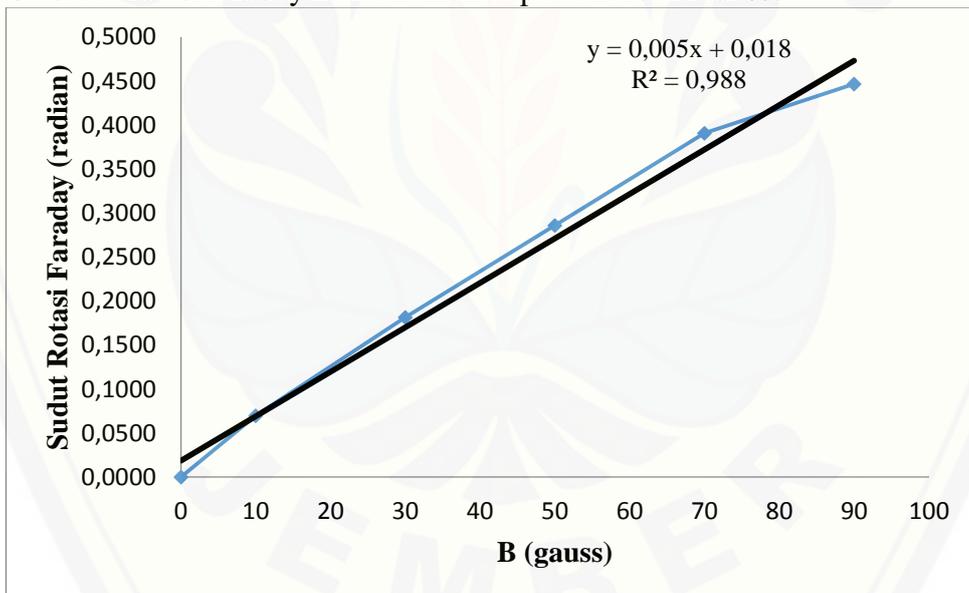
C2 sudut rotasi faraday natrium klorida pada konsentrasi 2%



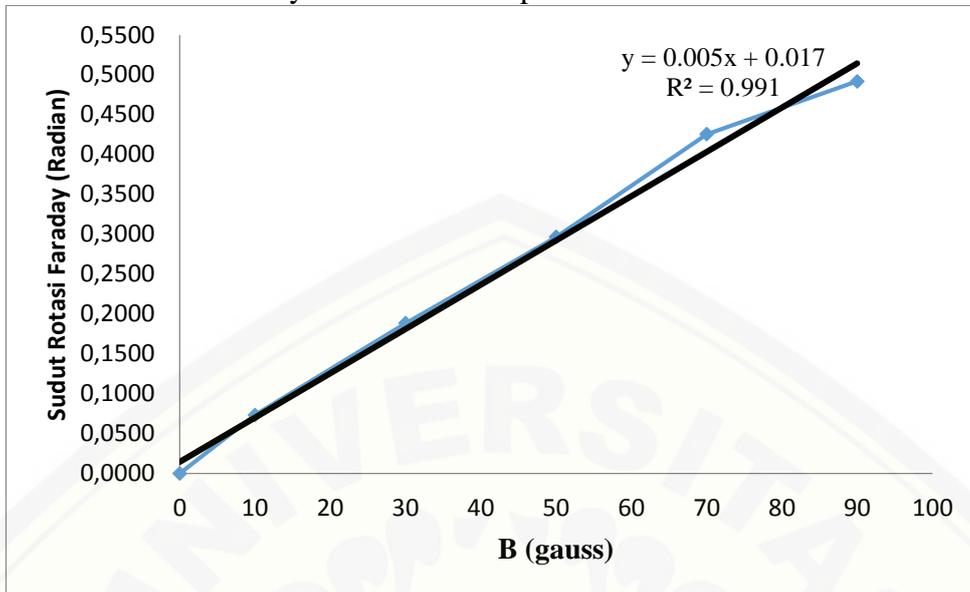
C3 sudut rotasi faraday natrium klorida pada konsentrasi 4%



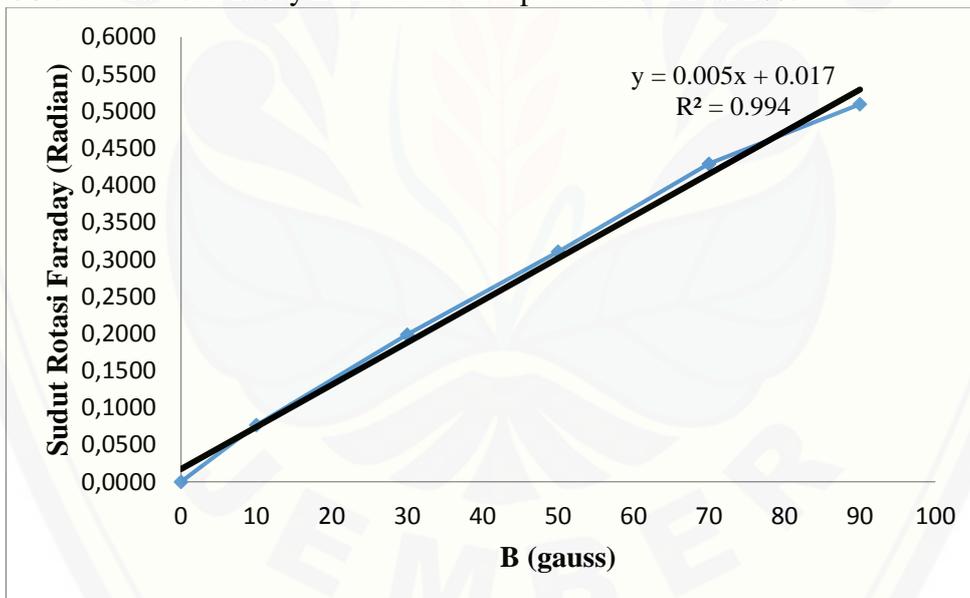
C4 sudut rotasi faraday natrium klorida pada konsentrasi 6%



