

Polarimeter

Mohammad Istajarul Alim, Novia Dwi Lestari

Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: noviadwilestari23@gmail.com

Abstrak—Polarisasi memiliki peranan yang sangat penting dalam kehidupan dimuka bumi ini. Dengan adanya polarisasi, berbagai penerapan cahaya terpolarkan dapat dinikmati oleh seluruh umat dimuka bumi semisal pada cahaya laser. Tujuan yang digunakan dalam konsep percobaan polarisasi pada polarimeter yaitu untuk mempelajari prinsip polarimeter, kemudian untuk mengukur sudut putar jenis larutan gula sebagai fungsi konsentrasi, dan yang ketiga yaitu untuk menentukan konsentrasi gula dengan polarimeter. Prinsip utama dalam percobaan polarimeter tentunya akan menggunakan prinsip cahaya yang terpolarkan atau disebut dengan berkas cahaya yang memiliki rentang panjang gelombang pendek. Pada percobaan ini digunakan tiga buah larutan zat optis aktif yaitu larutan aquades murni, larutan gula dengan massa yang ditentukan, dan larutan *unknown* atau larutan gula dengan massa yang tidak ditentukan. Dari hasil percobaan yang telah dilakukan didapatkan bahwa polarimeter merupakan alat yang digunakan untuk mengetahui sudut putar suatu jenis larutan. Data yang didapat berupa sudut putar polarimeter terang-terang dan gelap-terang sehingga hasil akhir didapatkan nilai dari rata-rata dari sudut putar larutan aquades murni adalah 0° karena bukan zat optis aktif, larutan gula 6 gram adalah $0,81^\circ$, dan molaritas larutan *unknown* adalah $2,38$ gr/mol.

Kata Kunci—Panjang gelombang, Polarimeter, Polarisasi, Zat optis aktif, Sudut putar.

I. PENDAHULUAN

Tidak dapat dipungkiri bahwa cahaya merupakan suatu materi yang dibutuhkan secara luas bagi seluruh kehidupan di muka bumi ini. Dengan adanya cahaya, tumbuhan dapat melakukan proses fotosintesis. Selain itu, cahaya bagi manusia sangat berperan penting semisal dalam berbagai pemanfaatan energi. Sumber cahaya terbesar yang ada di pada permukaan bumi merupakan sumber cahaya yang berasal dari matahari. Kita tentunya tahu, bahwa sinar matahari merupakan cahaya putih yang terdiri dari berbagai macam panjang gelombang. Apabila kita mengambil satu spesimen dari panjang gelombang tersebut, kita akan mendapatkan yang dinamakan cahaya monokromatik. Cahaya monokromatik tersebut dapat dinamakan dengan cahaya yang dapat terpolarisasi. Tentunya dalam melakukan proses polarisasi, cahaya tersebut harus melalui berbagai tahapan dalam melewati zat optis aktif. Zat optis aktif tersebut dapat membelokkan cahaya monokromatik yang melewatinya. Proses polarisasi dalam polarimeter inilah yang melatar belakangi dalam percobaan kali ini.

Polarisasi adalah suatu peristiwa dari perubahan arah getar gelombang pada cahaya yang acak menjadi satu arah getar. Polarisasi juga dapat disebut suatu peristiwa penyerapan arah bidang getar dari gelombang. Penyebab terjadinya polarisasi dapat dibedakan menjadi empat sebab, yaitu polarisasi karena refleksi, polarisasi karena absorpsi selektif, polarisasi karena pembiasan ganda, dan yang terakhir adalah polarisasi karena hamburan [1][2].

