

## PENGARUH INDUKSI MEDAN *RADIO FREQUENCY* (RF) PADA DIPOL-DIPOL MOLEKUL AIR

**K. Sofjan Firdausi, Ahmad Kamil, Much. Azam**  
Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Diponegoro

**ABSTRACT**—The non-linear optical property of rotary power of light polarization in water has been developed using the Radio-Frequency field (RF-Field). The RF-Field used in the experiment is produced by RF generator, and it supplies the frequency in the range between 6.04 to 14.56 MHz, which then applies to the samples. The source of light with 632.8 nm-wavelength and 532 nm-wave length are used to observe the change of angle polarization of the light, after it passes through the samples. Three modes of the direction of the electric field of light are chosen  $0^\circ$  ( $E_{//}$ ) ( $E$  of light is parallel to  $E$  of RF-Field, and  $90^\circ$  ( $E_{\perp}$ ) ( $E$  of light is perpendicular to  $E$  of the RF-Field) in order to determinate the optimal change of the angle of the polarization  $\beta$ . The values of  $\beta$  is measured as a function of RF-Field,  $\varepsilon \equiv \omega_{RF} B_{RF}$ , where  $\omega_{RF}$  is the angular frequency of RF-Field and  $B_{RF}$  is the magnitude of magnetic field measured in the center of the coil which is assumed to be homogeny in the circumstances of the samples. The results of the experiment show that the degrees of change of the polarization direction,  $\eta$  is largest at the  $E_3$  mode. It shows also that at small wavelength of light we obtain the larger  $\eta$ , which is indicated the higher frequency of light will more induce the dipoles of molecules of the samples.

*Keywords: non-linear optics, polarization angle, rotary power*

### PENDAHULUAN

Serangkaian pengukuran dan studi awal tentang optika non-linier telah dilakukan [1-8], dan dibuktikan bahwa sifat optis bahan, misalnya indek bias  $n$  dan perubahan arah getar medan listrik suatu cahaya  $\beta$ , setelah melewati material, tergantung pada medan luar yang dikenakan. Selain membuka kemungkinan untuk sensor, juga untuk menguji kualiatas dari bahan transparan. Dalam referensi [3-5] telah didefinisikan parameter baru, yakni sudut putar jenis elektrooptis (atau magnetooptis),  $\eta$  yakni derajat perubahan sudut putar per satuan perubahan medan listrik yang merupakan nilai khas dari suatu material. Nilai tersebut lebih besar untuk bahan polar dari pada non-polar, dan tergantung pada konsentrasinya.

Dalam tulisan ini dibahas penggunaan medan RF untuk mempelajari dipol-dipol air pada sampel aquades pada saat dikenakan medan RF.

### Efek Elektro Optis

Secara umum dapat didefinisikan bahwa efek elektrooptis merupakan perubahan sifat optis akibat dikenakan medan listrik luar. Gelas atau bahan transparan akan mempunyai aktivitas optik ketika berada dalam medan magnet. Bidang polarisasi dari

gelombang cahaya yang berada dalam medan magnet akan berputar searah jarum jam atau berlawanan dari arah jarum jam. Perubahan indek bias dari bahan sebanding dengan perubahan medan magnet yang dikenakan ( $\Delta n \sim B$ ), dan juga cahaya yang dikenakan bahan tersebut terpolarisasikan sebesar  $\beta$  ( $\beta \propto B$ ). Bila medan beresilasi dengan frekuensi anguler  $\omega_{rf}$ , maka besarnya  $\beta$  diberikan oleh persamaan [9]:

$$\beta \propto \omega_{rf} B \quad (1)$$

Dalam kasus penelitian ini, kenaikan besarnya  $B$  diikuti pula dengan kenaikan  $\omega_{rf}$  sehingga dituliskan paramater  $\omega_{rf} B = \varepsilon$ . Perubahan sudut putar  $\beta$  dapat dituliskan sebagai fungsi medan frekuensi  $\varepsilon$  yakni [10]:

$$\beta = \beta_0 + \alpha \varepsilon \quad (2)$$

dengan  $\beta_0$  merupakan perubahan sudut polarisasi sebelum diberi medan rf, dan  $\alpha$  merupakan konstanta karakteristik.