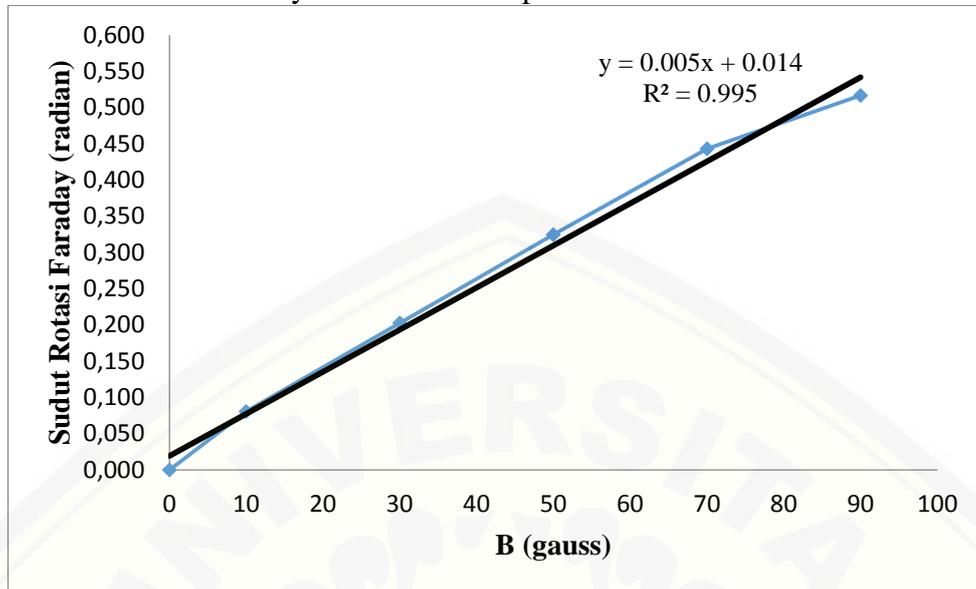
C5 sudut rotasi faraday natrium klorida pada konsentrasi 8%



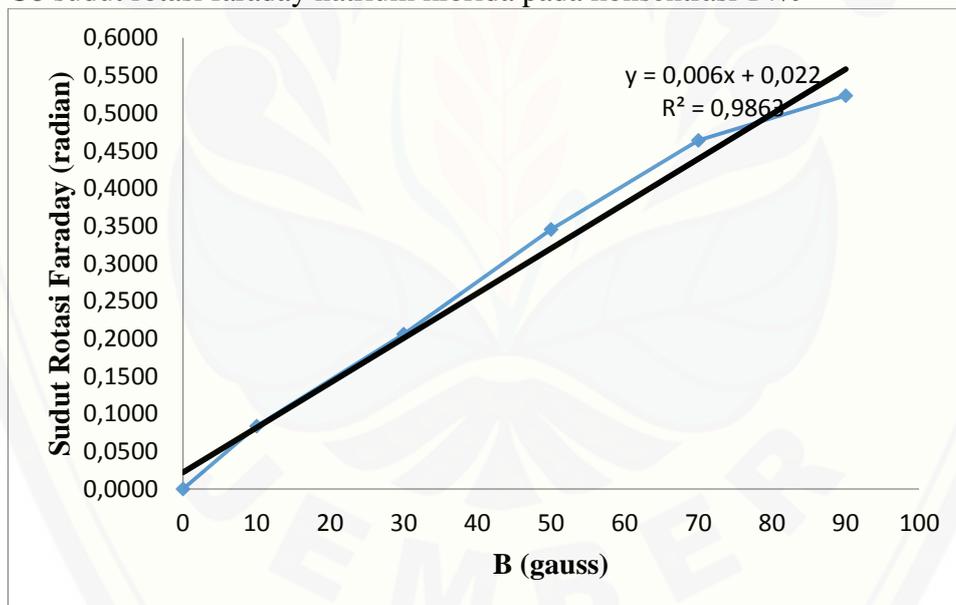
C6 sudut rotasi faraday natrium klorida pada konsentrasi 10%



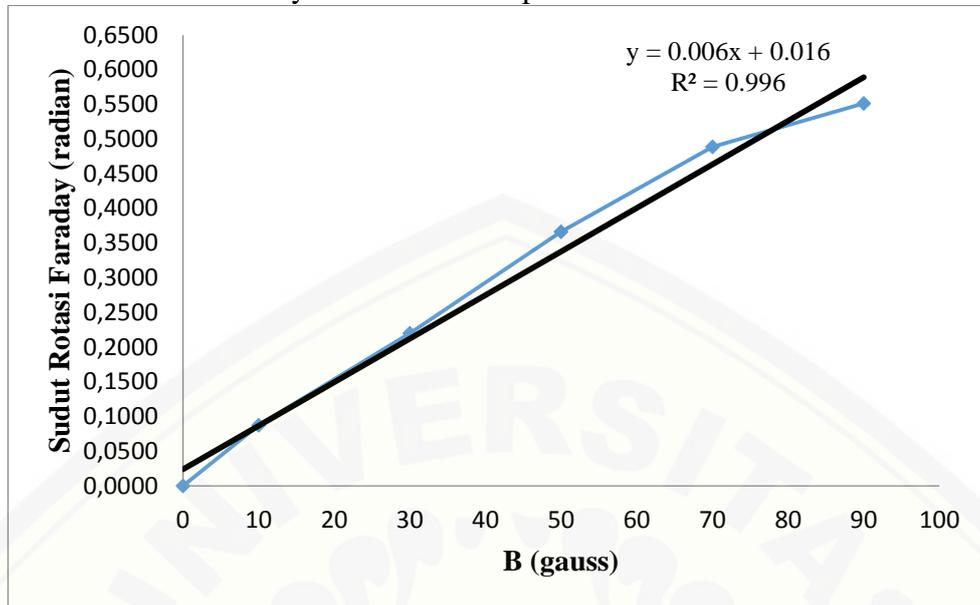
C7 sudut rotasi faraday natrium klorida pada konsentrasi 12%



