



PENGARUH TINGGI *NOZZLE* TERHADAP DIMENSI AKHIR DAN KEKASARAN PERMUKAAN BENDA KERJA PADA PROSES PEMOTONGAN MENGGUNAKAN PLASMA ARC CUTTING

Angga Nugraha^{1*}, Zakwan Hilmy², Trisno Susilo³, Fajar Tyas Adi⁴

^{1,2,3,4}Universitas Karimun, Indonesia

*Email: angganugrahaa2205@gmail.com

Alamat: Jl. Canggai Puteri Kel. Teluk Uma Kec. Tebing Kab. Karimun 29663, Indonesia

Korespondensi penulis: angganugrahaa2205@gmail.com

Abstract. This study aims to examine the influence of nozzle height in the Plasma Arc Cutting (PAC) process on the final dimensions and surface roughness of the workpiece. Plasma Arc Cutting is a cutting method that uses a plasma arc to cut various types of materials, and it is popular in the manufacturing industry. The nozzle height, which is the distance between the plasma nozzle and the workpiece surface, is believed to affect the cutting quality. This research evaluates changes in the cut dimensions and surface roughness of the workpiece at different nozzle height variations, as well as providing an overview of the relationship between these parameters and the cutting results.

Keywords: plasma arc cutting, nozzle height, final dimension, surface roughness, cutting

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh tinggi nozzle pada proses pemotongan menggunakan Plasma Arc Cutting (PAC) terhadap dimensi akhir dan kekasaran permukaan benda kerja. Plasma Arc Cutting adalah metode pemotongan yang menggunakan busur plasma untuk memotong berbagai jenis material, yang populer dalam industri manufaktur. Tinggi nozzle, yang merupakan jarak antara nozzle plasma dengan permukaan benda kerja, diyakini mempengaruhi kualitas pemotongan. Penelitian ini mengevaluasi perubahan dimensi potongan dan kekasaran permukaan benda kerja pada variasi tinggi nozzle yang berbeda, serta memberikan gambaran mengenai hubungan antara parameter tersebut dengan hasil pemotongan.

Kata kunci: Plasma Arc Cutting, Tinggi Nozzle, Dimensi Akhir, Kekasaran Permukaan, Pemotongan.

Received: Oktober 30, 2024; Revised: Februari 27, 2025; Accepted: Februari 27, 2025; Online Available: Maret 5, 2025; Published: Maret 5, 2025;

*Angga Nugraha, angganugrahaa2205@gmail.com

1. LATAR BELAKANG

Seiring dengan perkembangan teknologi zaman sekarang, banyak pekerjaan yang dilakukan secara manual tetapi dengan perkembangan zaman banyak dilakukan secara otomatis, salah satunya mesin CNC plasma cutting. Plasma arc cutting merupakan salah satu proses pemesinan nonkonvensional yang memanfaatkan gas yang terionisasi menjadi penghantar listrik dan dialirkan menuju busur/nozel dengan suhu yang tinggi digunakan untuk memotong material yang umumnya terbuat dari logam. Pemotongan merupakan proses yang sangat penting karena akan menentukan kualitas bahan yang dipotong. Mesin yang digunakan untuk proses pemotongan ini adalah mesin plasma cutting. (Irawan Malik¹), 2021).

Plasma Arc Cutting merupakan salah satu proses pemesinan nonkonvensional yang memanfaatkan gas yang terionisasi menjadi penghantar listrik dan dialirkan menuju busur/nozel dengan suhu yang sangat tinggi yang digunakan untuk memotong material yang umumnya terbuat dari logam (Saputro, 2019).

