

Pengaruh *Gas pressure* dan *Cutting speed* Pada Proses *Fiber Laser Cutting* Terhadap Kekasaran Permukaan Material Baja AISI 1040 Dengan Ketebalan 6 mm

Dimas Rafly Dwi Nuril Maulidani^{1,*}, Sibut¹

¹ Program Studi Teknik Mesin S1 Institut Teknologi Nasional Malang, Jawa Timur, Indonesia

Kata kunci

Fiber Laser Cutting
Kekasaran permukaan
Baja AISI 1040
Cutting Speed
Gas Pressure

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi kecepatan pemotongan (*cutting speed*) dan (*gas pressure*) pada proses *laser cutting* terhadap kualitas permukaan hasil pemotongan baja AISI 1040 dengan ketebalan 6mm. Metode yang digunakan adalah eksperimental dengan tiga variasi *Cutting speed* (500 mm/menit, 1000 mm/menit, dan 1500 mm/menit) dan tiga tingkat gas pressure (1 Bar, 1,5 Bar dan 2 Bar). Parameter utama yang diamati adalah nilai kekasaran permukaan (R_a) yang diukur menggunakan *Surface Roughness Tester* SRT-6210. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kombinasi *Cutting speed* dan gas pressure sangat mempengaruhi nilai kekasaran permukaan. Nilai kekasaran permukaan terendah sebesar 2.5 μm diperoleh pada *Cutting speed* 1000 mm/menit dengan *gas pressure* 1,5 Bar, sedangkan nilai tertinggi sebesar 30,81 μm terjadi pada *Cutting speed* 1500 mm/menit dengan *gas pressure* 2 Bar. Secara umum, peningkatan *gas pressure* pada *Cutting speed* tertentu cenderung meningkatkan nilai kekasaran permukaan, namun terdapat fluktuasi akibat faktor proses dan lingkungan. Penelitian ini merekomendasikan penggunaan *Cutting speed* 1000 mm/menit dan *gas pressure* 1,5 Bar untuk menghasilkan permukaan potongan yang optimal pada baja AISI 1040 tebal 6 mm. Temuan ini dapat menjadi referensi teknis bagi industri dalam mengoptimalkan parameter pemotongan laser untuk meningkatkan kualitas.

* Corresponding author:

Dimas Rafly Dwi Nuril Maulidani (email: dimasrafly@gmail.com)

Diterima: 11 Agustus 2025

Disetujui: 24 Maret 2026

Dipublikasikan: 31 Maret 2026

1 Pendahuluan

Pemotongan laser serat memiliki banyak keunggulan, antara lain presisi tinggi, kecepatan pemotongan, dan deformasi material yang minimal. Namun proses ini dipengaruhi oleh berbagai parameter seperti tekanan gas dan kecepatan potong, yang dapat mempengaruhi kualitas permukaan potongan. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kedua parameter tersebut terhadap kekasaran permukaan baja AISI 1040 [1]

Baja AISI 1040 merupakan salah satu jenis baja karbon medium grade yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi industri, terutama pada pembuatan part yang memerlukan kekuatan mekanik yang baik. Material yang digunakan pada penelitian ini mempunyai ketebalan 6 mm, merupakan ketebalan yang umum sering dipotong pada proses industri manufaktur. Pada proses pemotongan laser fiber, tekanan gas berperan penting dalam mengontrol aliran gas yang digunakan untuk memotong material, sehingga dapat mempengaruhi kualitas hasil pemotongan [2]

Kekasaran permukaan merupakan faktor yang sangat penting dalam kualitas hasil pemotongan, terutama pada aplikasi yang memerlukan ketelitian tinggi. Dalam proses pemotongan laser serat, permukaan yang halus dan bebas cacat sangat diinginkan untuk meningkatkan keindahan dan fungsionalitas produk. Oleh karena itu,

