

## ANALISIS KEROPOS PADA PENGELASAN LASER MIKRO KAPSUL TERAPI KANKER LAJU DOSIS RENDAH

DK Yoga <sup>✉</sup> A Pujiyanto, M Subechi, R Awaludin

Pusat Radioisotop dan Radiofarmaka BATAN

### Info Artikel

*Sejarah Artikel:*  
Diterima Februari 2013  
Disetujui Maret 2013  
Dipublikasikan April 2013

*Keywords:*  
cancer therapy;  
microcapsules;  
laser welding

### Abstrak

Salah satu terapi pengobatan kanker adalah dengan menggunakan radioaktif yang dimasukkan ke dalam mikrokapsul untuk diimplan ke dalam jaringan tubuh pasien yang terkena kanker. Mikrokapsul terbuat dari bahan Ti6Al4V ditutup menggunakan las laser. Pada saat pengelasan terjadi proses perubahan fase padat ke cair dan sebaliknya. Proses pendinginan dalam pengelasan yang terlalu cepat dapat menyebabkan keropos karena adanya gas yang terjebak pada saat pemadatan. Waktu pencairan dan pemadatan pada pengelasan laser dipengaruhi oleh pulsa berkas laser dan aliran gas selubung. Pada penelitian ini digunakan las laser Nd-YAG dengan bentuk pulsa *trapezium* pada frekuensi 5 Hz, pada daya 300 W dan 400 W serta variasi aliran gas selubung 20,18,15 dan 12 l/min. Hasil pengelasan setelah dibelah dan diamati menggunakan mikroskop stereo ditemukan adanya lobang keropos pada sampel las dengan aliran gas 20 l/min dan efisiensi energy laser turun dengan penambahan panjang durasi pulsa laser pada fase pendinginan. Untuk mencegah adanya keropos, pengelasan efektif menggunakan aliran gas 15 l/min.

### Abstract

*Microcapsules containing radioisotope is one of methods used for cancer treatment. It is put in the microcapsule to be implanted to the body tissues of patient who is affected by cancer. The microcapsule was made of Ti6Al4V and sealed by using laser welding. A phase change from solid to liquid or vice versa occurred during the welding process. A fast cooling time in welding process can cause a loss of porosity due to a gas entrapment during solidification. The melting and solidification time of laser welding were affected by laser beam pulse and the flow of sealed gas. In this study, Nd-YAG laser was used in a shape of trapezium pulse. The study was carried out with a frequency, power and sealed gas flow of 5Hz, 300 and 400 W, and 20, 18, 15, 12 l/min, respectively. The welding product after splitting was further observed using a stereo microscope. The result revealed that a porous hole was found in welding samples in a gas flow of 20 l/min and a decrease of laser energy exist by the increasing of long duration laser pulses in cooling time. Laser welding process was also found to be effective in gas flow of 15 l/min.*

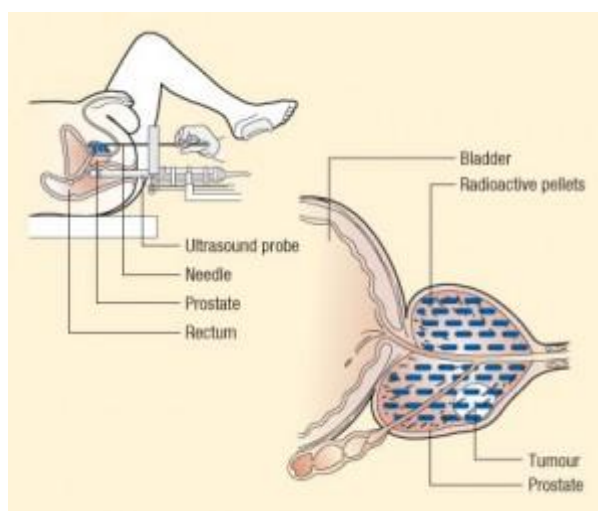
© 2013 Universitas Negeri Semarang

<sup>✉</sup> Alamat korespondensi:  
E-mail: [mipa.jurnal@gmail.com](mailto:mipa.jurnal@gmail.com)

