

**ANALISIS PENGARUH KECEPATAN POTONG DAN KEDALAMAN
PEMAKAMAN TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN BAJA
SKD 11 PADA PROSES *FINISHING* DI MESIN CNC BUBUT
DENGAN METODE RSM**

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan di ajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Sarjanah Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Dibuat oleh :

Adnan Fauzan PORM : 1042032

POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI

BANGKA BELITUNG

TAMBAH 2023 / 2024

**ANALISIS PENGARUH KECEPATAN POTONG DAN KEDALAMAN
PEMAKANAN TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN BAJA
SKD 11 PADA PROSES *FINISHING* DI MESIN CNC BUBUT
DENGAN METODE RSM**

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan di ajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Sarjanah Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun oleh :

Agus Febriyansa NIRM : 1042032

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
TAHUN 2023 / 2024**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PENGARUH KECEPATAN POTONG DAN KEDALAMAN PEMAKINAN TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN BAJA SKD 11 PADA PROSES *FINISHING* DI MESIN CNC BUBUT DENGAN METODE RSM

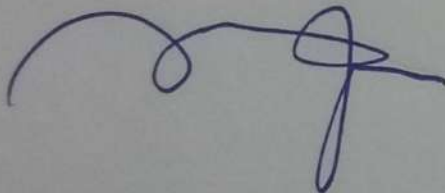
Oleh:

Agus Febriyansa NIRM : 1042032

Laporan akhir ini telah di setujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan
Program Diploma IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

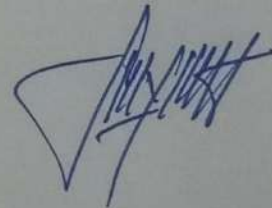
Menyetujui,

Pembimbing 1



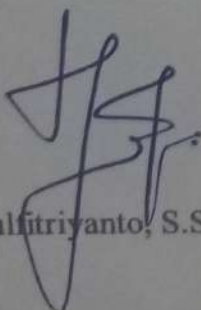
(Zaldy Kurniawan, S.S.T., M.T.)

pembimbing 2



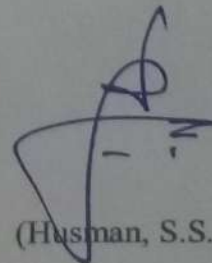
(Eko Yudo, S.S.T., M.T.)

Penguji 1



(Zulfitriyanto, S.S.T., M.T.)

Penguji 2



(Husman, S.S.T., M.T.)

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Agus Febriyansa

NIRM: 1042032

Dengan Judul : Analisis Pengaruh Kecepatan Potong Dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan Baja SKD 11 Pada Proses *Finishing* di Mesin CNC Bubut Dengan Metode RSM

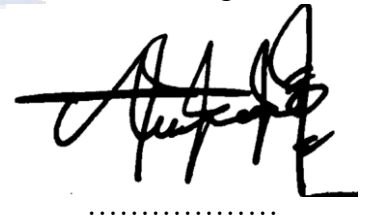
Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 24 Januari 2023

Nama Mahasiswa

Tanda Tangan

Agus Febriyansa



.....

ABSTRAK

Dalam perkembangan dunia industri manufaktur saat ini banyak sekali tuntutan yang harus di penuhi, salah satunya kualitas setiap produk yang di hasilkan. Salah satu proses pemesinan yaitu CNC bubut dapat memenuhi tuntutan tersebut. Kekasaran permukaan merupakan salah satu nilai yang harus di perhatikan Kembali. Kekasaran permukaan yang minimum menunjukkan proses pemesinan CNC yang sangat baik, karena semakin kecil nilai kekasaran permukaan suatu produk, maka nilai produk yang dihasilkan semakin baik. Untuk mencapai itu semua perlu melakukan penyetelan dalam variabel proses yang tepat. Variabel proses yang di variasikan adalah kecepatan potong (m/min) dan dan kedalaman pemakanan (mm). Masing – masing variabel memiliki tiga level yaitu kecepatan potong 220, 230, dan 240. Untuk kedalaman pemakanan 0,125, 0,225, dan 0,325. Metode penelitian yang digunakan untuk mendapatkan nilai kekasaran permukaan adalah *response surface methodology* (RSM) dengan desain *central composite design*. Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja SKD 11. Kecepatan potong dan kedalaman pemakanan mempengaruhi kekasaran. Pada kecepatan potong 240 m/menit dan kedalaman pemakanan 0,325 mm dihasilkan nilai kekasaran 1,7 - 1,8 μ , sedangkan kecepatan potong 220 m/menit dengan kedalaman pemakanan yang sama menghasilkan nilai kekasaran 1,9 - 2,0 μ . semakin besar kecepatan potong yang digunakan akan mendapatkan nilai kekasaran yang minimum.

Kata kunci : Kekasaran permukaan, CNC, *response surface methodology*, SKD 11

ABSTRACT

In the development of the manufacturing industry today, there are many demands that must be met, one of which is the quality of each product produced. One of the machining processes, namely CNC lathes, can meet these demands. Surface roughness is one of the values that must be considered again. Minimum surface roughness indicates an excellent CNC machining process, because the smaller the surface roughness value of a product, the better the value of the resulting product. To achieve that, it is all necessary to perform tuning in the right process variables. The process variables that are varied are cutting speed (m / min) and and depth of feeding (mm). Each variable has three levels, namely cutting speed 220, 230, and 240. For feeding depths of 0.125, 0.225, and 0.325. The research method used to obtain surface roughness values is response surface methodology (RSM) with central composite design. The material used in this study is SKD 11 steel. The speed of cutting and the depth of feeding affect roughness. At a cutting speed of 240 m/min and a feeding depth of 0.325 mm, a roughness value of 1.7 - 1.8 μ is produced, while a cutting speed of 220 m/min with the same feeding depth produces a roughness value of 1.9 - 2.0 μ . The greater the cutting speed used, the minimum roughness value will be obtained.

Keywords : Surface roughness; CNC; response surface methodology; SKD 11

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur tidak henti – hentinya saya panjatkan atas kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat, nikmat, dan anugerahnya sehingga penyusunan proyek akhir yang berjudul “Analisis Pengaruh Kecepatan Potong dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan Baja SKD 11 Pada Proses *Finishing* di Mesin CNC Bubut Dengan Metode RSM” dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Shalawat serta salam tak lupa juga saya junjungkan kepada Nabi Muhammad SAW yang menjadi suri tauladan bagi umat manusia.

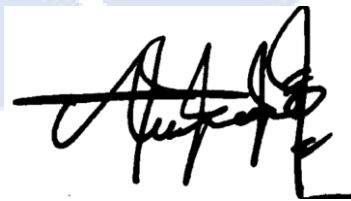
Proyek akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat kelulusan mata kuliah Proyek akhir di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan proyek akhir ini masih jauh dari kata sempurna, baik ditinjau dari segi materi maupun dari segi teknis penyusunannya, hal ini disebabkan oleh terbatasnya pengetahuan dan minimnya pengalaman penulis. Dalam penyelesaian proyek akhir ini, penulis selalu mendapatkan bimbingan, bantuan, dorongan, dan semangat dari banyak pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini penulis akan menyampaikan terimakasih sebesar-besarnya tulus dari hati penulis kepada :

1. Kedua orang tua tercinta Bapak Amriyadi dan Ibu Ratna Sari serta adik saya yang selalu dan senantiasa memberikan semangat dan doa yang tulus selama kuliah dan selama penyusunan proyek akhir ini hingga selesai.
2. Bapak Zaldy Kurniawan, S.S.T., M.T selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan dengan penuh rasa sabar hingga selesainya proyek akhir ini.
3. Bapak Eko Yudo, S.S.T., M.T selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan dengan penuh rasa sabar hingga selesainya proyek akhir ini.
4. Bapak I Made Andik Setiawan M.Eng., Ph.D selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
5. Bapak Pristiansyah, S.S.T., M.Eng selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

6. Bapak Boy Rollastin, S.Tr., M.T selaku Ketua Program Studi D4 Teknik Mesin dan Manufaktur.
7. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesin yang telah mendidik dan memberikan ilmu yang bermanfaat selama kuliah.
8. Teknisi sektor pemesinan bubut yang telah membantu saya dalam proses pengambilan data proyek akhir ini.
9. Admin D4 Teknik Mesin dan Manufaktur yang telah membantu dan memberikan info selama proses penyusunan proyek akhir ini.
10. Segenap teman-teman seperjuangan selama 4 tahun menempuh pendidikan di kampus tercinta kita ini, kelas TMM B angkatan 2020.
11. Terkhusus teman-teman kos saya yang telah membantu dan saling bertukar informasi selama proses penyusunan proyek akhir ini.

Demikian yang dapat penulis sampaikan, penulis berharap proyek akhir ini bisa bermanfaat bagi siapapun yang membacanya, atas perhatian dari pembaca saya selaku penulis mengucapkan terima kasih wassalam.