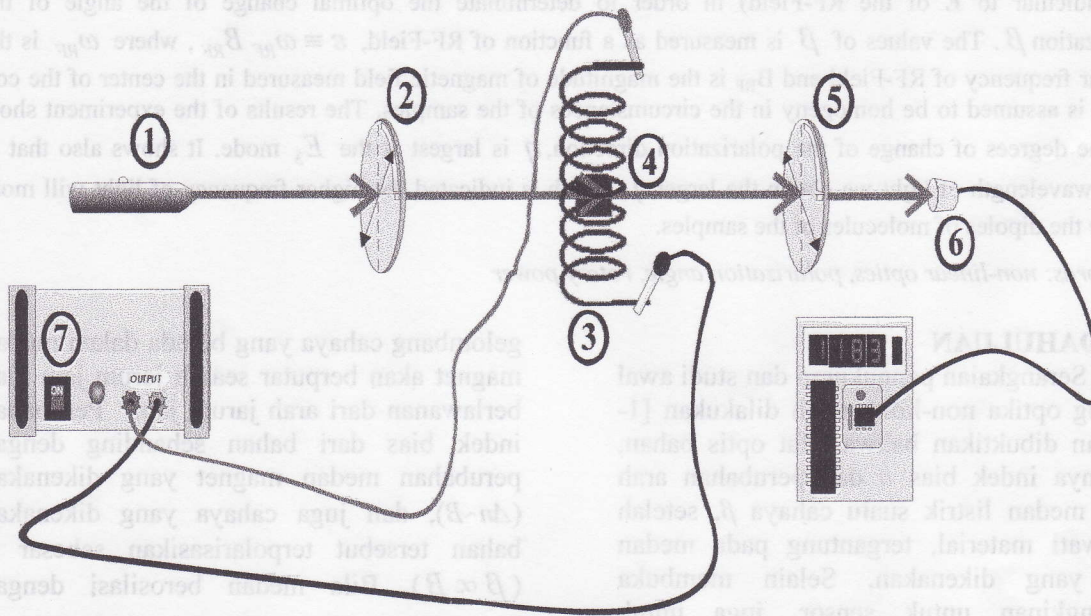
**METODE PENELITIAN**

Prosedur penelitian dan susunan peralatan mengacu pada referensi [10]. Sebelum pengamatan pada aquades, peralatan terlebih dahulu dikalibrasi dengan sampel larutan gula.

**Observasi pada bahan transparan**

Parameter perubahan arah polarisasi  $\beta$  diukur dengan prinsip Mallus, digunakan intensitas relatif minimum yang diterima oleh fotodetektor dari berkas sinar yang ditransmisikan. Pada tahap ini, perubahan arah

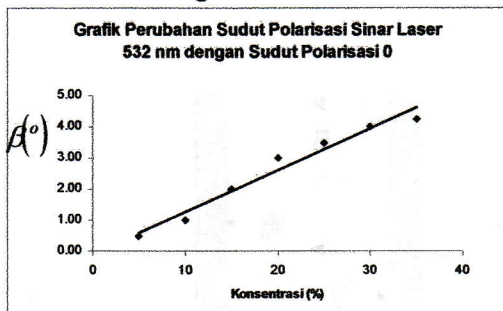
polarisasi cahaya untuk setiap bahan transparan dengan variasi frekuensi digunakan dua mode arah getar medan cahaya laser yakni  $0^\circ (E_{//})$  dan  $90^\circ (E_{\perp})$ . Setelah cahaya melalui koil, cahaya tersebut dianalisa perubahan arah polarisasinya dengan analisator. Dalam hal ini diambil nilai intensitas minimumnya, artinya sumbu transmisi polarisator dan sumbu transmisi analisator saling tegak lurus. Gambar (1) adalah susunan peralatan penelitian.



Gambar (1), setup alat penelitian. 1. sumber laser, 2. polarisator, 3. koil, 4. sampel, 5. analisator, 6. detektor, 7 generator RF.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**  
**Hasil Kalibrasi**

Seperti hasil-hasil sebelumnya, diperoleh perubahan sudut putar terhadap konsentrasi gula yang linier seperti terlihat pada gambar (2). Dapat diketahui bahwa larutan gula sudah bersifat optis aktif, artinya walaupun tidak dikenai medan rf sudut polarisasi sinar laser yang melaluinya akan mengalami perubahan terhadap variasi konsentrasi. Hal terjadi karena sifat optis dari molekul larutan gula.



