

PROSIDING LINO

ISSN: 2502-5279

LOKAKARYA ILMIAH NASIONAL APLIKASI OPTIK DAN FOTONIK (LINO 2016)



Pusat Penelitian Fisika LIPI, Puspiptek Serpong
Tangerang Selatan, 22 September 2016

Dewan Redaksi:

1. Dr. Isnaeni (LIPI)
2. Dr. Maria Margaretha Suliyanti (LIPI)
3. Dr. Yuliati Herbani (LIPI)

Penyelenggara 
Pusat Penelitian Fisika – LIPI

Didukung Oleh



Himpunan Optika Indonesia (IOSI)
Indonesian Optical Society (IOSI)

PROSIDING LINO
LOKAKARYA ILMIAH NASIONAL APLIKASI OPTIK DAN FOTONIK
(LINO 2016)

22 September 2016

Pusat Penelitian Fisika, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
Gedung 442, Komplek Puspiptek Serpong, Tangerang Selatan, Banten

Dewan Redaksi:

1. Dr. Isnaeni (LIPI)
2. Dr. Maria Margaretha Suliyanti (LIPI)
3. Dr. Yuliati Herbani (LIPI)

Cover Design: Isnaeni

Tim Mitra Bestasri (Reviewer)

1. Dr. Maria Margaretha Suliyanti (LIPI)
2. Dr. Yuliati Herbani (LIPI)
3. Dr. Muhammad Danang Birowosuto (LIPI)
4. Dr. Henri P. Uranus (UPH)

Hak cipta © 2017 oleh Pusat Penelitian Fisika – LIPI

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang menyalin, memproduksi dalam segala bentuk, termasuk mem-*fotocopy*, merekam, atau menyimpan informasi, sebagian atau seluruh isi dari buku ini tanpa ijin tertulis dari penerbit.



Diterbitkan oleh:
Pusat Penelitian Fisika
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
Gedung 440-442 Kawasan PUSPIPTEK Tangerang Selatan 15314
Telp. (021) 7560570, 7560556 Fax. (021) 7560554
Website : <http://fisika.lipi.go.id>

DAFTAR PANITIA
LOKAKARYA ILMIAH NASIONAL APLIKASI OPTIK DAN FOTONIK
LINO 2016

- Penanggung Jawab : Kepala Pusat Penelitian Fisika LIPI
Dr. Bambang Widiyatmoko
- Penasehat Kegiatan : Ketua Kelompok Penelitian Laser P2 Fisika LIPI
Dr. Maria Margaretha Suliyanti, M. T.
- Ketua Panitia : Nursidik Yulianto, M. T.
- Kesekretariatan : Dr. Isnaeni, M.Sc.
Iyon Titok Sugiarto, M. T.
- Bendahara : Kirana Yuniati Putri, M.Sc.
- Acara : Dr. Yuliaty Herbani
- Pubdekdoktrans : Suryadi, A. Md.
- Konsumsi : Nurfina Yudasari, M.Sc.
Wildan Panji Tresna, M. T.
- Prosiding : Dr. Isnaeni

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullah Wabarakatuh
Salam Sejahtera untuk Semua

Ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini khususnya iptek bidang optik dan fotonik sangat pesat perkembangannya. Kompetensi dan pengetahuan peneliti dan para teknokrat Indonesia di bidang ini seyogyanya mampu mengikuti dan memberikan kontribusi bagi perkembangan tersebut. Dari khithah inilah, Kelompok Penelitian Laser Pusat Penelitian Fisika (P2F) - Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) menyelenggarakan Seminar Sehari *Lokakarya Ilmiah Nasional Aplikasi Optik dan Fotonik 2016* sebagai rangkaian acara LINO 2016 yang sebelumnya sudah dilaksanakan di awal tahun ini bekerjasama dengan Universitas Pelita Harapan.