Sungailiat, 24 Januari 2023



Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT.....	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II DASAR TEORI.....	5
2.1 Penelitian derdahulu.....	5
2.2 Mesin CNC Bubut.....	5
2.2.1 Prinsip Kerja Mesin CNC Bubut	6
2.2.2 Komponen Utama Mesin CNC Bubut	7
2.2.3 Pemrograman CNC Bubut.....	9
2.2.4 Variabel Proses Pemesinan CNC Bubut	10
2.3 Material SKD 11	12

2.4 Kekasaran Permukaan	13
2.5 <i>Respon Surface Methodology</i>	15
2.5.1 <i>Central Composite Design</i>	16
2.5.2 Pendekatan Regresi	17
2.5.3 Lokasi Titik Stasioner (<i>Stationary Point</i>).....	17
2.5.4 Model <i>Canonikal</i>	18
2.5.5 Nilai Optimal	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Metode Pelaksanaan.....	19
3.2 Identifikasi Masalah	20
3.3 Studi Literatur.....	20
3.4 Rancangan Percobaan	21
3.4.1 Variabel Proses.....	21
3.4.2 Variabel Konstan	21
3.4.3 Variabel Respon	21
3.5 Persiapan Alat dan Bahan.....	21
3.5.1 Mesin CNC Bubut <i>Mori Seiki NLX 2500Y</i>	22
3.5.2 Mata Potong.....	22
3.5.3 <i>Surface Roughness Tester</i>	23
3.5.4 Jangka Sorong (<i>Vernier Caliper</i>)	25
3.5.5 V-Block.....	25
3.5.6 Material.....	25
3.6 Pengambilan Data Penelitian.....	26
3.6.1 Menetapkan Rancangan Eksperimen	26
3.6.2 Proses Pembuatan Bakal Benda Kerja Uji	27

3.6.3 Proses Pemesinan CNC Bubut.....	28
3.6.4 Pengambilan Data Kekasaran	29
3.7 Pengolahan Data Penelitian	30
3.8 Hasil Dan Pembahasan.....	31
3.9 Kesimpulan.....	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Data Nilai Kekasaran Permukaan	32
4.2 Pengolahan Data	33
4.2.1 Kode	33
4.2.2 Nilai Y (Respon)	34
4.2.3 Pendekatan Regresi	35
4.3 Analisis Ragam (ANOVA)	37
4.4 Uji Normalitas Residual	39
4.5 Analisis Data.....	40
4.6 Gafik <i>Plot</i>	41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	44
5.1 Kesimpulan.....	44
5.2 Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA.....	46

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kegunaan kode G	9
Tabel 2.2 Kegunaan kode M.....	10
Tabel 2.3 Susuna Kimia SKD 11	12
Tabel 2.4 Sifat Mekanik SKD 11	13
Tabel 2.5 Kekasaran Menurut ISO (Rochim, 2001)	14
Tabel 2.6 Tingkat kekasaran Menurut Proses Pengerjaannya	15
Tabel 3.1 Variabel Proses dan Levelnya	21
Tabel 3.2 Spesifikasi Mesis CNC bubut.....	22
Tebel 3.3 Spesifikasi <i>insert carbide</i>	23
Tebel 3.3 Vc Menurut Jenis Material.....	23
Tabel 3.5 Spesifikasi <i>Surface Roughness Tester</i> Mitutoyo SJ-210.....	24
Tabel 3.6 Rancangan Eksperimen.....	26
Tabel 3.7 Level Setiap Variabel.....	27
Tabel 4.1 Data Uji Kekasaran Permukaan	32
Tabel 4.2. Kode Variabel Proses	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Koordinat X dan Z	6
Gambar 2.2 Komponen Utama Mesin CNC Bubut	7
Gambar 2.3 Profil Kekasaran Permukaan	14
Gambar 2.4 Central Composite Design 2 Faktor	17
Gambar 3.1 Diagram alir.....	20
Gambar 3.2 Mesin CNC Bubut Mori Seiki NLX 2500Y	22
Gambar 3.3 insert type DNMG 150404-MA	23
Gambar 3.4 Surface Roughness Tester Mitutoyo SJ-210	24
Gambar 3.5 Jangka Sorong	25
Gambar 3.6 V-Block	25
Gambar 3.7 Material Baja SKD-11	26
Gambar 3.8 Ukuran Benda Kerja	27
Gambar 3.9 Ukuran Benda Kerja Setelah Diproses	29
Gambar 3.10 Benda Kerja Setelah Diproses	29
Gambar 3.11 Titik ujian Kekasaran permukaan	29
Gambar 3.12 Pengambilan Data Kekasaran.....	30
Gambar 4.1 Kenormalan Residual model	39
Gambar 4.2 Plot Taksiran Model.....	39
Gambar 4.3 Plot Residual pada Order	39
Gambar 4.4 Grafik Surface Plot Kekasaran Permukaan vs Kecepatan Potong dan Kedalaman Pemakanan	42
Gambar 4.5 Grafik Contour plot Kekasaran vs Kecepatan Potong dan Kedalaman Pemakanan.....	42

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1: Daftar Riwayat Hidup
- Lampiran 2: Hasil Perhitungan Alpha dan *Axial Point*
- Lampiran 3: Material SKD 11
- Lampiran 4: Sertifikat Material SKD 11
- Lampiran 5: Proses Pengerjaan
- Lampiran 6: Program CNC
- Lampiran 7: Pengukuran Kekasaran Permukaan
- Lampiran 8: Perhitungan Dengan Aplikasi Minitab
- Lampiran 9: Pengecekan Plagiasi Dengan Turnitin
- Lampiran 10: Form Bimbingan Proyek Akhir
- Lampiran 11: Form Monitoring Proyek Akhir
- Lampiran 12: Form Revisi Laporan Akhir
- Lampiran 13: Hasil Submit Jurnal
- Lampiran 14: Poster Proyek Akhir

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri manufaktur terus mengalami perkembangan, seiring dengan kemajuan teknologi dan banyak permintaan yang harus dipenuhi. Permintaan di dunia industri tidak dinilai secara eksklusif berdasarkan waktu peroduksinya, namun kelangsungan kualitas hasil peroduksinya juga diperhatikan. Jadi proses produksi harus dilakukan dengan cepat, tepat, menghasilkan banyak hasil, dan memiliki kualitas yang sesuai dengan apa yang diharapkan secara umum. Sekitar 70%, proses pemesinan (*machining process*) yang dilakukan industri manufaktur dalam proses produksi (Fauzi & Sumbodo, 2021). Maka dibutuhkan mesin yang mampu memenuhi tuntutan tersebut, mesin CNC merupakan solusi yang tepat untuk memenuhi tuntutan tersebut. Mesin CNC (*Computer Numerical Controller*) merupakan mesin perkakas yang dikontrol dengan perintah kode numerik dan mampu menghasilkan produk dengan kepresisian tinggi dalam waktu yang singkat, dibandingkan dengan mesin konvensional (Eriyuliuselvys & Duddyarisandi, 2017). Mesin CNC bubut adalah salah satu mesin yang digunakan dalam proses produksi. prinsip kerja untuk proses bubut yaitu sebuah proses penghilangan bagian dari benda kerja yang berputar (Saleh, 2020).

Kecepatan potong, kedalaman pemakanan, dan gerak pemakanan adalah tiga dari sekian banyak variabel yang mempengaruhi kualitas material selama proses pembubutan benda kerja. Dengan demikian benda kerja yang dihasilkan akan berbeda dalam hal variasi ukuran, kekasaran permukaan, dan aspek lainnya jika elemen ini diubah. Kekasaran permukaan merupakan atribut kualitas yang penting dalam proses pembubutan. Faktor prosedur pemesinan, termasuk tipe pendingin, kecepatan pemotongan, kedalaman pemotongan, dan gerakan pemakanan, berdampak pada atribut kualitas ini (Wahid et al., 2017). Kekasaran permukaan adalah faktor utama untuk menentukan kualitas suatu benda kerja atau produk (Setyono et al., 2020). Dalam penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh

kecepatan potong dan kedalaman pemakanan terhadap kekasaran permukaan baja SKD 11 pada proses *finishing* di mesin CNC bubut dengan metode RSM.

Karena kekerasan dan ketahanan ausnya yang tinggi, SKD-11, salah satu jenis baja tahan karat premium yang sering digunakan di industri sebagai baja perkakas, menjadi material yang digunakan dalam proyek ini. Baja perkakas SKD-11 mempunyai komposisi kimia sebagai berikut: C 1,55%, Cr 11,60%, Mo 0,80%, Mn 0,30%, dan Si 0,30%. Kekasaran permukaan dipengaruhi oleh sejumlah parameter, termasuk pilihan benda kerja dan jenis material. Tergantung pada bahan benda kerja, perlakuan yang berbeda akan mempunyai efek yang berbeda pula terhadap kekasaran permukaan (Anshori et al., n.d.). Pada titik acuan material juga dapat diukur kekasaran permukaan material atau tingkat kekasaran benda kerja. Dan pada pekerjaan pemotongan yang diselesaikan, kekasaran tertinggi berada pada nilai (μm) 2,077 dengan menggunakan variabel yang sama pada kondisi pemesinan kering, dan kekasaran terendah pada posisi atau nilai (μm) 1,535 dengan menggunakan variabel kecepatan potong (V_c) 250 m/menit, gerak pemakanan 0,1 mm/putaran, dan kedalaman pemotongan 1,5 mm selama pemesinan basah. Berdasarkan statistik di atas dapat disimpulkan bahwa pemotongan baja ASTM A 29 dengan kecepatan (V_c) 250 m/menit menggunakan pahat karbida dalam keadaan basah menghasilkan kekasaran yang paling rendah (R. Salam, 2020).

Penelitian selanjutnya telah membahas penggunaan teknik Box-Behnken Design Response Surface Methodology (RSM) untuk menentukan kombinasi level ideal dari kombinasi faktor proses pemesinan bubut pada material SKD 11 guna memaksimalkan nilai kekasaran permukaan. Secara khusus, kecepatan potong 120 m/menit (level 1), kedalaman pemakanan 0,75 mm (level 2), dan kecepatan pemakanan 0,28 mm/menit (level 3) akan menghasilkan hasil pembubutan dengan nilai kekasaran permukaan terbaik menurutnya. ke jangkauan. Nilai kekasarannya sebesar $0,468\mu\text{m}$ (Rizk Fahrezi, Zaldy Kurniawan, 2022).

Penelitian selanjutnya berjudul “Pengaruh Variasi Kedalaman Pemakanan Dan Kecepatan Putar Spindle Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan” dengan bahan Aluminium 6061 pada mesin CNC TU-2A. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana derajat kekasaran permukaan benda kerja aluminium 6061

dipengaruhi oleh perubahan kecepatan putar spindel (1700 rpm, 2200 rpm, 2700 rpm) dan kedalaman pemakanan (0,1 mm, 0,3 mm, 0,5 mm). Dengan program absolut G01, mesin bubut CNC TU-2A dalam penelitian ini mendapatkan kesimpulan ialah Variasi kedalaman konsumsi mempunyai dampak khusus pada ukuran 0,1 mm, 0,3 mm, dan 0,5 mm, rata-rata tingkat kekasaran permukaan benda kerja berturut-turut adalah 1,366 μm , 1,849 μm , dan 2,091 μm . Oleh karena itu, tingkat kekasaran permukaan benda kerja meningkat seiring dengan pemakanan yang lebih dalam (P. D. Kurniawan & Irfa'i, 2014).

Berdasarkan definisi di atas, penelitian ini dapat mengidentifikasi variabel-variabel yang paling mempengaruhi kekasaran permukaan dan dapat menetapkan pengaturan variabel proses yang sesuai untuk mencapai derajat kekasaran minimal. Dan dapat mengoptimalkan kekasaran permukaan pada proses Bubut CNC Baja SKD-11 berdasarkan temuan penelitian. Penerapan teknik Response Surface Methodology (RSM).

