

**ANALISIS KEKASARAN PERMUKAAN PEMOTONGAN SISI
GERAK MELINGKAR PADA *CNC MILLING***

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Sarjana Terapan/Diploma IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun Oleh :

Wendy Putra Andika *NIM* : 1042028

POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI

BANGKA BELITUNG

TAHUN 2023

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS KEKASARAN PERMUKAAN PEMOTONGAN SISI
GERAK MELINGKAR PADA *CNC MILLING***

Oleh :

Wendy Putra Andika / 1042028

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan

Program Sarjana Terapan/Diploma IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka

Belitung

Menyetujui,

Pembimbing 1



Husman, S.S.T., M.T.

Pembimbing 2



Muhammad Yunus, S.S.T., M.T.

Penguji 1



Eko Yudo, S.S.T., M.T.

Penguji 2



Erwanto, S.S.T., M.T.

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Wendy Putra Andika NIM : 1042028
Dengan Judul : ANALISIS KEKASARAN PERMUKAAN
PEMOTONGAN SISI GERAK MELINGKAR
PADA *CNC MILLING*

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 27 Desember 2023

Penulis



Wendy Putra Andika

ABSTRAK

Hasil Kekasaran Permukaan yang minimal merupakan tujuan yang diinginkan pada proses pemesinan CNC Milling terhadap pemotongan sisi gerak melingkar dengan variabel-variabel proses pemesinan yang tepat agar memperoleh hasil respon Kekasaran Permukaan benda kerja yang minimal. Penelitian ini dilakukan bertujuan agar mendapatkan variabel yang berkontribusi besar terhadap Kekasaran permukaan dan mengetahui pengaruh variabel proses pada mesin CNC *milling* LAGUN MC 750 menggunakan metode penelitian Taguchi. Variabel proses pemesinan yang divariasikan adalah kecepatan potong (120 m/menit, 150 m/menit), kedalaman pemakanan (0,2 mm, 0,4 mm) dan pergerakan makan (searah jarum jam, berlawanan arah jarum jam) dengan menggunakan material baja S45C. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa didapatkan hasil kekasaran yang minimal dengan kecepatan potong 120 m/menit, kedalaman pemakanan 0,2 mm, dan pergerakan pemakanan berlawanan arah jarum jam.

Kata Kunci : CNC Milling, Kekasaran Permukaan, Metode Taguchi

ABSTRACT

Minimal Surface Roughness results are the desired goal in the CNC Milling machining process for circular motion side cutting with the right machining process variables in order to obtain minimal workpiece Surface Roughness response results. This study was conducted to obtain variables that contribute greatly to surface roughness and determine the effect of process variables on the LAGUN MC 750 CNC milling machine using the Taguchi research method. The machining process variables varied were cutting speed (120 m/min, 150 m/min), depth of feed (0.2 mm, 0.4 mm) and feeding movement (clockwise, counterclockwise) using S45C steel material. The results of this study show that minimal roughness results are obtained with a cutting speed of 120 m/min, a depth of feed of 0.2 mm, and a counterclockwise feeding movement.

Keywords : CNC Milling, Surface Roughness, Taguchi Method

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT. Yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan hasil penelitian yang berjudul “**Analisis Kekasaran Permukaan Pemotongan Sisi Gerak Melingkar Pada CNC Milling**”. Hasil penelitian ini diajukan sebagai salah satu syarat kelulusan untuk mendapatkan gelar Sarjana Terapan dari Program Studi Teknik Mesin dan Manufaktur, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Dalam menyelesaikan hasil penelitian ini tentunya penulis mendapatkan bimbingan, arahan, saran, dan dukungan dari berbagai pihak. Sehubungan dengan hal tersebut, penulis sangat ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Kepada Kedua Orang Tua Ayah Robert dan Ibu Nur Rohimi Yanti serta Saudara Kandung Cindy Putri Andini yang selalu memberikan cinta kasih dan sayang, nasihat, dukungan, serta doa untuk menyelesaikan penelitian ini.
2. Bapak Husman, S.S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan motivasi, saran, masukan, dan bimbingannya dalam melakukan Penelitian ini.
3. Bapak Muhammad Yunus, S.S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah memberikan saran, masukan dan bimbingannya dalam melakukan Penelitian ini.
4. Bapak I Made Andika Setiawan, M.Eng., Ph.D selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
5. Bapak Pristiansyah, S.S.T., M.Eng. selaku Kepala Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bangka Belitung.
6. Bapak Boy Rollastin S.Tr., M.T. selaku Kepala Program Studi Diploma 4 Teknik Mesin.
7. Dosen Teknik Mesin yang telah memberikan ilmu serta wawasan selama perkuliahan di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

8. Seluruh teman-teman yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan dan semangat dalam menyelesaikan penelitian ini.

Penulis sudah berusaha sebaik mungkin dalam menyelesaikan Penelitian ini, tetap penulis juga menyadari bahwa masih terdapat banyak sekali kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat membangun dan bisa bermanfaat untuk kedepannya bagi kita semuanya.

Sungailiat, 27 Desember 2023

Penulis



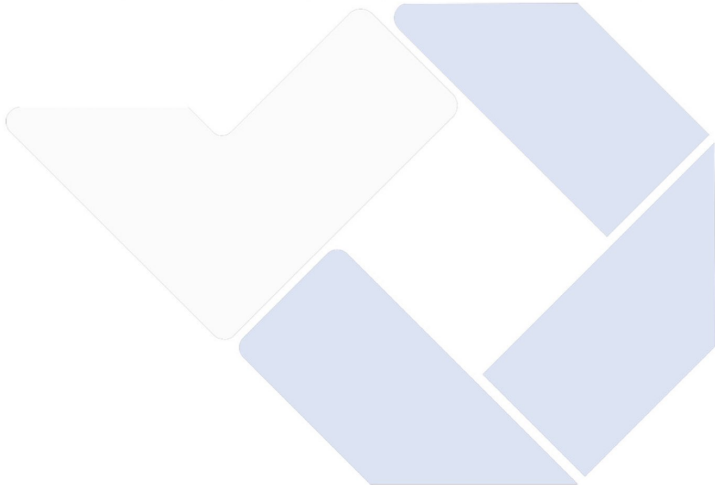
Wendy Putra Andika

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah	4
BAB II DASAR TEORI.....	5
2.1 Definisi Mesin CNC	5
2.2 Prinsip Kerja Mesin CNC.....	5
2.2.1 Program CNC	6
2.3 Parameter Proses Pemesinan	8
2.3.1 Kedalaman Potong.....	8
2.3.2 Kecepatan Potong	9
2.3.3 Kecepatan Putaran Mesin (Rpm).....	9
2.4 Baja S45C.....	9
2.5 Kekasaran Permukaan	10
2.6 Metode Taguchi.....	11
2.6.1 Pengertian Metode Taguchi	11

2.6.2 Langkah-langkah Metode Taguchi	12
2.6.3 Tahapan Desain Eksperimen Taguchi	12
2.6.4 Tahap Pelaksanaan Eksperimen.....	15
2.6.5 Tahap Analisis	15
BAB III METODE PELAKSANAAN.....	20
3.1 Diagram alir/Flow Chart.....	20
3.2 Identifikasi Masalah	21
3.3 Studi Literatur.....	21
3.4 Persiapan Alat Dan Bahan.....	21
3.4.1 Mesin CNC Milling	21
3.4.2 Surface Roughnes Tester Mitutoyo	22
3.4.3 Alat Potong.....	23
3.4.4 Jangka Sorong (Vernier Caliper).....	24
3.4.5 Baja S45C	24
3.5 Rancangan Eksperimen	25
3.5.1 Identifikasi Variabel Penelitian	25
3.5.2 Variabel Penelitian.....	25
3.5.3 Menentukan Variabel dan Level Eksperimen.....	25
3.5.4 Menentukan Kode Variabel Bebas	26
3.6 Pembuatan Sampel Uji	26
3.6.1 Proses Pemesinan.....	26
3.7 Pengambilan Data Hasil Percobaan.....	27
3.7.1 Pengukuran Kekasaran Permukaan Hasil Proses Pemesinan	27
3.8. Analisis Data Percobaan.....	28
3.9. Kesimpulan dan Saran.....	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Data Hasil Eksperimen.....	29
4.2 Perhitungan Langsung Rata-rata Uji Kekasaran Permukaan	30
4.3 Nilai Rata-Rata S/N Rasio.....	32
4.4 Perhitungan Rasio S/N Dari Kekasaran Permukaan	34

4.5 Analysis Of Variance (Anova) Dan Persen Rasio S/N	36
4.5.1 Analysis Of Variance Rasio S/N Kekasaran Permukaan.....	36
4.6 Hasil Perhitungan Rata-Rata Dan Analisis.....	42
4.7 Uji Konfirmasi.....	45
BAB V Kesimpulan	46
5.1 Kesimpulan.....	46
5.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	47



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Macam-macam kode G dan kegunaannya	7
Tabel 2. 2 Macam-macam kode M dan kegunaannya.....	8
Tabel 2. 3 Standarisasi Nilai Kekasaran Menurut (ISO).....	10
Tabel 2.4 Level-level Matrik Orthogonal	14
Tabel 3. 1 Variabel dan Nilai Eksperimen	25
Tabel 3. 2 Rancangan Eksperimen.....	26
Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Kekasaran Permukaan	29
Tabel 4. 2 Nilai Rata-Rata Means Terhadap Hasil Uji Kekasaran Permukaan	31
Tabel 4. 3 Kombinasi Variabel Proses Untuk Respon Optimal.....	32
Tabel 4. 4 Nilai Rata-Rata S/N Rasio	33
Tabel 4. 5 Kombinasi Variabel Proses Untuk Respon Optimal.....	34
Tabel 4. 6 Rasio S/N Untuk Kekasaran Permukaan	36
Tabel 4. 7 Rata-rata Analysis Of Variance (Anova) Kekasaran Permukaan	40
Tabel 4. 8 Persen Kontribusi Terhadap Kekasaran Permukaan.....	41
Tabel 4. 9 Hasil Nilai Rata-Rata Anova.....	42
Tabel 4. 10 Kondisi Hipotesis Nol Untuk Nilai Rata-Rata.....	44
Tabel 4.11 Perbandingan Uji Konfirmasi	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arah Titik Sumbu Koordinat.....	6
Gambar 3.1 Diagram Penelitian.....	20
Gambar 3.2 Mesin CNC Milling MC 750 Lagun	22
Gambar 3.3 Surface Roughnes Tester Mitutoyo.....	22
Gambar 3.4 Insert Carbide dan Holder	23
Gambar 3.5 Jangka Sorong	24
Gambar 3.6 Baja S45C.....	24
Gambar 4.1 Grafik Respon Mean Variable Terhadap Hasil Kekasaran Permukaan Sumber: Software.....	31
Gambar 4.2 Grafik rasio S/N terhadap hasil respon kekasaran permukaan.....	33

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Daftar Riwayat Hidup

Lampiran 2 : Proses Pemesinan dan Pengambilan Data

Lampiran 3 : Certificate Mild Steel

Lampiran 4 : Data Berdasarkan *Software*

Lampiran 5 : Hasil Validasi Anova Berdasarkan *Software*

Lampiran 6 : Tabel F



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pada zaman modern seperti sekarang ini perkembangan dan kemajuan teknologi di dunia industri semakin meningkat untuk menciptakan sebuah produk dengan kualitas yang terbaik, untuk mendapatkan kualitas yang baik diperlukan dukungan dengan proses pemesinan yang baik juga. Salah satunya yaitu kekasaran permukaan pada material saat sudah dilakukannya proses pemesinan (Mahendra, 2022).

Untuk menghasilkan kualitas produk yang terbaik, dibutuhkan juga pemesinan yang dapat menghasilkan kualitas yang terbaik. Salah satunya adalah mesin *Computer Numerically Control (CNC)*, Karena mesin *CNC* memiliki ketelitian yang tinggi, dimensi yang akurat, efisiensi waktu produksi, dan produktivitas yang tinggi. Dalam proses pemesinan *CNC*, Tingkat kekasaran permukaan pada benda kerja merupakan aspek krusial yang perlu diperhatikan dari output sebuah proses pemesinan. Tingkat kekasaran permukaan pada benda kerja yang dihasilkan pada proses pemesinan harus sesuai dengan yang dibutuhkan. Semakin tinggi tingkat ketelitian pada benda kerja semakin tinggi juga tingkat kualitasnya (Endrian, 2021). Pada saat proses pemakanan pada mesin *CNC* berlangsung terjadi pergesekan alat potong (*cutter*) yang berputar pada spindle terhadap benda kerja yang dicekam pada meja mesin *CNC Milling*. Untuk mendapatkan kualitas yang terbaik pada proses pemesinan *CNC*, sangat berpengaruh terhadap parameter proses, seperti kedalaman pemotongan, kecepatan pemotongan, kecepatan spindle, karakteristik alat potong (*cutter*), Pendingin, (*coolant*), dan material pada benda kerja (Jalmanto et al., 2021)

Hasil proses produksi yang menggunakan mesin *CNC* akan menghasilkan tingkat kekasaran yang berbeda pada permukaan benda kerja. Kekasaran permukaan juga dapat menjadi salah satu faktor untuk mendapatkan kualitas yang baik. Tingkat kekasaran permukaan pada benda kerja juga bisa didapatkan melalui pemotongan sisi gerak melingkar pada proses pemesinan *CNC Milling*. Dimana sisi gerak melingkar terjadi adanya gabungan pergerakan antara dua sumbu atau lebih yang membentuk

sebuah lingkaran. Semakin rendah tingkat kekasaran permukaan pada benda kerja maka kualitas yang didapatkan semakin baik dan jika semakin tinggi tingkat kekasaran yang dihasilkan maka kualitas yang didapatkan semakin buruk.

