

ANALISA PENGGUNAAN LENSA SILINDER UNTUK MENGUBAH BENTUK BERKAS LASER DIODA MENJADI BENTUK GARIS

Muhammad Mashuri*, Minarni, Sugianto

Jurusan Fisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau

Kampus Bina Widya Pekanbaru, 28293, Indonesia

muhammadmashuri08@gmail.com

ABSTRACT

A research on the application of cylindrical lenses to change beam shape of diode lasers from elliptical to line shape has been conducted. The beam characteristic of the lasers before and after using the lenses were analyzed by a calibrated photodiode and a CCD camera. The distance between CCD camera and the lenses were also varied to obtain the optimal length of the line. The diode lasers used were $\lambda=830$ nm Coherent diode laser with beam size 0,6 mm and 0,9 mm in x and y axis and $\lambda=638$ nm Aixiz diode laser with beam size 1,2 mm and 1,6 mm in x and y axis were used. Three cylindrical lenses with three different focal length were used whice were 50 mm, 75 mm, and 95 mm respectively. The results showed that the maximum line lengths (L) of $\lambda=830$ nm diode laser were 1,86 mm, 2,55 mm, and 1,39 mm respectively. For the $\lambda=638$ nm diode laser the maximum line length (L) were 3,74 mm, 4,32 mm, and 3,87 mm respectively to the same focal length. The result also showed that the bigger λ produced the shorter line (L) than the smaller λ . For the biggest focus need the longest distance (z) to produce the longest line.

Keywords: Diode laser, Beam analysis, Cylindrical lens, Line laser.

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang penggunaan lensa silinder untuk mengubah bentuk berkas laser dioda menjadi bentuk garis. Berkas cahaya laser dioda yang berbentuk elips diubah menjadi bentuk garis menggunakan beberapa lensa silinder dengan fokus yang berbeda, karakteristik berkas dianalisa menggunakan fotodioda dan kamera CCD. Jarak antara kamera CCD dan lensa silinder divariasikan untuk memperoleh bentuk garis yang terbaik. Laser dioda yang digunakan adalah laser dioda $\lambda=830$ nm merk *Coherent* yang memiliki lebar berkas di sumbu x dan y masing-masing 0,6 mm dan 0,9 mm. Laser dioda kedua adalah laser dioda $\lambda=638$ nm merk *Aixiz* yang memiliki lebar berkas di sumbu x dan y masing-masing 1,2 mm dan 1,6 mm. Lensa silinder yang digunakan adalah lensa dengan panjang fokus 50 mm, 75 mm dan 95 mm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa panjang garis (L) maksimal yang terbentuk menggunakan laser dioda $\lambda=830$ nm adalah 1,86 mm, 2,55 mm, 1,39 mm untuk masing-masing lensa

dengan panjang fokus 50 mm, 75 mm, dan 95mm. Laser dioda $\lambda=638$ nm menghasilkan panjang garis (L) maksimal 3,74 mm, 4,32 mm, 3,87 mm dengan masing-masing panjang fokus yang sama. λ yang lebih besar menghasilkan garis (L) yang lebih pendek dari λ yang kecil. Fokus yang lebih besar membutuhkan jarak (z) yang lebih jauh untuk mendapatkan hasil garis (L) maksimal.

Kata kunci: Laser dioda, Analisa berkas, Lensa silinder, Laser garis.

PENDAHULUAN

Berbeda dengan cahaya lampu biasa sinar laser yang mempunyai sifat monokromatik, koheren, dan sefase yang dapat merambat lurus, menembus benda bening, dan dapat dipantulkan ke segala arah. Oleh karena itu kini telah banyak peralatan yang menggunakan komponen laser seperti pembaca kode harga di kasir pasar swalayan, laser-printer, compact - disk player, pemandu pesawat jet, pertunjukan laser dalam festival musik dan *scanner* (Pikatan, 1991).

Laser dapat dibedakan berdasarkan material aktifnya yaitu laser zat padat bahan aktifnya berupa zat padat, seperti laser Ruby, laser Nd-YAG, laser semikonduktor (dioda), laser gas adalah laser yang bahan aktifnya berupa gas seperti laser N_2 , laser HeNe, laser CO_2 , sedangkan laser zat cair dengan bahan aktif berupa zat cair seperti laser zat warna (*dye lasers*). Laser dioda adalah termasuk laser yang sangat banyak digunakan dalam aplikasi teknologi pada saat ini.