Terselenggaranya seminar sehari LINO 2016 ini bertujuan agar dapat memberikan wahana bagi peneliti dan teknokrat muda bidang optik dan fotonik untuk menunjukkan kompetensi dan kemampuan risetnya di mata nasional, serta menjadi pionir dalam perkembangannya. Adapun topik yang dibahas meliputi bidang teori, material, biofisika, medis, instrumentasi, dan pendidikan.

Kegiatan tahun ini menghadirkan seorang keynote speaker yang merupakan seorang ahli dalam bidang lapisan tipis berpendar, seorang selected speaker dari kalangan akademisi dari universitas dan pusat penelitian ternama di Indonesia yang bergelut dalam penelitian optik-fotonik yang akan terbagi dalam 2 sesi paralel. Semua makalah yang masuk akan diterbitkan dalam prosiding LINO yang telah terdaftar.

Akhir kata, terima kasih atas partisipasi bapak/ibu sekalian dalam kegiatan LINO 2016. Mohon maaf jika dalam pelaksanaannya terdapat hal yang kurang berkenan.

Wassalamualaikum warahmatullah wabarakatuh

Tangerang Selatan, 1 Mei 2017
Ketua Panitia LINO 2016

Nursidik Yulianto, M.T.

DAFTAR ISI

Susunan Panitia Lokakarya Ilmiah Nasional Aplikasi Optik dan Fotonik (LINO 2016)	i
Kata Pengantar	ii
Daftar Isi	iii
Daftar Makalah LINO 2016	
P01 Kajian C_3H_6O dari Pernafasan sebagai Gas Biomarker Potensi Penyakit Diabetes Mellitus dengan Metode Spektroskopi Fotoakustik Laser <i>Mitrayana, M.A.J. Wasono, M.R. Ikhsa</i> Departemen Fisika FMIPA UGM	1
P02 Pengaruh Perubahan Komposisi $AgNO_3$ Terhadap Sifat Optis Absorption Gold Nanorods <i>Affi Nur Hidayah dan Nurfini Yudasari</i> Pusat Penelitian Fisika LIPI	7
P03 Pembangkitan <i>Tunable</i> Gelombang Mikro Dengan <i>Fiber Bragg Grating</i> Menggunakan Laser Dioda <i>Ahmad Suaif dan Wildan Panji Tresna</i> Jurusan Fisika, Universitas Sriwijaya	13
P04 Analisis Pengaruh Sumber Cahaya dan Moda Serat Optik pada Sensor WIM Berbasis Optik <i>D. Hanto, Lillyanti Feni Posumah, O. Jaya Perbangsa, R. K. Ula, dan B. Widiyatmoko</i> Pusat Penelitian Fisika LIPI	19
P05 Kandidat Potensial Sensor Berat Kendaraan Berbasis Serat Optik dari Perubahan Bagian Redaman <i>D. Hanto, R.K. Ula, H. Adinanta, Denisson Arif Hakim, Rayendra M.F, Rizky Pertamadi, dan B. Widiyatmoko</i> Pusat Penelitian Fisika LIPI	25
P06 Pemanfaatan Data Citra Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) dari Sate lit Terra/Aqua untuk Mengukur Energi Radiatif Erupsi Gunungapi Rinjani <i>Hidayat, Totok Suprpto, Suwarsono</i> Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh LAPAN	32
P07 Analisis Spektrum Optik Rhodamine 6G Dengan teknik Photoluminescence dan Time-Resolved Photoluminescence <i>Iyon Titok Sugiarto dan Isnaeni</i> Pusat Penelitian Fisika LIPI	39
P08 Pengukuran Level Ketinggian Air Menggunakan Fiber Bragg Grating (FBG) Berbasis Modulasi Intensitas Laser Dioda <i>Rini K.Ula, Andi S., Ratna Yulia Sari</i> Pusat Penelitian Fisika LIPI	46
P09 Aplikasi Microbending Fiber Optik Graded Index GIF50C pada Sensor Weight In Motion (WIM)	52