Dari penelitian yang berjudul “Analisis Variasi Nilai *Depth of Cut* Kekasaran Permukaan pada Material S45C Menggunakan Pahat *Ball Nose End Mill*” didapatkan hasil penelitian yaitu, digunakannya metode eksperimen dengan variasi nilai parameter *depth of cut* adalah 0,05, 0,1, dan 0,2. Dari hasil pengujian kekasaran permukaan, menggunakan nilai parameter *depth of cut* 0,05 [mm] mendapatkan nilai kekasaran permukaan terendah sebesar 0,775 [μm] atau N6. Sedangkan, penggunaan nilai parameter *depth of cut* 0,2 [mm] mendapatkan nilai kekasaran Ra tertinggi sebesar 7,63 [μm] atau N10 (Annisa & Yuhus, 2022).

Dari penelitian yang berjudul “Optimasi Parameter Proses Pemesinan Terhadap Kekasaran Permukaan Material S45C Menggunakan CNC Bubut Dengan Metode Taguchi” didapatkan hasil penelitian yaitu, untuk mendapatkan kekasaran permukaan minimum dari baja karbon. Kecepatan potong (0,15 mm/put, 0,3 mm/put, 0,45 mm/put), dalam pemotongan (0,5 mm, 1 mm, 1,5 mm), dan putaran spindle (2700 RPM, 2850 RPM, 3000 RPM) merupakan variabel dalam hal ini. Penelitian yang mempengaruhi bentuk terhadap nilai kekasaran permukaan material S45C. Pada kecepatan potong 0,15 mm/put, dalam pemotongan 0,5 mm, kecepatan spindle 2750 RPM, dan nilai kekasaran permukaan 0,8209 μm diperoleh nilai kekasaran permukaan terendah pada baja S45C (Yudo & Oktriadi, 2023).

Dari penelitian yang berjudul “Pengaruh Variasi Feed Rate Terhadap Kekasaran Permukaan Polyethylene Menggunakan Mesin CNC Milling” didapatkan hasil penelitian bahwa tingkat kekasaran permukaan polyethylene dipengaruhi oleh kelajuan pemakanan. Berdasarkan hasil pengujian data nilai kekasaran permukaan menggunakan alat ukur kekasaran permukaan didapatkan nilai terendah menggunakan feed rate 800 mm/menit didapat nilai rata-rata 0,58 μm dan nilai kekasaran permukaan tertinggi didapatkan menggunakan feed rate 1200 mm/menit didapat nilai rata-rata 0,79 μm . Dari hasil tersebut dapat disimpulkan semakin rendah nilai kelajuan pemakanan

maka semakin rendah nilai Ra yang dihasilkan. (Yoga Novrialdy, Arwizet , Yufrizal , Febri Prasetya, 2021).

Berdasarkan rangkuman latar belakang tersebut penulis ingin melakukan penelitian dengan judul yang sudah ditentukan. “Analisis Kekasaran Permukaan Pemotongan Sisi Gerak Melingkar Pada *CNC MILLING*”. Dan pada penelitian ini penulis ingin melakukan penelitian mengenai pengaruh pemotongan sisi gerak melingkar terhadap tingkat kekasaran permukaan benda kerja pada *CNC Milling*.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh kekasaran permukaan pada pemotongan sisi gerak melingkar searah jarum jam dan berlawanan arah jarum jam pada proses mesin *CNC Milling*.
2. Bagaimana pengaruh variasi kecepatan potong dan kedalaman pemotongan terhadap pemotongan sisi gerak melingkar.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui kekasaran permukaan pada pemotongan sisi gerak melingkar searah jarum jam dan berlawanan arah jarum jam pada proses mesin *CNC Milling*.
2. Untuk mengetahui pengaruh variasi kecepatan potong dan kedalaman pemotongan terhadap pemotongan sisi gerak melingkar

1.4 Batasan Masalah

Agar permasalahan pada penelitian ini tidak menyimpang sehingga mendapatkan informasi yang lebih terarah sesuai tujuan yang diinginkan, maka ditetapkan batasan masalah sebagai berikut:

1. Material yang digunakan pada penelitian ini adalah baja S45C.
2. Proses pemesinan menggunakan mesin *CNC Milling* Lagun MC 750.
3. Alat potong yang digunakan adalah *Insert Carbide APMT113508-PDTR*.
4. Variabel proses yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut:
 - Kecepatan Potong 120 m/menit dan 150 m/menit.
 - Kedalaman Pemakanan 0,2 mm dan 0,4 mm.
 - Pergerakan Pemakanan searah jarum jam dan berlawanan arah jarum jam.
5. Pengujian sampel yang dilakukan yaitu uji Kekasaran Permukaan.
6. Pengujian dan Pengolahan data menggunakan Metode *Taguchi*.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Definisi Mesin CNC

Mesin CNC (*Computer Numerical Control*) merupakan salah satu jenis peralatan mesin yang beroperasi berdasarkan data digital. Data digital pada mesin CNC berupa program yang terdiri dari karakter huruf dan angka (program CNC) yang disimpan di dalam sistem computer. Program ini mengontrol pergerakan mesin. Komputer dalam mesin CNC digunakan untuk menyimpan, menambah, membuat data sebuah program dan beberapa pekerjaan lainnya. Mesin CNC adalah suatu peralatan mesin perkakas otomatis yang dapat dikendalikan oleh komputer dengan memasukan kode NC yang telah di program kedalam computer (Novrialdy et al., 2021)

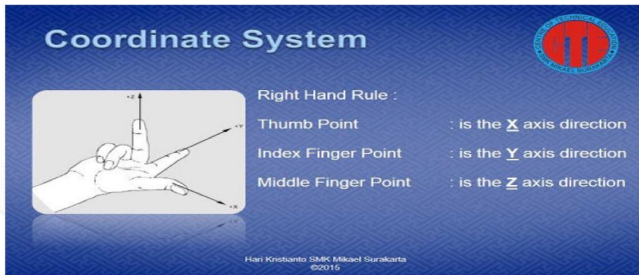
Mesin CNC telah menggantikan peran operator dalam proses pemesinan yang sebelumnya mengandalkan mesin perkakas konvensional. Tugas seorang operator dalam proses pemesinan konvensional yang dapat digantikan oleh mesin CNC misalnya, mengatur gerakan pahat pada posisi yang diinginkan, mengendalikan gerakan pemotongan, mengembalikan pahat ke posisi awal, dan mengatur kecepatan pemotongan yang diinginkan (Parmadhika et al., 2021)

2.2 Prinsip Kerja Mesin CNC

Prinsip kerja CNC *Milling* mengacu pada proses pemesinan dimana faktor yang paling penting adalah interaksi antara pahat dengan benda kerja saling bergesekan. Dalam proses *milling* terjadi beberapa gerakan yang saling berkaitan. Pada umumnya mesin CNC *Milling* beroperasi dengan membaca program CNC yang telah dibuat oleh seorang *programmer*, baik dengan mengetik langsung pada mesin maupun membuat program dengan menggunakan *software* pemrograman CNC, pemrograman itu lebih dikenal dengan sebagai G-Code. Kemudian *programmer* tersebut melakukan pengoperasian alat-alat yang ada di dalam mesin untuk membentuk sesuai dengan

program yang telah dibuat. Adapun arah pergerakan sumbu pada mesin CNC sebagai berikut:

- Sumbu X bergerak ke arah horizontal
- Sumbu Y bergerak ke arah melintang
- Sumbu Z bergerak ke arah vertical



Gambar 2.1 Arah Titik Sumbu Koordinat

Sumber : (Parmadhika et al., 2021)

Tempat sistem koordinat relatif terhadap mesin tergantung pada jenis mesin. Arah sumbu mengikuti aturan tiga jari tangan kanan (sesuai dengan DIN 66217).

Ketika berdiri di depan mesin, arah jari tengah tangan kanan adalah arah sumbu spindle utama. Berikut kemudian berlaku: Ibu jari menunjuk ke arah sumbu X positif, telunjuk menunjuk ke arah sumbu Y positif, jari tengah menunjuk ke arah sumbu Z positif. Dalam praktiknya, hal ini dapat sangat berbeda secara signifikan pada berbagai jenis mesin.

2.2.1 Program CNC

Program CNC adalah format perintah yang menggunakan kode dan simbol alfanumerik. Di dalam mesin CNC dilengkapi dengan perangkat komputer yang dikenal dengan *Machine Control Unit* (MCU). MCU berfungsi untuk mengartikan bahasa kode menjadi pergerakan persumbuan sesuai bentuk benda kerja (Parmadhika et al., 2021). Mesin CNC hanya bisa menginterpretasikan kode standar yang telah

disetujui oleh industri yang memproduksi mesin CNC. Kode yang paling umum digunakan untuk memprogram mesin CNC adalah kode G dan kode M. Kode G juga dikenal sebagai kode siklus karena mengacu pada serangkaian tindakan yang terjadi pada sumbu X, Y dan sumbu Z dari bagian pada mesin yang menyebabkan beberapa gerakan dari meja mesin atau kepala. Kode M atau kode lain-lain digunakan untuk mengaktifkan atau menonaktifkan berbagai fungsi yang mengontrol operasi alat mesin tertentu.

Berbagai jenis bahasa kode G dan fungsinya yang umumnya digunakan dapat dilihat dari Tabel 2.1 dibawah ini :

Tabel 2. 1 Macam-macam kode G dan kegunaannya

No	Kode G	Kegunaannya
1	G00	Gerak makan pada perpindahan pahat lurus cepat dan tanpa pemakanan bebas.
2	G01	Gerak pahat untuk memotong benda kerja secara lurus
3	G02	Perintah pergerakan pemakanan melingkar searah jarum jam
4	G03	Pergerakan pemakanan melingkar berlawanan arah jarum jam
5	G10	Perintah memprogram data input
6	G15	Pembatalan perintah polar
7	G16	Perintah koordinat polar
8	G17	Pemilihan pada bidang X-Y (interpolasi helical)
9	G48	Menurunkan ganda offset tool
10	G52	Setting local koordinat benda kerja
11	G69	Pembatalan sumbu koordinat
12	G94	Kecepatan potong permenit/mm
13	G99	Kembali titik R
14	G18	Perintah memilih pada bidang Y-Z
15	G19	Perintah memilih pada bidang Y-Z
16	G20	Perintah input pada satuan inch

Adapun macam-macam bahasa kode M dan kegunaannya yang sering digunakan dapat dilihat dari Tabel 2.2 dibawah ini:

Tabel 2. 2 Macam-macam kode M dan kegunaannya

No	Kode M	Kegunaannya
1	M00	Pemberhentian program
2	M01	Program opsional berhenti
3	M05	<i>Spindel</i> OFF (<i>spindel stop</i>)
4	M28	Kembali kerefrensi spindle
5	M29	Proses typing
6	M30	Akhirkan program/ reset
7	M98	Panggilan sub program
8	M99	Akhiri sub program

2.3 Parameter Proses Pemesinan

Dalam setiap proses pemesinan milling terdapat beberapa parameter yang memengaruhi terhadap kualitas suatu benda kerja sebagai berikut:

2.3.1 Kedalaman Potong

Kedalaman potong (*Depth of cut*), adalah ketebalan bagian pada benda kerja yang dibuang dari benda kerja, atau jarak antara permukaan benda kerja yang ingin dipotong terhadap permukaan yang belum terpotong. Pemotongan dalam proses pemesinan meliputi pemotongan kasar (*roughing*) dan pemotongan halus (*finishing*). Kedalaman potong ditentukan dengan berdasarkan selisih tebal benda kerja awal terhadap benda kerja akhir buat kedalaman potong dibutuhkan perhitungan yang relatif besar dalam perhitungan daya potong untuk proses penyayatan pemakanan kasar bertujuan untuk memotong benda kerja sesuai dengan apa yang direncanakan sedangkankan pemakanan halus untuk proses *finishing* benda kerja tersebut.

d = kedalaman potong (mm)

D = diameter luar potong (mm)

2.3.2 Kecepatan Potong

Kecepatan potong adalah nilai yang penting untuk menentukan kecepatan dalam proses pemotongan atau penyayatan pada benda kerja. Dalam suatu material kecepatan potong tidak dapat dihitung secara matematis dan kecepatan potong juga harus diperhitungkan dengan cermat selama prosesnya. Bahan yang digunakan dalam proses *milling high speed steel* (HSS) dan *carbide*. *Carbide* merupakan salah satu bahan yang terbilang cukup cepat dibandingkan dengan HSS.

Rumus : $CS = \pi \cdot d \cdot n$ (meter/menit)

2.3.3 Kecepatan Putaran Mesin (Rpm)

Sebelum melakukan perhitungan kecepatan putaran mesin maka harus di hitung dulu kecepatan potong dan keliling dari benda kerjanya. Penting untuk menyamakan satuan tersebut. Kecepatan potong (C_s) memiliki satuan meter/menit sedangkan diameter kerja adalah milimeter sehingga yang harus dilakukan dikalikan kecepatan potong dengan 1.000 untuk mendapatkan persamaan.

$$\text{Rumus: } \pi = \frac{1000 \cdot C_s}{\pi \cdot d}$$

C_s = *Cutting Speed* (meter/ menit)

π = nilai konstanta (3,14)

d = diameter mata potong (mm)

n = putaran mesin (Rpm)

2.4 Baja S45C

Baja S45C merupakan baja karbon yang mempunyai kandungan karbon sekitar 0,3% C – 0,59% dan termasuk kedalam golongan baja karbon menengah. Baja S45C ini umum digunakan untuk beberapa produk pemesinan. Karena baja S45C ini mempunyai kelebihan dalam mampu untuk proses pemesinan, kemudian kemampuan tahan pada saat dilas yang baik, dan juga mempunyai kelebihan unruk dilakukannya proses perlakuan panas (Yakub & Syaifullah, 2015). Baja S45C sering kali digunakan untuk pembuatan produk atau alat karena mempunyai sifat yang keras, tahan aus, tahan

beban punter, dan juga cukup ulet. Baja ini biasanya menjadi bahan dasar pembuatan mesin perkakas seperti *mold, dies, jig, dan fixture* (Annisa & Yuhas, 2022).