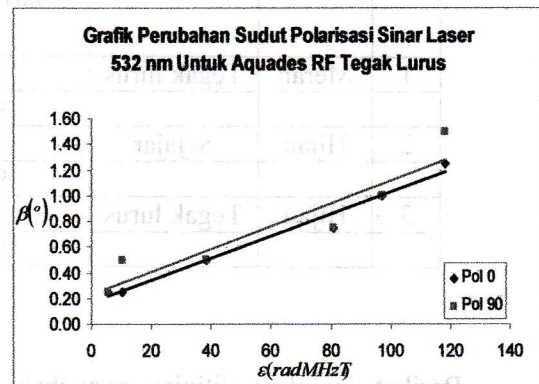
**Gambar (2).** Grafik perubahan sudut polarisasi cahaya terhadap konsentrasi larutan gula

Dan karena bentuk molekul gula adalah berbentuk spiral (heliks) dengan arah putar tertentu. Hal ini menyebabkan kedua komponen mempunyai kecepatan jalar yang berbeda. Akibatnya setelah menempuh jarak tertentu di dalam larutan gula, komponen polarisasi lingkaran ini akan mempunyai fasa yang berbeda, sehingga polarisasi linier yang merupakan superposisi kedua komponen polarisasi lingkaran ini arah getarannya akan berubah.

**Perubahan Sudut Polarisasi pada Aquades**

Hasil eksperimen menunjukkan bahwa berkas cahaya dengan panjang gelombang 532 nm lebih efektif memutar bidang polarisasi dari pada 632,8 nm. Pada gambar (3), ditunjukkan perubahan sudut polarisasi cahaya ( $\beta$ ) terhadap medan frekuensi pada

aquades dengan arah berkas laser hijau tegak lurus terhadap medan rf.



**Gambar (3)** Grafik perubahan sudut polarisasi sebagai fungsi  $\epsilon$  pada aquades dengan  $\lambda = 532$  nm dan arah berkas laser tegak lurus medan rf.

Terdapat dua grafik yang berbeda. Keduanya memiliki perbedaan arah medan listrik sinar laser dan untuk lebih jelasnya adalah sebagai berikut,

- Untuk sudut polarisator  $0^\circ$  ( $E //$ )

Dalam grafik tersebut arah medan listrik sinar laser dan medan rf yang dikenakan pada bahan sejajar. Perubahan sudut polarisasi ( $\beta$ ) yang timbul akibat perubahan medan rf meningkat secara linier, dalam grafik tersebut memiliki gradien  $0,0086^\circ / rad.MHz.T$ .

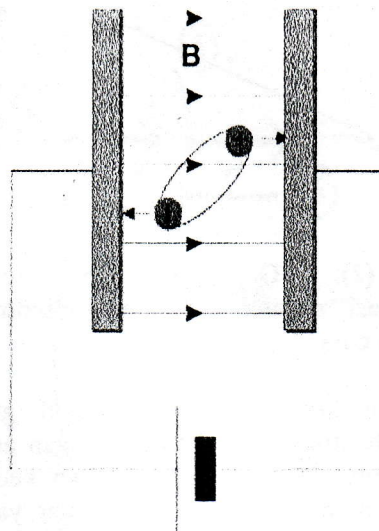
- Untuk sudut polarisator  $90^\circ$  ( $E \perp$ )

Pada grafik tersebut arah medan listrik sinar laser tegak lurus terhadap arah medan rf. Dalam grafik tersebut, perubahan sudut polarisasi cahaya juga meningkat secara linier dengan gradien yang sama besar bila dibandingkan dengan grafik yang pertama. Pada grafik tersebut memiliki gradien  $0,0088^\circ / rad.MHz.T$ .

Tabel 1 Gradien garis  $\beta$  vs  $\epsilon$  pada aquades.

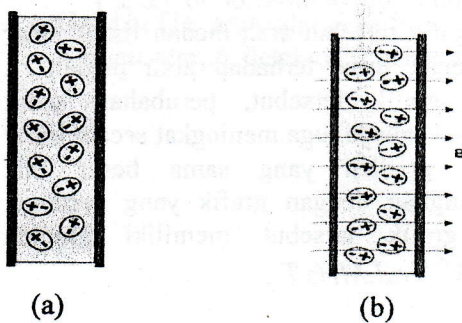
No	Laser	Posisi Koil	Sudut Polarisasi ( $^{\circ}$ )	Gradien Garis ( $^{\circ}/rad.MHz.T$ )
1	Merah	Tegak lurus	0	0,0045
			90	0,0063
2	Hijau	Sejajar	0	0,0072
			90	0,0075
3	Hijau	Tegak lurus	0	0,0086
			90	0,0088

Berikut ini akan ditinjau penyebab terjadinya perubahan sudut polarisasi cahaya pada medium aquades. Pada aquades hanya memiliki kandungan molekul  $H_2O$  saja di dalam molekulnya. Aquades secara keseluruhan adalah netral secara listrik, tetapi ikatan kimia di dalam molekul itu menyebabkan pergeseran muatan, hasilnya adalah sebuah muatan negatif netto pada ujung oksigen dan muatan positif netto pada ujung hidrogen, yang membentuk sebuah dipol listrik. Bila sebuah dipol listrik, seperti molekul  $H_2O$  diletakkan didalam suatu medan rf seperti pada gambar 4, maka ikatan dalam molekul tersebut akan mengalami sejumlah gaya balik tertentu.



