



Pengaruh Persentase Power dan Kecepatan Potong Terhadap Nilai Tegangan Tarik Pada Proses Pemotongan dengan Laser Cutting

Onery Andy Saputra^{a,*}, Anwar Nurharyanto^b, Sudiro^c

^{a,b,c} Teknologi Rekayasa Otomotif, Politeknik Indonusa Surakarta, Jln KH. Samanhuri, No. 31. Kota Surakarta, Indonesia.

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Diterima 28 Desember 2023

Diterima setelah direvisi 11 Desember 2023

Disetujui 11 Desember 2023

Kata kunci:

Laser cutting

Acrylic

Tegangan tarik

Abstract- This research was conducted to determine the tensile stress of an object that was cut using a laser cutting machine. The purpose of this study is to determine the strength changes in the workpiece caused by cutting using laser cutting based on power and cutting speed. The workpiece used in this study is a polymer type Polymethylmethacrylate (PMMA) or better known as acrylic. This study uses variations in the amount of power and cutting speed, namely 50% power with a cutting speed of 5 mms, 50% power with a cutting speed of 10mms, 70% power with a cutting speed of 5 mms and 70% power with a cutting speed of 10 mms. From the results of tensile stress testing, the amount of power and speed of acrylic cutting affects the tensile stress of the workpiece. The greater the acrylic cutting power will reduce the tensile stress value of the workpiece by 11.4%. The faster the acrylic cutting will reduce the tensile stress value by 10.7%.

Intisari-Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui tegangan tarik sebuah benda yang dilakukan proses pemotongan menggunakan mesin laser cutting. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan kekuatan pada benda kerja yang disebabkan oleh pemotongan menggunakan laser cutting berdasarkan power dan kecepatan pemotongan. Benda kerja yang di pakai dalam penelitian ini adalah polymer jenis Polymethylmethacrylate (PMMA) atau yang lebih dikenal dengan acrylic. Penelitian ini menggunakan variasi besarnya power dan kecepatan potong yaitu power 50% dengan kecepatan potong 5 mms, power 50% dengan kecepatan potong 10mms, power 70% dengan kecepatan potong 5 mms dan power 70% dengan kecepatan potong 10 mms. Dari hasil pengujian tegangan tarik menghasilkan besarnya power dan kecepatan pemotongan akrilik berpengaruh terhadap tegangan tarik benda kerja. Semakin besar power pemotongan akrilik akan memperkecil nilai tegangan tarik benda kerja sebesar 11,4%. Semakin cepat pemotongan akrilik akan memperkecil nilai tegangan tarik sebesar 10,7%.

1. Pendahuluan

Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, atau lebih dikenal dengan sebutan Laser adalah terjadinya penguatan cahaya melalui emisi radiasi yang terstimulasi. Ketika suatu atom berada pada tingkat ekstansi, kemudian disinari disinari dengan foton yang sesuai maka elektron pada tingkat terekeitasi ini akan turun ke tingkat energy yang lebih rendah dengan memancarkan foton. Jika cahaya ini mengenai atom lain yang berdekatan, amak akan lebih banyak lagi cahaya yang dilepaskan dan bila terjadi reaksi berantai yang terus menerus sehingga atom – atom

mengeluarkan cahaya secara bersamaan. Cahaya yang dihasilkan tersebut dipantulkan oleh cermin – cermin khusus sehingga membuat baiknya intensitas dan koheren, dimana berkas cahaya yang dipancarkan tidak menyebar dan rentang frekuensinya kecil (*monochromatic light*)[1].

Teknologi manufaktur berkembang sangat pesat saat ini. Salah satunya pada proses pemotongan menggunakan teknologi laser cutting, teknologi tersebut sangat populer dibidang industri manufaktur[2]. Laser cutting dapat digunakan untuk pemotongan material non logam seperti polymer dan MDF. Jenis – jenis polymer banyak sekali digunakan didalam beberapa industry[3]. Jenis polymer tersebut antara lain Polyethylen (PE),

* Corresponding Author:

E-mail:onery@poltekindonusa.ac.id (Onery Andy Saputra)

Polycarbonate (PC), Polymethylmethacrylate (PMMA) atau biasa disebut dengan *acrylic*, *Polyvinylchloride* (PVC) dan *thermoset plastic*[4]. Material polymer sangat susah di kerjakan dengan alat konvensional, sehingga laser cutting lebih efektif untuk mengerjakan material jenis polymer tersebut karena hasilnya lebih cepat dalam pengerjaan, lebih presisi dan hasil pengerjaan lebih halus[5].