2.5 Kekasaran Permukaan

Setiap benda kerja yang telah melalui proses pemesinan akan mengalami kekasaran permukaan tertentu, seperti mengkilap, halus ataupun kasar. Proses pemesinan ini akan menentukan kekasaran permukaan pada level tertentu. Menurut (Novrialdy et al., 2021), Kekasaran permukaan cocok digunakan untuk mengetahui kualitas permukaan akhir pada benda kerja yang diproduksi secara massal. Hal ini dikarenakan kekasaran permukaan memiliki sensitivitas yang tinggi terhadap variasi yang terjadi pada proses pemesinan. Kekasaran permukaan (R_a) pada sebuah produk merupakan karakteristik yang sangat penting dalam ilmu teknik yang secara signifikan dapat mempengaruhi pada produk seperti ketahanan terhadap keausan dan korosi, serta kemampuan menahan beban (Novrialdy et al., 2021). Terdapat beberapa standarisasi nilai kekasaran menurut (ISO) yang didapat dilihat pada tabel 2.2 sebagai berikut:

Tabel 2. 3 Standarisasi Nilai Kekasaran Menurut (ISO)

Harga Kekasaran, R_a (μm)	Angka Kekasaran	Panjang Sampel
50	N12	
25	N11	
12,5	N10	
6,3	N9	
3,2	N8	
1,6	N7	
0,8	N6	
0,4	N5	
0,2	N4	
0,1	N3	0,25
0,05	N2	
0,025	N1	0,08

Kebutuhan untuk menghindari kesalahan saat menentukan satuan harga kekasaran, membuat diciptakannya angka kekasaran (ISO number). Oleh karena itu, spesifikasi kekasaran dapat dijelaskan langsung dengan menyebutkan nilai angkanya atau dengan menunjukkan angka kekasaran sesuai standar *ISO*. Panjang sampel pengukuran akan disesuaikan dengan nilai kekasaran yang dimiliki oleh suatu permukaan. Apabila panjang sampel tidak disebutkan, maka penulis simbol bernilai 0,8 mm (jika diperkirakan proses pemesinannya halus sampai sedang) dan 2,5 mm (jika diperkirakan proses pemesinannya kasar). Toleransi nilai kekasaran rata-rata, R_a dari suatu permukaan juga dipengaruhi oleh proses pengerjaannya.

2.6 Metode Taguchi

2.6.1 Pengertian Metode Taguchi

Metode taguchi adalah metode desain eksperimen yang digunakan untuk mengontrol nilai-nilai variabel dalam rangka meningkatkan kualitas produk dan mengurangi variasi yang disebabkan oleh faktor-faktor gangguan. Metode Taguchi bertujuan untuk mencapai hasil yang diinginkan dengan membuat benda kerja dan proses menjadi tidak sensitif terhadap berbagai parameter pengganggu (*noise*), seperti material, peralatan produksi, tenaga kerja manusia, dan kondisi operasional (Yongki, 2022).

Metode taguchi memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan metode lainnya. Keunggulan metode taguchi seperti yang dinyatakan oleh (Yongki, 2022), adalah sebagai berikut :

1. Lebih efisien karena dapat melakukan penelitian dengan melibatkan sejumlah besar faktor dan variabel
2. Dapat mencapai proses yang secara konsisten menghasilkan benda kerja dan tahan terhadap parameter yang tidak dapat dikontrol.
3. Mendapatkan hasil kesimpulan mengenai tingkat level dari parameter kontrol yang menghasilkan respon optimal.

Metode taguchi mempunyai kelemahan dibandingkan dengan metode lainnya yaitu memiliki struktur rancangan yang sangat kompleks, sehingga pemilihan desain eksperimen harus dilakukan dengan hati-hati dan sesuai dengan tujuan penelitian.

2.6.2 Langkah-langkah Metode Taguchi

Adapun langkah-langkah metode taguchi dalam sebuah eksperimen adalah sebagai berikut:

1. Menentukan tujuan pada suatu proses atau lebih spesifiknya nilai target untuk mengukur kinerja pada suatu proses.
2. Menentukan parameter desain yang berpengaruh terhadap proses.
3. Membuat matiks *orthogonal arrays* untuk desain parameter yang memperlihatkan jumlah dan kondisi dari setiap percobaan.
4. Menghubungkan eksperimen yang ditunjukkan dalam matriks yang telah selesai untuk mengumpulkan data tentang efek dari pengukuran performansi.
5. Menyelesaikan analisis data untuk menentukan dampak dari berbagai parameter yang berbeda pada pengukuran performansi.

2.6.3 Tahapan Desain Eksperimen Taguchi

2.6.3.1 Tahap Perencanaan Eksperimen

Pada tahap ini terdiri dari beberapa langkah sebagai berikut (Parmadhika et al., 2021):

1. Perumusan Masalah
Perumusan masalah harus spesifik, dan penjelasan secara teknis yang jelas sehingga dapat diimplementasikan dalam eksperimen yang akan dilakukan.
2. Tujuan Eksperimen
Tujuan eksperimen yang ditetapkan harus mampu memberikan jawaban terhadap permasalahan yang telah dirumuskan dengan cara yang sistematis.
3. Penentuan Respon
Nilai repons bergantung pada parameter-parameter lain yang disebut variabel bebas.

4. Pengidentifikasian Parameter Bebas

Parameter bebas adalah variabel yang tidak dipengaruhi oleh variabel lain. Pada tahap ini akan dipilih parameter-parameter yang akan diinvestigasi terkait pengaruhnya terhadap respon yang tertentu. Dalam suatu eksperimen, tidak semua parameter yang diperkirakan mempengaruhi respon perlu diinvestigasi. Dengan demikian, pelaksanaan eksperimen dapat dilakukan dengan efektif dan efisien.

5. Pemisahan Parameter Kontrol Dan Parameter Gangguan

Parameter-parameter yang diamati dapat diklasifikasikan sebagai parameter kontrol dan parameter gangguan, keduanya harus diidentifikasi secara jelas karena pengaruh antar kedua parameter tersebut berbeda. Parameter kontrol adalah parameter yang dapat dikendalikan nilainya sedangkan parameter gangguan adalah parameter yang nilainya tidak dapat dikendalikan.

6. Penentuan Jumlah dan Nilai Level Parameter

Pemilihan jumlah level akan mempengaruhi tingkat ketelitian hasil dan biaya pelaksanaan eksperimen. Semakin banyak level yang diambil untuk penelitian maka hasil eksperimen yang diperoleh akan semakin akurat, akan tetapi biaya yang harus dibutuhkan semakin meningkat.

7. Perhitungan Derajat Kebebasan

Derajat kebebasan merupakan suatu konsep yang digunakan untuk menggambarkan seberapa besar percobaan harus dilakukan dan seberapa banyak informasi yang dapat dihasilkan oleh percobaan tersebut. Perhitungan derajat kebebasan dilakukan untuk menentukan jumlah percobaan yang diperlukan untuk mengeksplorasi parameter-parameter yang diamati. Derajat kebebasan dari matriks ortogonal (v_{mo}) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

v_{mo} = jumlah percobaan - 1

Derajat kebebasan dari parameter dan level (v_n) dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

v_n = jumlah level parameter - 1

8. Pemilihan Matriks Ortogonal

Pemilihan matriks ortogonal yang tepat ditentukan oleh jumlah derajat kebebasan yang bergantung pada jumlah parameter dan jumlah level parameter. Pemilihan matriks ortogonal digunakan untuk menentukan jumlah eksperimen yang diperlukan untuk mengeksplorasi parameter-parameter yang diamati. Matriks ortogonal mampu mengevaluasi sejumlah parameter dengan menggunakan jumlah eksperimen yang minimal. Suatu matriks ortogonal disajikan dalam bentuk:

$L_a(b^c)$

Dengan: L = Rancangan bujur sangkar latin

a = Banyaknya percobaan

b = Banyaknya level parameter

c = Banyaknya parameter

Tabel 2.4 menyajikan jenis matriks ortogonal standar yang tersedia. Matriks ortogonal $L_4 (2^3)$ menunjukkan bahwa jumlah eksperimen yang akan dilakukan adalah empat, jumlah derajat kebebasan maksimal dari matriks ortogonal (v_{mo}) adalah tiga, dan matriks tersebut dapat digunakan untuk jumlah maksimal 3 parameter dengan masing-masing memiliki 2 level.

Tabel 2.4 Level-level Matrik Ortogonal

Level 2	Level 3	Level 4	Level 5	Level Gabungan
$L_4 (2^3)$	$L_9 (3^4)$	$L_{16} (4^5)$	$L_{25} (5^6)$	$L_{18} (2^1 \times 3^7)$
$L_8 (2^7)$	$L_{27} (3^{13})$	$L_{64} (4^{21})$		$L_{32} (2^1 \times 4^9)$
$L_{12} (2^{11})$	$L_{12} (2^{11})$			$L_{36} (2^{11} \times 3^{12})$
$L_{16} (2^{15})$				$L_{36} (2^3 \times 3^{13})$
$L_{32} (2^{31})$				$L_{54} (2^1 \times 3^{25})$
$L_{64} (2^{63})$				

Sumber : (Soejanto, 2009)

2.6.4 Tahap Pelaksanaan Eksperimen

Pelaksanaan eksperimen melibatkan dua aspek (Parmadhika et al., 2021), yang terdiri dari menentukan jumlah replikasi dan randomisasi pelaksanaan eksperimen.

1. Jumlah Replikasi

Replikasi merupakan pengulangan perlakuan yang sama dalam kondisi yang sama pada sebuah percobaan untuk meningkatkan akurasi yang lebih tinggi, mengurangi tingkat kesalahan, dan mendapatkan estimasi yang lebih tepat dari kesalahan.

2. Randomisasi

Dalam eksperimen terdapat parameter-parameter lain yang tidak diinginkan atau tidak dapat dikendalikan yang dapat mempengaruhi hasil. Pengaruh dari parameter-parameter tersebut dapat diminimalkan dengan melakukan randomisasi (pengacakan) urutan percobaan. Randomisasi dilakukan bertujuan untuk meratakan dampak dari parameter-parameter yang tidak dapat dikendalikan pada semua unit eksperimen, memberikan peluang yang sama pada semua unit eksperimen untuk menerima perlakuan yang sama, sehingga tercipta homogenitas efek dari setiap perlakuan dan menghasilkan hasil eksperimen yang bebas satu sama lain. Jika replikasi dimaksudkan untuk memfasilitasi uji signifikansi, maka randomisasi bertujuan untuk memberikan validasi terhadap uji signifikansi tersebut dengan mengeliminasi potensi bias.

2.6.5 Tahap Analisis

Dalam tahap analisis, dilakukan pengumpulan dan pengolahan data, yang mencakup pengumpulan data, penataan data, perhitungan, dan penyajian data sesuai dengan desain yang telah ditetapkan. Selain itu, dilakukan perhitungan dan pengujian data statistik pada data hasil eksperimen. Berikut ini adalah tahap analisa (Parmadhika et al., 2021) :

A. Rasio S/N

Rasio S/N (*rasio Signal-To-Noise*) digunakan untuk menentukan faktor-faktor yang berkontribusi pada pengurangan variasi respons tertentu. Rasio S/N

digunakan untuk mengetahui tingkat pengaruh faktor-faktor pada hasil eksperimen. Jenis karakteristik rasio S/N terdiri dari:

1. Semakin kecil, semakin baik (*Small is Better*)

Karakteristik kualitas yang diinginkan ketika nilainya semakin mendekati nol atau semakin kecil semakin baik.

$$\text{rasio S/N} = -10 \log\left(\sum_{i=1}^n \frac{y_i^2}{n}\right) \quad (2.1)$$

dimana:

n = jumlah pengulangan

y_i = data dari percobaan

2. Tertuju pada nilai tertentu (*Nominal the Better*)

Karakteristik kualitas yang memiliki nilai atau target tidak nol dan memiliki batasan yang mendekati nilai yang ditetapkan.

$$\text{rasio S/N} = -10 \log\left(\frac{(y_i - \bar{y})^2}{n}\right) \quad (2.2)$$

dimana:

n = jumlah pengulangan

y = data dari percobaan

3. Semakin besar, semakin baik (*Large is Better*)

Dimana karakteristik kualitas yang diinginkan ketika nilainya tak terbatas dan semakin besar semakin baik.

$$\text{rasio S/N} = -10 \log\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2}\right) \quad (2.3)$$

dimana:

n = jumlah pengulangan

y = data dari percobaan

B. Analisis Varians Taguchi

Analisis varians adalah metode yang digunakan untuk statistik dalam menganalisis data yang telah disusun dalam perencanaan eksperimen secara statistik. Analisis ini merupakan teknik dengan menguraikan seluruh total variabel yang diteliti. Pada analisis varians dua arah data eksperimen yang terdiri dari dua parameter atau lebih serta dua level atau lebih. Terdapat rumus-rumus untuk menghitung *Sum Of Square* (Jumlah Kuadrat), *Mean Square* (Rata-Rata Kuadrat), *Degree Of Freedom* (Derajat Kebebasan), F-Value, dan probabilitas sebagai berikut:

