

Pengujian Kualitas Air Kemasan Minieral dengan Pengukuran Indeks Biasa Air Menggunakan Metode Difraksi *Fraunhofer*

Tisar Dewi Pratiwi^{(1,a)*}, Radhitya Perdhana^(2,b), Mitranikasih Laia^(3,c) dan Rohmawati Metaningrum^(4,d)

⁽¹⁾Prodi Fisika, Institut Teknologi dan Sains Nahdlatul Ulama Lampung, Bandar Lampung, Indonesia, 35136

⁽²⁾ Prodi Geofisika, Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia, 78124

⁽³⁾Prodi Ilmu Komputer, Universitas Nias Raya, Sumatera Utara, Indonesia, 22865

⁽⁴⁾Prodi D3 Radiologi, Akademi Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi, Yogyakarta, 55285

Email : ^(a*)tisardp@gmail.com, ^(b)radhitya.perdhana@physics.untan.ac.id,

^(c)Mitracheersly@uniraya.ac.id, ^(d)metaningrumrohma@gmail.com

Diterima (21 April 2024), Direvisi (19 Juni 2024)

Abstract. On a laboratory scale, water quality measurements generally use the degree of acidity (pH) and wather index. This study aims to implement simple physics equations with the tools we make by applying the principle of light diffraction. One of the parameters to determine the level of water quality can be through the measurement of the water index. We use the single-slit Fraunhofer diffraction method to measure the water index in mineral bottled water, including Tripanca, Grand and Aqua. Then the results are compared with the results of measuring the water index in turbid water. The results we obtained showed that Tripanca bottled water was 1.34 ± 0.16 , Grand was 1.36 ± 0.39 and Aqua was 1.32 ± 0.51 . Turbid water measurements get a water index value of 1.62 ± 0.003 . When compared with the laboratory water index value of 1.33, the average bottled water has a water index that is lower than the laboratory water index, and turbid water has a water index that is greater than the laboratory water index. This is because the greater the value of the refractive index of water, it will inhibit light from entering the water medium, thereby reducing the quality of the water.

Keywords: Light diffraction, Refractive index of water, Water Mineral Content, Linear regression.

Abstrak. Pada skala laboratorium pengukuran kualitas air pada umumnya menggunakan derajat keasaman (pH) dan indeks air. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan persamaan fisika sederhana dengan alat yang kami buat dengan menerapkan prinsip difraksi cahaya. Salah satu parameter untuk menentukan tingkat kualitas air dapat melalui pengukuran indeks air. Kami menggunakan metode difraksi *fraunhofer* celah tunggal untuk mengukur indeks air pada air kemasan mineral antara lain Tripanca, Grand dan Aqua. Kemudian hasilnya dibandingkan dengan hasil pengukuran indeks air pada air keruh. Hasil yang kami peroleh menunjukan air kemasan Tripanca sebesar $1,34 \pm 0,16$, Grand sebesar $1,36 \pm 0,39$ dan Aqua sebesar $1,32 \pm 0,51$. Pengukuran air keruh mendapatkan nilai indeks air sebesar $1,62 \pm 0,003$. Jika dibandingkan dengan nilai indeks air laboratorium sebesar 1,33, maka air kemasan rata-rata memiliki indeks air lebih kecil dari indeks air laboratorium, dan air keruh memiliki indeks air yang lebih besar dari indeks air laboratorium. Hal ini disebabkan karena semakin besar nilai indeks bias air, maka akan menghambat cahaya masuk ke dalam medium air, sehingga menurunkan kualitas air.

Kata kunci: Difraksi cahaya, Indeks Bias air, Kandungan Mineral Air, Regresi Linier.

PENDAHULUAN

Air minum merupakan air yang melalui beberapa proses pengolahan ataupun tanpa proses pengolahan yang dapat memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum [1]. Air yang layak dikonsumsi Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomer 429/MENKES/PER/IV/2010 bahwa air minum adalah air yang melalui proses pengolahan ataupun tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Oleh sebab itu, bagi perusahaan yang bergerak pada bidang air bersih layak untuk memperhatikan standar kebersihan dan keamanan yang ditunjukkan pada label Standar Nasional Indonesia (SNI), Badan POM dan sertifikat halal yang terdapat pada kemasan [2].