Laser dioda merupakan sejenis dioda dimana media aktifnya menggunakan sebuah semikonduktor sambungan p-n yang mirip dengan dioda pemancar cahaya (LED). Laser dioda juga merupakan salah satu jenis laser yang banyak digunakan dalam aplikasi teknologi modern saat ini karena selain proses pembuatan laser dioda yang sangat efisien, sumber bahannya juga mudah didapatkan dan bentuknya relatif

lebih praktis dari laser-laser lainnya. Laser dioda mempunyai kelemahan pada keluaran berkas sinarnya yang menyebar dan berbentuk elips. Selain itu kecerahan berkas yang dihasilkan juga rendah dan tidak stabil. Dibutuhkan *power supply* yang dapat mengatur tegangan kepada laser dioda (Wang, 2001).

Berkas laser dioda yang elips dapat diubah sesuai dengan yang diinginkan atau yang dibutuhkan, misalnya dalam penelitian yang membutuhkan berkas laser dioda berbentuk bulat, komponen optik perlu ditambah agar dihasilkan keluaran berkas laser bulat. Begitu juga dalam bidang industri misalnya dalam *scanner* dan peralatan pembaca kode harga dibutuhkan keluaran berkas laser dioda berbentuk garis maka dengan menambah beberapa komponen optik lain dapat mengubah keluaran tersebut menjadi berbentuk garis. Untuk mengubah bentuk keluaran tersebut dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu menggunakan lensa cembung, sepasang prisma anamorfik, dan lensa silinder (Mansuripur, 2002).

Pada penelitian ini, tiga lensa silinder dengan panjang fokus berbeda akan digunakan untuk mengubah bentuk berkas cahaya laser dioda menjadi berbentuk garis yang digunakan pada peralatan *scanner*. Pengaruh panjang fokus lensa, panjang gelombang cahaya yang digunakan, jarak lensa silinder terhadap layar, terhadap panjang dan lebar garis berkas yang dihasilkan akan

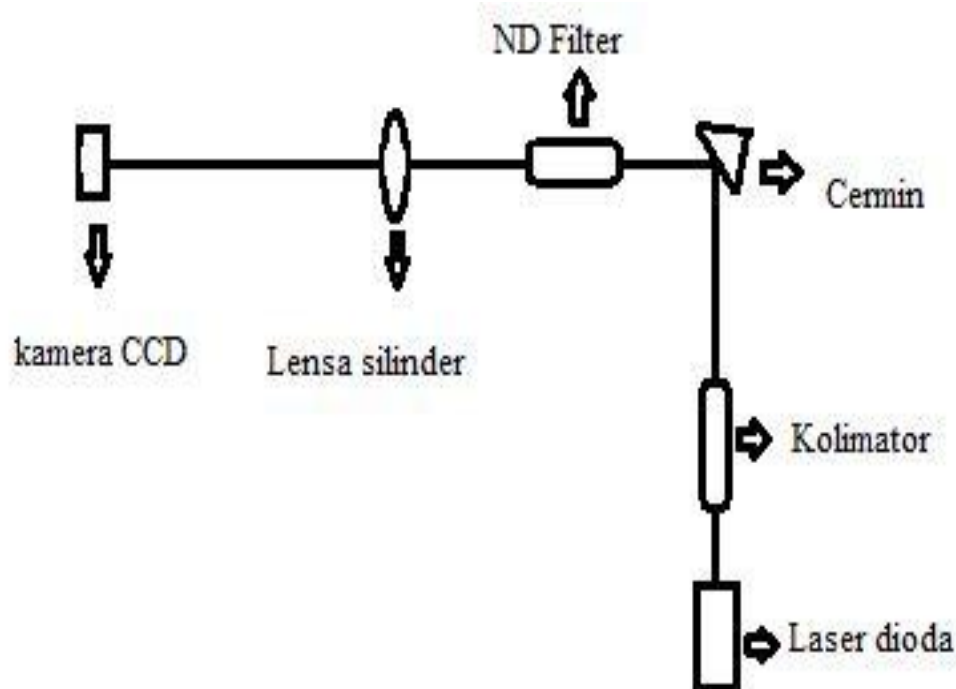
dibahas. Untuk menganalisa hasil berkas keluaran tersebut, layar kertas dan kamera CCD (*Charge-Coupled Device*) digunakan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen. Rangkaian percobaan terdiri dari sebuah laser dioda, Filter ND (*Neutral Density*), lensa silinder, *power supply*, fotodetektor, kamera CCD dan *Program ToupView* seperti pada Gambar 1. Filter ND digunakan untuk memperkecil intensitas berkas sinar laser sedangkan lensa sebagai kolimator berfungsi untuk mengkolimasi atau mensejajarkan berkas laser dioda yang bersifat divergen.