## Pendahuluan

Hingga saat ini kanker masih merupakan penyakit yang mematikan. Angka kematian akibat kanker di dunia diperkirakan akan meningkat 45% dari tahun 2007 hingga 2030 (7,9 hingga 11,5 juta penderita). Sementara itu di beberapa negara berkembang kanker menempati urutan kedua sebagai penyakit yang mematikan setelah penyakit jantung (Dash *et al.* 2006).

Salah satu metoda penyembuhan kanker adalah terapi dengan bahan radioaktif, baik dosis tinggi maupun dosis rendah. Terapi kanker dengan bahan radioaktif dosis rendah dapat dilakukan dengan menggunakan Iodium-125 yang dilapiskan pada kawat perak, dikemas dalam mikro kapsul dari bahan titanium dan ditutup dengan menggunakan las laser. Setelah dilakukan pengujian kebocoran dan sterilisasi, mikro kapsul ini kemudian diimplan ke dalam jaringan yang terkena kanker (Kelkar 2011).



**Gambar 1.** Pemakaian mikrokapsul untuk terapi kanker prostat

Kualitas pengelasan yang tidak baik, terutama kebocoran dan keropos pada sambungan las dapat mempengaruhi paparan radioaktif yang keluar dari mikro kapsul. Adanya keropos dapat mempengaruhi kepadatan tutup mikrokapsul, sehingga pancaran radioaktif yang keluar dari sumber di dalam mikrokapsul dapat tidak merata, sehingga tidak sesuai dengan perhitungan.

Ketika proses pengelasan berlangsung, terjadi perubahan fase padat ke cair dan sebaliknya. Selama proses pengelasan permukaan benda kerja yang terkena berkas laser (mencair) dilindungi dengan gas selubung untuk mencegah terjadinya oksidasi. Sebagian gas pelindung ikut masuk ke dalam logam yang sedang mencair dan jika proses menjadi padat berlangsung cepat, dapat mengakibatkan terjebaknya gas ini di dalam logam dan terjadilah keropos pada daerah pengelasan.

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis penyebab terjadinya keropos pada daerah pengelasan dan berusaha mendapatkan penga-

turan parameter yang tepat sehingga tidak terjadi keropos.

## Metode

Penelitian ini menggunakan mesin las laser Nd-YAG untuk mengelas mikro kapsul dari bahan Ti6Al4V. Selain mikrokapsul, pengelasan juga dilakukan pada kawat titanium dengan bahan dan diameter yang sama untuk melihat tembusan pengelasan. Metode pengelasan dengan cara pelelehan pada posisi vertikal. Penelitian ini dilakukan dengan membandingkan variasi lama fase pendinginan dengan cara pengaturan gelombang laser dan variasi laju aliran gas selubung. Bentuk pulsa yang dipergunakan adalah bentuk trapezium dengan variasi durasi fase pendinginan 1,2,3, ms. Variasi laju aliran gas selubung menggunakan variasi 20,18,15 dan 12 l/min.

