

KOREKSI BENTUK BERKAS CAHAYA LASER DIODA MENGUNAKAN LENSA SILINDER

Ahmad Fauzi*, Minarni

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Riau

*e-mail: a.fauzi1990@gmail.com

ABSTRACT

Diode laser is kind of laser which uses semiconductor material as the gain medium. Diode laser is preferred in some applications because it is less expensive, compact, available in wide range of wavelength and power. Unfortunately, diode laser also has some disadvantages compared to other types of laser. The material shape of laser diode produces unsymmetrical beam shape whereas most laser applications need a circular beam. Correction of the beam shape can be done using some optics such as anamorphics prism pairs, cylindrical lens pairs and optical fibers. In this study, the beam shape of two diode lasers are corrected by a pair of cylindrical lens and measured using a photodiode and CCD camera. The first diode laser is a coherent 830 nm diode which has beam size in x and y axis respectively 0.65 mm, 1.35 mm. The second diode laser is aixiz 638 nm diode laser which has beam size in x and y axis respectively 1.34 mm, 3.67 mm. The first diode laser was best corrected using a pair of cylindrical with a focal length of 75 mm and -12.7 mm, the distance between the lens is 7.15 cm which produced beam size in x and y axis respectively 1.38 mm and 1.51 mm. The second diode laser was best corrected using a pair of cylindrical lens with focal length 95 mm and -19 mm, the distance between the lens is 8.1 cm which produced beam size in x and y axis respectively 1.95 mm and 2.2 mm.

Keywords: *Diode Laser, Beam Shaping, Cylinder Lens.*

PENDAHULUAN

Istilah laser merupakan singkatan dari *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* yaitu penguatan intensitas cahaya dengan pancaran radiasi terstimulasi. Cahaya tersebut terjadi karena adanya rangsangan energi foton atau listrik pada bahan aktif laser. Cahaya laser lebih baik dibanding sumber cahaya lainnya karena berfase sama (koheren), memiliki panjang gelombang seragam (monokromatik), tingkat kecerahan yang tinggi dan arah rambatannya yang lurus.

Laser pertama kali beroperasi menggunakan batang *ruby* sebagai medium aktif telah dikembangkan pada tahun 1960. Variasi jenis laser dengan medium yang berbeda telah dikembangkan yaitu laser zat cair seperti laser cat, laser gas seperti laser He-Ne dan laser semikonduktor seperti laser dioda GaAs. Aplikasi laser meliputi berbagai peralatan elektronik seperti *scanner* harga, printer laser, *DVD player*, las, pemotong logam, kesehatan, system komunikasi dan senjata radiasi bisa diproduksi.

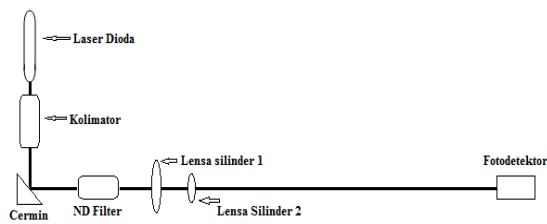
Laser dioda merupakan laser dengan medium penguatan terbuat dari bahan semikonduktor. Proses *lasing* terjadi dengan memberikan tegangan bias maju pada dioda sambungan p-n. Keunggulan laser ini adalah ukurannya kecil yaitu hanya sekitar 0,1 x 0,1 x 1,25 mm dan memiliki lebar *gap* yang fleksibel. Keunggulan lainnya adalah kualitas bahan yang tahan uji, mudah didapatkan di pasaran dan harganya relatif lebih murah dibanding laser dengan medium laser yang lain. Laser dioda juga memiliki efisiensi yang tinggi karena daya laser yang dihasilkan mencapai 50 persen dari daya listrik yang diberikan. Kelemahan laser ini adalah intensitas dan frekuensi cahayanya kurang stabil., kecerahan berkas sinar yang rendah, sensitif terhadap perubahan suhu dan bentuk berkas keluarannya berbentuk eliptikal. Bentuk berkas sinar laser yang dibutuhkan untuk keperluan riset dan teknologi adalah berbentuk sirkular. Koreksi berkas sinar laser dioda membuat berkas memiliki kecerahan dan kualitas optik yang tinggi dan dapat digunakan pada berbagai aplikasi.

Bentuk berkas keluaran sinar laser dioda yang eliptikal dapat dikoreksi dengan beberapa cara, yaitu menggunakan komponen optik tertentu terhadap keluaran laser tersebut. Komponen-komponen optik yang bisa digunakan adalah sepasang lensa silinder, sepasang prisma anamorpik

serat optic, mikro silinder dan celah berbentuk lingkaran.