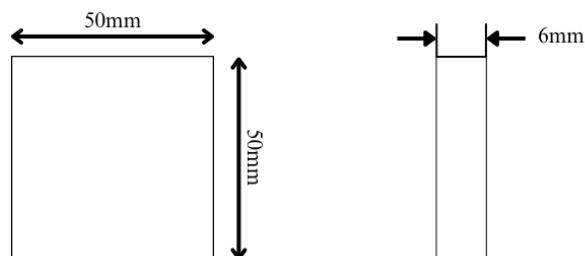
pemilihan parameter yang tepat seperti tekanan gas dan kecepatan potong mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap optimalisasi hasil pemotongan.[3]

Penelitian sebelumnya [4] menunjukkan bahwa peningkatan tekanan gas dapat membuat aliran gas lebih stabil selama pemotongan dan mengurangi kekasaran permukaan. Namun kecepatan potong yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat mempengaruhi kualitas potongan dan mempengaruhi kekasaran permukaan yang dihasilkan. Oleh karena itu tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kombinasi tekanan gas dan kecepatan potong terhadap kekasaran permukaan baja AISI 1040.

Dengan mengetahui pengaruh tekanan gas dan kecepatan potong terhadap kekasaran permukaan, diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi pedoman untuk mengoptimalkan parameter pemotongan pada proses pemotongan laser fiber. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *Cutting speed* dan *gas pressure* terhadap kekasaran permukaan dengan menggunakan *fiber laser optic* pada material baja AISI 1040.

2 Metode Penelitian

Menyiapkan material yaitu Baja AISI 1040 dengan dimensi 50 x 50x 6 mm.



Gambar 1. Dimensi Benda Kerja

Menyiapkan mesin *Fiber Laser Cutting* untuk pemotongan material baja AISI 1040 dengan mengatur parameter yang digunakan.



Gambar 2. Mesin *Fiber Laser Cutting*

Spesifikasi Mesin *Laser Cutting*

- Merk : Max Laser

- Head Laser : Raycus
- Cutting area : 1300mm x 2500mm
- Daya Laser : Source 1500 watt maksimal
- Ukuran lensa : Atas 1mm dan bawah 2 mm.

Melakukan proses pemotongan sesuai dengan parameter yang telah ditentukan. Berdasarkan variabel yang digunakan adalah:

- Diameter Nozzle : 1,5 mm
- Gas : Oksigen
- Daya : 100%
- Sudut Nozzel : +5°

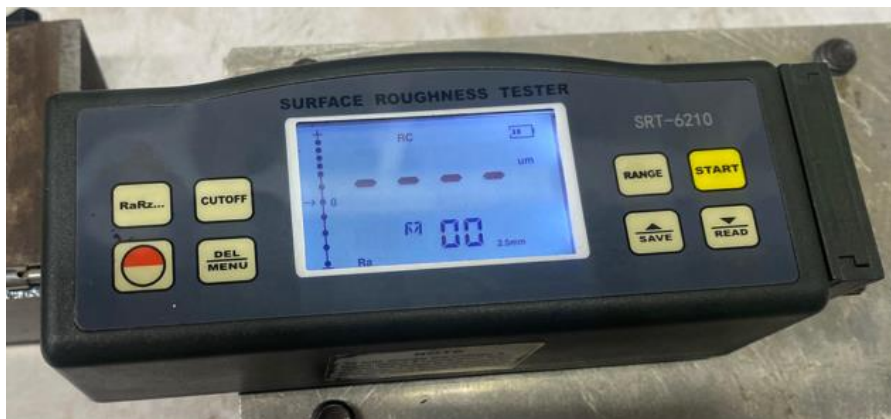
Melakukan penandaan terhadap material yang telah selesai dilakukan pemotongan.

Melakukan pengulangan langkah ke 3 dan 4 dengan variabel yang telah ditentukan yaitu *Gas Pressure*: 1 Bar, 1,5 Bar, 2 Bar, dan *Cutting Speed*: 500 mm/min, 1000 mm/min, 1500 mm/min .Setelah di potong spesimen di resin salah satu sisinya agar bisa berdiri tegak saat dilakukan pengujian kekasaran permukaan.

Setelah di potong spesimen di resin salah satu sisinya agar bisa berdiri tegak saat di lakukan pengujian kekasaran permukaan.

Melakukan pengukuran kekasaran permukaan pada tiap spesimen dengan metode *Roughness tester* dengan indikator Ra.

Analisa dan pengolahan data serta pembahasan secara statistik dan kajian pustaka sebagai hasil penelitian. Memberikan kesimpulan terhadap hasil penelitian yang didapat.



Gambar 3. Surface Raougness Tester

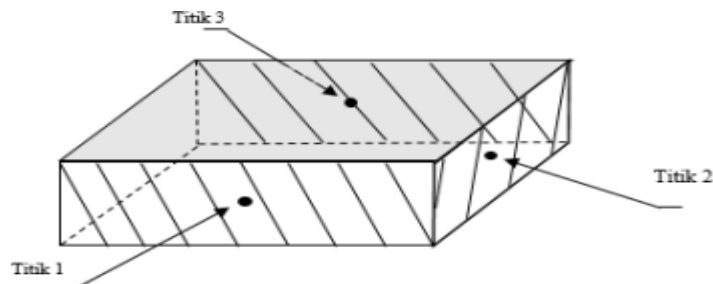
Spesifikasi:

- Merk : Mitutoyo
- Jenis : Surface Roughness Tester
- Mode : SRT-6210

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Data Hasil Pengujian Kekasaran Dengan Variasi *Gas Pressure* Dan *Cutting Speed*

Setelah dilakukan proses pemotongan dengan *Laser Cutting* selanjutnya dilakukan pengujian kekasaran permukaan di Lab. Permesinan, Politeknik Negeri Malang Dari hasil pengujian kekasaran dengan variasi *gas pressure* 1 Bar, 1,5 Bar, 2 Bar di dapatkan data kekasaran permukaan sebagai berikut:



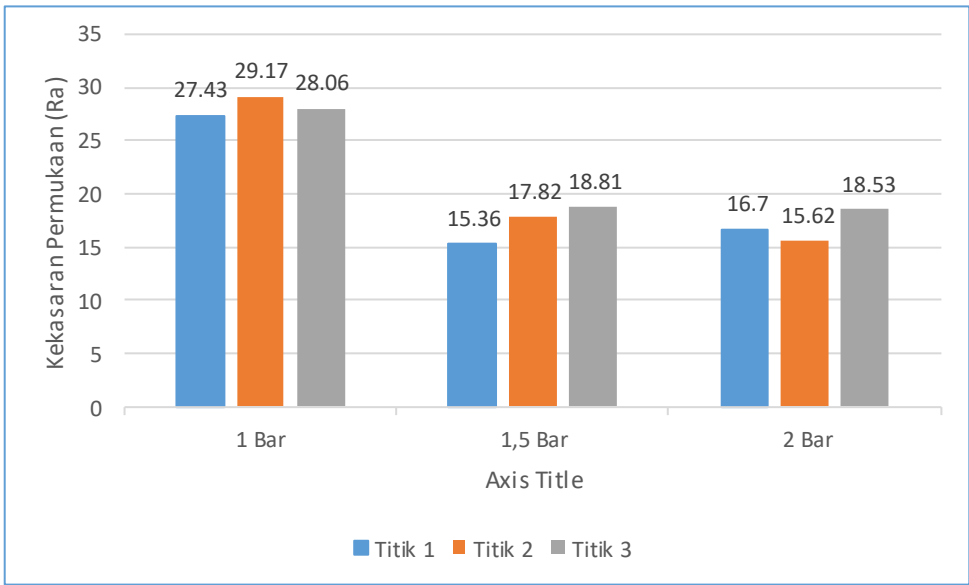
Gambar 4. Titik pengambilan nilai kekasaran permukaan

Berikut merupakan tabel nilai hasil hubungan antara *gas pressure* dan *cutting speed* terhadap kekasaran baja AISI 1040 :

Tabel 1. Data Nilai Kekerasan *Cutting Speed* 500 mm/min

No	Gas Pressure	Nilai Kekasaran				
		Titik 1 (Ra)	Titik 2 (Ra)	Titik 3 (Ra)	Σ (μm)	Rata-rata (μm)
1	1 Bar	27,43	29,17	28,06	84,66	28,22
2	1,5 Bar	15,36	17,82	18,81	51,99	17,33
3	2 Bar	16,70	15,62	18,53	50,85	16,95