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dapat dipastikan berdasarkan konteks tersebut di atas, khususnya:

- a. Apa dampak variasi kecepatan dan kedalaman pemotongan terhadap kekasaran permukaan material SKD-11 pada proses finishing mesin CNC bubut?
- b. Bagaimana pengaturan variabel proses pembubutan dapat diatur dengan benar untuk mendapatkan hasil tingkat kekasaran permukaan yang optimal?

1.3 Tujuan Penelitian

Berikut tujuan penelitian ini berdasarkan rumusan masalah di atas:

- a. Mengetahui dampak dari memvariasi kecepatan dan kedalaman pemotongan terhadap kekasaran permukaan material SKD-11 pada proses finishing mesin CNC bubut.
- b. Mendapatkan pengaturan variabel proses pembubutan yang benar untuk mendapatkan hasil kekasaran permukaan yang optimal.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah berikut ini digunakan untuk memastikan penelitian dilakukan secara fokus dan terarah serta tercapainya tujuan yang diharapkan:

- a. Mesin yang digunakan yaitu mesin CNC bubut MORI SEIKI NLX 2500Y.
- b. Menggunakan material SKD-11 dengan ukuran $\text{Ø}25 \times 100$ mm.
- c. Menggunakan pahat *insert* DNMG 150404-MA.
- d. Kecepatan potong (V_c) ditentukan 220, 230, 240 (m/menit).
- e. Kedalaman pemakanan ditentukan 0,125, 0,225, 0,325 (mm).
- f. Gerak makan ditentukan 0,14 mm/putaran.
- g. Dromus B adalah zat pendingin yang diaplikasikan selama pembubutan.
- h. Penulis akan menggunakan variasi kecepatan potong dan kedalaman pemakanan sebagai variabel proses penelitian, dalam penelitian ini untuk menguji kekasaran permukaan.
- i. Metode RSM akan digunakan untuk mendapatkan nilai yang optimal terhadap kekasaran permukaan.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat pada penelitian ini sebagai berikut:

- a. Mendapatkan pengaturan kecepatan potong dan kedalaman pemakanan yang tepat sehingga memperoleh kekasaran permukaan yang optimal.
- b. Hal ini dapat disempurnakan lebih lanjut di masa depan dengan menjadi referensi untuk penelitian kekasaran permukaan tambahan.
- c. membantu operator mesin bubut dalam memilih pengaturan variabel pembubutan yang sesuai untuk menghasilkan keluaran produk yang berkualitas tinggi.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Penelitian derdahulu

Hasil yang berkualitas sebab proses pembubutan dapat dicapai melalui penentuan variabel pemesinan yang optimal. Efisiensi dan kualitas hasil dipengaruhi oleh input material dan penyusunan variabel bubutan yang tepat (Gultom & Ajiza, 2018). Kekasaran permukaan merupakan salah satu faktor untuk menilai kualitas produk pada proses pembubutan. Nilai kekasaran permukaan dalam proses pembubutan dapat dipengaruhi oleh variabel pemesinan seperti kecepatan potong dan kedalaman pemakanan.

Kecepatan potong, sudut potong, gerak makan, dan kedalaman pemakanan semuanya pada penelitian ini divariasikan dengan menggunakan kekasaran permukaan (Surface Roughness) sebagai standarnya. Benda kerja ST 37 yang mempunyai diameter 16 mm dan panjang 70 mm, dikerjakan dengan panjang ± 30 mm menggunakan pahat HSS. Proses pemesinan dilakukan hingga kedalaman 1 mm. dalam hasil penelitian ini mengatakan Kondisi terbaik terdapat pada feeding 0,14 mm dan nilai kekasaran permukaan $3,9 \mu\text{m}$ (Susarno, 2015).

Penelitian selanjutnya membahas tentang Optimasi Kekasaran Permukaan Pada Material Amutit Dengan Proses Cnc Turning Menggunakan Desain Taguchi, dengan memvariasikan parameter pemesinan seperti putaran spindle, kecepatan potong. Dan kedalaman pemakanan. Temuan penelitian menunjukkan bahwa kontribusi kecepatan spindel, sebesar 61,9%, kecepatan potong, sebesar 9,2%, dan gerak makan, sebesar 82,6%, merupakan faktor proses yang berkontribusi paling besar dalam menurunkan perbedaan respons Ra (Z. Kurniawan et al., 2019).

2.2 Mesin CNC Bubut

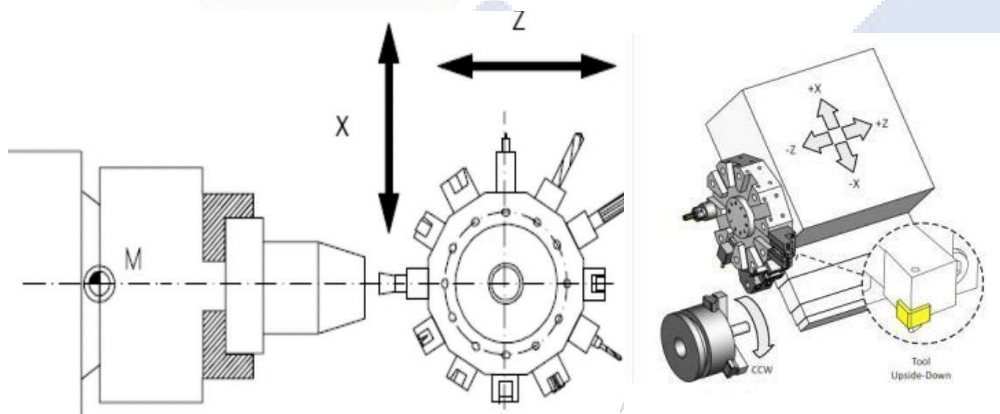
Mesin CNC bubut adalah sebuah mesin bubut yang menggunakan kontrol numerik komputer (CNC) untuk mengatur gerakan pemotongan pada benda kerja. Mesin CNC bubut menggantikan operator manusia dalam memantau dan mengontrol gerakan pisau pemotong dan benda kerja. Dalam mesin CNC bubut,

benda kerja dijepit pada spindle atau chuck, dan kemudian diputar pada kecepatan yang tepat sementara pisau pemotong bergerak secara otomatis untuk menghasilkan bentuk dan ukuran yang diinginkan pada benda kerja. Program CNC yang telah diprogram sebelumnya menentukan bagaimana pisau pemotong bergerak dan mengatur putaran spindle.

Program CNC ini dapat dibuat menggunakan berbagai software desain CAD/CAM. Mesin CNC bubut dapat menghasilkan berbagai bentuk benda kerja seperti poros, roda gigi, alat-alat pemotong, dan komponen lainnya dengan akurasi tinggi dan waktu produksi yang relatif cepat.

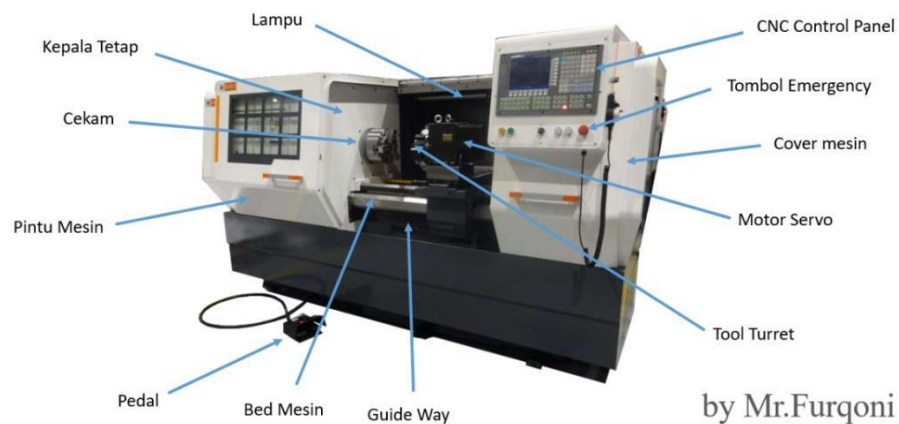
2.2.1 Prinsip Kerja Mesin CNC Bubut

Pergerakan dasar mesin bubut CNC pada dasarnya sama dengan mesin bubut konvensional pergerakan melintang dan horizontal pada koordinat X dan Z, dimana benda kerja bergerak sedangkan pahat pemotong tetap. Gerakannya tegak lurus terhadap sumbu rotasi pada sumbu X dan sejajar dengan sumbu rotasi pada sumbu Z. Dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Koordinat X dan Z (Arifin. A 2017 n.d).

2.2.2 Komponen Utama Mesin CNC Bubut



Gambar 2.2 Komponen Utama Mesin CNC Bubut (Furqoni. 2022).

1. Kepala tetap

Berfungsi sebagai penyangga *spindle* utama dan sebagai tempat pemasangan *chuck*. Tujuan dari beberapa konfigurasi gigi di dalam *fixed head* adalah untuk mengontrol kecepatan putaran mesin. Jika putaran mesin sesuai, maka proses pemesinan dapat berjalan lebih efisien

2. *Spindle* utama

kombinasi sistem spindle/penggerak, dengan sumbu utama berfungsi sebagai garis tengah mesin bubut. Mirip dengan titik pusat, sumbu utama ini juga membentuk lingkaran yang semakin besar jika semakin jauh jarak garis lingkaran dari titik pusat. Benda kerja yang diproses harus sejajar dengan garis sumbu utama agar hasilnya sesuai kriteria.

3. *Spindle* tambahan

Spindle tambahan beroperasi secara simultan dengan spindle utama untuk memperkuat kinerja mesin, sehingga meningkatkan efisiensi dalam pelaksanaan siklus pekerjaan.

4. *Bed* mesin

Alas bagi toolpost atau turret yang dapat bergerak secara horizontal dan vertikal di atas *bed* mesin. *Bed* mesin, yang terbuat dari baja yang telah

mengalami proses pengerasan, memiliki sifat yang tidak mudah berubah bentuk dan tahan terhadap goresan.

5. *Cekam / chuck*

Menjepit benda kerja selama proses pemesinan. Pemegang (cekam) dipasang pada *spindle* utama. Saat *spindle* utama berputar, *chuck* juga akan ikut berputar.

6. Kepala lepas

Menopang benda kerja untuk memfasilitasi pencekaman sehingga benda kerja tidak mudah bergeser selama proses pemesinan. *Tailstock* bermanfaat terutama saat bekerja dengan benda kerja yang memiliki ukuran relatif panjang.

