

## PENENTUAN KOEFISIEN LINIER ELEKTRO OPTIS PADA AQUADES DAN AIR SULING MENGGUNAKAN GELOMBANG RF

Lilik Eko Jatwiyono, Heri Sugito, K. Sofjan Firdausi

Corresponding Author: k.sofjanfirdausi@yahoo.co.id

Laboratorium Optoelektronik & Laser, Jurusan Fisika, FMIPA, UNDIP

### ABSTRACT

The coefficients of electrooptics for water and refinery water in RF field have been determined. The RF frequency range used in the research is 6,04 MHz to 11 MHz. Two different light beam (532 nm and 632,8 nm) have been used to measure the change of light polarization after transmitted the samples. The result indicates that the linear and quadratic electro optic coefficients appear in the range of frequency-field. The refinery water has greater value of linear electro optic coefficient than aquades. It is also obtained that the greatest change of polarization angle take place when using the green laser in the field's position of upright against the RF frequency field and polarization angle of  $90^\circ$ .

Keywords: RF field, polarization angle, linear electro optic coefficient.

### PENDAHULUAN

Penelitian yang dilakukan merupakan studi lanjut dari penelitian yang dilakukan oleh Ahmad Kamil [1]. Dalam penelitian sebelumnya medan frekuensi RF yang dihasilkan oleh *coil* relatif kecil. Hal ini disebabkan kondisi kumparan yang dipakai terlalu renggang sehingga medan yang dihasilkan tidak maksimal. Dengan memampatkan kumparan yang ada diharapkan akan diperoleh medan RF yang relatif lebih besar, sehingga akan diperoleh data yang lebih akurat, terutama pengaruh medan frekuensi RF dalam zat optis. Dalam penelitian ini hendak diukur koefisien linier elektro optis dari aquades dan air suling dengan menekankan pada perbedaan arah medan dan besar medan frekuensi yang dikenakan pada bahan transparan. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah perubahan arah polarisasi  $\beta$  dari berkas sinar yang ditransmisikan pada analisator sebagai fungsi frekuensi medan RF oleh persamaan [1]:

$$\beta = \frac{\omega_L B n_0^3 r \omega_{RF} d}{2c} \quad (1)$$

Pada medium kristal, yang lebih mengutamakan penggunaan bahan optis akustik, memperlihatkan suatu bentuk non-linier dari indeks bias  $n$  dalam persamaan berikut [2]:

$$\frac{1}{n^2} = \frac{1}{n_0^2} + rE + RE^2 \quad (2)$$

dengan  $r$  dan  $R$  adalah koefisien linier elektro optis dan koefisien kuadratik elektro optis. Dalam kasus penelitian ini, kenaikan  $\omega$  diikuti oleh kenaikan  $\mathbf{B}$  sehingga dituliskan parameter frekuensi medan yang didefinisikan sebagai

$$\omega B \equiv \varepsilon \quad (3)$$

Persamaan (3) kemudian disubstitusikan ke (1), serta menuliskan ulang  $\beta$  sebagai fungsi  $\varepsilon$ , yakni

$$\beta = \beta_0 + \alpha\varepsilon + \gamma\varepsilon^2 + \dots \quad (4)$$

dengan  $\beta_0$  merupakan perubahan sudut polarisasi sebelum diberi medan frekuensi RF,  $\alpha$  merupakan koefisien linier  $\varepsilon$  dan  $\gamma$  merupakan koefisien kuadratik  $\varepsilon$ . Pemberian  $\omega$  dan  $\mathbf{B}$  kepada bahan transparan akan mengakibatkan perpindahan dan deformasi dalam distribusi elektron dalam ion, dan posisi tempat ion dapat berubah sedikit. Dalam

bahan yang tidak mempunyai pusat simetri, tempat kation dikelilingi oleh anion yang pada umumnya bergeser dari titik pusatnya. Hal inilah yang menyebabkan terjadinya efek aktivitas optis [3].

