

## APLIKASI LASER GALLIUM-ALUMINIUM-ARSENIDE UNTUK TERAPI PENYEMBUHAN LUKA

<sup>1)</sup>Buyung Prakarsa Perdana, <sup>2)</sup>Apriani Kusumawardhani  
Laboratorium Rekayasa Fotonika, Jurusan Teknik Fisika  
Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya  
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111  
Telp : +628123003434, Email : buyung\_nt@yahoo.com

### ABSTRAK

Lasere merupakan suatu gelombang elektromagnetik yang dapat berinteraksi dengan biological tissue dengan efek samping bergantung dari daya dan exposure yang diterima oleh biological tissue tersebut. Hal inilah yang dijadikan sebuah dasar penggunaan lasere untuk berbagai macam aplikasi penyembuhan luka. Pada paper ini akan dipaparkan aplikasi sebuah lasere dengan bahan semikonduktor yakni Gallium-Aluminium-Arsenide yang memiliki panjang gelombang 800-nm untuk terapi penyembuhan luka pada kulit.

Metode terapi yang dilakukan adalah penyinaran lasere dengan objek percobaan yaitu kulit hewan tikus yang telah dilukai. Penyinaran dilakukan tanpa menyentuh kulit (non invasive). Penggunaan lasere GaAlAs didasarkan pada daya keluaran yang dihasilkan relatif kecil berkisar antara 3-5 mWatt. Parameter yang diamati pada proses terapi ini adalah daya keluaran lasere yang diberikan ( $P$ ), variasi panjang gelombang lasere ( $\lambda$ ), distribusi intensitas, diameter berkas pada lasere dan kecepatan penyembuhan luka pada tikus itu sendiri.

Dari hasil terapi yang dilakukan menggunakan lasere GaAlAs dengan daya sebesar 5 mWatt, didapatkan kesimpulan untuk daya tertentu yang dihasilkan oleh lasere, proses penyembuhan luka pada kulit tikus mencapai 100% pada hari ke 19. Metode terapi dengan menggunakan lasere daya rendah seperti ini masih terus dikembangkan untuk keperluan medis lainnya.

**Kata kunci** : Lasere GaAlAs, terapi, penyembuhan luka

### I. PENDAHULUAN

Ditemukan pada 1960, LASER (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) sudah banyak diaplikasikan di bidang pengobatan, termasuk pembedahan, penyakit gigi, penyembuhan rasa sakit, dan radang sendi rheumatoid (Kawalec, 2004). Pengembangan teknologi lasere sebagai alat non invasive untuk penyembuhan pada luka masih terus dilakukan.

Beberapa macam lasere yang terus dikembangkan antara lain: Helium-Neon, Gallium-Arsenide, Gallium-Aluminium-Arsenide (GaAlAs), Nd:YAG, Carbon Dioxide, Ruby, dan Argon.

Seorang ilmuwan mengemukakan bahwa jaringan lunak dan cairan di dalam tubuh sebenarnya bergetar. Getaran ini hampir sama dengan rentang frekuensi pada *low level* lasere. Sel yang sakit adalah sel yang kekurangan makanan dan ketika sel tersebut disinari dengan *low level* lasere pada rentang frekuensi yang tepat, maka sel tersebut akan menjadi pulih sedikit dan semakin sehat. Dalam sebuah jurnal dituliskan karakteristik *low level* lasere meningkatkan regulasi gen-gen yang terlibat dalam proses penyembuhan luka (Wheeland, 2003).