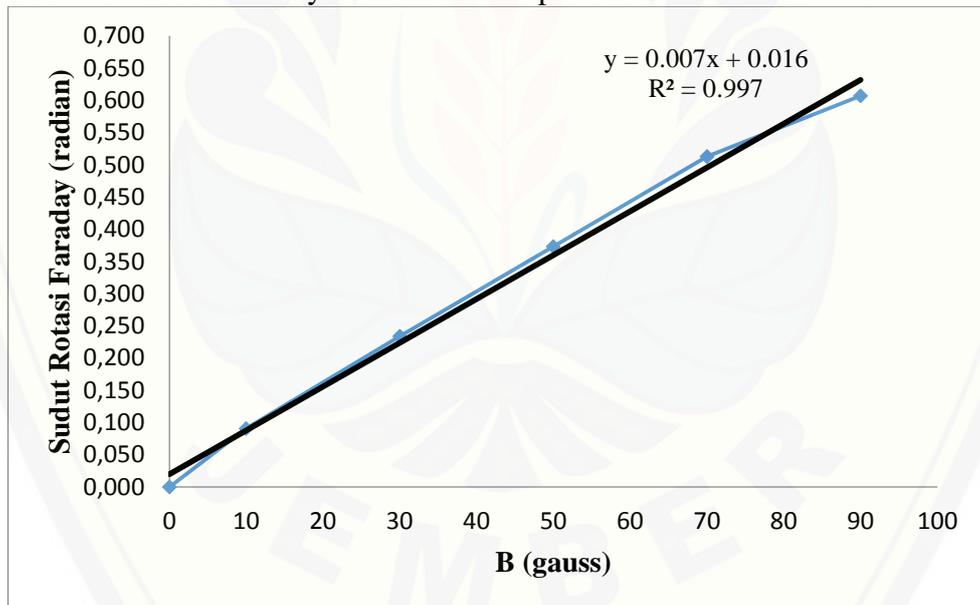
C8 sudut rotasi faraday natrium klorida pada konsentrasi 14%



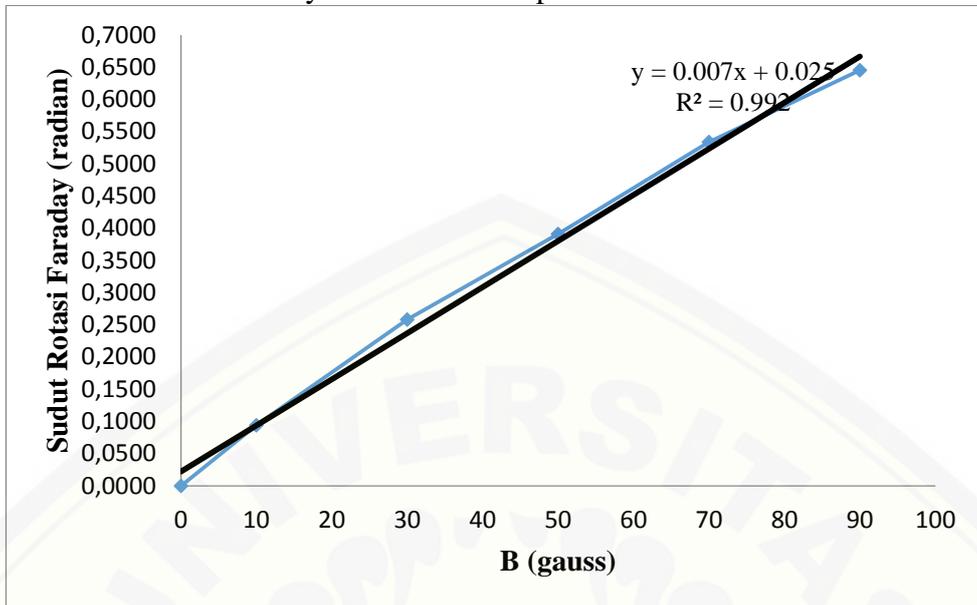
C9 sudut rotasi faraday natrium klorida pada konsentrasi 16%