1. *Sum of Square* (Jumlah Kuadrat)

Jumlah kuadrat setiap faktor, contohnya untuk faktor A :

$$SS_A = \frac{A_1^2}{n_{A1}} + \frac{A_2^2}{n_{A2}} + \frac{A_3^2}{n_{A3}} \dots \frac{A_n^2}{n_{An}} - \frac{T^2}{N} \quad (2.4)$$

Dimana:

A1 = Jumlah nilai data pada faktor A level 1

A2 = Jumlah nilai data pada faktor A level 2

A3 = Jumlah nilai data pada faktor A level 3

n_{A1} = Jumlah data pada faktor A level 1

n_{A2} = Jumlah data pada faktor A level 2

n_{A3} = Jumlah data pada faktor A level 3

T = Banyaknya keseluruhan nilai data

N = Jumlah data keseluruhan

2. *Degree Of Freedom* (derajat kebebasan)

Derajat kebebasan pada setiap faktor, derajat kebebasan total dengan *error* dan derajat kebebasan *error*.

$$V_a = \text{Banyaknya level pada faktor A-1} \quad (2.5)$$

V_t = Total semua level -1

$$V_e = V_t - (V_a + V_b + \dots V_n)$$

Dimana:

V_a = Derajat kebebasan faktor A

V_t = Derajat kebebasan total

V_e = Derajat kebebasan *error*

3. *Mean square* (Rata-Rata kuadrat)

Rata-rata kuadrat setiap faktor, contoh untuk faktor A:

$$MS_A = \frac{SS_A}{V_A} \quad (2.6)$$

4. Jumlah Kuadrat Total

$$SS_T = \sum y^2 \quad (2.7)$$

Dimana:

y = Nilai data

5. Jumlah kuadrat karena rata-rata

$$SS_M = n\bar{y}^2 \quad (2.8)$$

Dimana : n = Banyak data

6. Jumlah Kuadrat *Error*

$$SSE = SS_T - SS_m - SS_{faktor} \quad (2.9)$$

Dimana :

$$SS_{faktor} = SS_A + SS_B + \dots SS_n \quad (2.10)$$

7. Rata-Rata Kuadrat *Error*

$$MS_e = \frac{SS_e}{V_e} \quad (2.11)$$

8. Nilai F

Nilai perbandingan antara nilai F_{Hitung} dan F_{Tabel} dapat mengindikasikan dampak dari faktor pada nilai F. Jika F_{Hitung} lebih besar dari pada F_{Tabel} , hal ini

menunjukkan bahwa faktor tersebut berpengaruh secara signifikan terhadap respon. Sebaliknya jika nilai F_{hitung} lebih kecil dari pada F_{tabel} maka faktor tersebut tidak berpengaruh secara signifikan terhadap respon. Berikut dibawah ini adalah persamaannya:

$$F \text{ Rasio} = \frac{SS_e}{V_e} \quad (2.12)$$

9. Persen Kontribusi

Persen kontribusi mengacu pada proporsi variansi total dalam suatu data yang didistribusikan atau dikaitkan dengan faktor atau interaksi tertentu dalam analisis statistic. Persen kontribusi membantu mengidentifikasi sejauh mana setiap faktor atau interaksi berkontribusi terhadap variasi total dari respon yang diamati. Berikut adalah persamaannya:

$$SS'_A = SS_A + MS_E (V_A) \quad (2.13)$$

Dengan :

SS'_A = Banyak kuadrat dari variabel yang dihitung persen kontribusi

SS_T = Banyak kuadrat total

V_A = Derajat kebebasan dari variabel yang dihitung persen kontribusi

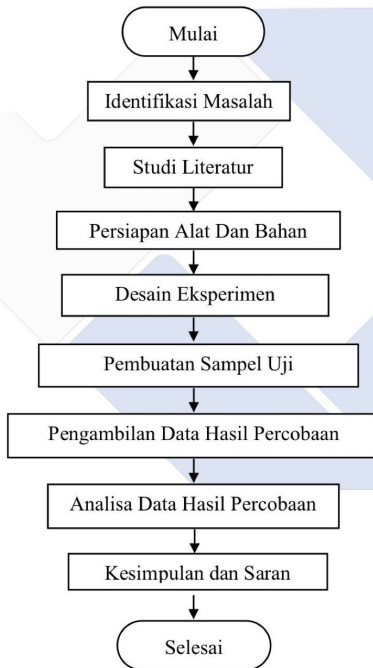
MS_E = Rata-rata kuadrat dari variabel *error*

$$\rho = \frac{SS'_{faktor}}{SS_T} \times 100\% \quad (2.14)$$

BAB III METODE PELAKSANAAN

3.1 Diagram alir/Flow Chart

Dalam bagian ini menjelaskan proses penelitian menggunakan diagram alir dengan untuk gambaran visual tentang langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian ini dan tahap apa saja selanjutnya.



Gambar 3.1 Diagram Penelitian

3.2 Identifikasi Masalah

Suatu penelitian dapat dilakukan karena adanya suatu masalah atau fenomena yang memiliki potensi untuk dipecahkan permasalahannya. Oleh karena itu, proses indentifikasi masalah merupakan langkah awal dalam proses penelitian yang mana untuk mengetahui masalah yang perlu diteliti dengan cara mengamati pokok permasalahan yang akan diteliti.

3.3 Studi Literatur

Hal yang dilakukan pada proses penelitian ini adalah langkah pengumpulan beberapa data yang terkait dengan permasalahan pokok yang sedang diamati. Meningkatkan pemahaman mengenai masalah serupa yang telah muncul dengan cara mencari informasi dari data terkait pada penelitian sebelumnya, jurnal, buku, referensi lainnya dan survei terkait permasalahan yang akan diteliti akan mendukung identifikasi masalah sebelumnya. Sehingga pencapaian tujuan dari studi literatur dan observasi mesin yaitu memahami sebuah kondisi dan permasalahan yang akan dihadapi, serta memungkinkan penyusunan rencana kerja yang akan dihadapi dapat dilakukan.

3.4 Persiapan Alat Dan Bahan

Sebelum melakukan penelitian ada alat dan bahan yang harus disiapkan terlebih dahulu. Adapun alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah :

3.4.1 Mesin CNC Milling

Mesin CNC Milling yang akan digunakan pada objek penelitian ini adalah Mesin CNC *Milling* LAGUN dimana mesin ini buatan dari jepang.

- Merk : LAGUN
- Type : MC 750



Gambar 3.2 Mesin CNC Milling MC 750 Lagun

3.4.2 Surface Roughnes Tester Mitutoyo

Alat uji yang digunakan untuk mengukur nilai kekasaran permukaan pada benda kerja yang telah mengalami proses pemesinan. Kekasaran permukaan benda kerja yang dihasilkan dalam proses pemesinan mempunyai nilai kekasaran yang bervariasi. Pengujian kekasaran dilakukan untuk mengetahui nilai kekasaran permukaan suatu benda kerja dengan menggunakan standar pengukuran (Ra), (Rz), (Rq), (Rmax) dengan tingkat ketelitian alat yaitu sebesar 0,2.



Gambar 3.3 Surface Roughnes Tester Mitutoyo

3.4.3 Alat Potong

Alat potong atau pahat yang ingin digunakan pada penelitian ini adalah *Insert Carbide* APMT113508. Alat potong atau pahat ini memiliki sifat kekerasan yang tinggi pada berbagai suhu.

- Pahat : *Insert Carbide*
- Type : APMT113508-PDTR
- VC : 70-380 m/min
- FZ : 0,15-0,25
- Made In : Korea



Gambar 3.4 Insert Carbide dan Holder

Insert carbide adalah sebuah pahat atau alat potong yang digunakan untuk memotong suatu bagian dari bidang pada benda kerja yang dilakukan dengan proses pemesinan.

Holder adalah suatu alat bantu yang digunakan untuk menahan pahat atau mata potong pada suatu proses pemesinan agar pahat atau mata potong tersebut dapat melakukan pemotongan.

3.4.4 Jangka Sorong (Vernier Caliper)

Jangka sorong pada penelitian ini digunakan untuk mengukur bahan benda kerja penelitian pada saat sebelum proses pemesinan dilakukan dan sesudah proses pemesinan dilakukan.



Gambar 3.5 Jangka Sorong

3.4.5 Baja S45C

Baja S45C merupakan material atau bahan yang ingin digunakan sebagai benda uji atau sampel pada penelitian ini. Baja S45C ini merupakan baja karbon sedang dengan persentase karbon yaitu 0,3%-0,59%. Baja ini juga dikenal sebagai baja yang mempunyai sifat keras, tahan aus, tahan beban puntir, dan juga cukup ulet. Ukuran bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah $\text{Ø}31,6$ mm dengan panjang 50 mm.



Gambar 3.6 Baja S45C

3.5 Rancangan Eksperimen

3.5.1 Identifikasi Variabel Penelitian

Dalam Penelitian ini ada beberapa variabel yang diperkirakan dapat mempengaruhi respon kekasaran permukaan pada benda kerja yaitu diantaranya variabel kecepatan spindle, kedalaman pemakanan, pergerakan pemakanan bahkan Faktor manusia itu sendiri bisa dikarenakan kelalaian pada saat membuat program proses pemesinan CNC. Untuk variabel proses seperti penetapan material yang ingin digunakan, pahat yang akan digunakan, pembuatan program CNC *Milling*, serta variabel metode yang digunakan adalah metode taguchi.

3.5.2 Variabel Penelitian

Variabel pada penelitian ini dibagi menjadi dua, yaitu:

1. Variabel bebas yaitu Kecepatan Potong, Kedalaman Pemakanan, Pergerakan Pemakanan.
2. Variabel Tetap Meliputi Dromus D.

3.5.3 Menentukan Variabel dan Level Eksperimen

Variabel dan level pada penelitian ini ditunjukkan pada tabel 3.1 berikut.

Tabel 3. 1 Variabel dan Nilai Eksperimen

Level	Variabel		
	Kecepatan Potong	Kedalaman Pemakanan	Pergerakan Makan
1	120	0,2	G02
2	150	0,4	G03

3.5.4 Menentukan Kode Variabel Bebas

Rancangan eksperimen yang digunakan dari penelitian ini analisa uji beda. Tabel rancangan eksperimen dilampirkan dikodekan dalam tabel 3.2 berikut.

Tabel 3. 2 Rancangan Eksperimen

Kecepatan Potong	Kedalaman Pemakanan	Pergerakan Pemakanan
120	0,2	G02
120	0,2	G03
120	0,4	G02
120	0,4	G03
150	0,2	G02
150	0,2	G03
150	0,4	G02
150	0,4	G03

3.6 Pembuatan Sampel Uji

3.6.1 Proses Pemesinan

Pada proses pembuatan sampel uji dilakukan di Bengkel Mekanik Polman Babel di Lab Pemesinan CNC. Langkah-langkah yang akan dilakukan pada proses pemesinan dengan menggunakan mesin CNC *Milling* MC 750 Lagun sebagai berikut:

1. Menyiapkan bahan penelitian
 - Mempersiapkan benda kerja yang akan digunakan pada penelitian meliputi penyesuaian ukuran atau dimensi yang telah ditetapkan. Dalam penelitian ini menggunakan baja S45C dengan ukuran atau dimensi yang telah ditetapkan yaitu $\varnothing 31,6$ mm dengan panjang 50 mm sebanyak 24 sampel.

- Mempersiapkan peralatan pendukung atau alat bantu yang akan diperlukan dalam proses pemesinan.
 - Membuat pemrograman CNC sesuai dengan penelitian yang akan dilakukan meliputi variabel-variabel yang telah ditentukan.
2. Proses *Milling* pada CNC

- Pencekaman benda kerja pada mesin. Pastikan benda kerja tercekam dengan kuat pada *chuck* dan dengan posisi yang tepat.
- Pemasangan pahat atau alat potong pada holder mesin CNC *Milling* MC 750 Lagun. Menggunakan pahat *Insert Carbide* APMT113508-PDTR.
- Menyalakan mesin CNC *Milling* MC 750 Lagun dan masukkan program yang telah dibuat kedalam mesin sesuai variabel-variabel yang telah ditentukan.
- Proses *Milling* benda kerja sesuai program dan variabel yang telah ditentukan agar hasil benda kerja sesuai dengan yang ditentukan.
- Lakukan proses *Milling* yang sama sebanyak 24 sampel.
- Melepaskan benda kerja dari *chuck* setelah proses *Milling* selesai.
- Matikan dan bersihkan mesin CNC *Milling* setelah digunakan, dan bersihkan juga peralatan yang digunakan para proses *Milling*.

3.7. Pengambilan Data Hasil Percobaan

3.7.1 Pengukuran Kekasaran Permukaan Hasil Proses Pemesinan

Benda kerja yang sudah dilakukan proses *Milling* kemudian dilakukan pengujian terhadap nilai kekasarannya. Untuk mengetahui kekasaran permukaan pada benda kerja yang telah diproses pada mesin CNC *Milling* MC 750 Lagun Dengan mengukur kekasaran permukaan dan melakukan analisis akan diambil hasilnya sebagai acuan pada variabel-variabel yang digunakan pada penelitian ini.