Dalam bidang fisika pengujian air minum kemasan diuji melalui pengukuran indeks bias air (n_a) dengan menggunakan konstanta kisi difraksi celah tunggal (d) pada bidang optik dengan menggunakan laser He-Ne. Indeks bias air ini berkaitan dengan perbandingan laju cahaya pada ruang hampa dengan laju cahaya pada suatu medium [3].

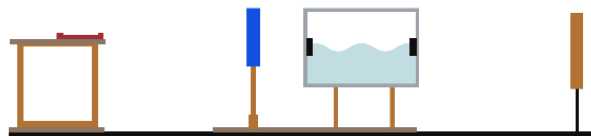
Nilai kekeruh air yang kecil maka indeks bias yang diperoleh kecil, sebaliknya nilai kekeruh besar maka indeks bias besar [4].

Pada dasarnya proses pembuatan air dalam kemasan sangat memperhatikan tingkat kejernihan air. Jika air tersebut keruh maka air yang keruh menggambarkan sifat optik air sehingga dapat menentukan cahaya yang akan diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat didalam air [5]. Oleh karena itu, karakteristik optik dari air merupakan suatu pengukuran dengan jumlah cahaya terbesar oleh material yang berada didalam air ketika cahaya tersebut disinari melalui sampel berupa air [6].

Pengujian indeks bias air digunakan pada sampel yang bisa ditemukan dipasaran yaitu merek aqua, tripanca dan grand. Adapun pembandingan air minum kemasan yaitu air rebusan dari air PDAM dan air keruh. Pengujian indeks bias air minum kemasan menggunakan metode difraksi *Fraunhofer* celah tunggal karena pengujian indeks bias air dengan metode sederhana ini lebih mudah, dan efisien. Metode ini hanya membutuhkan laser sebagai sumber cahaya, benda yang memiliki celah sempit sebagai media difraksi dan bahan uji berupa air kemasan dari beberapa merek. Selain itu, dalam proses pengolahan data indeks bias air rumus yang akan digunakan yaitu dengan cara membandingkan pola difraksi pada medium udara dengan medium air sehingga didapatkan indeks bias air.

METODE PENELITIAN

Data yang diperoleh berdasarkan pengukuran langsung dengan membuat alat sederhana kemudian mencari nilai d dan indeks bias air. Adapun alat yang digunakan dalam proses pengambilan data yaitu laser hijau, kisi difraksi celah tunggal dengan menggunakan silet, kaca yang berisi sampel air, layar, penggaris dan milimeter blok seperti Gambar 1.



Gambar 1. Susunan alat yang digunakan saat pengambilan data.

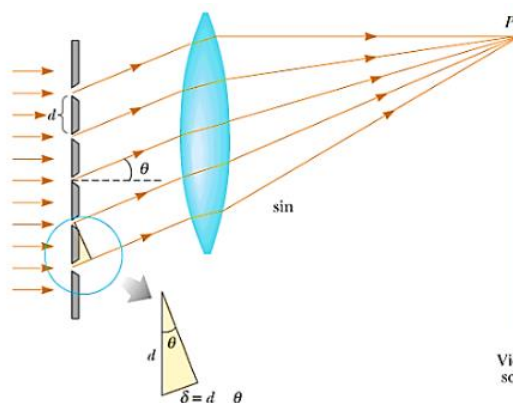
Pada proses pengambilan data hal pertama yang dilakukan adalah menyalakan sinar laser, selanjutnya mengarah ke kisi dan ke sampel air dengan mengatur jarak L sehingga terbentuk pola interferensi pada layar. Tahap terakhir mengukur dan

mencatat jarak L , mengukur dan mencatat nilai Y . Nilai Y adalah jarak pada pusat pola terang yaitu ($m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$). Jarak ini berada disebelah kanan dan kiri. Pengambilan data dilakukan pengulangan sebanyak 10 kali dengan menggunakan 5 sampel air keruh, air sumur dan air mineral kemasan.

