

**PENGARUH JARAK LASER HEAD TERHADAP DIAMETER SPOT
PADA PEMOTONGAN POLYMETHYL METHACRYLATE
MENGUNAKAN MESIN LASER CUTTING**

Braam Delfian Prihadianto¹, Gesang Nugroho²

¹)Departemen Teknik Mesin, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada

²) Depaertemen Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada
braam_delfian@ymail.com¹, gesang.nugroho@ugm.ac.id²

Abstrak

Kata Kunci:

diameter spot; laser cutting; laser head; polymethyl methacrylate.

Laser cutting merupakan salah satu proses digunakan sebagai alternatif dari permesinan konvensional yang memiliki kualitas pemotongan baik dan meminimalkan terjadinya kerusakan produk. Cara kerja dari laser cutting adalah dengan mengarahkan output dari daya laser tinggi pada material yang akan dipotong, material kemudian meleleh, terbakar, menguap oleh gas, dan menghasilkan tepi dengan permukaan dengan kualitas baik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jarak laser head dari mesin laser cutting terhadap diameter spot yang dihasilkan pada material polymethyl methacrylate (PMMA). Pada penelitian ini digunakan mesin laser dengan daya 60 watt dan variasi jarak laser head dengan interval 1 mm pada jarak 1 – 28 mm. Untuk mendapatkan nilai diameter spot dilakukan pengukuran menggunakan stereo zoom microscope dengan perbesaran 30 X dan dilakukan mapping. Hasil penelitian didapatkan nilai diameter spot sebesar 0,229 – 0,990 mm. Faktor yang berpengaruh terhadap nilai diameter spot adalah daya laser yang digunakan dan jarak laser head terhadap material.

Abstract

Keywords:

spot diameter; laser cutting; laser head; polymethyl methacrylate.

Laser cutting is one of the processes used as an alternative to conventional machinery that has good cutting qualities and minimizes product damage. The workings of laser cutting is to direct the output of high laser power on the material to be cut, the material then melts, burns, evaporates by gas, and produces edges with a good quality surface. This study aims to determine the effect of laser head distance from the laser cutting machine on the spot diameter produced on the polymethyl methacrylate (PMMA) material. This study used a laser machine with 60 watts of power and variation of laser head distance with an interval of 1 mm at a distance of 1-28 mm. Spot diameter value was gained measurement from using stereo zoom microscope with 30 X magnification and mapping. The result shows that the spot diameter was 0,229 - 0,990 mm. The factors that affect the value of spot diameter is the laser power used and laser head distance from the material.

✉Alamat korespondensi :

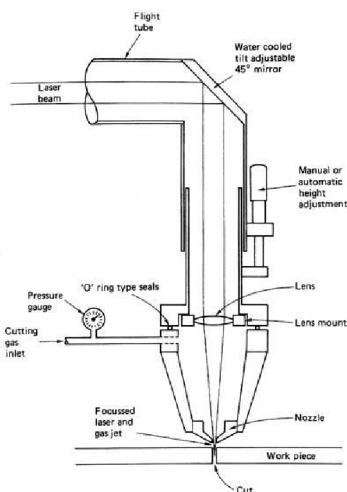
E-mail : braam_delfian@ymail.com

ISSN : 2087 - 1627

1. Pendahuluan

Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation atau biasa disebut dengan laser merupakan suatu proses terjadinya penguatan cahaya melalui emisi radiasi yang terstimulasi. Laser merupakan suatu alat yang memancarkan gelombang elektromagnetik melewati suatu proses yang dinamakan emisi spontan. Berkas laser pada umumnya bersifat koheren, dimana berkas cahaya yang dipancarkan tidak menyebar dan rentang frekuensinya kecil atau sempit (*monochromatic light*) [6]. Jika cahaya tersebut dipantulkan oleh cermin (*reflective mirror*), lama kelamaan intensitasnya menjadi lebih tinggi sehingga mampu menembus cermin dan terbentuklah sinar laser [1]. Berdasar sifat yang dimiliki oleh sinar laser, sehingga sinar laser dapat berupa *laser infra red*, *laser ultra violet*, *laser X-ray* atau *laser visible* [6].

