

Analisis Pengaruh Variasi Parameter Mesin CNC Lasser Cutting terhadap Hasil Pemotongan Material SPHC 5 mm di PT. XYZ

Mochammad Rajib El Atros¹

Hadi Nurwahyudin²

Mohadly Satya Permadi³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin, Universitas Singaperbangsa Karawang, Jl. HS. Ronggo Waluyo, Puseurjaya, Telukjambe Timur, Karawang, Jawa Barat 41361

¹Korespondensi penulis: rajibe@gmail.com

Article Info: Received: February 24, 2025 Accepted: March 05, 2025 Available online: April 23, 2025

DOI: 10.30588/jeemm.v9i1.2163

Abstract: This study analyzes the effect of parameter variations on CNC Laser Cutting machines on the cutting quality of 5 mm SPHC material at PT. XYZ. The tested parameters include cutting speed, laser power, gas pressure, and the type of gas used. The research methods involve literature review, observation, and experiments with variations in cutting parameters. The results show that the proper combination of parameters significantly affects cutting quality, including edge cleanliness, oxidation levels, and surface quality. The use of high-pressure nitrogen produces cleaner and neater cuts compared to oxygen, which tends to cause oxidation. Additionally, cutting speed and laser focus position also have a significant impact on the final results. This study emphasizes that optimizing parameters in CNC Laser Cutting machines can improve efficiency and precision in the SPHC material cutting process, leading to better results in the manufacturing industry.

Keywords: CNC Laser Cutting, SPHC, cutting quality, cutting parameters, manufacturing.

Abstrak: Penelitian ini menganalisis pengaruh variasi parameter pada mesin CNC Laser Cutting terhadap kualitas hasil pemotongan material SPHC 5 mm di PT. XYZ. Parameter yang diuji mencakup kecepatan pemotongan, daya laser, tekanan gas, dan jenis gas yang digunakan. Metode penelitian meliputi studi literatur, observasi, serta eksperimen dengan variasi parameter pemotongan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi parameter yang tepat sangat berpengaruh terhadap kualitas pemotongan, termasuk kebersihan tepi potongan, tingkat oksidasi, dan kualitas permukaan. Penggunaan gas nitrogen dengan tekanan tinggi menghasilkan potongan yang lebih rapi dan bersih dibandingkan dengan penggunaan gas oksigen yang cenderung menyebabkan oksidasi. Selain itu, faktor kecepatan pemotongan dan posisi fokus laser juga memberikan dampak signifikan terhadap hasil akhir. Penelitian ini menegaskan bahwa optimalisasi parameter pada mesin CNC Laser Cutting dapat meningkatkan efisiensi dan presisi dalam proses pemotongan material SPHC, sehingga memberikan hasil yang lebih baik dalam industri manufaktur.

Kata Kunci: CNC Laser Cutting, SPHC, kualitas pemotongan, parameter pemotongan, manufaktur.

I. Pendahuluan

Perkembangan teknologi industri saat ini menuntut perusahaan untuk terus meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi. Hal ini dapat dipahami sebagai tren positif untuk proses pemenuhan kebutuhan barang (Diasa et al., 2023). Salah satu teknologi yang banyak digunakan untuk pemotongan material dalam industri manufaktur adalah mesin CNC, khususnya dalam pengolahan material sheet metal, yang semakin berkembang dengan penggunaan teknologi pemotongan CNC (Oscar Andrian et al., 2024). Pemotongan laser cutting telah banyak digunakan dan berkembang pesat di dunia industri manufaktur, baik di bidang otomotif maupun bidang produksi lainnya sebagaimana dibutuhkan untuk proses pemotongan secara cepat, tepat dan akurat (Nanda et al., 2023). Mesin ini menawarkan berbagai keunggulan, seperti akurasi yang tinggi, kecepatan pemotongan, serta kemampuannya untuk memotong berbagai jenis material dengan hasil yang presisi. (O'Con, 2015) menyatakan bahwa salah satu tantangan

utama dalam fabrikasi adalah menjaga toleransi dan kualitas selama pemrosesan logam . Untuk pemotongan pada material lembaran tipis maupun pada material yang agak tebal. Untuk itu, mesin CNC merupakan solusi untuk masalah tersebut yang memiliki tangkat ketelitian yang tinggi serta proses pengerjaan yang cepat (Halim et al., 2022). Pengerjaan produk masal dengan hasil yang sama persis dan waktu permesinan yang cepat (Lesmana et al., 2023).