Sedangkan untuk proses pengolahan data tahapan yang harus dicari yaitu mencari nilai diameter (d) dan indeks bias (n_a). Adapun persamaan yang digunakan untuk mencari diameter pada kisi difraksi dengan Persamaan 1.

$$d \sin \theta = m \lambda \quad (1)$$

dengan, d = lebar celah (m), θ = sudut antar garis terang pada pusat orde ke- m , m = orde garis terang ($m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$) dan λ = panjang gelombang cahaya (m).



Gambar 2. Kisi difraksi

Untuk mengetahui sudut kecil, tangen suatu sudut sama dengan sinus sudutnya, sehingga diperoleh nilai sinus pada Persamaan 2.

$$\sin \theta \approx \tan \theta = \frac{y}{L} \quad (2)$$

dengan, L = jarak celah kelayar dan y = jarak terang ke- n dari terang pusat.

Berdasarkan persamaan (1) dan (2) dapat ditentukan persamaan jarak dari pola terang ke- n mulai dari terang pusat yang ditunjukkan Persamaan 3.

$$y = \frac{m \lambda}{d} L \quad (3)$$

Untuk mengetahui nilai d persamaan yang digunakan yaitu menggunakan rumus regresi linier. Persamaan ini ditunjukkan pada Persamaan 4.

$$y = ax + b \quad (4)$$

Sehingga:

$$a = \frac{m \lambda}{d} \quad (5)$$

Maka:

$$d = \frac{m \lambda}{a} \quad (6)$$

Untuk mencari nilai indeks bias menggunakan dengan Persamaan 7 dan 8.

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \quad (7)$$

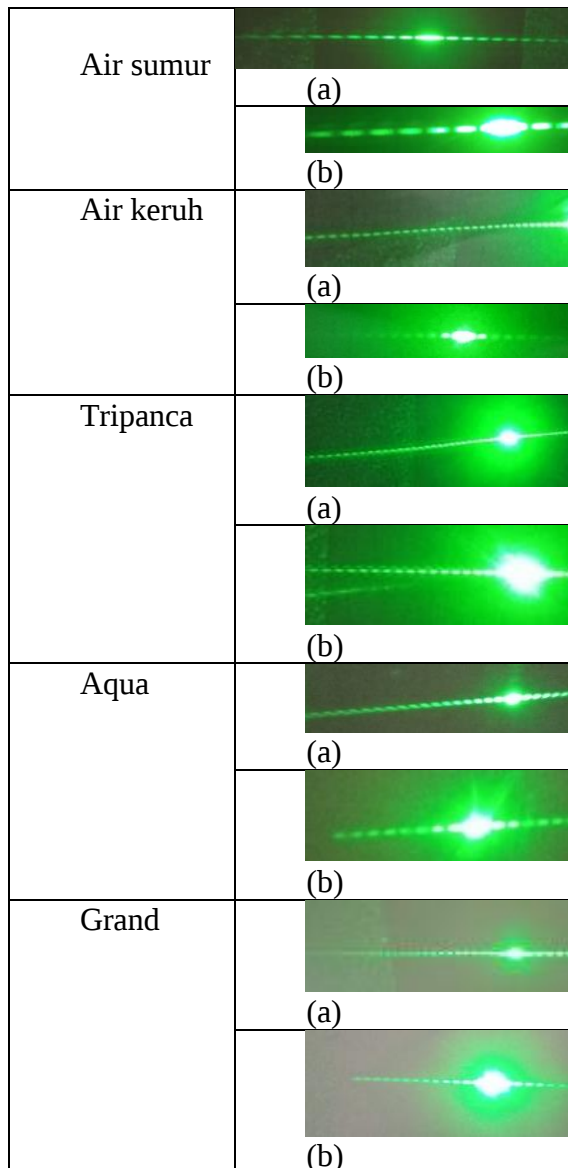
$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} \quad (8)$$

Dengan nilai $n_{udara} = 1$ diperoleh hubungan indeks bias n_a dengan jarak terang pusat ke terang pertama dan dengan indeks bias maka persamaan ditunjukkan sebagai berikut.