Pada penelitian ini, bentuk sinar laser dioda dikoreksi dengan menggunakan sepasang lensa silinder. Harga lensa silinder relatif lebih murah dibanding dengan prisma anamorpik dan serat optik. Sinar yang ditransmisikan oleh lensa silinder mendekati 80 %. Lensa silinder memiliki fokus berbentuk garis sehingga dapat mempersempit lebar berkas *major* sinar laser dioda dan memperbesar lebar berkas *minor*. Lensa silinder dapat digunakan untuk menkolimasi serta mengubah bentuk berkas cahaya laser dioda dari bentuk eliptikal menjadi bentuk bundar sempurna dan bentuk garis. Pada penelitian ini sepasang lensa silinder digunakan untuk mengubah bentuk keluaran berkas sinar laser dioda, panjang fokus lensa silinder pertama dan fokus lensa silinder yang kedua divariasikan. Berkas keluaran sinar laser sebelum dan setelah melewati dua buah lensa silinder tersebut direkam menggunakan fotodioda dan kamera CCD. Lebar berkas diukur dengan fotodioda dan perbandingan bentuk berkas untuk variasi panjang fokus dianalisa menggunakan kamera CCD.

METODE PENELITIAN



Gambar 1. Skema koreksi berkas sinar laser dioda menggunakan lensa silinder

Dalam penelitian ini, bentuk berkas dua unit laser dioda dikoreksi oleh sepasang lensa silinder dan dianalisa menggunakan fotodiode dan kamera CCD. Laser dioda yang pertama adalah laser dioda 830 nm merk *coherent* yang memiliki lebar berkas di sumbu x dan y masing-masing 0.65 mm, 1.35 mm. Laser dioda yang kedua adalah laser dioda 638 nm merk *aixiz* yang memiliki lebar berkas di sumbu x dan y masing-masing 1.34 mm, 3.67 mm. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen. Rangkaian percobaan terdiri dari sebuah laser dioda, Filter ND (*Neutral Density*), sepasang lensa sperik, sepasang lensa silinder, *power supply*, fotodetektor dan sistem penganalisa data yaitu Kamera CCD Thorlabs dan *Software ToupView* seperti pada Gambar 1. Filter *neutral density* digunakan untuk memperkecil intensitas berkas sinar laser sedangkan lensa sperik sebagai kolimator berfungsi untuk mengkolimasi atau mensejajarkan berkas laser dioda yang bersifat divergen.

Pembentukan berkas sinar laser dioda dari bentuk eliptikal menjadi sirkular dilakukan dalam tiga tahap, pemasangan lensa pada penyangga, pengaturan jarak antara lensa silinder pertama dan lensa silinder kedua dan penangkapan berkas sinar laser dengan fotodetektor, fotodetektor yang digunakan adalah fotodiode untuk mengukur lebar berkas dan kamera CCD untuk pengambilan gambar dan selanjutnya akan dianalisa.

Susunan alat pada rangkaian penelitian ini diatur sedemikian rupa untuk mendapatkan hasil koreksi berkas yang maksimal dan untuk mengatur tinggi cahaya laser sepanjang lintasan menuju kamera CCD dan fotodiode.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berkas sinar laser dioda dapat dikoreksi menggunakan sepasang lensa silinder dengan panjang fokus yang berbeda. Tabel 1 menunjukkan panjang fokus dan ukuran lensa-lensa silinder yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 1. Panjang fokus dan ukuran lensa silinder

No	Fokus Lensa (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Lebar (mm)
1	-12.7	12.5	25	3
2	-19	15	25	5
3	50	50	50	13.5
4	75	50	50	9
5	95	16	36	3

Table 2 menunjukkan variasi dua lensa silinder yang digunakan untuk koreksi berkas laser dioda. Koreksi berkas dihasilkan pada susunan lensa silinder cembung sebagai lensa silinder pertama dan lensa silinder cekung digunakan sebagai lensa silinder kedua. Lensa silinder pertama memperbesar lebar berkas di sumbu x dan memperkecil lebar berkas pada sumbu y sedangkan lensa silinder kedua berfungsi untuk mensejajarkan berkas sinar. Panjang fokus lensa silinder pertama lebih besar dari panjang fokus lensa silinder kedua sehingga keluaran koreksi berkas lebih kecil dari berkas masukan.