Salah satu jenis laser yang paling banyak digunakan khususnya pada dunia industri adalah laser CO₂ (*carbon dioksida*). Keunggulan yang dimiliki dari laser CO₂ adalah efisiensi yang tinggi dan *output* daya yang tinggi. Besarnya *output* daya berkisar antara 5 – 20% dari *input* daya untuk sinar yang dihasilkan dan itu merupakan nilai tertinggi yang dihasilkan oleh laser jika dibandingkan dengan jenis laser gas tipe lainnya. Panjang gelombang laser CO₂ antara 9 – 11 μm sehingga dengan panjang gelombang tersebut laser CO₂ dapat digunakan untuk material organik, keramik, dll [4].

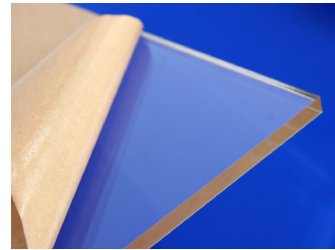


Gambar 1. Skema *laser cutting* [7]

Laser cutting merupakan salah satu proses yang sering digunakan sebagai alternatif dari pemrosesan konvensional. Kelebihan dari *laser cutting* adalah hasil pemotongan yang memiliki kualitas baik dan mencegah kerusakan produk yang dihasilkan. Mesin *laser cutting* memiliki kepresisian intensitas yang tinggi dalam pemotongan logam, selain itu laser aided cutting dalam dunia manufaktur dapat digunakan untuk memotong berbagai macam material seperti logam,

kayu, kaca, dan plastik [2]. *Laser cutting* bekerja dengan mengarahkan *output* dari daya laser tinggi pada material yang akan dipotong kemudian meleleh, terbakar, menguap oleh gas, dan meninggalkan tepi dengan permukaan yang berkualitas tinggi akibat pengaruh dari diberikannya gas nitrogen [7]. Skema dari *laser cutting* dapat dilihat pada Gambar 1. Penelitian ini difokuskan untuk mengetahui pengaruh jarak *laser head* pada mesin *laser cutting* CO₂ terhadap diameter *spot* yang dihasilkan pada material *polymethyl methacrylate* (PMMA) ketebalan 3 mm.

2. Material



Gambar 2. *Polymethyl methacrylate*

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah *polymethyl methacrylate* (PMMA) atau biasa disebut dengan *acrylic* dengan ketebalan 3 mm seperti terlihat pada Gambar 2 dengan sifat dari material *polymethyl methacrylate* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. *Polymethyl methacrylate properties* [6]

<i>Young modulus</i>	(GPa)	3,2
<i>Tensile strength</i>	(MPa)	35 – 62
<i>Elongation</i>	(%)	5 – 70
<i>Compressive strength</i>	(MPa)	28 -97
<i>Yeild strength</i>	(MPa)	48 – 97
<i>Thermal expansion</i>	(e-6/°C)	48 – 80
<i>Thermal conductivity</i>	(W/m.°K)	0,000729
<i>Spesific heat</i>	(J/kg.°K)	5,344
<i>Melting temperature</i>	(°C)	160
<i>Density</i>	(Kg/m ³)	1.190

3. Alat

3.1 Mesin Laser

Mesin laser yang digunakan pada penelitian ini adalah mesin laser CO₂ kapasitas 80 Watt dengan dimensi area kerjanya adalah 1500 x 1240 mm dan digunakan untuk pengerjaan material non logam seperti yang terlihat pada Gambar 3. Untuk

memaksimalkan kinerja dari mesin laser CO₂ ini ditambahkan peralatan pendukung seperti *water chiller* dan kompresor.



Gambar 3. Mesin *laser cutting* CO₂

Jenis *laser head* yang digunakan pada mesin *laser cutting* CO₂ ini adalah tipe 4" *laser head* yang merupakan *laser head* yang berfungsi untuk melakukan pemotongan pada material tebal, penggolongan tipe *laser head* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Tipe dan ukuran *laser head* [5]

Type	Laser Dot Size	Function
Standard head	0,0039" (0,099 mm)	Common cutting and engraving
HR head	0,0020" (0,050 mm)	Engraving high quality picture and cutting very thin material
4" laser head	0,0078" (0,198 mm)	Cutting thick material

3.2 Alat Ukur

Adapun alat ukur yang digunakan dalam penelitian ini adalah *stereo zoom microscope* seperti terlihat pada Gambar 4. Alat ukur ini berfungsi untuk mengukur diameter *spot* yang dihasilkan dari pemotongan material dengan mesin laser dengan perbesaran hingga 30 X dan dilakukan *mapping* hasil untuk mengetahui diameter *spot* laser dengan skala 1 mm : 64 garis.



