

KARAKTERISTIK FISIKA TEGANGAN ARUS DAN DIVERGENSI LASER DIODA BERBAGAI KEKUATAN DAYA YANG BERBEDA

Wijaya Widjanarka Natasaputra⁽¹⁾, Fatkhurrochman⁽²⁾ Riska Dwi Handayani⁽³⁾

¹⁾ "Teknik Informatika" STMIK BINA PATRIA

²⁾ "Sistem Informasi" STMIK BINA PATRIA

³⁾ "Manajemen Informatika" STMIK BINA PATRIA

Email : wijaya_widjanarka@stmikbinapatria.ac.id¹⁾, fathur@stmikbinapatria.ac.id²⁾,
riska@stmikbinapatria.ac.id³⁾

Abstract

The concept and theory of lasers was first put forward by Albert Einstein in 1917 and was first realized by researcher Theodore. H. Maiman in 1960. The invention of the laser is based on the theories of quantum physics, but research on the properties and optical characteristics of lasers, especially diode lasers is rarely carried out. Lasers have coherent properties, which are like parallel, massive, single-color propagation of light, which is different from the white incandescent light that is commonly known everyday that comes from the sun, fire, lamps and so on. Laser diode devices have various types of power, which of course differ in the amount of voltage, current, strength of light in each condition (Uiga. E, 2014).

The purpose of this research is to examine the physical characteristics of the diode laser, to determine the range of the current-voltage limits and the divergence angle in the radiant, to determine the characteristics of the laser diode with different powers (Wilson; Hawkes, 1989).

The research method used is experimental, which is carried out by testing variables and measuring the magnitude of the voltage, current, divergence of different powers from the diode laser. Based on the experimental results, diode lasers have laser phase stages and divergence angles. There are 3 phases that have been proven, namely the spontaneous emission phase, the transition phase, the stimulated emission phase and the angle of divergence. the magnitude of $\theta = 0.5$ milliradians, or angle = 0.0286° while for a 1500 milliWatt laser diode device, the magnitude of $\theta = 2$ mradians, or angle = 0.163° .

Keywords: Laser-Diode, Divergence, voltage, current, power.

Abstrak

Konsep dan teori tentang laser pertama kali dikemukakan oleh Albert Einstein pada tahun 1917 dan diwujudkan pertama kali peneliti Theodore. H. Maiman di tahun 1960. Penemuan Laser didasari oleh teori-teori fisika kuantum, tetapi penelitian tentang sifat dan karakteristik optika laser, khususnya laser dioda jarang dilakukan. Laser memiliki sifat koherant, yaitu seperti perambatan cahaya yang sejajar, masif, warna tunggal, yang berbeda dengan cahaya pijar berwarna putih yang biasa dikenal sehari-hari yang berasal dari matahari, api, lampu dan sebagainya. Piranti dioda laser ada berbagai macam daya, yang tentu saja berbeda besaran tegangan arus kekuatan cahaya pada setiap kondisi (Uiga. E, 2014).

Tujuan penelitian ini penelitian ini dapat menguji karakteristik fisika laser dioda, dapat mengetahui

jangkauan batas-batas tegangan arus dan sudut divergensi dalam radian, dapat mengetahui karakteristik dioda laser dengan daya yang berbeda (Wilson; Hawkes, 1989).

Metode riset yang digunakan eksperimental, yaitu dilakukan dengan menguji variabel dan mengukur besaran tegangan, arus, divergensi dari daya yang berbeda dari laser dioda. Berdasarkan hasil percobaan, laser dioda memiliki tahapan fase laser dan sudut divergensi. Ada 3 fase yang berhasil dibuktikan, yaitu fase emisi spontan, fase peralihan, fase emisi terangsang dan sudut divergensinya, untuk dioda laser 5 miliWatt, besarnya $\theta = 0,5$ miliradian, atau sudutnya = $0,0286^\circ$, untuk dioda laser 200 miliWatt, besarnya $\theta = 0,5$ miliradian, atau sudut = $0,0286^\circ$ sedangkan untuk piranti dioda laser 1500 miliWatt, besarnya $\theta = 2$ mradian, atau sudut = $0,163^\circ$.

Kata Kunci : Dioda-Laser, Divergensi, tegangan, arus, daya

1. Pendahuluan

Berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan, metodologi (jika ada) serta tinjauan pustaka yang memuat kajian pustaka dan landasan teori yang relevan.

Pertama kali, konsep sinar laser, dengan prinsip pancaran yang dapat dirangsang (*stimulasi emission*) diungkapkan oleh Albert Einstein, pada tahun 1916, ini masih bersifat konsep dan teoritis, tentang emisi terangsang dapat dibuktikan tetapi belum mampu diciptakan. Kemudian, beberapa puluh tahun kemudian laser operasional pertama diwujudkan oleh Theodore H. Maiman, berupa teknologi laser yang operasional. Sistem laser ini jenis laser zat padat, menggunakan kristal ruby, sinar yang dihasilkan pulsa cahaya berwarna merah, pada tahun 1960. Cahaya laser mempunyai sifat koheren, warna tunggal (*monochrome*), dan masif. Berkas cahaya sinar laser sejajar (Milloni, Eberly, 1991, Uiga, 1995). Lain halnya dengan sinar yang biasa dilihat, yang memiliki sifat pendar, arahnya kesemua arah, tetapi masalahnya, sebagai suatu berkas cahaya, setelah menempuh sejauh perjalanan, sinar laser tetap mengikuti prinsip-prinsip *Snellius*. Sinar laser dipantulkan, dibelokkan, dibiaskan dan menyebar (berpendar). Permasalahannya, piranti laser dioda, ada berbagai macam daya yang berbeda besarnya tegangan, arus dan sudut divergensi cahayanya.

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini, pada prinsipnya bagaimana caranya menguji piranti laser dioda yang memiliki kekuatan daya yang berbeda.

Tujuan penelitian ini dapat mengetahui jangkauan batas-batas tegangan arus dan divergensi dan dapat mengetahui sifat pada dioda laser dengan daya yang berbeda. Hal ini perlu piranti laser dioda adalah komponen yang digunakan untuk media perpindahan energi listrik, sehingga sifat karakteristik fisika sangat perlu harus diketahui. Pada penelitian ini membuktikan dan membuktikan sifat dan karakteristik fisika laser dioda.

Berdasarkan hasil pengujian, *laser dioda* memiliki tahapan karakteristik perubahan *Volt-Amper* yang disebut fase laser. Ada 3 tahapan yang berhasil diuji dan buktikan, yaitu fase emisi spontan (*spontaneous emission*), fase peralihan (*transition*), fase emisi terangsang (*stimulated emission*) dan satu sifat yang ditemukan, yaitu karakteristik divergensi cahaya (Uiga. E, 2014). Data dan variabel yang dihasilkan dapat menjadi acuan, studi bagi penelitian sehingga dapat dijadikan dasar untuk penelitian-penelitiannya selanjutnya.

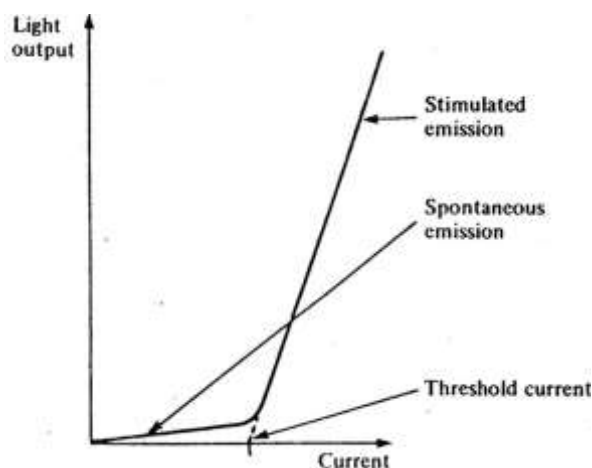
2. Kajian Literatur

a. Dasar Teori

Pertama kali, konsep cahaya laser, dengan prinsip pancaran yang dapat dibangkitkan serentak (*stimulasi emission*) idenya dikemukakan oleh Albert Einstein, pada tahun 1916. Kemudian, diwujudkan dalam bentuk piranti laser pertama diciptakan oleh T. H. Maiman, berupa teknologi cahaya laser yang operasional, dengan bahan kristal. Laser ini menggunakan bagian ini berupa kristal

warna merah delima (kristal ruby), sinar yang dihasilkan pulsa cahaya berwarna merah, pada tahun 1960. Teori Einstein yang bersifat konsep dan teoritis, tentang emisi terangsang dapat dibuktikan. Cahaya laser mempunyai sifat koherent, monochrome, dan masif. Berkas cahaya laser paralel atau 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, dibelokan, dibiaskan dan menyebar (berpendar). Berkas cahaya laser sewaktu proses menjalar di udara tetap mengikuti konsep cahaya atau prinsip Snellius, yaitu cahaya dapat diarahkan, dipantulkan, dibiaskan dan dibelokan (Endel Uiga, 1995). Penelitian ini akan menguji sifat dasar laser jenis dioda laser. Dioda laser yang digunakan berbagai kekuatan daya, yaitu 5 miliWatt, 200 miliWatt dan 1500 miliWatt (Wilson, Hawkes, 1989; Uiga, 1999; Wireless Power Consortium., 2010). Dioda Laser, juga memiliki beberapa keadaan atau tahapan (phase) karakteristik Volt-Current (Wilson, Hawkes, 1989; Endel, 2014).



Gambar 1. Grafik karakteristik suatu laser dioda (Wilson, Hawkes, 1989; Endel, 2014).

b. Kajian Literatur

Penelitian yang dilakukan oleh NASA pada tahun 2003, berkas laser dioda dapat menyalurkan energi listrik untuk pesawat terbang model. Laser yang digunakan dioda laser. Diujicoba di *Ilestones in Flight Research Center* (NASA, 2003) .

Penelitian Minarni di tahun 2003, penelitiannya tentang beberapa spektrum laser, yaitu infrared, merah dan hijau. Menggunakan teknik difraksi refleksi cahaya (Minarni dkk, 2003).

Pada bidang dan jenis laser yang sama, penerapan dilakukan oleh beberapa universitas dan perusahaan optik (Fakidis, 2017).

Penelitian tentang laser jenis laser dioda warna hijau oleh Hosne Mobarok S (Hosne Mubarok, 2019).

3. Metode Penelitian

Metode penelitian menjelaskan rancangan kegiatan, ruang lingkup atau objek, bahan dan alat utama, tempat, teknik pengumpulan data, definisi operasional variable penelitian, dan teknik analisis. Peralatan yang digunakan adalah, piranti dioda laser 5 miliWatt, 200 miliWatt, dan 1500 miliWatt. Alat ukur Multimeter, penggaris 15 meter. Prosedur penelitian, pertama kali piranti laser dioda diuji tegangan dan arus pada setiap daerah. Dilanjutkan mengukur nilai divergensi. Peralatan pendukung adalah kaca mata pelindung. Buku catatan berskala dan alat tulis.

4. Hasil dan Pembahasan

Berbagai percobaan dan pengujian dilakukan maka hasil membuktikan, bahwa diode laser hijau, memiliki tahapan karakteristik Tegangan (dalam Volt), arus (dalam miliAmper) yang disebut fase, maka diterusi langkah demi langkah. Selain itu, berdasarkan hasil percobaan, dioda laser, memiliki tahapan yang disebut daerah fase dan daerah divergensi. Adapun daerah fase yang berhasil dibuktikan, yaitu:

1. Sifat dan Karakteristik Fisika Tegangan- Arus

Pada percobaan yang dilakukan pada piranti laser, ternyata karakteristik Volt-Ampere V-I, piranti ini hampir sama dengan dioda. Hanya pada dioda laser dibagi menjadi 3 daerah fase. Dioda Laser, juga memiliki beberapa keadaan atau tahapan (phase) karakteristik Tegangan Arus (dalam Volt dan miliAmper).

Pada Fase 1: terjadi emisi spontan (Phase Spontaneous emission). Ternyata pada Fase ini, terjadi proses emisi spontan, dioda laser seperti dioda LED.

Pada Fase 2: terjadinya arus ambang (Phase Threshold current). Ternyata pada fase ini sifat dioda laser mengalami proses peralihan, perubahan terjadi secara tiba-tiba dari intensitas cahaya yang rendah menjadi terang sekali.

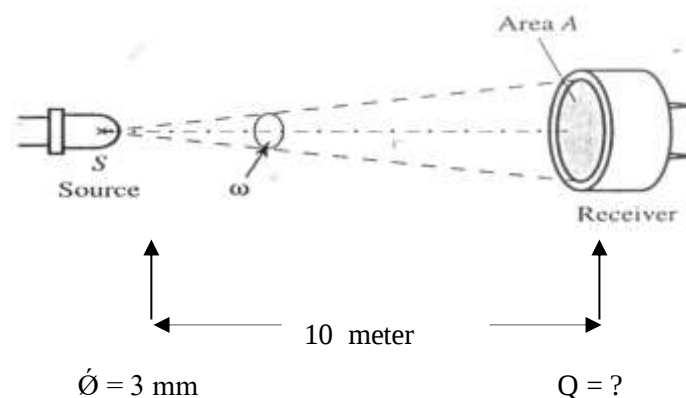
Pada Fase 3: terjadi emisi terangsang (Phase Stimulated emission). Ternyata pada fase ini sifat laser mengalami proses coherent, artinya berkas cahaya terlihat masif, paralel, dan monochromatik. Berkas cahayanya terlihat, meskipun tanpa kabut atau asap.

Dari ketiga daya yang berbeda, dapat dibuat tabel hasil pengukuran sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Pengujian Laser Dioda Berdaya 5 miliWatt, 200 miliWatt dan 1500 miliWatt.

Fase	Daya (miliWatt) LASER Dioda		
Arus Fase Tahapan Piranti dioda laser	5	200	1500
Fase emisi spontan I_{Spe}	02 - 11,72	01 - 04	01 - 11,72
Fase arus ambang I_{Tc}	12,08 - 14,72	100 - 120	200 - 380
Fase emisi terangsang I_{Se}	18,64 - 28,34	140 - 350	40 - 800

2. Pengujian Besarnya Sudut Penyebaran (*Divergensi*)



Gambar 2. Berdasarkan percobaan, konstanta divergensi (penghamburan atau penyebaran) cahaya. .

Adapun persamaan Sudut Divergensi adalah:

$$\theta = d/R \dots \dots \dots (1)$$

dimana θ = Sudut radiant (radian or degree)

D= Diameter the sphere surface (milimeter).

ω = Angular range half cone angle θ .

a. Untuk dioda laser 5 miliWatt

Setelah melakukan pengujian, konstanta radian penyebaran cahaya (divergensi) sebesar 0,00005 radian atau 0,05 mrad). Hal ini dikatakan juga besarnya sudut penyebaran 0,0286 °. Pada konstanta radian ini, berkas LASER yang semula ukurannya 3 mm (dianggap titik), berkas cahaya menyebar menjadi 5 mm setelah menempuh jarak 10 meter.

b. Untuk dioda laser 200 miliWatt

Konstanta θ , didapatkan

$$= 5 \text{ mm} / 10,000 \text{ mm}$$

$$= 0,0005 \text{ radian}$$

$$\theta = 0,5 \text{ miliradian.}$$

$$\tan^{-1} 0,0005 = 0,0286^\circ$$

Setelah melakukan pengujian berkali-kali, berdasarkan percobaan, berkas cahaya laser yang semula titik dengan ukuran 3 milimeter akan menyebar menjadi 10 milimeter (1 centimeter) setelah menempuh jarak 10 meter. Dapat dinyatakan sudut penyebaran cahaya (*divergensi*), θ sebesar 0,0005 radian atau 0,5 miliradian (0,5 mrad).

c. Untuk dioda laser 1500 miliWatt

Sudut Radiant θ merupakan sudut yang menentukan besar kecilnya penyebaran laser. Pada penelitian ini, percobaan dilakukan dengan mengarahkan berkas laser yang semula sumber berkas dengan ukuran 3 mm (dianggap titik) ke target atau sensor.

Persamaan menentukan Sudut Penyebaran, $\theta = d / R$, dengan θ = Sudut (Radian atau derajat), D = Diameter permukaan berkas lingkaran (milimeter) dan ω = Rentang sudut setengah sudut kerucut θ (derajat). Maka didapat $= 40 \text{ mm} / 14,000 \text{ mm} = 0,0028 \text{ radian}$, dan nilai $\theta = 2 \text{ mradian}$ atau $\tan^{-1} 0,0028 = 0,163^\circ$

Berdasarkan percobaan tersebut, berkas laser 1500 miliwatt, yang semula titik dengan ukuran 3 mm akan menyebar menjadi $40 \text{ mm} \times 2 = 80 \text{ mm}$ (8 cm) setelah menempuh jarak 14 meter. Dapat dinyatakan sudut terkecil penyebaran cahaya (*divergensi*), θ sebesar 0,00285 radian atau 2 miliradian.

5. Kesimpulan

Setelah melakukan pembuatan (pewujudan), pembuktian dan pengujian dalam penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Dalam percobaan, pada setiap daya dioda laser yang berbeda, ternyata memiliki sifat karakteristik Volt-Amper yang berbeda juga terutama pada tahapan/ atau fase Tegangan Arus terjadi proses emisi spontan (*Spontaneous Emission Phase*), tahapan proses fase arus ambang (*Threshold Current Phase*) dan tahapan proses fase emisi terangsang (*Stimulated Emission Phase*).
2. Besarnya sudut divergensi juga berbeda, yaitu:
 - a. Untuk dioda laser 5 miliWatt, besarnya $\theta = 0,5$ miliradian, atau sudutnya $= 0,0286^\circ$.
Berdasar percobaan, pada konstanta ini, berkas sinar laser yang semula ukurannya 3 mm akan menyebar menjadi 5 mm setelah menempuh jarak 10 meter.
 - b. Untuk dioda laser 200 miliWatt, besarnya $\theta = 0,5$ miliradian, atau sudut $= 0,0286^\circ$.
Berdasarkan percobaan, berkas laser yang semula titik dengan ukuran 3 milimeter akan menyebar menjadi 10 milimeter (1 centimeter) setelah menempuh jarak 10 meter.
 - c. Untuk piranti dioda laser 1500 miliWatt, besarnya $\theta = 2$ mradian, atau sudut $= 0,163^\circ$.
Berdasarkan percobaan tersebut, berkas cahaya laser 1500 miliwatt, yang semula titik dengan ukuran 3 mm akan menyebar menjadi 80 mm (8 cm) setelah menempuh jarak 14 meter.
3. Penelitian ini merupakan penelitian hasil dari penelitian yang berkelanjutan, dari pengujian hingga suatu prototipe.

Daftar Pustaka

- Fakidis. (2017). *Optical Wireless Energy Transfer for Self-Sufficient Small Cells*. Edinburg Research.
- Hosne Mobarok Shamim, e. (2019). Single and Multiple Longitudinal Wavelength Generation in Green Diode Lasers. *IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics* (Volume: 25, 6 Nov-Dec 2019).
- Miloni, P. W., Eberly J. H (1991). *LASER*. New York: John Wiley Interscience Publication
- NASA. (2003). Model Aircraft: Laser Powered Beaming Demonstration, Ilestones in Fight Research Center.
- Nugent T., Jordin Kare J. (2009). Laser power beaming fact sheet. Washington, North Carolina; LaserMotive, Inc.



- Packard, H. (1981). *Optoelectronics* (Fiber-optics Applications Manual). 2nd Edition, Hewlett Packard Company.
- Summerer L., Purcell O. (2009). Concepts for wireless energy transmission via laser Netherlands, ESA - Advanced Concepts Team. Netherlands.
- Ricketti, B (2015). Diode Laser Characteristics, Research Gate, Edinburgh, UK March March 2015, 100-101, 2015.
- Uiga E. (1995). *Optoelectronics*. Englewood Cliffs, New Jersey., Prentice Hall International, Inc. pp.15-49
- Wilson J., Hawkes, J. F. B (1989). *Optoelectronics, An Introduction*. 2nd ed, Prentice Hall International Series In Optoelectronics, University Press, Cambridge. 1989. pp. 190-191.
- .