3.8. Analisis Data Percobaan

Pada bagian ini dilakukannya pengumpulan, pengolahan, perhitungan, dan penyajian data. Penyajian data mengikuti tata letak yang telah ditentukan dalam penelitian ini. Penyajian meliputi perhitungan, interpretasi hasil penelitian dalam bentuk grafik, tabel, dan diagram. Analisis data kekasaran permukaan dilakukan untuk mengetahui nilai kekasaran permukaan setelah dilakukannya proses *Milling* dan menggunakan parameter-parameter yang ditentukan melalui benda kerja yang dihasilkan.

3.9. Kesimpulan dan Saran

Pada bagian ini menandai tahap penelitian yang paling akhir. Dengan mempertimbangkan berbagai hasil data penelitian yang telah diperoleh dari penelitian, peneliti menyusun sebuah kesimpulan dan saran sebagai respons terhadap tujuan yang telah ditetapkan.

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Eksperimen

Pengambilan data ini dilakukan dengan mengkombinasikan variabel-variabel proses yang terdapat pada mesin *CNC Milling* Lagun MC 750. Adapun variabel-variabel proses yang dapat berpengaruh terhadap respon kekasaran permukaan yaitu Kecepatan potong (A) dengan nilai level 120 mm/m, dan 150 mm/m, kedalaman pemakanan (B) dengan nilai level 0,2, dan 0,4, dan pergerakan pemakanan (C) searah jarum jam, dan berlawanan arah jarum jam. Kemudian melakukan pengujian kekasaran permukaan pada benda kerja menggunakan alat *roughness tester* mitutoyo. Data hasil percobaan yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.1 dibawah ini:

Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Kekasaran Permukaan

Eksperimen	Variabel				Replikasi		Jumlah	Mean
	Kecepatan Potong	Kedalaman Pemakanan	Pergerakan Pemakanan	Data Awal	1	2		
1	120	0,2	G02	0,66	0,81	0,67	2,14	0,71
2	120	0,2	G03	0,52	0,43	0,49	1,44	0,48
3	120	0,4	G02	0,81	0,49	0,59	1,89	0,63
4	120	0,4	G03	0,46	0,60	0,40	1,46	0,49
5	150	0,2	G02	0,74	0,58	0,90	2,22	0,74
6	150	0,2	G03	0,51	0,40	0,49	1,40	0,47
7	150	0,4	G02	0,71	0,77	0,71	2,19	0,73
8	150	0,4	G03	0,51	0,48	0,47	1,46	0,49
Rata-rata								0,59

Sumber: Hasil Perhitungan

4.2 Perhitungan Langsung Rata-rata Uji Kekasaran Permukaan

Dalam mengidentifikasi pengaruh level dari variabel terhadap nilai rata-rata uji kekasaran permukaan, dilakukan perhitungan menggunakan data respon uji kekasaran permukaan yang diperoleh langsung dari hasil pengujian kekasaran permukaan. Perhitungan rata-rata uji kekasaran permukaan ini dilakukan melalui kombinasi level dari masing-masing variabel dapat dilihat di bawah ini:

A. Perhitungan rata-rata untuk variabel A (Kecepatan Potong).

Variabel A level 1 yaitu menggunakan eksperimen 1, 2, 3, dan 4:

$$\bar{A}_1 = \frac{1}{4} (0,71 + 0,48 + 0,63 + 0,49) = (0,5775)$$

Variabel A level 2 yaitu menggunakan eksperimen 5, 6, 7, dan 8:

$$\bar{A}_2 = \frac{1}{4} (0,74 + 0,47 + 0,73 + 0,49) = (0,6058)$$

B. Perhitungan rata-rata untuk variabel B (Kedalaman Pemakanan).

Variabel B level 1 yaitu menggunakan eksperimen 1, 2, 5, dan 6:

$$\bar{B}_1 = \frac{1}{4} (0,71 + 0,48 + 0,74 + 0,47) = (0,6000)$$

Variabel B level 2 yaitu menggunakan eksperimen 3, 4, 7, dan 8:

$$\bar{B}_2 = \frac{1}{4} (0,71 + 0,48 + 0,49 + 0,47) = (0,5833)$$

C. Perhitungan rata-rata untuk variabel C (Pergerakan Pemakanan)

Variabel C level 1 yaitu menggunakan eksperimen 1, 3, 5, dan 7:

$$\bar{C}_1 = \frac{1}{4} (0,71 + 0,63 + 0,74 + 0,73) = (0,7033)$$

Variabel C level 2 yaitu menggunakan eksperimen 2, 4, 6, dan 8:

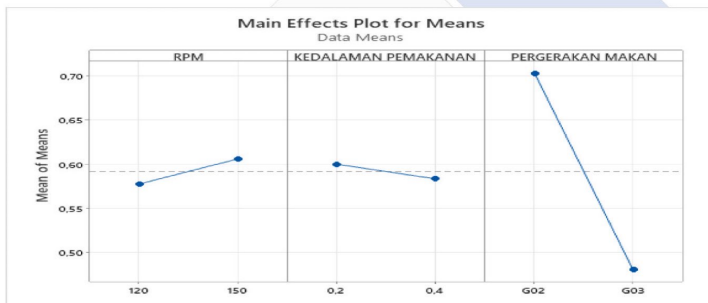
$$\bar{C}_2 = \frac{1}{4} (0,48 + 0,49 + 0,47 + 0,49) = (0,4800)$$

Perhitungan dilakukan dengan cara yang sama pada masing-masing variabel. Untuk ketiga variabel yang diamati yaitu Kecepatan Potong, Kedalaman Pemakanan, dan Pergerakan Pemakanan yang dapat dilihat di bawah ini:

Tabel 4. 2 Nilai Rata-Rata Means Terhadap Hasil Uji Kekasaran Permukaan

Level	Variabel		
	Kecepatan	Kedalaman	Pergerakan
	Potong	Pemakanan	Pemakanan
1	0,5775	0,6000	0,7033
2	0,6058	0,5833	0,4800
Selisih	0,0283	0,0167	0,2233
Rangking	2	3	1

Sumber: Hasil Perhitungan



Gambar 4. 1 Grafik Respon Mean Variable Terhadap Hasil Kekasaran Permukaan

Sumber: Software

Menurut nilai rata-rata kekasaran permukaan pada tiap tingkatan, dapat disimpulkan bahwa pada kombinasi variabel proses yang memiliki pengaruh paling signifikan terhadap kekasaran permukaan adalah pergerakan pemakanan. Proses yang menghasilkan respon optimal pada gabungan variabel-variabel proses untuk respon optimal ditunjukkan pada Tabel 4.3 dibawah ini:

Tabel 4. 3 Kombinasi Varibel Proses Untuk Respon Optimal

No	Variabel Proses	Tingkat Level	Nilai Level
1	Kecepatan Potong	1	120
2	Kedalaman Pemakanan	2	0,4
3	Pergerakan Pemakanan	2	G03

Sumber: Hasil Perhitungan

4.3 Nilai Rata-Rata S/N Rasio

Perhitungan variasi nilai rasio S/N untuk kekasaran permukaan dengan kombinasi level setiap variabel dapat dilihat dibawah ini:

A. Perhitungan rasio S/N untuk variabel A (Kecepatan Potong).

Variabel A level 1 yaitu menggunakan eksperimen 1, 2, 3, dan 4:

$$\bar{A}_1 = \frac{1}{4} (2,8943 + 6,3488 + 3,8226 + 6,1296) = (4,798)$$

Variabel A level 2 yaitu menggunakan eksperimen 5, 6, 7, dan 8:

$$\bar{A}_2 = \frac{1}{4} (2,4825 + 6,5757 + 2,7270 + 6,2506) = (4,508)$$

B. Perhitungan rasio S/N untuk variabel B (Kedalaman Pemakanan)

Variabel B level 1 yaitu menggunakan eksperimen 1, 2, 5, dan 6:

$$\bar{B}_1 = \frac{1}{4} (2,8943 + 6,3488 + 2,4825 + 6,5757) = (4,575)$$

Variabel B level 2 yaitu menggunakan eksperimen 3, 4, 7, dan 8:

$$\bar{B}_2 = \frac{1}{4} (3,8226 + 6,1296 + 2,7270 + 6,2506) = (4,732)$$

C. Perhitungan rasio S/N untuk variabel C (Pergerakan Pemakanan)

Variabel C level 1 yaitu menggunakan eksperimen 1, 3, 5, dan 7:

$$\bar{C}_1 = \frac{1}{4} (2,8943 + 3,8226 + 2,4825 + 2,7270) = (2,981)$$

Variabel C level 2 yaitu menggunakan eksperimen 2, 4, 6, dan 8:

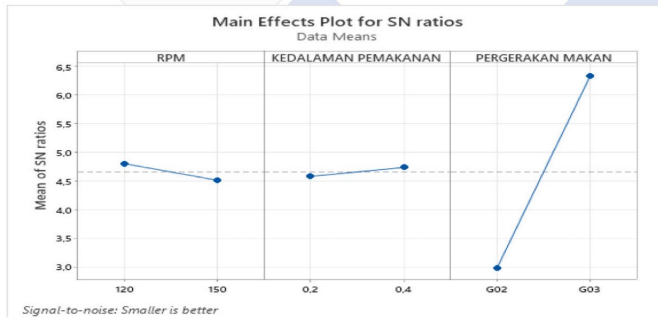
$$\bar{C}_2 = \frac{1}{4} (6,3488 + 6,1296 + 6,5757 + 6,2506) = (6,325)$$

Dari hasil rasio S/N dari pengaruh Kecepatan Potong, Kedalaman Pemakanan, dan Pergerakan Pemakanan terhadap respon kekasaran permukaan dapat dilihat pada tabel 4.4 dibawah ini:

Tabel 4. 4 Nilai Rata-Rata S/N Rasio

Level	Variabel		
	Kecepatan Potong	Kedalaman Pemakanan	Pergerakan Pemakanan
1	4,798	4,575	2,981
2	4,508	4,732	6,325
Selisih	0,290	0,157	3,344
Rank	2	3	1

Sumber: Hasil Perhitungan



Gambar 4.4 Grafik rasio S/N terhadap hasil respon kekasaran permukaan

Sumber: Software

Pada perhitungan nilai rasio S/N terhadap respon kekasaran permukaan pada setiap tingkat variabel level untuk kombinasi variabel-variabel dapat diidentifikasi, proses yang menghasilkan respon optimal. Tabel 4.5 dibawah ini menunjukkan kombinasi variabel-variabel proses yang menghasilkan respons optimal:

Tabel 4. 5 Kombinasi Variabel Proses Untuk Respon Optimal

No	Variabel Proses	Tingkat Level	Nilai Level
1	Kecepatan Potong	2	120
2	Kedalaman Pemakanan	1	0,2
3	Pergerakan Pemakanan	1	G02

Sumber: Hasil Perhitungan

4.4 Perhitungan Rasio S/N Dari Kekasaran Permukaan

Rasio *signal-to-noise* didesain untuk mengkonversi data menjadi nilai varians yang mencerminkan interaksi data. Nilai rasio *signal-to-noise* bergantung pada sifat atribut dari setiap respons. Kualitas kekasaran benda kerja yang diinginkan adalah nilai yang minimal, dengan cara memaksimalkan variabilitas kekasaran permukaan benda kerja sebagai tujuan peningkatan kualitas. Prinsip yang diterapkan dalam hal ini adalah “semakin kecil nilai kekasaran benda kerja maka akan semakin baik” (*smaller is better*).

Dalam penelitian ini tujuan yang diinginkan adalah mencapai kekasaran permukaan benda kerja yang minimal. Dengan melakukan replikasi sebanyak 3 kali, Adapun hasil perhitungan untuk menentukan nilai rasio *signal-to-noise* dari persamaan 2.1 dapat dilihat dibawah ini:

Eksperimen 1:

$$S/N = -10 \log \left[\frac{1}{3} [0,66^2 + 0,81^2 + 0,67^2] \right]$$

$$= 2,8943$$

Eksperimen 2:

$$\begin{aligned} S/N &= -10 \log \left[\frac{1}{3} [0,52^2 + 0,43^2 + 0,49^2] \right] \\ &= 6,3488 \end{aligned}$$

Eksperimen 3:

$$\begin{aligned} S/N &= -10 \log \left[\frac{1}{3} [0,81^2 + 0,49^2 + 0,59^2] \right] \\ &= 3,8226 \end{aligned}$$

Eksperimen 4:

$$\begin{aligned} S/N &= -10 \log \left[\frac{1}{3} [0,46^2 + 0,60^2 + 0,40^2] \right] \\ &= 6,1296 \end{aligned}$$

Eksperimen 5:

$$\begin{aligned} S/N &= -10 \log \left[\frac{1}{3} [0,74^2 + 0,58^2 + 0,90^2] \right] \\ &= 2,4825 \end{aligned}$$

Eksperimen 6:

$$\begin{aligned} S/N &= -10 \log \left[\frac{1}{3} [0,51^2 + 0,40^2 + 0,49^2] \right] \\ &= 6,5757 \end{aligned}$$

Eksperimen 7:

$$\begin{aligned} S/N &= -10 \log \left[\frac{1}{3} [0,71^2 + 0,77^2 + 0,71^2] \right] \\ &= 2,7270 \end{aligned}$$

Eksperimen 8:

$$\begin{aligned} S/N &= -10 \log \left[\frac{1}{3} [0,51^2 + 0,48^2 + 0,47^2] \right] \\ &= 6,2506 \end{aligned}$$

Dari perhitungan rasio S/N di atas akan didapatkan nilai S/N untuk hasil respon kekasaran permukaan material yang memiliki karakteristik semakin kecil semakin baik (*smaller is better*) yang dapat dilihat pada Tabel 4.6 sebagai berikut:

Tabel 4. 6 Rasio S/N Untuk Kekasaran Permukaan

Eks	Variabel Proses			Nilai Kekasaran			S/N
	Kecepatan Potong	Kedalaman Pemakanan	Pergerakan Pemakanan	Data Awal	REP2	REP3	
1	120	0,2	G02	0,66	0,81	0,67	2,8943
2	120	0,2	G03	0,52	0,43	0,49	6,3488
3	120	0,4	G02	0,81	0,49	0,59	3,8226
4	120	0,4	G03	0,46	0,60	0,40	6,1296
5	150	0,2	G02	0,74	0,58	0,90	2,4825
6	150	0,2	G03	0,51	0,40	0,49	6,5757
7	150	0,4	G02	0,71	0,77	0,71	2,7270
8	150	0,4	G03	0,51	0,48	0,47	6,2506
Total Rata-Rata							4,6538

Sumber: Hasil Perhitungan

4.5 Analysis Of Variance (Anova) Dan Persen Rasio S/N

Penggunaan metode statistik anova bertujuan untuk menilai kontribusi dari masing-masing variabel dalam eksperimen yang dilakukan, dan memberikan kemampuan interpretasi kuantitatif terhadap data hasilnya.