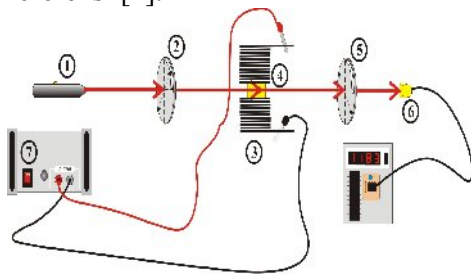
## METODE PENELITIAN

### Kalibrasi dan Pengambilan Data

Dalam tahap kalibrasi, dilakukan untuk menguji linieritas gula dan sekaligus untuk menguji kelayakan detektor. Selain itu, dilakukan observasi mengenai pengaruh frekuensi terhadap arah polarisasi cahaya baik untuk pengamatan tanpa menggunakan sampel dan wadah serta setiap wadah yang akan digunakan dalam penelitian sebagai faktor koreksi untuk perubahan sudut putar polarisasi sinar laser ( $\beta$ ). Frekuensi yang digunakan dalam penelitian berada dalam interval 6,04 MHz sampai 11 MHz. Kemudian setiap larutan gula dengan masing-masing konsentrasi diamati perubahan arah polarisasi cahaya setelah dilewatkan pada polarisator dengan sudut  $0^\circ$  ( $\mathbf{E} //$ ) dan  $90^\circ$  ( $\mathbf{E} \perp$ ). Untuk observasi pada aquades, dan air suling dilakukan tanpa menggunakan medan ( $\omega \mathbf{B} = 0$ ). Arah polarisasi cahaya yang digunakan pada tahap kalibrasi ini adalah  $0^\circ$  ( $\mathbf{E} //$ ) dan  $90^\circ$  ( $\mathbf{E} \perp$ ).

### Susunan Peralatan

Susunan peralatan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1 berikut. Posisi kumparan diambil yang tegak lurus berkas laser. Posisi kumparan yang sejajar tidak ditunjukkan, dan mengacu pada referensi [1].

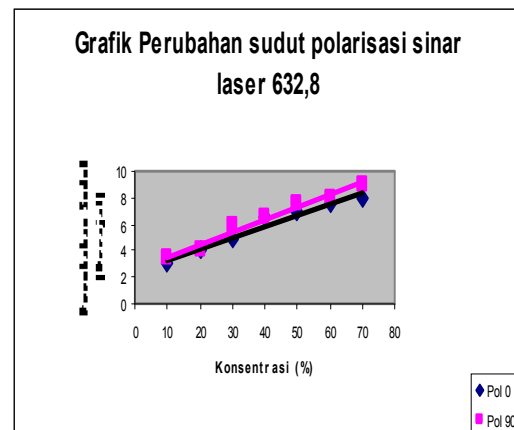


Gambar 1. Set-up Alat Penelitian posisi *coil* tegak lurus dengan laser, 1. Laser, 2. Polarisator, 3. Kumparan (*coil*), 4. Sampel, 5. Analisator, 6. Fotodioda, 7. Generator RF

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Kalibrasi Dengan Larutan Gula

Data yang diperoleh menunjukkan adanya kenaikan nilai perubahan sudut polarisasi ( $\beta$ ) secara linier pada kenaikan konsentrasi gula. Peristiwa tersebut muncul sebagai akibat adanya sifat optis yang terdapat pada larutan gula itu sendiri serta bentuk molekul gula yang spiral (*heliks*) dengan arah putar tertentu. Hasil plot grafik hubungan antara perubahan sudut polarisasi cahaya dan perubahan konsentrasi adalah sesuai gambar 2.

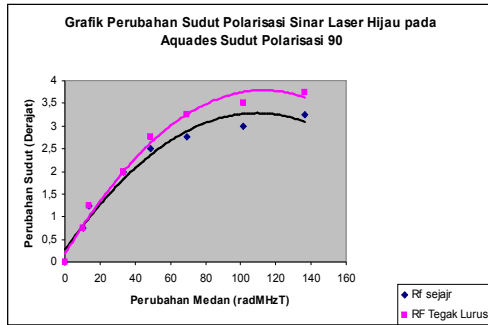


Gambar 2. Grafik perubahan sudut polarisasi cahaya terhadap konsentrasi larutan gula

Hal ini menyebabkan setiap molekul gula dalam larutannya memiliki arah putar yang sama. Arah putar suatu spiral tetap sama baik dilihat dari satu ujung, ataupun dilihat dari ujung lainnya. Akibatnya suatu larutan yang terdiri dari molekul-molekul gula yang terletak secara acak mempunyai arah putaran yang sama dengan arah putaran pada sebuah molekul gula.

### Nilai $r$ Aquades Dengan pada $\lambda=532$ nm dan Sudut Polarisasi $90^\circ$

Dalam grafik pada gambar 3, ditunjukkan adanya perubahan sudut polarisasi cahaya ( $\beta$ ) terhadap medan frekuensi RF pada aquades dengan arah berkas medan frekuensi RF sejajar dan tegak lurus dengan arah berkas sinar laser dan dengan sudut polarisasi  $90^\circ$ .