Setiap sistem pemotongan plasma menggunakan semacam cairan untuk mendinginkan obor, variasi media pendingin air dengan radiator coolant didapatkan nilai signifikan , karena suhu yang tinggi pada busur plasma dapat membuat nozzle cepat rusak. cairan digunakan bercampur dengan udara, dan dapat digunakan sebagai gas plasma. Semakin besar kipas yang digunakan, maka semakin naik pula nilai efektifitasnya. Hal ini dikarenakan penumbukan angin yang semakin banyak sehingga penyerapan panas pada radiator menjadi lebih cepat Dengan cara seperti ini maka coolant membuang sifat panas yang dihasilkan sehingga tetap dingin dan tidak mudah rusak. elektroda menghasilkan sumber panas yang besar hal yang paling berdampak besar didalam mengalir elektroda adalah nozzle, memberikan keuntungan yang sangat penting dan sangat mendekati yaitu meningkatkan perbedaan suhu antara air pendingin dan udara sebagai tempat pembuangan panas, kalau yang digunakan radiator, dapat dilakukan oleh radiator yang permukaannya jauh lebih kecil dan kipas angin yang lebih kecil [8, apabila tidak terjadi pendinginan secara baik maka laju elektroda terhambat dan mengakibatkan mesin berhenti beroperasi. Didalam system coolant pada mesin plasma cutting dimana cairan ini melewati setiap bagian yang ada di ujung busur dengan system sirkulasi yang baik sehingga mengoptimal kan kerja mesin dalam melakukan pemotongan. (Made, 2021) Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu tentang (PENGARUH KECEPATAN

PEMOTONGAN DAN KETEBALAN BAHAN, 2019) (Rahmawati, 2019) dan (PENGARUH VARIASI TEKANAN UDARA PADA PEMOTONGAN PLAT BAJA ST, 2020) (Rizkiawan, 2020) dan (ANALISA PENGARUH JARAK CUTTING TORCH TERHADAP PERMUKAAN BERPUTAR PADA MESIN PEMOTONG KONTUR SAMBUNGAN PIPA) (Akhyan, 2022) dan ANALISIS PENGARUH PEMOTONGAN PLASMA FLAME CUTTING BAJA PLAT JIS G 3101 SS 400 TERHADAP KEKUATAN TARIKNYA (Sahlan, 2015).

Permasalahan dalam penggunaan plasma cutting yang umum terjadi yaitu masih dikontrol menggunakan tangan manusia serta belum dilengkapi peralatan penggerak. Faktor tersebut mengakibatkan kinerja mesin plasma cutting saat pemotongan belum maksimal dan untuk gerakannya tidak stabil karena mesin masih dioperasikan secara manual (Irfan, 2021)

Mesin CNC (Computer Numerical Control) telah menjadi pilihan utama dalam melakukan pemotongan plat. Mesin CNC memungkinkan pemotongan yang presisi dan efisien dengan menggunakan kontrol komputer untuk menggerakkan alat potong. Salah satu metode pemotongan yang sering digunakan dalam mesin CNC adalah pemotongan dengan plasma, yang menggunakan aliran gas plasma yang dipanaskan tinggi untuk memotong plat logam. (Hidayat, 2021).

Pemotongan plat menggunakan mesin CNC telah menjadi teknologi yang sangat signifikan dalam industri manufaktur. Berbagai faktor dapat mempengaruhi kualitas hasil pemotongan, salah satunya adalah tinggi nozzle. Tinggi nozzle yang tidak tepat dapat menyebabkan akurasi pemotongan yang buruk dan menghasilkan permukaan yang tidak rata. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh tinggi nozzle pada kualitas pemotongan plat menggunakan mesin CNC.

Kualitas hasil pemotongan mesin CNC Plasma Cutting ditentukan oleh beberapa faktor, yakni kuat arus (ampere), tegangan (voltage) yang digunakan, air pendingin (coolent), kecepatan pemotongan dan jarak antara torch plasma dengan benda kerja. (Sendra Pebri Yansyah, 2020).