7. *Tailstock quill*

Berperan dalam mengendalikan *tailstock* melalui penggunaan sistem hidrolik atau tekanan pneumatik.

8. *Tool turret*

Tempat memasang berbagai macam perkakas potong, misalnya bor dan pahat bubut. Tanpa harus membongkar dan memasang kembali alat pemotong, operator dapat mengerjakan benda kerja dengan cepat dan efektif dengan bantuan menara alat. Pindahkan saja alat pemotong yang terpasang pada menara alat ke lokasi lain.

9. *Foot switch*

Memiliki peran dalam mengatur pengoperasian *chuck* dan *quill tailstock*

10. *Control panel*

Otak utama dalam sistem CNC di mana program untuk pemrosesan benda kerja dikonfigurasi. Melalui panel kontrol ini, operator dapat mengendalikan pergerakan mesin dan memiliki kemampuan untuk memodifikasi serta mengganti program dengan yang baru. Program juga dapat dipindahkan melalui port USB yang terintegrasi pada panel.

11. *Cover mesin*

Berfungsi untuk menutup dan melindungi benda kerja agar tidak terpengaruh oleh gangguan eksternal selama proses pemesinan.

12. *Pintu* mesin

Melindungi pengguna jika terjadi kesalahan pemesinan, termasuk saat benda kerja dilepaskan atau saat potongan pemotongan dilemparkan ke arah operator. Selalu disarankan untuk menutup pintu mesin saat pemesinan sedang dilakukan.

13. Tombol *emergency*

Tombol tersebut difungsikan ketika situasi darurat terjadi. Saat ditekan, operasi mesin akan segera dihentikan untuk mengurangi potensi kerusakan.

2.2.3 Pemrograman CNC Bubut

Pemrograman CNC adalah gabungan dari beberapa kode G dan kode M yang digunakan untuk membuat serangkaian proses kerja mesin. Alat CNC beroperasi sesuai dengan arahan program setelah dimasukkan. (Widarto 2008). berikut kode G dan M yang biasa digunakan pada Tabel 2.1 dan Tabel 2.2

Tabel 2.1 Kegunaan kode G dan M

Sumber: (Widarto 2008)

Kode	Keterangan
G00	Arahan pergerakan cepat atau tanpa pemakanan
G01	Arahan pergerakan pemakanan lurus
G02	Arahan pemakanan melingkar searah jarum jam
G03	Arahan pemakanan melingkar berlawanan arah jarum jam
G04	Arahan gerakan berhenti sesaat
G40	Mengcensel kompensasi radius
G41	Arahan pembubutan diameter dalam
G42	Arahan pembubutan diameter luar
G54	Titik nol benda kerja diaktifkan
G70	Arahan <i>finishing</i>
G71	Arahan pemakanan berulang secara otomatis
G90	Program <i>absolute</i>
G91	Program <i>incremental</i>
G92	Pembuatan ulir
G96	Mengukur kecepatan potong

Tabel 2.2 Kegunaan kode M

Sumber: (Widarto 2008)

Kode	keterangan
M02	Program berakhir
M03	<i>Spindle ON</i> searah putaran jarum jam
M04	<i>Spindle ON</i> berlawanan arah putaran jarum jam
M05	<i>Spindle OFF</i>
M08	Menghidupkan pendingin
M09	Mematikan pendingin
M30	Akhir program dan mengembalikan posisi <i>tool</i> berakhir

2.2.4 Variabel Proses Pemesinan CNC Bubut

Variabel proses adalah sejumlah faktor yang dapat di atur atau diubah agar mendapatkan setingan pemesinan yang optimal, dan juga mempengaruhi respon yang dihasilkan (S. Sayuti, 2010). Ada beberapa variabel proses pada pemesinan CNC bubut seperti kecepatan potong, kedalaman pemakanan, kecepatan pemakanan dan putaran mesin RPM.

2.2.4.1 Kecepatan Potong (V_c)

Kecepatan potong ini menunjukkan seberapa cepat ujung pemotong (pahat) bergerak melintasi benda kerja selama proses pembubutan. Satuan yang umum digunakan untuk kecepatan potong adalah meter per menit (m/min). Kecepatan potong bebpengaruh terhadap kekasaran permukaan, semakin tinggi kecepatan potong maka akan menghasilkan kekasaran permukaan yang kecil (Setyono et al., 2020). Berikut rumus untuk menentukan kecepatan potong:

$$V_c = \pi \cdot d \cdot n \text{ m/min} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dengan:

V_c = Kecepatan potong (m/min)

d = Diameter kenda kerja (mm)

n = Putaran *spindle* (rpm)

π = Konstata senilai 3,14

Vc biasanya ditentukan oleh pahat dan jenis material yang akan digunakan, telah dipatenkan dalam tabel Vc dan telah menjadi subjek penyelidikan para ahli. Oleh karena itu, yang harus dilakukan untuk menggunakannya adalah memodifikasi jenis material yang ingin dipakai dengan pahat yang sesuai..

2.2.4.2 Kedalaman Pemakanan

Merujuk pada jarak atau kedalaman maksimum yang diambil oleh pahat saat melakukan satu langkah penyayatan. Ketebalan bagian yang dihilangkan dari benda kerja, atau jarak antara bagian yang telah dipotong dan bagian yang masih utuh pada permukaan benda kerja (Fahrudin, 2019). Berikut rumus untuk mengetahui kedalaman pemakanan

$$a = \frac{d_0 + d_m}{2} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dengan:

- a = Kedalaman pemakanan (mm)
- d_0 = Diameter awal (mm)
- d_m = Diameter akhir (mm)

2.2.4.3 Kecepatan Spindel

Putaran spindle pada mesin bubut mengacu pada kecepatan rotasi poros utama atau spindle mesin tersebut. Putaran spindle pada mesin bubut diukur menggunakan satuan putaran per menit (RPM). Penyesuaian kecepatan spindle ini dapat membantu mencapai efisiensi pemotongan yang optimal, mencegah keausan berlebihan pada pahat, dan menghasilkan hasil pemotongan yang baik. Berikut rumus untuk mendapatkan kecepatan sepindel (RPM).

$$n = \frac{Vc \cdot 1000}{\pi \cdot d} \text{ (Rpm)} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dengan:

- n = Putaran spindle (rpm)
- Vc = Kecepatan potong (m/min)
- π = 3,14
- d = Diameter benda kerja (mm)

2.3 Material SKD 11

Menurut (Putratama et al., 2021). Baja SKD 11 adalah salah satu jenis baja karbon tinggi yang digunakan sebagai baja perkakas, dengan kadar karbon sebesar 1,33%. Baja karbon tinggi dapat dilihat selain unsur (C) dan (Fe) seperti Mn, Si, P, S, dan Mo (Nurhakim, 2023). Dalam pengaplikasiannya untuk pembuatan *cutting tools, shear blades, stamping tools, punching, dies*, dan sebagainya (Juliansah, 2022). Baja SKD-11 umumnya termasuk dalam kategori baja perkakas dengan kandungan karbon dan chromium yang tinggi, dilengkapi dengan unsur paduan lainnya, terutama molybdenum dan vanadium. Dalam penggunaannya, SKD 11 direkomendasikan untuk perkakas yang memerlukan ketahanan aus yang tinggi (Subandrio, 2011). Susunan kimia dan sifat mekanik pada baja SKD 11 ialah pada Tabel 2.3 dan Tabel 2.4

Tabel 2.3 Susuna Kimia SKD 11

Sumber: (www.jfs-steel.com)

Unsur	Persentase (%)
C	1,3 - 1,6
Si	$0 \leq 0.4$
Mn	$0 \leq 0.6$
P	$0 \leq 0.03$
S	$0 \leq 0.03$
Ni	$0 \leq 0.5$
Cr	11,0 - 13,0
V	0,2 - 0,5
Cu	$0 \leq 0.25$

Tabel 2.4 Sifat Mekanik SKD 11

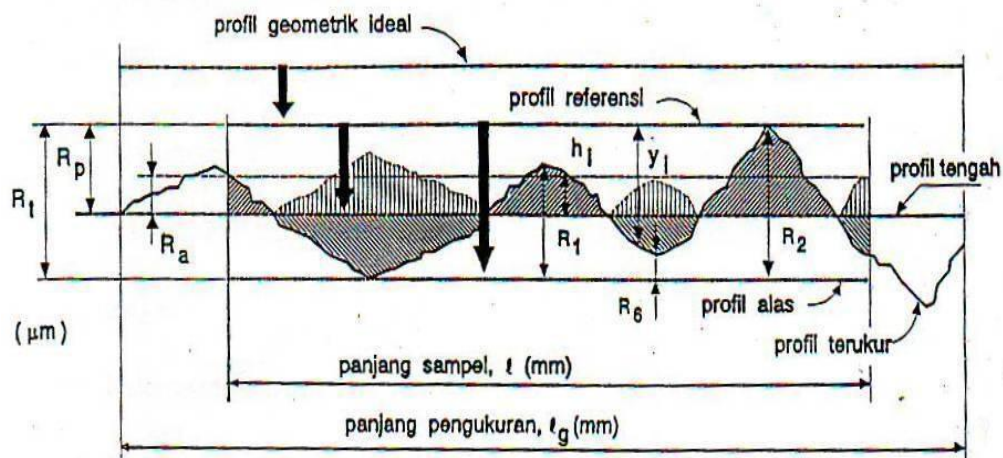
Sumber: (www.jfs-steel.com)

Sifat	Nilai
Kekuatan tarik (kgf/mm ²)	128
Kekuatan luluh (kgf/mm ²)	103
Pemanjangan (%)	15,6
Persentase pengurangan penampang (%)	38
Nilai dampak (J/cm ²)	2
Kekerasan (Hb)	41

2.4 Kekasaran Permukaan

Kekasaran permukaan adalah struktur tak beraturan dari permukaan suatu objek atau benda (Rochim,1993). Ini dapat terlihat dengan cara memperbesar permukaan menggunakan mikroskop atau menggunakan peralatan pengukuran kekasaran permukaan seperti *Surface roughnes tester*.

