

**VARIASI SUDUT PAHAT DAN KECEPATAN POTONG
TERHADAP LAJU PEMAKANAN
MATERIAL SCM 440**

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
keahlian Diploma IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun Oleh :

Arianda Pratama NIM : 1041906

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
TAHUN 2023**

**VARIASI SUDUT PAHAT DAN KECEPATAN POTONG
TERHADAP LAJU PEMAKANAN
MATERIAL SCM 440**

PROYEK AKHIR

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



Disusun Oleh :

Arianda Pratama NIM : 1041906

**POLITEKNIK MANUFaktur NEGERI
BANGKA BELITUNG
TAHUN 2023**

LEMBAR PENGESAHAN

**VARIASI SUDUT PAHAT DAN KECEPATAN POTONG
TERHADAP LAJU PEMAKANAN
MATERIAL SCM 440**

Oleh :

Arianda Pratama NIM :1041906

Laporan akhir ini telah disetujui 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



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

Penguji 1



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

Penguji 2



(Erwansyah, S.S.T., M.T.)

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Arianda Pratama NIM : 1041906
Dengan Judul : Variasi Sudut Pahat dan Kecepatan Potong Terhadap Laju
Pemakanan Material SCM 440


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

Sungailiat, 20 Januari 2023

Nama Mahasiswa

Tanda Tangan

Arianda Pratama



.....

ABSTRAK

Saat proses pembubutan benda kerja, ada beberapa faktor yang mempengaruhi hasil akhir benda kerja, seperti sudut pahat dan kecepatan potong. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh dari variasi sudut pahat dan kecepatan potong terhadap laju pemakanan material SCM 440. Metode yang dipakai pada penelitian ini yaitu Response Surface Methodology (RSM), dengan desain dua parameter yang masing-masing memiliki tiga level untuk setiap variasi parameter. Hasil analisis data memperoleh eigen value berbeda tanda (positif dan negatif) yang menunjukkan bahwa nilai stationary point dalam bentuk saddle point dengan nilai stationary point x_1 (sudut pahat) sebesar $-1,686$ dan x_2 (kecepatan potong) sebesar $0,199$. Dari proses uncode didapatkan nilai optimal untuk faktor pada Material Removal Rate (MRR) yaitu sudut pahat sebesar $10,64^\circ$ dan kecepatan potong sebesar $15,28$ m/menit. Laju pemakanan material optimal pada material SCM 440 diperoleh pada nilai optimal tidak minimum maupun maksimum atau diperoleh bentuk saddle point pada sudut pahat sebesar $10,64^\circ$ dan kecepatan potong sebesar $15,28$ m/menit dengan area MRR nya bernilai $300-400$ mm³/menit.

Kata kunci : SCM 440, MRR, Response Surface Methodology, sudut pahat, kecepatan potong

ABSTRACT

During the workpiece turning process, several factors affect the final workpiece, such as the chisel angle and cutting speed. The purpose of this study was to determine the effect of variations in chisel angle and cutting speed on the material consumption rate of SCM 440. The method used in this study is the Response Surface Methodology (RSM), with a two-parameter design, each of which has three levels for each parameter variation. . The results of data analysis obtained eigen values with different signs (positive and negative) which indicated that the stationary point values were in the form of saddle points with a stationary point values of x_1 (chisel angle) of -1.686 and x_2 (cutting speed) of 0.199. From the uncoded process, the optimal value for the Material Removal Rate (MRR) factor is obtained, namely the chisel angle of 10.64° and cutting speed of 15.28 m/min. The optimum feed rate for SCM 440 material is obtained at an optimal value of neither minimum nor maximum or a saddle point shape at a chisel angle of 10.64° and cutting speed of 15.28 m/min with an MRR area of 300-400 mm³/minute.

Keywords : SCM 440, MRR, Response Surface Methodology, chisel angle, cutting speed

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 “Variasi Sudut Pahat Dan Kecepatan Potong Terhadap Laju Pemakanan Material SCM 440” 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 Agusnawan dan Ibu Emilda 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 Husman, 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 A angkatan 2019.
11. Terkhusus teman-teman kos saya yang telah membantu dan saling bertukar informasi selama proses penyusunan proyek akhir ini.
12. Kepada diri sendiri yang selalu berusaha termotivasi "Tidak ada perjuangan tanpa rasa sakit, tapi percayalah sakitnya sementara dan bahagia akan selamanya" dan berjuang melawan rasa malas serta mampu bertahan dan berusaha sekuat tenaga untuk menyelesaikan 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 sekian dan terima kasih.