Salah satu faktor yang memiliki pengaruh signifikan terhadap kualitas pemotongan plat adalah tinggi nozzle. Nozzle merupakan komponen pada mesin CNC yang mengarahkan aliran gas ke permukaan plat yang akan dipotong. Tinggi nozzle yang

tepat sangat penting dalam memastikan pemotongan yang akurat dan berkualitas, serta menghindari masalah seperti goresan tidak terduga atau kerusakan pada permukaan potongan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam jurnal ini adalah kuantitatif karena penelitian ini menggunakan data berupa angka untuk menguji. Pemotongan plat dilakukan menggunakan mesin CNC dengan beberapa variasi tinggi nozzle. Adapun variable bebas terhadap ketinggian nozzle 3 mm, 3,5 mm dan 4,3 mm.

Dalam penelitian ini metode analisis yang digunakan adalah metode kuantitatif. metode kuantitatif adalah Metode kuantitatif menggunakan angka dan statistik untuk pengumpulan dan analisis data yang dapat diukur dan dihitung secara objektif. Tujuan dari metode ini adalah untuk meneliti masalah yang sudah terukur dan memiliki populasi luas.

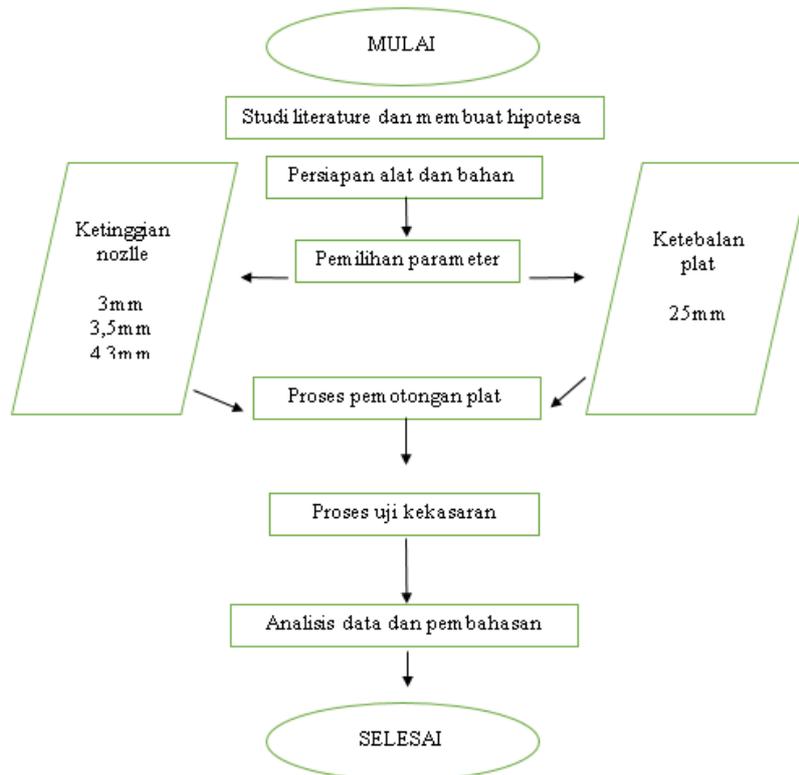
Dalam penelitian ini metode analisis yang digunakan adalah metode analisis ANOVA (analiss varians). Analisis ANOVA adalah salah satu metode statistic yang digunakan untuk Untuk memeriksa dan membandingkan apakah ada perbedaan signifikan antara rata-rata tiga atau lebih kelompok yang berbeda. Analisi ANOVA dapat digunakan untuk menentukan apakah ada perbedaan pada dimensi akhir pemotongan dan kekasaran permukaan yang berdasarkan variasi tinggi *nozzle*.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah CNC Plasma Arc Cutting yang bisa untuk memotong Carbon steel, stainless steel, low-alloy steel. Type : HGCUT 4500. *Serial no* : M2304033. *Horizontal track width* 4500 mm. *Vertical track length* 40000 mm. *Power supply voltage* : AC 240 V 50 Hz.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja AH36 dengan ketebalan 25 mm. Proses ini untuk menguji kemampuan mesin CNC dalam memotong plat dengan ketebalan yang berbeda. Dalam pengujian ini, tujuan utamanya adalah untuk memastikan bahwa mesin CNC dapat menghasilkan hasil pemotongan yang tepat dan akurat sesuai dengan ketebalan yang ditentukan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan eksperimen yaitu suatu metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh tinggi nozzle terhadap kualitas pemotongan plat dengan menggunakan mesin CNC. Adapun variable bebas terhadap ketinggian nozzle 3 mm, 3,5 mm dan 4,3 mm. dan dengan variable tetap terhadap ketebalan plat 25 mm seperti pada diagram alir berikut ini.