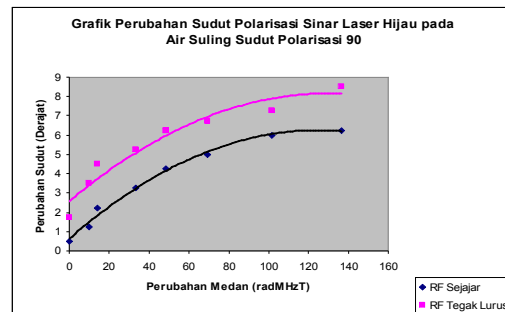


Gambar 3. Grafik perubahan sudut polarisasi laser Hijau pada aquades dengan sudut polarisasi 90<sup>0</sup>

Pola yang sama juga ditunjukkan untuk sudut polarisasi 0<sup>0</sup> namun tidak terlalu kuat, sehingga grafik  $\beta$  vs  $\epsilon$  yang ditampilkan hanya pada sudut 90<sup>0</sup>. Terlihat bahwa pola yang terjadi mendekati persamaan kuadratis  $\beta = \beta(\epsilon)$ . Demikian pula untuk sampel air suling, ditunjukkan kurva kuadratis, dengan  $\beta$  pada mode medan frekuensi RF tegak lurus laser, selalu di atas  $\beta$  mode sejajar. Menggunakan persamaan (1), diperoleh nilai koefisien linier elektrooptis sebesar  $r = (0,453 \pm 0,007) \times 10^{-12}$  m/V.

### Nilai $r$ Air Suling pada $\lambda=532$ nm dan Sudut Polarisasi 90<sup>0</sup>

Perubahan sudut putar pada air suling ketika diganggu dengan medan frekuensi RF ternyata lebih besar dari pada aquades, seperti terlihat pada gambar 3. Hal ini dimungkinkan bahwa induksi yang terjadi pada air suling, tidak melulu karena perubahan orientasi dipol molekul air, melainkan juga mineral-mineral lain yang masih tersisa dalam air suling.



Gambar 3. Grafik perubahan sudut polarisasi pada air suling,  $\lambda=532$  nm, sudut polarisasi 90<sup>0</sup>

Hal ini dipertegas dengan nilai koefisien linier elektrooptis pada air suling sebesar  $(0,698 \pm 0,007) \times 10^{-12}$  m/V. Tabel 1 menampilkan semua nilai  $r$  untuk aquades dan air suling pada semua mode dan dua nilai panjang gelombang.

Tabel 1 Perbandingan koefisien elektro optis pada aquades dan air suling

No	Laser	Arah Medan	Sudut polarisasi ( <sup>0</sup> )	Koefisien elektro optis $r$ ( $10^{-12}$ m/V)	
				Aquades	Air suling
1	Hijau	Sejajar	0	$0,273 \pm 0,006$	$0,274 \pm 0,008$
			90	$0,453 \pm 0,007$	$0,698 \pm 0,007$
2	Merah	Sejajar	0	$0,244 \pm 0,005$	$0,254 \pm 0,005$
			90	$0,428 \pm 0,004$	$0,618 \pm 0,005$
3	Hijau	Tegak lurus	0	$0,291 \pm 0,005$	$0,243 \pm 0,005$
			90	$0,499 \pm 0,005$	$0,667 \pm 0,018$
4	Merah	Tegak Lurus	0	$0,302 \pm 0,003$	$0,279 \pm 0,006$
			90	$0,495 \pm 0,010$	$0,969 \pm 0,015$



Dari hasil yang diperlihatkan pada masing-masing grafik, baik pada aquades maupun air suling, memiliki perbedaan nilai koefisien elektro optis meskipun komponen penyusun dari molekul-molekulnya sama, yaitu atom Hidrogen dan atom Oksigen. Perbedaan antara keduanya sangat jelas terlihat pada saat penyetulan polarisator pada sudut  $90^0$  dengan arah medan frekuensi RF tegak lurus. Faktor lain yang mempengaruhi adalah dominannya mineral-mineral dalam air suling, di mana pada aquades relatif lebih sedikit. Sumbangsih mineral asing tersebut memberikan tambahan dipol sehingga meningkatkan nilai  $r$ . Hasil penelitian ini lebih baik dari pada yang telah dilakukan oleh Ahmad Kamil [1], karena kumparan yang dibuat lebih rapat, sehingga kebocoran medan dapat direduksi, dan nilai medan frekuensi di dalam kumparan dijamin lebih homogen. Hasil pengukuran masih dalam toleransi kesalahan eksperimen, setidaknya diperoleh nilai  $r$  yang seorde dengan hasil di referensi [2].

**KESIMPULAN**

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh bahwa koefisien linier elektro optis pada air suling lebih besar bila dibandingkan dengan aquades.

Untuk tindak lanjut, dimungkinkan penggunaan metode ini untuk dapat digunakan sebagai pengujian sampel transparan.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Ahmad Kamil, M. Azam, K. Sofjan Firdausi, *Berkala Fisika*, ISSN:1410-9662, vol. 10, no. 1, hal. 93-97, April, 2007.
- [2] Pedrotti, S. J., Frank L., dan Pedrotti, Leno, S., *Introduction to Optic*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1993.
- [3] Vlack, V., 1986. *Ilmu dan Teknologi Bahan* (Ilmu Logam dan Bukan Logam) (terjemahan). Edisi keempat. Erlangga. Jakarta.