

## PERBANDINGAN SUDUT PENGHAMBURAN CAHAYA (DIVERGENSI) TERHADAP KUAT CAHAYA PADA DUA LASER DIODA BERBEDA

**Wijaya Widjanarka N.**

*Program Studi Teknik Informatika, STMIK BINA PATRIA*

*Email: wijaya\_widjanarka@yahoo.co.id*

### **Abstract**

*This research measured and tested the dispersion rate of the laser diode beam or steradian. The unit is in radian. This research attempted to test laser. This experiment attempted to determine the nature of the dispersion or scattering level of laser light. The angle of the laser beam focused by the collimator was examined. In addition, the light flux of the laser beam was also measured, the unit is lux. A lens collimator that functions to center or focus the laser beams so that it is parallel to the direction of its propagation was used. The divergence angle can be adjusted. This research employed experimental method. This research measured the angle and size of the dispersion.*

**Keywords:** *Divergence, steradian, flux, collimator, diode laser*

### **Abstrak**

Penelitian ini mengukur dan menguji tingkat penyebaran dari berkas dioda laser, atau steradian. Satuannya satuannya dalam radian. Tujuan penelitian ini, pengujian tentang Laser, pada percobaan ini menentukan sifat besar-kecil penghamburan atau penyebaran sinar laser. Sinar laser yang difokuskan oleh lensa collimator diteliti sudutnya. Selain itu kuat cahaya flux sinar laser juga diukur, satuannya lux. Collimator lensa yang berfungsi untuk pemusat atau memfokuskan sinar laser sehingga dapat sejajar arah rambatannya. Sudut divergensi dapat diatur besar kecilnya. Pada penelitian ini menggunakan jenis percobaan (Eksperimen). Penelitian ini mengukur sudut dan besar kecilnya tingkat penyebaran.

**Kata Kunci :** *Divergensi, steradian, flux, collimator, diode laser.*

### **1. Pendahuluan**

Pertama kali, teori sinar laser, dengan konsep pancaran yang dapat dirangsang atau dipicu (stimulasi emission) diungkapkan oleh Albert Einstein, pada tahun 1916. Setelah beberapa puluh tahun kemudian laser operasional pertama diciptakan oleh Theodore H. Maiman, berupa teknologi laser yang operasional. Laser ini menggunakan kristal ruby, sinar yang dihasilkan pulsa cahaya berwarna merah, pada tahun 1960. Teori Einstein yang bersifat konsep dan teoritis, tentang emisi terangsang dapat dibuktikan.

Sinar Laser mempunyai sifat koherent, monochrome, dan masif. Berkas cahaya sinar laser sejajar (Milloni, Eberly, 1991, Uiga, 1995).

Berbeda dengan cahaya biasa dilihat, yang memiliki sifat pendar kesemua arah.

Tetapi masalahnya, sebagai suatu berkas cahaya, setelah menempuh sejauh perjalanan, sinar laser tetap mengikuti hukum Snellius. Sinar laser dapat dipantulkan, dibelokkan, dibiaskan dan menyebar (berpendar).

Pada penelitian ini, akan diuji dan diukur, seberapa besar sinar laser menyebar, sewaktu menempuh suatu jarak, dengan mengatur lensa kolimatornya (collimator), lensa pemusat

cahaya koherent. Sudut penghamburan atau penyebaran cahaya Steradian satuannya radiant/rad).

Berkas sinar laser dalam merambat di udara tetap mengikuti prinsip cahaya atau hukum Snellius, yaitu cahaya dapat dipantulkan, dibiaskan dan dibelokkan (Endel Uiga, 1995). Penelitian ini akan menguji seberapa besar pengaruh penyebaran sinar laser. Pada penelitian ini juga, teknologi laser operasional dapat digunakan untuk percobaan. Laser yang digunakan dioda laser (Wilson, Hawkes, 1989, Uiga, 1995, Widjanarka, 2000).

## 2. Kajian Literatur

1. Penelitian karakteristik sinar laser merah.  
Pada penelitian ini mengukur dan menguji karakteristik dioda LED dan dioda laser pada berbagai kondisi suhu, yaitu 6 C dan 31 C. Flux cahaya laser terhadap jarak (Widjanarka, 2000)
2. Penelitian karakteristik sinar laser hijau  
Pada penelitian ini mengukur dan menguji karakteristik dioda laser pada intensitas dan jarak Widjanarka, 2016).
3. Penelitian tentang karakteristik sinar laser dioda.  
Penelitian ini dilakukan oleh Berke Ricketti dari Universitas Heriot-Watt, pada Maret 2015 (Ricketti, 2015).

## 3. Metode Penelitian

Metode ini menggunakan jenis Eksperimental. Pada penelitian ini, penulis melakukan pengukuran dan pengujian terhadap besaran variabel arus, jarak tempuh, kuat cahaya (flux) dan besarnya penyebaran cahaya. Sinar laser yang digunakan adalah sinar dioda laser dari dua jenis yang berbeda.

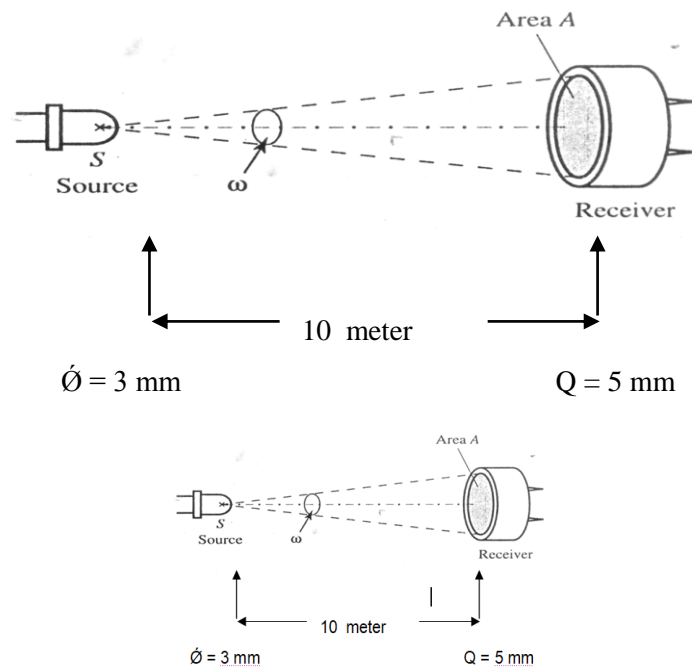
## 4. Hasil dan Pembahasan

Karakteristik VI Laser Dioda Merah

Pengukuran percobaan yang dilakukan pada suhu  $t = 31^{\circ} \text{C}$ :

- Pada Fase 1: terjadi proses emisi spontan (spontaneous emission).  
Arus sebesar 2 mA hingga 11,72 mA. Pada fase ini sifat dioda laser mirip dengan dioda LED (Light Emitting Diode).
- Pada Fase 2: arus ambang (threshold current). Arus sebesar 12,08 mA hingga 14,72 mA, Pada fase ini sifat dioda LASER mengalami proses peralihan, perubahan terjadi secara tiba-tiba dari intensitas cahaya yang rendah menjadi terang sekali.
- Pada Fase 3: Emisi terangsang (stimulated emission). Arus sebesar 18,64 mA hingga 28,34 mA. Pada fase ini sifat dioda LASER mengalami proses koherent, artinya berkas cahaya terlihat masif, paralel, dan monochromatik. Berkas cahayanya terlihat, meskipun tanpa kabut.

Besarnya Penyebaran



Gambar 1. Berdasarkan percobaan, konstanta divergensi (penghamburan atau penyebaran) cahaya, nilai yang diuji adalah 0,00005 radian atau 0,05 mrad), atau juga dikatakan besarnya sudut penyebaran 0,0286 °.

Pada hasil ini, berkas sinar laser yang semula ukurannya 0,3 cm atau 3 mm menyebar menjadi 0,5 cm atau 5 mm, sesudah sinar laser tersebut menempuh jarak 100 mm atau 10 meter (Widjanarka, 2000).

Hasil ini hampir sama dengan laser hijau dengan sudut sempit.

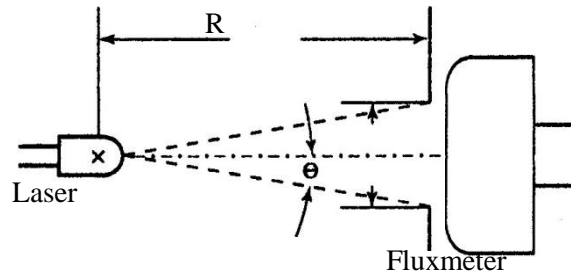
Karakteristik VI Laser Dioda Hijau

- Pada Fase 1: terjadi emisi spontan (Phase *Spontaneous emission*).  
Besarnya arusnya  $I_{spe} = 0,001 \text{ A} - 0,004 \text{ A}$ . Pada Fase ini, terjadi proses emisi spontan, dioda laser seperti dioda LED. Arus sebesar 1 mili Amper hingga 4 mili Amper.
- Pada Fase 2: terjadinya arus ambang (Phase *Threshold current*).  
Besarnya arusnya arus  $I_{Tc} = 0,1 \text{ A} - 0,12 \text{ A}$ .  
Pada fase ini, arus ambang sebesar 100 mili Amper hingga 120 mili Amper. Pada fase ini sifat dioda laser mengalami proses peralihan, perubahan terjadi secara tiba-tiba dari intensitas cahaya yang rendah menjadi terang sekali.
- Pada Fase 3: terjadi emisi terangsang (Phase *Stimulated emission*).  
Besarnya arusnya  $I_{se} = 0,14 \text{ A} - 0,35 \text{ A}$ .  
Pada fase ini, emisi terangsang, arus sebesar 140 mA hingga 350 mili Amper. Pada fase ini sifat laser mengalami proses coherent, artinya berkas cahaya terlihat masif, paralel, dan monochromatik. Berkas cahayanya terlihat, meskipun tanpa kabut atau asap.

Dioda Laser Hijau (Diode Green Laser)

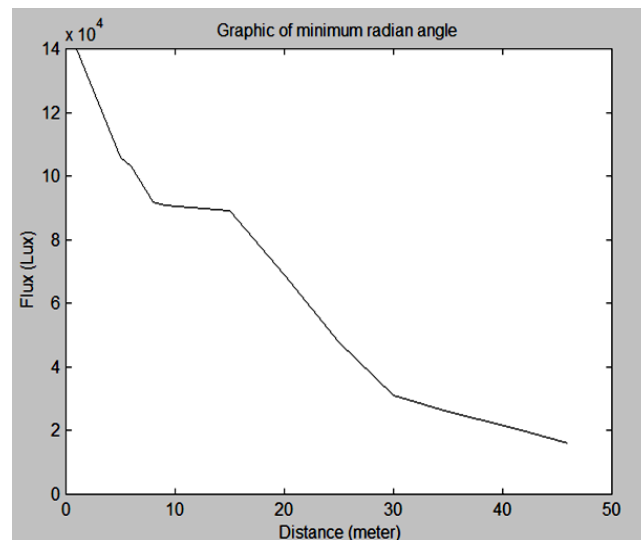
Dengan Sudut radiant  $\theta$  paling kecil (minimal).

Percobaan dilakukan dengan mengukur besarnya fluks setiap meter, pada sudut terkecil (minimal).



Gambar 2. Diagram susunan alat optik, yang digunakan dalam pengujian percobaan.

Percobaan yang dilakukan untuk mengetahui karakteristik sifat V-I dioda laser, dinyatakan dalam grafik berikut ini,



Gambar 3. Grafik hasil percobaan pengujian karakteristik V-I dioda laser.

Grafik sudut  $\theta$  minimum;

Pada sudut  $\theta$  kecil atau sempit, dapat menyatakan kekuatan flux (satunya dalam lux) cahaya terhadap jarak, akan melemah secara perlahan.

Sedangkan sudut radiant  $\theta$  paling kecil (minimal  $\theta$  angle), adalah sebagai berikut

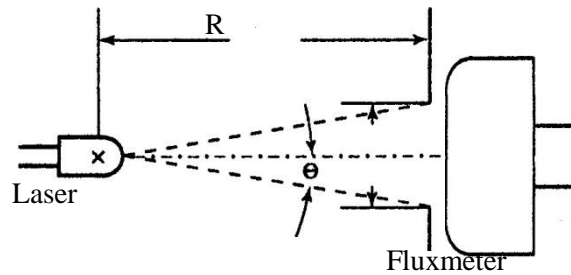
$$\begin{aligned}
 \theta &= d/R \\
 &= 5 \text{ mm} / 10.000 \text{ mm} \\
 &= 0,0005 \text{ radian} \\
 \theta &= 0,5 \text{ mradian.} \\
 \tan^{-1} 0,005 &= 0,286^\circ
 \end{aligned}$$

Berdasarkan percobaan, berkas laser yang semula titik dengan ukuran 3 mm akan menyebar menjadi 10 mm (1 cm) setelah menempuh jarak 10 meter.

Dapat dinyatakan, sudut penyebaran cahaya terkecil,  $\theta^{-1}$  sebesar 0,0005 radian atau 0,5 miliradian.

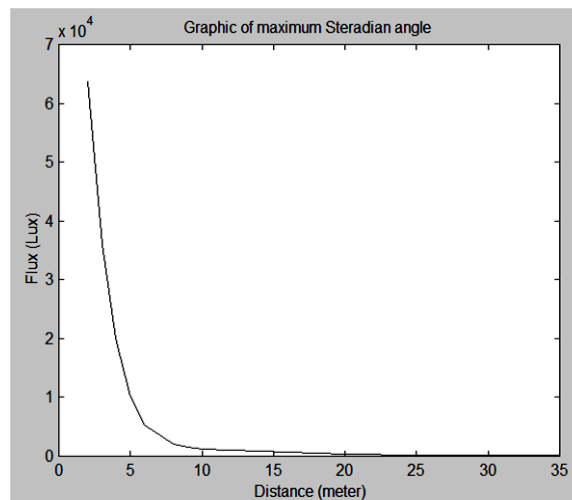
Dapat dikatakan juga besarnya sudut penyebaran cahaya  $\tan^{-1} \theta$  sebesar  $0,286^\circ$ , atau sudut steradian  $\omega = 0.0572^\circ$  steradian.

Percobaan dilakukan dengan mengukur besarnya fluks setiap meter, pada sudut terkecil.



Gambar 4. Diagram susunan Pengukuran dan pengujian laser dioda hijau.

Hasil percobaan dinyatakan dengan grafik dibawah ini.



Gambar 5. Hasil Pengukuran dan pengujian laser dioda hijau dalam bentuk grafik.

Sedangkan sudut radiant  $\theta$  paling besar (maximal  $\theta$  angle), adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned} \theta &= d/R \\ &= 37,5 \text{ mm} / 10,000 \text{ mm} \\ &= 0,00375 \text{ radian} \\ \theta &= 3,75 \text{ mradian.} \\ \tan^{-1} 0,00375 &= 0,214^\circ \end{aligned}$$

Berdasarkan percobaan, berkas laser yang semula titik dengan ukuran 3 mm akan menyebar menjadi 75 mm (7,5 cm) setelah menempuh jarak 10 meter.

Dapat dinyatakan, sudut penyebaran cahaya terbesar,  $\theta$  sebesar 0,00375 radian atau 3,75 miliradian.

Dapat dikatakan juga besarnya sudut penyebaran cahaya  $\tan^{-1} \theta$  sebesar  $0,214^\circ$ , atau sudut steradian  $\omega = 0.428^\circ$ .

Pada sudut  $\theta$  besar atau lebar, terlihat kekuatan cahaya (flux) semakin berkurang dengan tajam atau cepat, sewaktu jaraknya bertambah jauh.

Berkas LASER dalam merambat di udara tetap mengikuti prinsip cahaya atau hukum Snellius, yaitu cahaya dapat dipantulkan, dibiaskan dan dibelokkan (Endel Uiga, 1995).

Pada percobaan ini juga dilakukan pengukuran terhadap jarak. Setelah menempuh jarak 100 meter, cahaya yang merambat benar-benar sejajar, paralel dan memiliki intensitas cahaya yang sangat kuat.

Meskipun cahayanya sangat kuat, sinar mengalami penyusutan intensitas cahaya terhadap jarak.



Gambar 5. Mengukur berkas penyebaran sinar laser dioda hijau.

Hasil pengukuran piranti laser dioda dalam berbagai fase, dapat dirangkum sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Pengukuran Laser Dioda

<i>Fase</i>	<i>Laser Dioda Merah</i>	<i>Laser Dioda Hijau</i>	<i>Kondisi</i>
<i>I<sub>Spe</sub></i> <i>emisi spontan</i> <i>(spontaneous emission).</i>	2 - 11,72 mA	1 - 4 mA.	<i>Menyala seperti LED</i>
<i>I<sub>Tc</sub></i> <i>arus ambang</i> <i>(threshold current).</i>	12,08 - 14,72 mA,	4 - 12 mA.	<i>Peralihan proses peralihan, perubahan terjadi secara tiba-tiba dari intensitas cahaya yang rendah menjadi terang sekali.</i>
<i>I<sub>Se</sub></i> <i>emisi terangsang</i> <i>(stimulated emission).</i>	18,64 - 28,34 mA.	14 - 35 mA.	<i>Menyala memiliki sifat LASER..</i>

## 5. Kesimpulan

Setelah peneliti melakukan riset, maka dapat disimpulkan hasil pengujian dan pengukuran adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan pengukuran dan pengujian, laser dioda warna merah hampir sama dengan laser cahaya hijau yang sempit, konstanta penyebaran cahaya sebesar  $\theta = 0,0005$  radian (0,5 mrad), atau juga dikatakan besarnya sudut penyebaran sudut steradian  $\omega = 0,0286^\circ$  steradian.  
Berkas laser yang semula titik dengan ukuran 3 mm akan menyebar menjadi 10 mm (1 cm) setelah menempuh jarak 10 meter.
2. berkas laser yang dapat dinyatakan, sudut penyebaran cahaya terkecil, sudut  $\theta$  sebesar 0,0005 radian atau 0,5 miliradian.  
Dapat dikatakan juga besarnya sudut penyebaran cahaya  $\tan^{-1} \theta$  sebesar  $0,0286^\circ$ , atau sudut steradian  $\omega = 0,0286^\circ$  steradian.  
Berkas laser yang semula titik dengan ukuran 3 mm akan menyebar menjadi 10 mm (1 cm) setelah menempuh jarak 10 meter.
3. Berkas laser yang dapat dinyatakan, sudut penyebaran cahaya terbesar,  $\theta$  sebesar 0,00375 radian atau 3,75 miliradian.  
Dapat dikatakan juga besarnya sudut penyebaran cahaya  $\tan^{-1} \theta$  sebesar  $0,214^\circ$ , atau sudut steradian  $\omega = 0,214^\circ$ .  
Berdasarkan percobaan, berkas laser yang semula titik dengan ukuran 3 mm akan menyebar menjadi 75 mm (7,5 cm) setelah menempuh jarak 10 meter.
4. Berkas laser yang dapat menyusun jika jarak pengukuran semakin jauh, karena cahaya lasernya mengalami penyusutan kekuatan intensitas cahaya.

## Daftar Pustaka

- Miloni, P. W., Eberly, J. H., (1991). LASERS. John Wiley Interscience Publication, New York.
- Malvino, A.P., (2000). *Prinsip-Prinsip Elektronika*. 3 ed, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Packard, H., (1981). Optoelectronics: Fiber-optics Applications Manual. 2nd Ed, Hewlett Packard Company.
- Ricketti, B., (2015). Diode Laser Characteristics. *Research Gate*, Edinburgh, UK March 2015, 100-101.
- Uiga, E. (1995)., OPTOELECTRONICS. Pentice Hall International, Inc, NY.
- Widjanarka, W.N., (2000). Sifat-sifat Optika Laser Dioda Sebagai Piranti Opto - Elektronika dan Aplikasinya. Laporan Hasil Penelitian Dosen (tidak dipublikasikan), UMK, Kudus.
- Wilson, J., Hawkes, J. F. B., (1989). Optoelectronics, An Introduction. 2nd ed, Prentice Hall International Series In Optoelectronics, University Press, Cambridge.
- Widjanarka, W.N., (2016). Characteristic of VI-Flux Wireless Energy Transfer with Green Diode. *1<sup>TH</sup> International Conference on Engineering and Applied Science*, UMP, Purwokerto, (November 26<sup>TH</sup>, 2016), 156-165. Website:

<http://digilib.ump.ac.id/gdl.php?mod=browse&op=read&id=jhptump-ump-gdl-wijayawidj-1726>

[www.diodelaser.com](http://diodelaser.com), Website: <http://diodelaserconcepts.com/resource-library/literature/diode-laser-module-design-guide.html> (download: 25 september 2013).