	<i>Rini K. Ula, M. Sulhin, Dwi H.</i> Pusat Penelitian Fisika LIPI	
P10	Deteksi Temperatur Pemanfaatan Data Citra Thermal Infrared Sensor (TIRS) dari Satelit Landsat-8 untuk Kecerahan Permukaan Kawah Gunungapi Bromo <i>Suwarsono, Totok Suprpto, Hidayat, Indah Prasasti & M. Rokhis Khomarudin</i> Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh LAPAN	57
P11	Desain dan Implementasi Sistem Akuisisi Data Akustik untuk Katakterisasi Material Berbasis Laser <i>Tri Wardani Murianditi, dkk</i> Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Syarif Hidayatullah	65
P12	Analisis Spektrum Fotoluminesensi Minyak Goreng Dengan Eksitasi Laser 355 nm dan 420 nm <i>Annisa Judy Sugiarti, Isnaeni Aulia M.T. Nasution</i> Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember	72
P13	Studi Mengenai Prostetik Retina dengan Optogenetika <i>Bayu G. Wundari, Joni Welman Simatupang</i> Electrical Engineering Study Program, Faculty of Engineering, President University	78
P14	Effect of Daily Temperature Variation on Optical Fiber Extensometer during The Laboratory and Field Test <i>Dwi Bayuwati, et.al.</i> Pusat Penelitian Fisika LIPI	84
P15	Penentuan Kerapatan Piksel LCD dengan Menggunakan Prinsip Pantulan dan Interferensi <i>Taat Guswantoro</i> Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP, Universitas Kristen Indonesia	91
P16	Belajar Menggunakan OTDR dan Menganalisis Hasil Pengukurannya Menggunakan Perangkat Lunak <i>Tomi Budi Waluyo dan Dwi Bayuwati</i> Pusat Penelitian Fisika LIPI	97
P17	Karakterisasi Temperatur dan Arus Menggunakan Data Akuisisi Labjack U6 Pada DFV Laser Berbasis Labview <i>Wildan Panji Tresna dan Iyon Titok Sugiarto</i> Pusat Penelitian Fisika LIPI	103
P18	Analisis Kandungan Minyak Goreng Kelapa Sawit dan Curah Dengan Laser Induced Breakdown Spectroscopy <i>Mirza Rahmansyah dan Isnaeni</i> Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember	112

PENENTUAN KERAPATAN PIKSEL LCD DENGAN MENGGUNAKAN PRINSIP PANTULAN DAN INTERFERENSI

Taat Guswantoro

Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP, Universitas Kristen Indonesia. Jl. Mayjen. Sutoyo No. 2,
Cawang, Jakarta Timur.

E-mail: taat_toro@yahoo.co.id

ABSTRAK

Peristiwa interferensi cahaya menghasilkan pola tertentu yang dapat dilihat langsung dengan mata maupun ditangkap layar. Pada peristiwa interferensi celah banyak pola yang terbentuk berupa pola gelap-terang yang tertangkap pada layar. Pengamatan terhadap pola hasil interferensi celah banyak ini dapat digunakan untuk menentukan panjang gelombang atau mengetahui ukuran jarak antar celah. Sistem penampil digital LCD tersusun atas piksel-piksel, sehingga ketika sumber cahaya ditembakkan piksel-piksel ini akan memantulkan cahaya yang akan saling berinterferensi. Sesuai dengan prinsip Huygens cahaya hasil pantulan dari tiap piksel dianggap sebagai sumber cahaya titik yang tersusun seperti matriks baris dan kolom. Sumber-sumber sekunder ini dapat dianalogikan seperti dua buah kisi yang disusun saling tegak lurus membentuk sebuah kasa. Pola gelap-terang hasil interferensi akan tersusun baik dalam sumbu mendatar dan sumbu tegak. Pada penelitian ini digunakan LCD dari smartphone Xiaomi Redmi 2 dengan data fisik densitas LCD sebesar 312 ppi. Display dari smartphone ini ditembak dengan laser dioda hijau 532 nm dan laser dioda merah 655 nm, pantulan dari cahaya laser diarahkan pada layar dan diperoleh pola gelap-terang interferensi yang tersusun seperti matriks. Dari perhitungan data diperoleh ukuran piksel LCD smartphone ini adalah sebesar 0,082 mm x 0,082 mm, ukuran piksel tersebut dapat dikonversi menjadi kerapatan piksel LCD sebesar 310 ppi.