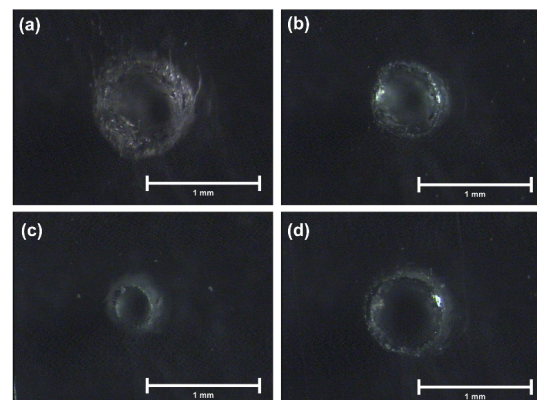
Gambar 4. *Stereo zoom microscope*

4. Pengujian

Pengujian dilakukan di Laboratorium Teknologi Mekanik Departemen Teknik Mesin dan Industri Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada dan Laboratorium Bahan Teknik Departemen Teknik Mesin Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada. Pengujian dilakukan dengan menembakkan laser pada spesimen pada jarak *laser head* 1 – 28 mm (interval 1 mm) dengan daya 30 dan 60 Watt dan dilakukan sebanyak 3 titik setiap pengujian. Penembakan laser pada pengujian ini dilakukan pada kondisi *laser head* dalam keadaan diam atau statis, sehingga diameter *spot* laser yang dihasilkan tidak terpengaruh oleh kecepatan potong.

5. Hasil dan pembahasan

Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 5. dimana *spot* yang terjadi dilakukan pengukuran dengan menggunakan *stereo zoom microscope* perbesaran 30 X dan dilakukan *mapping* hasil untuk mengetahui diameter *spot* laser dengan skala 1 mm : 64 garis pada tiap sisi spesimen *polymethyl methacrylate* (PMMA) ketebalan 3 mm. Pengukuran diameter *spot* dilakukan pada sisi atas dan sisi bawah dari spesimen dan didapatkan perbedaan hasil antara diameter *spot* pada sisi atas dan sisi bawah, nilai rata-rata perbedaan diameter *spot* yang terjadi adalah 0,51 mm. Dikarenakan adanya perbedaan diameter *spot* yang dihasilkan antara sisi atas dan bawah, maka untuk pembahasan selanjutnya yang digunakan adalah nilai diameter *spot* pada sisi bawah.



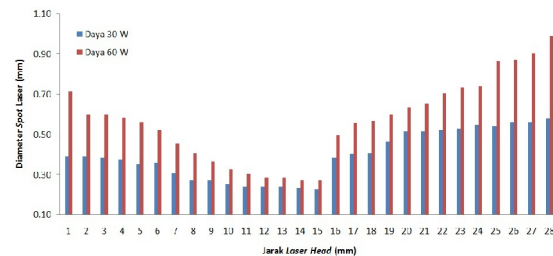
Gambar 5. Diameter *spot* laser pada daya 30 Watt dengan jarak *laser head* (a) 8 mm, (b) 11 mm, (c) 15 mm, dan (d) 19 mm

Tabel 3. Hasil pengukuran diameter *spot* laser

Jarak <i>Laser Head</i> (mm)	Diameter (mm)	
	Daya 30 W	Daya 60 W
1	0,391	0,714
2	0,391	0,599
3	0,385	0,599
4	0,375	0,583
5	0,354	0,563
6	0,359	0,521
7	0,307	0,453
8	0,271	0,406
9	0,271	0,365
10	0,255	0,328
11	0,240	0,302
12	0,240	0,286
13	0,240	0,286
14	0,234	0,271
15	0,229	0,271
16	0,385	0,495
17	0,401	0,557
18	0,406	0,568
19	0,464	0,599
20	0,516	0,635
21	0,516	0,651
22	0,521	0,703
23	0,526	0,734
24	0,547	0,740
25	0,542	0,865
26	0,563	0,870
27	0,563	0,906
28	0,578	0,990

Nilai diameter *spot* yang tersebut memiliki nilai lebih kecil dibandingkan diameter *spot* yang

dihasilkan pada daya 60 Watt yaitu 0,271 - 0,990 mm. Pada jarak 1 – 15 mm, bertambahnya jarak *laser head* menghasilkan diameter *spot* laser yang semakin kecil, sedangkan pada jarak *laser head* 16 – 28 mm bertambahnya jarak *laser head* menghasilkan diameter *spot* laser yang semakin besar. Selain itu besarnya daya yang digunakan berpengaruh terhadap nilai diameter *spot* yang dihasilkan, semakin tinggi daya laser yang digunakan membuat diameter *spot* laser semakin besar. Sehingga dari Gambar 6. terlihat bahwa diameter *spot* laser mencapai nilai minimum pada jarak *laser head* sejauh 15 mm.

