

Identifikasi Pengaruh Interaksi Potongan Laser Terhadap Material Kain Tekstil

Ahmad Yusran Aminy*¹, Muhammad Ikhsan¹

¹Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin
Jl. Poros Malino km. 6, Bontomarannu, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan 92171

*Email: ahmadyusrana@yahoo.co.id

DOI: 10.25042/jpe.052024.02

Abstrak

Pada tulisan ini, penerapan CNC laser cutting dalam pemotongan memiliki beberapa kriteria hasil potong yang perlu diidentifikasi. Pemotongan dengan menggunakan *CNC laser cutting* adalah metode nonkonvensional dengan menggunakan perangkat komputer sebagai alat untuk menjalankan perintah numerik dengan koneksi usb pada mesin. Sehingga, dapat melakukan pemotongan sesuai dengan pola CAD yang telah dibuat. Hasil potong yang diidentifikasi pada material kain tekstil ini yaitu pengaruh kecepatan 100 mm/min, 150/mm/min, dan 200 mm/min, dan penggunaan daya laser yaitu 2.5, 3.5, 4.5, 5.5 watt terhadap *kerf width* (mm), SLL (mm), dan Diameter Circle (mm), serta MRR (mm) pada jarak *laser head* 60 mm. Hasil pengamatan menunjukkan semakin kecil penggunaan daya dan semakin tinggi tingkat kecepatan pemotongan akan menghasilkan *kerf width* yang lebih kecil. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa faktor interaksi kecepatan pemakanan dan penggunaan daya merupakan parameter yang paling berpengaruh terhadap hasil pemotongan bahan kain dengan jarak fokus laser 60 mm.

Abstract

Identification of the Effect of Laser Cutting Interaction on Textile Fabric Materials. In this paper, the application of CNC laser cutting in cutting results requires several things to be done. Cutting using CNC laser cutting is an unconventional method by using a computer as a tool to execute numerical commands with a usb connection on the machine. So, you can make cuts according to the CAD pattern that has been made. The cutting results identified on this textile fabric material are the effect of speeds of 100 mm/minute, 150/mm/minute, and 200 mm/minute, and the use of laser power, namely 2.5, 3.5, 4.5, 5.5 watts on the width of the kerf (mm), SLL (mm), and Circle Diameter (mm), and MRR (mm) at a laser head distance of 60 mm. Observations show that a small increase in power consumption and an increase in cutting speed will result in a smaller kerf width. Thus, it can be said that the interaction factor of food and power consumption is the most influential parameter on the results of cutting materials with a laser focusing distance of 60 mm.

Kata Kunci: CNC, laser cutting, textile fabric, CAD

1. Pendahuluan

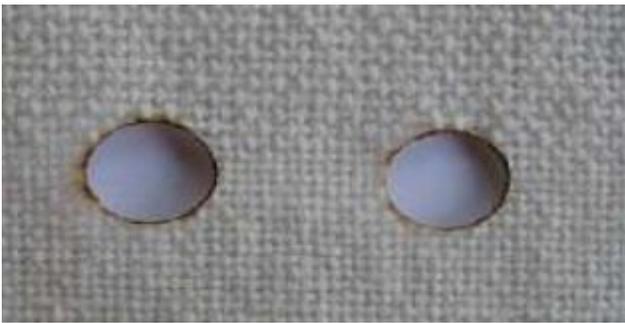
Computer Numerical Control (CNC) adalah sistem serbaguna yang memungkinkan pengguna untuk mengontrol gerakan alat dan bagian melalui data numerik. Penerapan mesin CNC adalah untuk melakukan berbagai tugas pemesinan dengan menggunakan *G-codes*. *G-code* adalah bahasa pemrograman terkoordinasi titik-ke-titik yang digunakan dalam mesin CNC untuk mengoperasikan perkakas dalam arah x, y dan z untuk mencapai gerakan cepat, interpolasi linier, interpolasi searah jarum jam atau berlawanan arah jarum jam, dll [1], [2].