PT. XYZ, sebagai salah satu perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur dan pengolahan material, memanfaatkan mesin CNC Laser Cutting untuk pemotongan material SPHC (Steel Plate Hot Coil), yang banyak digunakan dalam pembuatan produk-produk struktural, otomotif, dan komponen lainnya.

Namun, kualitas hasil pemotongan laser pada stainless steel 304 sangat dipengaruhi oleh sejumlah parameter proses pada mesin CNC laser (Maviroh et al., 2017). Ada enam parameter proses pemotongan : 1) kecepatan pemotongan; 2) panjang lintasan pahat pemotong; 3) kecepatan gerakan diam pahat; 4) panjang gerakan diam; 5) jumlah tusukan; 6) waktu satu tusukan. pada mesin dapat mempengaruhi kualitas dan ketelitian produk (Petunin & Tavaeva, 2020). Salah satu kualitas yang dihasilkan yaitu permukaan yang halus disertai dengan kecepatan pemotongan yang relatif cepat (R et al., 2016).

Namun, meskipun mesin CNC Laser Cutting memiliki potensi yang besar, masih terdapat tantangan dalam memaksimalkan pengaruh parameter mesin terhadap kualitas hasil pemotongan material SPHC. Oleh karena itu, penelitian ini penting untuk mengidentifikasi dan menganalisis pengaruh parameter-parameter mesin CNC Laser Cutting terhadap hasil pemotongan, serta memberikan pemahaman yang lebih dalam bagi PT. XYZ dalam mengoptimalkan penggunaan mesin dan meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan. Menurut "Laporan Pengembangan Industri Laser Tiongkok 2021," pemotongan laser memiliki proporsi paling signifikan dalam aplikasi aktual industri laser, diikuti oleh pengelasan laser dan penandaan laser, seperti yang diilustrasikan pada Gambar 1. Teknologi pemotongan laser CNC telah menjadi alat penting dalam industri pembuatan kapal, yang mampu memotong berbagai komponen lambung secara akurat dan efisien, termasuk pelat lambung, sekat, dan dek. Sebagai teknologi penting dalam sistem pemotongan laser, penyusunan otomatis dan perencanaan jalur pemotongan telah menerima perhatian yang semakin meningkat dari unit penelitian dan akademisi (Liu & Chang, 2023).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis berbagai variasi pengaturan parameter mesin CNC laser terhadap kualitas hasil pemotongan pada material SPHC. Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan produktivitas dan kualitas produk melalui pengaturan parameter mesin CNC Laser Cutting yang lebih baik.

1.1. Mesin CNC Laser Cutting



Gambar 1. Mesin CNC Laser Cutting.

CNC laser cutting merupakan teknologi pemotongan modern yang semakin banyak digunakan karena kemampuannya dalam memotong material keras dengan lebih efisien. Mesin ini mampu menghasilkan pemotongan berkualitas tinggi dengan permukaan yang lebih halus dan proses yang lebih cepat dibandingkan metode pemotongan tradisional (R et al., 2016). Selain itu, teknologi ini dilengkapi

dengan sistem Digital Signal Processing (DSP), yang memungkinkan mesin untuk melakukan pemotongan, pengukiran, serta pemberian tanda (marking) pada berbagai material. Mesin ini dapat beroperasi secara otomatis maupun manual dengan pengaturan desain dan parameter yang dikontrol melalui monitor portabel, menjadikannya solusi yang fleksibel dan presisi dalam berbagai aplikasi industri (Salam et al., 2020).