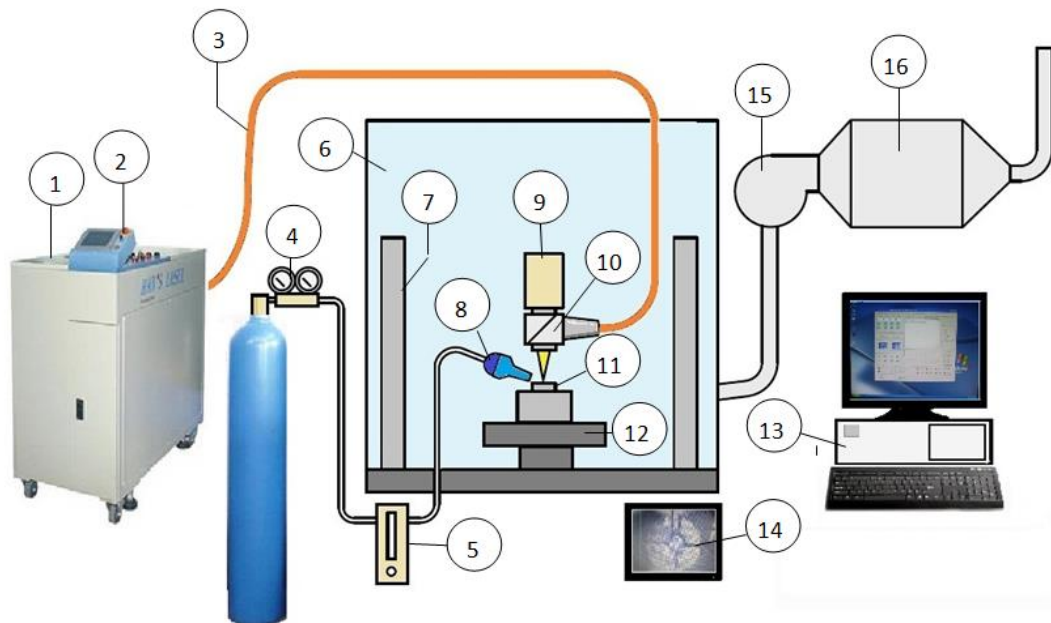
Hasil pengelasan selanjutnya dipotong dengan menggunakan ampelas, dipoles dan dietsa

menggunakan *Kroll's reagent* untuk dilihat hasil tembusanya (Gambar 2). Pengamatan hasil tembusan menggunakan mikroskop digital stereo.

Mesin laser yang dipergunakan adalah mesin laser Nd-YAG type PB 50A dari Han's Laser dengan spesifikasi ditunjukkan pada pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Spesifikasi mesin laser

Daya laser maksimal	50 W
<i>Maximum peak power</i>	5 W
Energy pulsa laser maksimal	50 J
Lebar pulsa	0,1 - 50 ms
Frekuensi	1- 100 Hz



**Gambar 2.** Skematik alat las laser

Keterangan :

- |                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| 1. Mesin pembangkit laser             | 9. Kamera CCD                             |
| 2. Panel control pengatur laser       | 10. Kolimator dan pemfokus                |
| 3. Kabel serat optic penghantar laser | 11. Pemegang benda kerja ( <i>chuck</i> ) |
| 4. Tabung dan regulator gas selubung  | 12. Meja penggerak                        |
| 5. Pengatur tekanan gas selubung      | 13. PC pengatur gerakan meja              |
| 6. <i>Work station</i>                | 14. Layer monitor pengelasan              |
| 7. Perisai radiasi                    | 15. <i>Exhaust fan</i>                    |
| 8. Nozel gas selubung                 | 16. <i>HEPA filter</i>                    |

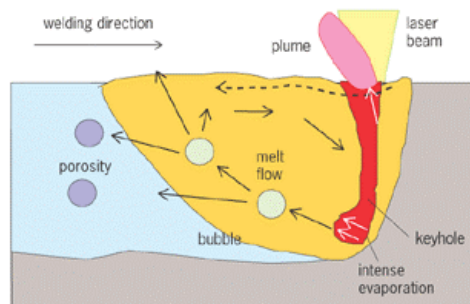
## Hasil dan Pembahasan

Ketika proses pengelasan berlangsung sebagian logam yang terkena berkas laser akan mencair dan terjadi aliran logam cair seperti pada Gambar 3, dimana sebagian dari gas selubung ikut masuk dalam cairan logam. Karena berat jenisnya gas akan kembali naik dan keluar dari logam cair, namun jika pendinginan terjadi terlalu cepat maka dapat mengakibatkan beberapa gelembung gas terjebak di dalam dan membeku sebagai lobang kecil yang menyebabkan keropos (*porous*).

