

PENGUKURAN SIFAT OPTIS AKTIF BAHAN NAFTALENA DAN ANTRASENA DALAM MEDAN LISTRIK LUAR

Fajri Inayat dan K. Sofjan Firdausi

Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang

E-mail: fajri.inayat@st.fisika.undip.ac.id

ABSTRACT

Naphthalene ($C_{10}H_8$) and anthracene ($C_{14}H_{10}$) are symmetric organic matter. Both of them predicted didn't have electrooptic characteristic. That characteristic will appear if we induce them with external electric field. In the examination, it was used source light incandescent lamp 100 W. The external electric field generated by HV DC generator of 0-7 kV. The electrooptics characteristic was determined by measuring the change of polarization angle of light as it passed through the difference concentration of naphthalene and anthracene while they were applied by external electric field. Based on the result of observation, change of polarization angle of the light was increasing at each different potential between naphthalene (range $0,3^\circ - 1^\circ$) and anthracene (range $0,1^\circ - 0,7^\circ$). Beside that, changes of polarization angle of the light was increase linearly to the increase of naphthalene concentration, while anthracene was not. These results consider for more research to do with alternative organic materials in photonic devices.

ABSTRAK

Naftalena ($C_{10}H_8$) dan antrasena ($C_{14}H_{10}$) merupakan senyawa organik berbentuk simetri. Kesimetrian ini memunculkan prediksi bahwa keduanya bersifat tak-optis aktif. Namun, bila diinduksi oleh medan listrik luar akan muncul sifat elektrooptisnya (optis aktif) secara signifikan. Dalam penelitian ini digunakan sumber berupa lampu pijar 100 W. Medan listrik luar dibangkitkan melalui pembangkit HV DC sebesar 0 – 7 kV. Karakteristik elektrooptik bahan ditentukan dengan mengukur perubahan sudut polarisasi cahaya yang melewati naftalena dan antrasena yang diinduksi oleh medan listrik luar. Pada hasil penelitian menunjukkan adanya kecenderungan nilai perubahan sudut polarisasi yang meningkat pada setiap kenaikan beda potensial antara naftalena (rentang $0,3^\circ - 1^\circ$) dan antrasena (rentang $0,1^\circ - 0,7^\circ$). Perubahan sudut polarisasi cahaya cenderung meningkat dan linier terhadap kenaikan konsentrasi larutan naftalena, sedangkan untuk antrasena tidak linier. Hasil ini memungkinkan untuk penelitian lebih lanjut kaitannya dengan alternatif bahan organik pada perangkat fotonik.

PENDAHULUAN

Pada umumnya, material anorganik digunakan di berbagai perangkat komunikasi supercepat. Namun, karena keterbatasan yang dimiliki dari material anorganik tersebut menimbulkan ide untuk melakukan penelitian-penelitian terhadap material organik. Beberapa keuntungan yang membuat peneliti mulai beralih ke material organik di antaranya adalah kemudahan kontrol properti dan kelayakan

sintesis melalui kimia molekul, waktu respon cepat, bandwidth luas, harga relatif murah, proses manufaktur untuk perangkat sederhana di suhu rendah serta fabrikasi lebih mudah [1].

Naftalena dan *antrasena* merupakan bahan organik yang memiliki titik didih tinggi. Bahan yang memiliki titik didih tinggi mempunyai ikatan yang kuat sehingga menguntungkan dalam pembuatan perangkat fotonik. Untuk mendukung hal tersebut, penulis mencoba mengkaji sifat elektrooptis dari kedua bahan tersebut. Ditinjau dari bentuknya yang

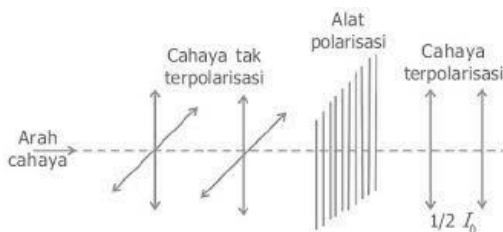
simetri, *naftalena* dan *antrasena* diprediksi tidak akan menghasilkan efek optis aktif. Akan tetapi, sifat optis akan muncul jika diinduksi dengan medan listrik luar [2].

Dalam penelitian ini penulis hanya mengamati perubahan sudut polarisasi cahaya yang ditransmisikan melewati material transparan terhadap medan listrik luar. Medan listrik luar dibangkitkan melalui perangkat HV dengan variasi 0 – 7 kV. Konsentrasi larutan *naftalena* yang diuji adalah 2%, 4%, 6%, 8% dan 10%, sedangkan konsentrasi larutan *antrasena* adalah 0,3%, 0,5%, 0,8%, 1,1% dan 1,3%. Perbedaan konsentrasi antara kedua larutan ini diakibatkan oleh titik didih dari masing-masing pelarut yang berbeda. Dengan segala keunggulan yang dimiliki, diharapkan *naftalena* dan *antrasena* dapat berguna bagi kajian optik non linier.