Laser cutting secara umum telah menjadi bagian penting dalam industri manufaktur karena kemampuannya meningkatkan efisiensi dalam proses pemotongan material. Metode ini memungkinkan pemotongan yang lebih cepat dan presisi dibandingkan teknik konvensional, sehingga memberikan keunggulan dalam hal kecepatan produksi. Mesin laser cutting sering diaplikasikan dalam pemrosesan pelat logam karena mampu mengatasi keterbatasan pada mesin pemotong tradisional. Prinsip kerja alat ini didasarkan pada penggunaan sinar laser sebagai pemotong utama, yang dikombinasikan dengan gas pemotong untuk mendukung proses pemotongan logam secara optimal (Hidayat et al., 2021). Adapun parameter keberhasilan Laser Cutting adalah (Karyadi et al., 2023):

1. Kekasaran Permukaan (mm).
2. Temperature (°C).
3. Kecacatan permukaan.
4. Tingkat kesesuaian pada desain.

1.2. Material SPHC (Steel Plate Hot Rolled Coiled)

SPHC merupakan plat baja yang dihasilkan melalui proses canai panas dengan kualitas komersial. SPHC sering juga disebut plat hitam karena plat ini berwarna kehitam-hitaman (Candra et al., 2019). SPHC dalam standar industri Jepang dikodekan dengan JIS G3131 (Steel. B, 2011). Material SPHC sering digunakan sebagai material untuk membuat benda kerja industri yang membutuhkan perawatan mudah dan harga terjangkau seperti pembuatan rangka mobil (Amrullah R N et al., 2023).

Dalam buku "Principles and Applications of Metal Rolling" oleh Siddhartha Ray, dijelaskan bahwa proses hot rolling mencakup deformasi plastis dan rekristalisasi butir logam selama penggeraan, yang bertujuan meningkatkan sifat mekanik material dengan meratakan struktur butir. Material ini sering digunakan dalam industri otomotif, konstruksi, dan manufaktur mesin karena sifatnya yang kuat dan tahan lama (Ray, 2016).

II. Bahan dan Metode

2.1. Alat dan Bahan

- a. **Alat**
 - Mesin CNC Laser Cutting
 - *Nozzle single* 3 mm dan *nozzle double* 1,2 mm (untuk mengarahkan aliran gas).
 - Kaliper : Mengukur dimensi hasil pemotongan.
- b. **Bahan**
 - SPHC tebal 5 MM
 - Gas *Oxygen* (sebagai sumber daya laser)
 - Gas *Nitrogen* (sebagai sumber daya laser)

2.2. Metode Penelitian

- a. **Studi Literatur**

Peneliti melakukan kajian terhadap berbagai literatur yang dapat memberikan dasar teori yang kuat mengenai proses pemotongan dengan mesin CNC Laser Cutting, serta pengaruh parameter-parameter mesin terhadap kualitas hasil pemotongan.

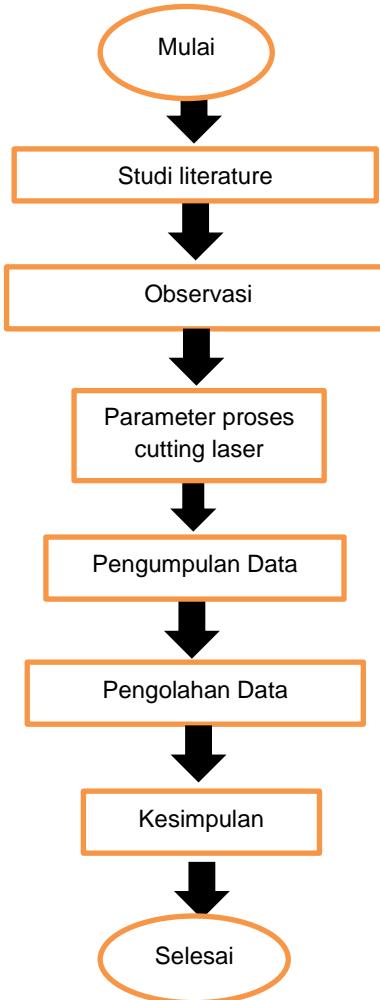
- b. **Observasi**

Peneliti melakukan pengumpulan data langsung dari objek penelitian di PT. XYZ. Observasi dilakukan dengan memantau langsung proses pemotongan material SPHC menggunakan mesin CNC Laser Cutting. Proses ini dilakukan untuk memperoleh data yang objektif dan akurat mengenai kondisi nyata di lapangan, seperti pengaturan parameter mesin, jenis material yang dipotong, serta hasil pemotongan yang dihasilkan.

2.3. Prosedur Pengujian Specimen

- a. Persiapan Material
 - Ukur tebal plat SPHC 5 mm dengan kaliper dan letakkan pada meja mesin CNC.
- b. Pemeriksaan & Aktivasi Mesin
 - Pastikan koneksi mesin dalam kondisi baik.
 - Tekan *emergency stop* untuk keamanan, lalu hidupkan mesin dan komputer CNC.
 - Lalu kalibrasi mesin guna meningkatkan keakuratan pemotongan.
- c. Mengunggah Desain & Pengaturan Jalur Potong
 - Unggah desain ke sistem CNC.
 - Atur *kerf (outer 0,30 mm, inner 0,28 mm)* dan *leadline* untuk kestabilan pemotongan.
- d. Pengaturan Parameter
 - Gunakan *nozzle single 3 mm* dan *nozzle double 1,2 mm*.
 - Atur *gas pressure, laser power*, dan *cutting speed* sesuai spesifikasi.
- e. Memulai Pemotongan
 - Pastikan desain terblok dengan benar.
 - Tekan Start pada *remote CNC* untuk memulai pemotongan.

2.4 Flowchart Penelitian

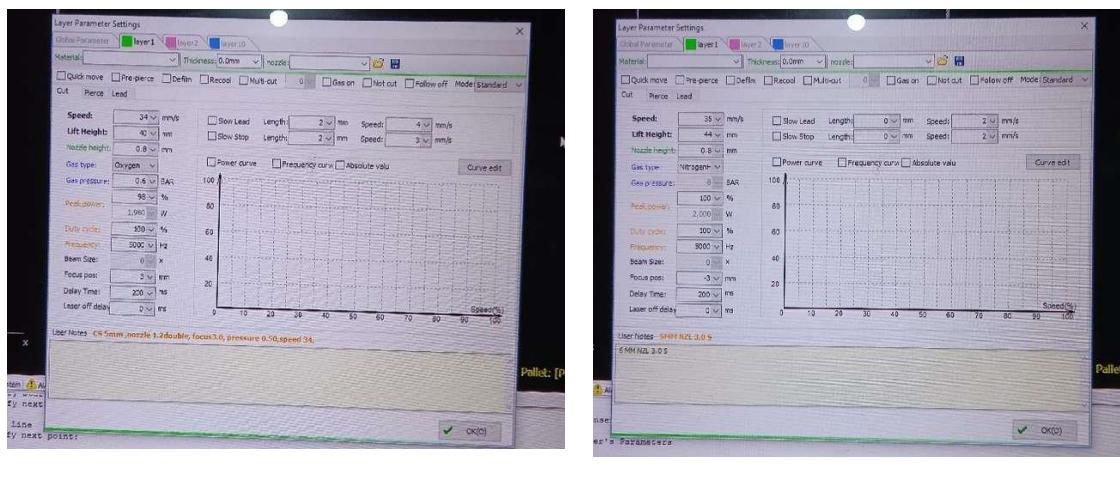


Gambar 2. flow chart penelitian

III. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil penelitian

a. Pengaturan Parameter Pengujian

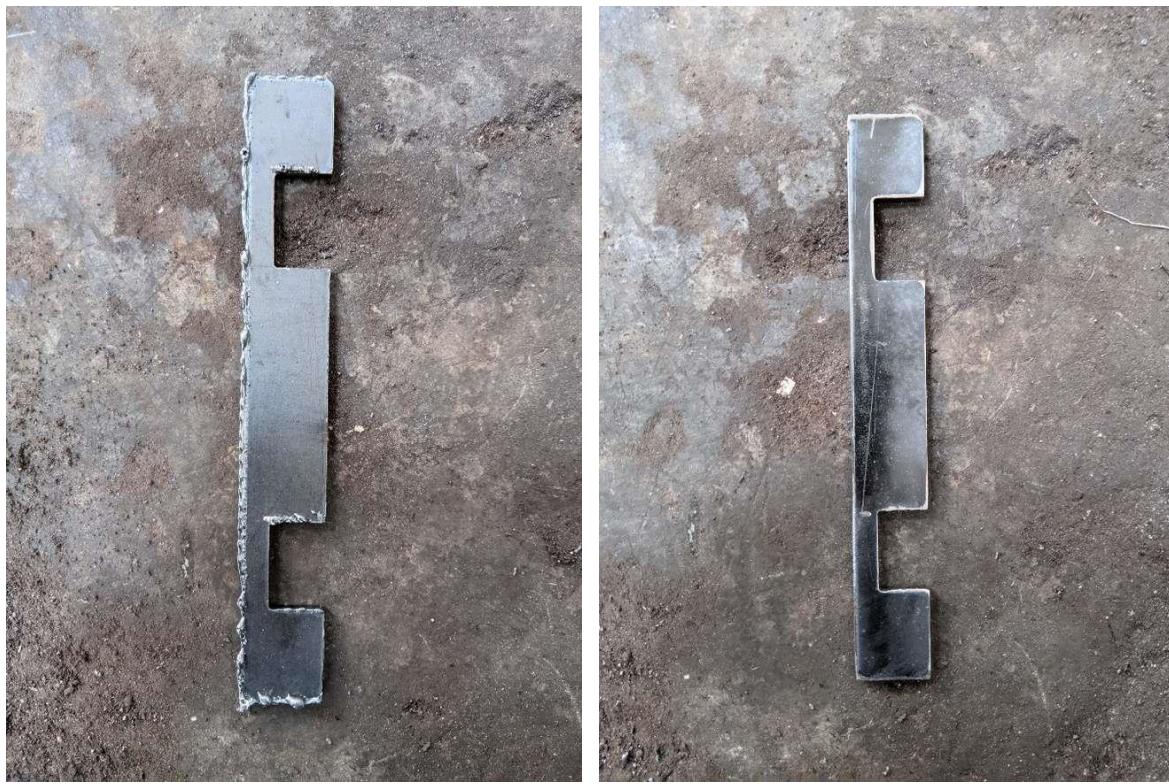


Gambar 3. Pengaturan Variasi Parameter Layer Cut Specimen a) 1 & b) 2 SPHC 5 mm.

Tabel 1. Perbandingan Parameter Layer Cut SPHC 5 mm

Parameter	Specimen 1	Specimen 2	Perbedaan
Speed	34 mm/s	35 mm/s	Kecepatan potong specimen 1 lebih tinggi
Lift Height	40 mm	44 mm	Posisi kepala laser specimen 2 lebih tinggi
Nozzle Height	0,8 mm	0,8 mm	Tidak ada perbedaan
Gas Type	Oxygen	Nitrogen	Tipe gas yang digunakan sebagai sumber laser berbeda
Gas Pressure	0,6 BAR	8 BAR	Tekanan gas pada specimen 2 lebih tinggi