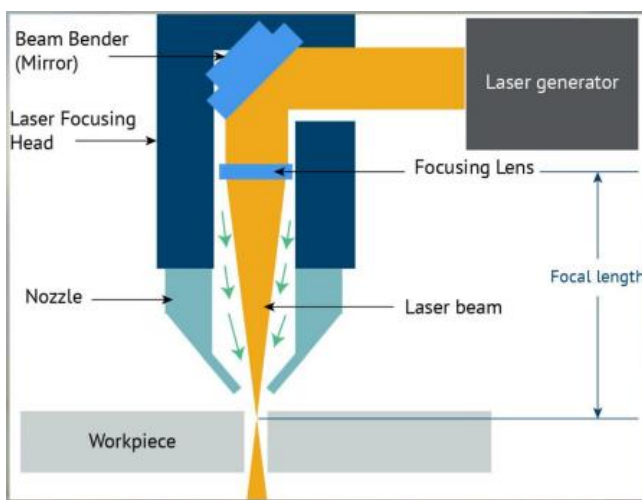
Pemanfaatan polymer saat ini sudah sangat luas, sehingga diperlukan penelitian mengenai karakteristik dari hasil pemotongan polymer. Data penelitian mengenai karakteristik akan sangat membantu pada saat dibutuhkan hasil pemotongan yang harus memiliki kekuatan, keakuratan atau kekerasan yang sesuai dengan kebutuhan.

Dalam penelitian ini akan membahas bagaimana pengaruh power besarnya api pada laser dan kecepatan pemotongan terhadap kekuatan tarik material. Material yang dipakai pada penelitian ini adalah Polymethylmethacrylate (PMMA) atau yang lebih dikenal dengan acrylic.

1.1 Laser Cutting

Empat puluh tahun setelah penemuan Houldcroft, pemotongan laser ada dimana – mana. Saat ini tidak hanya digunakan pada pemotongan logam saja, plastic, akyu, kertas, karbon, tekstil, lkeramik juga dipotong menggunakan laser. Laser berasal dari resistor yang mengirimkan seberkas cahaya intens yang dipantulkan melalui sistem cermin ke kepala pemotongan. Di dalam kepala pemotongan, laser difokuskan melalui lensa dan dipersempit menjadi sinar yang sangat tipis dan terkonsentrasi. Ketika resonator menghasilkan laser, cermin mengarahkan sinar kea rah yang diperlukan dan lensa memfokuskan pada titik yang diperlukan. Kristal atau gas membantu memberikan arah yang lebih tepat dan memperkuat sinar laser.

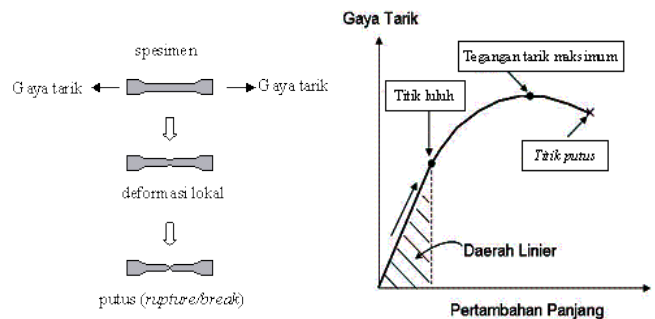
Pemfokussannya juga melipatgandakan kekuatan pemotongannya. Kebanyakan pemotong laser menggunakan control ketinggian kapasitif untuk menjaga jarak yang kaurat antara benda kerja dan ujung nosel, yang merupakan titik keluar sinar laser. Kesenjangan ini akan menentukan kualitas potongan. Pemotongan lasen dilakukan dengan cara meleleh, menguap, atau membakar. Gas terkompresi seperti oksigen dan nitrogen juga keluar dari ujung nosel dan membuang sisa – sisa cair dari geritan. Meskipun semua laser cutting dibuat dengancara kerja yang sama, keduanya berbeda karena setiap jenis laser meiliki rentang daya tertentu. Masin – masing dapat digunakan untuk memotong jenis ketebalan bahan yang berbeda[6].