Dari latar belakang yang telah dipaparkan, dapat diambil beberapa permasalahan pada penelitian ini antara lain:

- Bagaimana mengaplikasikan lasere GaAlAs yang akan digunakan untuk terapi penyembuhan luka
  - Bagaimana mendapatkan data karakteristik lasere GaAlAs
  - Bagaimana pengaruh radiasi lasere GaAlAs terhadap proses penyembuhan luka
- Tujuan penelitian ini antara lain:
- Mengaplikasikan lasere GaAlAs untuk terapi penyembuhan luka
  - Mendapatkan karakteristik lasere GaAlAs yang akan diradiasikan sebagai alat terapi untuk proses penyembuhan luka

Untuk menghindari meluasnya permasalahan, maka dalam pengerjaan tugas akhir ini terdapat beberapa batasan masalah yaitu sebagai berikut:

- Lasere yang digunakan adalah Lasere Diode GaAlAs tipe SLD104U dengan panjang gelombang ( $\lambda$ ) 800-nm
- Karakteristik-karakteristik lasere GaAlAs yang akan diambil adalah daya keluaran lasere (*output power*), variasi panjang gelombang yang dikeluarkan dalam berkas lasere, serta profil berkas lasere

- Objek yang akan dijadikan bahan percobaan untuk terapi penyembuhan luka adalah hewan tikus

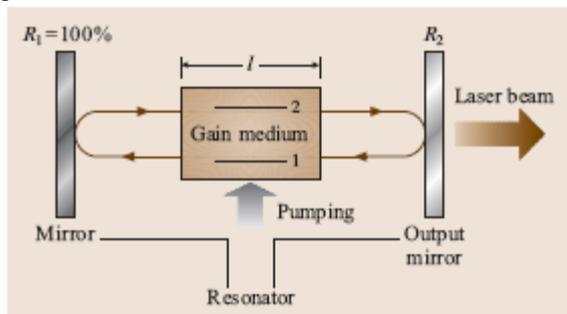
**1.1 Prinsip Laser**

Terjadinya laser sudah diramalkan jauh hari sebelum dikembangkannya mekanika kuantum. Pada tahun 1917, Albert Einstein mempostulatkan pancaran imbas pada peristiwa radiasi agar dapat menjelaskan kesetimbangan termal suatu gas yang sedang menyerap dan memancarkan radiasi. Menurut dia ada 3 proses yang terlibat dalam kesetimbangan itu, yaitu : serapan, pancaran spontan (disebut *fluorensi*) dan pancaran terangsang (atau *lasing* dalam bahasa Inggrisnya, artinya memancarkan laser).

Terdapat beberapa komponen utama pada laser yaitu :

- sebuah medium yang dapat menguatkan cahaya yang merupakan proses dasar dari *stimulated emission*
- sebuah *pump source* yang menciptakan sebuah *population inversion* pada medium
- dua cermin yang berfungsi sebagai resonator atau rongga optik dimana cahaya ditangkap dan dijalankan maju mundur diantara kedua cermin

Komponen-komponen di atas dapat dilihat pada gambar berikut :



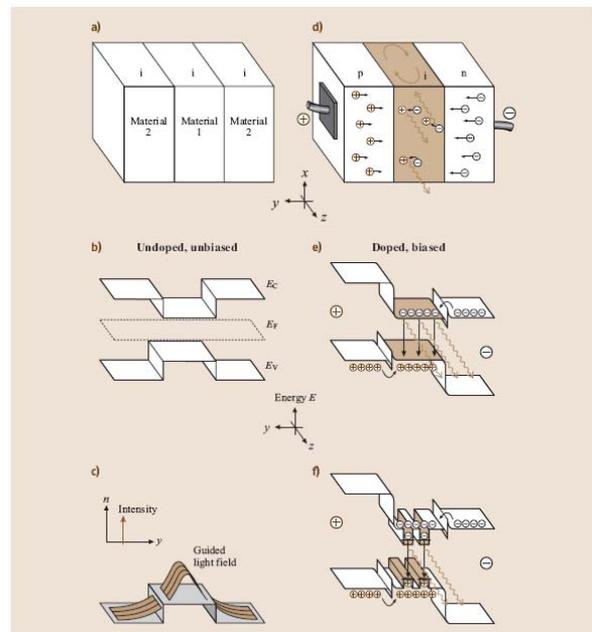
Gambar 1. Komponen utama pada laser

**1.2 Laser Semikonduktor**

Proses laser semikonduktor mirip dengan kerja LED biasa. Pancaran fotonnya disebabkan oleh bergabungnya kembali elektron dan lubang (hole) di daerah sambungan PN-nya. Bahan semikonduktor yang dipakai harus memiliki gap energi yang langsung, agar dapat melakukan radiasi foton tanpa melanggar hukum kekekalan momentum. Oleh sebab itulah laser semikonduktor tidak pernah menggunakan bahan seperti silikon maupun germanium yang gap energinya tidak langsung.