Pengaturan waktu pencairan dilakukan dengan penambahan durasi *cooling zone*. Bentuk pulsa laser yang dipergunakan pada penelitian ini adalah pulsa trapesium dengan pengaturan waktu *coupling* 0.1 ms, *fusion zone* 4 ms, dan *cooling* 1, 2 dan 3 ms. Penggunaan energi 90%, 80% dan 70% dari *full power*. Data dari pengaturan bentuk pulsa terlihat pada Tabel 2. Dan hasil pengelasan ada pada Tabel 3.

Dari data hasil pengelasan terlihat penambahan waktu pendinginan dengan menambah durasi *cooling zone* pada pulsa laser dapat diperoleh pelelehan yang lebih baik dan pendinginan tidak ditemukan adanya keropos. Namun penambahan durasi pendinginan (*cooling zone*) meningkatkan penggunaan daya dari laser. Karena itu pencegahan keropos pengelasan dengan cara ini berdampak pada pemakaian daya laser yang lebih besar.

Selain dipengaruhi oleh pengaturan durasi *cooling zone*, kecepatan pendinginan dipengaruhi pula oleh laju aliran gas selubung, yang ditiupkan untuk mencegah terjadinya oksidasi. Hasil pengelasan dengan beda aliran laju gas selubung dengan pengaturan frekuensi : 5 Hz, energi laser: 1.22 J , rata-rata daya: 6.10 W, energi lampu: 70 J, energi laser: 0.99 J, efisiensi: 1.41, daya Penuh: 0.3 kW. dan diperoleh hasil seperti pada Tabel 4. Pada gambar potongan hasil pengelasan pada Tabel 4 terlihat bahwa semakin kecil laju aliran gas pendingin, semakin baik pembekuan yang terjadi.

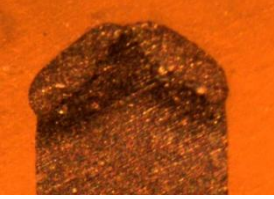

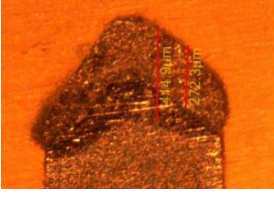


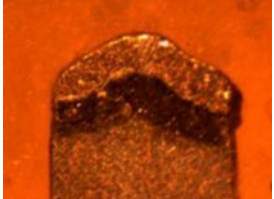

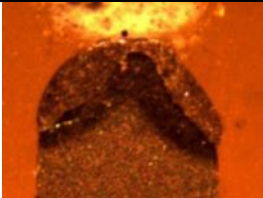



**Gambar 3.** Diagram aliran material ketika pengelasan

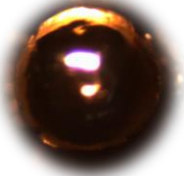
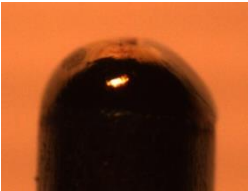
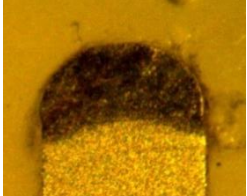
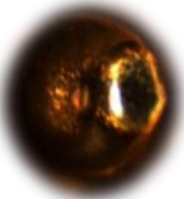
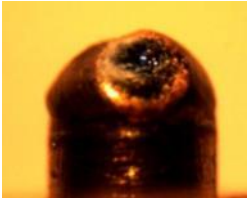
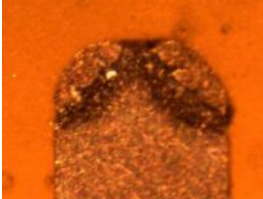
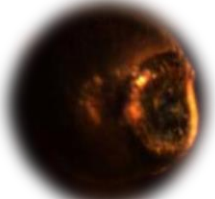