Sungailiat, 20 Januari 2023

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Batasan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB II	5
DASAR TEORI	5
2.1. Studi Pustaka	5
2.2. Mesin Bubut	6
2.3. Pahat Bubut	9
2.4. Kecepatan Potong (V_c)	12
2.5. Material SCM 440	13
2.6. <i>Material Removal Rate</i> (MRR)	14
2.7. Kekasaran Permukaan	15
2.8. <i>Response Surface Methodology</i> (RSM)	18

BAB III	22
METODE PELAKSANAAN	22
3.1. Alat dan Bahan	23
3.2. Parameter Penelitian	28
3.3. Pengambilan Data Penelitian.....	28
3.4. Pengolahan Data Penelitian.....	34
3.5. Analisis Data Hasil Uji Coba	34
3.6. Kesimpulan.....	34
BAB IV	35
HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1. Data Nilai Laju Pemakanan Material.....	35
4.2. Data Nilai Kekasaran Permukaan	37
4.3. Pengolahan Data	39
4.4. Analisis Ragam (ANOVA)	44
4.5. Uji Normalitas Residual	48
4.6. Analisis Data	52
4.7. Grafik <i>Plot</i>	55
BAB V	59
KESIMPULAN DAN SARAN	59
5.1. Kesimpulan.....	59
5.2. Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2.1. Kecepatan Potong Bahan	13
Tabel 2.2. Komposisi Paduan SCM 440	14
Tabel 2.3. Sifat Termal SCM 440.....	14
Tabel 2.4. Angka Kekasaran Menurut ISO.....	17
Tabel 2.5. Nilai Kekasaran yang Dapat Dicapai dengan Beberapa Proses Pemesinan/Pengerjaan	17
Tabel 3.1. Spesifikasi Timbangan Digital <i>type</i> OHAUS	25
Tabel 3.2. Spesifikasi <i>Surface Roughness Tester type</i> Mitutoyo SJ-210.....	26
Tabel 3.3. Desain Percobaan Penelitian.....	29
Tabel 3.4. Nilai Level dari Variasi Parameter.....	29
Tabel 4.1. Data Hasil Percobaan Laju Pemakanan Material.....	35
Tabel 4.2. Data Hasil Selisih Massa Awal dan Akhir Benda Kerja	36
Tabel 4.3. Hasil Perhitungan MRR.....	37
Tabel 4.4. Data Nilai Kekasaran Permukaan	38
Tabel 4.5. Kode Parameter Proses.....	39
Tabel 4.6. Analisis Ragam (ANOVA) MRR	45
Tabel 4.7. Analisis Ragam (ANOVA) Kekasaran Permukaan	47

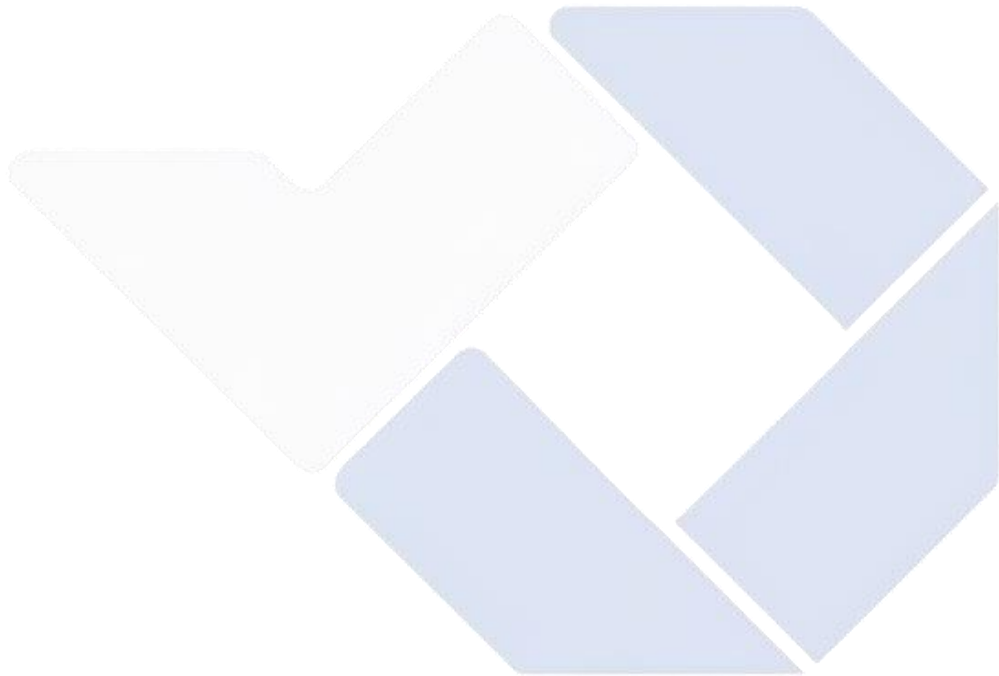
DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1. Mesin Bubut	6
Gambar 2.2. Pahat Tepi Rata Kanan.....	11
Gambar 2.3. Geometri Pahat Tepi Rata Kanan	12
Gambar 2.4. Profil Kekasaran Permukaan	16
Gambar 2.5. <i>Central Composite Design</i> untuk 2 Faktor	19
Gambar 3.1. Diagram Alir Percobaan.....	22
Gambar 3.2. Pahat HSS ½ inch x 4 inch BOHLER	24
Gambar 3.3. Mesin Bubut Tornos Geminis S.L.	24
Gambar 3.4. Timbangan Digital <i>type</i> OHAUS	25
Gambar 3.5. <i>Surface Roughness Tester type</i> Mitutoyo SJ-210.....	25
Gambar 3.6. Jangka Sorong	26
Gambar 3.7. <i>V-Block</i>	27
Gambar 3.8. Material SCM 440	27
Gambar 3.9. Proses Pengasahan Pahat	30
Gambar 3.10. Proses <i>Facing</i>	31
Gambar 3.11. Menimbang Massa Awal Benda Kerja	31
Gambar 3.12. Ukuran dan Bentuk Material	32
Gambar 3.13. Menimbang Massa Akhir Benda Kerja.....	33
Gambar 3.14. Proses Pengujian Kekasaran Permukaan	34
Gambar 4.1. Uji Normalitas Residual.....	49
Gambar 4.2. Plot Hasil Residual dengan Taksiran Respon	49
Gambar 4.3. Plot antara Residual dengan Order	50
Gambar 4.4. Uji Normalitas Residual.....	50
Gambar 4.5. Plot Hasil Residual dengan Taksiran Respon	51
Gambar 4.6. Plot antara Residual dengan Order	51
Gambar 4.7. Grafik <i>surface plot</i> MRR vs Sudut Pahat dan Kecepatan Potong	56