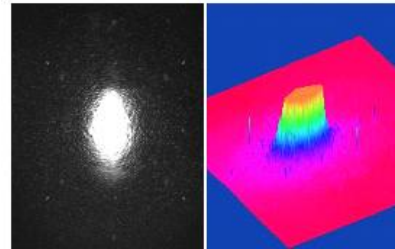
Tabel 2. Variasi panjang fokus lensa silinder untuk koreksi berkas sinar laser dioda

NO	Variasi Panjang Fokus	Fokus Lensa 1 (mm)	Fokus Lensa 2 (mm)
1	Variasi 1	50	-19
2	Variasi 2	50	-12,7
3	Variasi 3	75	-19
4	Variasi 4	95	-19
5	Variasi 5	75	-12.7
6	Variasi 6	95	-12,7

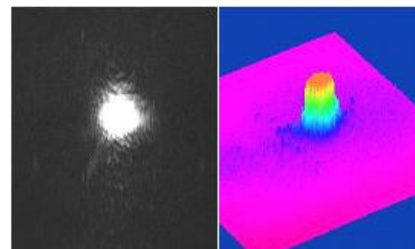
1. Laser Dioda 830 nm

Laser dioda 830 nm atau laser inframerah ini merupakan laser kelas IIIB yang memiliki daya keluaran sebesar 50 mW. Laser inframerah dapat dilihat dengan alat bantu *detector card* dan

kamera CCD. Gambar 2 merupakan bentuk berkas laser dioda 830 nm sebelum melewati lensa silinder dan Gambar 3 merupakan bentuk berkas sinar laser dioda setelah melewati sepasang lensa silinder pada dengan panjang fokus 75 mm dan -12.7 mm.



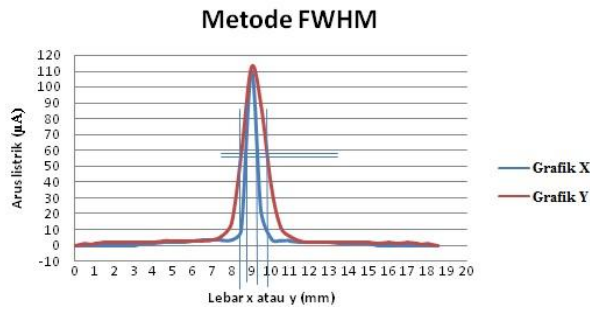
Gambar 2. Bentuk berkas sinar laser dioda 830 nm sebelum melewati lensa



Gambar 3. Bentuk berkas sinar laser dioda 830 nm setelah melewati lensa silinder

Bentuk berkas sinar laser dioda dideteksi menggunakan kamera CCD. Sebelum menggunakan kamera tersebut, berkas sinar laser diperlemah menggunakan beberapa buah ND filter yang di susun sejajar didalam sebuah *optical tube* secara berurutan yaitu NE 40 B, NE 20 B, NE 10 B, NE 05 B, NE 04 B, NE 02 B dan NE 01 B. Lebar berkas awal sinar laser dioda diukur menggunakan fotodioda. Metode FWHM pada Gambar 4 digunakan untuk menentukan nilai lebar berkas laser. Lebar berkas sinar laser dioda

setelah melewati lensa silinder diukur dengan *software ToupView*.



Gambar 4. Berkas laser dioda sebelum melewati sepasang lensa silinder menggunakan fotodiode terkalibrasi.

Table 3 menunjukkan lebar berkas laser sebelum dan setelah melewati beberapa variasi lensa silinder. Lebar berkas ditentukan setelah *pixel* pada layar dikonversi ke mm (mili meter) menggunakan kalibrasi lebar berkas menggunakan fotodiode.

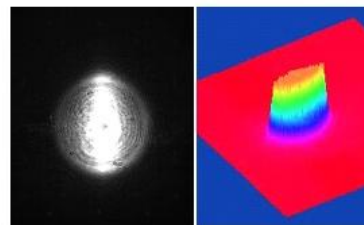
Tabel 3. Lebar berkas laser dioda 830 nm

NO	Variasi Lensa	Lebar Berkas	
		X (mm)	Y (mm)
1	Tanpa Lensa	0.65	1.35
2	Variasi 1	0.96	1.31
3	Variasi 2	1.03	1.34
4	Variasi 3	1.26	1.38
5	Variasi 4	1.5	1.54
6	Variasi 5	1.38	1.51
7	Variasi 6	1.68	1.38

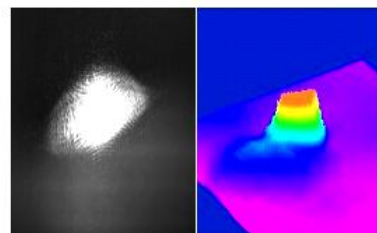
2. Laser Dioda 638 nm

Laser dioda 638 nm yang digunakan dalam penelitian ini merupakan laser dioda warna merah yang daya

keluarannya dapat divariasikan dengan memberikan tegangan masukan 12 Volt dan arus maksimal 0.2 Ampere. Berkas sinar laser dioda 638 nm ini cukup dilemahkan dengan ND filter NE 40 B. Gambar 5 merupakan bentuk berkas sinar laser dioda 638 nm sebelum melewati lensa silinder dan Gambar 6 merupakan bentuk berkas sinar laser dioda 638 nm setelah melewati pasangan lensa silinder dengan panjang fokus 95 mm dan -19 mm.