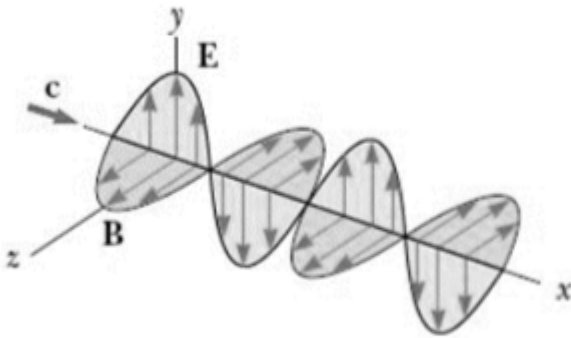
Polarisasi karena refleksi bisa disebut polarisasi hasil dari suatu pemantulan. Dalam hal ini apabila menginginkan cahaya yang mengalami polarisasi, jika sinar pantul dan sinar biasnya yang mengalami pemantulan membentuk sudut 90° . Hal tersebut sejatinya dapat menyebabkan arah getar dari sinar pantul yang terpolarisasi akan sejajar dengan bidang pantulnya [2].

Kemudian untuk polarisasi yang disebabkan oleh absorpsi selektif yaitu suatu polarisasi yang dapat terjadi dengan bantuan kristal *polaroid*. Bahan *polaroid* bersifat meneruskan cahaya dengan arah getar tertentu dan menyerap cahaya dengan arah getar yang lain. Cahaya yang diteruskan adalah cahaya yang arah getarnya sejajar dengan sumbu polarisasi *polaroid* [2].

Penyebab terjadinya polarisasi yang ketiga yaitu polarisasi yang disebabkan oleh pembiasan ganda. Polarisasi karena pembiasan ganda terjadi karena suatu bahan yang dilewati oleh cahaya memiliki dua buah atau lebih indeks bias. Hal ini bisa kita temui pada bahan-bahan kristal tertentu yang misalnya ada pada kristal *kalsit* dan kristal kuarsa. Dalam dua buah kristal tersebut terdapat lebih dari satu bahan sehingga indeks biasnya pun lebih dari satu. Cahaya yang telah melewati bahan tersebut akan mengalami pembiasan dalam dua arah yang berbeda. Sebagian berkas mengalami hukum *Snellius* sedangkan berkas yang lain tidak memenuhi hukum *Snellius* [2].

Polarisasi yang terakhir yaitu polarisasi yang disebabkan karena adanya hamburan cahaya. Sebagai contoh ketika cahaya hanya dilewatkan pada suatu medium, partikel-partikel medium akan menyerap dan memancarkan kembali sebagian cahaya tersebut. Penyerapan dan pemancaran kembali cahaya oleh partikel-partikel medium ini dikenal sebagai fenomena hamburan. Pada peristiwa hamburan, cahaya yang panjang gelombangnya lebih pendek cenderung mengalami hamburan dengan intensitas yang besar. Hamburan ini dapat diamati pada warna biru yang ada dilangit baik pagi, siang, maupun sore hari [2].

Dalam mempelajari polarisasi, pasti akan ada kaitannya dengan zat optis aktif. Yang disebut dengan zat optis aktif yaitu suatu zat yang dapat memutar bidang polarisasinya dan merupakan zat-zat molekul yang mempunyai pusat asimetris dan kurang simetris disekitar bidang tunggal. Gejala pemutaran bidang polarisasi disebut dengan aktivitas optis. Selain pengertian tersebut, zat optis aktif juga disebut dengan zat yang memiliki sifat dan struktur yang transparan. Contoh materi yang dapat disebut dengan zat optis aktif antara lain yaitu kuarsa dan gula. Zat optis aktif ini biasanya ditandai dengan adanya atom karbon tak setangkap atau kiral dalam senyawa organik. Besarnya sudut perputaran cahaya terpolarisasi dapat diukur dengan alat yang disebut dengan polarimeter dan nilai polarisasinya dipengaruhi oleh konsentrasi zat optis aktif yang dilewati oleh suatu berkas cahaya [3].



Gambar 1. Diagram skematis dari gelombang elektromagnetik

Suatu zat aktif yang dilalui oleh cahaya terpolarisasi, maka cahaya tersebut akan dibelokkan. Bilamana cahaya tersebut dilewatkan kedalam air murni, kita dapat melihat cahaya tersebut akan diteruskan begitu saja. Hal ini dapat diartikan bahwa air murni yang digunakan sebagai medium perambatan tidak dapat memutar bidang cahaya terpolarisasi [3].