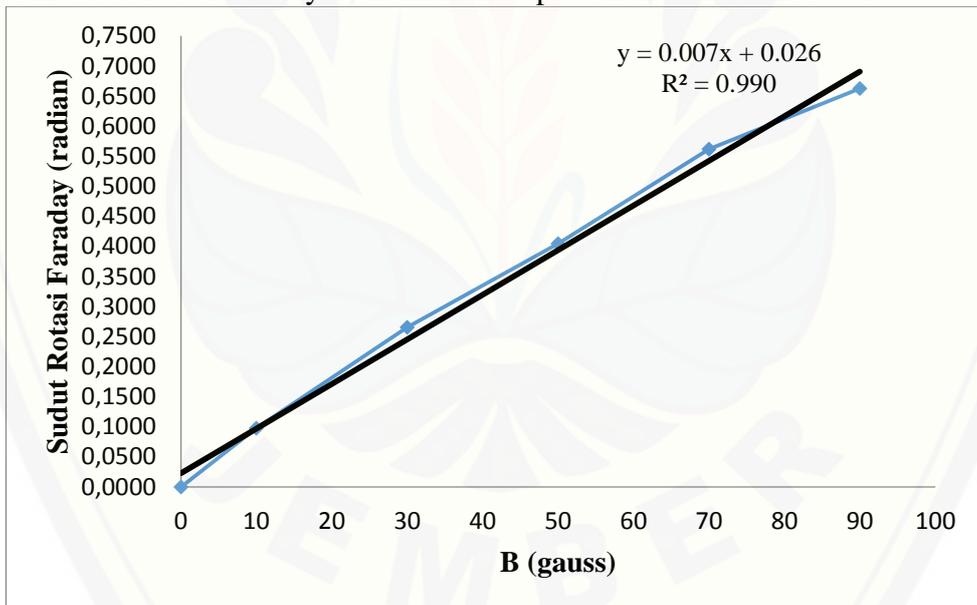
C10 sudut rotasi faraday natrium klorida pada konsentrasi 18%



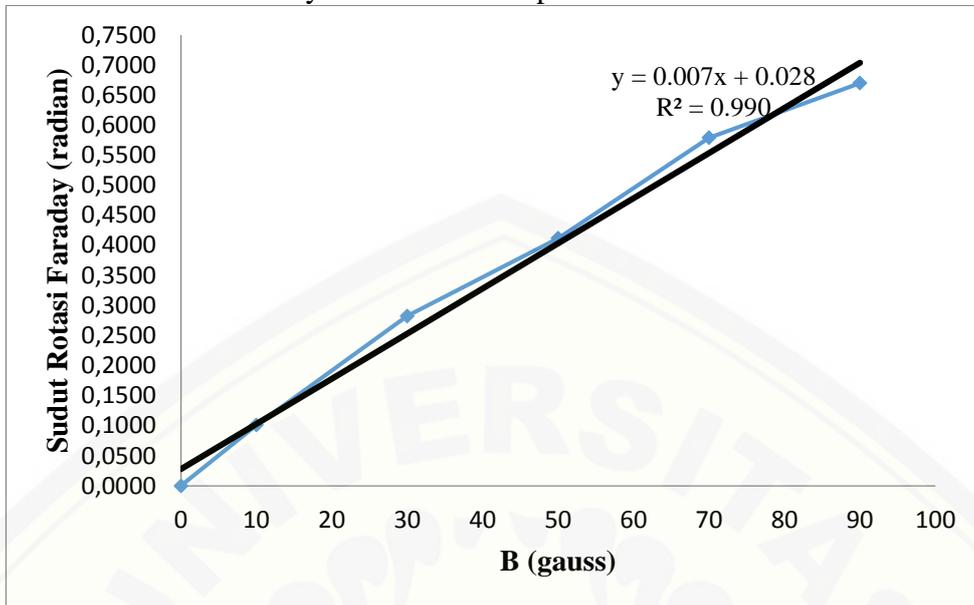
C11 sudut rotasi faraday natrium klorida pada konsentrasi 20%