4.5.1 Analysis Of Variance Rasio S/N Kekasaran Permukaan

Pada pengolahan data akan digunakan analisis varians dua arah dari model varians yang melibatkan dari perhitungan derajat kebebasan, jumlah kuadrat, kuadrat rata-rata, serta F-rasio.

A. Perhitungan Jumlah Kuadrat (*Sum Of Square*) Variabel Kecepatan Potong

Untuk perhitungan jumlah kuadrat didapatkan dari persamaan 2.4

$$SS_A = \frac{2,3100^2}{4} + \frac{2,4233^2}{4} - \frac{4,7333^2}{8}$$

$$SS_A = 0,001606$$

Untuk menghitung derajat kebebasan didapatkan dari persamaan 2.5

$$V_a = 2-1$$

$$V_a = 1$$

Untuk menghitung jumlah kuadrat karena rata-rata (*Mean*) didapatkan dari persamaan 2.6

$$MS_A = \frac{0,001606}{1} = 0,001606$$

Untuk menghitung jumlah kuadrat total didapatkan dari persamaan 2.7

$$SS_T = (0,71)^2 + (0,48)^2 + (0,63)^2 + (0,49)^2 + (0,74)^2 + (0,47)^2 + (0,73)^2 + (0,49)^2$$
$$SS^T = 2,9130$$

Untuk menghitung jumlah kuadrat rata-rata didapatkan dari persamaan 2.8

$$SS_M = 8 (0,5917)$$

$$SS_M = 4,7333$$

Untuk menghitung rata-rata kuadrat *error* didapatkan dari persamaan 2.10

$$SS_{Faktor} = 0,001606 + 0,000556 + 0,099756$$

$$SS_{Faktor} = 0,101918$$

Untuk menghitung rata-rata kuadrat *error* didapatkan dari persamaan 2.9

$$SS_e = 2,9130 - 4,7333 - 0,101918$$

$$SS_e = 0,000450$$

Untuk menghitung nilai *f-rasio* didapatkan dari persamaan 2.12

$$F\text{-rasio} = \frac{0,001606}{0,000450}$$

$$F\text{-rasio} = 3,57$$

B. Perhitungan Jumlah Kuadrat (*Sum Of Square*) Variabel Kedalaman Pemakanan

Perhitungan jumlah kuadrat

$$SS_B = \frac{2,4000^2}{4} + \frac{2,3400^2}{4} - \frac{4,7400^2}{8}$$

$$SS_B = 0,000556$$

Menghitung derajat kebebasan

$$V_b = 2-1$$

$$V_b = 1$$

Menghitung jumlah kuadrat karena rata-rata (*mean*)

$$MS_B = \frac{0,000556}{1} = 0,000556$$

Menghitung jumlah kuadrat karena rata-rata (*mean*)

$$SS_T = (0,71)^2 + (0,48)^2 + (0,63)^2 + (0,49)^2 + (0,74)^2 + (0,47)^2 + (0,73)^2 + (0,49)^2$$
$$SS^T = 2,9130$$

Menghitung jumlah kuadrat *error*

$$SS_M = 8 (0,5917)$$

$$SS_M = 4,7333$$

Menghitung rata-rata kuadrat *error*

$$SS_{Faktor} = 0,001606 + 0,000556 + 0,099756$$

$$SS_{Faktor} = 0,000556$$

Menghitung rata-rata kuadrat *error*

$$SS_e = 2,9130 - 4,7333 - 0,101918$$

$$SS_e = 0,000450$$

Menghitung nilai *f-rasio*

$$F\text{-rasio} = \frac{0,000556}{0,000450}$$

$$F\text{-rasio} = 1,23$$

C. Perhitungan Jumlah Kuadrat (*Sum Of Squaare*) Variabel Pergerakan Pemakanan

Perhitungan jumlah kuadrat

$$SS_C = \frac{2,8100^2}{4} + \frac{1,9300^2}{4} - \frac{4,7400^2}{8}$$

$$SS_C = 0,099756$$

Menghitung derajat kebebasan

$$V_c = 2-1$$

$$V_c = 1$$

Menghitung jumlah kuadrat karena rata-rata (mean)

$$MS_c = \frac{0,099756}{1} = 0,099756$$

Menghitung jumlah kuadrat karena rata-rata (*mean*)

$$SS_T = (0,71)^2 + (0,48)^2 + (0,63)^2 + (0,49)^2 + (0,74)^2 + (0,47)^2 + (0,73)^2 + (0,49)^2$$

$$SS^T = 2,9130$$

Menghitung jumlah kuadrat *error*

$$SS_M = 8 (0,5917)$$

$$SS_M = 4,7333$$

Menghitung rata-rata kuadrat *error*

$$SS_{\text{Faktor}} = 0,001606 + 0,000556 + 0,099756$$

$$SS_{\text{Faktor}} = 0,099756$$

Menghitung rata-rata kuadrat *error*

$$SS_e = 2,9130 - 4,7333 - 0,101918$$

$$SS_e = 0,000450$$

Menghitung nilai *f-rasio*

$$F\text{-rasio} = \frac{0,099756}{0,000450}$$

$$F\text{-rasio} = 221,68$$

Untuk menghitung rata-rata kuadrat *error* didapatkan dari 2.11

$$MS_e = \frac{0,101918}{4} = 0,24939$$

Untuk jumlah kuadrat total didapatkan dari persamaan 2.7

$$SS_T = 0,001606 + 0,000556 + 0,099756 + 0,101918$$

$$SS_T = 0,203836$$

Dari hasil perhitungan Analysis Of Variance (Anova) terhadap rata-rata kekasaran permukaan diatas dapa dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Rata-rata Analysis Of Variance (Anova) Kekasaran Permukaan

Sumber	V	SS	MS	F-rasio
Kecepatan Potong	1	0,001606	0,001606	3,57
Kedalaman Pemakanan	1	0,000556	0,000556	1,23
Pergerakan Pemakanan	1	0,099756	0,099756	221,68
<i>Error</i>	4	0,000450	0,000450	-
Total	7	0,203836	-	-

Selanjutnya, untuk menentukan besarnya kontribusi yang diberikan oleh masing-masing variabel terhadap respons kekasaran permukaan maka mengitung SS' terlebih dahulu didapatkan dari persamaan 2.13

A. Kecepatan Potong

$$SS'_A = 0,001606 - 0,000450$$

$$SS'_A = 0,001156$$

B. Kedalaman Pemakanan

$$SS'_B = 0,000556 - 0,000450$$

$$SS'_B = 0,000106$$

C. Pergerakan Pemakanan

$$SS'_C = 0,099756 - 0,000450$$

$$SS'_C = 0,099306$$

D. Nilai *error*

$$SS'_e = 0,000450 - (0,001156) - (0,000106) - (0,099306)$$

$$SS'_e = 0,100118$$

Lalu menghitung persen kontribusi masing-masing variabel dihitung dengan persamaan dari 2.14

$$\rho = \frac{SS'_{faktor}}{SST} \times 100\%$$

$$\rho^A = \frac{0,001156}{2,9130} \times 100\% = 0,00040\%$$

$$\rho^B = \frac{0,000106}{2,9130} \times 100\% = 0,00004\%$$

$$\rho^C = \frac{0,099306}{2,9130} \times 100\% = 0,34091\%$$

$$\rho^e = \frac{0,100118}{2,9130} \times 100\% = 0,03438\%$$

Hasil perhitungan persen kontribusi terhadap rata-rata diperlihatkan pada Tabel 4.8 dibawah ini:

Tabel 4. 8 Persen Kontribusi Terhadap Kekasaran Permukaan

Sumber	V	SS	MS	SS'	P(%)
Kecepatan Potong	1	0,001606	0,001606	0,001156	0,00040%
Kedalaman Pemakanan	1	0,000556	0,000556	0,000106	0,00004%
Pergerakan Pemakanan	1	0,099756	0,099756	0,099306	0,34091%
Error	4	0,0004500	0,24939	0,100118	0,03438%
Total	7	2,9130	-	-	100%

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan data dari perhitungan variabel kontribusi di atas, kita dapat melihat bahwa variabel C (Pergerakan Pemakanan) memiliki pengaruh terbesar terhadap kekasaran permukaan jika dibandingkan dengan variabel lainnya, yaitu sebesar 0,34091%.

4.6 Hasil Perhitungan Rata-Rata Dan Analisis

Dari tabel perhitungan rata-rata Anova untuk kekasaran permukaan benda kerja ditunjukkan pada tabel 4.9 berikut ini:

Tabel 4. 9 Hasil Nilai Rata-Rata Anova

Sumber	V	SS	MS	F-rasio
Kecepatan Potong	1	0,001606	0,001606	3,57
Kedalaman Pemakanan	1	0,000556	0,000556	1,23
Pergerakan Pemakanan	1	0,099756	0,099756	221,68
Error	4	0,0004500	0,0004500	-
Total	7	2,9130	-	-

Sumber: Hasil Perhitungan

Jika nilai F-hitung lebih besar dari pada F-tabel, variabel proses memiliki pengaruh yang signifikan terhadap respon secara bersamaan. Hipotesis nol dan hipotesis alternatif yang digunakan dalam pengujian hipotesis dengan menggunakan distribusi F sebagai berikut:

1. Variabel A (Kecepatan Potong)

H_0 : Variansi perlakuan tidak berpengaruh terhadap respon kekasaran permukaan baja S45C.

H_1 : Ada perlakuan yang memberikan pengaruh respon terhadap kekasaran permukaan baja S45C.

- Kriteria penolakan adalah:

H_0 ditolak, jika nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$

- Hasil:

Menggunakan software statistik $F_{Hitung} = 3,57$

Menggunakan hitungan manual $F_{Tabel} = 5,59$

Kesimpulan: $F_{hitung} = 3,57 < F(0,05;1;7) = 5,59$ maka H_0 diterima H_1 ditolak, artinya tidak adanya pengaruh pada variabel kecepatan potong respon terhadap kekasaran permukaan baja S45C.

2. Variabel B (Kedalaman Pemakanan)

H_0 : Variansi perlakuan tidak berpengaruh terhadap respon kekasaran permukaan baja S45C.

H_1 : Ada perlakuan yang memberikan pengaruh respon terhadap kekasaran permukaan baja S45C.

- Kriteria penolakan adalah:

H_0 ditolak, jika nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$

- Hasil:

Menggunakan software statistik $F_{hitung} = 1,23$

Menggunakan hitungan manual $F_{tabel} = 5,59$

Kesimpulan: $F_{hitung} = 3,57 > F(0,05;1;7) = 5,59$ maka H_0 diterima H_1 ditolak, artinya tidak adanya pengaruh pada variabel kedalaman pemakanan respon terhadap kekasaran permukaan baja S45C.

3. Variabel C (Pegerakan Pemakanan)

H_0 : Variansi perlakuan tidak berpengaruh terhadap respon kekasaran permukaan baja S45C.

H_1 : Ada perlakuan yang memberikan pengaruh respon terhadap kekasaran permukaan baja S45C.

- Kriteria penolakan adalah:

H_0 ditolak, jika nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$

- Hasil:

Menggunakan software statistik $F_{hitung} = 221,68$

Menggunakan hitungan manual $F_{tabel} = 5,59$

Kesimpulan: $F_{hitung} = 221,58 > F(0,05;1;7) = 5,59$ maka H_0 ditolak H_1 diterima, artinya adanya pengaruh pada variabel pergerakan pemakanan respon terhadap kekasaran permukaan baja S45C.

Berdasarkan hasil perhitungan hipotesis nol (H_0) untuk pengaruh masing-masing variabel terhadap kekasaran permukaan dapat dilihat pada tabel 4.10

Tabel 4. 10 Kondisi Hipotesis Nol Untuk Nilai Rata-Rata

Variabel	Kondisi (H_0)
Kecepatan Potong	Diterima/gagal ditolak
Kedalaman Pemakanan	Diterima/gagal ditolak
Pergerakan Pemakanan	Ditolak/gagal diterima

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan tabel 4.10 yang menunjukkan kondisi hipotesis nol respon. Variabel C (Pergerakan Pemakanan) memberikan kontribusi yang signifikan (0,34091%) terhadap kekasaran permukaan benda kerja, sedangkan error yang besar (0,03438%) mengindikasikan bahwa ada variabel yang berpengaruh namun diabaikan. Perhitungan persen kontribusi berdasarkan hasil perhitungan analisis variansi dilakukan dengan menggunakan persamaan.

Perhitungan kontribusi untuk variabel C (Pergerakan Pemakanan) terhadap kekasaran permukaan adalah sebagai berikut:

$$SS^*_C = 0,099756 - 0,0004500$$

$$SS^*_C = 0,099306$$

Dengan demikian:

$$\rho^C = \frac{0,099306}{2,9130} \times 100\% = 0,34091\%$$

Berdasarkan tabel 4.10 yang menunjukkan bahwa variabel-variabel kecepatan potong, kedalaman pemakanan, dan pergerakan pemakanan. Pergerakan Pemakanan memiliki kontribusi terbesar terhadap total variabel dari kekasaran dengan persen kontribusi sebesar 0,34091%, variabel kecepatan potong memiliki kontribusi sebesar 0,00040%, dan variabel kedalaman pemakanan menyumbang 0,00004%.

4.7 Uji Konfirmasi

Uji konfirmasi dilakukan untuk menguji validitas hasil yang telah diperoleh. Proses ini melibatkan perbandingan interval kepercayaan dari rata-rata kekasaran pada percobaan konfirmasi. Uji konfirmasi dilaksanakan dengan menerapkan kombinasi pengaturan variabel yang telah dihasilkan dari proses optimasi. Dalam penelitian ini juga dilakukan perbandingan antara respon kombinasi awal dengan respon kombinasi optimal. Kombinasi awal dan kombinasi optimal pada uji konfirmasi ditunjukkan pada tabel 4.11 dibawah ini:

Tabel 4.11 Perbandingan Uji Konfirmasi

No.Exp	Pengujian Kekasaran			
	Data Awal	Replikasi 1	Replikasi 2	Rata-rata
Kombinasi Awal	0,51	0,48	0,47	0,48
Kombinasi Optimum	0,48	0,48	0,47	0,47

Sumber: Hasil Perhitungan

BAB V

Kesimpulan

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan dalam penelitian ini yang berjudul “Analisis Kekasaran Permukaan Pemotongan Sisi Gerak Melingkar Pada *CNC Milling*” dapat disimpulkan bahwa:

1. Variabel yang menghasilkan nilai kekasaran permukaan paling minimum adalah kecepatan potong 120 m/menit (faktor A level 1), kedalaman pemakanan 0,4 mm (faktor B level 2), dan pergerakan pemakanan berlawanan arah jarum jam (faktor C level 2).
2. Variabel yang berkontribusi besar terhadap nilai kekasaran permukaan adalah pergerakan pemakanan sebesar 0,34091%, kecepatan potong sebesar 0,00040%, dan kedalaman pemakanan sebesar 0,00004%.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil kesimpulan diatas ada beberapa yang dapat diberikan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Harapan pada penelitian selanjutnya dapat mendapatkan nilai kekasaran permukaan yang lebih baik dengan mengkombinasikan variabel-variabel yang telah didapatkan dari penelitian ini agar mendapatkan nilai kekasaran yang lebih maksimal.
2. Diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan metode selain metode taguchi agar dapat dikembangkan, misalnya menggunakan metode *Full Factorial* dan RSM sebagai perbandingan terhadap respon.

DAFTAR PUSTAKA

- Annisa, D., & Yuhas, D. (2022). *Analisis Variasi Nilai Depth of Cut Terhadap Kekasaran Permukaan pada Material S45C Menggunakan Pahat Ball Nose End Mill*. 30–35.
- Endrian, E. (2021). *ANALISIS NILAI KEKASARAN PERMUKAAN CNC MILLING BAJA AISI 1045 METODE RESPON SURFACE*. 81–90.
- Jalmanto, K. E., Yufrizal, Helmi, N., Pinat, M. T., & Rezaldy, I. I. (2021). Analisis Kekasaran Permukaan Aluminium 6061 Akibat Variasi Feed Rate Pada Proses Finishing Mesin Cnc Milling Menggunakan Fly Cutter Analysis of Surface Roughness Aluminum 6061 Due To Variation of Feed Rate on the Finishing Process of Cnc Milling Machine Usi. *Vomek*, 3(4), 81–89. <http://vomek.ppi.unp.ac.id>
- Mahendra, A. (2022). *Analisis Pengaruh Nilai Parameter Proses Pemessinan Milling Terhadap Kekasaran Tahun 2022*.
- Novrialdy, Y., K, A., A, Y., & Prasetya, F. (2021). Pengaruh Variasi Feed Rate Terhadap Kekasaran Permukaan Polyethylene Menggunakan Mesin Cnc Miiling. *Jurnal Vokasi Mekanika (VoMek)*, 3(2), 25–33. <https://doi.org/10.24036/vomek.v3i2.206>
- Parmadhika, I., Kurniawan, Z., & Erwanto. (2021). *Analisis Material Removal Rate Pada Proses Cnc Milling Terhadap Material Aisi 1045*. 9, 273–279.
- Yakub, Y., & Syaifullah, H. (2015). Analisis Tingkat Kekasaran Permukaan Hasil Proses Milling Pada Baja Karbon S45C. *Seminar Nasional Teknik Mesin*, 6. www.qyg1.com/cctrl/news/file/ENDMILL_TAN
- YONGKI. (2022). *ANALISA NILAI KEKASARAN PERMUKAAN MATERIAL BAJA AISI 1040 PADA PROSES PEMESINAN CNC BUBUT MENGGUNAKAN*

METODE TAGUCHI.

Yudo, E., & Oktriadi, Y. (2023). *Optimasi Parameter Proses Pemesinan Terhadap Kekasaran Permukaan Material S45C Menggunakan CNC Bubut Dengan Metode Taguchi.* 3(7), 2538–2545. <https://doi.org/10.59141/comserva.v3i07.1037>



Lampiran 1 :

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama lengkap : Wendy Putra Andika
Tempat & Tanggal Lahir : Bogor, 07 Juli 2002
Alamat Rumah : Perum Griya Kenari Mas
RT/RW 007/010, Cileungsi,
Bogor
Telp: 081379589096
Hp: 085758269240
Email : wendyputraandika289@gmail.com
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Agama : Islam



2. Riwayat Pendidikan

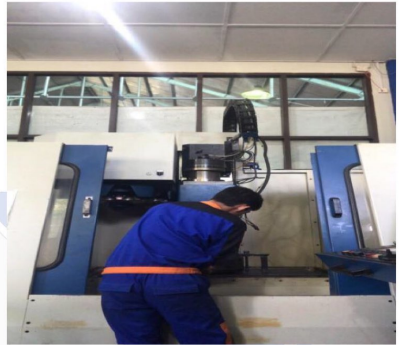
SD Negeri 08 Cileungsi	2008-2013
SMP Sejahtera 02 Cileungsi	2014-2017
SMK Yadika 11 Bekasi	2018-2020

Sungailiat, 27 Desember 2023


Wendy Putra Andika

Lampiran 2 :

Proses Pemesinan dan Pengambilan Data




Lampiran 3 :
Certificate Mild Steel



湖南华菱湘潭钢铁有限公司
HUNAN VALIN XIANGTAN IRON AND STEEL CO., LTD.
棒材产品质量证明书
ROUND BAR INSPECTION CERTIFICATE

Post-sale service of Xiangtan Iron & Steel Co. Import Export Dept.
Tel: 0086-731-6885077
Add: 10# Xiangtan, Hunan, P.R.C.
Postcode: 411101

证书号 CERTIFICATE NO	ES32018051001	标准 SPECIFICATION	JIS G4051			牌号 STEEL GRADE	S45C-Ti	发货状态 DELIVERY STATUS	热轧 HOT-ROLLED	运输方式 TRANSPORTED BY	铁路	打印日期 ISSUE DATE	2018-05-31												
合同号 CONTRACT NO	RB18110009	交货状态 DELIVERY STATE				运输方式 TRANSPORTED BY	铁路	打印日期 ISSUE DATE	2018-05-31																
产品名称 PRODUCT	ALLOY STEEL ROUND BAR																								
炉号 HEAT NO.	轧制 批号 LOT NO.	生产日期 DATE OF PRODUCTION	规格 SIZE MM	数量 QTY (BOX)	重量 WEIGHT (MT)	化学成分, % CHEMICAL COMPOSITION, %																			
						C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Cu	Al	Mo	V	Ca	Nb	Ti	B	As	Ala	Pb	Sn	Bi
18105115-1	B1551	2018-05-25	Φ40	18	49.652	45	24	84	19	12	12	47	23	23	0	3	0	3	73	5	1	4	22	0	2
炉号 HEAT NO.	轧制 批号 LOT NO.	力学性能 MECHANICAL PROPERTIES					工艺性能 PROCESSING PROPERTIES					低倍组织, 板 MICROSCOPIC STRUCTURE, GRAIN				高倍组织 HIGH POWER STRUCTURE									
		屈服强度 T.S (Ypa)	抗拉强度 T.S (Kpa)	断后伸长率 A (%)	断面收缩率 Z (%)	冲击功 AKU2 (J)	硬度 HR	冷弯 C.B.	热稳定性 H.T.	水浸腐蚀性 WATER RESISTIVITY	J9	J18	偏析 SEGREGATION	一般疏松 GENERAL POROSITY	中心疏松 CENTRAL POROSITY	晶粒度 G.R.	脱碳层 DEC. mm	夹杂 INCL.							
18105115-1	B1551	484	783	23	64	78						0	1	1.5											
件数合计 (BOX): Total Qty	18											质量负责人 Quality Control Principal													
重量合计 (MT): Total Weight	49.652	备注: 定尺长度: Φ22 ~ Φ300mm 6米 (公差±100mm)																							

Lampiran 4 :

Data Berdasarkan *Software*

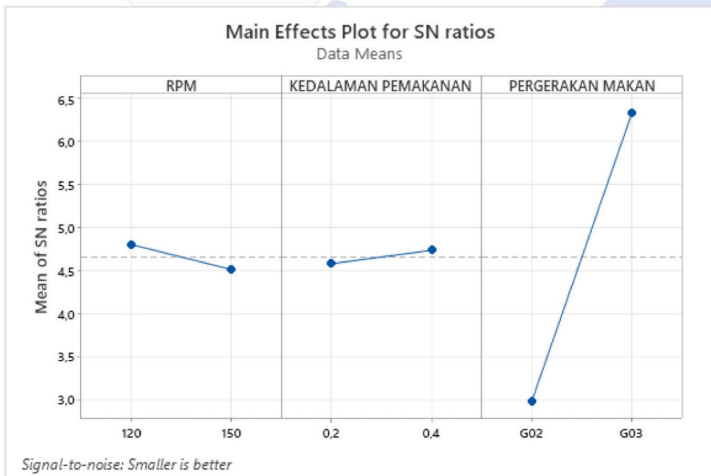
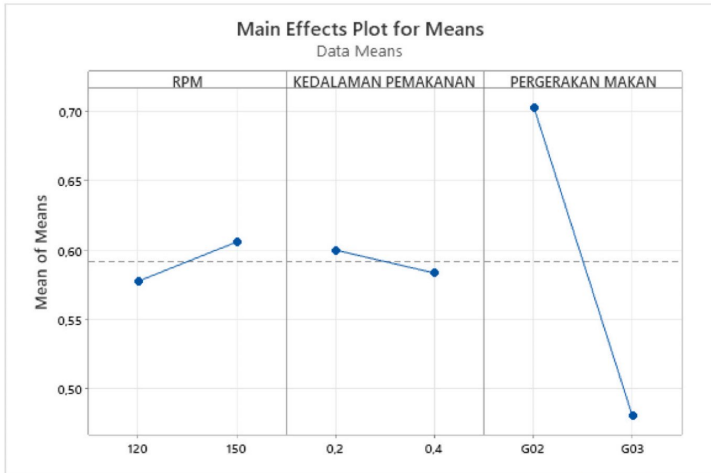
Response Table for Signal to Noise Ratios

Smaller is better

Level	RPM	KEDALAMAN	PERGERAKAN
		PEMAKANAN	MAKAN
1	4,798	4,575	2,981
2	4,508	4,732	6,325
Delta	0,290	0,157	3,344
Rank	2	3	1

Response Table for Means

Level	RPM	KEDALAMAN	PERGERAKAN
		PEMAKANAN	MAKAN
1	0,5775	0,6000	0,7033
2	0,6058	0,5833	0,4800
Delta	0,0283	0,0167	0,2233
Rank	2	3	1



Lampiran 5 :

Hasil Validasi Anova Berdasarkan *Software*

Analysis of Variance for SN ratios

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
RPM	1	0,1682	0,1682	0,1682	4,02	0,295
KEDALAMAN PEMAKANAN	1	0,0493	0,0493	0,0493	1,18	0,474
PERGERAKAN MAKAN	1	22,3663	22,3663	22,3663	534,28	0,028
RPM*KEDALAMAN PEMAKANAN	1	0,0774	0,0774	0,0774	1,85	0,404
RPM*PERGERAKAN MAKAN	1	0,4298	0,4298	0,4298	10,27	0,193
KEDALAMAN PEMAKANAN*PERGERAKAN MAKAN	1	0,3687	0,3687	0,3687	8,81	0,207
Residual Error	1	0,0419	0,0419	0,0419		
Total	7	23,5015				

Lampiran 6 :

Tabel F

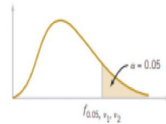


TABLE • VI Percentage Points f_{α, v_1, v_2} of the F Distribution (Continued)