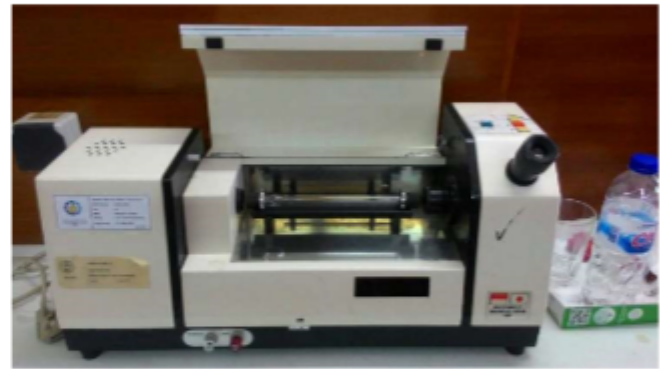
Cahaya bisa dikatakan sebagai energi yang berbentuk gelombang elektromagnetik kasat mata dengan panjang gelombang ada pada rentang antara 380-750 nm. Representasi dari diagram skematis gelombang elektromagnetik dapat dilihat pada gambar 1. Sejatinya, cahaya dapat memiliki dua arti yang berbeda menurut sifatnya. Cahaya dapat disebut sebagai partikel dan cahaya dapat pula disebut dengan gelombang. Kedua sifat gelombang tersebut dapat disebut sebagai dualisme gelombang partikel pada cahaya [4].

Dalam bahasan mengenai cahaya yang disebut sebagai sebuah gelombang, merupakan bahasan pada era fisika klasik. Pada puncaknya era fisika klasik, cahaya didefinisikan sebagai gelombang elektromagnetik yang memicu serangkaian penemuan oleh beberapa ilmuwan fisika klasik. Berbagai percobaan yang telah dilakukan oleh ilmuwan-ilmuan terdahulu semakin membuat cahaya yang memiliki sifat gelombang lebih populer. Dimulai sejak Michael Faraday dengan penemuan sinar *katode*, kemudian ditemukannya teori radiasi massa hitam oleh Gustav Kirchoff, hingga Boltzmann yang mengatakan bahwa status energi sistem fisik dapat menjadi diskrit [4].

Awal dimulainya cahaya memiliki sifat partikel dimulai pada eranya ilmuwan Albert Einstein yang membuat postulat berdasarkan efek fotolistrik. Postulat tersebut mengatakan bahwa cahaya tersusun atas kuantum yang disebut dengan foton. Era ini biasanya disebut dengan era optika moderen dan pada era ini cahaya mulai didefinisikan sebagai dualisme gelombang transversal dan elektromagnetik serta aliran partikel yang disebut dengan foton. Perkembangan lebih lanjut mengenai cahaya yang didefinisikan sebagai partikel seperti ditemukannya sinar maser dan sinar laser. Apabila kita telaah lebih lanjut mengenai cahaya yang memiliki sifat partikel sebenarnya tidak serta merta mengakhiri era optika klasik, namun hal yang lebih tepat yaitu memperkaya definisi mengenai cahaya yang dapat disebut sebagai gelombang maupun disebut sebagai partikel [4].

II. METODE PENELITIAN

Alat dan bahan yang digunakan dalam percobaan ini yaitu polarimeter yang digunakan sebagai alat untuk menentukan besarnya sudut pola gelap-terang ataupun pola terang-terang, sumber cahaya natrium sebagai sumber berkas cahaya yang



Gambar 2. Rangkaian alat percobaan polarimeter

melewati zat optis aktif, termometer untuk mengukur suhu zat optis aktif, tabung larutan sebagai tempat zat optis aktif selama proses polarisasi, teropong untuk melihat hasil pola gelap-terang ataupun pola terang-terang yang dihasilkan, alat putar yang digunakan untuk memutar sehingga dihasilkan pola gelap-terang atau terang-terang, gelas ukur 10 ml untuk menakar banyaknya larutan, *beaker glass* 100 ml untuk melarutkan aquades dengan gula, pipet untuk menambah atau mengurangi banyaknya aquades, batang pengaduk untuk mengaduk gula dalam aquades, gula pasir minimal 50 gram sebagai bahan yang dilarutkan sehingga menghasilkan zat optis aktif, dan aquades minimal 500 ml sebagai bahan pelarut. Adapun rangkaian alat yang digunakan dalam percobaan polarimeter adalah seperti pada gambar 2.