C12 sudut rotasi faraday natrium klorida pada konsentrasi 22%

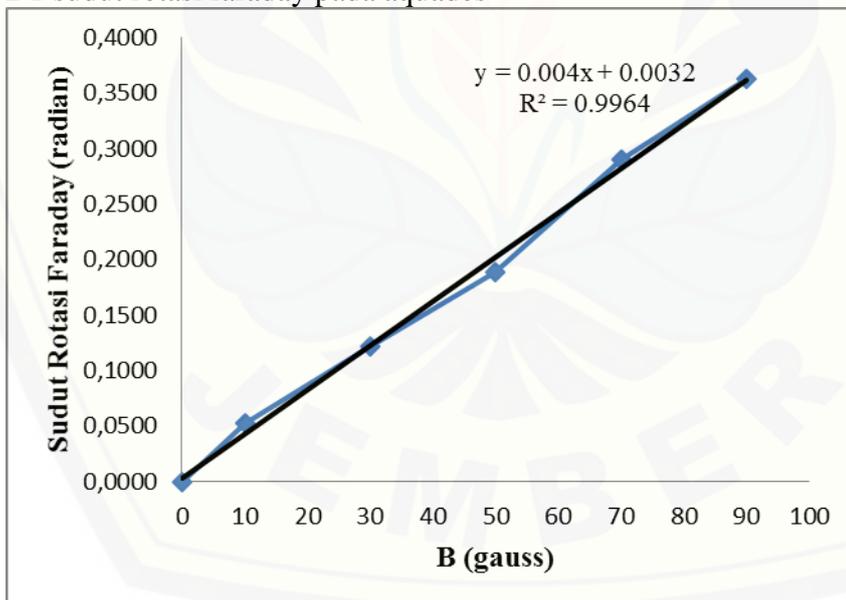


C13 sudut rotasi faraday natrium klorida pada konsentrasi 24%

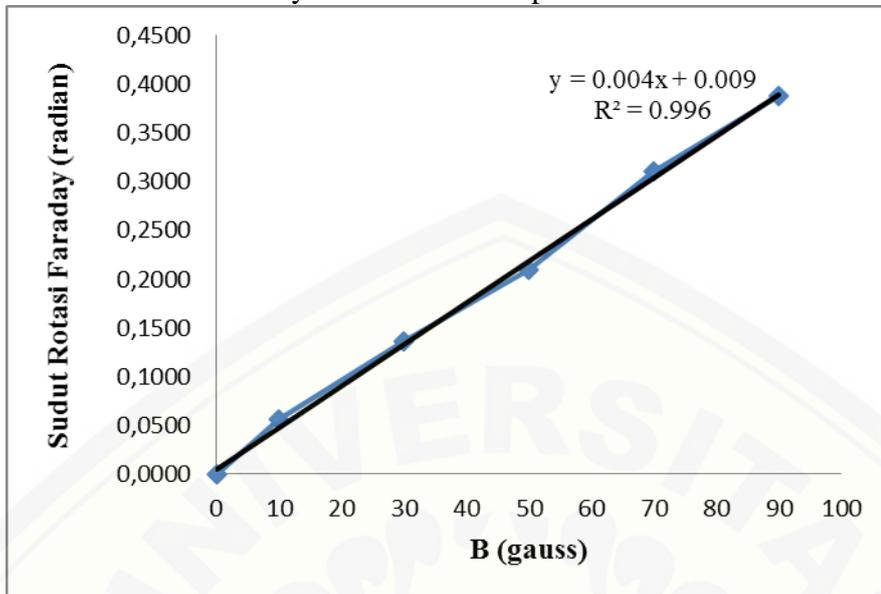


Lampiran D Sudut Rotasi Faraday Pada Larutan Natrium Benzoat

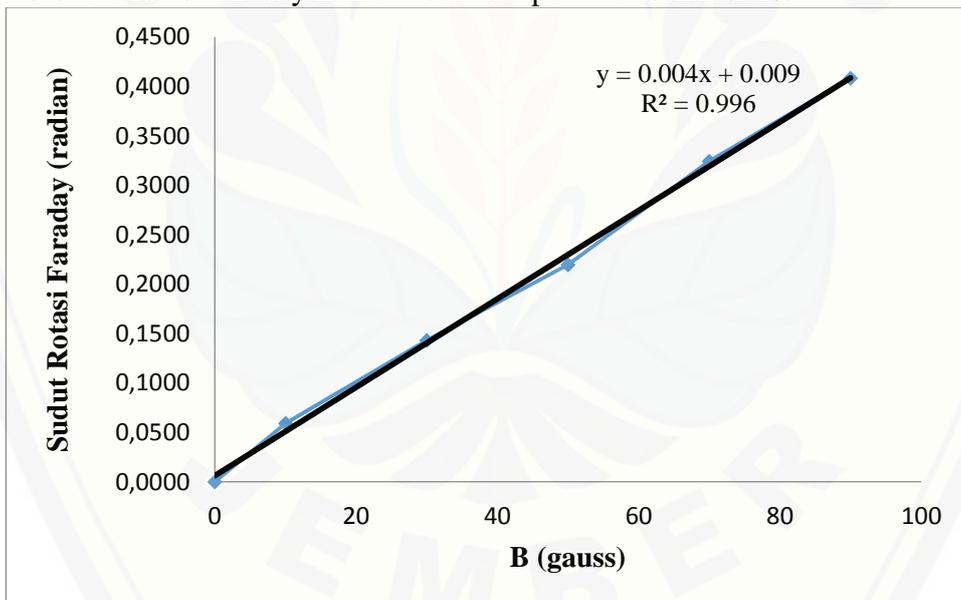
D1 sudut rotasi faraday pada aquades



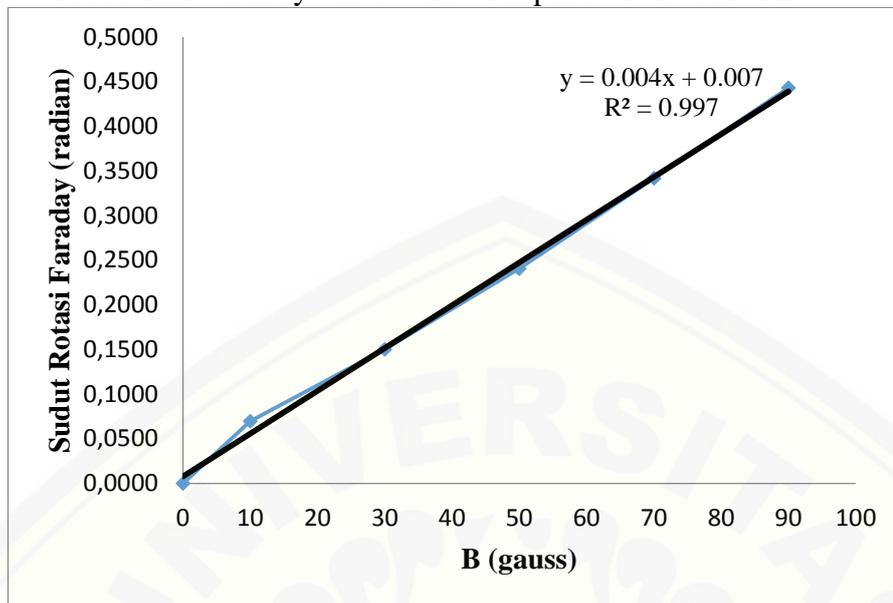
D2 sudut rotasi faraday natrium benzoat pada Konsentrasi 2%