Kata kunci: Interferensi, Pemantulan, Kerapatan LCD

PENDAHULUAN

Peristiwa interferensi adalah perpaduan dua buah gelombang atau lebih yang dapat saling menguatkan atau saling melemahkan [1]. Pengamatan pada peristiwa interferensi secara presisi dapat digunakan sebuah peralatan yang disebut interferometer [2]. Manfaat interferensi adalah untuk mengetahui panjang gelombang baik interferensi celah ganda atau interferensi Young, interferensi celah banyak [3], interferensi dengan menggunakan cermin Lloyd [4] dan interferensi dengan interferometer Fabry-Perrot [5].

Interferensi Young menggunakan dua buah celah yang dianggap sebagai sumber cahaya titik sekunder [6]. Celah pada interferensi Young dapat digantikan pula dengan dua buah atom [7], atom-atom tersebut ketika ditembak cahaya juga dapat mengalami transisi [8]. Ketika seberkas cahaya melewati sebuah celah akan terjadi peristiwa difraksi [9] dan cahaya yang terdifraksi akan mengalami interferensi sehingga terjadi pola gelap-terang pada layar. Perbandingan ukuran lebar celah dan jarak antara celah pada interferensi Young menyebabkan terjadinya perubahan pola gelap-terang dibandingkan dengan jika menganggap celah tersebut merupakan sumber cahaya titik [9].

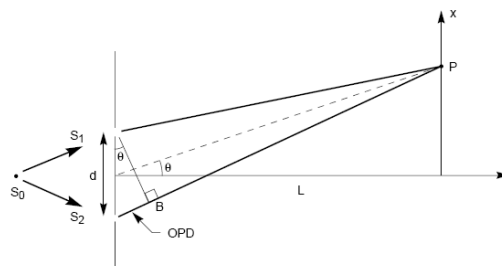
Salah satu sifat cahaya adalah dapat mengalami pemantulan [1]. Ketika seberkas cahaya ditembakkan pada sebuah film, maka cahaya tersebut akan dipantulkan dari kedua lapisan film, sehingga akan muncul pola-pola interferensi, seperti lapisan minyak di atas permukaan air akan terlihat berwarna-warni ketika terkena sinar matahari [10]. Riyanti meneliti pola interferensi dengan menggunakan cermin Lloyd dan memperoleh panjang gelombang dari sumber yang digunakan [4].

Di dalam sistem penampil LCD terdapat banyak piksel yang tersusun seperti matriks, sehingga ketika LCD ditembak dengan cahaya maka piksel-piksel dalam LCD akan memantulkan

cahaya tersebut. Cahaya-cahaya pantulan ini akan saling berinterferensi dan pola interferensi akan ditangkap layar. Penelitian ini dilakukan dengan mengamati pola yang terbentuk pada layar yang digunakan untuk menentukan kerapatan dari LCD.

TINJAUAN PUSTAKA

Interferensi Young menggunakan dua buah celah seperti pada gambar 1, terlihat bahwa terdapat sumber s_1 dan s_2 yang berasal dari dua buah celah. Berkas keluaran dari dua celah ini yang akan berinterferensi dan membentuk pola pada layar.



Gambar 1 skema percobaan Young [2].