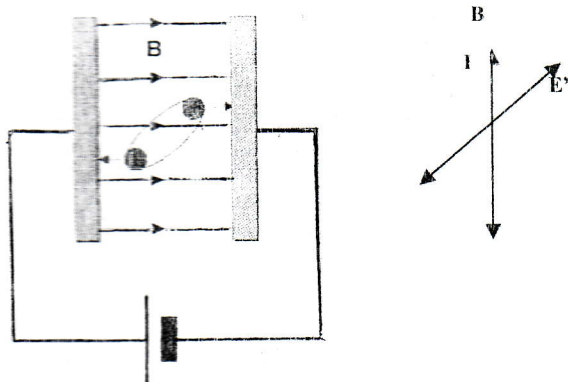
Gambar 4. Proses Pengutuban suatu molekul dalam sebuah medan rf

Gaya ini secara sederhana mendorong medan rf untuk membebaskan ikatan dalam medan. Sehingga molekul dari medium transparan tersebut akan membentuk suatu polarisasi molekul, hal ini dapat digambarkan dalam gambar 5, dalam gambar tersebut keadaan molekul sebelum dan sesudah diberi medan rf mengalami perbedaan.



Gambar. 5, (a) Molekul sebelum diberi medan rf (b) Molekul sesudah diberi medan rf

Interaksi cahaya, yang membawa medan listrik E dengan B mengakibatkan resultan medan listrik sebesar  $E'$  yang orientasinya berbeda dari mula-mula (lihat gambar 6).



**Gambar 6.** Proses interaksi radiasi dengan materi dari suatu molekul dalam sebuah medan rf.  $E$  medan listrik laser sebelum melewati medium dan  $E'$  sesudah melewati medium

#### KESIMPULAN

Perubahan sudut polarisasi cahaya laser naik secara linier terhadap perubahan medan frekuensi ( $\omega B$ ), dan terbesar terjadi pada saat pemberian laser hijau pada posisi tegak lurus medan rf ( $\omega B$ ) dan pada arah sudut polarisator  $90^\circ$ .

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Krisno Prabowo, K. Sofjan Firdausi, dan Much. Azam, 2006, *Berkala Fisika*, ISSN: 1410-9662, Vol. 9, No. 1, hal. 1-4, Januari.
- [2] Fathkiyah, Heri Sugito, dan K. Sofjan Firdausi, 2006, *Jurnal Sains dan Matematika*, Vol. 14, No. 2, hal. 65-69, April.
- [3] Hari Wibowo dkk, 2006, *Berkala Fisika*, Vol. 9, No. 1, hal. 31-36, Januari
- [4] Linda Perwirawati, K. Sofjan Firdausi, dan Indras Marhaendrajaya, 2006, *Berkala Fisika*, vol. 15, no. 2, hal. 79-82, April.
- [5] K. Sofjan Firdausi, Endri Ernawati, dan Indras Marhaendrajaya, 2006, *Jurnal Sains dan Matematik*, vol. 15, no. 4, hal. 149-152, Oktober.

- [6] Sulistya, B, 2005. *Analisis Pengaruh Medan Magnet terhadap Indeks Bias Bahan Menggunakan Interferometer Michelson*, Skripsi. Jurusan Fisika FMIPA Undip.
- [7] Wardaya, A, Y & Firdausi, K, S, 2004. *Perhitungan Reflektansi Dan Transmittansi Bahan Transparan Dalam Medan Listrik Luar*, Berkala Fisika, Vol. 8, No. 5, Jurusan Fisika FMIPA UNDIP.
- [8] Widarsono, 2005. *Pengaruh Medan Magnet terhadap Sudut Polarisasi Sinar Laser Pada Bahan Transparan*, Skripsi. Jurusan Fisika FMIPA UNDIP.
- [9] Yarif, A., 1985. *Optical Electronic Third Edition*, CBS College Publishing, New York.
- [10] Ahmad Kamil, M. Azam, K. Sofjan Firdausi, Berkala Fisika, 2007, vol. 10, no. 1, hal. 93-97, April.