Gambar 1. Diagram Alir

Proses ini untuk menguji kemampuan mesin CNC dalam memotong plat dengan ketebalan yang berbeda. Dalam pengujian ini, tujuan utamanya adalah untuk memastikan bahwa mesin CNC dapat menghasilkan hasil pemotongan yang tepat dan akurat sesuai dengan ketebalan yang ditentukan.

Pengaruh tinggi nozzle pada mesin CNC terhadap kualitas pemotongan plat adalah salah satu faktor penting yang perlu diperhatikan dalam proses pemotongan dengan menggunakan teknologi ini. Nozzle merupakan bagian dari sistem pemotongan pada mesin CNC yang berfungsi menyemprotkan jet gas berkecepatan tinggi (seperti

oksigen atau nitrogen) untuk membakar atau meniupkan material plat pada titik pemotongan.

Setelah proses pemotongan, pada penelitian ini akan diuji kualitas permukaan plat. Dimensi Spesimen yang akan diuji di penelitian ini ditunjukkan pada gambar di bawah ini

Tabel 1. Pengujian Tingkat Kekasaran

| Tinggi Nozzle (mm) | Kekasaran Permukaan Plat | Grit |
|--------------------|---|--|
| 3 mm |  | 3000 p Atau 2800 p-4500 p (5-7 μ m) |
| 3,5 mm |  | 5000 p (4 μ m) |
| 4,3mm |  | 2000 p atau 1800 p-2800 p (9-7 μ m) |

Berdasarkan pengujian kekasaran permukaan secara visual, terlihat pada tabel 2. dan tabel 3, bahwa tingkat kekasaran permukaan paling halus didapat pada variasi ketinggian *nozzle* 3,5 mm dan tingkat kekasaran yang paling kasar didapat pada tinggi *nozzle* 4,3 mm sedangkan variasi ketinggian 3 mm terlihat halus namun masih lebih halus pada ketinggian 3,5 mm.

Tabel 2. Dimensi akhir pemotongan pada bagian top

| Spesimen | Panjang | Lebar |
|----------|---------|--------|
| 1 | 399 mm | 199 mm |
| 2 | 399 mm | 199 mm |
| 3 | 399 mm | 198 mm |

Tabel 3. Dimensi akhir pemotongan pada bagian bot

| Spesimen | Panjang | Lebar |
|----------|---------|--------|
| 1 | 400 mm | 200 mm |
| 2 | 400 mm | 200 mm |
| 3 | 401 mm | 201 mm |

Berdasarkan tabel 2 dan 3 diatas, terdapat perbedaan yang signifikan pada dimensi akhir pemotongan antara bagian *top side* dan *bottom side*. Dimana tinggi *nozzle* 3 mm dan 3,5 mm cenderung memberikan toleransi pemotongan yang baik, dan pada variasi tinggi *nozzle* 4,3 mm terdapat penambahan dimensi atau peluasan pada bagian *bottom side* sebesar 1 mm dikarenakan efek panas yang besar dari sisi bawah plat.