Langkah-langkah dilakukannya percobaan polarimeter yaitu pertama-tama, alat dan bahan disiapkan terlebih dahulu. Kemudian peralatan yang ada disusun seperti pada gambar 2. Tabung larutan diisi dengan aquades murni hingga terisi penuh dan gelembung yang tersisa didalam tabung dapat diletakkan pada tempat gelembung yang tersedia didalam tabung. Tabung yang telah diisi dengan larutan aquades kemudian dimasukkan kedalam polarimeter. Setelah tabung ditetakkan didalam polarimeter, lalu digunakan alat pemutar untuk menentukan pola gelap terang maupun pola terang terangnya. Setelah itu suhu temperatur pada zat optis aktif dilakukan pengukuran. Data temperatur dan sudut putar yang terbentuk pola gelap terang kemudian dicatat. Untuk validasi data digunakan 3 kali pengulangan pada zat optis yang sama. Selanjutnya dilakukan variasi data dengan menggunakan zat optis aktif yang berbeda yaitu larutan gula 6 gram dalam 10 ml aquades dan larutan *unkown* (larutan gula yang tidak diketahui massanya dalam aquades).

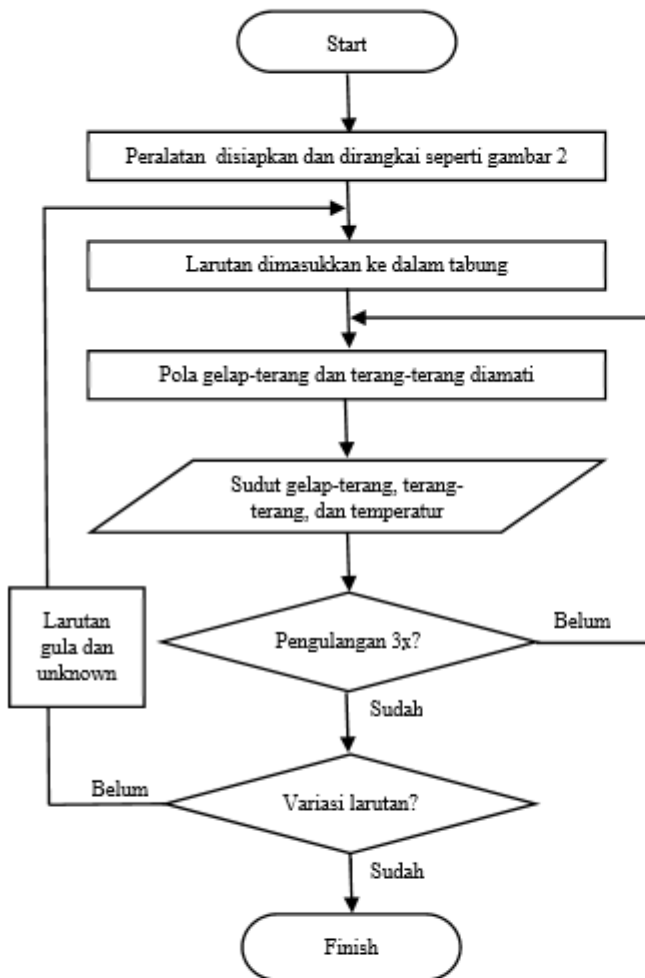
Menentukan besarnya sudut putar dari suatu jenis zat optis aktif tentunya memiliki beberapa persamaan yang dapat digunakan. Adapun persamaan yang didapat yaitu ada pada persamaan (1).