Kekasaran permukaan dapat diukur menggunakan berbagai satuan, termasuk Ra (Roughness Average), Rz (Roughness Depth), Rp (Roughness Profile), dan sebagainya. Ra, yang merupakan pengukuran kekasaran permukaan yang paling umum, dinyatakan dalam satuan mikrometer (μm) atau mikron (μ). Ketepatan ukuran benda kerja dan kekasaran permukaan berperan besar dalam menentukan kualitas suatu produk (Setyono et al., 2020). Dua faktor tersebut memainkan peran penting dalam menentukan hasil yang optimal dalam proses pembubutan. Kekasaran permukaan mengacu pada kemampuan permukaan untuk menghindari guratan atau bekas yang mungkin muncul setelah proses pembubutan. Untuk profil kekasaran permukaan ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Profil Kekasaran Permukaan (Saputro, 2010)

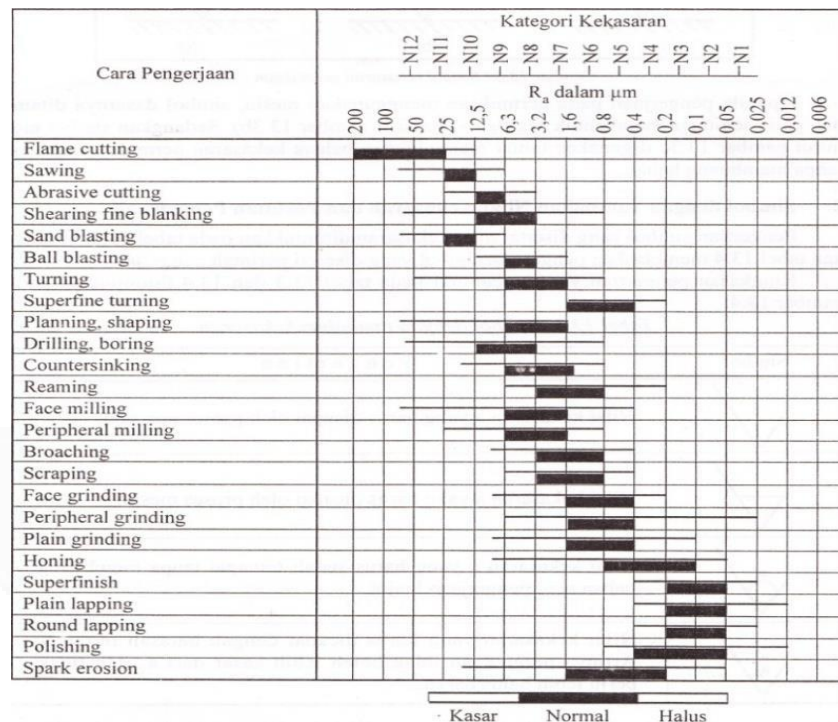
Rata-rata aritmetika kekasaran (R_a) adalah nilai mean aritmatika antara garis terukur dan garis tengah.. ISO telah mengategorikan nilai penyimpangan rata-rata aritmetika ke dalam 12 tingkat kekasaran. Hal ini memungkinkan ketentuan kekasaran untuk secara langsung mencantumkan angka kekasaran sesuai dengan standar ISO. Tingkat kekasaran ini diidentifikasi dengan label N1 hingga N12. Diperlihatkan dalam Tabel 2.5

Tabel 2.5 Kekasaran Menurut ISO (Rochim, 2001)

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

Tabel 2.6 memberikan contoh nilai kekasaran yang dapat dicapai melalui berbagai proses pemesinan atau metode pengolahan.

Tabel 2.6 Tingkat kekasaran menurut proses pengerjaannya (Rochim,2001).



2.5 Respon Surface Methodology

Metode Permukaan Respon (*Response Surface Methodology*), atau yang sering disebut sebagai RSM, digunakan untuk menguji bagaimana faktor independen mempengaruhi variabel respon dalam upaya memperoleh jawaban terbaik (Radojkovića, 2012). Agar bisa mengoptimalkan respon dari penetapan nilai pada variabel-variabel independen peneliti juga menggunakan metode RSM ini, tujuannya untuk tau cara mengoptimalkan respon atau mencari nilai optimal pada setiap variabel prosesnya.

Dalam sebagian besar situasi RSM, korelasi antara variabel proses dan respon tidak diketahui secara pasti. Oleh karena itu, langkah awal dalam RSM adalah mengidentifikasi pendekatan yang sesuai untuk hubungan yang sebenarnya antara respons (y) dan variabel proses (x). Bentuk hubungan tersebut umumnya berupa

polinomial (orde pertama maupun orde kedua). Umumnya, polinomial orde pertama (*first-order model*) sering digunakan. Persamaan *first-order model* adalah sebagai berikut:

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + \varepsilon_i \dots \dots \dots (2.4)$$

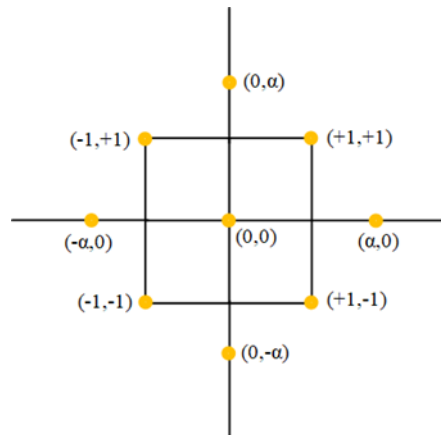
Saat sistem menunjukkan kecenderungan kelengkungan, digunakan model polinomial orde kedua (*second-order model*). yang dapat mengoptimalkan dengan lebih signifikan daripada model orde pertama. Berikut persamaan *second-order model*:

$$\hat{y} = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i x_i + \sum_{i=1}^k \beta_{ii} x_i^2 + \dots + \sum_{i < j} \beta_{ij} x_i x_j + \varepsilon_i \dots \dots \dots (2.5)$$

2.5.1 Central Composite Design

Central Composite Design (CCD) adalah suatu metode desain eksperimen yang digunakan dalam *Response Surface Methodology* (RSM). Metode ini dirancang untuk memahami dan mengoptimalkan hubungan antara variabel proses dan variabel respons dalam suatu sistem. Ciri khas dari CCD adalah penggunaan titik pusat atau "*central points*" dalam rancangan eksperimen. Rancangan ini mencakup faktor desain pada tingkat titik pusat, dan juga titik-titik faktorial pada tingkat tinggi dan rendah. Dengan menggunakan kombinasi titik-titik ini, CCD memungkinkan eksperimen untuk memodelkan efek linear, kuadrat, dan interaksi antar variabel desain.

Faktorial $2k$, atau faktorial pecahan resolusi V, biasanya digunakan untuk menghasilkan CCD. Memiliki titik pusat n_c *center point* dan titik aksial *axial point* $2k$. Ketika jumlah komponen tetap konstan, maka lebih banyak uji coba yang dilakukan pada CCD dibandingkan pada BBD. Desain yang paling efektif untuk memasang model orde kedua dianggap CCD. Berikut CCD dengan 2 faktor, diperlihatkan pada Gambar 2.4



Gambar 2.4 *Central Composite Design* 2 Faktor (Montgomery, 1997)

2.5.2 Pendekatan Regresi

Regresi merupakan suatu pendekatan statistika yang digunakan untuk memodelkan hubungan antara satu atau lebih variabel proses (x) dan variabel respon (y). Berikut persamaan pendekatan regresi:

$$\beta = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \beta_2 \\ \beta_{11} \\ \beta_{22} \\ \beta_{12} \end{bmatrix} = (X^T X)^{-1} X^T y \dots\dots\dots (2.6)$$

Setelah mendapatkan persamaan *second order* dengan menggunakan pendekatan regresi, langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi kondisi optimal dan mengkarakterisasi sifat permukaan respon.

2.5.3 Lokasi Titik Stasioner (*Stationary Point*)

Untuk mencari titik ideal variabel proses (x), digunakan metode titik stasioner. Ini akan memungkinkan titik optimal untuk memaksimalkan respons.. Persamaan untuk mencari titik stasioner dapat dinotasikan dalam matriks, sebagai berikut (Montgomery, 2020).

$$x_0 = -\frac{1}{2}B^{-1}b \dots\dots\dots (2.7)$$

Dengan:

$$x = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_k \end{bmatrix} \quad b = \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_k \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} \beta_{11} & \frac{1}{2}(\beta_{12}) & \dots & \frac{1}{2}(\beta_{1k}) \\ & \beta_{22} & \dots & \frac{1}{2}(\beta_{2k}) \\ & & \ddots & \dots \\ \text{sym} & & & \beta_{kk} \end{bmatrix}$$

2.5.4 Model *Canonikal*

Metode statistik yang memungkinkan penemuan dan pengukuran hubungan antara dua kumpulan data mencakup analisis model ini. Selain itu, analisis kanonik dapat digunakan untuk menemukan nilai *saddle*, nilai terendah, atau nilai puncak suatu situasi. Adapun persamaan untuk mencari nilai eigen matrik B adalah:

$$\hat{y} = \hat{y}_0 + \lambda_1 \omega_1^2 + \lambda_2 \omega_2^2 + \dots + \lambda_k \omega_k^2 \dots\dots\dots (2.8)$$

Keterangannya:

- λ_i semua positif → (paling bawah/cekung) *stationary point* minimum.
- λ_i semua negatif → (paling atas/cembung) *stationary point* maksimum
- λ_i semua tanda → *saddle point*.