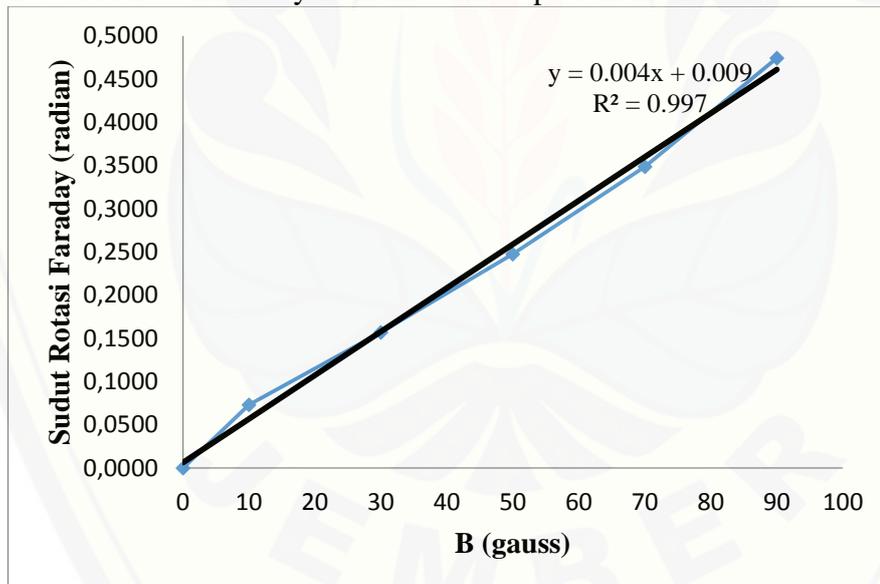
D3 sudut rotasi faraday natrium benzoat pada konsentrasi 4%



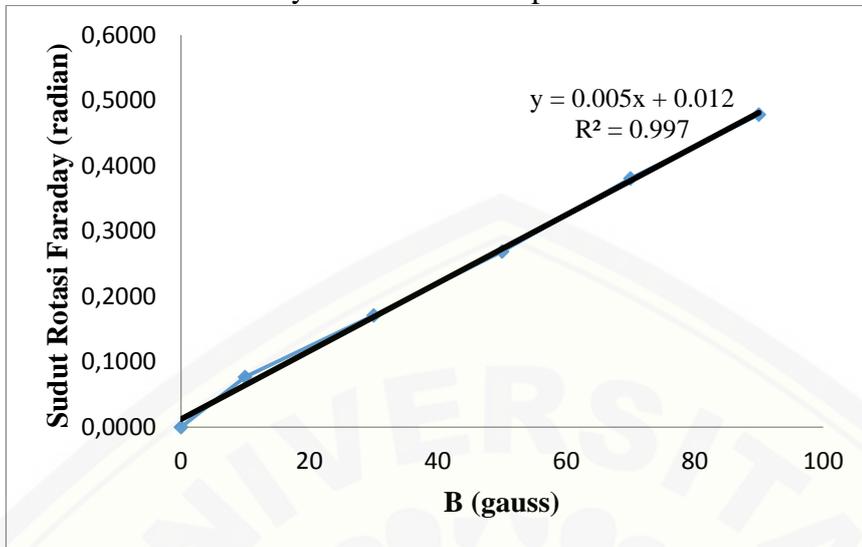
D4 sudut rotasi faraday natrium benzoat pada konsentrasi 6%



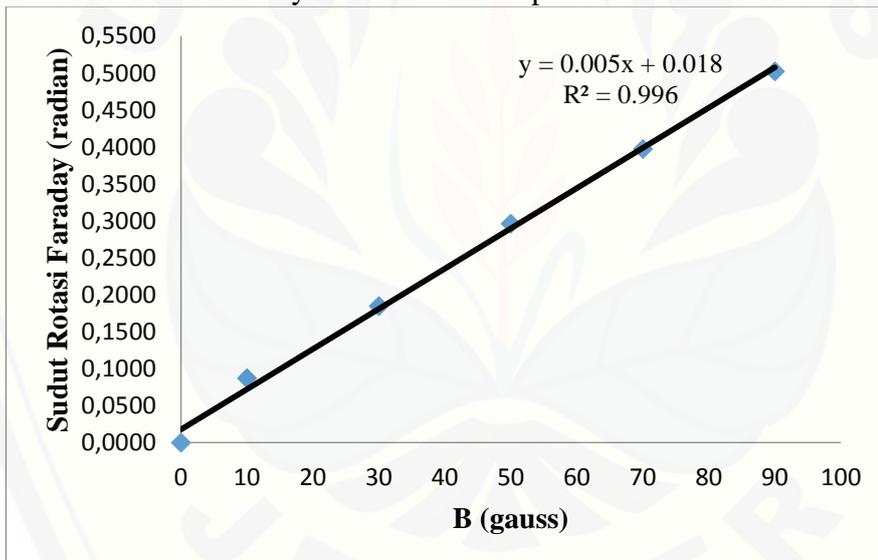
D5 sudut rotasi faraday natrium benzoat pada konsentrasi 8%