		Degrees of freedom for the numerator (v_1)																		
v_2	v_1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
		Degrees of Freedom for the denominator (v_2)	1	161.4	199.5	215.7	224.6	230.2	234.0	236.8	238.9	240.5	241.9	243.9	245.9	248.0	249.1	250.1	251.1	252.2
2	18.51		19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.41	19.43	19.45	19.45	19.46	19.47	19.48	19.49	19.50
3	10.13		9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.74	8.70	8.66	8.64	8.62	8.59	8.57	8.55	8.53
4	7.71		6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.91	5.86	5.80	5.77	5.75	5.72	5.69	5.66	5.63
5	6.61		5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.68	4.62	4.56	4.53	4.50	4.46	4.43	4.40	4.36
6	5.99		5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.00	3.94	3.87	3.84	3.81	3.77	3.74	3.70	3.67
7	5.59		4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.57	3.51	3.44	3.41	3.38	3.34	3.30	3.27	3.23
8	5.32		4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.28	3.22	3.15	3.12	3.08	3.04	3.01	2.97	2.93
9	5.12		4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.07	3.01	2.94	2.90	2.86	2.83	2.79	2.75	2.71
10	4.96		4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.91	2.85	2.77	2.74	2.70	2.66	2.62	2.58	2.54
11	4.84		3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.79	2.72	2.65	2.61	2.57	2.53	2.49	2.45	2.40
12	4.75		3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.69	2.62	2.54	2.51	2.47	2.43	2.38	2.34	2.30
13	4.67		3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.60	2.53	2.46	2.42	2.38	2.34	2.30	2.25	2.21
14	4.60		3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.53	2.46	2.39	2.35	2.31	2.27	2.22	2.18	2.13
15	4.54		3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.48	2.40	2.33	2.29	2.25	2.20	2.16	2.11	2.07
16	4.49		3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.42	2.35	2.28	2.24	2.19	2.15	2.11	2.06	2.01
17	4.45		3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.38	2.31	2.23	2.19	2.15	2.10	2.06	2.01	1.96
18	4.41		3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.56	2.50	2.44	2.41	2.34	2.27	2.19	2.15	2.11	2.06	2.02	1.97	1.92
19	4.38		3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.31	2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	1.98	1.93	1.88
20	4.35		3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.28	2.20	2.12	2.08	2.04	1.99	1.95	1.90	1.84
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.25	2.18	2.10	2.05	2.01	1.96	1.92	1.87	1.81	
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.23	2.15	2.07	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.78	
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.20	2.13	2.05	2.01	1.96	1.91	1.86	1.81	1.76	
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.18	2.11	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.79	1.73	
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.16	2.09	2.01	1.96	1.92	1.87	1.82	1.77	1.71	
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.15	2.07	1.99	1.95	1.90	1.85	1.80	1.75	1.69	
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.13	2.06	1.97	1.93	1.88	1.84	1.79	1.73	1.67	
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.12	2.04	1.96	1.91	1.87	1.82	1.77	1.71	1.65	
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.10	2.03	1.94	1.90	1.85	1.81	1.75	1.70	1.64	
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.09	2.01	1.93	1.89	1.84	1.79	1.74	1.68	1.62	
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.00	1.92	1.84	1.79	1.74	1.69	1.64	1.58	1.51	
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.92	1.84	1.75	1.70	1.65	1.59	1.53	1.47	1.39	
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.17	2.09	2.02	1.96	1.91	1.83	1.75	1.66	1.61	1.55	1.55	1.43	1.35	1.25	
∞	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88	1.83	1.75	1.67	1.57	1.52	1.46	1.39	1.32	1.22	1.00	

cek plagiat Wendi Putra Andika

ORIGINALITY REPORT

18%

SIMILARITY INDEX

20%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

15%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES



repository.polman-babel.ac.id

Internet Source



18%

Exclude quotes On

Exclude matches < 15%

Exclude bibliography On


FORM-PPR-3- 4: Bimbingan Proyek Akhir

		FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK/.....	
		JUDUL <u>ANALISIS KEKASARAN PERMUKAAN PEMOTONGAN</u> <u>SISI GERAK MELINGKAR PADA CNC MILLING</u>	
Nama Mahasiswa <u>Wendy Putra Andika</u>		NIRM: <u>1041027</u>	
Nama Pembimbing 1. <u>Hulman S.S.T./I.T.</u> 2. _____ 3. _____			
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
1	09/05 2023	- Evaluasi daFlor lintulan - membuat metode yg digunakan - Menentukan ukuran benda kerja	
2	22/06 2023	- Evaluasi Bab 1-3 - Menentukan metode tes uji - Menentukan parameter proses	
3	05/07 2023	- Menentukan jumlah specimen uji - Penjelasan Bab 1-3	
4	07/07 2023	- Parameter proses - Pakot insert carbide	
5	12/09 2023	- Parameter tetap - Parameter kompres - Metode Pasang	
6	18/09 2023	- Membuat Program - Perencanaan Program - Pengawasan BK	
7	31/10 2023	- Cara Pengambilan data	
8	14/11 2023	- Proses Pemrosesan CNC	
9	27/11 2023	- Penjelasan Bab 4	
10	04/12 2023	- Penjelasan Bab 4-5	

Catatan:

- Jika pertemuan bimbingan lebih dari sepuluh kali, dapat mengambil Form kembali di Panitia/Komisi Proyek Akhir



FORM-PPR-3- 4: Bimbingan Proyek Akhir

 FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR TAHAP AKADEMIK			
JUDUL	ANALISIS KEKASARAN PERMUKAAN PEMOTONGAN SISI GERAK MELINGKAR PADA CNC MILLING		
Nama Mahasiswa	Wendy Puero Andika NIRM: 1042020		
Nama Pembimbing	1. Muhammad Yusuf S.S.T.,M.T. 2. _____ 3. _____		
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
1	06/07-23	BAB I, II & III	M. Yusuf
2	07/07-23	Pengecekan BAB I - III	M. Yusuf
3	13/10-23	Makalah BAB III	M. Yusuf
4	14/10-23	Pengecekan Bab IV	M. Yusuf
5	5/12-23	Makalah Bab I - V	M. Yusuf
6			
7			
8			
9			
10			



Catatan:

- Jika pertemuan bimbingan lebih dari sepuluh kali, dapat mengambil Form kembali di Panitia/Komisi Proyek Akhir


FORM-PPR-3- 6: Form Monitoring Proyek Akhir

		<p>FORM MONITORING PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK/.....</p>	
JUDUL		<p>ANALISIS KEKASARAN PERMUKAAN DEMOTONGAN SISI GERAK HELINGKAR PADA CNC MILLING</p>	
Nama Mahasiswa		<p>1. Wendy Putra Andika/NIRM: 1042020 2. /NIRM: 3. /NIRM: 4. /NIRM: 5. /NIRM:</p>	
Monitoring ke	Tanggal	Progress Alat	Paraf Pembimbing
1	7/7-23	50%	

KESIAPAN ALAT UNTUK SIDANG: SIAP / BELUM (coret salah satu)

Mengetahui		
<p>Pembimbing 1</p>  (..... S.S.T.)	<p>Pembimbing 2</p>  (..... S.S.T.)	<p>Pembimbing 3</p> (.....)

FORM-PPR-3- 6: Form Monitoring Proyek Akhir

		FORM MONITORING PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK -----/-----	
JUDUL		ANALISIS KEKASARAN PERMUKAAN PEMOTONGAN SISI GERAK MELINGKAR PADA CNC MILLING	
Nama Mahasiswa		1. Wendy Puwa Andika /NIRM: 1042028 2. _____ /NIRM: _____ 3. _____ /NIRM: _____ 4. _____ /NIRM: _____ 5. _____ /NIRM: _____	
Monitoring ke	Tanggal	Progress Alat	Paraf Pembimbing
2	13 / 2021 10	55 %	

KESIAPAN ALAT UNTUK SIDANG: SIAP / BELUM (coret salah satu)

Mengetahui		
Pembimbing 1  (.....)	Pembimbing 2  (.....)	Pembimbing 3 (.....)





FORM-PPR-3- 6: Form Monitoring Proyek Akhir

		FORM MONITORING PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2023 / 2024	
JUDUL		ANALISIS KEKASARAN PERMUKAAN PENOTONGAN SISI GERAK MELINGKAR PADA CNC MILLING	
Nama Mahasiswa		1. <u>WENY PUTRA ANDIKA</u> /NIRM: <u>1042028</u> 2. _____ /NIRM: _____ 3. _____ /NIRM: _____ 4. _____ /NIRM: _____ 5. _____ /NIRM: _____	
Monitoring ke	Tanggal	Progress Alat	Paraf Pembimbing
3	04 Desember 2023	95%	
3	04 Desember 2023	100%	



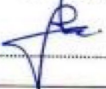
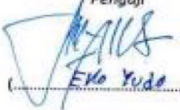
KESIAPAN ALAT UNTUK SIDANG: SIAP / BELUM (coret salah satu)

Mengetahui		
Pembimbing 1  (.....)	Pembimbing 2  (M. Tims.....)	Pembimbing 3 (.....)


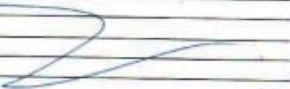
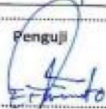


FORM-PPR-3- 8: Form Revisi Laporan Akhir

	FORM REVISI LAPORAN AKHIR TAHUN AKADEMIK 2023 / 2024	
	JUDUL : <u>Analisis Kelayakan Rencana Pemantauan dan Gerak Meluskan pada Kawat Bertulang</u>	
Nama Mahasiswa :	1. <u>Wardiy P.A.</u>	NIM: _____
	2. _____	NIM: _____
	3. _____	NIM: _____
	4. _____	NIM: _____
	5. _____	NIM: _____
Bagian yang direvisi		Halaman
- Tabel Spinning dan Tugputkan (Kategori parameter proses)		
- Batasan Masalah		
- BPO pemuliaan pada 545 C		
- Tambahan literatur RPR		
- Tabel Replikasi (matrik ortogonal)		
- Tabel Kombinasi Variabel proses. Gal 46		
- Kombinasi Variabel proses & faktor proses		
- Variabel pambutan (6.5.2)		
Sungailiat, <u>17-01-2024</u>		Penguji  (.....)
Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa		
Mengetahui, Pembimbing  (.....)	Sungailiat, <u>25-01-2024</u> Penguji  (.....)	

FORM-PPR-3- 8: Form Revisi Laporan Akhir

 <p>FORM REVISI LAPORAN AKHIR TAHUN AKADEMIK</p>	
JUDUL :	<u>ANALISIS KEKASABAN PERMUKAAN PEMOTONGAN SISI GERAK MELINGKAR PADA CNC MILLING</u>
Nama Mahasiswa :	1. <u>Wendy Puto Andika</u> NIM: _____ 2. _____ NIM: _____ 3. _____ NIM: _____ 4. _____ NIM: _____ 5. _____ NIM: _____
Bagian yang direvisi	
<u>Masalah Di Bawah Saat Revisi</u>	Halaman
<u>Lihat Masalah Revisi</u>	
Sunggailiat, <u>17-01-2024</u>	
Penguji  (..... <u>Eko Yudo</u>)	
Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa	
Mengetahui, Pembimbing  (.....)	Sunggailiat, <u>24-01-2024</u> Penguji  (..... <u>Eko Yudo</u>)

FORM-PPR-3- 8: Form Revisi Laporan Akhir

		FORM REVISI LAPORAN AKHIR TAHUN AKADEMIK/...../.....	
JUDUL :	Analisis keberasan Pemasaran Pemasangan Sisa Coklat melingkar per CML Millon		
Nama Mahasiswa :	1. Wendi P.A.	NIM:	1092028
	2. _____	NIM:	_____
	3. _____	NIM:	_____
	4. _____	NIM:	_____
	5. _____	NIM:	_____
Bagian yang direvisi		Halaman	
Perbaikan typo error.			
Revisi pada foto.			
Koreksi pada tabel.			
			
Sungalliat,		Penguji  (..... Erlando)	
Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa			
Mengetahui, Pembimbing  (.....)		Sungalliat, Penguji  (.....)	



JITT :
JURNAL INOVASI TEKNOLOGI TERAPAN
POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG
Kawasan Industri Air Kertung Sungailiat – Bangka 33211, Telp (0717)99586, Fax (0717)99585
website : <https://jitt.poliman-babel.ac.id>

e-ISSN : 3026-0213

SURAT KETERANGAN

Nomor : 089/PL.28.C/PB/2023

Dengan ini menerangkan bahwa artikel yang berjudul :

**“ANALISIS KEKASARAN PERMUKAAN PEMOTONGAN SISI
GERAK MELINGKAR PADA CNC MILLING”**

Atas nama :

Penulis : **WENDY PUTRA ANDIKA, HUSMAN, MUHAMMAD YUNUS**

Afiliasi : **POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG**

Telah mengirimkan artikel dengan status **Submit** di Jurnal Inovasi Teknologi Terapan (JITT) Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung pada Tanggal 11 Desember 2023.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Sungailiat, 11 Desember 2023
Kepala P3KM,



Dr. Farulian Sitahhi, M.Pd
NIP. 1964 0102 2021 211 001

Lampiran Nomor : 020/PROYEKAKHIR/DIV/2024

SURAT PERNYATAAN

Saya/Kami yang bertandatangan dibawah ini telah menyelesaikan Proyek Akhir yang berjudul:


ANALISIS KEKASARAN PERMUKAAN PEMOTONGAN SISI
GERAK MELINGKAR PADA CNC MILLING

Oleh :

1. Wendy Puera A. /NPM 1042020
2. /NPM
3. /NPM

Dengan ini menyatakan bahwa isi laporan akhir proyek akhir sama dengan *hardcopy*.
Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya.

Sungailiat, 24 Januari 2024

1. Wendy Puera A. 
2. (.....)
3. (.....)

Mengetahui,

Pembimbing 1,



Pembimbing 2,