2.5.5 Nilai Optimal

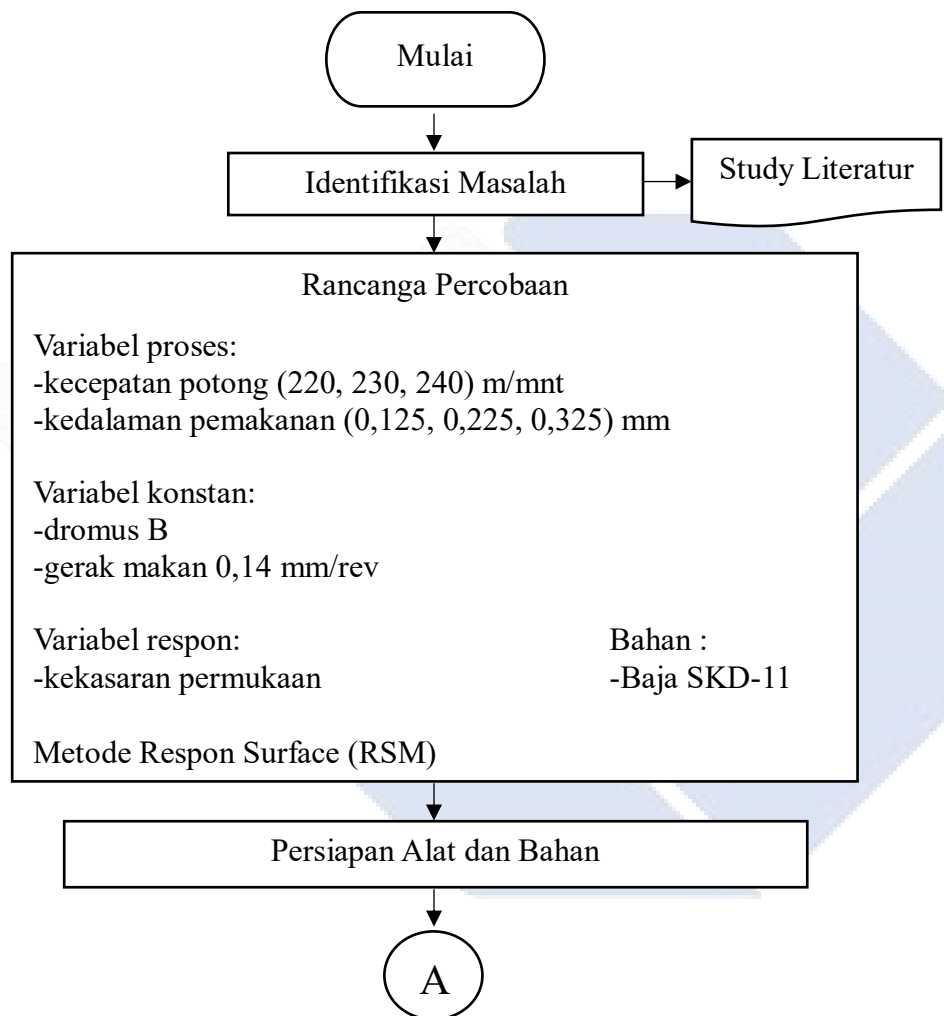
Salah satu hasil dari teknik RSM adalah nilai optimal. rumus untuk menentukan nilai ideal variabel proses berdasarkan titik stasioner (X_0) yang didapatkan sebagai berikut:

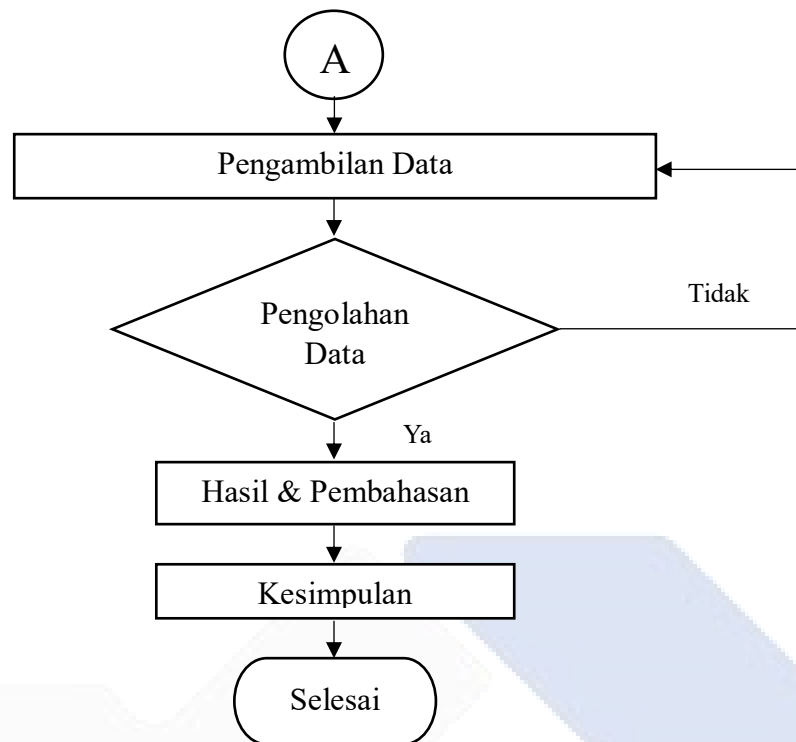
$$X_1 = \frac{\text{Variabel proses} - \text{Center point}}{\frac{1}{2}(\text{maksimum} - \text{minimum})} \dots\dots\dots (2.9)$$

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Pelaksanaan

Berikut ini adalah diagram alir yang menggambarkan alur proses penelitian.





Gambar 3.1 Diagram alir

3.2 Identifikasi Masalah

Langkah pertama yang krusial dalam penelitian ini adalah mengamati dan menentukan permasalahan yang layak dijadikan fokus penelitian. Tahap awal dalam mengidentifikasi permasalahan ini mencakup pengenalan terhadap masalah yang diamati, serta memperhatikan latar belakang dan formulasi permasalahan yang telah ada. Dengan merinci temuan ini, peneliti dapat mencari dukungan dari sumber-sumber yang relevan, seperti observasi, studi literatur, atau media lainnya.

3.3 Studi Literatur

Setelah menetapkan permasalahan, peneliti melakukan studi literatur untuk memperluas wawasan tentang topik penelitian, mengenali kekosongan pengetahuan yang masih belum terpecahkan, dan menemukan metode penelitian yang paling sesuai untuk digunakan dalam penelitian ini. Jurnal, internet, dan e-book menjadi sumber literatur review yang digunakan.

3.4 Rancangan Percobaan

Peneliti menggunakan variabel dalam desain eksperimen penelitian, untuk mendapatkan hasil eksperimen.

3.4.1 Variabel Proses

Variabel yang dapat mempengaruhi proses pengerjaan pemesinan bubut. Dan nilai-nilainya dapat di variasikan oleh peneliti, variabel yang digunakan pada penelitian ini dapat diperhatikan pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Variabel Proses dan Levelnya

Level	Kecepatan Potong (m/mnt)	Kedalaman Pemakanan (mm)
1	220	0,125
2	230	0,225
3	240	0,325

3.4.2 Variabel Konstan

Variabel yang dipertahankan peneliti selama percobaan adalah variabel konstan. Faktor konstan dalam penelitian ini termasuk gerak makan 0,14 mm/rev dan dromus B.

3.4.3 Variabel Respon

Variabel respons adalah variabel yang komponennya diukur dan dipantau untuk memastikan dampak yang dimiliki variabel proses. Kekasaran permukaan benda kerja menjadi jawaban penelitian ini.

3.5 Persiapan Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.5.1 Mesin CNC Bubut *Mori Seiki NLX 2500Y*

Peralatan ini digunakan dalam prosedur pembubutan baja untuk SKD-11. Yang akan dilaksanakan selama penelitian. Mesin CNC bubut tersedia di Labolatorium Polman Babel dan berfungsi tanpa hambatan, siap digunakan kapan saja selama pelaksanaan penelitian. Bisa dilihat pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 Mesin CNC Bubut Mori Seiki NLX 2500Y

Mesin CNC NLX 2500Y yang digunakan ini adalah buatan jepang dengan spesifikasi pada tabel 3.2

Tabel 3.2 Sepesifikasi Mesis CNC bubut

<i>Merk</i>	: <i>Mori Seiki</i>
<i>Tipe</i>	: NLX 2500Y
<i>Tahun pembuatan</i>	: 2012
<i>Max. R. P. M.</i>	: 4000 min ⁻¹

3.5.2 Mata Potong

Penelitian ini menggunakan sisipan karbida dengan tipe DNMG 150404-MA sebagai pahat, dalam proses *finishing* di mesin CNC bubut. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan kekasaran permukaan saja. Bentuk pahat diperlihatkan pada Gambar 3.3



Gambar 3.3 *insert type DNMG 150404-MA*

Spesifikasi mata potong *insert carbide type DNMG 150404-MA* diperlihatkan pada Tabel 3.3

Tabel 3.3 Spesifikasi *insert carbide*

P	: Baja karbon tinggi dan Baja Perkakas
Merk	: <i>Mitsubishi</i>
Pahat	: <i>Carbide</i>
Tipe	: DNMG150404-MA
Vc	: 190-310 m/min
f	: 0.14-0.28 mm/rev
Asal	: Dibuat di Jepang

Tabel 3.4 Vc Menurut Jenis Material

Jenis Material	Cutter HSS		Cutter karbida	
	Halus	Kasar	Halus	Kasar
Baja Perkakas	75 - 100	25 - 45	185 - 230	110 - 140
Baja Karbon Rendah	70 - 90	25 - 40	170 - 215	90 - 120
Baja Barbon Menengah	60 - 85	20 -40	140 - 185	75 - 110
Besi Cor Kelabu	40 - 45	25 - 30	110 - 140	60 - 75
Kuningan	85 - 110	45 - 70	185 - 215	120 - 150
Alumunium	70 - 110	30 - 45	140 - 215	60 - 90

3.5.3 *Surface Roughness Tester*

Tester kekasaran permukaan Mitutoyo SJ-210 ini dipakai untuk menilai tingkat kekasaran di suatu objek atau bahan. Pada penelitian ini, alat tersebut

dimanfaatkan untuk mengukur kekasaran permukaan material SKD-11 yang sudah melewati pemrosesan. Ditunjukkan pada Gambar 3.4



Gambar 3.4 *Surface Roughness Tester* Mitutoyo SJ-210

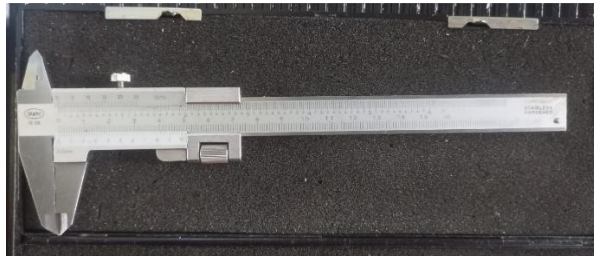
Spesifikasi *Surface Roughness Tester* Mitutoyo SJ-210 diperlihatkan pada Tabel 3.5

Tabel 3.5 Spesifikasi *Surface Roughness Tester* Mitutoyo SJ-210

<i>Driver unit</i>	
Kecepatan	Ukur : 0,25 mm/s, 0,5 mm/s (0,1"/s, 0,2"/s) Kembali : 0,8 mm/s (0,3"/s)
Rentang pengukuran (sumbu- x)	12,5 mm
Massa	190 g
<i>Standard pole</i>	Kode No. 178-395
Rentang pengukuran	350 μm (-200 μm sampai +150 μm)
<i>Stylus</i>	<i>Diamond cone</i>
<i>Skid radius</i>	40 mm
Parameter kekasaran	Ra, Ry, Rz, Rq, S, Sm, Pc, R3z, Mr, Rt, Rk, Rpk, Mrl, Mr2, A1, A2, vo (<i>use-defined</i>)
Standar kekasaran	JIS, DIN, ISO, ANSI