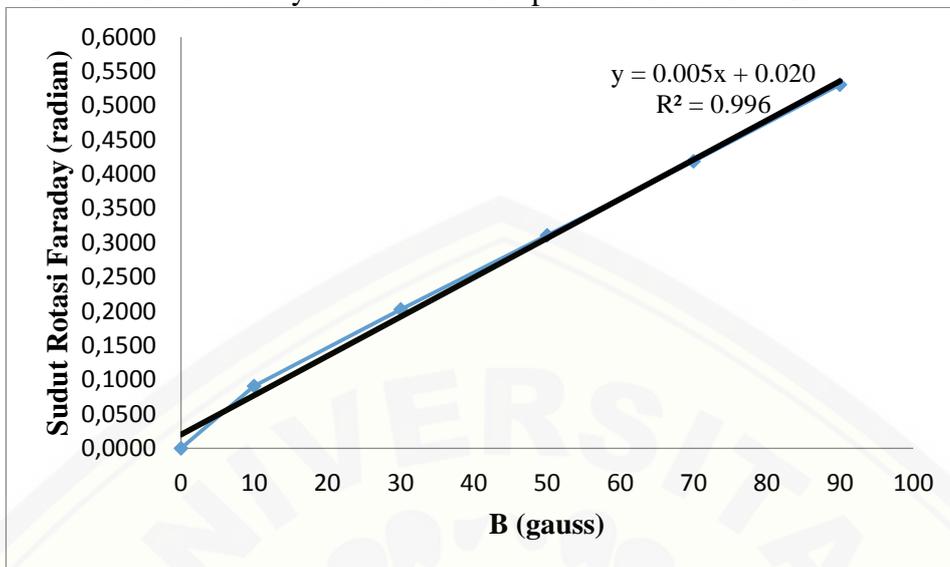
D6 sudut rotasi faraday natrium benzoat pada konsentrasi 10%



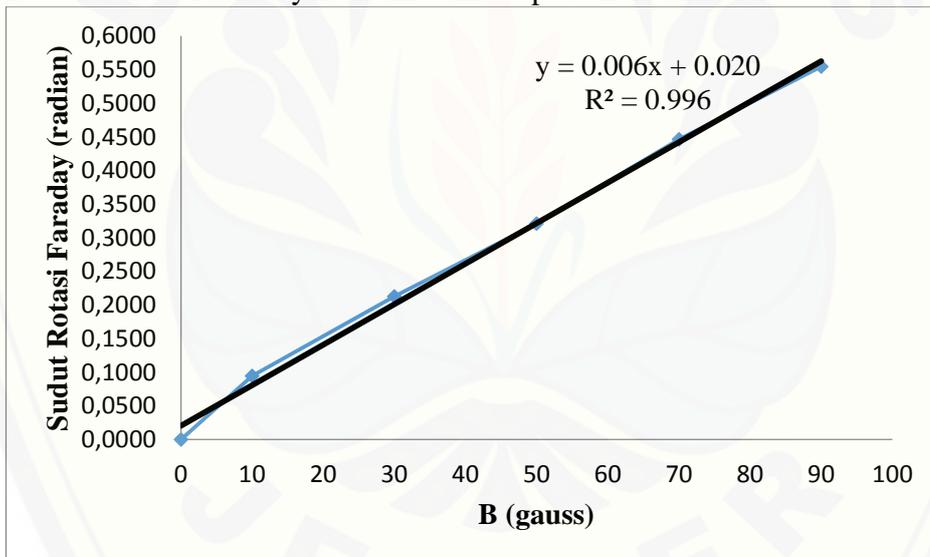
D7 sudut rotasi faraday natrium benzoat pada konsentrasi 12%



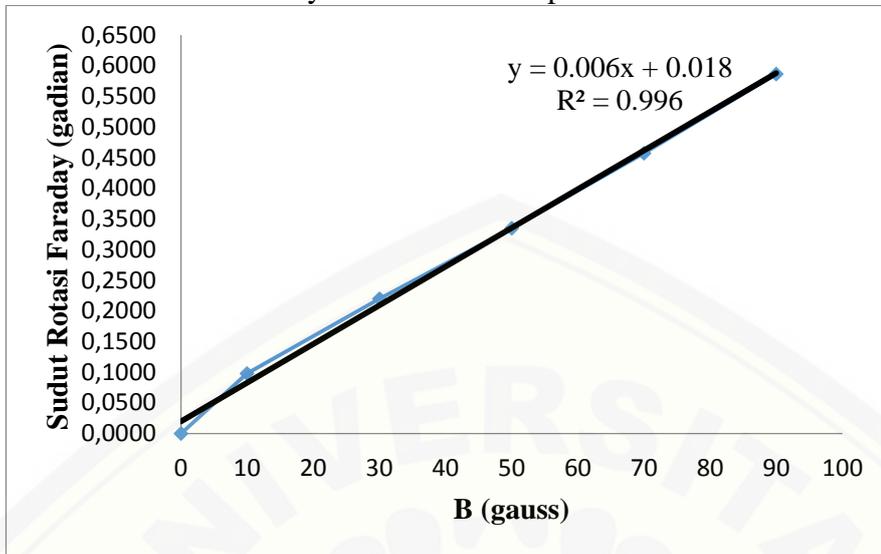
D8 sudut rotasi faraday natrium benzoat pada konsentrasi 14%