Berkas keluaran s_1 dan s_2 memiliki beda fase sebesar $d \sin \theta$. Pada layar akan terjadi pola terang jika interferensi bersifat konstruktif, syarat interferensi konstruktif adalah tidak terdapat perbedaan fase atau perbedaan lintasan merupakan kelipatan panjang gelombang. Untuk pola terang didapatkan:

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

Untuk jarak L yang jauh maka $\sin \theta = x / L$ sehingga persamaan (1) akan menjadi:

$$d \frac{x}{L} = m\lambda \quad (2)$$

sehingga didapatkan posisi untuk pola terang adalah pada:

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

dengan x adalah jarak pola terang ke m , λ panjang gelombang cahaya, L jarak antar celah dan layar dan d adalah jarak antara dua celah. Interferensi dengan menggunakan celah banyak atau yang sering disebut dengan kisi, pola terang yang dihasilkan memiliki pola yang sama dengan persamaan (3), dengan d mengikuti persamaan:

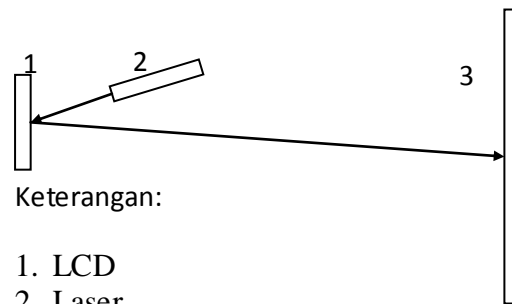
$$d = \frac{1}{N} \quad (4)$$

dengan N adalah banyaknya goresan tiap satuan panjang [2].

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Fisika Dasar, Universitas Kristen Indonesia. Penelitian ini dimulai dengan Menembakkan sinar Laser dioda hijau ke LCD Xiaomi Redmi 2, kemudian hasil pantulannya diarahkan ke layar, di layar akan terbentuk pola-pola gelap-terang. Langkah berikutnya adalah mengukur jarak antara LCD dengan layar, dilanjutkan dengan mengukur jarak antar pola terang yang terjadi pada layar. Dari langkah ini diperoleh data yaitu: jarak LCD ke

layar (L) dan jarak antara pola terang (x). Selanjutnya mengulangi kembali penelitian dengan menggunakan laser dioda merah.



Keterangan:

1. LCD
2. Laser

Gambar 2. Skema peralatan penelitian

Perhitungan dilakukan dengan metode analisis regresi linier dari data jarak antara LCD ke Layar (L) dan jarak antar pola terang (x). Plot grafik menggunakan originpro 8.0 dengan sumbu x adalah jarak antara LCD dengan layar dan sumbu y adalah jarak antar pola terang. Dengan menggunakan analisis regresi linier, maka akan diperoleh nilai slope dari grafik. Nilai slope dari grafik ini sesuai dengan persamaan (3) yaitu:

$$\text{Slope} = \frac{\lambda}{d} \quad (5)$$

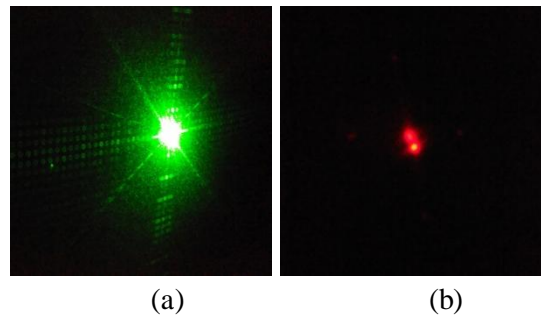
Dengan demikian dapat diperoleh nilai d dari persamaan (5) dan diperoleh kerapatan LCD dengan persamaan (4).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan dengan menggunakan laser dioda hijau ($\lambda = 532 \pm 10 \text{ nm}$) dan merah ($\lambda = 630 - 680 \text{ nm}$) dengan peralatan penelitian seperti pada gambar 3. Pada layar akan muncul pola gelap terang seperti yang ditunjukkan oleh gambar 4. Pola gelap terang ini adalah pola-pola hasil interferensi antara sinar-sinar pantul dari masing-masing piksel pada layar LCD.