Sumber : Laboratorium Politeknik Negeri Malang, 2025



Gambar 5. Grafik Nilai kekerasan titik 1, titik 2, titik 3 pada *cutting speed* 500 mm/min

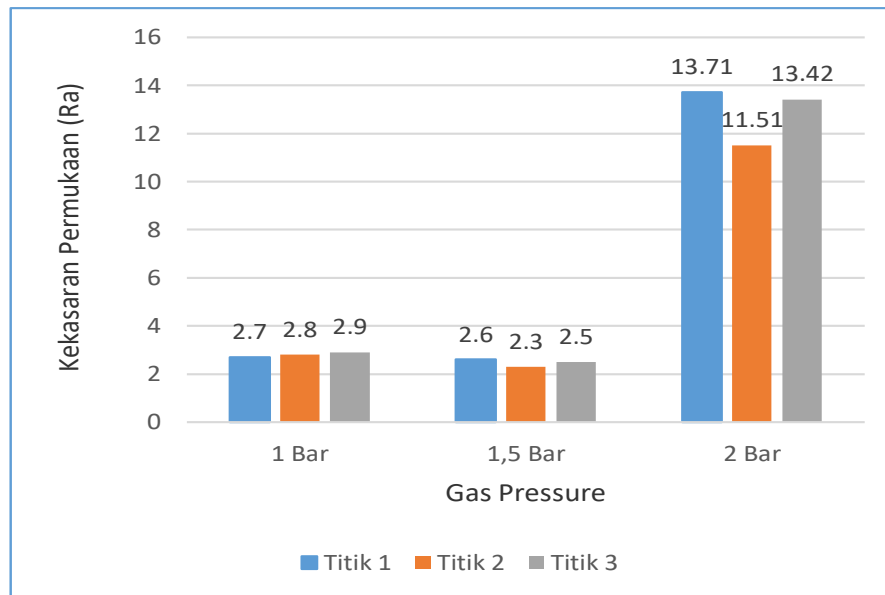
Pada tekanan 1 bar, nilai kekasaran permukaan menunjukkan hasil tertinggi, dengan Titik 2 mencatat kekasaran 29,17 μm , diikuti oleh Titik 3 dengan 28,06 μm , dan Titik 1 yang memiliki kekasaran 27,43 μm . Hal ini menunjukkan bahwa tekanan gas 1 bar menghasilkan permukaan yang paling kasar. Beralih ke tekanan 1,5 bar, terdapat penurunan signifikan dalam kekasaran, di mana Titik 1 mencatat kekasaran terendah sebesar 15,36 μm , dan kedua Titik 2 dan Titik 3 menunjukkan kekasaran yang lebih tinggi, yaitu 17,82 μm dan 18,81 μm . Ini menunjukkan bahwa tekanan 1,5 bar menghasilkan permukaan yang lebih halus. Pada tekanan 2 bar, hasil kekasaran masih lebih baik dibandingkan dengan 1 bar, meskipun sedikit meningkat dibandingkan dengan 1,5 bar, terutama di Titik 3. Titik 2 pada tekanan ini mencatat kekasaran paling rendah, yaitu 15,62 μm .

Tabel 2. Data Nilai Kekerasan *Cutting Speed* 1000 mm/min

No	Gas Pressure	Nilai Kekasaran
----	--------------	-----------------

		Titik 1	Titik 2	Titik 3	Σ	Rata-rata
		(Ra)	(Ra)	(Ra)	(μm)	(μm)
1	1 Bar	2,7	2,8	2,9	8,4	2,8
2	1,5 Bar	2,6	2,3	2,5	7,4	2,5
3	2 Bar	13,71	11,51	13,42	38,64	12,88