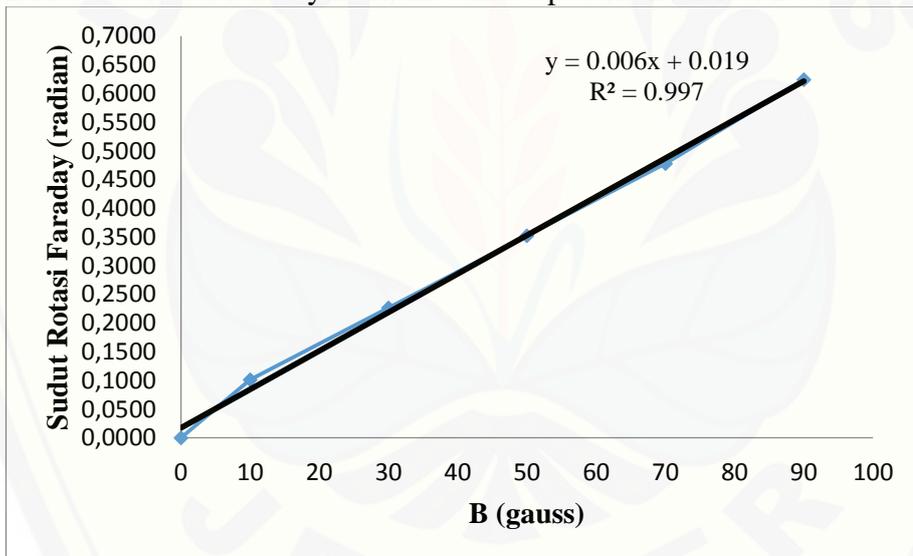
D9 sudut rotasi faraday natrium benzoat pada konsentrasi 16%



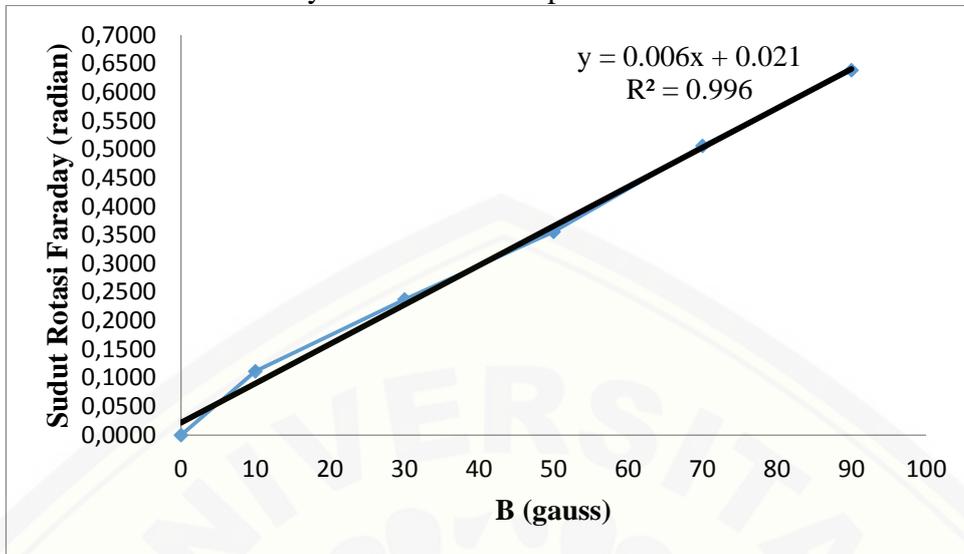
D10 sudut rotasi faraday natrium benzoat pada konsentrasi 18%



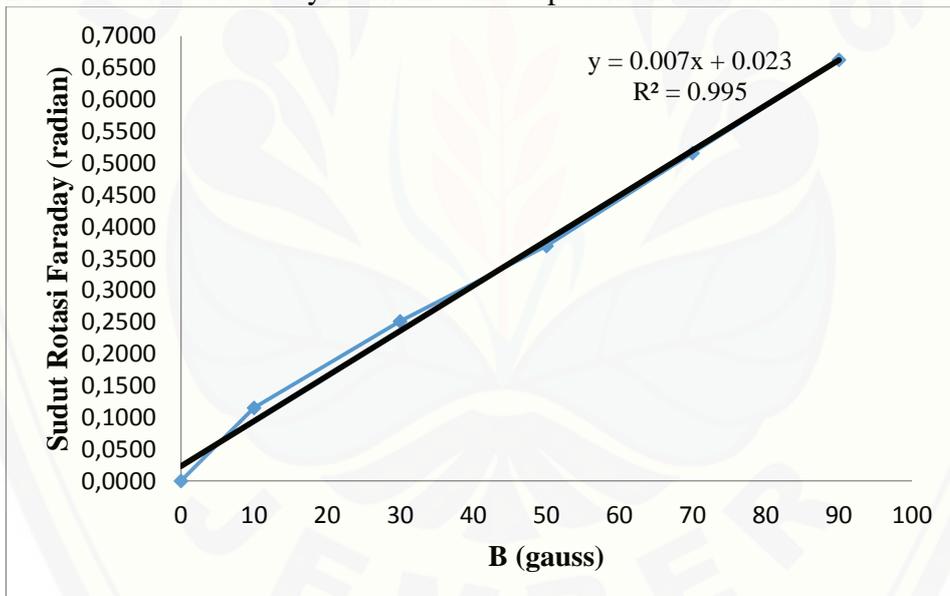
D11 sudut rotasi faraday natrium benzoat pada konsentrasi 20%



D12 sudut rotasi faraday natrium benzoat pada konsentrasi 22%



D13 sudut rotasi faraday natrium benzoat pada konsentrasi 24%



Lampiran E Alat Penelitian



Nama : Polarizer
 Skala terkecil : 1°
 Merek : Pasco



Nama : Teslameter
 Merek : Leybold Didactic
 GMBH
 Skala terkecil : $0,1 \text{ mT}$



Nama : Photometer
 Skala terkecil: $0,1 \text{ lux}$
 Merek : Pasco
 Tipe : OS-8020



Nama : Laser HeNe
 λ : $632,8 \text{ nm}$
 Merek : Pasco
 Tipe : 155SL



Nama : Power Suplly DC
Tegangan Maksimal : 14 Volt



Nama : Solenoida
Jumlah Lilitan : 1000 lilitan
Merek : Puduk Scientific