Gambar 5. Bentuk berkas sinar laser dioda 638 nm sebelum melewati lensa



Gambar 6. Bentuk berkas sinar laser dioda 638 nm setelah melewati lensa silinder

Tabel 4 menunjukkan lebar berkas laser dioda 638 nm sebelum dan setelah melewati lensa silinder.

Tabel 4. Lebar berkas laser dioda 638 nm

NO	Variasi Lensa	Lebar Berkas	
		X (mm)	Y (mm)
1	Tanpa Lensa	1.34	3.67
2	Variasi 1	2.96	2.5
3	Variasi 2	1.69	1.92

4	Variasi 3	1.62	2.2
5	Variasi 4	1.95	2.2
6	Variasi 5	1.92	3.33
7	Variasi 6	1.76	2.85

Laser dioda 638 nm pada penelitian memiliki bentuk berkas tidak sekompak berkas laser dioda 830 nm. Hamburan sinar menyebabkan proses pembundaran berkas terganggu.

KESIMPULAN DAN SARAN

Sepasang lensa silinder telah dapat digunakan untuk koreksi bentuk berkas sinar laser dioda 830 nm dan laser dioda 638 nm dari bentuk eliptikal ke bentuk yang relatif sirkular. Berkas sinar laser dioda 830 nm dikoreksi dari bentuk eliptikal ke bentuk paling baik atau sirkular pada pasangan lensa silinder dengan panjang fokus 75 mm dan -12.7 mm. Jarak antara lensa silinder untuk koreksi berkas sinar laser dioda 830 nm pada pasangan lensa silinder ini adalah 7,15 cm. Lebar berkas di sumbu x dan y masing-masing 1.38 mm dan 1.51 mm.

Berkas sinar laser dioda 638 nm memiliki berkas awal yang berbeda dengan berkas laser dioda 830 nm. Gambar berkas laser dioda 638 nm yang direkam oleh kamera CCD tidak simetris sehingga sulit untuk mendapatkan hasil koreksi yang baik. Berkas sinar laser dioda

638 nm dapat dikoreksi paling baik atau sirkular pada pasangan lensa silinder dengan panjang fokus 95 mm dan -19 mm berdasarkan dari gambar yang direkam kamera CCD. Jarak antara lensa silinder untuk koreksi berkas sinar laser dioda 638 nm pada pasangan lensa silinder ini adalah 8.1 cm. Lebar berkas di sumbu x dan y masing-masing 1.95 mm 2.2 mm.

DAFTAR PUSTAKA

- Silvast, W, T. 2004. *Laser Fundamentals Second Edition*. Cambridge University Press
- Chow, W, W dan Koch, S, W 1999. *Semiconductor-Laser Fundamentals Physics of The Gain Material*. Springer. Berlin
- Pranata, A. 2013. Koreksi Bentuk Berkas Keluaran Laser Dioda Menggunakan Prisma Anamorphic. Fisika Universitas Riau. Pekanbaru
- Coherent, Inc. 1998. Laser Diode Technical Note1. Auburn Group
- Mansuripur, M. dan Wright, E.M. 2002. The optics of semiconductor diode lasers. *J.Optics and photonics news* July 2002: 57-61
- Wang, P.Y. Desember 2001. Beam-shaping optics delivers high-power beams. *Laser Focus Magazine*.
- Pikatan, S. 1991. Laser, Seminar Intern. FT Ubaya
- Taylor, S.A. 1998. CCD and CMOS Imaging Array Technologis: Technology review. Technical Report. Cambridge
- Muchiar. 2000. Penelitian Penggunaan Laser Semikonduktor Sebagai Sumber Energi Laser ND:YAG. Puslitbang Fisika Terapan. Serpong
- Bahtiar, A. 2008. Rekayasa Optik. Fisika Universitas Padjadjaran. Bandung

- Siregar, M. R. T. 1889. Light Source, Materi Course Laser Principle. Optoelectronic Course. LIPI
- Nam, H. A. 2010. Creating A Robust Optical Vortex Beam With A Single Cylinder Lens. Intel Science Talent Search
- Edmundoptics, Inc, Neutral Density Filter. Melalui <http://www.edmundoptics.com/optics/optical-filters/neutral-density-filters/>
- Newport, Inc, Beam Shaping with Cylindrical Lenses. Melalui <http://www.newport.com/Beam-Shaping-with-Cylindrical-Lenses/144888/1033/content.aspx> [13/Maret/2014]
- Thorlabs, Inc CMOS Cameras: USB 2.0 and USB 3.0. Melalui http://www.thorlabs.com/newgroup/page9.cfm?objectgroup_id=4024 [13/Maret/2014]
- Haas Laser Technologies, Inc. *Beam Profiling* Melalui www.haaslti.com/pdf/Laser-Beam-Profiling.pdf diakses tanggal [12/September/201