

PENGARUH KECEPATAN DAN DAYA PEMOTONGAN MESIN CUTTING LASER TERHADAP MATERIAL THERMOPLASTIC POLY-URETHANE

Ade Irvan Tauvana, Lukman Nulhakim, Widodo, Ferdi Saepurohman
Teknologi Rekayasa Manufaktur, Politeknik Enjineri Indorama, Purwakarta
e-mail: ade.irvan@pei.ac.id

Abstrak

Proses pemotongan material Thermoplastic Poly-Urethane (TPU) menggunakan mesin cutting laser dengan menggunakan besaran kecepatan dan juga power pemotongan. Material Thermoplastic Polyurethane merupakan salah satu material polimer berjenis termoplastik, dan memiliki sifat biodegradable, biocompatible, tidak beracun, fleksibilitas serta elongisitas yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh besaran power terhadap kualitas dan juga pengaruh besaran kecepatan terhadap hasil serta waktu pemotongan. Metode yang digunakan mulai dari pembuatan pola pada komputer yang selanjutnya ditransfer ke mesin cutting laser setelah itu dilakukan proses pemotongan. Penelitian ini menggunakan besaran parameter kecepatan 20 mm/s, 50 mm/s serta 80 mm/s dan juga menggunakan besaran daya pemotongan sebesar 40%, 45% serta 50%. Dari hasil dari penelitian ini dapat diketahui bahwa hasil pemotongan menggunakan besaran parameter kecepatan 50 mm/s dan daya 45% merupakan hasil potongan terbaik. Semakin besar paramter kecepatan yang digunakan maka waktu pemotongan juga semakin cepat, dan juga pada pengujian yang dilakukan dengan menggunakan besaran parameter kecepatan serta daya yang terlalu besar atau terlalu kecil terdapat hasil pemotongan yang cacat, cacat yang terdapat pada hasil pemotongan berupa sobekan dan juga lelehan.

Kata Kunci : Cutting, Laser, Thermoplastic Poly-Urethane (TPU), Kecepatan, Daya

Abstract

The process of cutting Thermoplastic Poly-Urethane (TPU) material using a laser cutting machine using speed and cutting power. Thermoplastic Polyurethane (TPU) material is a type of thermoplastic polymer material, and has biodegradable, biocompatible, non-toxic properties, flexibility and high elongation. This research aims to determine the effect of power on quality and also the effect of speed on results and cutting time. The method used starts from making a pattern on a computer which is then transferred to a laser cutting machine after which the cutting process is carried out. This research uses speed parameters of 20 mm/s, 50 mm/s and 80 mm/s and also uses cutting power levels of 40%, 45% and 50%. From the results of this research, it can be seen that cutting results using speed parameters of 50 mm/s and 45% power are the best cutting results. The greater the speed parameter used, the faster the cutting time, and also in tests carried out using speed and power parameters that are too large or too small, there are defective cutting results, defects in the cutting results in the form of tears and melting.

Keywords: Cutting, Laser, Thermoplastic Poly-Urethane (TPU), Speed, Power

1. PENDAHULUAN

Laser merupakan sebuah sumber cahaya yang koheren, hampir monokromatik dan searah [1]. Laser cutting salah satu teknologi yang menggunakan laser untuk memotong bahan, dan biasanya digunakan untuk aplikasi industri manufaktur. Laser cutting bekerja dengan mengarahkan output dari laser daya tinggi paling sering melalui optik. Laser optik dan CNC (computer numerical control) yang digunakan untuk mengarahkan materi atau sinar laser yang dihasilkan yang terdapat pada Gambar 1. Laser cutting dirancang untuk mengkonsentrasikan

Makalah dikirim 2 Juli 2023; Revisi 21 Juli 2023; Diterima 29 Juli 2023

Pengaruh Kecepatan dan Daya Pemotongan Mesin Cutting Laser terhadap Material Thermoplastic Poly-urethane,
Ade Irvan Tauvana, Lukman Nulhakim, Widodo, Ferdi Saepurohman

jumlah energi yang tinggi ke tempat yang kecil [2].