Tabel 4. Pengaruh Tinggi Nozzle Terhadap Dimensi

| Tinggi Nozzle | Dimensi full | Dimensi Hasil potong | Dimensi hasil:dimensi full x 100 |
|---------------|--------------|----------------------|----------------------------------|
| 3 mm | 400 x 200 | 399 x 199 | 99,26m ² (0,74%) |
| 3,5 mm | 400 x 200 | 399 x 199 | 99,26m ² (0,74%) |
| 4,3 mm | 400 x 200 | 399 x 198 | 98,75m ² (1,25%) |

Berdasarkan tabel 4 diatas, tinggi *nozzle* dapat mempengaruhi ketepatan dimensi akhir pemotongan, dimana tinggi *nozzle* 3,5 mm dan 3 mm memiliki konsistensi hasil pemotongan yang baik dengan persentase (0,74% dan 0,74%). Sedangkan tinggi *nozzle* 4,3 mm memiliki hasil persentase yang besar yang berarti dimensi hasil pemotongan tidak akurat.

Tabel 5. Pengaruh Tinggi Nozzle Terhadap Dimensi Dari ANOVA

| | | ANOVA ^a | | | | |
|-------|------------|--------------------|----|-------------|--------|--------------------|
| Model | | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
| 1 | Regression | .445 | 1 | .445 | 41.160 | <.001 ^b |
| | Residual | .076 | 7 | .011 | | |
| | Total | .520 | 8 | | | |

a. Dependent Variable: dimensi

b. Predictors: (Constant), tinggi

Sig. (Signifikansi): < 0.001 Nilai signifikansi menunjukkan tingkat signifikansi statistik dari model. Nilai ini lebih kecil dari 0.05, yang berarti adanya pengaruh secara signifikan.

Nilai F yang tinggi (41.160) dan nilai signifikansi yang sangat kecil (<0.001) menunjukkan bahwa model tersebut secara statistik signifikan. Dengan kata lain, terdapat hubungan yang kuat antara tinggi dengan dimensi.

Tabel 6. Regresi Dimensi Model Koefisien

| | | Coefficients ^a | | | | |
|-------|------------|-----------------------------|------------|---------------------------|--------|-------|
| | | Unstandardized Coefficients | | Standardized Coefficients | | |
| Model | | B | Std. Error | Beta | t | Sig. |
| 1 | (Constant) | -.548 | .231 | | -2.375 | .049 |
| | tinggi | .407 | .063 | .924 | 6.416 | <.001 |

Berdasarkan data tabel dari tabel 6, koefisien untuk variable tinggi adalah 0,407 Artinya, setiap kenaikan satu variabel tinggi akan meningkatkan nilai prediksi dimensi sebesar 0.407 unit. Dengan nilai beta standar sebesar 0,924, variable tinggi memiliki pengaruh yang signifikan terhadap dimensi. Selain itu, konstanta memiliki nilai t sebesar -2.375 dan nilai sig sebesar 0,049, yang menunjukkan bahwa konstanta ini juga signifikan secara statistic.

Tabel 7. Pengaruh Tinggi Nozzle Terhadap Dimensi Dari Hasil Korelasi

| | | Correlations | |
|---------|---------------------|--------------|---------|
| | | tinggi | dimensi |
| tinggi | Pearson Correlation | 1 | -.924** |
| | Sig. (2-tailed) | | <.001 |
| | N | 9 | 9 |
| dimensi | Pearson Correlation | -.924** | 1 |
| | Sig. (2-tailed) | <.001 | |
| | N | 9 | 9 |

Berdasarkan data dari Tabel 7 diatas, Nilai signifikansi adalah < 0.001 . Ini berarti bahwa hasil korelasi ini sangat signifikan secara statistik.

Biasanya, nilai $\text{sig} < 0.05$ dianggap signifikan. Dalam kasus ini, $p < 0.001$ menunjukkan bahwa hasil ini sangat kecil kemungkinan terjadi secara kebetulan.

Korelasi negatif kuat: Karena nilai korelasi adalah -0.924 , ini menunjukkan bahwa ketika nilai "tinggi" meningkat, nilai "dimensi" cenderung menurun, dan sebaliknya. Signifikansi statistik: Dengan nilai $p < 0.001$ Terdapat korelasi negatif yang kuat dan signifikan secara statistik antara "tinggi" dan "dimensi". Ini menunjukkan bahwa ketika satu variabel meningkat, variabel lainnya cenderung menurun.