Gambar 1. Mesin Laser Cutting

1.2 Uji Tarik

Sifat mekanik dari suatu bahan dapat diketahui dengan melakukan pengujian terhadap bahan tersebut. Ada beberapa metode pengujian yang dapat dilakukan, yaitu uji tarik (*tensile test*), uji tekan (*compression test*), uji torsi (*torsion test*), dan uji geser (*shear test*). Dalam penelitian ini akan membahas tentang hasil uji tarik acrylic pada proses laser cutting. Uji tarik merupakan pengujian dengan cara menarik sebuah bahan menggunakan mesin uji tarik untuk mengetahui bagai mana pengaruh tenaga tarik yang akan bereaksi dengan bahan dan akan terlihat pertambahan panjang dari bahan dari sini akan dihasilkan berapa besar tegangan tarik yang dimiliki sebuah bahan. Pengujian ini dilakukan sesuai dengan standar ASTM D-638 Tipe I[7]. setelah mengujian tarik kita akan mendapatkan sebuah kurva yang menggambarkan profil reaksi bahan terhadap kekuatan tarik yang diberikan. Kurva ini menunjukkan pengaruh kekuatan tarik terhadap perubahan pandang dari bahan. Profil seperti ini yang dibutuhkan untuk melakukan perancangan sebuah bahan.



Gambar 2. Kurva Strain dan Stress pada Uji Tarik

Untuk nilai uji tarik dapat dihasilkan menggunakan persamaan seperti berikut :

Tegangan (Stress):

$$\sigma = \frac{F}{A} \tag{1}$$

Dimana :

F = gaya tarikan
A = luas penampang

Regangan (Strain):

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L} \tag{2}$$

Dimana :

ΔL = pertambahan panjang,
L = panjang awal

Hubungan antara teganga dan regangan dapat dirumuskan:

$$E = \sigma / \epsilon \tag{3}$$

Dimana :

E = modulus elastisitas

1.3 Variasi Penelitian

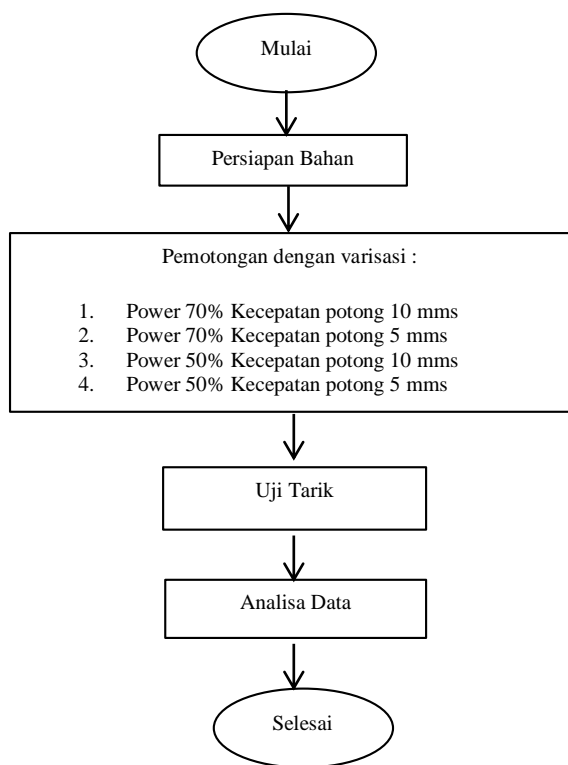
Pada penelitian ini menggunakan variasi power dan kecepatan pemakanan. Variasi power dimaksudkan power yang digunakan mesin untuk mengatur besarnya api yang digunakan dalam pemotongan. Power menggunakan para merer persen dari arus yang digunakan mesin. Arus pada mesin pada penelitian ini sebesar 60 Watt. Dalam penelitian ini menggunakan 4 variasi yaitu :

- a. Power 50 %, Kecepatan Potong 5 mms
- b. Power 50%, Kecepatan potong 10 mms
- c. Power 70 % Kecepatan potong 5 mms
- d. Power 70% Kecepatan potong 10 mms

2. Metode Penelitian

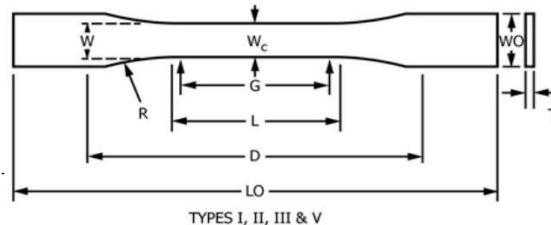
Metode penelitian adalah suatu rancangan penelitian yang memberikan arah bagi pelaksanaan penelitian sehingga data yang diperlukan dapat terkumpul. Penelitian menggunakan metode eksperimen yang mana dilakukan dengan mengetahui pengaruh power laser cutting dan kecepatan pemotongan terhadap nilai uji tarik dari acrylic.

Adapun langkah yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir di bawah ini.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

Pengujian tarik adalah salah satu jenis pengujian yang merusak benda uji. Dalam pengujian ini menggunakan standar uji tarik yang sesuai dengan ASTM D-638 dengan dimensi benda kerja dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Benda Kerja Uji Tarik

Dimana ukuran benda uji dapat dilihat pada table 1.

Table 1. Dimensi Benda Kerja Uji Tarik

Dimensi	Type I	Type II
W = lebar bagian sampel	13 mm	6mm
L = panjang bagian sempit	57 mm	57mm
Wo = Lebar keseluruhan	19mm	19mm
Lo = Panjang keseluruhan	165 mm	183mm
G = panjang Pengukur	50 mm	50m
D = jarak antara penjepit	115 mm	135mm
R = Radius milet	76 mm	76mm

3. Alat dan Bahan

3.1 Polymethylmethacrylate (PMMA)

Polymethylmethacrylate (PMMA) atau yang biasa disebut dengan acrylic, dalam penelitian ini menggunakan acrylic dengan ketebalan 2 mm. Benda kerja dapat dilihat pada gambar 5 dibawah ini.



Gambar 5. Benda Kerja Uji Tarik

3.2 Mesin Uji Tarik

Proses pengujian tarik dilakukan di laboratorium Universitas Muhammadiyah Surakarta yang diperlihatkan pada Gambar 3.9. Hasil pengujian tarik adalah nilai gaya tarik maksimal dan regangan. Nilai gaya tarik maksimal digunakan untuk menghitung kekuatan tarik komposit sesuai dengan ASTM D638.

Kapasitas yang dimiliki mesin ini adalah :

- Merek : Geotech Testing Machine
- Test speed range : 1 mm/min
- Kapasitas : 5000 Kg



Gambar 6. Mesin Uji Tarik

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil

Dari hasil pengujian tarik dapat diperoleh data seperti yang di tampilkan pada table

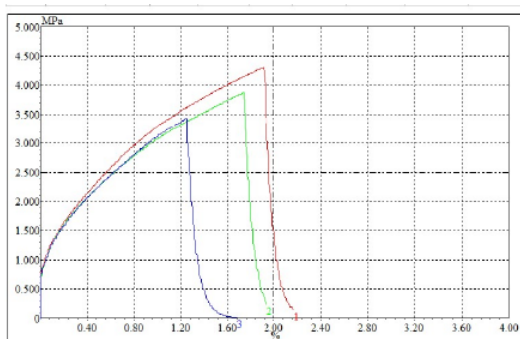
Tabel 2. Hasil Uji Tarik

Power (%)	Kecepatan Potong (mms)	Tegangan Tarik (N)
50	5	123.966
50	10	111.255
70	5	111.8087
70	10	101.0357

Tabel diatas menunjukkan bahwa tegangan tarik terendah sebesar 101.0357N di miliki oleh benda kerja dengan variasi power 70 % dan kecepatan potong 10 mms. Tegangan tarik tertinggi sebesar 123.0357N dimiliki oleh benda kerja dengan variasi power 50% dan kecepatan potong 5 mms.

Variasi power juga terlihat mempengaruhi secara signifikan terhadap tegangan tarik benda kerja. Power yang besar akan memperkecil tegangan tarik pada benda kerja, dan sebaliknya semakin kecil power yang diberikan maka tegangan tarik semakin baik.

Variasi kecepatan juga memberikan dampak yang besar terhadap hasil tegangan tarik. Semakin lambat kecepatan potong maka tegangan tarik semakin besar dan sebaliknya.



Gambar 7. Kurva Uji tarik Variasi 50% kecepatan potong 5 %

4.2 Pembahasan

Pengaruh variasi power pemotongan akrilik terhadap hasil tegangan tarik menunjukkan adanya pengaruh pada benda kerja. Nilai prosentase pengaruh dari power pemotongan adalah sebesar 11,4%. Semakin kecil power yang digunakan maka semakin kuat benda kerja dalam uji tarik. Hal ini senada dengan Nugroho [1] yang menjelaskan bahwa semakin besar power yang digunakan maka besar tingkat leleh dari material akrili, dampak yang ada yaitu terjadinya perubahan struktur pada akrilik yang berdampak pada kekuatan tarik benda kerja.

Pengaruh variasi kecepatan pemotongan pada akrilik terhadap hasil tegangan tarik menunjukkan adanya pengaruh pada benda kerja. Nilai prosentase pengaruh dari kecepatan pemotongan adalah sebesar 10,7%. Semakin lambat pemotongan maka semakin kuat benda kerja pada saat dilakukan uji tegangan tarik. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian M.Sharifi and M. Akbari [3] menunjukkan bahwa kecepatan pemotongan akan mempengaruhi hasil dari pemotongan pada dinding akrilik. Dengan pemotongan yang lambat maka proses pemotongan akan berjalan sempurna sehingga ikatan antar molekul pada benda kerja semakin baik, tidak terjadi kerusakan dinding akrilik akibat kecepatan pemotongan. Dengan dinding yang halus maka titik retaknya akan semakin kecil, berbeda dengan kecepatan yang tinggi maka proses pemotongan yang kurang sempurna akan berdampak pada dinding yang bergerigi dan titik tersebut menjadi titik terlemah yang menjadikan uji tegangan tarik menjadi putus.

5. Simpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diperoleh kesimpulan.

1. Besarnya power dan kecepatan pemotongan akrilik berpengaruh terhadap tegangan tarik benda kerja.
2. Semakin besar power pemotongan akrilik akan memperkecil nilai tegangan tarik benda kerja sebesar 11,4%.
3. Semakin cepat pemotongan akrilik akan memperkecil nilai tegangan tarik sebesar 10,7%.

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih kami ucapkan kepada Direktur Politeknik Indonusa Surakarta beserta jajarannya yang telah memfasilitasi pelaksanaan penelitian ini. Terima kasih juga kami ucapkan kepada rekan – rekan dosen Program Studi Teknologi Rekayasa Otomotif atas saran dan masukan dalam menyelesaikan penelitian ini.

Referensi

[1] G. Nugroho, “Pengaruh Perubahan Kecepatan dan Daya terhadap Lebar Celah Laser pada Mesin Laser Cutting Kapasitas 60 Watt dengan Material Akrilik,” pp. 224–231, 2015.

[2] H. Pang and T. Haecker, “Laser Cutting with annular intensity distribution,” *Procedia CIRP*, vol. 94, no. March, pp. 481–486, 2020, doi: 10.1016/j.procir.2020.09.168.

[3] M. Sharifi and M. Akbari, “Experimental investigation of the effect of process parameters on cutting region temperature and cutting edge quality in laser cutting of AL6061T6 alloy,” *Optik (Stuttg.)*, vol. 184, pp. 457–463, 2019, doi: 10.1016/j.ijleo.2019.04.105.

-
- [4] A. B. Khoshaim, A. H. Elsheikh, E. B. Moustafa, M. Basha, and E. A. Showaib, "Experimental investigation on laser cutting of PMMA sheets: Effects of process factors on kerf characteristics," *J. Mater. Res. Technol.*, vol. 11, pp. 235–246, 2021, doi: 10.1016/j.jmrt.2021.01.012.
- [5] M. Madić, S. Mladenović, M. Gostimirović, M. Radovanović, and P. Janković, "Laser cutting optimization model with constraints: Maximization of material removal rate in CO2 laser cutting of mild steel," *Proc. Inst. Mech. Eng. Part B J. Eng. Manuf.*, vol. 234, no. 10, pp. 1323–1332, 2020, doi: 10.1177/0954405420911529.
- [6] Sculpteo, "Laser cutting: The ultimate guide," 2016.
- [7] P. Materials, E. I. Materials, P. Matrix, C. Materials, and P. Specimens, "Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics 1," no. January 2004, pp. 1–15, 2006, doi: