SKRIPSI

OPTIMALISASI PARAMETER PEMOTONGAN CNC PLASMA *CUTTING* UNTUK MEMINIMALKAN KEKASARAN PERMUKAAN PELAT SS 430 MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta

Untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.)

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Disusun oleh :

Nama Lengkap : Muhamad Mustofainal Achyar

NIM : 20106060041

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA

YOGYAKARTA

2024

LEMBAR PENGESAHAN

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-681/Un.02/DST/PP.00.9/05/2024

Tugas Akhir dengan judul : Optimalisasi Parameter Pemotongan CNC Plasma Cutting untuk Meminimalkan Kekasaran Permukaan Pelat SS 430 Menggunakan Metode Taguchi

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama	: MUHAMAD MUSTOFAINAL ACHYAR
Nomor Induk Mahasiswa	: 20106060041
Telah diujikan pada	: Senin, 18 Maret 2024
Nilai ujian Tugas Akhir	: A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR

Ketua Sidang

Ir. Khusna Dwijayanti, ST., M.Eng., Ph.D, ASEAN Eng.
SIGNED

Valid ID: 6645a27935bbb

Penguji I

Ir. Titi Sari, S.T., M.Sc., IPM.
SIGNED

Valid ID: 66418f0627fd5

Penguji II

Herninanjati Paramawardhani, M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 661c7adf94fba

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 18 Maret 2024
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 6646ca9690bf3

1/1 18/05/2024

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhamad Mustofainal Achyar

NIM : 20106060041

Program Studi : Teknik Industri

Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya bahwa skripsi saya yang berjudul: "Optimalisasi Parameter Pemotongan CNC Plasma *Cutting* Untuk Meminimalkan Kekasaran Permukaan Pelat SS 430 Menggunakan Metode Taguchi (Studi Kasus: Laboratorium Teknik Industri UIN Sunan Kalijaga)" adalah hasil karya pribadi yang tidak mengandung plagiarisme dan berisi materi yang dipublikasikan atau ditulis orang lain, kecuali bagian-bagian tertentu yang penulis ambil sebagian dengan tata cara yang dibenarkan secara ilmiah.

Jika terbukti pernyataan ini tidak benar, maka penulis siap mempertanggungjawabkan sesuai hukum yang berlaku.

Yogyakarta, 5 Maret 2024
Yang menyatakan,

Muhamad Mustofainal Achyar
NIM. 20106060041

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI

Hal : Surat Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp : -

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga
Di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara:

Nama : Muhamad Mustofainal Achyar
NIM : 20106060041
Judul Skripsi : Optimalisasi Parameter Pemotongan CNC Plasma *Cutting* Untuk Meminimalkan Kekasaran Permukaan Pelat SS 430 Menggunakan Metode Taguchi (Sutdi Kasus: Laboratorium Teknik Industri UIN Sunan Kalijaga)

Sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Teknik Industri.

Dengan ini kami mengharapkan agar skripsi/tugas akhir saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqosyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 8-3-2024
Dosen Pembimbing Skripsi,

Ir. Khusna Dwijayanti, S.T., M.Eng, Ph.D, ASEAN Eng.
NIP. 19851212 201903 2 018

MOTO

“Perbanyak usaha, perbanyak bersyukur, selagi ada kesempatan ambillah!”

(Muhamad Mustofainal Achyar)

“Maka sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”

(Q.S. Al-Insyirah:5)

“Anda tidak perlu menjadi 1% terbaik di diunia, anda hanya perlu menjadi 1% lebih baik di setiap harinya”

(James Clear - Buku Atomic Habits)

“Jangan pernah mencampur tanggung jawab dengan kebahagiaan. Sesungguhnya, bahagia itu hasil tuntasnya dari tanggung jawab”

(Timothy Ronald)

“Tidak ada mimpi yang gagal, yang ada hanyalah mimpi yang tertunda. Cuman sekiranya kamu merasa gagal dalam mencapai mimpi itu, jangan khawatir, mimpi-mimpi lain bisa diciptakan”

(Windah Basudara)

“Hidup yang tidak dipertaruhkan, tidak akan pernah dimenangkan”

(Cak Lontong)

“Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), teteplah bekerja keras (untuk urusan yang lain)”

(Q.S. Al-Insyirah:7)

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Penulis mempersembahkan karya tulis skripsi ini untuk:

1. Kedua orang tua saya yang tercinta Bapak Trinanti Saptono Hari dan Ibu Siti Marfuah yang tiada henti mendoakan anak-anaknya, memberikan nasihat, motivasi, dan dukungan dalam bentuk apapun. Terimakasih telah menjadi ayah dan ibu yang selalu mengusahakan apapun demi anak-anaknya agar menjadi lebih baik.
2. Saudara dan saudariku Mas Anwar, Mas Ainurofiq, Adik Rodiyan, Adik Ilyas, dan Adik Aisyah. Terimakasih banyak telah menjadi kakak dan adik saya yang baik. Tetap semangat dan selamat berjuang.
3. Nenek Walidah yang telah memberikan dukungan dan selalu mendoakan cucu-cucunya agar dapat sukses dunia dan akhirat.
4. Saudara Aukha Luthfi Satriawan yang selalu memberikan nasihat dan dukungan kepada penulis.
5. Seluruh keluarga besar penulis yang telah memberikan semangat dan selalu mendoakan yang terbaik.
6. Saudari Dania Octavia Anisya yang selalu memberikan dukungan dan motivasi.
7. Alm. Bapak Dr. Cahyono Sigit Pramudyo, S.T., M.T. yang telah menyalurkan semangat hidupnya untuk seluruh mahasiswa Teknik Industri UIN Sunan Kalijaga. Terimakasih atas segala usaha dan pengorbanan yang telah dilakukan dalam mengembangkan Teknik Industri UIN Sunan Kalijaga ini agar selalu menjadi yang terbaik.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

8. Ibu Ir. Khusna Dwijayanti, S.T., M.Eng., Ph.D, ASEAN Eng. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah bersedia membimbing dan memberikan dukungan kepada penulis hingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan tepat waktu.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Al-hamdulillahi rabbil'alamin, segala puji syukur kita panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Optimalisasi Parameter Pemotongan CNC Plasma *Cutting* Untuk Meminimalkan Kekasaran Permukaan Pelat SS 430 Menggunakan Metode Taguchi". Penyusunan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan program pendidikan Strata Satu (S1) dan meraih gelar Sarjana Teknik (S.T.) Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarata. Penyusunan skripsi ini tidak akan berhasil tanpa bimbingan dan dukungan dari banyak pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang terlibat dalam memberikan dukungan kepada penulis hingga tugas akhir ini dapat terselesaikan. Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua, saudara, dan saudari saya yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan dalam bentuk apapun.
2. Nenek Walidah yang telah memberikan dukungan dan selalu mendoakan cucu-cucunya agar dapat sukses dunia dan akhirat.
3. Saudara Aukha Luthfi Satriawan yang selalu memberikan nasihat dan dukungan kepada penulis.
4. Seluruh keluarga besar penulis yang telah memberikan semangat dan selalu mendoakan yang terbaik.
5. Saudari Dania Octavia Anisya yang selalu memberikan dukungan dan motivasi.

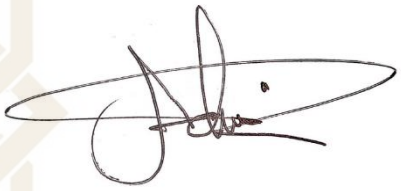
STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

6. Alm. Bapak Dr. Cahyono Sigit Pramudyo, S.T., M.T. yang telah menyalurkan semangat hidupnya untuk seluruh mahasiswa Teknik Industri UIN Sunan Kalijaga. Terimakasih atas segala usaha dan pengorbanan yang telah dilakukan dalam mengembangkan Teknik Industri UIN Sunan Kalijaga ini agar selalu menjadi yang terbaik.
7. Ibu Ir. Khusna Dwijayanti, S.T., M.Eng., Ph.D, ASEAN Eng. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah bersedia membimbing dan memberikan dukungan kepada penulis hingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan tepat waktu.
8. Bapak Dr. Yandra Rahadian Perdana, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Teknik Industri UIN Sunan Kalijaga.
9. Para dosen Teknik Industri UIN Sunan Kalijaga yang telah memberikan ilmu yang sangat berharga sehingga dapat menjadikan bekal bagi penulis untuk masa depan. Terimakasih atas kontribusi dan bimbingan yang diberikan.
10. Seluruh pengurus Pranata Laboratorium Pendidikan (PLP) Teknik Industri UIN Sunan Kalijaga yang turut membantu penulis dalam melaksanakan penelitian di Laboratorium Teknik Industri.
11. Keluarga Besar Teknik Industri 2020 “Gletser” yang telah menjadi teman satu perjuangan semasa perkuliahan.
12. Keluarga Besar Teknik Industri UIN Sunan Kalijaga yang menjadikan pribadi saya lebih baik dan memberikan kenangan yang indah semasa perkuliahan.
13. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Terimakasih telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini, baik secara langsung maupun tidak langsung.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki kekurangan baik dari segi penulisan maupun pelaksanaan penelitian. Oleh karena itu, penulis menerima dengan terbuka saran dan kritik yang membangun untuk perbaikan laporan ini. Demikian, semoga karya tulis skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan bagi banyak orang.

Yogyakarta, 5 Maret 2024



Muhamad Mustofainal Achyar

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI iii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI iv
MOTO v
HALAMAN PERSEMBAHAN vi
KATA PENGANTAR viii
DAFTAR ISI xi
DAFTAR GAMBAR xiii
DAFTAR TABEL xiv
ABSTRAK xv
ABSTRACT xvi
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Tujuan Penelitian 4
1.4 Manfaat Penelitian 4
1.5 Batasan Penelitian 5
1.6 Sistematika Penulisan 5
BAB II KAJIAN PUSTAKA 7
2.1 Penelitian Terdahulu 7
2.2 Landasan Teori 11
2.2.1 CNC Plasma *Cutting* 11
2.2.2 Material *Stainless Steel* 430 (SS 430) 12
2.2.3 Kekasaran Permukaan 13
2.2.4 *Design of Experiment* (DOE) 15
2.2.5 Metode Taguchi 16
2.2.6 Faktor 18
2.2.7 Derajat Kebebasan 20
2.2.8 *Orthogonal Array* (OA) 21
2.2.9 *Signal to Noise Ratio* (S/N *ratio*) 22
2.2.10 *Analysis of Variance* (ANOVA) 23
2.2.11 Eksperimen Konfirmasi 26

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

BAB III METODE PENELITIAN 27
3.1 Objek Penelitian 27
3.2 Metode Pengumpulan Data 29
3.2.1 Jenis Data 29
3.2.2 Pengumpulan Data 29
3.3 Validitas 31
3.4 Variabel Penelitian 31
3.5 Model Analisis 33
3.6 Diagram Alir Penelitian 42
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 45
4.1 Desain Eksperimen Taguchi 45
4.1.1 Tahap Perencanaan 45
4.1.2 Tahap Pelaksanaan 53
4.1.3 Tahap Analisis 63
4.2 Pembahasan 73
4.3 Eksperimen Konfirmasi 94
4.4 Temuan Eksperimen 97
4.5 Implikasi Manajerial 99
4.6 Perbandingan Eksperimen Saat Ini dengan Sebelumnya 100
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 103
5.1 Kesimpulan 103
5.2 Saran 104
DAFTAR PUSTAKA 106
LAMPIRAN

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Kekasaran Permukaan Pada Benda Kerja 2
Gambar 2. 1 Sistem Proses Pemotongan Plasma 12
Gambar 2. 2 Pengukuran Kekasaran Permukaan Alat Manual 14
Gambar 2. 3 Pengaruh Faktor Terhadap Karakteristik Kualitas 20
Gambar 3. 1 Kekasaran Permukaan Pada Benda Kerja 27
Gambar 3. 2 CNC Plasma *Cutting* merek Orion CNC tipe Ultron Plasma 1325.. 28
Gambar 3. 3 Desain Bentuk Benda Kerja 35
Gambar 3. 4 Penentuan Titik Ukur Nilai Kekasaran Permukaan..... 37
Gambar 3. 5 Diagram Alir Pelaksanaan Eksperimen..... 39
Gambar 3. 6 Diagram Alir Penelitian..... 42
Gambar 4. 1 Desain Bentuk Benda Kerja 48
Gambar 4. 2 Pengukuran Titik Kekasaran Permukaan 49
Gambar 4. 3 Menyiapkan Pelat SS 430 di Meja Kerja 53
Gambar 4. 4 Menyiapkan Mesin CNC Plasma *Cutting* 54
Gambar 4. 5 Pengukuran Kekasaran Permukaan Dengan Mikrometer Sekrup 59
Gambar 4. 6 Grafik Respons Rata-rata Kekasaran Permukaan 65
Gambar 4. 7 Grafik Respons Rasio S/N..... 68
Gambar 4. 8 Grafik Nilai Respons Rata-Rata Interaksi Faktor AxB 79
Gambar 4. 9 Grafik Nilai Respons Rata-Rata Interaksi Faktor AxC 81
Gambar 4. 10 Grafik Nilai Respons Rata-Rata Interaksi Faktor AxD..... 84
Gambar 4. 11 Grafik Nilai Respons Rata-Rata Interaksi Faktor BxC 87
Gambar 4. 12 Grafik Nilai Respons Rata-Rata Interaksi Faktor BxD..... 90
Gambar 4. 13 Grafik Nilai Respons Rata-Rata Interaksi Faktor CxD..... 93
Gambar 4. 14 Contoh Hasil Benda Kerja Penggunaan *Feed Rate* 2400 mm/min 98
Gambar 4. 15 Contoh Hasil Benda Kerja Penggunaan *Feed Rate* 1200 mm/min 98

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Metode Desain Eksperimen Terdahulu 7
Tabel 2. 2 Komposisi Kimia SS 430 13
Tabel 2. 3 Standar Umum OA 21
Tabel 2. 4 Contoh Hasil ANOVA 26
Tabel 3. 1 Variabel Faktor Kontrol 31
Tabel 3. 2 Kombinasi Percobaan Matriks Orthogonal $L_9(3^4)$ 38
Tabel 4. 1 Level Faktor Percobaan 46
Tabel 4. 2 Kombinasi Percobaan Matriks Orthogonal $L_9(3^4)$ 51
Tabel 4. 3 *Setting* Parameter Faktor Kontrol 55
Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan Benda Kerja 60
Tabel 4. 5 Respons Rata-rata Kekasaran Permukaan 63
Tabel 4. 6 Respons Rasio S/N 67
Tabel 4. 7 Hasil ANOVA 70
Tabel 4. 8 Pengelompokkan Respons Rata-Rata Interaksi Faktor AxB 77
Tabel 4. 9 Pengelompokkan Respons Rata-Rata Interaksi Faktor AxC 80
Tabel 4. 10 Pengelompokkan Respons Rata-Rata Interaksi Faktor AxD 82
Tabel 4. 11 Pengelompokkan Respons Rata-Rata Interaksi Faktor BxC 85
Tabel 4. 12 Pengelompokkan Respons Rata-Rata Interaksi Faktor BxD 88
Tabel 4. 13 Pengelompokkan Respons Rata-Rata Interaksi Faktor CxD 91
Tabel 4. 14 Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan Kombinasi Optimal 94
Tabel 4. 15 Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan Eksperimen Konfirmasi ... 95
Tabel 4. 16 Perbandingan Respons Rata-rata Kombinasi Optimal dan Konfirmasi 96
Tabel 4. 17 Perbandingan Respons Rasio S/N Kombinasi Optimal dan Konfirmasi 97

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

ABSTRAK

Pemotongan benda kerja menggunakan mesin CNC Plasma *Cutting* menghasilkan residu berupa gumpalan pada permukaan pelat yang mengakibatkan permukaan menjadi kasar. Kekasaran permukaan tersebut menyebabkan ukuran benda kerja menjadi tidak presisi dan sulit dirakit dengan *part* lainnya pada produk tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kombinasi parameter yang optimal dalam meminimalkan kekasaran permukaan pada hasil pemotongan pelat SS 430 menggunakan CNC Plasma *Cutting*. Metode desain eksperimen yang digunakan pada penelitian ini adalah metode Taguchi. Faktor yang digunakan adalah diameter nozel, kecepatan pemotongan, ketinggian pemotongan, dan tekanan gas dengan 3 level di setiap faktornya. Pengolahan data dilakukan perhitungan rasio S/N dengan karakteristik kualitas *smaller is better* dan ANOVA dua arah. Berdasarkan hasil pengolahan data rasio S/N, kombinasi parameter optimal yang diperoleh pada penelitian ini, yaitu diameter nozel dengan ukuran 1,3 mm, kecepatan pemotongan sebesar 2400 mm/min, ketinggian pemotongan sebesar 1,5 mm, dan tekanan gas sebesar 80 psi. Berdasarkan pengolahan data ANOVA dua arah, diperoleh persen kontribusi pada faktor diameter nozel sebesar 68,69%, faktor kecepatan pemotongan sebesar 11,81%, faktor ketinggian pemotongan sebesar 1,53%, dan faktor tekanan gas sebesar 0,85%. Faktor yang berpengaruh signifikan terhadap kekasaran permukaan yaitu diameter nozel karena memiliki P-*Value* kurang dari 0,05 yaitu sebesar 0,001. Hasil eksperimen konfirmasi menyatakan bahwa penggunaan kombinasi parameter optimal terbukti dapat meminimalkan kekasaran permukaan.

Kata Kunci: Desain Eksperimen, CNC Plasma *Cutting*, Kualitas, Kekasaran Permukaan, Taguchi, Kombinasi Parameter Optimal

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

ABSTRACT

Cutting workpieces using a CNC Plasma Cutting machine produces residue in the form of lumps on the surface of the plate which results in a rough surface. The surface roughness causes the workpiece size to be imprecise and difficult to assemble with other parts in certain products. This study aims to determine the optimal parameter combination in minimizing surface roughness in the results of cutting SS 430 plates using CNC Plasma Cutting. The experimental design method used in this research is the Taguchi method. The factors used are nozzle diameter, cutting speed, cutting height, and gas pressure with 3 levels in each factor. Data processing was done by calculating the S/N ratio with the quality characteristics of smaller is better and two-way ANOVA. Based on the results of S/N ratio data processing, the optimal parameter combinations obtained in this study are nozzle diameter of 1.3 mm, cutting speed of 2400 mm/min, cutting height of 1.5 mm, and gas pressure of 80 psi. Based on two-way ANOVA data processing, the percent contribution to the nozzle diameter factor is 68.69%, the cutting speed factor is 11.81%, the cutting height factor is 1.53%, and the gas pressure factor is 0.85%. The factor that has a significant effect on surface roughness is the nozzle diameter because it has a P-Value of less than 0,05, which is 0,001. The experimental results confirm that the use of the optimal parameter combination is proven to minimize surface roughness.

Keywords: *Design of Experiments, CNC Plasma Cutting, Quality, Surface Roughness, Taguchi, Optimal Parameter Combination*

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi yang pesat membuat industri di dunia berusaha mengembangkan bisnisnya dalam memperoleh produk berkualitas. Proses manufaktur dengan produk yang memenuhi standar kualitas, biaya produksi yang rendah, pengelolaan waktu yang efisien, dan pengolahan material yang tepat adalah suatu aspek yang harus dimiliki oleh industri dalam memenuhi kebutuhan konsumen (Irfan & Rusiyanto, 2021). Proses pengolahan material yang biasa dilakukan industri manufaktur antara lain pencetakan, pengecoran, pemotongan, pengelasan, peleburan, pengerjaan dingin, pengerjaan panas, perlakuan permukaan, dan perakitan (Kistanto *et al.*, 2018).

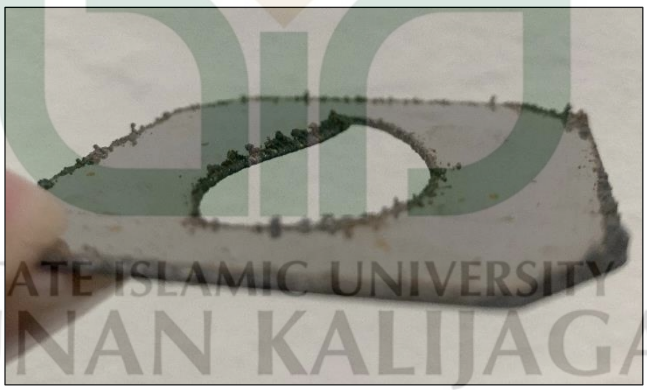
Proses pengolahan material yang sering ditemui adalah pemotongan material. Pemotongan material dapat dilakukan menggunakan berbagai jenis alat maupun mesin, salah satunya menggunakan *plasma arc cutting.* Pemotongan plasma atau *plasma arc cutting* merupakan proses pemotongan logam menggunakan plasma (Irfan & Rusiyanto, 2021). Plasma merupakan bentuk fase zat ke-4 setelah fase zat padat, cair, dan gas. Proses pemotongan plasma terjadi karena ionisasi listrik saling bereaksi dengan gas yang sangat konduktif (Akhmad, 2009).