Tabel 8. Pengaruh Tinggi Nozzle Terhadap Kekasaran Dari ANOVA

| | | ANOVA ^a | | | | |
|-------|------------|--------------------|----|-------------|--------|-------------------|
| Model | | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
| 1 | Regression | 29.337 | 1 | 29.337 | 16.218 | .005 ^b |
| | Residual | 12.663 | 7 | 1.809 | | |
| | Total | 42.000 | 8 | | | |

a. Dependent Variable: Kekasaran

b. Predictors: (Constant), tinggi

Regression: 29.337 menunjukkan berapa banyak variasi yang dapat dijelaskan oleh model regresi oleh variabel dependen, atau kekasaran. Residual: 12.663 menunjukkan jumlah variasi dalam variabel dependen yang tidak dapat dijelaskan oleh model regresi.

Regression: 1 menunjukkan jumlah variabel independen yang terlibat dalam model. Derajat kebebasan regresi adalah 1, karena hanya ada satu variabel independen (tinggi). Residual 7 menunjukkan jumlah parameter yang diestimasi dikurangi dari total observasi.

Nilai F yang tinggi menunjukkan bahwa model regresi secara keseluruhan signifikan nilai ini dapat dihitung dengan membagi rata-rata kuadrat regresi dengan rata-rata kuadrat residual. Nilai p-value 0.005 lebih kecil dari 0.05, menunjukkan bahwa hasil regresi ini signifikan.

Model regresi yang diuji menunjukkan bahwa variabel independen (tinggi) memiliki pengaruh yang signifikan terhadap variabel dependen (kekasaran).

Tabel 9. Regresi Kekasaran Model Koefisien

| Model | | Coefficients ^a | | | | |
|-------|------------|-----------------------------|-------|---------------------------|--------|------|
| | | Unstandardized Coefficients | | Standardized Coefficients | t | Sig. |
| B | Std. Error | Beta | | | | |
| 1 | (Constant) | -6.140 | 3.048 | | -2.015 | .084 |
| | tinggi | 3.372 | .837 | .836 | 4.027 | .005 |

a. Dependent Variable: Kekasaran

Berdasarkan data dari Tabel 9 diatas, variable tinggi nozzle memiliki koefisien regresi sebesar 3,372, yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan tinggi nozzle akan meningkatkan kekasaran, atau berbanding lurus.

Nilai signifikansi untuk variable tinggi nozzle adalah 0,005 yang lebih kecil dari 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa variable tinggi nozzle berpengaruh signifikan terhadap kekasaran

Tabel 10. Pengaruh Tinggi Nozzle Terhadap Kekasaran Dari Hasil Korelasi

| | | tinggi | Kekasaran |
|-----------|---------------------|--------|-----------|
| tinggi | Pearson Correlation | 1 | .836** |
| | Sig. (2-tailed) | | .005 |
| | N | 9 | 9 |
| Kekasaran | Pearson Correlation | .836** | 1 |
| | Sig. (2-tailed) | .005 | |
| | N | 9 | 9 |

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Berdasarkan data dari Tabel 10 diatas, terdapat korelasi positif yang kuat antara variable tinggi dan kekasaran dengan koefisien korelasi sebesar 0,836. Nilai signifikansi sebesar 0,005 menunjukkan bahwa korelasi ini signifikan. Peningkatan ketinggian nozzle cenderung diikuti oleh peningkatan variable kekasaran dan hubungan ini sangat signifikan secara statistic.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang diambil dalam penelitian ini adalah tinggi *nozzle* berpengaruh secara signifikan terhadap dimensi akhir dan kekasaran permukaan benda kerja dalam proses pemotongan pada *plasma arc cutting*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tinggi *nozzle* 3,5mm memberikan hasil dimensi akhir yang optimal dengan nilai sesuai standar yang diinginkan. Ada hubungan negative yang sangat kuat dan signifikan secara statistic antara variable dimensi dan tinggi *nozzle*, ketika variable satu meningkat maka variable lainnya cenderung menurun. Terdapat korelasi positif yang kuat antara variabel tinggi dan kekasaran. Dengan kata lain, peningkatan tinggi *nozzle* cenderung diikuti oleh peningkatan kekasaran hubungan ini sangat signifikan secara statistic. Tinggi *nozzle* juga berdampak pada kekasaran permukaan benda kerja tinggi *nozzle* 3,5mm menghasilkan kualitas kekasaran yang baik dengan nilai memenuhi kriteria kualitas plat yang diinginkan.