$$n_a = \frac{y_u}{y_a} \quad (9)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Panjang gelombang yang digunakan dalam analisis karakteristik difraksi laser pada air kemasan dan air keruh sebesar 532 nm dengan laser berwarna hijau. Jarak antara media ke layar dihitung dalam jarak 45 meter hingga 90 meter. Pola difraksi yang diperoleh saat pengambilan data ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Pola difraksi celah tunggal (a) medium udara dan (b) air

Prinsip pengujian difraksi cahaya yaitu ketika sumber cahaya monokromatik jatuh pada celah kisi difraksi sebagian akan diteruskan sedangkan yang lainnya dibelokkan. Akibat pelenturan tersebut akan tampak sebuah pola difraksi. Pola difraksi tersebut berupa pita-pita terang. Pita terang merupakan intensitas maksimum pada pola difraksi. Pada titik pusat merupakan pita maksimum dan diikuti dengan pita-pita terang yang lainnya dibagian kanan dan kiri.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa pola difraksi cahaya pada air dan medium udara mempunyai pola difraksi yang berbeda. Pada sampel air pola difraksi yang terbentuk dilayar jauh lebih pendek dibandingkan medium udara. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan antara kerapatan medium yang dilalui oleh cahaya sehingga terjadi pembelokan cahaya yang ditunjukkan pada **Gambar 4.**



Gambar 4. Hasil pembelokan cahaya

Hasil pengukuran pola difraksi cahaya pada sampel air dan medium udara ditunjukkan **Tabel 1** dan **Tabel 2**. Tabel tersebut memperlihatkan jarak terang pusat ke terang pertama dst dengan panjang gelombang $\lambda = 532 \text{ nm}$.

Tabel 1. Data hasil pengamatan difraksi cahaya terhadap celah tunggal pada sampel air

OBJEK	ORDE	L (XCM)	Y (CM)
AIR SUMUR	1	45	0,9
	2	50	1,3
	3	55	3,2
	4	60	4,3
	5	65	6,2
	6	70	5,5
	7	75	8
	8	80	9,1
	9	85	10,2
	10	90	12
AIR TRIPANCA	1	45	0,5
	2	50	1
	3	55	1,5
	4	60	2,2
	5	65	4,8
	6	70	5,8

	7	75	7,4
	8	80	8,2
	9	85	10
	10	90	10,2
AIR AQUA	1	45	0,6
	2	50	1,2
	3	55	1,7
	4	60	2,5
	5	65	3,1
	6	70	4,6
	7	75	5,2
	8	80	6
	9	85	7,1
	10	90	8,2
AIR GRAND	1	45	0,4
	2	50	1,1
	3	55	1,5
	4	60	2,2
	5	65	2,9
	6	70	4,3
	7	75	5
	8	80	5,9
	9	85	6,9
	10	90	7
AIR KERUH	1	45	0,5
	2	50	1
	3	55	1,4
	4	60	1,5
	5	65	1,9
	6	70	2,6
	7	75	3,5
	8	80	5,5
	9	85	6
	10	90	7,2

	5	65	7,1
	6	70	8,7
	7	75	9,5
	8	80	10,9
	9	85	12,8
	10	90	14,6
UDARA (2)	1	45	0,8
	2	50	1
	3	55	1,5
	4	60	2,8
	5	65	6
	6	70	7,2
	7	75	8
	8	80	8,2
	9	85	10,1
	10	90	11,1
UDARA (3)	1	45	0,9
	2	50	1,3
	3	55	3,5
	4	60	3,9
	5	65	4,7
	6	70	5,4
	7	75	6,3
	8	80	7
	9	85	7,8
	10	90	8,8
UDARA (4)	1	45	0,4
	2	50	0,8
	3	55	1,4
	4	60	2,5
	5	65	2,1
	6	70	2,8
	7	75	3,8
	8	80	6
	9	85	6,8
	10	90	9
UDARA (5)	1	45	0,6
	2	50	0,9
	3	55	1,2
	4	60	2
	5	65	2,5
	6	70	3,2

Tabel 2. Data hasil pengamatan difraksi cahaya terhadap celah tunggal pada medium udara

OBJEK	ORDE	L(X CM)	Y (CM)
UDARA (1)	1	45	1
	2	50	2,2
	3	55	4,3
	4	60	7

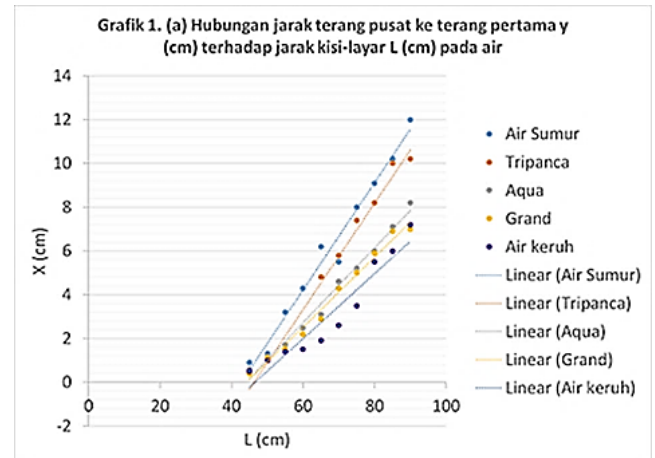
	7	75	4,7
	8	80	5
	9	85	6,6
	10	90	7,1

Hasil pengukuran diperoleh nilai indeks bias air sumur sebesar $n_a = (1,33 \pm 0,79)$. Hal ini menunjukkan bahwa data yang diperoleh pada sampel air sumur sesuai dengan indeks bias pada Laboraturium sebesar (1,33). Sedangkan untuk air dalam kemasan seperti air Tripanca memiliki indeks bias sebesar $n_a = (1,34 \pm 0,16)$, Grand sebesar $n_a = (1,36 \pm 0,39)$ dan Aqua sebesar $n_a = (1,32 \pm 0,51)$. Pada air minum dalam kemasan (AMDK) nilai indeks bias yang diperoleh lebih kecil dibandingkan dengan air sumur (PDAM). Hal ini karena semakin kecil kekeruhan air maka semakin kecil pula nilai indeks bias air. Air minum dalam kemasan mempunyai tingkat kejernihan yang tinggi. Tingkat kejernihan tersebut diperoleh dari proses penyulingan dan desinfeksi sehingga dapat digunakan dengan aman oleh konsumen.

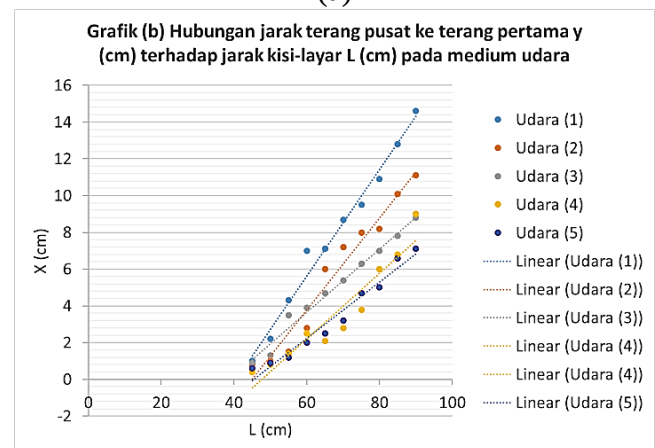
Hasil analisis pada indeks bias air keruh diperoleh $n_a = 1,62 \pm 0,003$. Pada indeks bias air keruh nilai yang diperoleh jauh lebih tinggi dibandingkan dengan air sumur dan air minum dalam kemasan (AMDK). Hal ini menunjukkan bahwa nilai keruh yang diperoleh lebih besar maka indeks bias air keruh yang besar dengan tingkat kejernihan kurang baik dapat menimbulkan gangguan kesehatan pada tubuh. Oleh sebab itu dalam mengkonsumsi air baik itu air dalam kemasan maupun air sumur perlu memperhatikan kejernihan air terlebih dahulu.

Sedangkan secara grafis hasil analisis data pada air dan medium udara dapat dilihat pada **Grafik 1**. Grafik ini menunjukkan bahwa data yang diperoleh sangat signifikan dengan nilai R^2 yang diperoleh ≈ 1 . Hasil perhitungan nilai d tersebut digunakan sebagai acuan pada konstanta kisi. Nilai d

tersebut sangat dibutuhkan karena untuk mengetahui nilai dari indeks bias air. Nilai d ditentukan dengan menggunakan persamaan linier.