3.5.4 Jangka Sorong (*Vernier Caliper*)

Digunakan untuk mengukur diameter dan panjang benda kerja sebelum dan sesudah dilakukan proses pembubutan, pada penelitian ini. Dapat dilihat pada Gambar 3.5



Gambar 3.5 Jangka Sorong

3.5.5 V-Block

Digunakan sebagai penopang benda kerja pada saat pengujian kekasaran benda kerja. Dapat dilihat pada Gambar 3.6



Gambar 3.6 *V-Block*

3.5.6 Material

Dalam penelitian ini material yang digunakan adalah baja SKD-11. Bahan Material ini merupakan Baja karbon tinggi dengan ketahanan aus yang tinggi, dan memiliki komposisi kimia seperti karbon (C) sebesar 1,33%, kromium (Cr) sebesar 11,60%, molibdenum (Mo) sebesar 0,80%, mangan (Mn) sebesar 0,30%, dan silikon (Si) sebesar 0,30%. Dengan ukuran $\varnothing 25 \times 100$ mm. ditunjukkan pada gambar 3.7



Gambar 3.7 Material Baja SKD-11

3.6 Pengambilan Data Penelitian

Berikut adalah cara pengumpulan data penelitian ini:

3.6.1 Menetapkan Rancangan Eksperimen

Untuk penelitian ini, digunakan desain percobaan *Central Composite Design* (CCD) sebagai kerangka *Response Surface Methodology* (RSM). Jumlah variabel percobaan, disimbolkan sebagai k , adalah 2. Dengan demikian, jumlah titik *factorial* adalah $2^k = 4$, titik *axial* sebanyak $2^k = 4$, dan terdapat 3 eksperimen *center point* yang ditambahkan untuk meningkatkan akurasi respons yang diharapkan dengan adanya 2 variabel proses dalam penelitian ini. Struktur desain percobaan ini, yang menggambarkan level variabel dalam bentuk kode, tercatat dalam Tabel 3.6

Tabel 3.6 Rancangan Eksperimen

No	Kode Level	
	Variabel 1	Variabel 2
1	-1	-1
2	1	-1
3	-1	1
4	1	1
5	-1,414	0
6	1,414	0
7	0	-1,414
8	0	1,414
9	0	0
10	0	0
11	0	0

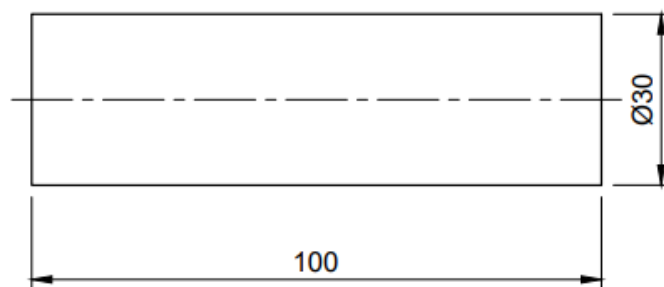
Informasi lengkap mengenai perhitungan CCD, termasuk nilai alpha dan aspek lainnya, dapat dilihat pada Lampiran 2. Rincian nilai level variasi untuk dua variabel, beserta level dari titik *axial*, tersaji di Tabel 3.7

Tabel 3.7 Level Setiap Variabel

Variabel	Level				
	-1,414	-1	0	1	1,414
Kecepatan Potong (m/mnt)	215,86	220	230	240	244,12
Kedalaman Pemakanan (mm)	0,083	0,125	0,225	0,325	0,366

3.6.2 Proses Pembuatan Bakal Benda Kerja Uji

Mempersiapkan material baja SKD-11 dengan jumlah yang diperlukan, siapkan pahat dan peralatan lainnya, mempersiapkan mesin bubut yang akan digunakan. Lakukan pemakanan pada benda kerja dari ukuran $\text{Ø}30$ mm menjadi $\text{Ø}25$ mm. Sesudah proses pembubutan selesai maka setiap sempel diberi tanda dengan nomor urut uji. Diperlihatkan pada Gambar 3.8

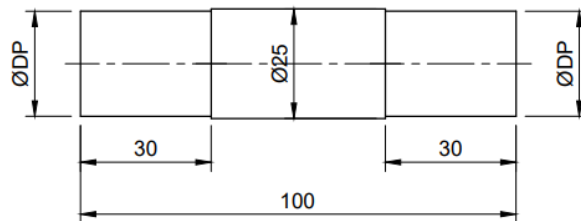


Gambar 3.8 Ukuran Benda Kerja

3.6.3 Proses Pemesinan CNC Bubut

Setelah menyesuaikan panjang benda kerja. Berikutnya akan dilakukan pembubutan di mesin CNC bubut *MORI SEIKI NLX2500Y*. Berikut urutan langkah – langkah dalam proses pembubutan di mesin CNC.

1. Membuat program CNC sesuai dengan variabel proses yang telah ditetapkan.
2. Menghidupkan mesin CNC *MORI SEIKI NLX2500Y*.
3. Penempatan benda kerja pada *chuck* dengan baik dan benar.
4. Penempatan pahat pada holder mesin CNC bubut *MORI SEIKI NLX2500Y*. setiap pembubutan benda kerja menggunakan sisi mata potong yang berbeda.
5. Memasukan program (lihat lampiran 6) pada *control panel* sesuai dengan kombinasi level dan variabel yang telah ditentukan. Kemudian seting titik nol pada benda kerja.
6. Jalankan proses pembubutan benda kerja, dengan pemakanan memanjang sepanjang 30 mm. dan kedalaman sesuai desain eksperimen ($\varnothing DP$). Berdasarkan jumlah sampel.
7. Melepas benda kerja dari *chuck*. kemudian lakukan proses pembubutan pada bagian sebaliknya sebagai sampel berikutnya. Sesuai dengan variabel yang telah ditentukan.
8. Melepas benda kerja dari *chuck*. Lalu dibersihkan dan dioles oli agar tidak berkarat.
9. Lanjutkan proses pembubutan pada benda kerja berikutnya, sehingga semua gabungan setiap variabel prosesnya di lakukan proses pembubutan
10. Matikan mesin CNC bubut *MORI SEIKI NLX2500Y*. lalu bersihkan mesin dan peralatan lainnya. Benda kerja yang sudah diproses pembubutan dapat dilihat pada Gambar 3.9 dan Gambar 3.10

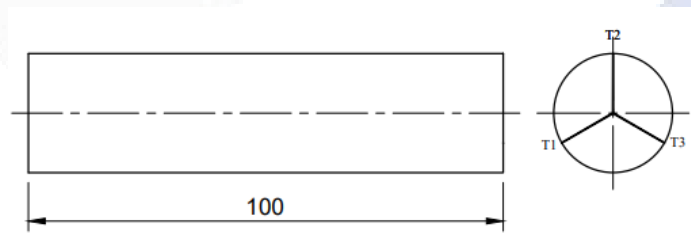


Gambar 3.9 Ukuran Benda Kerja Setelah Diproses



Gambar 3.10 Benda Kerja Setelah Diproses

3.6.4 Pengambilan Data Kekasaran



Gambar 3.11 Titik Ujian Kekasaran Permukaan

Dalam prosedur pengujian kekasaran permukaan ini, objek yang sudah mengalami proses pemesinan di mesin CNC bubut akan dianalisis kekasaran permukaannya dengan perangkat pengukur kekasaran permukaan, yaitu *surface roughness tester*. Selanjutnya, hasil pengukuran akan dicatat secara teratur dan akurat. Adapun langkah – langkah dalam pengujian kekasaran permukaan sebagai berikut :

1. Menyiapkan benda kerja yang ingin diuji dan alat ukur *surface roughness tester Mitutoyo SJ-210*.
2. Menyiapkan alat perlengkapan seperti : V-Block dan holder dial.

3. Nyalakan alat ukur kekasaran untuk melakukan pengujian
4. Sebelum menggunakan alat ukurnya, harus mengkalibrasikan alatnya supaya hasil dari pengujian tepat dan maksimal.
5. Letakan benda kerja di atas V-Block dan pasang alat uji pada holder dial, dan atur ketinggian dial agar sesuai dengan benda kerja.
6. Jalankan alat uji dengan menekan tombol *START* dan lihat nilai kekasarannya pada layar alat uji. Kemudian catat hasil kekasarannya pada kertas dengan rapi dan tepat.
7. Lakukan percobaan pada sebelas sampel dan ukur setiap benda kerja di tiga lokasi berbeda.

Gambar 3.10 menggambarkan proses pengukuran kekasaran permukaan.



Gambar 3.10 Pengambilan Data Kekasaran

3.7 Pengolahan Data Penelitian

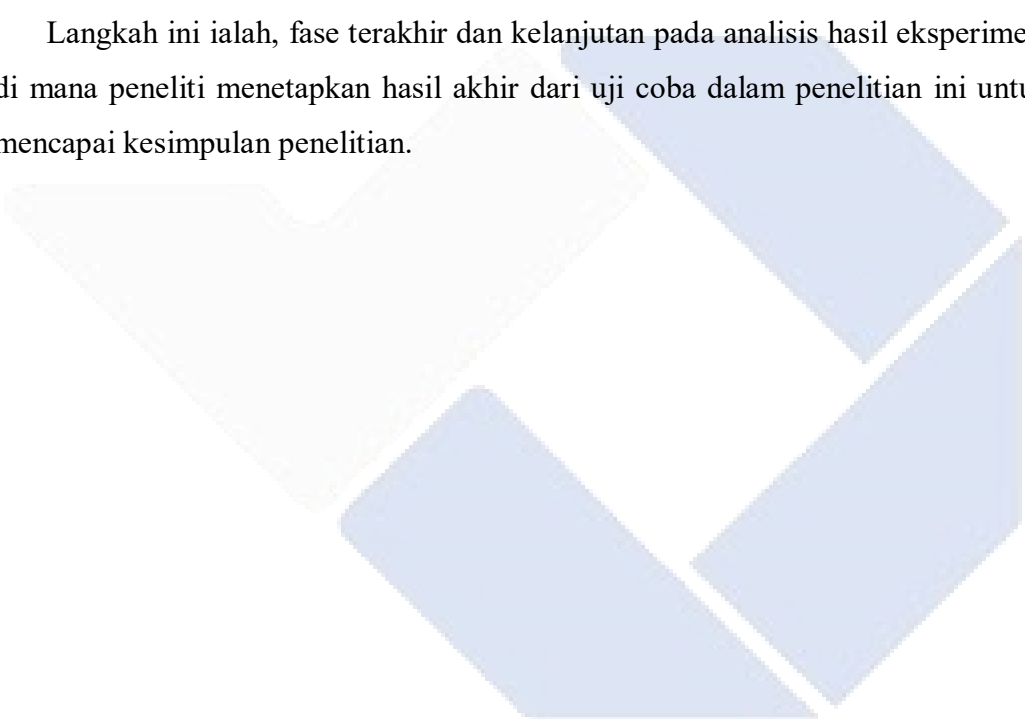
Penelitian ini menggunakan *response surface methodology* (RSM) sebagai metode pengolahan data. Dalam pendekatan ini, digunakan *central composite design* untuk menghasilkan model yang sesuai. Setelah data penelitian terkumpul, dilakukan pengolahan data menggunakan metode RSM untuk mencari persamaan *second-order* yang sesuai dengan tujuan penelitian ini.

3.8 Hasil Dan Pembahasan

Penelitian ini menggunakan pendekatan permukaan respons dengan *central composite desain* terpusat untuk analisis data. Setelah pengolahan data, pengujian dan perhitungan data dilakukan. Menemukan persamaan permukaan titik *stationary point surface*, nilai *eigen*, dan informasi lainnya menggunakan pendekatan RSM adalah tujuan dari penyelidikan ini. Hal ini bertujuan untuk menentukan nilai ideal permukaan.

3.9 Kesimpulan

Langkah ini ialah, fase terakhir dan kelanjutan pada analisis hasil eksperimen, di mana peneliti menetapkan hasil akhir dari uji coba dalam penelitian ini untuk mencapai kesimpulan penelitian.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dengan merujuk pada penelitian ini dapat diambil kesimpulan berdasarkan pengujian dan analisa yang telah dilakukan pada penelitian “Analisis Pengaruh Kecepatan Potong dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan Baja SKD 11 Pada Proses Finishing Pada Mesin Bubut CNC Menggunakan Metode RSM” sebagai berikut:

1. Kecepatan potong dan kedalaman pemakanan mempengaruhi kekasaran permukaan SKD-11. Pada kecepatan potong 240 m/menit dan kedalaman pemakanan 0,325 mm dihasilkan nilai kekasaran 1,7 - 1,8 μ , sedangkan kecepatan potong 220 m/menit dengan kedalaman pemakanan yang sama menghasilkan nilai kekasaran 1,9 - 2,0 μ . jadi dapat disimpulkan semakin besar kecepatan potong yang digunakan akan mendapatkan nilai kekasaran yang minimum. pada kedalaman 0,125 mm dan kecepatan potong 220 m/menit menghasilkan kekasaran 1,7 - 1,8 μ . jdi semakin kecil kedalaman yang digunakan dapat menghasilkan nilai kekasaran yang minimum.
2. Pengaturan variabel proses yang benar didapatkan nilai optimal dari kekasaran permukaan pada material SKD 11 dengan menggunakan metode *respon surface* pada mesin CNC bubut terdapat pada nilai kecepatan potong (229,14 m/menit), Nilai kedalaman pemakanan yaitu (0,195 mm), dan gerak makan sebesar 0,14 mm/rev. Dengan nilai kekasaran yang didapatkan yaitu (1,6 – 1,7 μ m).

5.2 Saran

Sebagaiman kesimpulan diatas setelah melakukan penelitian Adapun saran dan masukan untuk penelitian selanjutnya:

1. Pada penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dengan memfariasikan variabel faktor seperti material baja, jenis pahat, media pending dan juga dapat memvariasikan kecepatan pemakanan agar penelitian ini semakin berkembang.

2. Pada penelitian selanjutnya penulis menyarankan agar menggunakan metode selain *response surface central composite design*, seperti metode *response surface box-behnken design*, metode taguchi, dan metode lainnya.



DAFTAR PUSTAKA

- Anshori, M., Hartono, P., & Lesmanah, U. (n.d.). *Analisis Perbandingan Kekasaran Permukaan Pada Proses Turning*. *x(x)*, 1–5.
- Arifin, A. 2017. “Arifin, A. (2017, Desember 25). Pengetahuan Dasar Mesin Bubut CNC. Retrieved Januari 10, 2021. from <https://Achmadarifincom.Cdn.Amproject.Org/v/s/Achmadarifin.Com/Peng-etahuan-Dasar- Mesinbubutcnc/>.
- Eriyuliuselvys, & Duddyarisandi. (2017). Retrofit mesin milling manual Z7632 le sistim CNC Milling. *Semantik*, 236, 271.
- Fahrudin, M. A. (2019). *Digital Digital Repository Repository Universitas Jember Jember Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember*.
- Fauzi, A., & Sumbodo, W. (2021). Pengaruh Parameter Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan St 40 Pada Mesin Bubut Cnc. *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, 6(1), 46–57. <https://journal.uny.ac.id/index.php/dynamika/issue/view/2049>
- Furqoni. 2022. “Furqoni, M. R. (2022, April 29). Bagian Mesin CNC. <https://Teknikece.Com/Mesin-Bubut/Cnc/Bagian-Mesin-Bubut-Cnc/>.”
- Gultom, P. I., & Ajiza, M. (2018). Sudut potong utama, kecepatan potong dan kedalaman potong dalam proses bubut terhadap permukaan slender bar. *Prosiding SENIATI, 2009*, 193–198.
- <http://www.jfs-steel.com/>
- <http://alatukurportabel.blogspot.com/>
- Juliansah, P. (2022). *PROSIDING SEMINAR NASIONAL Prosiding Seminar Nasional*. 2(January), 978–979.

- Kurniawan, P. D., & Irfā'i, M. A. (2014). *Pengaruh Variasi Kedalaman Pemakanan Dan Kecepatan Putar Spindle Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Aluminium 6061 Pada Mesin Cnc Tu-2a Dengan Program Absolut G01*. 03(2), 120–125. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jtm-unesa/article/view/8249>
- Kurniawan, Z., Yudo, E., & Rosmansyah, R. (2019). Optimasi Kekasaran Permukaan Pada Material Amutit Dengan Proses CNC Turning Menggunakan Desain Taguchi. *Manutech : Jurnal Teknologi Manufaktur*, 10(01), 45–51. <https://doi.org/10.33504/manutech.v10i01.58>
- Marija Radojkovića, Zoran Zekovića, Stela Jokićb, S. V. (2012). Determination of optimal extraction parameters of mulberry leaves using Response Surface Methodology (RSM) Introduction Natural plants have received a lot of attention as sources of. *Romanian Biotechnological Letters*, 3(August 2014).
- Montgomery, D.C. 2001. *Design and Analysis of Experiments*. USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Nurhakim, L. (2023). *MESIN MAISA DENGAN PROSES HARDENING*.
- R. Salam and Sunarto, “Pengaruh kecepatan potong (V_c) terhadap kekasaran permukaan pada pembubutan kering baja ASTM A 29 menggunakan pahat karbida berlapis T itanium Aaluminium Nitrida ($TiAlN$),” *J. Polimesin*, vol. 18, no. 1, pp. 61–67, 2020.
- Putratama, A. B., Suprihanto, A., & Umardani, Y. (2021). Analisis Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Laju Korosi Baja Skd-11. *Jurnal Teknik Mesin*, 9(4), 597–604.
- Rizk Fahrezi, Zaldy Kurniawan, F. A. (2022). *Optimasi Parameter Proses Permesinan Terhadap Kekasaran Permukaan Material Sk D-11 Menggunakan Mesin Bubut Geminis Terhadap Kekasaran Permukaan Bangka Belitung Menggunakan Material SKD-11, Bangka Belitung*.
- Rochim, Taufiq. 1993. *Teori dan Teknologi Proses Permesinan*. Bandung: ITB.

- Rochim, Taufiq. 2001. Spesifikasi, Metrologi, dan Kontrol Kualitas Geometrik. Bandung: ITB.
- Saleh, M. (2020). Prosiding Seminar Nasional Hardiknas. *Merdeka Belajar Di Tengah Pandemi Covid-19, Merdeka belajardi tengah pandemi*, 51–56.
- Saputro, H. (2010). Model Matematik Untuk Memprediksi Kekasaran Permukaan Hasil Proses Cnc Bubut Tanpa Pendinginan. *Traksi*, 10(1), 18–31.
- Setyono, B., Setyono, G., Pratama, S., Teknologi, I., & Tama, A. (2020). Pengaruh Kecepatan Potong Dan Kedalaman Potong Terhadap Kekasaran Permukaan Baja ST60 , Aluminium , Dan Polyethylene Pada Mesin CNC Turning Fanuc Oi Mate TC VT15L Type PU 2A. *Seminar Nasional Sain Dan Teknologi Terapan VIII*, 247–254.
- Susarno, A. (2015). Studi pengaruh sudut potong pahat hss pada proses bubut dengan tipe pemotongan orthogonal terhadap kekasaran permukaan. *Jurnal Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta*, 1–14.
- Wahid, M. A., P, D. R., Rohman, A., & P, G. S. (2017). *Optimasi Multi Respon Menggunakan Metode Taguchi - Weighted Principal Component Analysis (WPCA) Pada Proses Bubut Material ST 60 Dengan Pendinginan Minimum Quantity Lubrication (MQL)*. 4, 47–53.
- Widarto. 2008. *Angewandte Chemie International Edition*. 6(11). 951–952. *Teknik Pemesinan JILID 1*.

Lampiran 1: Daftar Riwayat Hidup

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Agus Febriyansa
Tempat & Tanggal lahir : Pulau Rimau, 06 -Januari 1999
Alamat : Jln. Serimenanri 01 Sungailiat,
Bangka Belitung
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Telp : -
Hp : 083169721386
Email : yansaagus86@gmail.com



2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 02 Sungailiat Lulus Tahun 2012

SMP MTS Tangerang Selatan Lulus Tahun 2015

STM Sungailiat Lulus Tahun 2020

3. Riwayat Pendidikan Non Normal

-