Di sebagian daerah deplesi terjadi inversi populasi jika sambungan PN diberi tegangan maju, daerah ini disebut lapisan aktif. Daerah deplesi adalah

daerah di sekitar sambungan PN yang tidak memiliki pembawa muatan listrik bebas. Pada saat dilakukan injeksi arus listrik melalui sambungan, elektron-elektron di pita konduksi pada lapisan aktif dapat bergabung kembali dengan lubang-lubang di pita valensi. Untuk arus injeksi yang kecil penggabungan ini terjadi secara acak dan menghasilkan radiasi, proses ini adalah yang terjadi pada LED. Tetapi apabila arus injeksinya cukup besar, pancaran terangsang mulai terjadi di daerah lapisan aktif. Lapisan ini berfungsi pula sebagai rongga resonansi optisnya, sehingga laser akan terjadi sepanjang lapisan ini. Pelapisan seperti yang dilakukan pada cermin di sini tidak diperlukan lagi karena bahan diode sendiri sudah mengkilap (metalik), cukup bagian luarnya digosok agar dapat memantulkan sinar yang dihasilkan dalam lapisan aktif. Secara skematik dapat dilihat pada gambar berikut :



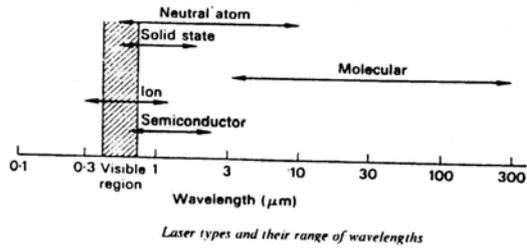
Gambar 2. Beberapa fenomena yang terjadi pada lapisan semikonduktor

**1.3 Properti Laser**

Berikut ini adalah karakteristik keluaran laser yang berhubungan dengan penelitian ini yang diambil dari beberapa referensi.

- Panjang Gelombang**  
 Panjang gelombang keluaran bergantung pada level energi dari transisi yang terjadi dan juga panjang gelombang yang beresonansi dalam kaviti optik. Transisi-transisi elektron pada laser atom netral, *solid-state*, dan semikonduktor menghasilkan panjang gelombang keluaran dalam daerah cahaya tampak dan *near-infrared*, panjang gelombang keluaran laser-laser ion berada dalam daerah cahaya tampak dan *near-ultraviolet*. Panjang gelombang keluaran dari transisi-transisi molekular berenergi rendah umumnya berada dalam daerah

middle dan far-infrared. Range panjang gelombang keluaran dari tipe-tipe laser yang berbeda tersebut ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 3. Tipe laser dan range panjang gelombang

• Daya Keluaran

Hanya sebagian dari densitas fluks foton internal yang meninggalkan resonator dalam bentuk cahaya yang bermanfaat. Densitas fluks foton output merupakan bagian dari densitas fluks foton internal yang merambat menuju *mirror* 1( $\phi/2$ ) dan ditransmisikan oleh *mirror* tersebut. Jika transmisi dari *mirror* tersebut adalah T, maka densitas fluks foton output adalah :