Gambar 3. Susunan peralatan penelitian

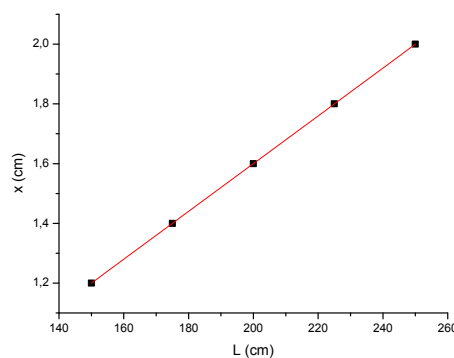


Gambar 4. Pola hasil interferensi dengan
 a) Laser Hijau dan b) Laser Merah

Tabel 1 menunjukkan hubungan antara jarak layar ke LCD dan jarak antar pola terang dengan menggunakan laser dioda hijau. Tampak pada dari tabel semakin jauh jarak LCD ke layar maka semakin jauh pula jarak antar pola terang. Setelah diplotkan dalam grafik dengan sumbu x merupakan jarak LCD ke layar dan sumbu y adalah jarak antar pola terang, seperti pada gambar 5, dan dianalisis dengan regresi linier diperoleh gradien sebesar 0,008. Dengan nilai gradien ini dapat ditentukan besarnya lebar piksel dengan menggunakan persamaan (5), diperoleh lebar piksel sebesar 0,082 mm. Dengan menggunakan persamaan (4) maka diperoleh kerapatan LCD sebesar 310 dpi.

Tabel 1. Jarak layar ke LCD (L) dan jarak antar pola terang (x) dengan laser Hijau

No.	L (cm)	x (cm)
1	150,0	1,0
2	175,0	1,1
3	200,0	1,3
4	225,0	1,5
5	250,0	1,6

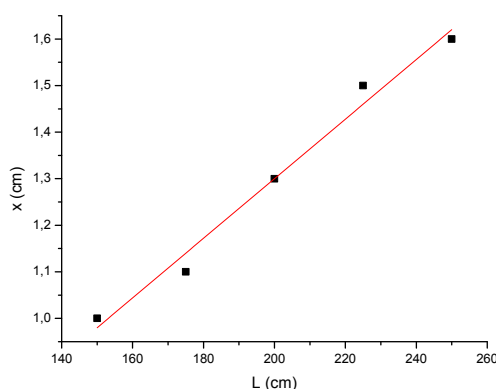


Gambar 5. Hubungan L dan x dari laser dioda Hijau.

Tabel 2 menunjukkan hubungan antara jarak LCD ke layar dengan jarak antar pola terang ketika menggunakan laser dioda merah. Hasil analisis regresi linier dari data ini, digambarkan oleh gambar 6, diperoleh gradien sebesar 0,0064, sehingga perhitungan lebar piksel sebesar 0,083 mm atau kerapatan piksel sebesar 306 dpi.

Tabel 2. Jarak layar ke LCD (L) dan jarak antar pola terang (x) dengan laser Merah

No.	L (cm)	x (cm)
1	150,0	1,2
2	175,0	1,4
3	200,0	1,6
4	225,0	1,8
5	250,0	2,0



Gambar 6. Hubungan L dan x dari laser dioda Merah.

Dengan menggunakan laser dioda hijau diperoleh nilai kerapatan LCD sebesar 310, sedangkan dalam data fisik LCD tercantum kerapatan LCD sebesar 312, dengan demikian perbedaan hasil perhitungan dalam penelitian dengan data fisik LCD sebesar 0,6%. Dengan menggunakan laser dioda merah diperoleh hasil perhitungan kerapatan LCD sebesar 306, sehingga perbedaan dengan data fisik LCD sebesar 1,9%.