Gambar 4.8. Grafik *Contour Plot* MRR vs Sudut Pahat dan
Kecepatan Potong56

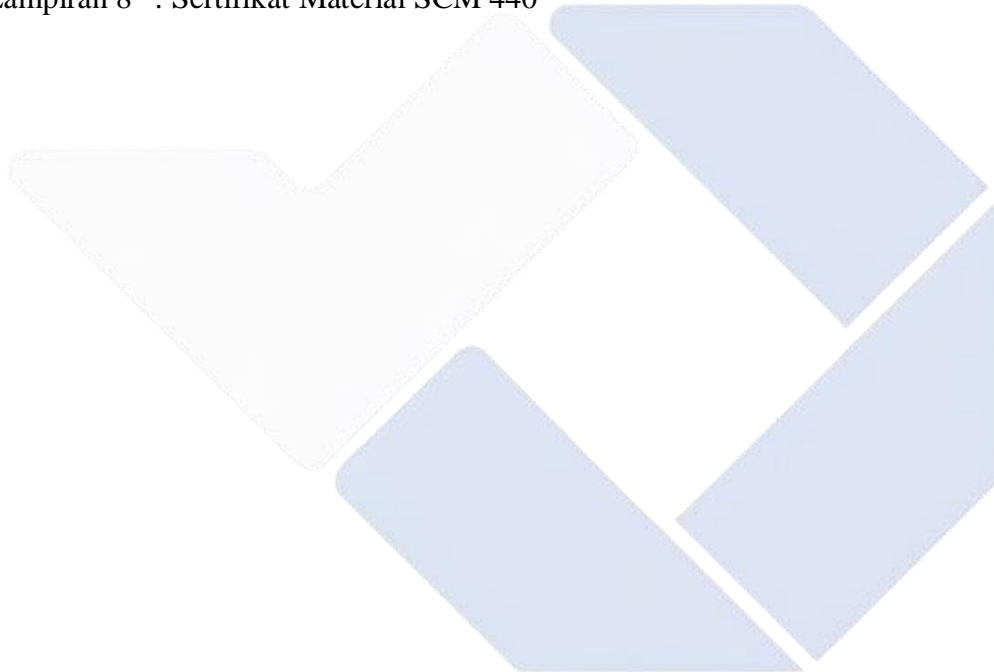
Gambar 4.9. Grafik *Surface Plot* Kekasaran vs Sudut Pahat dan
Kecepatan Potong57

Gambar 4.10. Grafik *Contour Plot* Kekasaran vs Sudut Pahat dan
Kecepatan Potong58



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Daftar Riwayat Hidup
- Lampiran 2 : Hasil Perhitungan Nilai Alpha dan *Axial Point*
- Lampiran 3 : Proses Penimbangan Massa Awal Benda Kerja
- Lampiran 4 : Proses Penimbangan Massa Akhir Benda Kerja
- Lampiran 5 : Waktu Proses Pengerjaan
- Lampiran 6 : Proses Pengukuran Kekasaran Permukaan
- Lampiran 7 : Material SCM 440
- Lampiran 8 : Sertifikat Material SCM 440



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Ilmu pengetahuan dan inovasi semakin bertambahnya waktu semakin berkembang dengan cepat, terutama dalam dunia industri manufaktur. Industri manufaktur sendiri tidak lepas dari adanya proses pemesinan. Salah satu contoh perkembangan teknologi dalam dunia industri manufaktur adalah proses industri dengan menggunakan mesin bubut. Mesin bubut ialah mesin perkakas yang membentuk benda kerja sesuai pada spesifikasi geometri yang telah ditetapkan (umumnya berwujud silinder atau poros dan terbuat dari bahan logam) dengan ukuran dan bentuk yang diharapkan melalui cara membuang/memotong bagian pada benda kerja menjadi geram memakai mata potong *single point* yang umumnya material mata potong lebih keras dari pada material benda kerja yang dikerjakan (Rochim, 2007). Pekerjaan pemotongan logam adalah salah satu aktivitas yang banyak dilaksanakan dalam industri manufaktur, kira-kira 80% dari setiap jenis aktivitas dalam proses pemotongan logam memakai proses bubut (Azib, 2017). Kesuksesan industri manufaktur global dalam meningkatkan proses produksi paling dipengaruhi oleh peralatan mesin produksi yang dipakai (Fachrezi et al., 2022).