$$\phi_0 = \frac{\tau\phi}{2} \quad (1)$$

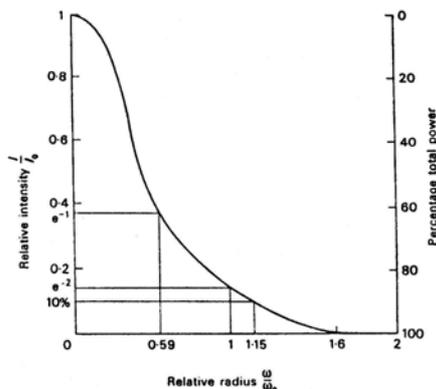
Hubungan intensitas optik dari keluaran laser ( $I_0$ ) adalah :

$$I_0 = \frac{h\nu\tau\phi}{2} \quad (2)$$

dan output power dari laser adalah  $P_0 = I_0A$ , dimana A adalah luas penampang berkas laser.

• Diameter Berkas dan Distribusi Intensitas

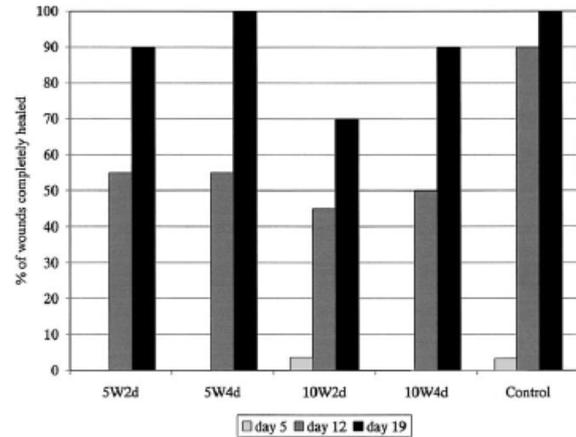
Dapat dilihat pada gambar di bawah sebuah hubungan Variasi intensitas relatif dan persentasi total power terhadap radius untuk suatu berkas Gaussian :



Gambar 4. Grafik fungsi radius relatif terhadap intensitas

II. HASIL

Hasil untuk persentase penyembuhan luka dapat dilihat pada grafik di bawah ini:



Gambar 5. Grafik penyembuhan luka pada kulit tikus<sup>[1]</sup>

Pada hari ke 5, penyembuhan luka mencapai 3.6% pada sub kelompok 10W2d dan 3.3% pada sub kelompok kontrol. Pada sub kelompok lain dapat dilihat masih belum ada perkembangan pada persentase penyembuhan luka. Pada hari ke 12, penyembuhan luka mencapai 90% untuk sub kelompok kontrol. Proses ini lebih cepat dibandingkan pada dua sub kelompok 5W yang hanya mencapai 55%. Pada sub kelompok 10W4d penyembuhan luka mencapai 55% dan 45% pada sub kelompok 10W2d. Pada hari ke 19, seluruh proses penyembuhan luka telah mencapai 100% pada sub kelompok 5W4d, dan 90% pada sub kelompok 5W2d dan 10W4d. Hal ini kontras dengan yang terjadi pada sub kelompok 10W2d yang hanya mencapai 70% sampai hari ke 19.

III. KESIMPULAN

Terapi dengan menggunakan laser Gallium Aluminium Arsenide dengan panjang gelombang 800-nm dan daya 5 mWatt, proses penyembuhan luka pada kulit tikus mencapai 100% pada hari ke-19. Hasil ini sama dengan proses penyembuhan luka tanpa menggunakan terapi. Dapat diambil kesimpulan terapi dengan menggunakan laser dengan daya yang sesuai tidak bersifat merusak jaringan (tissue) biologi.

REFERENSI

[1] Kawalec, J.S., Hetherington, V.J., Pfennigwerth, T.C., Dockery, D.S., and Dolce, Marc, July 2004. *Effect of a Diode Laser on Wound Healing by Using Diabetic and Nondiabetic Mice*. The Journal of Foot & Ankle Surgery. 214, 216-217,219

[2] THOR. 2007. Low Level Laser Therapy (LLLT) for Wound Healing, <<http://www.thorlaser.com/wound/clinical-research.htm>>