Dengan kemajuan teknologi saat ini, mesin pemotongan plasma yang sebelumnya dioperasikan secara manual, sekarang telah dimodifikasi dengan menggunakan sistem *Computer Numerical Control* (CNC) agar lebih stabil dan konstan pergerakannya. Prinsip kerja CNC adalah sistem kontrol numerik dengan

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

bantuan komputer, pembacaan koordinat menjadi perintah *G-Code* yang dapat menggerakkan motor mesin sesuai koordinat yang ditargetkan (Rizkiawan & Sumbodo, 2020). CNC Plasma *Cutting* merupakan sebuah mesin berbasis CNC yang digunakan untuk membantu proses pemotongan lembaran pelat menggunakan aliran plasma.

Laboratorium Teknik Industri UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta memiliki mesin CNC Plasma *Cutting* dengan merek Orion CNC tipe Ultron Plasma 1325. Penggunaan mesin CNC Plasma *Cutting* dipelajari pada mata kuliah Praktikum Proses Manufaktur dan digunakan untuk membuat *part* atau benda kerja dengan desain yang sudah dirancang sebelumnya. Suatu mesin pastinya memiliki parameter dalam proses pengoperasiannya. Dengan demikian, *setting* parameter yang ditentukan akan memengaruhi hasil kualitas pemotongan benda kerja.



Gambar 1. 1 Kekasaran Permukaan Pada Benda Kerja
Sumber: Observasi (2024)

Hasil pemotongan benda kerja yang dilakukan menggunakan mesin CNC Plasma *Cutting* dapat ditunjukkan pada gambar 1.1. Diketahui bahwa pemotongan benda kerja menggunakan CNC Plasma *Cutting* menghasilkan residu berupa gumpalan atau *burr* pada permukaan pelat yang mengakibatkan permukaan benda kerja menjadi kasar. Kekasaran permukaan tersebut menyebabkan ukuran benda

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

kerja hasil pemotongan tidak sesuai dengan desain awal dan akan sulit dirakit dengan *part* lainnya pada produk tertentu. Diperlukan alat gerinda untuk memperhalus permukaan tersebut. Oleh karena itu, kekasaran permukaan perlu diminimalkan agar benda kerja yang dihasilkan lebih presisi dan dapat dirakit dengan produk sejenisnya. Untuk meminimalkan kekasaran permukaan, diperlukan penentuan parameter yang sesuai dan tepat dalam pengoperasian mesin CNC Plasma *Cutting.*

Metode Taguchi merupakan metode desain eksperimen yang diaplikasikan untuk meningkatkan kualitas pada suatu perancangan proses dan produk sekaligus meminimalisir pengeluaran biaya serta sumber daya yang ada (Soejanto, 2009). Tujuan dari metode taguchi yaitu menjadikan produk tidak terpengaruh pada faktor gangguan (*noise*) sehingga produk menjadi lebih kokoh (*robust*). Taguchi melalui desain eksperimen, digunakan untuk menemukan faktor yang memengaruhi karakteristik kualitas dalam suatu proses (Halimah & Ekawati, 2020).

Dalam penggunaanya, taguchi didasarkan pada *Orthogonal Array* (OA) atau matriks orthogonal untuk memperoleh sejumlah informasi dengan minim percobaan. Setelah itu, data hasil percobaan akan dianalisis menggunakan rasio *Signal to Noise* (S/N) (Taguchi, 1993). Hasil penggunaan metode taguchi dapat diperoleh kombinasi parameter dan karakteristik kualitas terbaik dengan biaya lebih rendah (Soejanto, 2009). Dengan demikian, penelitian eksperimen dilakukan menggunakan metode Taguchi untuk memperoleh kombinasi parameter yang optimal guna meminimalkan kekasaran permukaan pada benda kerja hasil pemotongan pelat *stainless steel* 430.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

1.2 Rumusan Masalah

Berikut permasalahan yang dapat dirumuskan dalam penelitian eksperimen ini, yaitu:

1. Faktor mana yang berpengaruh signifikan terhadap hasil kekasaran permukaan pada benda kerja?
2. Kombinasi parameter manakah yang paling optimal dalam meminimalkan kekasaran permukaan pada benda kerja?
3. Berapakah nilai persen kontribusi dari masing-masing faktor terhadap kekasaran permukaan pada benda kerja?

1.3 Tujuan Penelitian

Berikut tujuan yang akan diraih dalam penelitian eksperimen ini:

1. Mengidentifikasi faktor yang berpengaruh signifikan terhadap hasil kekasaran permukaan pada benda kerja.
2. Menentukan kombinasi parameter yang optimal dalam meminimalkan kekasaran permukaan pada benda kerja.
3. Mengetahui besaran pengaruh (persen kontribusi) dari masing-masing faktor terhadap kekasaran permukaan pada benda kerja.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

1.4 Manfaat Penelitian

Berikut manfaat yang diperoleh dalam melakukan penelitian eksperimen ini:

1. Membantu operator atau praktikan dalam melakukan *setting* parameter yang optimal pada pengoperasian mesin CNC Plasma *Cutting.*
2. Mampu meningkatkan kualitas hasil pemotongan benda kerja pelat SS 430.

3. Mampu mengidentifikasi faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kualitas kekasaran permukaan pada benda kerja.
4. Mampu menganalisis kombinasi parameter yang optimal dalam pengendalian kualitas menggunakan metode Taguchi.

1.5 Batasan Penelitian

Berikut batasan-batasan yang terdapat pada penelitian eksperimen ini:

1. Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Industri UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Mesin yang digunakan adalah CNC Plasma *Cutting* dengan merek Orion CNC tipe Ultron Plasma 1325.
3. Nilai kekasaran permukaan diukur menggunakan alat mikrometer sekrup.
4. Faktor yang dianalisis adalah diameter nozel, kecepatan pemotongan (*feed rate*), ketinggian pemotongan (*cut height*), dan tekanan gas (*gas pressure*) dengan masing-masing faktor memiliki 3 level.
5. Terdapat 2 replika disetiap kombinasi percobaan.
6. Jenis material yang digunakan adalah pelat SS 430 dengan ketebalan 1 mm.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika yang terdapat pada penelitian ini terbagi menjadi tiga bagian, yaitu:

Bagian pertama dijelaskan mengenai bagian pendahuluan. Pendahuluan berisi sub bab terkait latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian yang akan digapai, manfaat penelitian, batasan penelitian, dan sistematika penulisan. Bagian kedua dijelaskan mengenai hasil penelitian terdahulu terkait metode

Taguchi. Selain itu, terdapat landasan atau tinjauan dasar dalam memecahkan suatu permasalahan. Bagian ketiga yaitu metodologi yang digunakan pada suatu penelitian. Metodologi tersebut berisikan objek penelitian, metode pengumpulan data, validitas, variabel penelitian, model analisis, dan diagram alir penelitian.

Bagian keempat merupakan hasil penelitian dari desain eksperimen yang meliputi tahap perencanaan, pelaksanaan, dan analisis. Setelah itu, hasil analisis tersebut dilakukan pembahasan, eksperimen konfirmasi, implikasi manajerial, dan catatan eksperimen. Bagian kelima atau bagian terakhir dari penelitian ini adalah kesimpulan dan saran. Kesimpulan diperoleh dari hasil analisis yang telah dilakukan dan menjawab poin-poin rumusan masalah serta tujuan yang ditetapkan dalam penelitian ini. Saran pada penelitian ini ditujukan kepada peneliti selanjutnya yang akan melakukan penelitian di mesin CNC Plasma *Cutting*.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian eksperimen yang telah dilakukan, terdapat beberapa kesimpulan pada penelitian ini, yaitu:

1. Faktor yang berpengaruh signifikan merupakan faktor yang memiliki pengaruh terbesar dalam meminimalkan kekasaran permukaan. Pada penelitian eksperimen ini, diperoleh faktor yang berpengaruh signifikan terhadap respons kekasaran permukaan, yaitu diameter nozel. Sedangkan, kecepatan pemotongan, ketinggian pemotongan dan tekanan gas merupakan faktor yang tidak signifikan terhadap respons kekasaran permukaan. Dengan demikian, penggunaan ukuran diameter nozel perlu lebih diperhatikan oleh operator ketika mengoperasikan mesin CNC Plasma *Cutting*.
2. Penentuan parameter optimal pada pengoperasian mesin CNC Plasma *Cutting* didasarkan pada hasil kombinasi parameter optimal yang diperoleh dari perhitungan rasio S/N. Hasil kombinasi parameter optimal pada perhitungan rasio S/N dilakukan dengan mempertimbangkan hasil respons rata-rata dan respons rasio S/N. Diperoleh hasil kombinasi parameter optimal pada diameter nozel dengan ukuran 1,3 mm, kecepatan pemotongan sebesar 2400 mm/min, ketinggian pemotongan sebesar 1,5 mm, dan tekanan gas sebesar 80 psi. Dengan menggunakan kombinasi parameter optimal pada pengoperasian mesin CNC Plasma *Cutting,* kekasaran permukaan pada benda kerja yang dihasilkan dapat diminimalkan.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

3. Persen kontribusi dari masing-masing faktor diperoleh dari perhitungan ANOVA dua arah. Faktor dengan persen kontribusi terbesar memiliki pengaruh terbesar terhadap respons kekasaran permukaan. Dengan begitu, faktor tersebut perlu diperhatikan dalam penggunaannya. Berikut hasil persen kontribusi dari masing-masing faktor:
   a. Faktor kontrol diameter nozel dengan persen kontribusi sebesar 68,69%.
   b. Faktor kontrol kecepatan pemotongan dengan persen kontribusi sebesar 11,81%.
   c. Faktor kontrol ketinggian pemotongan dengan persen kontribusi sebesar 1,53%.
   d. Faktor kontrol tekanan gas dengan persen kontribusi sebesar 0,85%.
   e. Faktor *error* dengan persen kontribusi sebesar 17,12%.

   Diketahui bahwa persen kontribusi *error* merupakan hasil persen kontribusi dari faktor gangguan (*noise*). Faktor gangguan tidak dapat dijadikan sebagai acuan dalam melakukan *setting* parameter karena faktor tersebut merupakan faktor yang tidak dapat dikendalikan oleh operator. Faktor yang dapat dijadikan sebagai acuan dalam melakukan *setting* parameter yaitu faktor yang dapat dikendalikan (faktor kontrol).

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

5.2 Saran

Terdapat beberapa saran yang dapat dilakukan untuk penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Pada respons kekasaran permukaan, perlunya dilakukan penelitian eksperimen terkait seluruh faktor kontrol pada pengoperasian CNC Plasma *Cutting*. Hal

tersebut dilakukan untuk mengetahui persen kontribusi dari masing-masing faktor secara keseluruhan.

2. Melakukan penelitian eksperimen pada faktor kontrol yang belum pernah dianalisis seperti *pierce delay, pierce height,* dan *plunge rate*.
3. Peneliti disarankan menggunakan kecepatan pemotongan sebesar 2400 mm/min apabila ingin meminimalisir hasil kekasaran permukaan pada benda kerja. Namun, apabila peneliti ingin mementingkan hasil keprisisian pada desain benda kerja, peneliti disarankan menggunakan kecepatan pemotongan sebesar 1200 mm/min.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR PUSTAKA

Ahmaddani, R., & Dwijayanti, K. (2023). *Design of Experiment for Determining Parameter Setting Plasma Arc Machining on Stainless Steel Plate Cutting with Full Factorial Design*.

Akhmad, A. (2009). Pemesinan Nonkonvensional Plasma Arc Cutting. *Jurnal Rekayasa Mesin*, *9*(2), 51–56.

Belavendram, N. (1995). Quality by design.

Cortie, M., & du Toit, M. (2016). Stainless Steels, Ferritic. *Reference Module in Materials Science and Materials Engineering*, *June 2015*, 1–4. https://doi.org/10.1016/b978-0-12-803581-8.02501-7

Dalsteel. (2001, October 26). *Stainless Steel – Grade 430 (UNS S43000)*. https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=996

Dewi, L. T., Mulyono, J., & Maukar, A. L. (2011). Penentuan Kombinasi Komposisi Paving Dengan Menggunakan Metode Full Faktorial Design. *Widya Teknik*, *10*(1), 82–91.

Ermawati, E., & Hartati, H. (2014). Aplikasi Metode Taguchi Dalam Pengendalian Kualitas Produksi. *Teknosains: Media Informasi Sains Dan Teknologi*, *8*(2), 185–194. http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/teknosains/article/view/1907

Fachri Ismawan, & Syahbuddin, S. (2022). Optimasi Parameter Pengelasan Gmaw Pada Baja Tahan Karat AISI 409 untuk Mengurangi Jumlah Spatter. *Teknobiz : Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin*, *12*(3), 184–191. https://doi.org/10.35814/teknobiz.v12i3.4249

Fattoni, A. (2020). *Analisa Pengaruh Variasi Cairan Pendingin Terhadap Nilai Kekasaran Permukaan Pada Proses Mesin CNC 3 Axis Router Mach 3* (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS PANCASAKTI).

Gani, A., Ion, W., & Yang, E. (2021). Experimental Investigation of Plasma Cutting Two Separate Thin Steel Sheets Simultaneously and Parameters Optimisation

STATE ISLAMIC UNIVERSITY SUNAN KALIJAGA YOGYAKARTA

Using Taguchi Approach. *Journal of Manufacturing Processes*, *64*(January), 1013–1023. https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2021.01.055

Gardner, L. (2019). Stability and design of stainless steel structures – Review and outlook. *Thin-Walled Structures*, *141*(December 2018), 208–216. https://doi.org/10.1016/j.tws.2019.04.019

Halimah, P., & Ekawati, Y. (2020). Penerapan Metode Taguchi untuk Meningkatkan Kualitas Bata Ringan pada UD. XY Malang. *JIEMS (Journal of Industrial Engineering and Management Systems)*, *13*(1), 13–26. https://doi.org/10.30813/jiems.v13i1.1694

Hikmat, M., Rostam, S., & Ahmed, Y. M. (2021). Investigation of tensile property-based Taguchi method of PLA parts fabricated by FDM 3D printing technology. *Results in Engineering*, *11*, 100264. https://doi.org/10.1016/j.rineng.2021.100264

Irawan Malik, M. (2021). Analisa Kekasaran Permukaan Hasil Pemotongan Pada Baja SS400 Menggunakan Mesin CNC Plasma Cutting Dengan Pengaruh Variasi Kuat Arus dan Ketinggian Torch. *Jurnal Austenit*, *13*(2), 54–58.

Irfan, S., & Rusiyanto, R. (2021). Perancangan CNC Plasma Cutting Menggunakan Software Autodesk Inventor 2015. *Jurnal Rekayasa Mesin*, *12*(1), 1. https://doi.org/10.21776/ub.jrm.2021.012.01.1

Ishak, A. (2002). *Rekayasa Kualitas*. 1–24.