Pembentukan berkas sinar laser dioda dari bentuk elips menjadi garis dilakukan dalam tiga tahap. Tahap pertama pemasangan lensa pada penyangga, tahap kedua pengaturan jarak antara layar terhadap lensa silinder yang nantinya akan divariasikan dan tahap ketiga penangkapan berkas sinar laser dengan fotodetektor. Fotodetektor yang digunakan adalah fotodioda untuk mengukur lebar berkas sebelum menggunakan lensa silinder dan kamera CCD/CMOS untuk pengambilan gambar dan selanjutnya akan dianalisa.

Susunan alat pada rangkaian penelitian ini diatur sedemikian rupa sehingga didapatkan hasil berkas yang maksimal dan menyesuaikan diri dengan meja optik yang tersedia. Cermin datar digunakan untuk membelokkan sinar.



Gambar 1. Skema alat mendeteksi berkas sinar laser dioda menggunakan lensa silinder

Penelitian dilakukan menggunakan dua laser dioda yaitu dengan $\lambda=830$ nm dan $\lambda=638$ nm dan lensa silinder dengan fokus 50 mm, 75 mm, dan 95 mm. Hasil perhitungan panjang garis (L) yang terbentuk setelah melewati lensa silinder dihitung dengan menggunakan persamaan:

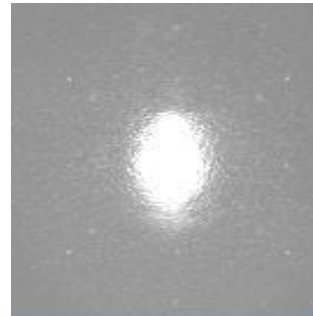
$$L = 2 \frac{r_0 (z+f)}{f} \quad (1)$$

dimana, L adalah panjang garis yang terbentuk setelah melewati lensa silinder, r_0 adalah jari-jari berkas laser sebelum melewati lensa silinder, f adalah fokus lensa silinder yang digunakan, dan z adalah jarak antara layar terhadap lensa silinder.

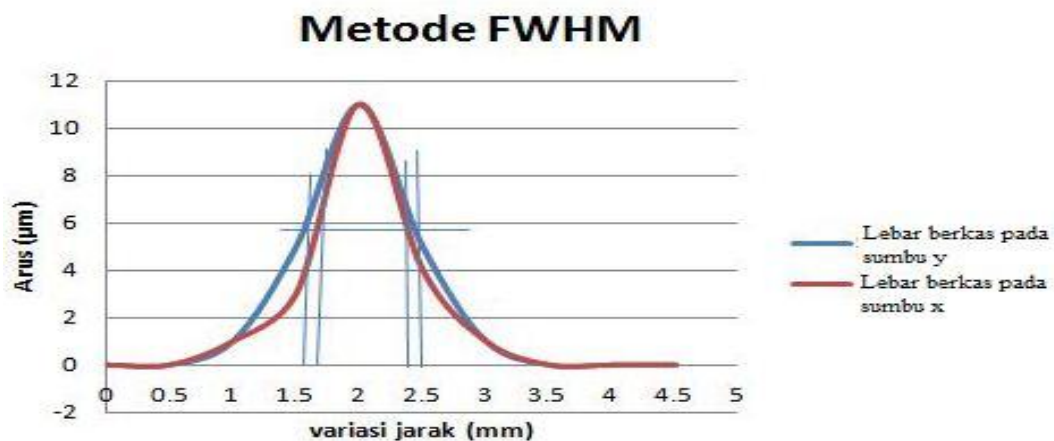
HASIL DAN PEMBAHASAN

Laser dioda $\lambda = 830$ 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*. Daya laser mula-mula

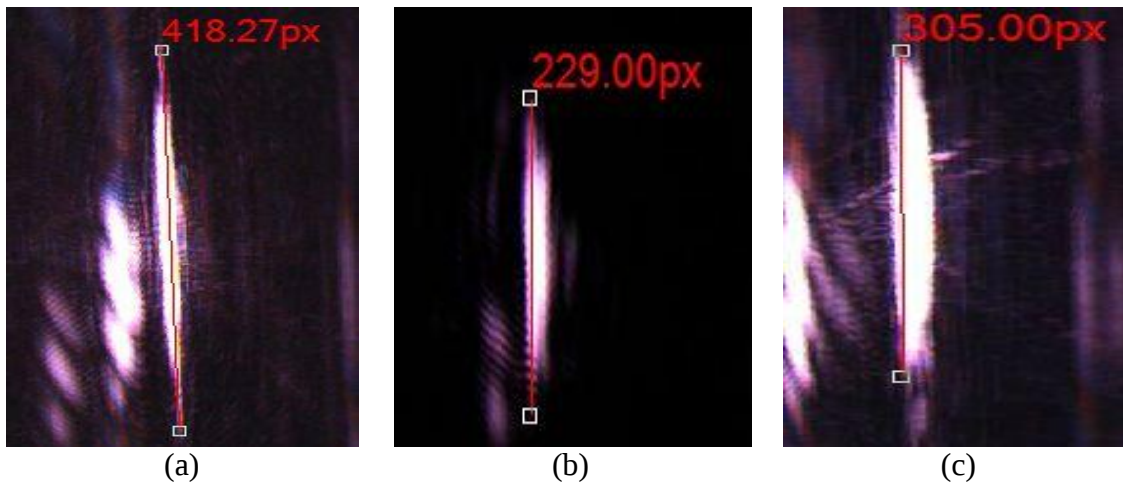
tidak dapat diukur karena Power meter yang tersedia hanya mampu mengukur daya laser dengan daya maksimal 40 mW. Gambar 2 merupakan bentuk berkas laser dioda $\lambda=830$ nm sebelum melewati lensa silinder dan Gambar 3 merupakan lebar berkas laser dioda $\lambda=830$ nm sebelum menggunakan lensa silinder pada sumbu $x = 0,6$ mm dan pada sumbu $y = 0,9$ mm. Gambar 4 merupakan bentuk berkas sinar laser dioda setelah melewati lensa silinder dengan panjang fokus 50 mm, 75 mm dan 95 mm.



Gambar 2. Bentuk berkas sinar laser dioda $\lambda=830$ nm sebelum melewati lensa silinder .



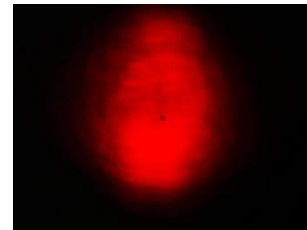
Gambar 3. Lebar berkas laser dioda $\lambda=830$ nm sebelum menggunakan lensa silinder.



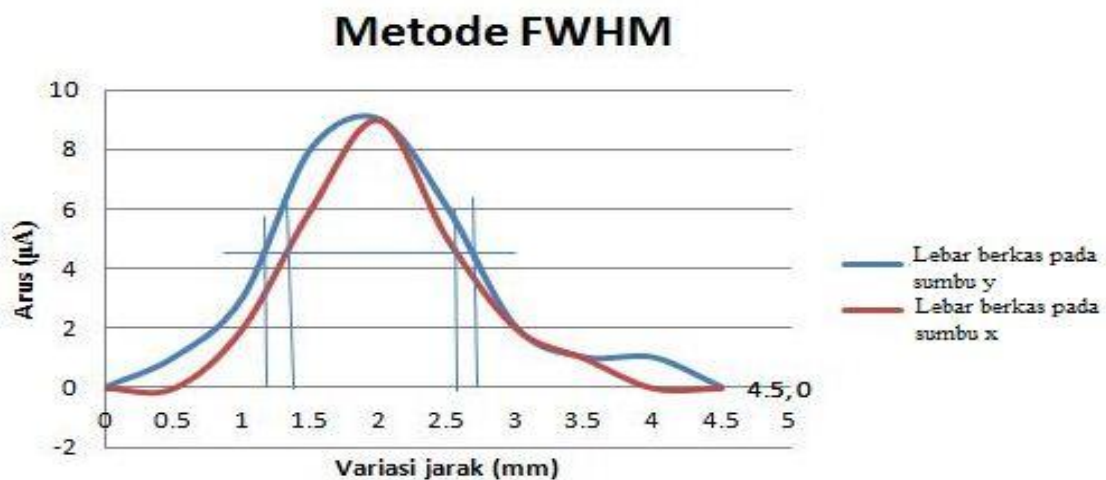
Gambar 4. Bentuk keluaran berkas laser $\lambda=830$ nm setelah melewati lensa silinder, (a) fokus 50 mm, (b) fokus 75 mm, (c) fokus 95 mm.