Selama proses penulisan jurnal ini. Kontribusi dan perspektif dari rekan-rekan sejawat sangat berharga dan telah membantu memperkaya isi jurnal ini. Sekali lagi, saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah berperan dalam kesuksesan publikasi jurnal laporan ini. Semoga kerjasama yang baik ini dapat terus berlanjut di masa yang akan datang.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan rasa rendah hati, saya ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus atas publikasi jurnal laporan kami yang berjudul "PENGARUH TINGGI NOZZLE TERHADAP DIMENSI AKHIR DAN KEKASARAN PERMUKAAN BENDA KERJA PADA PROSES PEMOTONGAN PLASMA ARC CUTTING". Ucapan terima kasih ini kami sampaikan kepada semua pihak yang telah berkontribusi dan memberikan dukungan selama proses penelitian dan penyusunan jurnal ini.

Pertama-tama saya ingin mengucapkan terima kasih kepada pak pami, pak Rahman, tim peneliti dan penulis yang telah bekerja keras untuk mengumpulkan data, menganalisis informasi, dan merumuskan temuan-temuan berarti yang dibahas dalam laporan ini. Tanpa dedikasi dan usaha keras dari tim, laporan ini tidak akan menjadi kenyataan.

Kedua saya juga ingin menyampaikan terima kasih kepada pak dwi arfinanta dan para pihak yang telah memberikan sumbangan berharga dalam bentuk dukungan teknis, saran, dan masukan selama proses penulisan jurnal ini. Kontribusi dan perspektif dari rekan-rekan sejawat sangat berharga dan telah membantu memperkaya isi jurnal ini.

Sekali lagi, saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah berperan dalam kesuksesan publikasi jurnal laporan ini. Semoga kerjasama yang baik ini dapat terus berlanjut di masa yang akan datang.

DAFTAR REFERENSI

- Irawan Malik, M. A. (2021). Analisa Kekasaran Permukaan Hasil Pemotongan Pada . *JURNAL AUSTENIT*, 54-58.
- Saputro, F. N. (2019). Pengaruh Ketinggian Torch Terhadap Lebar Kerf Dan. *Jurnal Kompetensi Teknik* , 22-27.
- Made, A. M. (2021). Analisis Laju Perpindahan Panas pada Radiator Pemesinan CNC. *Jurnal Teknik Mesin*, 145-151.
- Rahmawati, A. R. (2019). Pengaruh Kecepatan Pemotongan Dan Ketebalan Bahan. *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, 94-98.
- Rizkiawan, D. (2020). Pengaruh Variasi Tekanan Udara Pada Pemotongan Plat Baja St . *Jurnal Kompetensi Teknik*, 6-12.
- Akhyan, A. (2022). Analisa pengaruh jarak cutting torch terhadap permukaan berputar. *Jurnal Program Studi Teknik Mesin UM Metro*, 55-62.
- Sendra Pebri Yansyah, A. d. (2020). Optimasi Parameter Pemotongan Mesin Cnc Plasma Cutting . 1-6.
- Hidayat, M. A. (2021). Analisa parameter pada pemotongan plate menggunakan CNC fiber . *Jurnal Program Studi Teknik Mesin UM Metro*, 239-247.
- Irfan, S. (2021). Rancang Bangun Cnc Plasma. *Rekayasa Mesin*, 1-10.
- Sahlan. (2015). Analisis Pengaruh Pemotongan Plasma Flame Cutting. *Simposium Nasional*, 253-259.