Julianto, D., Yudo, E., & Oktriadi, Y. (2023). Optimasi Parameter Proses Pemesinan Terhadap Kekasaran Permukaan Material S45C Menggunakan CNC Bubut Dengan Metode Taguchi. *COMSERVA : Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*, *3*(07), 2539–2545. https://doi.org/10.59141/comserva.v3i07.1037

Kistanto, A. R., Liputo, B., & Darise, F. (2018). Desain Sistem Mekanik Plasma Cutter menggunakan Prinsip Run Stabilizer Process. *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo (JTPG)*, *3*(1), 29–29. http://jurnal.poligon.ac.id/index.php/jtpg/article/view/167

STATE ISLAMIC UNIVERSITY SUNAN KALIJAGA YOGYAKARTA

Lusi, N., Pamuji, D. R., Fiveriati, A., Afandi, A., & Prayogo, G. S. (2020). Application of Taguchi and Grey Relational Analysis for Parametric Optimization of End Milling Process of ASSAB-XW 42. *International Seminar of Science and Applied Technology (ISAAT 2020)*, *198*(Issat), 514–517. https://doi.org/10.2991/aer.k.201221.085

Mainsah, E., Greenwood, J. ., & Chetwynd, D. G. (2001). *Metrology and Properties of Engineering Surfaces*.

Miftah, N. A., Sukma, D., Atmaja, E., & Oktafiani, A. (2022). Optimasi Multi-Objektif Proses Pemesinan Milling dengan Metode Taguchi Kolaborasi Grey Relational Analysis. *Jurnal Sistem Cerdas*, *05*(02), 117–127.

Montgomery, D. C. (2013). Design and Analysis of Experiments (Eighth Edition). In *Design and Analysis of Experiments*. http://www.knovel.com/web/portal/browse/display?_EXT_KNOVEL_DISPLAY_bookid=5403&VerticalID=0

Pamasaria, H. A., Saputra, T. H., Hutama, A. S., & Budiyantoro, C. (2020). Optimasi Keakuratan Dimensi Produk Cetak 3D Printing berbahan Plastik PP Daur Ulang dengan Menggunakan Metode Taguchi. *JMPM (Jurnal Material dan Proses Manufaktur)*, *4*(1), 12–19. https://doi.org/10.18196/jmpm.4148

Pratiwi, G. A., Setyanto, N. W., & Kusuma, L. T. W. N. (2014). Penerapan Siklus DMAIC Dengan Metode Taguchi Untuk Meningkatkan Kualitas Bata Merah Dengan Penambahan Serbuk Kayu. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Sistem Industri*, *Vol.3(2)*(2), 353–362.

Rachman, F. R., Setiawan, T. A., Karuniawan, B. W., & Maya, R. A. (2019). Penerapan Metode Taguchi Dalam Optimasi Parameter Pada Proses Electrical Discharge Machining (EDM). *J Statistika: Jurnal Ilmiah Teori dan Aplikasi Statistika*, *12*(1), 7–12. https://doi.org/10.36456/jstat.vol12.no1.a1991

Rajeshkannan, A., Ali, M., Prakash, R., Prasad, R., Jeevanantham, A. K., & Jayaram, K. (2020). Optimizing the Process Parameters in Plasma Arc Cutting using Taguchi Approach for the Case Industry in Fiji. *Materials Today: Proceedings*, *24*, 1122–1131. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.425

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Rizkiawan, D., & Sumbodo, W. (2020). Pengaruh Variasi Tekanan Udara Pada Pemotongan Plat Baja ST 37 Menggunakan CNC Plasma Cutting Terhadap Struktur Mikro, Kerf, dan Kekerasan. *Jurnal Kompetensi Teknik*, *12*(1), 25–30.

Sabarish, K. V., & Paul, P. (2020). Optimizing the concrete materials by L9 orthogonal array. *Materials Today: Proceedings*, *22*(xxxx), 460–464. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.07.720

Saputro, H. (2010). Model Matematik Untuk Memprediksi Kekasaran Permukaan Hasil Proses CNC Bubut Tanpa Pendinginan. *Traksi*, *10*(1), 18–31.

Satyawardhana, N., Lubis, M. S. Y., & Rosehan. (2022). Optimasi Parameter Proses Laser Cutting Terhadap Kekasaran Permukaan Material Acrylictype Clear Dengan Menggunakan Metode Taguchi. *Jurnal Universitas Islam Sumatera Utara*, 5–10. https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/semnastek/article/view/5623

Setyanto, N. W., & Lukodono, R. P. (2017). *Teori dan Aplikasi Desain Eksperimen Taguchi dalam Melakukan Penelitian*. Universitas Brawijaya Press.

Sidi, P., Wahyudi, M. T., Teknik, J., Kapal, P., Perkapalan, P., Surabaya, N., & Kimia, J. T. (2013). Aplikasi Metoda Taguchi Untuk Mengetahui Optimasi Kebulatan Pada Proses Bubut Cnc. *Jurnal Rekayasa Mesin*, *4*(2), 101–108.

Soejanto, I. (2009). Desain eksperimen dengan metode taguchi. *Yogyakarta: Graha Ilmu*.

Taguchi, G. (1993). Robust technology development. *Mechanical Engineering-CIME*, *115*(3), 60-63.

Taguchi, G. (2005). Taguchi's quality engginering handbook. New Jersey: Hoboken

Tanco, M., Viles, E., & Pozueta, L. (2009). Comparing different approaches for design of experiments (DoE). *Lecture Notes in Electrical Engineering*, *39 LNEE*, 611–621. https://doi.org/10.1007/978-90-481-2311-7_52

Yunaidi. (2016). Perbandingan Laju Korosi Pada Baja Karbon Rendah dan

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Stainless Steel Seri 201, 304, dan 430 Dalam Media Nira. *Jurnal Mekanika dan Sistem Termal (JMST)*, *1*(1), 1–6.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA