

ANALISIS PENGARUH PARAMETER MESIN CNC *FLAME CUTTING* TERHADAP KUALITAS PEMOTONGAN BAJA SS400 MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI

Reihan Rafly Prasetya^{*1}, Tranggono¹, Yekti Condro Winursito¹

¹Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Surabaya, Jalan Rungkut Madya, Kecamatan Gunung Anyar 60294
E-mail: reihanraflyprasetya@gmail.com

ABSTRAK

Pengaturan parameter proses yang tepat dalam proses CNC *Flame Cutting* sangat berpengaruh terhadap kualitas hasil pemotongan. Dalam praktik industri, kualitas hasil potongan terutama kekasaran permukaan dan ketidakakuratan dimensi menjadi perhatian utama. Permukaan yang terlalu kasar dapat menyulitkan proses penyambungan pelat dan menurunkan kualitas sambungan, sedangkan ketidaksesuaian dimensi dapat berdampak pada efisiensi biaya serta waktu pemesinan. Oleh karena itu, perusahaan sangat menekankan pentingnya kualitas pemotongan yang optimal dan stabil dalam setiap proses produksi. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh parameter mesin CNC *Flame Cutting* terhadap kualitas pemotongan baja SS400 menggunakan metode Taguchi. Parameter yang diteliti meliputi kecepatan potong, tekanan gas, dan tekanan oksigen. Desain eksperimen menggunakan *orthogonal array* L9 (3^3) dan hasilnya dianalisis dengan rasio sinyal terhadap *noise* serta ANOVA. Hasil menunjukkan bahwa kombinasi optimal untuk meminimalkan ketidakakuratan dimensi adalah kecepatan potong 312 mm/menit, tekanan gas 4 bar, dan tekanan oksigen 6 bar. Sedangkan untuk kekasaran permukaan, kombinasi terbaik adalah kecepatan potong 431 mm/menit, tekanan gas 5 bar, dan tekanan oksigen 5 bar. Tekanan gas menjadi faktor yang berpengaruh paling dominan dalam memengaruhi hasil pemotongan terhadap ketidakakuratan dimensi dan kekasaran permukaan.

Kata kunci: CNC *Flame Cutting*, Baja SS400, Ketidakakuratan Dimensi, Kekasaran Permukaan, Metode Taguchi

ABSTRACT

Accurate parameter settings in CNC *Flame Cutting* processes play a crucial role in determining the quality of the cutting results. In industrial applications, surface roughness and dimensional accuracy are key quality indicators that receive significant attention. Excessive surface roughness can hinder plate joining and reduce joint quality, while dimensional inaccuracy may affect cost efficiency and machining time. Therefore, companies place strong emphasis on achieving optimal and consistent cutting quality in their production processes. This study aims to analyze the influence of CNC *Flame Cutting* machine parameters on the cutting quality of SS400 steel using the Taguchi method. The investigated parameters include cutting speed, gas pressure, and oxygen pressure. The experiment was designed using an L9 (3^3) *orthogonal array*, and the results were analyzed using Signal-to-Noise (S/N) ratios and Analysis of Variance (ANOVA). The findings indicate that the optimal parameter combination to minimize dimensional inaccuracy is a cutting speed of 312 mm/min, gas pressure of 4 bar, and oxygen pressure of 6 bar. Meanwhile, to reduce surface roughness, the best combination is a cutting speed of 431 mm/min, gas pressure of 5 bar, and oxygen pressure of 5 bar. Gas pressure is the most dominant factor influencing the cutting results in terms of dimensional inaccuracy and surface roughness.

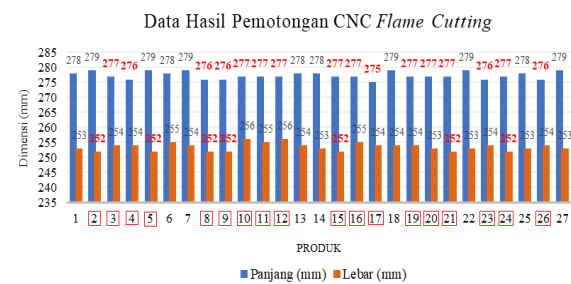
Keywords: CNC *Flame Cutting*, SS400 Steel, Dimensional Inaccuracy, Surface Roughness, Taguchi Method

1. PENDAHULUAN

Baja karbon merupakan salah satu material yang paling banyak digunakan dalam berbagai aplikasi teknik, menyumbang sekitar 85% dari total produksi baja tahunan di dunia (Ismail & Adan, 2014). Jenis baja ini terkenal karena kemudahan dalam pembentukan, kekerasan yang baik, dan harga yang terjangkau (ASM, 1990). Baja karbon dibedakan berdasarkan kadar karbonnya menjadi baja karbon rendah, sedang, dan tinggi, di mana baja karbon rendah, dengan kadar karbon di bawah 0,3%, sering digunakan dalam pembuatan pelat, profil, dan baut, serta diaplikasikan dalam konstruksi umum seperti pembuatan tangki, kapal, dan jembatan (Rosyadi et al., 2022; Oktaviandy et al., 2023).

Dalam proses produksi, pemotongan baja menjadi tahap awal yang krusial, dan pemilihan metode pemotongan yang tepat sangat penting untuk mencapai kualitas yang diinginkan. Metode pemotongan baja yang umum digunakan meliputi *gas cutting* dan *laser plasma cutting*, dengan *gas cutting* atau *oxy-fuel cutting* menjadi pilihan yang lebih efektif untuk memotong baja hingga ketebalan 250 mm (Tauvana & Widodo, 2020). Seiring dengan perkembangan teknologi, penggunaan mesin CNC (*Computer Numerical Control*) dalam pemotongan baja semakin meningkat, menawarkan efisiensi dan efektivitas biaya. Namun, tantangan yang dihadapi adalah variasi dalam kualitas hasil pemotongan, seperti kekasaran permukaan dan ketidakakuratan dimensi yang dapat berdampak negatif pada hasil produksi (Nie et al., 2024). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pengaturan parameter pemotongan, seperti kecepatan potong dan tekanan gas, memiliki pengaruh signifikan terhadap kualitas pemotongan (Yousefi & Zohoor, 2019).

PT XYZ, sebuah perusahaan yang bergerak di bidang logistik dan konstruksi, menghadapi masalah dalam kualitas pemotongan baja menggunakan mesin CNC *Flame Cutting*. Variasi dalam kekasaran permukaan dan ketidakakuratan dimensi menjadi permasalahan utama yang mengakibatkan cacat produk dan penurunan produktivitas (Kurniawan et al., 2023).



Gambar 1. Hasil Dimensi Pemotongan Baja Pada PT XYZ

Berdasarkan Gambar 1 melalui pengambilan data sampel sebanyak 5% atau 27 produk dari total 542 produk berdimensi 280 mm × 255 mm yang menunjukkan bahwa 18 produk mengalami ketidakakuratan dimensi yang diberi tanda merah berdasarkan standar JIS (*Japanese Industrial Standards*) yang digunakan perusahaan.



Gambar 2. Permukaan Hasil Pemotongan Baja Pada PT XYZ

Gambar 2 memperlihatkan kondisi permukaan hasil pemotongan CNC *Flame Cutting* di PT XYZ yang masih terlihat kasar dan belum mencapai tingkat kerapian yang diharapkan. Sehingga berdasarkan data-data di atas dapat diketahui bahwa dari produk yang dihasilkan, sejumlah produk tidak memenuhi standar toleransi dimensi dan kekasaran yang ditetapkan, sehingga diperlukan analisis lebih lanjut untuk mengidentifikasi penyebab dan solusi yang tepat.

Untuk mengatasi masalah yang dihadapi, penelitian ini akan melakukan eksperimen untuk mengidentifikasi pengaruh kombinasi parameter pemotongan, seperti kecepatan potong, tekanan gas, dan tekanan oksigen, terhadap kualitas pemotongan. Metode Taguchi dan ANOVA akan digunakan untuk menganalisis data eksperimen dan menentukan kombinasi parameter optimal yang dapat meningkatkan akurasi dimensi dan kekasaran permukaan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan kombinasi parameter pemotongan yang optimal yang berpengaruh terhadap ketidakakuratan dimensi

dan kekasaran permukaan, serta mengidentifikasi parameter yang paling berpengaruh dalam proses pemotongan untuk meningkatkan kualitas hasil produksi di PT XYZ. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan dan perbaikan proses pemotongan baja, serta menjadi referensi bagi industri dalam meningkatkan kualitas produk.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Baja SS400

Baja SS400 merupakan baja karbon rendah dengan kandungan karbon di bawah 0,3%, yang dikenal memiliki keuletan dan ketangguhan tinggi meskipun ketahanan ausnya relatif rendah (Oktaviandy et al., 2023). Baja ini mudah dibentuk dan banyak digunakan pada konstruksi, perkapalan, serta komponen struktural seperti rangka bangunan dan jembatan (Davis, 1998; Pratama et al., 2019). Berdasarkan standar JIS G3101, besi (Fe) dan karbon (C), serta unsur tambahan seperti mangan (Mn), silikon (Si), sulfur (S), dan fosfor (P) yang memberikan keseimbangan antara kekuatan dan kemudahan pengerjaan sehingga menjadikannya pilihan utama dalam aplikasi struktural dan industri (Arif & Pranatal, 2022; Julian et al., 2019; Rosyadi et al., 2022).

Pemotongan CNC *Flame Cutting*

Meskipun banyak teknologi pemotongan baru telah dikembangkan, *Flame Cutting* tetap menjadi pilihan utama dalam industri konstruksi baja (Ramakrishna et al., 2018). Proses ini dapat memotong baja dengan ketebalan antara 0,5 mm hingga 250 mm dan dapat dilakukan secara manual, mekanis, atau otomatis menggunakan teknologi CNC. Prinsip kerja CNC *Flame Cutting* melibatkan pemanasan material hingga suhu tertentu sebelum oksigen bertekanan tinggi ditiupkan untuk melelehkan logam sehingga menghasilkan potongan yang bersih dan presisi (Chakravarti, 2022). Mesin CNC *Flame Cutting* terdiri dari beberapa komponen penting, termasuk rangka, cutting torch, dan sistem pergerakan (Kolhe et al., 2018).

Kualitas Hasil Pemotongan

Kualitas hasil pemotongan sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk tekanan gas pemotong, kecepatan pemotongan, dan karakteristik material (Benardos &

Vosniakos, 2003). Kekasaran permukaan dan akurasi dimensi adalah dua kriteria utama dalam menilai kualitas pemotongan (Yousefi & Zohoor, 2019). Benardos & Vosniakos (2003) mengungkapkan bahwa kekasaran permukaan yang baik sangat penting untuk kinerja dan daya tahan komponen, sementara Kuznetsov (2017) menjelaskan akurasi dimensi mencerminkan kedekatan hasil pengukuran dengan nilai referensi. Oleh karena itu, penting untuk mengoptimalkan parameter pemotongan agar hasil yang diperoleh sesuai dengan spesifikasi teknis yang diinginkan.

Parameter CNC *Flame Cutting*

Parameter pemotongan dalam CNC *Flame Cutting*, seperti kecepatan pemotongan dan tekanan oksigen, sangat berpengaruh terhadap kualitas hasil potongan. Kecepatan pemotongan yang terlalu tinggi dapat mengurangi kualitas, sedangkan kecepatan yang terlalu lambat dapat menyebabkan terak menempel pada permukaan logam (Kulkarni et al., 2008; Kolhe et al., 2018). Tekanan gas yang digunakan untuk nyala pemanasan awal berperan penting dalam menentukan kualitas pemotongan. Tekanan yang tidak sesuai dapat menyebabkan pembakaran yang tidak stabil dan menurunkan kualitas hasil pemotongan (Abdulateef et al., 2010; Tauvana & Widodo, 2020). Sunaryo (2008) menjelaskan Tekanan oksigen yang tidak tepat dapat menyebabkan pemotongan yang tidak efisien. Pengaturan tekanan yang optimal sangat penting untuk menjaga stabilitas aliran gas dan kualitas hasil potongan.

Design Of Experiments (DOE)

Design of Experiments (DOE) adalah teknik yang digunakan untuk merancang dan menganalisis eksperimen yang melibatkan banyak faktor. Metode ini memungkinkan peneliti untuk memahami pengaruh berbagai faktor dalam suatu proses dan mengoptimalkan kondisi kerja. Dr. Genichi Taguchi mengembangkan metode inovatif dalam perancangan eksperimen yang menyederhanakan dan menstandarisasi proses pengujian, sehingga menghasilkan data yang konsisten dan dapat diandalkan (Roy, 2010).

Metode Taguchi

Metode Taguchi adalah pendekatan eksperimental yang bertujuan meningkatkan

kualitas produk dengan meminimalkan variasi hasil melalui desain percobaan yang efisien. Desain ini menggunakan *Orthogonal Array* (OA) untuk menyusun kombinasi percobaan secara sistematis, sehingga jumlah eksperimen dapat diminimalkan tanpa mengurangi akurasi informasi. Setiap faktor memiliki beberapa level, dan kombinasi faktor-level tersebut diuji untuk menentukan konfigurasi paling optimal. Dalam penelitian ini, analisis dilakukan menggunakan *Signal to Noise Ratio* (S/N) untuk menilai stabilitas hasil terhadap gangguan (*noise*) atau variasi tak terkendali. Karakteristik S/N yang digunakan adalah *Smaller is Better*, yang sesuai untuk respon berupa nilai yang diharapkan serendah mungkin seperti ketidakakuratan dimensi dan kekasaran permukaan (Roy, 2010). Rumusnya adalah:

$$S/N \text{ Ratio} = -10 \log_{10} \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 \right) \quad (1)$$

Keterangan:

n = jumlah pengulangan dalam tiap eksperimen

y = nilai respon eksperimen ke-i

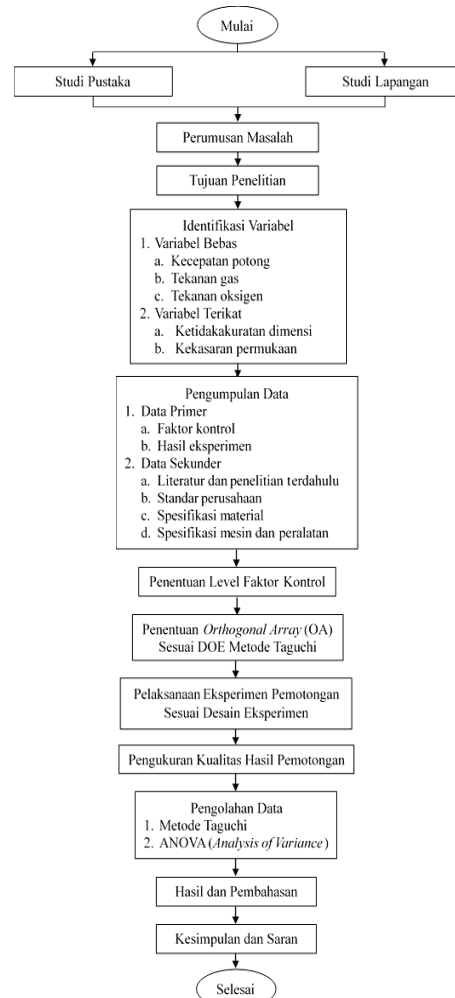
Analysis Of Variance (ANOVA)

Analisis Varians adalah metode statistik yang digunakan untuk menganalisis perbedaan antara beberapa kelompok data. Metode ANOVA membantu mengidentifikasi faktor mana yang memiliki dampak terbesar terhadap variasi dalam kualitas suatu proses atau produk. Dengan menghitung persentase kontribusi dari setiap faktor, peneliti dapat fokus pada faktor-faktor yang signifikan dan mengeliminasi yang kurang berpengaruh, sehingga meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses produksi (Roy, 2010).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di *Workshop* Fabrikasi PT XYZ yang berlokasi di Gresik, Jawa Timur. Kegiatan penelitian dimulai pada bulan Agustus 2024 dan berlangsung hingga seluruh data yang diperlukan berhasil diperoleh. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi variabel bebas berupa kecepatan potong (mm/menit), tekanan gas (bar), dan tekanan oksigen (bar), serta variabel terikat yang terdiri dari ketidakakuratan dimensi (mm) dan kekasaran permukaan (Ra). Proses pengumpulan data dilakukan melalui dua sumber. Data primer diperoleh dari observasi langsung di lapangan, mencakup parameter proses yang digunakan serta hasil

dari pengujian eksperimen. Sementara itu, data sekunder diperoleh melalui studi pustaka yang mencakup referensi dari literatur ilmiah dan data internal perusahaan yang relevan dengan penelitian. Dan berikut merupakan langkah-langkah yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam penelitian ini:



Gambar 3. Flowchart

Eksperimen pemotongan pada penelitian ini menggunakan Mesin CNC *Flame Cutting* Hugong tipe GSI1-4500GD yang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. CNC *Flame Cutting* Machine Hugong Type GSI1-4500GD

Eksperimen pemotongan ini menggunakan pelat baja SS400 dengan ketebalan 16 mm yang komposisi unsur kimianya ditampilkan pada Tabel 1. Spesimen pada penelitian ini dirancang dengan dimensi 60 mm × 60 mm untuk memastikan kesesuaian dalam analisis dan pengujian.

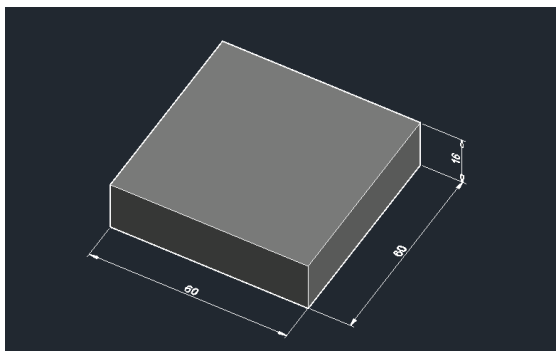
Tabel 1. Komposisi Kimia Baja SS400

Komposisi	Persentase (%)
Karbon (C)	0.2105
Silikon (Si)	0.235
Mangan (Mn)	0.311
Fosfor (P)	0.0191
Sulfur (S)	0.0084

Sumber: Data Perusahaan



Gambar 5. Pelat Baja SS400



Gambar 6. Dimensi Spesimen 60 x 60 mm

Dalam mengukur tingkat ketidakakuratan dimensi hasil eksperimen pemotongan menggunakan jangka sorong Mitutoyo 530-118 dengan satuan milimeter (mm) yang memiliki akurasi hingga 0,05 mm dan mampu mengukur panjang hingga 200 mm sebagaimana ditampilkan pada Gambar 7. Sedangkan untuk mengukur kekasaran permukaan spesimen menggunakan alat *Surface Texture and Contour Measuring Instrument* tipe SURFCOM NEX 200 DX2-13 yang ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 7. Jangka Sorong Mitutoyo



Gambar 8. SURFCOM NEX 200 DX2-13

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Level Faktor

Penentuan besar tiap level faktor telah mempertimbangkan uji coba berdasarkan pengalaman operator mesin CNC dan sesuai dengan standar perusahaan.

Tabel 2. Level Faktor Kontrol

Faktor Kontrol	Level		
	1	2	3
Kecepatan Potong (mm/menit)	312	379	431
Tekanan Gas (bar)	4	5	6
Tekanan Oksigen (bar)	4	5	6

Sumber: Data Perusahaan

Penentuan *Orthogonal Array* (OA)

Penentuan *orthogonal array* dilakukan berdasarkan pemilihan level faktor sebagai acuan dalam pelaksanaan eksperimen. Desain L9 (3³) digunakan dalam penelitian ini untuk mengevaluasi kombinasi parameter pemotongan melalui 9 kali pengujian menggunakan mesin CNC *Flame Cutting*, seperti ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. *Orthogonal Array* L9 (3³)

Eksperimen	Faktor Kontrol			Ketidakakuratan Dimensi (mm)	Kekasaran Permukaan (Ra)
	Kecepatan Potong (mm/menit)	Tekanan Gas (bar)	Tekanan Oksigen (bar)		
1	312	4	4	X1	Y1
2	312	5	5	X2	Y2
3	312	6	6	X3	Y3
4	379	4	5	X4	Y4
5	379	5	6	X5	Y5
6	379	6	4	X6	Y6
7	431	4	6	X7	Y7
8	431	5	4	X8	Y8
9	431	6	5	X9	Y9

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Analisis S/N Ratio

Data hasil eksperimen dan pengukuran nilai kualitas dalam metode Taguchi akan diolah dan ditransformasikan ke dalam bentuk nilai S/N (*Signal to Noise*) Ratio. Pengolahan nilai S/N Ratio dilakukan berdasarkan data

hasil pengujian tanpa replikasi, menggunakan bantuan *software* Minitab 18. Karakteristik kualitas yang digunakan dalam analisis ini adalah *Smaller is Better*. Hasil perhitungan untuk ketidakakuratan dimensi beserta nilai S/N Ratio ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai S/N Ratio Ketidakakuratan Dimensi

Eksperimen	Faktor Kontrol			Ketidakakuratan Dimensi (mm)	S/N Ratio
	Kecepatan Potong (mm/menit)	Tekanan Gas (bar)	Tekanan Oksigen (bar)		
1	312	4	4	61,76	-35,8141
2	312	5	5	62,25	-35,8828
3	312	6	6	61,67	-35,8015
4	379	4	5	61,78	-35,8170
5	379	5	6	62,30	-35,8898
6	379	6	4	61,66	-35,8001
7	431	4	6	61,69	-35,8043
8	431	5	4	62,36	-35,8981
9	431	6	5	62,09	-35,8604

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Adapun Tabel 5 menyajikan hasil analisis perhitungan untuk nilai S/N Ratio terhadap kualitas kekasaran permukaan

berdasarkan data hasil pengujian sebagai berikut.

Tabel 5. Nilai S/N Ratio Kekasaran Permukaan

Eksperimen	Faktor Kontrol			Kekasaran Permukaan (Ra)	S/N Ratio
	Kecepatan Potong (mm/menit)	Tekanan Gas (bar)	Tekanan Oksigen (bar)		
1	312	4	4	4,6763	-13,3980
2	312	5	5	3,5802	-11,0781
3	312	6	6	4,5537	-13,1673

Eksperimen	Faktor Kontrol			Kekasaran Permukaan (Ra)	S/N Ratio
	Kecepatan Potong (mm/menit)	Tekanan Gas (bar)	Tekanan Oksigen (bar)		
4	379	4	5	4,6269	-13,3058
5	379	5	6	3,9203	-11,8664
6	379	6	4	4,2850	-12,6390
7	431	4	6	4,4484	-12,9641
8	431	5	4	3,1513	-9,9698
9	431	6	5	3,5746	-11,0645

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Berdasarkan pengolahan data pada Tabel 3 dan Tabel 4, selanjutnya dilakukan analisis respon S/N Ratio untuk mengevaluasi pengaruh kecepatan potong, tekanan gas, dan tekanan oksigen terhadap ketidakakuratan dimensi dan kekasaran permukaan guna menentukan kombinasi parameter pemotongan yang optimal. Hasil respon S/N Ratio dari masing-masing faktor terhadap ketidakakuratan dimensi disajikan pada Tabel 6, sedangkan untuk kekasaran permukaan ditampilkan pada Tabel 7.

Tabel 6. Respon S/N Ratio Terhadap Ketidakakuratan Dimensi

Level Faktor	S/N Ratio Smaller is Better Ketidakakuratan Dimensi		
	Kecepatan Potong (mm/menit)	Tekanan Gas (bar)	Tekanan Oksigen (bar)
1	-35,83	-35,81	-35,84
2	-35,84	-35,89	-35,85
3	-35,85	-35,82	-35,83
Selisih	0,02	0,08	0,02
Rank	2	1	3

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Dari hasil respon S/N Ratio dari masing-masing faktor pada Tabel 6, dapat diketahui kombinasi faktor kontrol optimal untuk mendapatkan nilai ketidakakuratan dimensi minimum yaitu dengan kecepatan potong level 1 sebesar 312 mm/menit, tekanan gas level 1 sebesar 4 bar, dan tekanan oksigen level 3 sebesar 6 bar.

Tabel 8. Persentase Kontribusi Terhadap Ketidakakuratan Dimensi

Faktor Kontrol	Derajat Kebebasan (DF)	Nilai Penjumlahan Pangkat (SS)	Nilai Kontribusi (%)	Nilai F-ratio (F-value)	Nilai Probabilitas (P-value)
Kecepatan Potong	2	0,05433	5,98%	1,20	0,454

Tabel 7. Respon S/N Ratio Terhadap Kekasaran Permukaan

Level Faktor	S/N Ratio Smaller is Better Kekasaran Permukaan		
	Kecepatan Potong (mm/menit)	Tekanan Gas (bar)	Tekanan Oksigen (bar)
1	-12,55	-13,22	-12,00
2	-12,60	-10,97	-11,82
3	-11,33	-12,29	-12,67
Selisih	1,27	2,25	0,85
Rank	2	1	3

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Sedangkan pada Tabel 7 dapat diketahui kombinasi faktor kontrol optimal untuk mendapatkan nilai kekasaran permukaan minimum dalam proses pemotongan baja yaitu dengan kecepatan potong level 3 sebesar 431 mm/menit, tekanan gas level 2 sebesar 5 bar, dan tekanan oksigen level 2 sebesar 5 bar.

Analysis of Variance (ANOVA)

Analisis varians digunakan untuk mengevaluasi sejauh mana masing-masing parameter pemotongan CNC *Flame Cutting* memengaruhi kualitas hasil pemotongan dengan menyajikan kontribusinya dalam bentuk persentase yang diolah menggunakan *software* Minitab 18. Pada tabel 8 memperlihatkan kontribusi tiap parameter terhadap ketidakakuratan dimensi, sedangkan Tabel 9 menunjukkan kontribusi parameter terhadap kekasaran permukaan.

Faktor Kontrol	Derajat Kebebasan (DF)	Nilai Penjumlahan Pangkat (SS)	Nilai Kontribusi (%)	Nilai F-ratio (F-value)	Nilai Probabilitas (P-value)
(mm/menit)					
Tekanan Gas (Bar)	2	0,78802	86,72%	17,41	0,054
Tekanan Oksigen (Bar)	2	0,02105	2,32%	0,47	0,683
Error	2	0,04526	4,98%		
Total	8	0,90865	100,00%		

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Berdasarkan Tabel 8 tekanan gas merupakan faktor paling berpengaruh terhadap ketidakakuratan dimensi dengan kontribusi sebesar 86,72%, diikuti kecepatan potong sebesar 5,98% dan tekanan oksigen 2,32%.

Temuan ini menunjukkan bahwa tekanan gas berperan dominan dalam menentukan tingkat ketidakakuratan dimensi hasil pemotongan.

Tabel 9 Persentase Kontribusi Terhadap Kekasaran Permukaan

Faktor Kontrol	Derajat Kebebasan (DF)	Nilai Penjumlahan Pangkat (SS)	Nilai Kontribusi (%)	Nilai F-ratio (F-value)	Nilai Probabilitas (P-value)
Kecepatan Potong (mm/menit)	2	0,039191	25,21%	152,51	0,007
Tekanan Gas (Bar)	2	0,100977	64,95%	392,94	0,003
Tekanan Oksigen (Bar)	2	0,015053	9,68%	58,58	0,017
Error	2	0,000257	0,17%		
Total	8	0,155478	100,00%		

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Hasil pada Tabel 9 menunjukkan tekanan gas menjadi faktor paling berpengaruh terhadap kekasaran permukaan dengan kontribusi 64,95%, diikuti kecepatan potong sebesar 25,21% dan tekanan oksigen 9,68%. Hal ini menegaskan bahwa parameter tekanan gas berperan utama dalam menentukan tingkat kekasaran permukaan hasil pemotongan.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan Metode Taguchi dalam proses pemotongan menggunakan mesin CNC *Flame Cutting* berhasil mengidentifikasi kombinasi parameter optimal untuk meminimalkan ketidakakuratan dimensi dan kekasaran permukaan. Kombinasi terbaik untuk ketidakakuratan dimensi diperoleh pada kecepatan potong 312 mm/menit, tekanan gas 4 bar, dan tekanan oksigen 6 bar, sedangkan untuk mengurangi kekasaran permukaan, kombinasi optimal adalah kecepatan potong 431 mm/menit, tekanan gas 5 bar, dan tekanan

oksigen 5 bar. Analisis menggunakan metode ANOVA mengungkapkan bahwa tekanan gas merupakan faktor dominan yang paling berpengaruh terhadap kedua aspek kualitas pemotongan, dengan kontribusi masing-masing sebesar 86,72% untuk ketidakakuratan dimensi dan 64,95% untuk kekasaran permukaan. Hal ini menjelaskan bahwa pengaturan parameter tekanan gas menjadi kunci utama perusahaan dalam upaya meningkatkan kualitas hasil pemotongan baja menggunakan mesin CNC *Flame Cutting*.

DAFTAR PUSTAKA

Abdulateef, O. F., Mustafa, F. F., & Salman, S. A. (2010). Prediction The Effect Of Flame Cutting Parameters On The Quality Of Metal Surface In Cnc Flame Cutting Machine Using Artificial Neural Network. *The Iraqi Journal For Mechanical And Material Engineering*, 10(3), 406-416.

- Arif, N., & Pranatal, E. (2022). Analisa Pengaruh Root Gap Terhadap Pengujian Tarik Menggunakan Metode Pengelasan FCAW Posisi 3G Pada Material Baja SS 400. *Jurnal Sumberdaya Bumi Berkelanjutan*. 1(1), 368-375.
- ASM Handbook. (1990). *Properties and Selection: Irons, Steels, and High-Performance Alloys* (Vol. 1). ASM International.
- Benardos, P. G. & Vosniakos, G. C. (2003). Predicting Surface Roughness In Machining: A Review. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*. 43(8), 833-844.
- Chakravarti, A. (2022). Study on CNC Machining Process and Technology. *International Journal of Science and Research*. 11(5), 1727-1729.
- Davis, J. R. (1998). *Metals Handbook Desk Edition* (Second). ASM International.
- Ismail, A., & Adan, N. H. (2014). Effect of Oxygen Concentration on Corrosion Rate of Carbon Steel in Seawater. *American Journal of Engineering Research*, 3(1), 64–67.
- Julian, N., Budiarto, U., & Arswendo, B. (2019). Analisa Perbandingan Kekuatan Tarik pada Sambungan Las Baja SS400 Pengelasan MAG Dengan Variasi Arus Pengelasan dan Media Pendingin Sebagai Material Lambung Kapal. *Jurnal Teknik Perkapalan*. 7(4), 277-285.
- Kolhe, D., Sayyad, A., Nikam, D., Patole, U., & A., N. J. (2018). Optimization In Parameters Of CNC Flame Cutting Machine. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 5(4), 493–497.
- Kulkarni, A. P., Randive, P., & Mache A. R. (2008). Micro-Controller based Oxy-Fuel Profile Cutting System. *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Mechanical and Mechatronics Engineering*. 2(1), 1224-1228.
- Kurniawan, S., Aldo, J., & Hariyono. (2023). Analisis Kegagalan Pada Proses Pemotongan Material Menggunakan Mesin Trulaser 5040. *Artikel Teknik Mesin & Manufaktur*, 4(2), 164–174.
- Kuznetsov, A. P. (2017). Evolution of Methods of Assessing the Accuracy of Metal-Cutting Machines. *Russian Engineering Research*. 37(3). 936-949.
- Nie, X., Gao, Q., & Zhang, Y. (2024). Optimization Strategy Of Computer Numerical Control Machining Process Parameters In Biomanufacturing Mold. *Molecular and Cellular Biomechanics*, 21(3), 1–19.
- Oktaviandy, N. R., Kardiman, & Hanafi, R. (2023). Effect Of Preheat Temperature Variation With Cooling Media On Mechanical Properties In Welding SS400 Steel. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*. 17(2), 130-142.
- Pratama, M. Y., Budiarto, U., & Jokosisworo, S. (2019). Analisa Perbandingan Kekuatan Tarik, Tekuk, dan Mikrografi Pada Sambungan Las Baja SS 400 Akibat Pengelasan FCAW (Flux-Cored Arc Welding) dengan Variasi Jenis Kampuh dan Posisi Pengelasan. *Jurnal Teknik Perkapalan*. 7(4), 203-214.
- Ramakrishna, C. S., Raghuram, K. S., & Ben, B. A. (2018). Process Modelling and Simulation Analysis of CNC Oxy-Fuel Cutting Process on SA516 Grade 70 Carbon Steel. *Materials Today: Proceedings*, 5(2), 7818–7827.
- Rosyadi, A. A., Firman Gustiawan, Darsin, M., Hermawan, Y., & Asrofi, M. (2022). Optimization of Electroplating Thickness Results For SS400 Steel Using The Taguchi Method. *Jurnal Polimesin*, 20(2), 121–127.
- Roy, R. K. (2010). *A Primer on The Taguchi Method* (Second Edi). Society of Manufacturing Engineers.
- Sunaryo, H. (2008). *Teknik Pengelasan Kapal* (Vol. 7, Issue 2). Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Soejanto, I. (2009). *Desain Eksperimen Dengan Metode Taguchi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

- Syahputra, M. E., Salam, H., & Sasmita, A. H. (2021). Optimization of The Oxy-Acetyline Gas Cutting Process on Aisi 1045 Steel Material to Produce Minimum Width Kerf. *ASEAN Journal of Science and Engineering*. 1(3), 207-212.
- Tauvana, A. I., & Widodo, W. (2020). Analisis Pemotongan Logam ST-37 Dengan Mesin Potong Menggunakan Gas Oxy-LPG. *TURBO: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 9(1), 58–63.
- Yousefi, S., & Zohoor, M. (2019). Effect Of Cutting Parameters On The Dimensional Accuracy And Surface Finish In The Hard Turning Of MDN250 Steel With Cubic Boron Nitride Tool, For Developing A Knowledge Base Expert System. *International Journal of Mechanical and Materials Engineering*, 14(1), 1–13.