Peak Power	1960 W	2000 W	Daya yang dikeluarkan mesin lebih tinggi
Duty Cycle	100%	100%	Tidak ada perbedaan
Frequency	5000 Hz	5000 Hz	Tidak ada perbedaan
Beam Size	0	0	Tidak ada perbedaan
Focus Pos	3 mm	-3 mm	Posisi fokus specimen 2 lebih rendah
Delay Time	200 ms	200 ms	Tidak ada perbedaan
Laser Off Delay	0 ms	0 ms	Tidak ada perbedaan
Diameter Nozzle	1.2 double	3.0 Single	Ukuran diameter nozzle yang dipakai berbeda

b. Hasil Pengujian



Gambar 4. Hasil Pengujian a) Specimen 1 & b) Specimen 2.



Gambar 5. Proses pemotongan

3.1.1 Tepi Potongan

- Specimen 1: Hasil pengujian specimen 1 memiliki tepi yang tidak rata dan kotor akibat kecepatan pemotongan yang sedikit lambat, serta menggunakan sumber daya laser *oxygen* yang kurang optimal untuk pemotongan plat tebal karena lebih mudah teroksidasi.
- Specimen 2: Hasil pengujian specimen 2 memiliki tepi yang rapi dan bersih karena menggunakan sumber daya laser *Nitrogen* dengan kecepatan potong yang relatif optimal

untuk tekanan gas 8 BAR. Selain itu penggunaan *Nitrogen* dapat mengurangi terjadinya Oksidasi.

3.1.2 Kondisi Permukaan

- a. Specimen 1: Kondisi permukaan specimen 1 kotor dengan terak akibat pengaturan fokus dan kecepatan yang tidak optimal. Selain itu terdapat bagian yang teroksidasi di permukaan akibat pemakaian *oxygen* sebagai sumber daya laser.
- b. Specimen 2: Kondisi permukaan specimen 2 bersih dengan sedikit terak, didukung fokus laser optimal, dan tekanan gas yang tepat 8 BAR menghasilkan potongan berkualitas tinggi tanpa deformasi.

3.2 Kegagalan Yang Sering Terjadi Pada Material SPHC

a. Melengkungnya Material

Salah satu masalah yang sering terjadi adalah terjadinya distorsi atau pelengkungan pada material setelah pemotongan. Ini bisa disebabkan oleh pemanasan yang tidak merata selama proses pemotongan. SPHC memiliki ketebalan yang bervariasi, sehingga jika proses pemotongan tidak diatur dengan benar, bagian yang lebih tipis bisa terpengaruh lebih oleh panas dan menyebabkan perubahan bentuk.

b. Permukaan Tidak Halus

Hasil potongan dengan permukaan yang kasar atau tidak rata bisa terjadi akibat dari kecepatan potong yang tidak tepat atau kualitas sinar laser yang kurang stabil. Hal ini bisa mempengaruhi kualitas produk akhir, terutama jika bagian tersebut membutuhkan permukaan yang halus untuk aplikasi lebih lanjut.

c. Pengaruh Oksidasi

Pada pemotongan laser, terutama pada material SPHC yang memiliki kandungan karbon, oksidasi dapat terjadi di sepanjang garis pemotongan. Hasilnya adalah tepi potongan yang tidak bersih atau adanya lapisan oksida yang mengganggu proses lebih lanjut, seperti pengecatan atau pengelasan.

d. Patah pada Material

Jika parameter pemotongan seperti daya laser, kecepatan potong, atau fokus laser tidak diatur dengan benar, material bisa mengalami kerusakan mekanis seperti retakan atau patah. Terlebih jika material SPHC memiliki ketebalan yang tidak seragam, hal ini dapat meningkatkan kemungkinan material pecah saat proses pemotongan.

e. Kontaminasi Karat

Material SPHC seringkali memiliki lapisan oksida atau karat yang dapat mengganggu kualitas potongan. Jika permukaan material tidak dibersihkan dengan baik sebelum pemotongan, debu atau karat bisa mencemari hasil potongan dan menyebabkan ketidakteraturan pada tepi potongan.

f. Ketidaktepatan Dimensi

Pemotongan dengan CNC laser membutuhkan presisi tinggi. Jika ada kesalahan pada pengaturan atau kalibrasi mesin, dimensi potongan bisa menjadi tidak sesuai dengan desain yang diinginkan, menyebabkan ketidaksesuaian atau kegagalan dalam pemasangan komponen.

IV. Kesimpulan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan gas *oxygen* dengan tekanan rendah (0,6 BAR) pada Specimen 1 menyebabkan hasil potongan yang kurang optimal, dengan tepi yang tidak rata dan permukaan yang kotor akibat oksidasi. Sebaliknya, Specimen 2 yang menggunakan gas *nitrogen* dengan tekanan lebih tinggi (8 BAR) menghasilkan potongan yang lebih rapi, permukaan lebih bersih, serta

kualitas pemotongan yang lebih baik secara keseluruhan. Selain itu, faktor lain seperti kecepatan pemotongan, posisi fokus laser, dan jenis nozzle yang digunakan juga berkontribusi terhadap perbedaan hasil pemotongan antara kedua spesimen.

Dalam proses pemotongan material SPHC, beberapa kendala yang sering muncul di antaranya adalah distorsi atau pelengkungan material akibat pemanasan yang tidak merata, permukaan potongan yang kasar, oksidasi yang berlebihan, serta potensi retak atau patah jika parameter pemotongan tidak diatur dengan baik. Selain itu, adanya kontaminasi karat dan ketidaktepatan dimensi juga menjadi tantangan yang perlu diatasi dalam penggunaan mesin CNC Laser Cutting.

Dari penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa pengaturan parameter yang optimal, terutama penggunaan gas nitrogen dengan tekanan tinggi, dapat meningkatkan kualitas pemotongan dan mengurangi berbagai cacat pada material. Dengan pemilihan parameter yang tepat, efisiensi dan presisi dalam proses pemotongan dapat ditingkatkan, sehingga memberikan hasil yang lebih baik dalam industri manufaktur.

Daftar Pustaka

- Amrullah, R. N., & Subagyo, S. (2023). Effect of Current Strength and Flow Rate of Shielding Gas on the Impact and Tensile Strength of GMAW Welsing Result on SPHC Materials. *LOGIC : Jurnal Rancang Bangun Dan Teknologi*, 23(3), 194–202. <https://doi.org/10.31940/logic.v23i3.194-202>
- Candra, A., Bastuti, S., & Furqon, M. A. (2019). *Analisis Pengendalian Persediaan Sheet Sphc*. 86–92.
- Diasa, N., Suhadi, A., & Karyadi. (2023). Rekayasa Parameter Pemotongan Dengan Mesin CNC Tipe Fiber Laser Cutting A1 untuk Produk Dudukan Spring Coil. *Teknobiz : Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin*, 13(1), 57–62. <https://doi.org/10.35814/teknobiz.v13i1.4850>
- Halim, G., Asroni, A., & Budiyanto, E. (2022). Analisa kerja mesin CNC laser cutting CO2 2 axis berbasis MACH3 pada variasi pemotongan. *ARMATUR : Artikel Teknik Mesin & Manufaktur*, 3(1), 28–36. <https://doi.org/10.24127/armatur.v3i1.1935>
- Hidayat, M. A., Farid, A., & Suwandono, P. (2021). Analisa parameter pada pemotongan plate menggunakan CNC fiber laser cutting terhadap kekasaran permukaan. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 10(2), 239–247. <https://doi.org/10.24127/trb.v10i2.1737>
- Karyadi, K., Nanda, R. A., & Suhara, A. (2023). Analisa Cacat Timbul pada Material Aluminium Akibat Pemotongan Menggunakan Laser Cutting. *VOCATECH: Vocational Education and Technology Journal*, 5(1), 33–46. <https://doi.org/10.38038/vocatech.v5i1.127>
- Lesmana, B., Heryana, G., & Jatira. (2023). Perancangan Sistem Kendali Mesin CNC (Computer Numerical Control) laser Cutting CO2 2 Axis Berbasis Arduino Uno. *Journal of Applied Mechanical Technology*, 2(2), 28–33. <https://doi.org/10.31884/jamet.v2i2.43>
- Liu, X., & Chang, D. (2023). An Improved Method for Optimizing CNC Laser Cutting Paths for Ship Hull Components with Thicknesses up to 24 mm. *Journal of Marine Science and Engineering*, 11(3). <https://doi.org/10.3390/jmse11030652>
- Maviroh, P. A., Karuniawan, B. W., & Rachman, F. (2017). *Optimasi Kekasaran Permukaan dan Laju Pemotongan pada Mesin Laser cutting Menggunakan Material SUS 316L dengan Metode Taguchi dan Neural Network*. 2654, 191–199.
- Nanda, R. A., Danuarta, M., & Sunandar, A. A. (2023). Pelatihan CNC Laser Cutting Untuk Siswa SMK Plus Laboratorium Karawang: Penunjang Karir Siswa. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Dan Penelitian Terapan*, 1(3), 118–129. <https://doi.org/10.38035/jpmpt.v1i3>
- O'Con, R. L. (2015). *Metal fabrication : a practical guide*, Rockford, Ill. : Fabricators & Manufacturers Association.
- Petunin, A., & Tavaeva, A. (2020). The Dependence of Actual Laser Cutting Speed on CNC Sheet Equipment on Number of NC Program Commands for Metal Grades 1.0114 and AWAIMg3.

Journal of Physics: Conference Series, 1527(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1527/1/012013>

R, R., BW, K., & Juniani, A. I. (2016). Optimasi Parameter Mesin Laser Cutting Terhadap Kekasaran Dan Laju Pemotongan Pada Sus 316L Menggunakan Taguchi Grey Relational Analysis Method. *J@ti Undip : Jurnal Teknik Industri*, 11(2), 97. <https://doi.org/10.14710/jati.11.2.97-106>

Ray, H. I. o. T. K. S. (2016). *Principles and Applications of Metal Rolling*.

Salam, A., Mukhtar, & Trisbenheiser. (2020). Rancang Bangun Mesin CNC Laser Cutting Sebagai Media Pembelajaran. *Prosiding 4th Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat 2020*, 173–178.