Sumber : Laboratorium Politeknik Negeri Malang, 2025



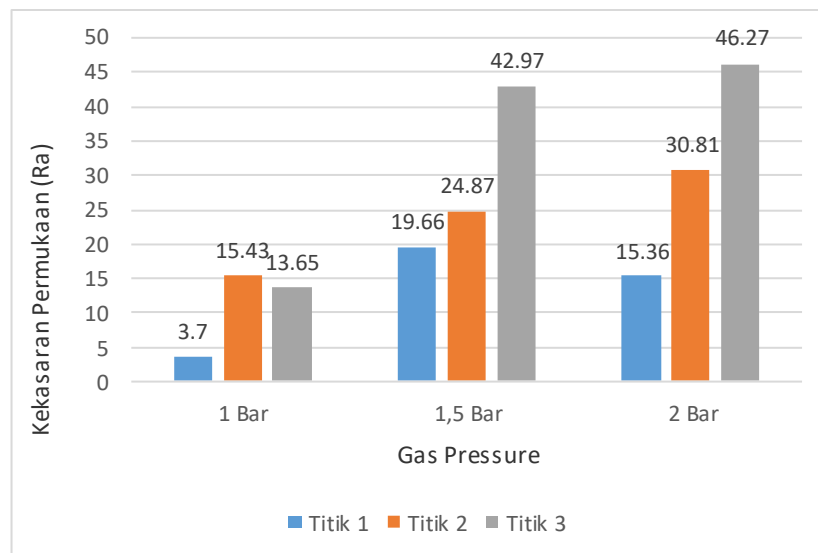
Gambar 6. Grafik Nilai kekerasan titik 1, titik 2, titik 3 pada *cutting speed* 1000 mm/min

Pada grafik menunjukkan variasi kekasaran permukaan pada berbagai tekanan. Pada tekanan 1 bar, nilai kekasaran cukup rendah dengan Titik 1, Titik 2, dan Titik 3 masing-masing mencatat 2,7 μm , 2,8 μm , dan 2,9 μm . Ini menunjukkan bahwa permukaan cukup halus dan kekasaran antar titik cukup merata. Ketika tekanan meningkat menjadi 1,5 bar, hasil yang diperoleh menjadi lebih optimal, dengan Titik 2 mencatat nilai kekasaran terendah sebesar 2,3 μm , menjadikannya permukaan paling halus dari seluruh data. Titik 1 dan Titik 3 juga menunjukkan nilai yang baik, yaitu 2,6 μm dan 2,5 μm . Namun, pada tekanan 2 bar, terjadi kenaikan signifikan dalam nilai kekasaran, dengan Titik 1 mencapai 13,71 μm , yang merupakan nilai tertinggi, diikuti oleh Titik 2 dan Titik 3 dengan 11,51 μm dan 13,42 μm . Kenaikan ini menandakan bahwa tekanan gas yang terlalu tinggi menyebabkan penurunan kualitas pemotongan secara keseluruhan.

Tabel 3. Data Nilai Kekerasan *Cutting Speed* 1500 mm/min

No	Gas Pressure	Nilai Kekasaran				
		Titik 1	Titik 2	Titik 3	Σ	Rata-rata
		(Ra)	(Ra)	(Ra)	(μm)	(μm)
1	1 Bar	3,7	15,43	13,65	32,78	10,9
2	1,5 Bar	19,66	24,87	42,97	87,5	21,17
3	2 Bar	15,36	30,81	46,27	92,44	30,81

Sumber : Laboratorium Politeknik Negeri Malang, 2025



Gambar 7. Grafik Nilai kekerasan titik 1, titik 2, titik 3 pada *cutting speed* 1500 mm/min

Pada grafik menunjukkan variasi kekasaran permukaan pada berbagai tekanan. Pada tekanan 1 bar, Titik 1 memiliki nilai terendah sebesar 3,7, yang menunjukkan permukaan sangat halus. Sementara itu, Titik 2 dan 3 mencatat nilai kekasaran yang lebih tinggi, yaitu 15,43 dan 13,65, meskipun masih lebih baik dibandingkan dengan tekanan lainnya. Ketika tekanan dinaikkan menjadi 1,5 bar, terjadi lonjakan signifikan dalam kekasaran, dengan Titik 3 mencapai 42,97, yang sangat tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa tekanan 1,5 bar tampaknya tidak stabil pada kecepatan ini, menyebabkan peningkatan kekasaran. Pada tekanan 2 bar, Titik 1 mencatat kekasaran 15,36, sementara Titik 2 dan 3 menunjukkan nilai yang lebih tinggi, yaitu 30,81 dan 46,27, dengan Titik 3 mencapai nilai tertinggi dari seluruh data. Ini menunjukkan bahwa semakin tinggi tekanan, semakin kasar permukaan yang dihasilkan, terutama di Titik 3 yang menunjukkan potongan sangat buruk.

3.2 Pembahasan

Berdasarkan analisis data hasil pengujian kekasaran menggunakan alat uji Surface Roughness Tester pada Baja AISI 1040, terdapat pengaruh signifikan dari *cutting speed* dan gas pressure terhadap kekasaran permukaan. *Cutting speed* merupakan parameter penting yang mempengaruhi interaksi sinar laser dengan material. Pada *cutting speed* rendah (500 mm/min), energi tinggi per satuan luas memungkinkan penetrasi yang lebih dalam, sehingga cocok untuk material tebal atau presisi tinggi. Sebaliknya, pada *cutting speed* sedang (1000 mm/min), terdapat keseimbangan antara kualitas dan efisiensi, di mana kecepatan ini cukup cepat namun tetap memberikan kontrol termal yang baik. Di lain pihak, *cutting speed* tinggi (1500 mm/min) lebih ideal untuk material tipis atau produksi massal, meskipun meningkatkan risiko cacat jika tekanan dan fokus laser tidak diatur dengan tepat.

Selain itu, gas pressure juga berperan penting dalam hasil pemotongan. Tekanan rendah (1 bar) kurang efektif dalam membersihkan area potong dari lelehan logam, menyebabkan terbentuknya burr dan dross yang meningkatkan kekasaran permukaan. Tekanan sedang (1,5 bar) menunjukkan hasil terbaik, mampu membersihkan lelehan dengan baik tanpa mengganggu zona pemotongan, sehingga menghasilkan permukaan yang lebih halus. Namun, tekanan tinggi (2 bar) dapat efektif pada kecepatan tinggi, tetapi pada kecepatan rendah, dapat menyebabkan turbulensi yang merusak permukaan potong.

Kombinasi antara gas pressure dan *cutting speed* sangat menentukan kualitas permukaan hasil potong. Kombinasi *cutting speed* 1000 mm/min dengan gas pressure 1,5 bar menghasilkan nilai kekasaran permukaan terendah, menunjukkan sinergi yang baik antara kedua parameter. Sebaliknya, kombinasi *cutting speed* rendah dan gas pressure rendah (500 mm/min dan 1 bar) menghasilkan nilai kekasaran tertinggi, disebabkan oleh akumulasi panas dan lelehan logam yang tidak terbuang dengan sempurna.

4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan mengenai pengaruh gas pressure dan *Cutting speed* terhadap kekasaran permukaan baja AISI 1040 dengan ketebalan 6 mm pada proses fiber laser cutting, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu Gas pressure dan *Cutting speed* berpengaruh signifikan terhadap kekasaran permukaan hasil potong. Kombinasi parameter yang tepat mampu mengurangi kekasaran permukaan secara signifikan. *Cutting speed* terlalu rendah (500 mm/min) *Cutting speed* lambat yang memberikan energi tinggi per satuan luas, memungkinkan penetrasi lebih dalam. Cocok untuk material tebal atau presisi tinggi. *Cutting speed* sedang (1000 mm/min) *Cutting speed* seimbang antara kualitas dan efisiensi. Cukup cepat, tapi masih memberikan kontrol termal yang baik. *Cutting speed* terlalu tinggi (1500 mm/min) *Cutting speed* cepat, cocok untuk material tipis atau produksi massal. Risiko cacat lebih besar jika tekanan dan fokus laser tidak diatur dengan tepat. Gas pressure terlalu rendah (1 bar) tidak mampu mendorong lelehan logam secara efektif dari zona potong, sehingga meningkatkan kekasaran. Gas pressure optimal (1.5 bar) menghasilkan pembersihan terbaik terhadap lelehan logam, menghasilkan permukaan paling halus. Gas pressure tinggi (2 bar) efektif untuk *Cutting speed* tinggi, tetapi dapat menyebabkan percikan balik pada *Cutting speed* rendah, yang berpotensi merusak permukaan potong. Kombinasi *Cutting speed* 1000 mm/min dan gas pressure 1.5 bar memberikan hasil paling optimal, dengan kekasaran permukaan terendah, yaitu Ra 2,5 μ m.

5 Referensi

- [1] Dubey Avanish K., & Yadava Vinod. (2008). *Laser Beam Machining*. *International Journal of Machine Tools & Manufacture*. (Online), Vol 48: 608-628, (<http://www.sciencedirect.com>), diakses pada 25 Juni 2017.
- [2] Sudji Munadi. (1980). *Dasar-Dasar Metrologi Industri*. Jakarta : Proyek Pengembangan Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan.
- [3] Yuni Hermawan., Rudy Soenoko., Yudy Surya Irawan., Sofyan Arif Setia Budi. (2017) Pengaruh *Rake Angle Netral* terhadap Kekasaran Permukaan pada Proses Bubut Material Getas Batu Marmer. Prosiding Seminar Nasional Multi Disiplin Unisbank ke-3. No. 314-320. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin, Universitas Brawijaya.
- [4] Vi Nguyen., Faisal Altarazi., Thanh Tran. (2022). *optimazation of Process Parameters for Laser Cutting Process of Stainless Steel 304: A Comparative Analysis and Estimation with Taguchi Method and Response Surface Methodology*. (<https://doi.org/10.1155/2022/6677586>).
- [5] Bambang Herlambang., & Wawan Budiarto. (2024). Analisis Kekasaran Permukaan Material Aluminium dengan Proses *Milling* Menggunakan Alat Uji Roughness Tester. Vol. 2, No. 1 (273-287). Universitas Pamulang.(<https://doi.org/10.61132/jupiter.v2i1.159>)
- [6] Yongki., Muhammad Subhan., Indah Riezky Pratiwi., Ilham Ary Wahyudie. (2023). Analisa Nilai kekasaran Permukaan Material Baja AISI 1040 pada Proses Pemesinan CNC Bubut menggunakan Metode Taguchi. Vol. 01, No. 2 (306-311). Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
- [7] Aditya Nugraha., Ilham Wahyu Pradana., Yohanes Nugroho., Adi Nugroho. (2023). Analisis Proses *Laser Cutting* dengan Variasi *Cutting Speed*, Jarak *Focusline*, dan *Gas Pressure* terhadap Kekerasan dan Kekasaran Material MS SPHC. Vol. 7, No. 2, (160-169). Program Studi Rekayasa Teknologi Manufaktur, Politeknik ATMI Surakarta. (<https://doi.org/10.18196/jmpm.v7i2.19459>)
- [8] Giri Halim., Asroni., Eko Budiyo. (2022). Analisa kerja mesin CNC laser cutting CO2 2 Axis berbasis MACH3 pada variasi pemotongan. Vol. 3, No. 1, (28-36). Universitas Muhammadiyah Metro, Lampung. (<http://scholar.ummetro.ac.id/index.php/armatur>)
- [9] Eko Budiyo., Eko Nugroho., Y.G.K Putra. (2020). *Electrical Discharge Machine (EDM): evaluasi nilai kekasaran permukaan benda kerja pengaruh variasi kuat arus listrik dan kekerasan material*. Vol. 9, No. 1 (93-101). Prodi Teknik Mesin. Universitas Muhammadiyah Metro, Lampung. (<http://ojs.ummetro.ac.id/index.php/turbo>)
- [10] Badoniya, P. (2018). *CO2 Laser Cutting of Different Materials - A Review*. Vol. 05, Issue. 06. Lakshmi Narain College of Technology Excellence (LNCTE), Bhopal. (<https://www.researchgate.net/publication/330350894>).