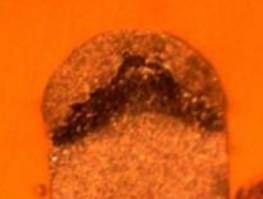
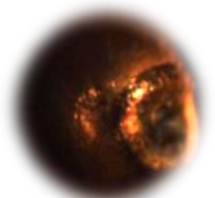
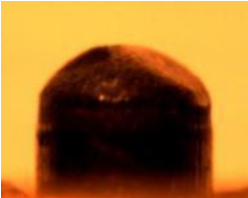
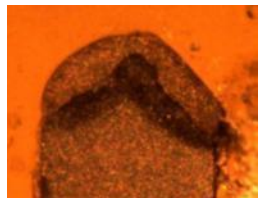
**Tabel 2.** Ringkasan data pengelasan variasi pulsa

No	Power (W)	energi laser (J)	energi lampu (J)	durasi (ms)	cooling time (ms)	P max (%)
1	6.1	1.22	70	5.1	1	90
2	6.8	1.36	78	6.1	2	90
3	7.45	1.49	89	7.1	3	90
4	5.05	1.14	62	5.1	1	80
5	6.05	1.21	69	6.1	2	80
5	7.04	1.41	80	7.1	3	80
6	4.74	0.95	54	5.1	1	70
7	5.3	1.05	61	6.1	2	70
8	5.8	1.15	69	7.1	3	70

**Tabel 3.** Potongan melintang hasil pengelasan

	1(ms)	2(ms)	3 (ms)
90%			
80%			
70%			

**Tabel 4.** Hasil pengelasan dengan beda aliran gas

Aliran gas Argon	Tampak atas	Tampak samping	Potongan melintang
20 l/min			
18 l/min			
15 l/min			
12 l/min			

Dari gambar potongan hasil las diketahui pengelasan dengan aliran argon 20 dan 18 l/min terlihat adanya lobang kecil, dan tidak ditemukan pada pengelasan dengan laju aliran gas argon 15 dan 12 l/min.

### Penutup

Dari hasil penelitian ini dapat diambil kesimpulan: dalam pengelasan laser pengaturan durasi gelombang pulsa mempengaruhi proses perubahan fase padat dan cair dalam proses pengelasan, Keropos pada pengelasan dapat terjadi akibat gelembung gas yang terjebak ketika proses pendinginan yang terlalu cepat, Pencegahan keropos pengelasan dapat dilakukan dengan menurunkan laju aliran gas selubung.

### Daftar Pustaka

Dash A, Saxena SK, Manolkar RB, Shanta A, Majali MA, & Venkatesh M. 2006. *Development of miniature* <sup>125I</sup>

- Sources for The Treatment of Eye and Prostate Cancers*, Final report of a coordinated research project IAEA- TECDOC 1512, Vienna, June 2006
- Fuerschbach PW & Eislation GR. 2002. Effect of Laser Spot Weld energy and Duration on Melting and absorption, *Science and Technology of Welding and Joining*. 7(4): 241-246
- Katayama S, Uchiumi S, Mizutani M, Wang J & Fujii K. Penetration and Porosity Prevention Mechanism in YAG Laser-MIG hybrid laser Welding. 2007. *J Light Metal Welding Construction*. 44 (3): 99-109
- Kelkar G. *Pulsed Laser Welding*, WJM Technology, <http://www.welding-consultant.com> diunduh 29 Juli 2011.
- Lee HK, Han HS. 2005. Optimization of Nd:YAG laser welding Parameter for Sealing Small Titanium Tube Ends, *Material Science and Engineering A*. 415: 149-155
- WHO. 2008. Are the number of cancer cases increasing or decreasing in the world? <http://www.who.int/features/qa/15/en/index.html> diunduh 21/11 / 2011