$$(\alpha)_r^D = \frac{\Phi}{L \cdot C} \quad (1)$$

Besarnya $(\alpha)_r^D$ merupakan sudut putar jenis larutan zat optis aktif. Kemudian Φ merupakan sudut putar bidang polarisasi, L adalah panjang tabung, dan C adalah konsentrasi zat terlarut. Selanjutnya persamaan kedua yang digunakan dalam percobaan polarimeter yaitu persamaan untuk menentukan konsentrasi zat terlarut. Adapun persamaan yang didapat yaitu ada pada persamaan (2).

$$C = \frac{\text{massa Gula}}{\text{Mr Gula}} \times \frac{1000}{\text{Volume Air (ml)}} \quad (2)$$

Dalam percobaan ini dapat dibuat diagram alir berbentuk *flowchart* seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir percobaan polarimeter

III. HASIL DAN DISKUSI

Data yang telah didapat dalam percobaan polarimeter dapat disusun dalam bentuk tabel serta dapat dilakukan suatu perhitungan untuk menentukan besarnya sudut putar zat optis aktif yang digunakan. Setelah dilakukan perhitungan, maka dapat dilakukan suatu pembahasan mengenai besarnya nilai sudut putar zat tersebut.

3.1 Analisa Data

Data yang didapat dalam percobaan polarimeter terdiri dari besarnya sudut putar pola gelap-terang dan terang-terang pada masing-masing zat optis aktif. Kemudian didapatkan pula besarnya temperatur pada zat optis aktif. Selain itu didapatkan data pendukung yaitu panjang dari tabung zat optis aktif yang digunakan. Adapun data selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3.

3.2 Perhitungan

Berdasarkan analisa data yang telah diperoleh, dapat dilakukan perhitungan untuk menentukan besarnya sudut putar pada aquades dan larutan gula. Sedangkan pada larutan *unknown* dapat dilakukan perhitungan untuk menentukan besarnya nilai konsentrasi zat terlarut yang ada. Adapun contoh perhitungan untuk menentukan besarnya sudut putar suatu larutan adalah sebagai berikut ini.

Diketahui : Sudut terang-terang = 46,8°
 Sudut gelap-terang = 6,2°
 Massa gula = 6 gram
 Volume aquades = 10 ml

Tabel 1
 Data percobaan pada aquades

Pengulangan ke	Terang-Terang $\Phi(^{\circ})$	Gelap-Terang $\Phi(^{\circ})$	Temperatur T($^{\circ}C$)
I	3,6	44,3	30
II	20,6	53,5	30,5
II	22,7	59,9	31,5

Tabel 2
 Data percobaan pada larutan gula

Pengulangan ke	Terang-Terang $\Phi(^{\circ})$	Gelap-Terang $\Phi(^{\circ})$	Temperatur T($^{\circ}C$)
I	49,4	2,8	31,5
II	46,8	6,2	31,5
II	52,7	3,2	32

Tabel 3
 Data percobaan pada larutan *unknown*

Pengulangan ke	Terang-Terang $\Phi(^{\circ})$	Gelap-Terang $\Phi(^{\circ})$	Temperatur T($^{\circ}C$)
I	63,2	15,3	33,5
II	50,1	22,3	33,5
II	49,6	27,4	34

Panjang tabung = 16,9 cm

MR gula = 180

Temperatur = 31,5°

Menggunakan cahaya natrium

Ditanya : Sudut putar jenis larutan (α_r^D)?

Jawab :

$$C = \frac{\text{massa Gula}}{\text{Mr Gula}} \times \frac{1000}{\text{Volume Air (ml)}}$$

$$C = \frac{6}{180} \times \frac{1000}{10}$$

$$C = 3,33 \text{ gr/mol}$$

$$(\alpha_r^D) = \frac{\Phi}{L \cdot C}$$

$$(\alpha_r^D) = \frac{46,8 - 6,2}{16,9 \cdot 3,33}$$

$$(\alpha_r^D) = 0,72^{\circ}C \text{ cm}^2/\text{gr}$$

Selanjutnya untuk contoh perhitungan yang kedua, digunakan larutan *unknown* untuk menentukan konsentrasi gula yang ada pada larutan tersebut. Adapun contoh perhitungannya adalah sebagai berikut.

Diketahui : Sudut terang-terang = 50,1°
 Sudut gelap-terang = 22,3°
 Sudut putar larutan gula = 1,54°C cm²/gr
 Panjang tabung = 16,9 cm
 Temperatur = 33,5°
 MR gula = 180
 Volume aquades = 10 ml
 Menggunakan sinar natrium

Ditanya : Molaritas larutan *unknown* (C) dan massa (gr)?

Jawab :

$$(\alpha_r^D) = \frac{\Phi}{L \cdot C}$$

$$0,81 = \frac{50,1 - 22,3}{16,9 \cdot C}$$

$$C = 2,03 \text{ gr/mol}$$

$$C = \frac{\text{massa Gula}}{\text{Mr Gula}} \times \frac{1000}{\text{Volume Air (ml)}}$$

Tabel 4
Hasil perhitungan sudut putar jenis aquades

Pengulangan ke	$\Delta\Phi(^{\circ})$	C (gr/mol)	α°	$\bar{\alpha}^{\circ}$
1	40,7	~	0	
2	32,9	~	0	0
3	37,2	~	0	

Tabel 5
Hasil perhitungan sudut putar jenis larutan gula 6 gram

Pengulangan ke	$\Delta\Phi(^{\circ})$	C (gr/mol)	α°	$\bar{\alpha}^{\circ}$
1	46,6	3,33	0,83	
2	40,6	3,33	0,72	0,81
3	49,5	3,33	0,88	

$$2,03 = \frac{m}{180} \times \frac{1000}{10}$$

$$m = 3,65 \text{ gram}$$

Berdasarkan contoh perhitungan yang telah dibuat, dapat dilakukan perhitungan untuk percobaan yang lain dan akan didapatkan nilai rata-rata sudut putar jenis larutan berdasarkan masing-masing zat optis aktif. Adapun data selengkapnya tertulis pada Tabel 4, Tabel 5, dan Tabel 6.

3.3 Pembahasan

Percobaan polarimeter memiliki prinsip percobaan mengenai polarisasi suatu cahaya. Cahaya yang telah terpolarisasi dapat disebut dengan cahaya monokromatik karena berkas cahaya yang telah terpolarikan. Polarimeter merupakan alat optis yang digunakan untuk mengetahui sudut putar jenis larutan zat optis aktif yang di cari. Satu set polarimeter terdiri dari berbagai komponen yaitu sinar natrium sebagai sumber cahaya yang melewati zat optis aktif. Kemudian ada pula zat optis aktif itu sendiri berbentuk *liquid* dapat memutar sudut cahaya sehingga mengalami polarisasi. Untuk wadah zat optis aktif digunakan tabung silinder yang dapat tertutup rapat. Didekat tabung silinder tempat zat optis aktif, terdapat sebuah termometer yang digunakan untuk mengetahui temperatur dari zat optis aktif yang sedang diteliti. Didalam komponen polarimeter terdapat dua buah lensa cembung di dekat sumber cahaya dan didekat analisator. Untuk lensa cembung didekat sumber cahaya berfungsi untuk mensejajarkan berkas cahaya yang akan melewati tabung tempat zat optis aktif. Sedangkan untuk lensa cembung yang berada didekat analisator berfungsi mengumpulkan cahaya yang akan teramati lewat teropong. Analisator sendiri difungsikan untuk mensejajarkan cahaya sehingga terlihat pola gelap-terangnya. Lalu dibagian akhir terdapat teropong untuk mengamati pola gelap-terang terang-terang yang terbentuk serta terdapat pula alat pengatur pemutaran sehingga *output* dari polarimeter dapat mengeluarkan nilai sudut putar bidang polarisasi gelap-terang atau pun terang-terang.

Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan ketika menggunakan cairan aquades, besarnya sudut putar jenis larutan adalah 0° . Hal ini dapat disimpulkan bahwa cairan aquades bukanlah suatu zat optis aktif yang dapat memutar sudut bidang polarisasinya. Kemudian untuk larutan gula 6 gram dalam aquades, besarnya rata-rata sudut putar jenis larutan adalah $0,81^{\circ}$. Tentunya untuk larutan kedua tersebut merupakan suatu zat optis aktif karena dalam cairan aquades terdapat zat terlarut berupa gula yang merupakan senyawa

Tabel 6
Hasil perhitungan sudut putar jenis larutan gula 6 gram

Pengulangan ke	$\Delta\Phi(^{\circ})$	C (gr/mol)	M (gram)	\bar{c} (gram/mol)
1	47,9	3,50	6,30	
2	27,8	2,03	3,65	2,38
3	22,2	1,62	2,92	

karbon asimetris. Selanjutnya untuk larutan *unknown* didapatkan hasil untuk besarnya molaritas sebesar 2,38 gram/mol. Artinya, setiap mol larutan *unknown* terdapat 2,38 gram dari zat terlarut berupa gula.

Data yang telah didapat tentunya memiliki perbedaan nilai berdasarkan pengulangan yang ada. Pada percobaan pertama menggunakan cairan aquades murni, tidak ada *error* karena dalam perhitungan, besarnya molaritas larutan tidak terdefinisi. Kemudian untuk percobaan kedua berupa larutan aquades 6 gram terdapat *error*. Besarnya α yang didapat sekitar $0,72^{\circ}$ hingga $0,88^{\circ}$. Selanjutnya untuk percobaan yang terakhir menentukan besarnya C juga terdapat *error*. Besarnya C berada pada nilai 1,62 gram/mol hingga 3,50 gram/mol. Terjadinya *error* dalam percobaan ini disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya *human error* dan keadaan lingkungan laboratorium.

Dalam menentukan besarnya sudut putar jenis suatu zat optis aktif terdapat beberapa faktor, diantaranya yaitu jenis sinar yang digunakan, temperatur saat zat diteliti, dan jenis zat optis aktif itu sendiri. Selain itu terdapat faktor sekunder diantaranya massa zat yang terlarut, volume pelarut yang ada, serta *mr* dari zat yang terlarut. Untuk faktor massa zat terlarut akan berbanding terbalik dengan besarnya sudut putar jenis zat optis aktif. Sedangkan untuk *mr* zat terlarut dan volume pelarut sebanding dengan besarnya sudut putar jenis zat optis aktif.

IV. KESIMPULAN

Dari percobaan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa polarimeter menggunakan prinsip polarisasi dari suatu cahaya. Kemudian untuk besarnya sudut putar jenis aquades murni sebesar 0° dan rata-rata besarnya sudut putar jenis larutan gula adalah $0,81^{\circ}$. Dan yang terakhir untuk besarnya konsentrasi atau molaritas dari zat *unknown* adalah sebesar 2,38 gram/mol.

UCAPAN TERIMAKASIH

Saya selaku penulis laporan praktikum ini mengucapkan terimakasih kepada saudari Novia Dwi Lestari sebagai asisten laboratorium fisika madya dengan judul Polarimeter, serta ucapan terimakasih kepada rekan-rekan dan semua pihak yang terkait dalam praktikum Polarimeter baik saat melakukan percobaan dan penyusunan laporan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pedrotti F L, Pedrotti L S. "Introduction to Optics". New York : Prentice-Hall International, Inc (1993)
- [2] Pain H J. "The Physics of Vibrations and Wave". New York : John Wiley & Sons, Ltd (2005)
- [3] Simpson D G. "Introductory Physics II". Largo : Prince George's Community College (2013)
- [4] Beiser A. "Concepts of Modern Physics". New York : McGraw-Hill, Inc (1995)