CNC Laser Cutting merupakan singkatan dari *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*, adalah sebuah teknologi yang menggunakan laser untuk memotong material

dan biasanya diaplikasikan pada industri manufaktur. *Laser cutting* bekerja dengan cara mengarahkan *laser* berkekuatan tinggi untuk memotong material dan digunakan komputer untuk mengarahkannya. Biasanya dalam bentuk cahaya yang tidak dapat dilihat maupun dapat dilihat dengan mata normal. *Laser Cutting* dalam industri sudah dirancang untuk mengkonsentrasikan jumlah energi yang tinggi ke tempat yang kecil. Pada umumnya sinar *Laser Cutting* berdiameter sekitar 0,003-0,006 inci ketika menggunakan laser dengan panjang gelombang pendek [3]. *Laser Beam Cutting (LBC)* adalah proses pemotongan nontradisional yang penting. Ini digunakan untuk membentuk bahan rekayasa dengan bentuk kompleks dan desain yang ketat serta kinerja fungsional persyaratan. Proses ini digunakan untuk proses

pemotongan, pengeboran, penandaan, pengelasan, sintering dan perlakuan panas [4]. Pemotongan laser adalah proses non-kontak berbasis energi termal, oleh karena itu tidak memerlukan perlengkapan dan *jig*. Selain itu, tidak memerlukan alat yang mahal atau dapat diganti untuk menghasilkan gaya mekanis yang dapat merusak benda kerja yang tipis, rumit, dan halus [5].

Laser cutting memerlukan bantuan mesin CNC, yang selalu dilengkapi sebuah kontrol pengendali untuk membuat sebuah program yang dapat langsung dilihat pada layar monitornya. Mesin CNC dapat digunakan atau berfungsi apabila diperintahkan dengan menggunakan kode-kode tertentu, yaitu M-Code dan G-Code. Pembuatan suatu produk atau proses permesinan dengan menggunakan mesin CNC dapat dilakukan dengan membuat program manual menggunakan kode G dan M, atau penggunaan program otomatis.



Gambar 1. Tenunan polos dengan lingkaran potong laser

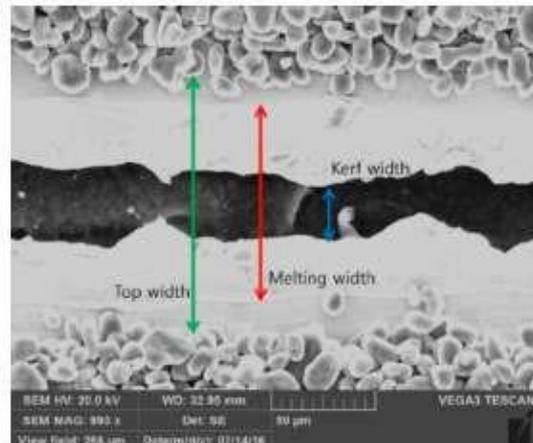
Pada sinar laser memiliki karakteristik cahaya yaitu intensitas, koherensi monokromatisitas dan kolimasi. Dari karakteristik tersebut yang membedakan sifat radiasi laser dengan cahaya biasa [6].

Sinar laser memiliki konsentrasi energi yang tinggi untuk per satuan luasnya. Sinar laser biasanya memiliki intensitas yang sangat tinggi dengan diameter sinar 1 - 2 mm dan daya keluaran dalam satuan miliwatt (mW) [7].

Panjang gelombang dioda laser berkisar dari ultraviolet hingga inframerah. Opsi lebar panjang gelombang adalah salah satu keunggulan utama dioda laser dibandingkan jenis laser lainnya. Karena toleransi pembuatan, dioda laser biasanya memiliki toleransi panjang gelombang ± 5 nm atau lebih [8].

Laser cutting bekerja dengan mengarahkan output dari daya laser tinggi, pada material yang

akan dipotong. Material kemudian meleleh, terbakar, menguap oleh gas, dan meninggalkan tepi dengan permukaan yang berkualitas tinggi, akibat pengaruh diberikannya gas nitrogen. Seperti pada penelitian Matthews & Walton [9], dalam penggunaan laser cutting pada kain kashmir. Pemrosesan laser tekstil menggunakan laser CO₂ dalam industri untuk pemotongan dan marking. Tekstil yang berbeda merespons proses termoreaktif dengan cara yang berbeda. Serat alami terbakar dan serat yang diproduksi dapat menguap atau meleleh. Degradasi dapat terlihat di sepanjang tanda atau tepi potong.