Laser dioda $\lambda=638$ nm adalah laser yang tergolong pada kelas 3 B, Laser dioda 638 nm 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 $\lambda=638$ nm ini cukup dilemahkan dengan ND filter NE 40 B. Lebar berkas laser diamati dengan menggunakan fotodioda dan langsung dihitung dengan metode FWHM. Gambar 5. menunjukkan gambar berkas

laser sebelum menggunakan lensa silinder.



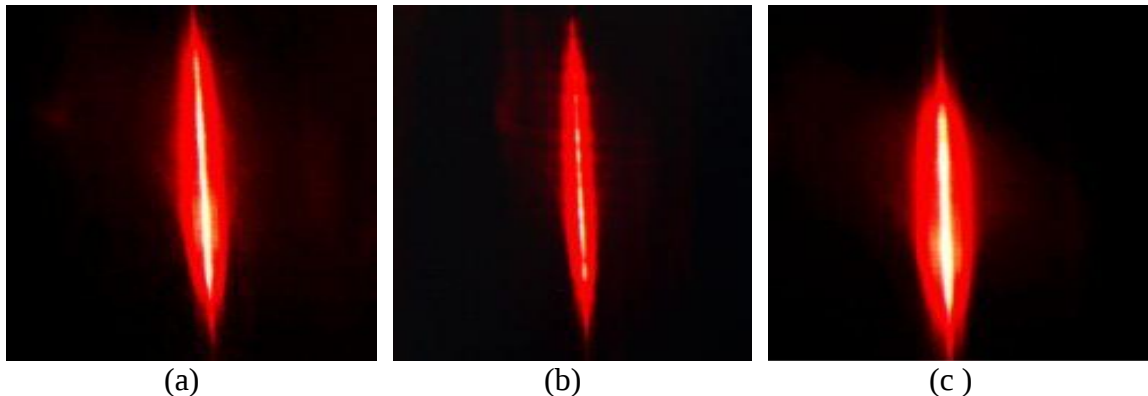
Gambar 5. Bentuk berkas sinar laser dioda $\lambda=638$ nm sebelum melewati lensa silinder .



Gambar 6. Mengukur lebar berkas laser dioda $\lambda=638$ nm menggunakan metode FWHM.

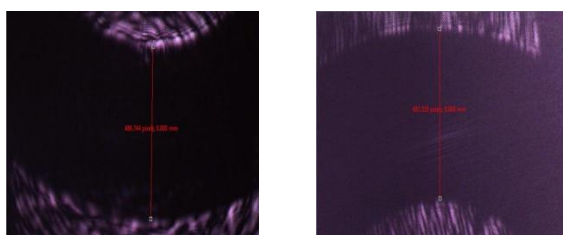
Lebar berkas laser sebelum menggunakan lensa silinder pada sumbu y = 1,6 mm dan pada sumbu x = 1,2 mm. Gambar 7. merupakan berkas laser setelah melewati lensa silinder diamati dengan menggunakan kamera CCD.

Pada penelitian ini, Jarak kamera CCD divariasikan terhadap lensa silinder setiap 0,5 mm. gambar yang ditangkap oleh kamera CCD dihitung panjang garis (L) yang terbentuk menggunakan program *Software ToupView*.



Gambar 7. Bentuk keluaran berkas laser diode $\lambda = 638$ nm setelah menggunakan lensa silinder, (a) $f=50$ mm, (b) $f=75$ mm, (c) $f=95$ mm

Pengukuran dengan program *Software ToupView* menghasilkan panjang garis (L) dalam satuan pixel, maka perlu kalibrasi pixel ke millimeter. Kalibrasi dilakukan dengan metode *flat ring*. Gambar 5 adalah hasil gambar kalibrasi pixel ke millimeter dengan metode *flat ring*.



Gambar 8. Kalibrasi pixel ke millimeter dengan metode *flat ring*.

Tabel 1. Merupakan hasil pengukuran kalibrasi pixel ke millimeter. Hasil perhitungan didapatkan kalibrasi yaitu 0,0061 mm/pixel.

Tabel 1. Kalibrasi pixel ke millimeter dengan metode *flat ring*.

No.	Diameter luar (mm)	Diameter dalam (mm)	Lebar ring (pixel)
1	12,64	6,62	483,335
2	12,62	6,64	486,744
3	12,63	6,63	485,022
Rata-rata	12,63	6,63	485,033

Tabel 2. Merupakan tabel data perbandingan panjang garis (L) maksimal yang dihasilkan oleh laser dioda $\lambda = 830$ nm setelah melewati lensa silinder antara pengukuran dan perhitungan. Tabel 3 Merupakan tabel data perbandingan panjang garis (L) maksimal yang dihasilkan oleh laser dioda $\lambda = 638$ nm setelah melewati lensa silinder antara pengukuran dan perhitungan.

Tabel 2. Panjang garis (L) maksimal laser dioda $\lambda = 830$ nm setelah melewati lensa silinder.

Lensa (f)	Jarak (z)	Panjang garis (L) pengukuran	Panjang garis (L) perhitungan
50 mm	5,5 cm	1,87 mm	1,89 mm
75 mm	9 cm	2,55 mm	1,98 mm
95 mm	11 cm	1,39 mm	1,94 mm

Tabel 3. Panjang garis (L) maksimal laser dioda $\lambda = 638$ nm setelah melewati lensa silinder.

Lensa (f)	Jarak (z)	Panjang garis (L) pengukuran	Panjang garis (L) perhitungan
50 mm	6 cm	3,74 mm	3,52 mm
75 mm	9 cm	4,32 mm	3,52 mm
95 mm	11 cm	3,87 mm	3,45 mm

KESIMPULAN

Lensa silinder dengan panjang fokus yang berbeda telah dapat digunakan untuk mengubah bentuk berkas sinar laser dioda $\lambda = 830$ nm dan laser dioda $\lambda = 638$ nm dari bentuk elips ke bentuk garis. Lebar berkas laser dioda $\lambda = 830$ nm sebelum menggunakan lensa silinder pada sumbu $x = 0,6$ mm dan pada sumbu $y = 0,9$ mm. Berkas sinar laser dioda $\lambda = 830$ nm diubah dari bentuk elips ke bentuk garis, panjang garis diukur berdasarkan dari gambar yang direkam kamera CCD, panjang garis maksimal yang dihasilkan oleh masing-masing lensa silinder dengan panjang

fokus 50 mm, 75 mm, dan 95 mm adalah 1,87 mm, 2,55 mm, dan 1,39 mm.

Sinar laser dioda $\lambda = 638$ nm memiliki berkas awal yang berbeda dengan berkas laser dioda $\lambda = 830$ nm. Lebar berkas laser dioda sebelum menggunakan lensa silinder pada sumbu $x = 1,2$ mm dan pada sumbu $y = 1,6$ mm. Panjang garis maksimal yang dihasilkan oleh masing-masing lensa silinder dengan panjang fokus 50 mm, 75 mm, dan 95 mm adalah 3,74 mm, 4,32 mm, dan 3,87 mm.

Hasil pengukuran yang diperoleh menggunakan kamera CCD tersebut di bandingkan dengan hasil perhitungan dengan persamaan 1. Hasil perhitungan untuk laser dioda $\lambda = 830$ nm dengan fokus 50 mm, 75 mm, dan 95 mm adalah 1,89 mm, 1,98 mm dan 1,94 mm untuk masing-masing fokus. Hasil perhitungan untuk laser dioda $\lambda = 638$ nm adalah 3,52 mm, 3,52 mm dan 3,45 mm untuk masing-masing fokus yang sama. λ yang lebih besar menghasilkan garis (L) yang lebih pendek dari λ yang kecil. Fokus yang lebih besar membutuhkan jarak (z) yang lebih jauh untuk mendapatkan hasil garis (L) maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Mansuripur, M. dan Wright, E. M. 2002. The optics of semiconductor diode lasers. *J. Optics and photonics news* July 2002: 57-61
- Pikatan, S. 1991. *Laser*, di dalam seminar Intern FT. Ubaya, Kristal no. 4/Juni.
- Wang, P.Y. 2001. Beam-shaping optics delivers high-power beams. *Laser Focus Magazine*.