Gambar 1. Mesin Cutting Laser

Mesin *cutting* laser berkerja dengan cara mengarahkan laser berkekuatan tinggi untuk memotong material dengan menggunakan pemrograman komputer untuk mengoperasikannya [3]. Giri Halim melakukan penelitian tentang pemotongan akrilik dengan menggunakan Mesin *CNC Laser CO₂ 2 Axis* Berbasis MACH3, dimana menghasilkan produk yang terbaik pada *feedrate* 50 mm/menit [4]. Proses pemotongan *stainless steel 304* menggunakan mesin laser *cutting* dimana semakin cepat *cutting speed* mengakibatkan waktu untuk memotong semakin singkat sehingga energi panas laser yang menumbuk bidang kerja tidak maksimal, serta gas pada laser *cutting* yang menumbuk bidang kerja semakin tidak rata seiring bertambahnya *cutting speed*. Hal ini yang mengakibatkan pemotongan kurang maksimal yang menyebabkan nilai kekasaran permukaan semakin tinggi [2].

A.Stournaras juga melakukan pemotongan aluminium dengan mesin laser, dimana variasi laser *power* dan *cutting speed* memiliki peran yang sangat penting dalam menghasilkan kualitas pemotongan dikarenakan kombinasi dari keduanya akan menentukan jumlah panas yang masuk ke proses pemotongan dan sangat mempengaruhi lebar *kerf* dan kualitas permukaan dari suatu material [5]. Menarik untuk dilakukan penelitian dengan menggunakan mesin *cutting non-metal* dan variasi *power* pemotongan, serta material uji menggunakan *non-metal* dimana material polimer *Thermoplastic Polyurethane (TPU)* ini merupakan salah satu material jenis termoplastik yang berkembang cukup pesat (Gambar 2). Sebagai material yang dikategorikan sebagai hyperelastic, TPU merupakan material yang memiliki sifat biodegradable, biocompatible, tidak beracun dan juga memiliki fleksibilitas dan elongisitas yang tinggi [6].



Gambar 2. Thermoplastic Poly-urethane (TPU).

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian dimulai dari proses persiapan. Adapun persiapan yang dilakukan meliputi hal sebagai berikut :

➤ Pembuatan Desain Spesimen

Proses pembuatan desain spesimen dilakukan dengan menggunakan aplikasi autodesk inventor. Berikut adalah cara pembuatan desain spesimen menggunakan autodesk inventor:

1. Buka aplikasi autodesk inventor, kemudian akan muncul tampilan awal dari autodesk inventor seperti yang termuat pada Gambar 3.



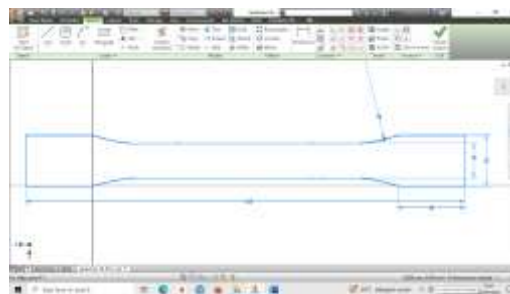
Gambar 3. Tampilan Awal Autodesk Inventor

2. Pilih tombol 'New'
3. Pilih menu untuk membuat desain 2D seperti Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. Tampilan Awal Proses Gambar 2D

4. Mulai melakukan desain spesimen berdasarkan standar ASTM D638 seperti Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Desain Spesimen ASTM D638

➤ Persiapan Material

Langkah selanjutnya mempersiapkan material dengan cara menyimpan material yang akan dilakukan pemotongan pada area *workbench* yang terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Peletakan Material pada Workbench

➤ Persiapan Mesin

Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam persiapan mesin adalah sebagai berikut :

1. Bersihkan mesin.
2. Sambungkan mesin dengan sumber daya listrik.
3. *Turn on* mesin.

4. *Turn on exhaust* dan *LED* dengan cara menekan tombol yang terdapat pada mesin seperti yang terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Tombol Exhaust dan LED

5. *Turn on* komputer.
6. Lakukan pembersihan pada lensa yang terdapat pada *nozle* laser menggunakan kain dan alkohol seperti pada Gambar 8



Gambar 8. Pembersihan Lensa Nozle

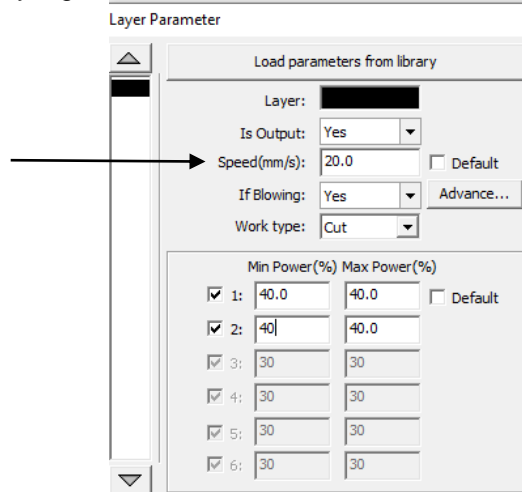
➤ **Setting Parameter**

Proses *setting* parameter ini dilakukan dengan cara memberikan variasi besaran parameter kecepatan dan power pemotongan yang akan digunakan.

a. Variasi Kecepatan Pemotongan

Besaran kecepatan pemotongan yang digunakan pada penelitian ini adalah 20, 50 dan 80 mm/s sebagai berikut :

1. Pilih menu *output* pada menu *control panel*.
2. Masukan besaran variasi kecepatan yang akan digunakan pada kolom yang terdapat pada menu *output* seperti yang terlihat pada Gambar 9 berikut.



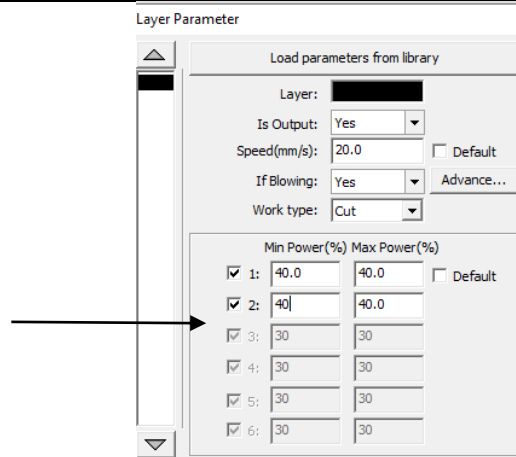
Gambar 9. Input Besaran Kecepatan Pemotongan

3. Selanjutnya tekan 'OK'.

b. Variasi Power Pemotongan

Besaran power pemotongan yang digunakan pada penelitian ini adalah 40%, 45%, dan 50% dari 85 watt, sebagai berikut :

1. Pilih menu *output* pada menu *control panel*
2. Masukan besaran variasi power yang akan digunakan pada kolom yang terdapat pada menu *output* seperti yang terlihat pada Gambar 10 berikut.



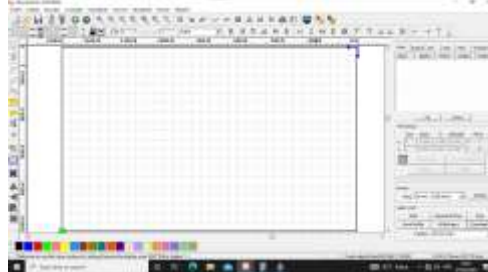
Gambar 10. Input Besaran Power Pemotongan

3. Selanjutnya tekan 'OK'

➤ Proses pemotongan

Proses pemotongan spesimen dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Buka aplikasi G.BOS Laser V6.2 akan muncul tampilan awal terlihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Tampilan Aplikasi G.BOS Laser V2

2. Import *file* spesimen yang sebelumnya telah dibuat sampai muncul pada aplikasi G.BOS Laser dengan cara masuk ke menu *file* yang terdapat pada *menu bar* kemudian pilih *import* seperti yang terlihat pada Gambar 12.



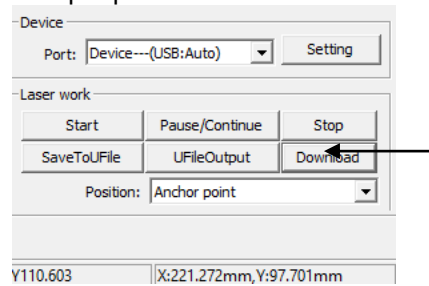
Gambar 12. Cara Import File

3. Selanjutnya masuk ke folder penyimpanan *file* yang akan dilakukan pemotongan lalu tekan *open* seperti pada Gambar 13 di bawah ini.



Gambar 13. Membuka File Spesimen

4. Masuk ke menu *control panel* lalu ke pengaturan *output*.
5. *Input* besaran variasi kecepatan dan power pemotongan yang akan dilakukan.
6. Selanjutnya *transfer file* ke mesin *cutting laser* dengan cara klik tombol *download* pada menu *control panel* seperti yang terdapat pada Gambar 14.



Gambar 14. Cara Transfer File

7. Pilih *file* yang akan dilakukan proses pemotongan pada mesin *cutting laser* dengan cara menekan tombol *file* yang terdapat pada mesin *cutting laser* kemudian tekan enter pada nama *file* yang akan dipotong lakukan proses pemotongan seperti yang terlihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Cara Memilih File yang Akan Dilakukan Pemotongan

Keterangan :

1. Merupakan tempat untuk memilih *file* yang akan dilakukan pemotongan.
 2. Merupakan tempat untuk melihat terlebih dahulu *file* yang akan di potong sebelum memilihnya.
 3. Merupakan tombol untuk memilih *file* yang akan dilakukan pemotongan.
8. Tentukan titik nol pemotongan dengan cara mengatur posisi *nozle* menggunakan tombol arah selanjutnya tekan tombol *origin* dan *range* untuk mengunci posisi titik nol yang telah ditentukan seperti yang terdapat pada mesin seperti yang terlihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Cara Menentukan Titik Nol

Keterangan :

1. *Origin* untuk mengunci letak titik nol pemotongan.
 2. *Range* untuk mengukur jangkauan pemotongan.
 3. Tombol arah untuk menggerakkan *nozle* ke tempat/titik nol yang diinginkan.
9. Mulai lakukan pemotongan dengan cara menekan tombol *start* yang terlihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Tombol Start

10. Setelah proses pemotongan selesai, ambil hasil pemotongan dan beri *visual* atau tanda parameter yang digunakan pada masing-masing *spesimen*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan dalam penelitian ini sebagai berikut:

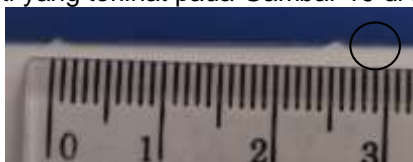
1. Penggunaan kecepatan 20 mm/s dan power 40% dari 85 watt.

Hasil uji visual pada kecepatan 20 mm/s dan power 40% yang terlihat pada Gambar 18 berikut.

No	Gambar
1	
2	
3	

Gambar 18. Hasil Uji Visual Kecepatan 20 mm/s dan Power 40%.

Seperti terlihat pada Gambar 18, bahwa penggunaan kecepatan 20 mm/s dan power 40% menimbulkan cacat pada material berupa sobekan pada satu sisi area yang disebabkan karena kecepatan yang terlalu pelan sehingga sinar laser menyebabkan adanya cacat pada bagian tepi spesimen setiap 25 mm seperti yang terlihat pada Gambar 19 di bawah.



Gambar 19. Hasil Pembesaran Pemotongan Kecepatan 20 mm/s dan Power 40%.

2. Penggunaan kecepatan 20 mm/s dan power 45% dari 85 watt.

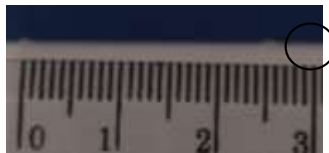
Hasil uji visual pada kecepatan 20 mm/s dan power 45% yang terlihat pada Gambar 20 berikut.

No	Gambar
1	
2	
3	

Gambar 20 Hasil Uji Visual Kecepatan 20 mm/s dan Power 45%.

Seperti yang terlihat pada Gambar 20 dapat diketahui bahwa penggunaan kecepatan 20 mm/s dan power 45% menimbulkan cacat yang hampir sama dengan parameter yang digunakan sebelumnya yakni adanya sobekan pada kedua sisi area yang disebabkan karena kecepatan

terlalu pelan sehingga sinar laser menyebabkan adanya cacat pada bagian tepi spesimen setiap 25 mm yang terlihat pada Gambar 21.



Gambar 21. Hasil Pembesaran Pemotongan Kecepatan 20 mm/s dan Power 45%.

3. Penggunaan kecepatan 20 mm/s dan power 50% dari 85 watt.

Hasil uji visual pada kecepatan 20 mm/s dan power 50% yang terlihat pada Gambar 22 berikut.

No	Gambar
1	
2	
3	

Gambar 22. Hasil Uji Visual Kecepatan 20 mm/s dan Power 50%.

Pada Gambar 22, penggunaan kecepatan 20 mm/s dan power 50% menimbulkan cacat yang terlihat dengan jelas pada material berupa sobekan pada kedua sisi area yang disebabkan karena kecepatan yang terlalu pelan sehingga sinar laser menyebabkan adanya cacat pada bagian tepi spesimen setiap 25 mm yang terlihat pada Gambar 23.



Gambar 23. Hasil Pembesaran Pemotongan Kecepatan 20 mm/s dan Power 50%.

4. Penggunaan kecepatan 50 mm/s dan power 40% dari 85 watt.

Hasil uji visual pada kecepatan 50 mm/s dan power 40% yang terlihat pada Gambar 24 berikut.

No	Gambar
1	
2	
3	

Gambar 24. Hasil Uji Visual Kecepatan 50 mm/s dan Power 40%.

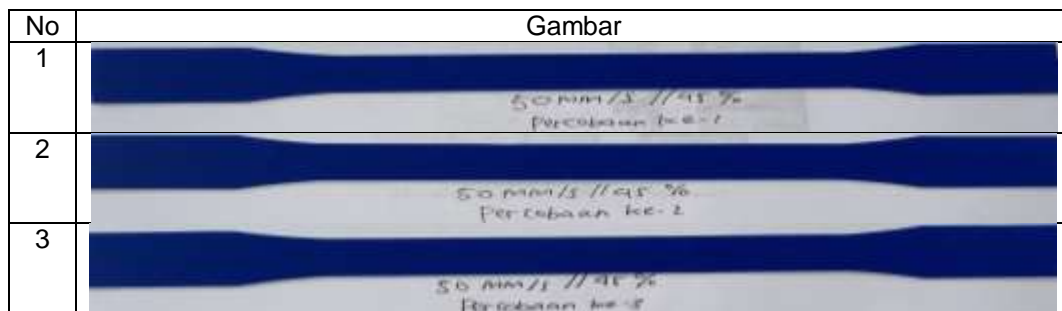
Dari Gambar 24 terlihat bahwa penggunaan kecepatan 50 mm/s dan power 40% terdapat sedikit lehan pada area yang dilakukan pemotongan yang disebabkan power yang digunakan kurang cukup seperti yang terlihat pada Gambar 25 di bawah ini.



Gambar 25. Hasil Pembesaran Pemotongan Kecepatan 50 mm/s dan Power 40%.

5. Penggunaan kecepatan 50 mm/s dan power 45% dari 85 watt.

Hasil uji visual pada kecepatan 50 mm/s dan power 45% yang terlihat pada Gambar 26 berikut.



Gambar 26. Hasil Uji Visual Kecepatan 50 mm/s dan Power 50%.

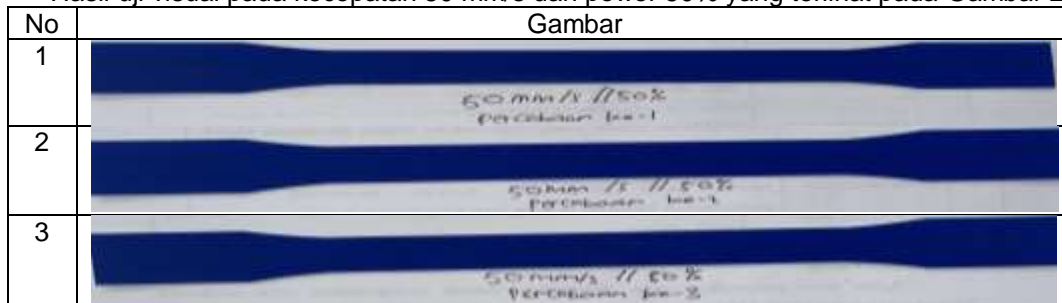
Dari gambar 26 dapat diketahui penggunaan parameter ini mendapatkan hasil pemotongan yang baik diantara parameter yang lain, adapun detail hasil pemotongan dapat dilihat pada Gambar 27 berikut.



Gambar 27. Hasil Pembesaran Pemotongan Kecepatan 50 mm/s dan Power 45%.

6. Penggunaan kecepatan 50 mm/s dan power 50% dari 85 watt.

Hasil uji visual pada kecepatan 50 mm/s dan power 50% yang terlihat pada Gambar 28.



Gambar 28. Hasil Uji Visual Kecepatan 50 mm/s dan Power 50%.

Dari Gambar 28 dapat diketahui bahwa kecepatan 50 mm/s dan power 50% menimbulkan sedikit cacat pemotongan berupa sobekan serta terdapat sedikit lelehan pada area pemotongan yang disebabkan oleh penggunaan besaran power terlalu besar untuk kecepatan 50 mm/s, untuk hasil pemotongan dapat dilihat pada Gambar 29 di bawah ini.



Gambar 29. Hasil Pembesaran Pemotongan Kecepatan 50 mm/s dan Power 50%.

7. Penggunaan kecepatan 80 mm/s dan power 40% dari 85 watt.

Hasil uji visual pada kecepatan 80 mm/s dan power 40% yang terlihat pada Gambar 30.



Gambar 30. Hasil Uji Visual Kecepatan 80 mm/s dan Power 40%.

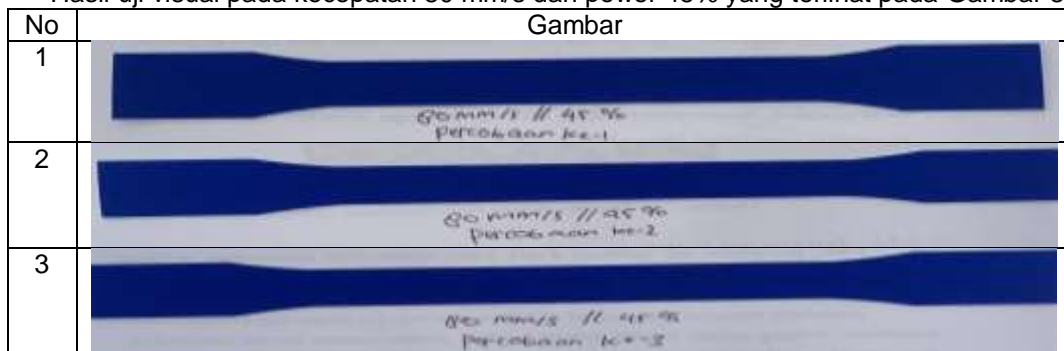
Pada Gambar 30 dapat terlihat penggunaan kecepatan 80 mm/s dan power 40% terdapat lelehan pada area yang dilakukan pemotongan yang disebabkan oleh penggunaan kecepatan terlalu besar yang terlihat pada Gambar 31.



Gambar 31. Hasil Pembesaran Pemotongan Kecepatan 80 mm/s dan Power 40%.

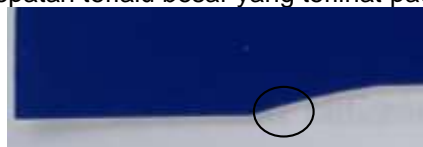
8. Penggunaan kecepatan 80 mm/s dan power 45% dari 85 watt.

Hasil uji visual pada kecepatan 80 mm/s dan power 45% yang terlihat pada Gambar 32.



Gambar 32. Hasil Uji Visual Kecepatan 80 mm/s dan Power 45%.

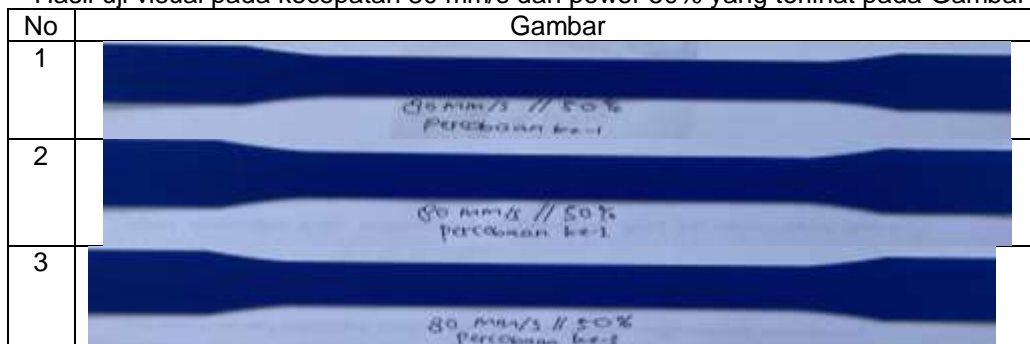
Dari Gambar 32 dapat diketahui bahwa penggunaan kecepatan 80 mm/s dan power 45% menimbulkan cacat pemotongan berupa lelehan pada area yang dilakukan pemotongan yang disebabkan penggunaan kecepatan terlalu besar yang terlihat pada Gambar 33.



Gambar 33. Hasil Pembesaran Pemotongan Kecepatan 80 mm/s dan Power 45%

9. Penggunaan kecepatan 80 mm/s dan power 50% dari 85 watt.

Hasil uji visual pada kecepatan 80 mm/s dan power 50% yang terlihat pada Gambar 34.



Gambar 34. Hasil Uji Visual Kecepatan 80 mm/s dan Power 50%.

Dari Gambar 34 dapat diketahui bahwa penggunaan kecepatan 80 mm/s dan power 50% menimbulkan cacat pemotongan berupa sobekan serta terdapat sedikit lelehan pada area yang dilakukan pemotongan yang disebabkan oleh penggunaan kecepatan terlalu besar seperti yang terlihat pada Gambar 35 berikut.



Gambar 35. Hasil Pembesaran Pemotongan Kecepatan 80 mm/s dan Power 50%.

4. KESIMPULAN

Proses pemotongan mesin *cutting* laser terhadap material *thermoplastic poly-urethane* (TPU) didapatkan hasil bahwa Hasil pemotongan menggunakan besaran parameter kecepatan 50 mm/s dan power 45% merupakan hasil pemotongan terbaik, pada penggunaan parameter 20 mm/s dan power 40%, 45%, 50% dan 50 mms terhadap power 40% terdapat cacat berupa sobekan. Penggunaan parameter 50 mm/s pada power 50% serta parameter kecepatan 80 mm/s dan penggunaan power 40%, 45%, 50% terdapat cacat berupa lelehan. Semakin besar parameter kecepatan yang digunakan maka waktu pemotongan menjadi lebih cepat. Penggunaan parameter power yang terlalu besar atau terlalu kecil dapat menimbulkan cacat pada hasil pemotongan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. G, "Pengukuran Panjang Gelombang Cahaya Laser Dioda Menggunakan Kisi Difraksi Refleksi dan Transmisi," 2013.
- [2] Z. Arifin, "Pengaruh Variasi Cutting Speed terhadap Kekasaran SUS 304," 2018.
- [3] K. B. . Rakasita R, "Optimasi Parameter Mesin Laser Cutting Terhadap Kekasaran dan Laju Pemotongan Pada SUS 316l Menggunakan Taguchi Grey Relational Analysis Method," 2016.
- [4] G. Halim, A. Asroni, and E. Budiyanto, "Analisa kerja mesin CNC laser cutting CO2 2 axis berbasis MACH3 pada variasi pemotongan," *ARMATUR Artik. Tek. Mesin Manufaktur*, vol. 3, no. 1, pp. 28–36, 2022, doi: 10.24127/armatur.v3i1.1935.
- [5] A. Akkurt, "The effect of cutting process on surface microstructure and hardness of pure and Al 6061 aluminium alloy," *Eng. Sci. Technol. an Int. J.*, vol. 18, no. 3, pp. 303–308, 2015, doi: 10.1016/j.jestch.2014.07.004.
- [6] F. Ishimar, S. Nakamura, C. Sugitawa, and O. Imagawa, "Thermoplastic polyurethane," pp. 4–7, 1997.