



P-ISSN : 2622-1276  
E-ISSN: 2622-1284

## The 6<sup>th</sup> Conference on Innovation and Application of Science and Technology (CIASTECH)

Website Ciastech 2023 : <https://ciastech.net>

Open Conference Systems : <https://ocs.ciastech.net>

Proceeding homepage : <https://publishing-widyagama.ac.id/ejournal-v2/index.php/ciastech/issue/view/236>

# KARAKTERISTIK DAN POTENSI LASER DIODA MERAH SEBAGAI INSTRUMEN TERAPI FOTODINAMIK INAKTIVASI BAKTERI

Basitha Febrinda Hidayatulail<sup>1\*)</sup>, Subairi<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Malang

## INFORMASI ARTIKEL

### Data Artikel :

Naskah masuk, 30 November 2023  
Direvisi, 7 November 2023  
Diterima, 8 November 2023

### Email Korespondensi :

basitha@unmer.ac.id

## ABSTRAK

Laser adalah sumber cahaya yang digunakan untuk berbagai jenis aplikasi medis. Laser Diode adalah salah satu jenis laser yang digunakan dalam aplikasi medis seperti Terapi Fotodinamik dan inaktivasi Fotodinamik. Terapi Fotodinamik adalah salah satu terapi non-invasif yang digunakan untuk berbagai macam terapi seperti terapi antimikroba, terapi peremajaan kulit, terapi anti-penuaan, dan lain-lain. Terapi ini menggunakan sumber cahaya dengan karakteristik panjang gelombang tertentu yang dalam beberapa kasus menggunakan molekul yang peka terhadap cahaya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi laser dioda untuk instrumen terapi fotodinamik. Laser dioda dengan nilai panjang gelombang 660nm adalah Dioda Laser Merah yang memiliki keluaran daya 78,9 mW. Aplikasi ini menggunakan 1 cm jarak 1 cm dengan waktu pemaparan 30 detik. Hasilnya menunjukkan bahwa untuk Diode Laser ( $\lambda$ ) 660nm menggunakan input  $7,89 \times 10^{-2}$  W daya menghasilkan daya keluaran 78,86 mW; memiliki operasional suhu  $52,62^\circ$  C dan berkas cahaya  $4,3 \text{ mm}^2$ .

**Kata Kunci:** *Laser Dioda, Instrumen Cahaya, Fotodinamika, Fotoinaktivasi.*

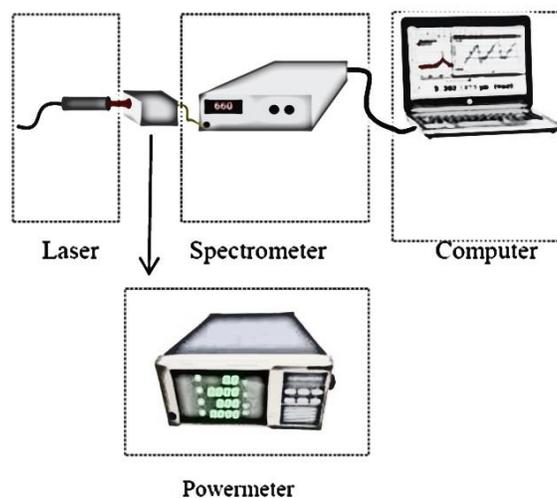
## 1. PENDAHULUAN

Sistem laser dapat diklasifikasikan sebagai laser gelombang kontinu (CW) dan laser berdenyut. Sementara sebagian besar laser gas dan sampai batas tertentu juga laser *solid-state* termasuk dalam kelompok pertama, keluarga laser berdenyut terutama mencakup laser *solid-state*, laser *excimer*, dan laser pewarna tertentu [1][2]. Cahaya merupakan salah satu komponen penting dalam terapi fotodinamik karena energi foton yang dihasilkan oleh cahaya berfungsi untuk mengaktifkan molekul fotosensitizer sehingga terjadi proses fotolistrik sebagai awal dari mekanisme fotodinamik. Cahaya yang digunakan dalam terapi fotodinamik haruslah tidak berbahaya dan merupakan cahaya tampak atau mendekati cahaya IR [3][4]. Dimulai pada akhir 1960-an, laser juga diperkenalkan pada disiplin ilmu kedokteran lainnya. Dan saat ini, berbagai jenis prosedur laser dilakukan di seluruh dunia.

Sebagian besar digunakan untuk bedah invasif minimal (MIS), istilah baru ini menggambarkan prosedur bedah tanpa kontak dan tanpa darah. Kedua karakteristik ini mendukung penggunaan laser untuk menjadi pisau bedah universal dan bantuan pengobatan. Laser Diode adalah salah satu jenis laser yang digunakan dalam aplikasi medis seperti Terapi Fotodinamik dan inaktivasi Fotodinamik. Terapi Fotodinamik adalah salah satu terapi non-invasif yang digunakan untuk berbagai macam terapi seperti terapi anti mikroba, terapi peremajaan kulit, terapi anti penuaan, dan lain-lain. Terapi ini menggunakan sumber cahaya dengan karakteristik panjang gelombang tertentu dalam beberapa kasus menggunakan molekul yang peka terhadap cahaya [5][6]. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan potensi laser dioda untuk instrumen terapi potodinamik

## 2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan untuk mengukur kestabilan laser dioda adalah dengan menggunakan laser *spectrum analyzer*. Pengukuran waktu operasional dan daya keluaran untuk mengetahui kestabilan laser. Gambar 1 merupakan diagram penelitian pengukuran kestabilan laser dioda [7][8]. yang diterima ditampilkan pada komputer. Setelah melakukan pengujian kestabilan dan daya operasi laser maka pengukuran dilanjutkan pada pengukuran daya dengan menggunakan *power-meter* digital, pengukuran temperatur operasi dengan menggunakan termometer digital dan Sinar lampu [9][10].



Gambar 1. Ilustrasi Skema Karakterisasi Laser Dioda

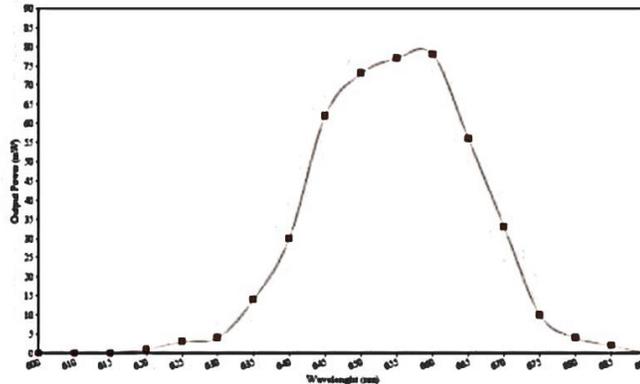
Pada penelitian ini digunakan beberapa bahan dan material, sebagai berikut:

- Laser Dioda Laser Dioda 660nm digunakan sebagai sumber cahaya. Spesifikasi nilai panjang gelombang Laser ( $\lambda$ ) 660nm, daya 200mW.
- Spektrometer digunakan untuk menganalisis spektrum laser dioda dan untuk mengkalibrasi laser dioda.
- Termometer digunakan untuk mengukur temperatur operasi laser dioda.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

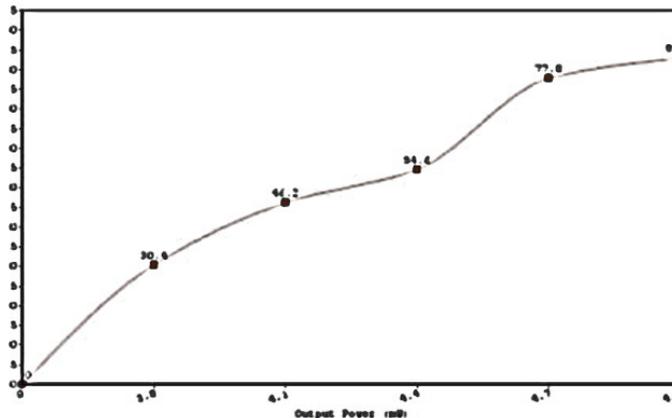
### 3.1 Daya Keluaran Laser Dioda

Karakterisasi kestabilan laser dilakukan dengan menggunakan Laser *Spectrum Analyzer*. Analisis operasi laser dioda dilakukan dalam beberapa tahap, tahap pertama adalah pengukuran panjang gelombang dengan daya keluaran yang ditunjukkan pada Gambar 2. Data ini menunjukkan bahwa dioda laser bekerja pada rentang panjang gelombang 645 nm - 665 nm dan memiliki nilai tertinggi pada panjang gelombang 660 nm dengan nilai daya keluaran 78,86 mW.



Gambar 2. Grafik daya Keluaran pada Laser diode disbanding Panjang gelombang

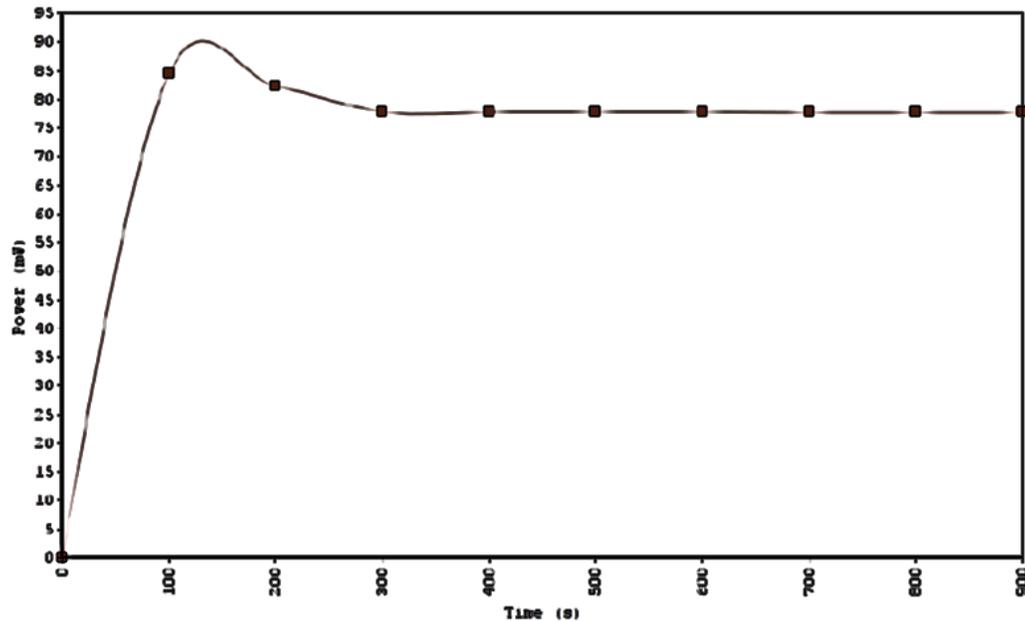
Pada gambar. 3 menunjukkan hasil pengukuran *Input to Output Power*. Untuk mengontrol nilai input dari laser digunakan *Control Unit* sehingga mengatur tegangan input dari laser dan mengetahui selisih nilai outputnya. Pada Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai input meningkat maka nilai *output* akan meningkat pula. Pada situasi ini dipilih nilai output sebesar 78,9 mW untuk melihat potensi dari nilai tersebut [11].



Gambar 3. Grafik korelasi dari daya masukan dan daya keluaran dari laser diode dengan suhu yang dihasilkan

Pada Gambar. 4 menunjukkan hasil pengukuran operasi kestabilan. Pada grafik tersebut menunjukkan bahwa pengoperasian laser dioda tidak dapat langsung mencapai nilai stabil tetapi

harus mencapai waktu tertentu. Awal pengoperasian laser dioda nilainya naik drastis pada 86,2 mW kemudian berangsur-angsur turun pada detik ke 245 pengoperasian menunjukkan nilai yang stabil pada 78,9 mW hingga 900 detik[12][13].



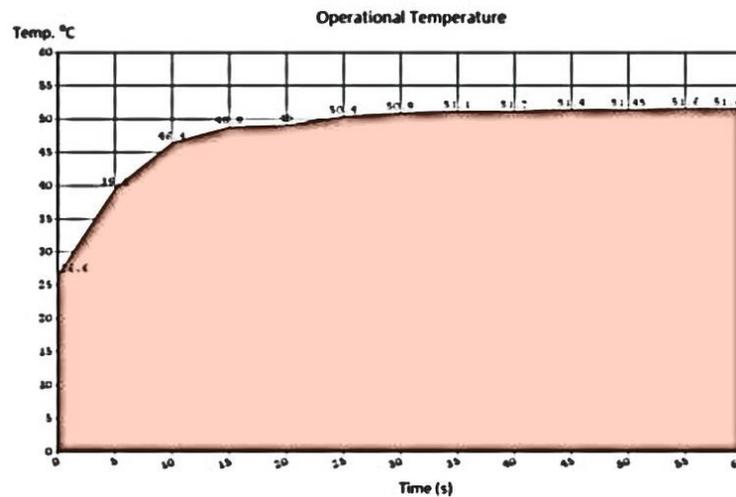
Gambar 4. Grafik stabilitas operasional daya keluaran laser diode dalam satuan waktu

### 3.2 Suhu Pengoperasian Laser Dioda

Laser dioda memiliki suhu kerja yang bergantung pada waktu penyinaran. Hal ini terjadi karena adanya reaksi fotothermal dari proses penyinaran sinar laser dengan daya tertentu. Karakterisasi temperatur kerja laser dilakukan dengan mengukur waktu penyinaran laser yang beroperasi dan diukur dengan menggunakan termometer digital. Tabel di bawah ini menunjukkan hasil temperatur kerja laser dioda [14]. Hasil grafik temperatur kerja laser dioda ditunjukkan pada Gambar. 4. Dapat dilihat bahwa temperatur kerja dioda laser berbanding lurus dengan waktu penyinaran laser. Ketika penyinaran laser memiliki waktu operasional yang lebih lama, suhu operasi umumnya mengalami peningkatan.

Tabel 1. Suhu operasional Laser Dioda

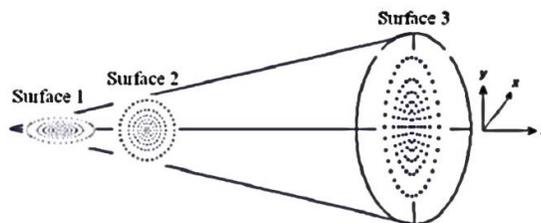
Jarak (cm)	Luas Berkas (mm <sup>2</sup> )
0	26.8
5	38.9
10	45.2
15	47.8
20	49.2
25	49.8
30	50.1
35	50.6
40	51.1
45	51.4
50	51.5
55	51.6
60	51.8



Gambar 5. Grafik daya Keluaran pada Laser diode disbanding Panjang gelombang

### 3.3 Berkas Cahaya Laser Dioda

Berkas cahaya Laser Dioda akan mengubah sinarnya setiap jarak yang ditempuh. Berkas cahaya laser dioda akan cenderung berbentuk elips dengan berbagai sudut divergensi.



Gambar 6. Gambar ilustrasi luasan berkas laser dioda

Tampak pada gambar 6, pancaran sinar laser dioda pertama (*emission strip*) akan berbentuk elips dengan diameter terbesar pada sumbu x. Selanjutnya, pada jarak (sumbu z) beberapa mikron, strip emisi laser dioda berubah menjadi bentuk lingkaran. Kemudian sinar laser dioda kembali berbentuk elips dengan diameter terbesar pada sumbu y setelah jarak yang jauh. Tabel 2 menunjukkan hasil berkas cahaya berdasarkan jarak peninaran laser.

**Tabel 2.** Hasil pengukuran jarak dan Luasan Berkas Cahaya laser dioda

Jarak (cm)	Luas Berkas (mm <sup>2</sup> )
0	0
1	4.5
2	5.1
3	6
4	6.5
5	7.1

### 3.4 Hasil Karakterisasi

Berdasarkan beberapa tahap pengujian didapatkan hasil yang ditunjukkan pada tabel. 3. Tahap pengujian pertama adalah untuk mengetahui kestabilan laser dioda, efisiensi panjang gelombang operasi laser dan untuk mengetahui daya keluaran yang paling sesuai dengan fotodinamika. Hasil dari tahap pertama ditunjukkan pada tabel 3 nomor 1-4. Tahap pengujian kedua adalah mengatur suhu operasi laser dioda yang sesuai dengan proses fotodinamika dan tidak menyebabkan kerusakan pada jaringan yang diobati, hal ini ditunjukkan pada tabel 3 nomor 5. Tahap pengujian terakhir adalah mengungkapkan luas berkas cahaya untuk menghitung luas penampang yang diobati, hal ini ditunjukkan pada tabel 3 nomor 6.

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan pada hasil pengujian yang telah dilakukan maka table 3 menunjukkan hasil karakterisasi laser diode merah.

**Tabel 3.** Hasil Karakterisasi laser dioda

Tahapan pengujian	Hasil
Panjang Gelombang ( $\lambda$ )	660
Daya Masukan	4.3 V
Daya Keluaran	78.9 mV
Waktu stabil	243 detik
Suhu Operasional	51.4 <sup>o</sup> C/45 dtk
Luas Berkas	4.3 mm <sup>2</sup> /cm

Hasil penelitian menunjukkan bahwa potensi dioda laser untuk fotodinamika dapat dilakukan pada panjang gelombang ( $\lambda$ ) 660 nm karena penyerapan sinar merah ke jaringan lebih dalam dibandingkan dengan sinar biru, dengan nilai daya keluaran 78,9 mW temperatur operasi yang diijinkan adalah kurang dari 60°C sehingga tidak menyebabkan infeksi jaringan. Waktu penyinaran maksimum adalah 30 detik untuk mencegah peningkatan suhu operasi laser. Lebar berkas cahaya adalah 4,3mm<sup>2</sup>.

## 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini sebagian didukung oleh Institute of Tropical Disease Universitas Airlangga Surabaya dan Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Selain itu kami berterima kasih atas dukungan publikasi dan penyusunan karya ilmiah dari rekan-rekan Program Studi Teknik Elektro Universitas Merdeka Malang.

## 6. REFERENSI

- [1] D. Bäuerle. (2011) *Laser Processing and Chemistry*.
- [2] Hidayatulail, B. F., Yasin, M., & Astuti, S. D. A. (2017). *Photodynamic inactivation for pathogenic bacteria: adding chlorophyll and oxygen*. Implementation of Climate Change Agreement to Meet Sustainable Development Goals (ICPSUAS 2017), 1(1), 277-280.
- [3] Oruba, Z., Łabuz, P., Macyk, W., & Chomyszyn-Gajewska, M. (2015). *Antimicrobial photodynamic therapy—A discovery originating from the pre-antibiotic era in a novel periodontal therapy*. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*, 12(4), 612-618.
- [4] Prasad, P. N. (2004). *Nanotechnology for Biophotonics: Bionanophotonics. Introduction to Biophotonics*, 520-544.
- [5] Mithun, A. M., & Yafooz, W. M. (2018). *Extended user centered design (UCD) process in the aspect of human computer interaction*. In *2018 International Conference on Smart Computing and Electronic Enterprise (ICSCEE)* (pp. 1-6). IEEE.
- [6] Kachynski, A. V., Pliss, A., Kuzmin, A. N., Ohulchanskyy, T. Y., Baev, A., Qu, J., & Prasad, P. N. (2014). *Photodynamic therapy by in situ nonlinear photon conversion*. *Nature Photonics*, 8(6), 455-461.
- [7] Maisch, T. (2007). *Anti-microbial photodynamic therapy: useful in the future?*. *Lasers in medical science*, 22, 83-91.
- [8] Sarbadhikary, P., George, B. P., & Abrahamse, H. (2022). *Paradigm shift in future biophotonics for imaging and therapy: Miniature living lasers to cellular scale optoelectronics*. *Theranostics*, 12(17), 7335..
- [9] Brancalion, L., & Moseley, H. (2002). *Laser and non-laser light sources for photodynamic therapy*. *Lasers in medical science*, 17, 173-186. .
- [10] Cho, Y. H., Oh, S. M., Choi, J. Y., & Jeong, K. H. (2023). *Acne treatment based on selective photothermolysis with topically delivered light-absorbing platinum nanoparticles*. *Lasers in Medical Science*, 38(1), 125.
- [11] Qian, H. S., Guo, H. C., Ho, P. C. L., Mahendran, R., & Zhang, Y. (2009). *Mesoporous-silica-coated up-conversion fluorescent nanoparticles for photodynamic therapy*. *small*, 5(20), 2285-2290.
- [12] Hidayatulail, B. F., & Mujahidin, I. (2019). *Potential Of 77, 78 Mw Red Diode Laser For Photodynamic*. *Journal of Electrical Engineering, Mechatronic and Computer Science*, 2(2), 45-48.
- [13] Kim, M., Lee, J. H., & Nam, J. M. (2019). *Plasmonic photothermal nanoparticles for biomedical applications*. *Advanced Science*, 6(17), 1900471.
- [14] Hu, H., Feng, W., Qian, X., Yu, L., Chen, Y., & Li, Y. (2021). *Emerging Nanomedicine-Enabled/Enhanced Nanodynamic Therapies beyond Traditional Photodynamics*. *Advanced Materials*, 33(12), 2005062.