Gambar 2. Area lebar potongan dari hasil potong laser cutting [10]

Area kerf width ini merupakan area yang paling penting dalam potongan karena keberhasilan potongan bergantung pada struktur geometri yang dihasilkan. Semakin kecil ukuran kerf width. Maka, hasil potong juga akan semakin baik. Namun, tingkat keberhasilan kerf width pemotongan di ukur berdasarkan objek yang terpotong dan menghasilkan lebar potongan di area pola yang dilalui oleh jalur sinar radiasi laser cutting.

2. Metodologi

2.1. Spesimen

Penelitian ini menggunakan *software Autodesk Fusion* untuk desain mekanik, *software fritzing* untuk desain *electrical*, *Software Arduino* untuk *Compile Program*, *Software Universal G-code Sender* untuk operasi program g-code.

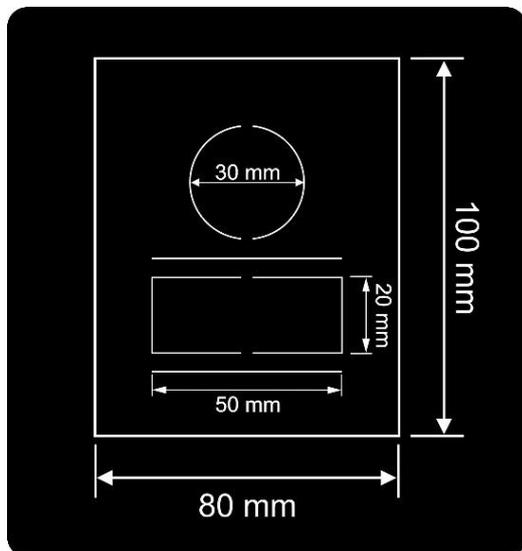
Pola spesimen yang digunakan merupakan pola yang menggabungkan beberapa jenis struktur geometri bidang datar yaitu lingkaran

sebagai objek ukur diameter *circle*, persegi panjang akan menjadi objek ukur dari *side line leght*, dan *kerf widht* pada pola garis lurus. Pola dibuat menggunakan CAD dengan ukuran panjang x lebar yaitu 100 x 80 mm.

Pada material yang digunakan, beberapa jenis material memiliki variasi ketebalan yang berbeda. Kain sutra memiliki tebal kain 0,19 mm, kain wool memiliki 0,28 mm, dan kain katun 0,22 mm seperti yang ditampilkan pada Tabel 1. Pada material kain yang di potong adalah jenis kain hasil tenunan.

Tabel 1. Karakteristik spesimen

Material	Tebal / Thickness	Dimensi Spesimen
Kain Sutra	0.19 mm	80 x 100 mm
Kain Wool	0.28 mm	80 x 100 mm
Kain Katun	0.22 mm	80 x 100 mm



Gambar 3. Pola potong pada objek kain

2.2. Parameter

Tabel 2 adalah parameter tetap yang digunakan dalam proses pemotongan.

Tabel 2. Parameter *cutting*

Parameter	Variabel	Satuan
Material	Kain Sutra, Kain Wool, Kain Katun.	Spesimen
Jarak	60	mm
Kecepatan (V)	100, 150, 200	mm/min
Daya	2.5, 3.5, 4.5, 5.5.	Watt

Parameter pemotongan yang digunakan yaitu terdiri dari beberapa parameter tetap. Parameter tetap ini merupakan parameter yang telah ditentukan sebagai acuan dalam pengukuran. Selain itu parameter yang digunakan dalam pengukuran yaitu parameter respons.

Agar dapat mengetahui sifat mekanik dari beberapa material kain, maka perlu dilakukan pengujian tarik dari beberapa jenis kain.