DASAR TEORI

Polarisasi Cahaya

Cahaya tidak harus terpolarisasi, artinya sumber cahaya memiliki getaran di banyak tempat sekaligus. Cahaya tak terpolarisasi terdiri dari cahaya dengan arah polarisasi yang acak. Masing-masing arah polarisasi ini dapat diuraikan menjadi komponen sepanjang dua arah yang saling tegak lurus satu sama lain. Ketika cahaya tak terpolarisasi melewati polarisator, maka satu dari komponen-komponennya dihilangkan [3].



Gambar 1 Cahaya tak terpolarisasi yang melewati celah polarisator [3]

Optis Aktif Tak Linier

Apabila suatu gelombang elektromagnetik yang mempunyai daya yang

tinggi dilewatkan pada bahan yang non linier, gelombang ini akan terpolarisasi akibat interaksi medan listrik \mathbf{E} imbas bahan dan medan listrik \mathbf{E} gelombang datang. Semakin besar pula perubahan sudut polarisasi gelombang tersebut θ .

$$\theta = \theta_0 + \theta_1 \mathbf{E} + \theta_2 \mathbf{E}^2 + \dots \quad (1)$$

dimana θ_0 adalah sudut putar saat tidak dikenai medan listrik. Kemudian $\theta_1, \theta_2, \dots$ dan seterusnya, masing – masing adalah koefisien skalar linier dan kuadratus elektrooptis. Karena $E = \frac{V}{d}$, maka persamaan (2.14) dapat ditulis menjadi:

$$\theta = \theta_0 + \frac{\theta_1}{d} V + \frac{\theta_2}{d^2} V^2 + \dots \quad (2)$$

di mana V merupakan beda potensial di antara dua plat sejajar (V) dan d merupakan jarak antara dua plat sejajar (m) [4].

Senyawa Hidrokarbon Aromatik

Naftalena ($C_{10}H_8$) dan *antrasena* ($C_{14}H_{10}$) adalah senyawa hidrokarbon aromatik yang mempunyai aroma yang khas. Keduanya merupakan turunan dari senyawa *benzena*, dengan dua cincin *benzena* untuk *naftalena* dan tiga cincin *benzena* untuk *antrasena*. *Naftalena* biasa ditemukan dalam kapur barus



Gambar 2 Struktur senyawa *naftalena* dan *antrasena* [5]

sedangkan *antrasena* digunakan dalam zat pewarna [6].

Dari tinjauan sifat simetri dan tak-simetri, nampak bahwa kedua bahan bersifat simetri sehingga antara *naftalena* dan *antrasena* dapat diprediksi tidak menghasilkan efek optis aktif. Apabila molekul yang berbentuk simetri dirotasi sebesar 180° terhadap sumbu X maupun sumbu Y, terlihat seolah-olah molekul tak berubah, sehingga medan listrik dari arah kanan dan kiri akan sama sehingga tidak memutar bidang polarisasi. Namun demikian, sifat optis akan muncul apabila dikenai medan listrik luar E . Dari ukuran dan bentuk struktur molekul *naftalena* dan *antrasena*, dapat diprediksi bahwa polarisabilitas *antrasena* lebih besar dari *naftalena* karena memiliki derajat luas kontas lebih besar. Hal ini menyebabkan interaksi gaya Van der Waals pada *antrasena* lebih besar dibanding *naftalena* [2].

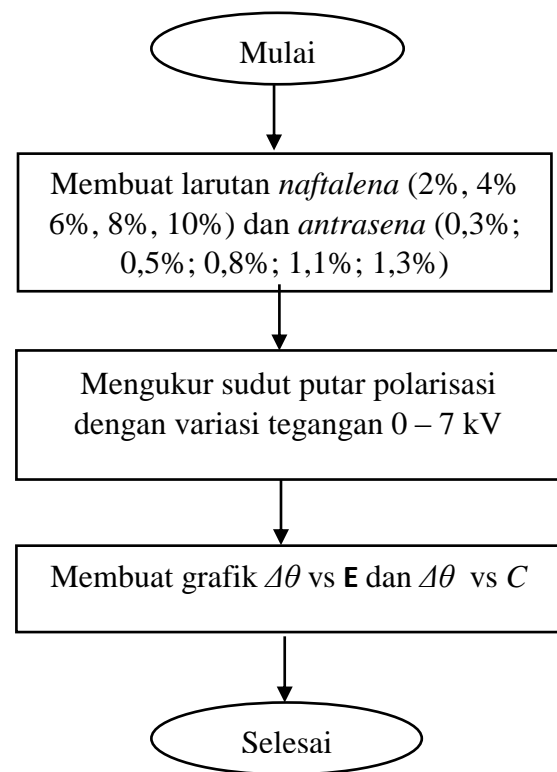
METODE PENELITIAN

Preparasi Sampel

Naftalena dan *antrasena* berturut-turut dilarutkan dalam *petroleum-eter* dan *kloroform* menghasilkan variasi konsentrasi 2%, 4%, 6%, 8% dan 10% larutan *naftalena* dan variasi konsentrasi 0,3%; 0,5%; 0,8%; 1,1% dan 1,3% larutan *antrasena*. Konsentrasi larutan 2% dalam hal ini ialah 1 gr *naftalena* dalam 50 ml *petroleum-eter* sedangkan konsentrasi 0,3% dalam hal ini berarti 0,2 gr *antrasena* dalam 75 ml *kloroform*.

Pengukuran Perubahan Sudut Polarisasi Cahaya

Larutan *naftalena* dan *antrasena* diletakkan di antara plat sejajar yang diberi beda potensial 0 – 7 kV. Kemudian diamati sudut putar cahaya lampu. Dari sudut putar yang teramati, akan diolah sehingga didapat nilai perubahann sudut polarisasi cahaya.

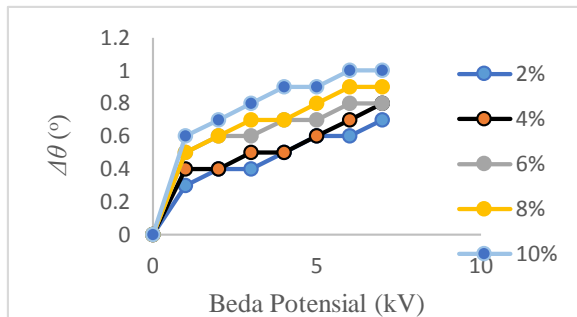


Gambar 3 Diagram prosedur pengambilan data larutan *naftalena* dan *antrasena*

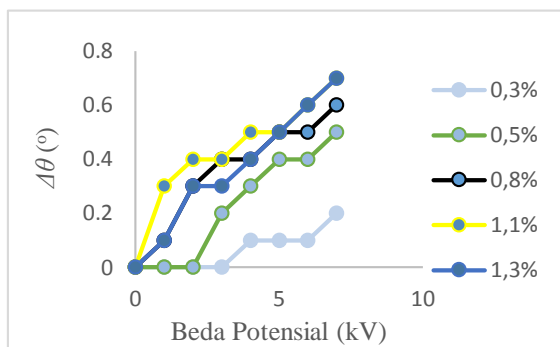
HASIL DAN PEMBAHASAN

Medan listrik luar E yang mengenai *naftalena* dan *antrasena* menginduksi elektron-elektron pada molekul terkonsentrasi mendekati elektroda positif pada plat. Hal ini menimbulkan dipol listrik sementara pada molekul. Dipol listrik ini akan membentuk momen dipol pada molekul. Ketika gelombang cahaya melewati molekul yang muatanmuatannya terkutubkan oleh medan listrik luar E , arah getar gelombang cahaya yang melewati larutan *naftalena* dan *antrasena* akan terpolarisasi. Gambar 4 dan 5 menunjukkan bahwa perubahan sudut polarisasi gelombang cahaya yang melewati molekul *naftalena* dan *antrasena* cenderung meningkat seiring naiknya beda potensial. Perubahan sudut polarisasi cahaya yang dihasilkan relatif kecil untuk beberapa konsentrasi larutan, yaitu pada

rentang $0,3^{\circ} - 1^{\circ}$ untuk larutan *naftalena* dan $0,1^{\circ} - 0,7^{\circ}$ untuk larutan *antrasena*.

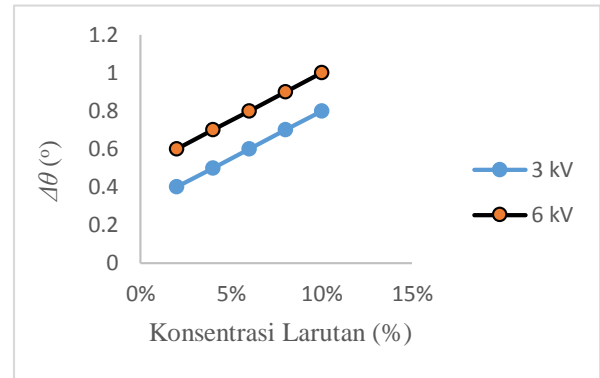


Gambar 4 Perubahan sudut polarisasi cahaya terhadap kenaikan beda potensial pada larutan *naftalena*

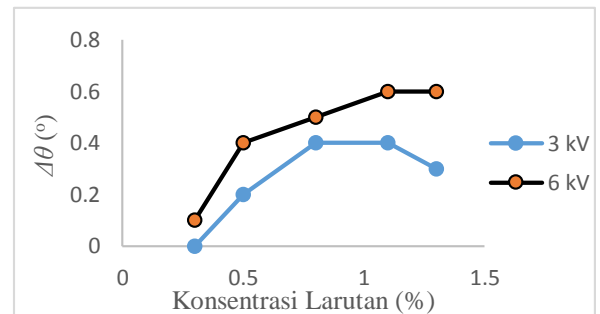


Gambar 5 Perubahan sudut polarisasi cahaya terhadap kenaikan beda potensial pada larutan *antrasena*

Peran konsentrasi dari kedua larutan berimbang pada proses pengkutuban yang dipengaruhi oleh medan listrik luar **E**. Dengan bertambahnya konsentrasi larutan, jumlah molekul bahan pun bertambah. Hal ini menyebabkan semakin kuatnya gaya ikat antar molekul pada larutan sehingga mendukung perputaran sudut bidang polarisasi seiring dengan meningkatnya medan listrik luar yang dikenakan pada molekul bahan. Grafik 6 dan 7 menunjukkan pengaruh konsentrasi larutan *naftalena* dan *antrasena* terhadap perubahan sudut polarisasi cahaya pada beda potensial 3 kV dan 6 kV.



Gambar 6 Perubahan sudut polarisasi cahaya terhadap kenaikan konsentrasi larutan *naftalena* pada beda potensial 3 kV dan 6 kV



Gambar 7 Perubahan sudut polarisasi cahaya terhadap kenaikan konsentrasi larutan *antrasena* pada beda potensial 3 kV dan 6 kV

Kesimpulan

Hasil-hasil dari penelitian yang telah dilakukan, memberi kesimpulan sebagai berikut:

1. Baik molekul *naftalena* maupun *antrasena*, keduanya mampu merubah arah getar gelombang cahaya lampu (bersifat elektrooptis) setelah diberi efek medan listrik luar.
2. Baik *naftalena* maupun *antrasena*, besar perubahan sudut polarisasi cahaya cenderung meningkat pada setiap kenaikan beda potensial, yaitu pada rentang $0,3^{\circ} - 1^{\circ}$ untuk *naftalena* dan $0,1^{\circ} - 0,7^{\circ}$ untuk *antrasena*.
3. Untuk setiap beda potensial yang diberikan, besar perubahan sudut polarisasi

cahaya pada setiap kenaikan konsentrasi larutan *naftalena* cenderung meningkat dan linier, sedangkan pada larutan *antrasena* tidak.

SARAN

Berdasarkan hasil-hasil yang telah diperoleh pada penelitian ini, dapat direkomendasikan saran untuk penelitian lebih lanjut yaitu :

1. Panjang gelombang yang digunakan tidak hanya satu panjang gelombang. Sehingga dapat diperoleh pengaruh panjang gelombang terhadap perubahan sudut polarisasi.
2. Dalam penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan bahan organik yang lebih bervariasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Kim, H. K. et all, 2012, *Luminiscent Lanthanide Complexes for Advanced Photonics Applications*, Department of Advanced Materials Chemistry and

WCU Center for Next Generation Photovoltaic Systems, Korea University, Jochiwon, Chungnam 339-700, Republic of Korea.

- [2]. Firdausi, K.S., Khumaeni, A., Richardina, V., Arianto, F., Budi, W. S., 2015, *Study of Electrooptics Behaviour of Naphthalene and Anthracene*, Berkala Fisika, Semarang.
- [3]. Giancoli, D., 2001, *Fisika Jilid 2, Edisi Kelima*, Erlangga, Jakarta.
- [4]. Widyastuti, N., Azam, M., Firdausi, K. S., 2009, *Studi Elektrooptis pada Minyak Goreng*, Berkala Fisika, Semarang.
- [5]. Fessenden, R.J., dan Fessenden, J.S.,1982, *Alih bahasa Pudjaatmaka, A.H., Kimia Organik, Jilid 2*, Erlangga, Jakarta.
- [6]. David R. Lide, 1999, *CRC Handbook of Chemistry and Physics 80th Edition*, CRC Press, Boca Raton, FL.