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh rerata kerapatan LCD sebesar 0,082 mm dan perbedaan dengan data fisik LCD sebesar 0,6%. Dengan demikian bahwa penentuan kerapatan LCD dapat dilakukan dengan metode interferensi dari hasil pantulan sinar laser.

KESIMPULAN

Piksel-piksel yang tersusun dalam LCD ketika dikenai cahaya laser akan dipantulkan dan pantulan-pantulan akan berinterferensi, dengan mengamati pola interferensi yang terjadi maka dapat diperkirakan kerapatan LCD tersebut. Dari penelitian diperoleh kerapatan piksel untuk LCD Xiaomi Redmi 2 sebesar 310 dpi, sedangkan data fisik LCD tersebut memiliki kerapatan sebesar 312 dpi, sehingga hasil perhitungan memiliki penyimpangan sebesar 0,6%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada segenap panitia Seminar Optik dan Fotonik 2016, Linof 2016, dosen-dosen rekan kerja di Prodi Pendidikan Fisika Universitas Kristen Indonesia dan pimpinan Universitas Kristen Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jenkins, F.A. & White, H.E. 1957. *Fundamentals of Optics*. Tokyo : McGraw-Hill International Book Company.
- [2] Bass, Michael. 1995. *Handbook Of Optic*. McGraw-Hill: New York.
- [3] Sugito, Heri. 2005. *Pengukuran Panjang Gelombang Sumber Cahaya Berdasar Pola Interferensi Celah Banyak*. Skripsi jurusan Fisika FMIPA UNDIP:Semarang
- [4] Riyanti Nurani, One. 2003. *Analisis Pola Keluaran Interferometri Young Menggunakan Cermin Lloyd*. Skripsi jurusan Fisika FMIPA UNDIP:Semarang
- [5] Satoto, Dwi. 2006. *Pengukuran Panjang Gelombang Sinar Laser dengan Interferometer Fabry-Perot*. Skripsi jurusan Fisika FMIPA UNDIP:Semarang
- [6] Eichmann, U., Bergquist, J.C., Bollinger, J.J., Gilligan, J.M., Itano, W.M. and Wineland, D.J. 1993. *Young's Interference Experiment with Light Scattered from Two Atoms*. Physical Review Letters, Volume 70, Number 16, pp 2359-2363
- [7] Itano, W.M., Bergquist, J.C., Bollinger, J.J., Gilligan, J.M., and Wineland, D.J. 1998. *Complementarity and Young's interference fringes from two atoms*. Physical Review A, Volume 57, Number 6, pp 4176-4187.
- [8] Alonso, M. & Finn, E. J. 1992. *Dasar-Dasar Fisika Universitas*, Jilid 2, edisi 2, Terjemah : L. Prasetyo & Ir.K.Hadi. Jakarta : Erlangga.
- [9] Guswanto, Taat. 2015. *Distribusi Intensitas Sinar-sinar Hasil Interferensi Young : Koreksi Lebar Celah Pada Interferensi Young Terhadap Pembentukan Pola Gelap-Terang Pada Layar*. Prosiding Seminar Nasional Jurusan Fisika FMIPA UNESA 2015.
- [10] Lestari, Diah A.P. 2010. *Pengukuran Panjang Gelombang Sumber Dengan Teknik Difraksi Fraunhofer Menggunakan Celah Sempit Berbentuk Lingkaran*. Skripsi ini tidak diterbitkan. Semarang : Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Diponegoro.

TANYA JAWAB

Pertanyaan dari Suliyanti (LIPI): Berapa jarak antara laser dengan Hp yang digunakan? Apakah laser ditembakkan dengan sudut tertentu?

Jawaban: Laser ditembakkan dengan sudut tertentu selama percobaan. Jarak antara laser dan HP beragam.