Gambar 6. Grafik diameter *spot* laser

Diameter *spot* laser minimum yang dihasilkan pada daya 30 Watt sebesar 0,229 mm dan pada pemotongan dengan daya 60 Watt sebesar 0,271 mm. Jika dibandingkan dengan diameter *spot* laser yang direkomendasikan Laser GRAV seperti pada Tabel 2., maka terdapat selisih nilai diameter *spot* laser yang dihasilkan. Pada Tabel 3. untuk 4" *laser head* dihasilkan diameter *spot* laser atau *laser dot size* sebesar 0.198 mm, sehingga terdapat selisih sebesar 0,031 mm untuk daya 30 Watt dan sebesar 0,073 mm pada daya 60 Watt.

Perbedaan diameter *spot* laser yang terjadi antara yang direkomendasikan dengan hasil pengujian terjadi karena ada perbedaan kondisi pada saat laser ditembakkan dan hembusan angin pada saat laser mengenai *polymethyl methacrylate* (PMMA), sehingga laser yang mengenai material membuat nilai diameter *spot* laser semakin besar. Pada pengujian ini dilakukan dengan menembakkan laser tanpa menggunakan pendingin udara, sehingga pada saat penembakan terjadi pelebaran diameter karena panas yang diterima material tidak didinginkan secara langsung. Untuk mengurangi pengaruh udara luar, mesin *laser cutting* CO₂ harus dikondisikan dalam keadaan tertutup baik pada sisi samping maupun atas dan bawah.

6. Kesimpulan

Pada penelitian yang telah dilakukan didapatkan nilai diameter *spot* *polymethyl methacrylate* (PMMA) ketebalan 3 mm adalah 0,229 - 0,578 mm pada pengujian dengan daya 30 Watt dan nilai diameter *spot* sebesar 0,271 - 0,990 mm pada pengujian dengan daya 60 Watt. Besarnya

daya yang digunakan berpengaruh terhadap nilai diameter *spot* yang dihasilkan, semakin tinggi daya laser yang digunakan membuat diameter *spot* laser semakin besar. Sedangkan untuk jarak laser head, Pada jarak 1 – 15 mm, bertambahnya jarak *laser head* menghasilkan diameter *spot* laser yang semakin kecil, sedangkan pada jarak *laser head* 16 – 28 mm bertambahnya jarak *laser head* menghasilkan diameter *spot* laser yang semakin besar. Sehingga parameter daya laser dan jarak *laser head* berpengaruh terhadap diameter *spot* yang dihasilkan dan diameter *spot* laser memiliki nilai minimum saat jarak *laser head* sejauh 15 mm.

Daftar Pustaka

- [1] Baskoro, A. S, Herwandi, Ismail, KGS., Ssiwanta, A., Kiswanto, G., *Analysis of Cutting Process of Materials Using Low Power Laser Diode and CO₂. International Journal of Mechanical & Mechatronics Engineering IJMME-IJENS Vol : 11 No : 06.*, 2011.
- [2] Dubey, A., K., Yadava, V., *Laser Beam Machining*, International Journal of Machine Tools & Manufacture 48 : 609-628., 2008.
- [3] Herwandi, *Analisis Proses Pemotongan dan Sintering Pada Bahan Polymer Menggunakan Laser Diode Daya Rendah*, FT UI, 2011.
- [4] Hitz, Breck., Ewing, J.J., Hecht, Jeff., *Introduction To Laser Technology (Thrid Edition)*, 2001.
- [5] <http://thunderlaser.com> (diakses 15 September 2014)
- [6] Ismail, KGS., M, 2012, *Analisis Fabrikasi perangkat Mikrofluidik Pada Material Acrylic Menggunakan Laser CO₂ Daya Rendah*, FT UI, 2012.
- [7] Samarya, Y., T., Sulianti, M., M., Parangin-angin, B., Situmorang, M., *Aplikasi Laser CO₂ Untuk Pemotongan (Cutting) Material Menggunakan Mesin CNC (Control Numeric Computer)*. JSF Vol. 1 No. 1/2013.