(a)



(b)

Grafik 1. Hasil pengolahan data dengan menggunakan persamaan regresi (a) air kemasan, air keruh dan air sumur (b) medium udara.

KESIMPULAN

Pada proses pengambilan data diperoleh nilai indeks bias air sumur (PDAM) sebesar $n_a = (1,33 \pm 0,79)$, air dalam kemasan (AMDK) Tripanca sebesar $n_a = (1,34 \pm 0,16)$, Grand sebesar $n_a = (1,36 \pm 0,39)$ dan Aqua sebesar $n_a = (1,32 \pm 0,51)$ dan air keruh $n_a = 1,62 \pm 0,003$. Hal ini disebabkan karena semakin besar nilai indeks bias air, maka akan menghambat cahaya masuk ke dalam

medium air, sehingga menurunkan kualitas air.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] <https://stunting.go.id/kemenkes-permenkes-no-492-tahun-2010-tentang-persyaratan-kualitas-air-minum/>
- [2] Hugh D, Young, Roger A, Freedman (1999), "Fisika Universitas Edisi Kesepuluh", Erlangga, Jakarta.
- [3] Idris, Nasrullah, and Adi Rahwanto. "Studies of Relation Between Turbidity and Refractive Indeks of Bottled Water in The Area of Banda Aceh by Using Interferometer Murty Method." *Journal of Aceh Physics Society* (2012).
- [4] Kartono, H. (2004), "Pelatihan Nasional: Lingkungan dan Pencemaran", Departemen Pendidikan Nasional, Medan.
- [5] Suhadi,. "Kajian indeks bias terhadap air keruh menggunakan metode plan paralel." *Jurnal Penelitian Fisika dan Terapannya (JUPITER)* 1.1 (2019): 7-14.
- [6] Sugito, Hidayanto, Eko and Abdul Rofiq. "Aplikasi portable brix meter untuk pengukuran indeks bias". *Berkala Fisika* 13.14 (2010): 113-118.
- [7] Supriyatin, S., Jati, B. M. E., & Karyono, S. (2010). Penyetaraan Nilai Viskositas terhadap Indeks Bias pada Zat Cair Bening. *Berkala Fisika* ISSN, 1410-9662.
- [8] Supriyadi, Misto, and Y. Hartanti. "Pengukuran indeks bias minyak kelapa sawit dengan menggunakan metode difraksi Fraunhofer celah tunggal." *Jurnal Ilmu Dasar* 15.2 (2014): 97-101.
- [9] Supliyadi, Khumaedi, Sutikno. "Percobaan Kisi Difraksi Dengan Menggunakan Kepingan DVD dan VCD". *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia* 6 (2010): 26-29.
- [10] Sutiah, K.S. Firdausi & W.S. Budi. 2008. Studi Kualitas Minyak Goreng Dengan Parameter Viskositas dan Indeks Bias. *Jurnal Berkala Fisika*: 53-58.
- [11] Siagian, H. 2004. Pemanfaatan Interferometer Michelson dalam Menentukan Karakteristik Parameter Fisis Zat Cair. *Jurnal Penelitian "SAINTIKA"* 4 (2): 127-132.
- [12] Tsalatsin, Moh Nashir. "Penentuan Panjang Gelombang Sinar Menggunakan Interferensi Celah Ganda Sederhana." *Jurnal Fisika* 4.2 (2014).
- [13] Yuli, Hastiani and Moh Toifur. "Pengukuran Indeks Bias Air Melalui Eksperimen Kisi Difraksi Keping Compact Disc (CD)." *Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika* 4.1 (2014).
- [14] Wulandari, Puspita Septim, and Yohanes Radiyono. "Penggunaan metode difraksi celah tunggal pada penentuan koefisien pemuaian panjang alumunium (Al)." *PROSIDING: Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika*. Vol. 6. No. 1. 2015.
- [15] Zamroni, Achmad. "Pengukuran indeks bias zat cair melalui metode

pembiasan menggunakan plan
paralel." Jurnal Fisika 3.2 (2013)..