Proses pengujian ini menggunakan objek kain tekstil / fabric textile yang terdiri dari kain katun, kain wool, kain sutera. Sesuai dengan bahan yang digunakan dalam uji pemotongan

2.3. Mechanical Properties of Fabric Material

Berdasarkan kekuatan dari jenis kain yang digunakan memiliki nilai kekuatan tarik yang berbeda-beda. Untuk hasil uji tarik dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Mechanical properties dari kain/tekstil

Test No.	Material	Offset Stress (N/mm ²)	Upper Yield Stress (N/mm ²)	Lower Yield Stress (N/mm ²)	Elastic Modulus (N/mm ²)	Young (N/mm ²)	Elastic Slope (N/mm)	Elastic Slice (N)
1	Kain Katun	28,869	73,921	73,714	549,614	549,614	61,691	-91,119
2	Kain Wool	22,259	-	-	329,560	329,560	47,007	-91,341
3	Kain Sutra	8,237	-	-	270,908	270,908	26,262	-46,046

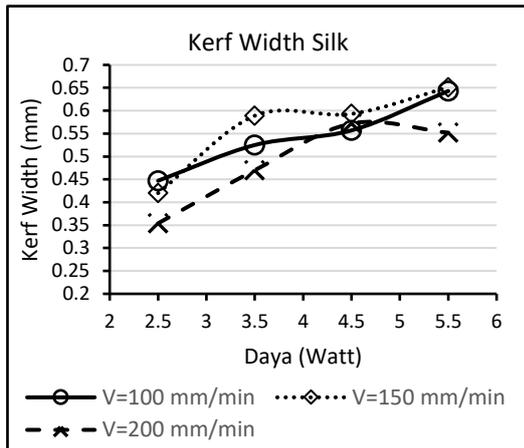
3. Hasil dan Pembahasan

Pada hasil eksperimen yang telah dilakukan terdiri dari beberapa jenis parameter yang menjadi objek pengukuran yaitu lebar garitan (*kerf width*) merupakan area terbuka yang

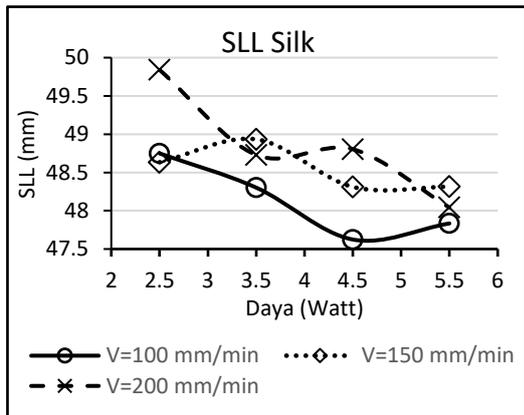
terbentuk dari pemotongan, area Top (batas atas pemotongan). Untuk area lebar garitan dapat dilihat lebih jelasnya pada Gambar 4, menunjukkan area yang berwarna merah dari hasil pemotongan. Pada proses pemotongan, area potong terjadi proses sublimasi. Sehingga,

menghasilkan area terbuka akibat kenaikan suhu secara eksoterm pada area potong. Kualitas pemotongan tergantung pada kombinasi parameter proses seperti daya laser, jenis dan tekanan, kecepatan pemotongan, ketebalan lembaran, frekuensi dan komposisi kimia yang digunakan [11]. Berdasarkan eksperimen yang dilakukan menunjukkan faktor daya serta kecepatan menjadi faktor utama dari proses sublimasi pada proses pemotongan.

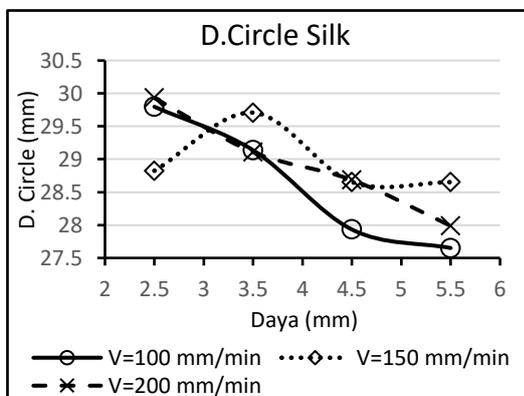
Pengamatan pada pemotongan kain sutra menghasilkan area potong yang lebih besar menggunakan daya 5,5 watt dengan kecepatan 150 mm/ min dibandingkan dengan kecepatan 200 mm/ min menggunakan daya 2,5 watt. *Side line lenght* adalah area potong yang diukur pada panjang garis tepi yang dihasilkan pada pola persegi panjang. Diameter *circle* dihasilkan pada bagian pemotongan dengan pola lingkaran dengan ukuran dimensi lebar diameter 30 mm.



(a)

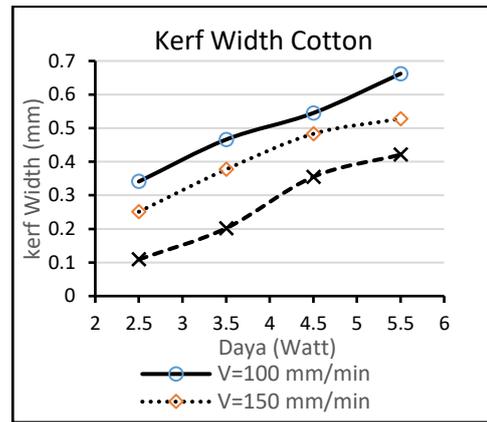


(b)

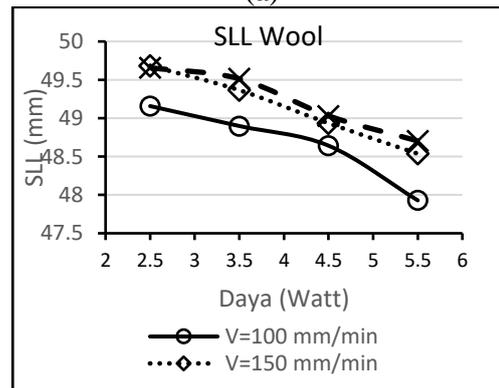


(c)

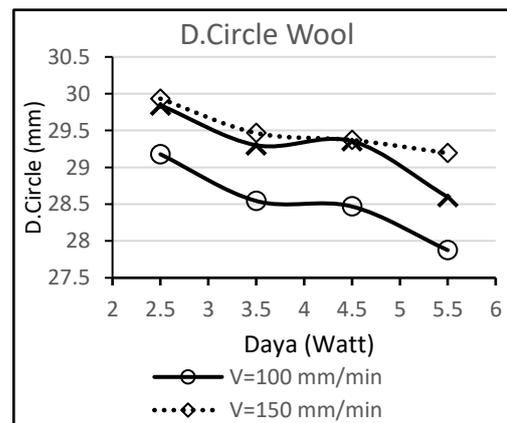
Gambar 4. Hasil cutting menghasilkan 3 jenis bagian yaitu : *kerf width*, *melting width*, *top width*



(a)



(b)



(c)

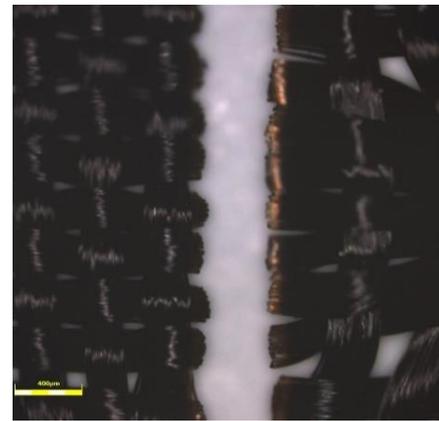
Gambar 5. Grafik hasil potong pengaruh kecepatan dan daya terhadap diameter circle pada jarak 60 mm dengan jenis material kain wool

Pengaruh daya laser menggunakan 5,5 watt pada kecepatan 100 mm/min terhadap pengukuran *kerf width* menghasilkan celah pemotongan dengan hasil ukuran yang lebih besar dibandingkan dengan penggunaan daya 2,5 watt dengan kecepatan 200 mm/s.

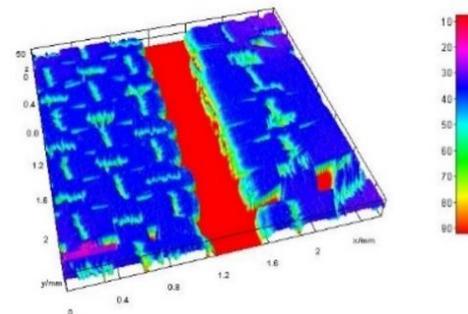
3.1. Hasil Pemotongan

Pemotongan dengan menggunakan sinar radiasi laser menyebabkan terjadinya proses sublimasi pada area yang terkena cahaya laser potong. Sublimasi pada proses *cutting* merupakan proses penguapan material diakibatkan oleh intensitas radiasi laser yang tinggi pada area pemotongan [4]. Faktor yang mempengaruhi penyubliman pada proses pemotongan yaitu adanya faktor kecepatan potong dan penggunaan daya yang digunakan. Pemotongan pada kain katun mengalami peleburan pada tepi potong yaitu area lelehan yang mengeras akibat dari proses pendinginan setelah mengalami peleburan pada tepi potong. Jenis kain ini memiliki tipe serat yang tipis namun sifat yang lebih kuat dibandingkan dengan jenis serat pada kain sutra. Pada proses pemotongan dengan interaksi radiasi laser *cutting* menghasilkan tingkat *melting* yang lebih besar dibandingkan dengan kain wool. Perbedaan diantara jenis kain ini, berdasarkan pengamatan, energi serap pada kain katun memiliki konduktivitas yang besar. Sehingga, memiliki area lelehan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kain wool.

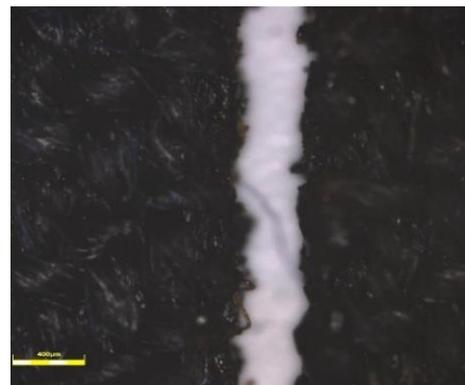
Pada area potong yang dihasilkan tingkat peleburan terhadap material menghasilkan beberapa tipe area potong yaitu bagian area *melting width*, *top area kerf width*, dan *kerf width* area. Area *melting* merupakan area tingkat peleburan yang membuat struktur kain yang meleleh disebabkan oleh suhu eksoterm, sedangkan area *top width* yaitu batas area peleburan pada hasil pemotongan menggunakan laser cutting.



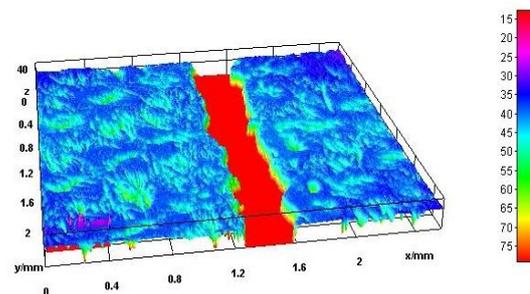
(a)



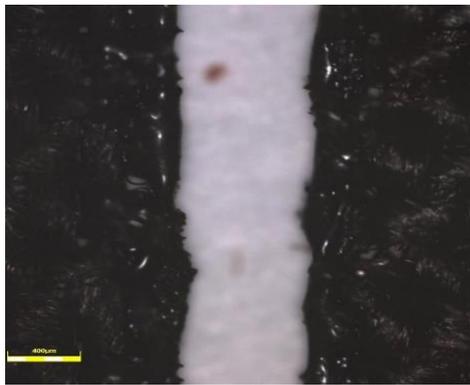
(b)



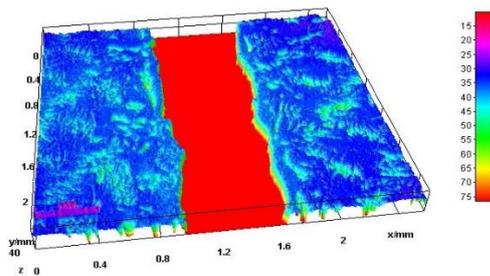
(c)



(d)



(e)



(f)

Gambar 6. Lebar Kerf Width di tunjukkan pada area potong berwarna merah

4. Kesimpulan

Percobaan menunjukkan hasil potong pada kain sutra memiliki tingkat *kerf width* yang lebih kecil menggunakan daya laser 2,5 watt dengan kecepatan 200 mm/min. Sedangkan kain wool memiliki hasil potong dengan tingkat *kerf width* lebih kecil menggunakan daya laser 2,5 watt pada kecepatan 200 mm/min. Dan penggunaan daya 2,5 watt dengan kecepatan 200 mm/min menghasilkan *kerf width* dengan ukuran lebih kecil dengan nilai yaitu 0,109 mm. Faktor pemotongan yang memiliki pengaruh terhadap tingkat lebar celah pemotongan atau *kerf width* yaitu daya laser yang terlalu rendah dan tingkat kecepatan permesinan yang terlalu tinggi. Sehingga, proses peleburan pada objek potong yang disebabkan oleh koherensi cahaya yang dihasilkan oleh radiasi *laser cutting* tidak mengalami peningkatan pada kenaikan suhu yang berlebih pada area jalur pemotongan.

Referensi

- [1] H. K. Wan, "Potensi Laser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) sebagai Pendeteksi Bakteri (Studi Awal Detektor Makanan Halal)," *CIRCUIT J. Ilm. Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 3, no. 1, pp. 1–8, 2019, doi: 10.22373/crc.v3i1.3638.
- [2] R. Nayak and R. Padhye, "The Use of Laser in Garment Manufacturing: An Overview," *Fash. Text.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–16, 2016, doi: 10.1186/s40691-016-0057-x.
- [3] H. Sun, *A Practical Guide to Handling Laser Diode Beams*, 1st ed. Dordrecht: Springer, 2015. doi: 10.1007/978-94-017-9783-2.
- [4] N. H. B. Ambrizal, M. A. Farooqi, O. I. Alsultan, and N. Bin Yusoff, "Design and Development of CNC Robotic Machine Integrate-able with Nd-Yag Laser Device," in *Advances in Materials & Processing Technologies Conference*, Kuala Lumpur, Malaysia: Elsevier, 2017, pp. 145–155. doi: 10.1016/j.proeng.2017.04.079.
- [5] P. Badoniya, "CO₂ Laser Cutting of Different Materials – A Review," *Int. Res. J. Eng. Technol.*, vol. 5, no. 6, pp. 2103–2115, 2018.
- [6] Y. P. Angelova, "Factors Influencing the Laser Treatment of Textile Materials: An Overview," *J. Eng. Fiber. Fabr.*, vol. 15, pp. 1–20, 2020, doi: 10.1177/1558925020952803.
- [7] H.-Y. Tsai, C.-C. Yang, W.-T. Hsiao, K.-C. Huang, and J. A. Yeh, "Analysis of Fabric Materials Cut Using Ultraviolet Laser Ablation," *Appl. Phys. A Mater. Sci. Process.*, vol. 122, no. 4, p. 304, 2016, doi: 10.1007/s00339-016-9815-2.
- [8] N. Yusoff, N. A. A. Osman, K. S. Othman, and H. M. Zin, "A Study on Laser Cutting of Textiles," in *29th International Congress on Applications of Lasers and Electro-Optics (ICALEO 2010)*, Anaheim, California: Laser Institute of America, 2010, pp. 1559–1566. doi: 10.2351/1.5062018.
- [9] J. Matthews and K. Walton, "Three-Dimensional Texturing and Patterning of Woven Textiles Using Purpose Designed Fabric Structures," in *ICALEO 2009 - 28th International Congress on Applications of Lasers and Electro-Optics, Congress Proceedings*, Orlando, Florida, USA, 2009. doi: 10.2351/1.5061638.
- [10] D. Lee and S. Ahn, "Investigation of Laser Cutting Width of LiCoO₂ Coated Aluminum for Lithium-Ion Batteries," *Appl. Sci.*, vol. 7, no. 9, p. 914, 2017, doi: 10.3390/app7090914.
- [11] J. A. Shukor, S. Said, R. Harun, S. Husin, and A. Kadir, "Optimising of Machining Parameters of Plastic Material Using Taguchi Method," *Adv. Mater. Process. Technol.*, vol. 2, no. 1, pp. 50–56, 2016, doi: 10.1080/2374068X.2016.1143216.