Benda kerja berputar, sedangkan alat potong (pahat) bubut bergerak secara memanjang dan melintang merupakan prinsip kerja dari mesin bubut. Dari operasi pemakanan, menghasilkan sayatan atau penurunan ukuran benda kerja dan bentuk benda kerja pada biasanya simetris. Pembubutan poros adalah proses pembentukan benda kerja dengan cara menghilangkan sebagian material, yaitu proses pembuangan material dengan menggunakan pahat saat benda berputar terhadap sumbu poros (Apriansyah et al., 2020). Poros merupakan material yang perlu mempunyai nilai kekasaran permukaan yang rendah pada proses pemesinan,

terutama jika menggunakan mesin bubut semi otomatis Tornos Geminis S.L (Ramadhan et al., 2022).

Saat proses pembubutan benda kerja, ada sejumlah faktor yang mempengaruhi hasil akhir benda kerja, seperti sudut pahat dan kecepatan potong. Ketika beberapa faktor tersebut divariasikan maka akan mendapat hasil benda kerja yang berbeda seperti perbedaan ukuran, permukaan, dan lain sebagainya. Beberapa faktor tersebut juga dapat menjadi parameter pemesinan terutama pada pemesinan bubut.

Karakteristik kualitas yang penting dalam proses pembubutan yaitu laju pemakanan material dan kekasaran permukaan material, karakteristik kualitas ini dipengaruhi oleh parameter proses pemesinan seperti jenis pendingin, kecepatan potong, kedalaman potong, dan gerak pemakanan (Wahid et al., 2017). Sudut pahat dan kecepatan potong yang merupakan parameter pemesinan dapat mempengaruhi nilai laju pemakanan material atau *material removal rate* (MRR) dan hasil kualitas kekasaran permukaan pada proses pembubutan. Parameter pemesinan seperti kecepatan pemakanan, kecepatan potong, dan sudut potong menetapkan MRR dari proses bubut dan jika terlalu banyak penentuan parameter pemesinan justru akan menyebabkan produk harus dikerjakan ulang (*reworked*), sehingga mengurangi produktivitas (Gultom & Kiswandono, 2020). Untuk dapat memotong dengan benar, pahat bubut memerlukan sudut baji, sudut bebas dan sudut tatal sesuai ketentuan, yang semuanya disebut sebagai geometris alat potong (Pramawata & Yunus, 2013). Kualitas permukaan benda kerja bubut dipengaruhi oleh besarnya kecepatan potong, gerak pemakanan dan kedalaman potong (Afringga et al., 2017).

Berdasarkan penjelasan dan uraian di atas, untuk menjawab rasa penasaran penulis, maka penulis akan melaksanakan penelitian tentang pengaruh variasi sudut pahat dan kecepatan potong terhadap laju pemakanan material dan kekasaran permukaan. Dalam penelitian ini memakai material SCM 440/AISI 4140/VCL 140. SCM 440 adalah baja paduan *chromium molybdenum* karbon sedang, dimana baja paduan yang mengandung *chromium* dan *molybdenum*, yang

banyak diaplikasikan untuk *gear*, poros, sekrup, dan lain-lain. Maksud penelitian ini ialah untuk mengetahui seberapa pengaruh variasi sudut pahat dan kecepatan potong terhadap laju pemakanan material dan kekasaran permukaan material SCM 440 dengan memperhatikan parameter-parameter pada proses penelitian ini.

1.2. Rumusan Masalah

Perumusan masalah penelitian ini ialah:

1. Apa pengaruh dari variasi sudut pahat dan kecepatan potong terhadap laju pemakanan material dan kekasaran permukaan material SCM 440?
2. Bagaimana *setting* parameter pemesinan yang benar dalam proses pembubutan supaya mendapatkan hasil laju pemakanan material dan kekasaran permukaan yang optimal?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui pengaruh dari variasi sudut pahat dan kecepatan potong terhadap laju pemakanan material dan kekasaran permukaan material SCM 440.
2. Mengetahui *setting* parameter pemesinan yang benar dalam proses pembubutan supaya mendapatkan hasil laju pemakanan material dan kekasaran permukaan yang optimal.

1.4. Batasan Masalah

Supaya bahasan masalah pada penelitian ini tidak melenceng dan dapat terarah serta tujuan penelitian ini dapat tercapai, maka batasan masalah penelitian ini yaitu:

1. Menggunakan material SCM 440 dengan dimensi $\phi 25 \times 100$ mm.

2. Menggunakan mesin bubut Tornos Geminis S.L. untuk proses pemakanan *finishing*.
3. Kedalaman pemakanan yang dipakai pada penelitian ini ialah 0,5 mm.
4. Menggunakan pahat jenis HSS ½ inch x 4 inch BOHLER.
5. Menggunakan variasi sudut bebas dengan sudut 12°, 13°, dan 14°.
6. Menggunakan sudut buang yang konstan yaitu 10°.
7. Menggunakan dromus B sebagai cairan pendingin saat proses pembubutan (*finishing*).
8. Dalam penelitian ini penulis akan melakukan pengujian laju pemakanan material dan kekasaran permukaan dengan memperhatikan variasi dari sudut pahat dan kecepatan potong sebagai parameter proses penelitian.
9. Metode RSM akan digunakan dalam penelitian ini untuk mengoptimasi laju pemakanan material dan kekasaran permukaan.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun Manfaat pada penelitian ini yaitu:

1. Mendapatkan *setting* sudut pahat dan kecepatan potong yang tepat sehingga memperoleh laju pemakanan material dan kekasaran permukaan yang optimal.
2. Bisa dipakai sebagai referensi untuk penelitian berikutnya tentang laju pemakanan material dan kekasaran permukaan sehingga kedepannya dapat lebih berkembang.
3. Membantu operator mesin bubut kedepannya untuk menentukan *setting* parameter yang tepat pada saat membubut sehingga menghasilkan produk yang baik.

BAB II

DASAR TEORI

2.1. Studi Pustaka

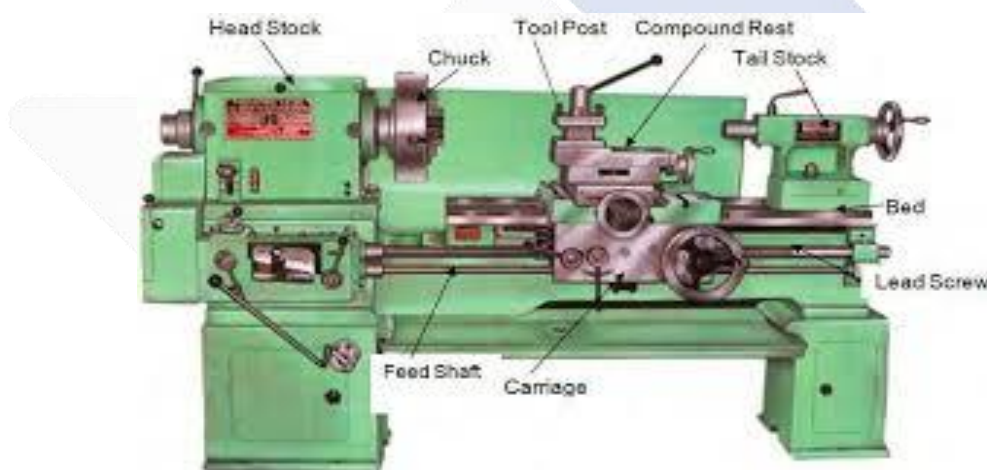
Hasil produk dari pembubutan yang berkualitas diperoleh dengan menentukan parameter pemesinan yang baik dan benar. Efisiensi proses dan kualitas hasil dipengaruhi oleh masukan material dan pengaturan parameter bubut (Gultom & Ajiza, 2018). Sudut pahat dan kecepatan potong yang merupakan parameter pemesinan dapat mempengaruhi nilai laju pemakanan material (MRR) dan hasil kualitas kekasaran permukaan pada proses pembubutan.

Telah dilakukan penelitian dengan memakai pahat bubut *insert* merek *iscar* CNMG 120404-TF dengan dromus untuk pendingin, dengan tujuan mengetahui pengaruh kecepatan potong, kedalaman potong, dan kecepatan pemakanan terhadap laju pengerjaan material, kemudian hasil percobaan menunjukkan bahwa pengaruh kecepatan potong pada nilai rata-rata pengaruh laju pengerjaan material adalah -4,32%, lalu rasio S/N adalah -2,50%, di mana kedalaman potong memiliki dampak paling besar pada MRR (Wiratama et al., 2021).

Telah dilakukan penelitian dengan pembubutan bahan baja ST 37, ST 42 dan ST 60 dengan pahat HSS, dan hasil terbaik menurut hasil uji kekasaran setelah pembubutan lewat sudut potong pahat yang divariasikan yaitu didapatkan untuk bahan ST 37 menggunakan sudut potong samping 10° dan sudut potong akhir 12° memperoleh hasil $1,55 \mu\text{m}$, kemudian pada bahan St 42 menggunakan sudut potong samping 10° dan sudut potong akhir 14° memperoleh hasil $1,48 \mu\text{m}$, lalu untuk bahan ST 60 menggunakan sudut potong samping 10° dan sudut potong akhir 12° memperoleh hasil $1,59 \mu\text{m}$ (Karmin & Dolom, 2015).

2.2. Mesin Bubut

Menurut Sulistyarini, dkk (2018), mesin bubut ialah mesin yang dipakai untuk memotong benda kerja berbentuk silinder padat yang arah gerakannya rotasi. Syamsudin (1999) mendefinisikan mesin bubut sebagai sebuah mesin yang biasanya tercipta dari logam, yang berguna untuk membentuk benda kerja melalui teknik penyayatan, dan gerak rotasi sebagai gerak utamanya. Fungsi mesin ini yaitu meratakan permukaan sebuah material, menghilangkan bagian yang tidak diinginkan dari permukaan material untuk mencapai ukuran dan bentuk yang diinginkan, dan sebagainya. Mesin bubut ini juga dapat digunakan dalam membubut facing, tirus, bubut bertingkat, ulir, mengebor, mengkartel, dll.



Gambar 2.1. Mesin Bubut

(Sumber : <https://quizizz.com/admin/quiz/5f4c53b3909517001bcea706/4-bagian-bagian-utama-mesin-bubut-bag1>)

Pada mesin bubut terdapat bagian utama diantaranya yaitu:

1. Kepala Tetap (*Head Stock*)

Kepala tetap merupakan bagian utama pada mesin bubut yang dipakai buat menopang poros utama, dimana poros ini berfungsi sebagai penggerak spindel. Spindel ini merupakan bagian yang penting bagi *head stock*, dan di dalam spindel terpasang alat yang dipakai untuk menjepit benda kerja. Selain itu, poros yang terpasang di *head stock* berfungsi sebagai penahan roda gigi untuk menyesuaikan kecepatan putaran yang

diperlukan. Oleh karena itu, di sebuah kepala tetap memiliki serangkaian roda gigi transmisi yang melanjutkan putaran motor menjadi putaran spindel.

2. Kepala Lepas (*Tail Stock*)

Kepala lepas ialah suatu bagian pada mesin bubut yang terletak pada sisi kanan, kepala lepas ini terpasang di meja/alas mesin. Bagian ini berlaku di mana senter dipasang, dan dipakai untuk penopang benda kerja bagian ujung dan juga sebagai lokasi untuk menjepit mata bor selama pengeboran. Kepala lepas dapat dipindahkan/digerakkan sejauh alas atau meja mesin dan dikencangkan dengan tuas pengencang atau baut dan mur. Kepala lepas dapat bergerak dengan arah melintang (maju dan mundur), dan digunakan dalam membubut benda kerja berbentuk kerucut.

Kepala lepas atau *tail stock* digunakan sebagai pemanjang ujung dan juga untuk pemegang alat seperti mata bor saat pembubutan di antara 2 senter. Bisa digeser sepanjang bagian atas meja mesin secara memanjang dan juga dapat dijepit secara kuat menggunakan pelat penjepit dan tuas penjepit di setiap bagian dudukan yang telah dikehendaki.

3. Meja Mesin (*Bed Machine*)

Meja mesin ialah suatu bagian pada mesin bubut yang berguna untuk mendukung dan menjadi jalur kepala lepas dan eretan. Meja mesin mempunyai permukaan yang halus dan rata, dimaksudkan agar menunjang kesempurnaan proses pembubutan yaitu kelurusan.

4. Eretan (*Carriage*)

Eretan atau *carriage* merupakan suatu bagian dari mesin bubut, berguna untuk pembawa alat potong bubut (pahat) di sepanjang meja mesin. Ada tiga jenis eretan:

- Gerak berputar, suatu jenis gerakan berputar benda kerja yang bergerak pada alat potong (pahat), disebut dengan gerakan potong.
- Gerak vertikal, suatu jenis gerakan yang arah dalam pemotongan sejajar dengan *work axis*, disebut dengan gerak pemakanan.

- Gerak horizontal, suatu jenis gerakan di mana arah dalam pemotongan tegak lurus dengan *work axis*, disebut dengan gerak lateral (pemotongan permukaan).

5. Poros Pembawa dan Poros Transportir

Poros pembawa merupakan suatu poros dengan gerak terus berputar, selama berlangsungnya aktivitas pengerjaan benda kerja (pemakanan) secara otomatis, poros ini berguna dalam membawa/menopang jalannya eretan selama proses. Poros transportir merupakan poros yang mempunyai bentuk ulir segi empat/trapesium yang ulirnya berjenis *metric* dengan satuan mm atau *whitworth* dengan satuan inchi, berguna sebagai pembawa eretan selama proses bubut otomatis, seperti proses bubut dengan arah memanjang dan proses bubut ulir. Poros transportir standar dari mesin bubut biasa umumnya memiliki kisar ulirnya di antara 6 hingga 8 mm.

6. Tuas

Tuas untuk mesin bubut berbagai pabrik pembuat ataupun merek berbeda, biasanya mempunyai letak/tempat serta cara pemakaiannya. Oleh karena itu, saat menyetel tuas ketika operasi pembubutan perlu mengacu pada pedoman yaitu tabel yang berisi petunjuk penyetelan yang disertakan di dalam mesin bubut yang digunakan.

7. Penjepit Pahat (*Tools Post*)

Tools post berguna sebagai penjepit/penahan alat potong mesin bubut (pahat). Ada dua macam bentuk atau model secara garis besar untuk *tool post*, untuk dua macam bentuknya adalah sebagai berikut:

- Penjepit pahat standar

Menurut definisi penjepit ini merupakan, ketika menyetel ketinggian pahat perlu diberi pengganjal hingga ketinggian tercapai serta untuk mengencangkan pahat menggunakan metode konvensional, yaitu mengencangkan baut-baut yang ada di dalam pemegang pahat.

- Penjepit Pahat Dapat disetel

Menurut definisi penjepit ini merupakan, untuk menyetel ketinggian pahat dapat diatur (setel) tanpa perlu memberikan ganjalan, sebab

badan penjepit pahat sudah memiliki dudukan pada rumah pahatnya dan dirancang bentuknya disertai peralatan mekanik untuk mempermudah menyetel, mengencangkan dan mengatur ketinggian pahat.

2.3. Pahat Bubut

Pahat bubut ialah alat potong yang penting dalam pemesinan bubut, hal ini dikarenakan jenis pahat bubut yang bermacam dapat menghasilkan bentuk benda kerja yang berbeda-beda sesuai kebutuhan dan tuntutan pekerjaan seperti, bubut chamfering, bertingkat, ulir dan lain-lain. Faktor yang sangat mempengaruhi kinerja pemotongan pahat bubut adalah sudut bebas pahat, jenis bahan yang digunakan, geometri pahat, dan cara penggunaan teknik sesuai petunjuk katalog. Pahat bubut akan berkinerja baik jika dapat memenuhi beberapa faktor di atas berdasarkan kriteria yang diberikan.

1. Bahan Pahat bubut

Ilmu pengetahuan dan inovasi yang berkembang dengan pesat khususnya pada industri manufaktur, dimana sudah bermunculan bahan dengan jenis dan sifat yang beragam, seperti untuk pahat bubut atau bahannya. Sifat-sifat yang dibutuhkan tidak hanya kekerasan, tetapi juga sifat-sifat lain yang diperlukan agar pahat mempunyai kinerja baik misalkan, bagaimana ketahanan gesekan, ketahanan panas, ketahanan benturan, dan lain-lain. Bahan yang biasanya dipakai dalam pembuatan pahat bubut adalah *carbon steel*, *High Speed Steels* (HSS), karbida, dan keramik (*ceramics*).

- *Carbon Steel*

Kelompok *carbon steel* yaitu *carbon tool steel* (CTS) dan *high carbon steel* (HCS). Grade baja ini mengandung *carbon* yang relatif tinggi (0,7% hingga 1,4% C) dan baja ini menghasilkan kekerasan permukaan lumayan tinggi karena terdapat unsur-unsur lain yang relatif rendah (masing-masing 2% untuk W, Cr, dan Mn). Struktur

material akan berubah menjadi martensite yang memiliki kekerasan di antara 500 hingga 1000 HV, hal tersebut terjadi akibat dari proses perlakuan panas dalam temperatur tertentu. Hal ini karena *martensite* melunak pada suhu kurang lebih 250°C. *Carbon steel* ini harus/hanya dipakai bagi kecepatan potong rendah yaitu 10 m/menit dengan hanya bisa dipakai dalam pemotongan kayu ataupun baja lunak.

- *High Speed Steels* (HSS)

Kira-kira pada tahun 1898, sejenis *high alloy steel* yang mengandung elemen paduan krom (Cr) dan wolfram (W) ditemukan, dengan cara pengecoran (*molten metallurgy*) kemudian dilanjutkan penggulungan atau penempaan menjadi bentuk silinder atau batang segi empat. Dalam keadaan mentah (bahan baku), baja dikerjakan dengan proses pemesinan untuk menjadi beragam bentuk alat potong (pahat) bubut. Kekerasan akan menjadi cukup tinggi setelah proses perlakuan panas, akibatnya bahan ini bisa dipakai untuk pemotongan dalam kecepatan potong yang tinggi yaitu hingga 3 kali kecepatan potong pada pahat CTS. Dilihat dari komposisinya, HSS bisa dibagi menjadi dua bagian yakni, baja kecepatan tinggi khusus dan baja kecepatan tinggi konvensional.

- Karbida

Jenis *cemented carbides* adalah material pahat yang dikerjakan dengan teknik mensinter (*sintering*) serbuk karbida (Nitrida dan Oksida) bersama material penambat yang biasanya berasal dari kobalt (Co). Titanium (Ti), wolfram (W), tantalum (Ta) dikerjakan menjadi karbida melalui proses *carburizing* setiap bahan baku (*powder*), dimana kemudian dilakukan proses penggilingan (*ball mill*) dan *filtering*. Salah satu/campuran serbuk karbida lalu dicampurkan bersama *binder* (Co) kemudian di press memakai bahan pelumas (lilin). Kemudian diproses presintering dengan suhu 1000° C dipanaskan terlebih dahulu dengan tujuan menghilangkan (uap) bahan pelumas, lalu *sintering* dengan suhu 1600° C yang mengakibatkan bentuk sisipan dari hasil

pengerjaan pres (HIP/*Cold*) bakal mengecil menjadi kurang lebih 80% dari volume asli. Kekerasan panas dari karbida disemen/diikat akan berkurang ketika unsur ikatan melunak. Semakin tinggi rasio *Co-binder*, semakin rendah juga kekerasannya, dan sebaliknya, semakin tinggi juga keuletannya.

- Keramik (*ceramics*)

Ceramics dalam arti kecil merupakan bahan paduan logam dan non logam. Di sisi lain, dalam arti besar merupakan seluruh bahan kecuali logam atau bahan organik, termasuk beragam bentuk karbida, karbon, nitrida, silikon, dan oksida serta borida. Keramik memiliki sifat yang berbeda dari logam dan *polymer* (plastik dan karet) sebab dari variasi ikatan atom, seperti ikatan kovalen, ikatan ionik, ikatan campuran kovalen dan ionik, maupun ikatan tingkatan kedua/dibawahnya.

2. Geometri Pahat Bubut

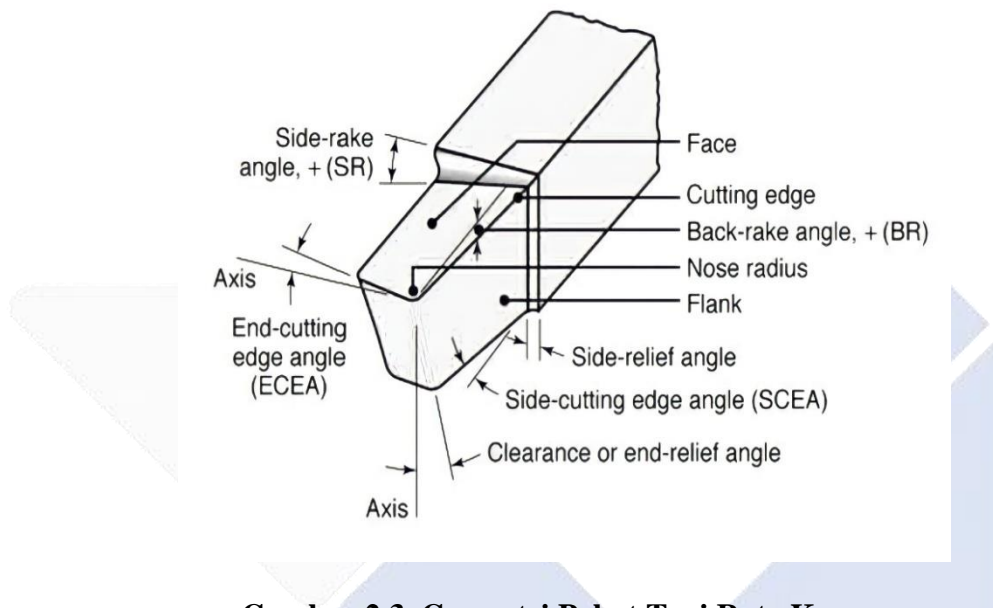
Nama geometri yang ada dalam alat potong (pahat) bubut adalah sudut potong tepi samping, sudut potong tepi depan, sudut bebas depan, sudut bebas sisi, dan sudut tatal. Besarnya sudut bebas dan sudut potong pahat bakal memberi pengaruh atas hasil pembubutan dan kinerja pahat, tergantung pada tipe material yang akan dilakukan proses pembubutan. Contoh geometri pahat yang umum digunakan dalam pembubutan adalah pahat tepi rata kanan. Berikut ini adalah uraian ukuran dari sudut potong dan sudut bebas pahat bubut tepi rata kanan tipe HSS.



Gambar 2.2. Pahat Tepi Rata Kanan

(Sumber : <https://id.scribd.com/document/369082536/Pahat-Bubut-Rata-Kanan>)

Dalam proses pembubutan rata bagi benda kerja dengan material baja lunak, untuk pahat bubut tepi rata kanan memiliki sudut kebebasan dan sudut potong yaitu *total cutting angle* 80°, *side cutting edge angle* 12° hingga 15°, *side rake angle* 12° hingga 20°, *front clearance angle* 8° hingga 10° dan *side clearance angle* 10° hingga 13°. Geometri dari pahat ini diperlihatkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Geometri Pahat Tepi Rata Kanan

2.4. Kecepatan Potong (V_c)

Kecepatan potong merupakan kapasitas alat potong untuk memotong/menyayat material secara aman untuk menciptakan tatal pada satuan panjang/waktu (meter/menit dan bisa juga feet/menit). Dalam gerak rotasi pada mesin bubut, rumus V_c adalah sebagai berikut:

$$V_c = \pi \cdot d \cdot n \text{ m/min} \dots\dots\dots(1)$$

Dengan,

d = diameter benda kerja (mm)

n = putaran mesin/benda kerja (putaran/menit atau Rpm)

π = nilai konstanta (3,14)

Vc pada bermacam jenis material teknik yang biasa digunakan dalam proses pemesinan, telah diriset oleh para ahli dan sudah dipatenkan dalam tabel Vc. Oleh karena itu, saat menggunakannya hanya perlu menyesuaikan jenis material yang mau dibubut dengan pahat yang dipakai. Bagi material khusus/tertentu, untuk tabel Vc diterbitkan oleh produsen industri material tersebut. Untuk tabelnya ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Kecepatan Potong Bahan
(Sumber : Polman – ITB, Standard dan Manufacturing Processes 7th edition)

Bahan	Kecepatan Potong (Vc) m/menit	
	HSS	KARBIDA
<i>Mild Steel</i> ; St 37; Ck 10; Ck 26; Ck 22; VF 20	20 – 25	80 – 120
St 60; Ck 45	18 – 21	70 – 200
St 70; Ck 60	14 – 17	60 – 90
<i>Stainless Steel</i>	11 – 15	50 – 70
Baja Cor	10 – 18	60 – 75
Besi Cor	14 – 20	45 – 60
Besi Cor Lunak	10 – 20	45 – 60
Perunggu	40 – 50	60 – 100
Kuningan	30 – 60	100 – 120
Logam Ringan	80 – 200	400 – 800

2.5. Material SCM 440

Material SCM 440 merupakan baja paduan *chromium molybdenum* karbon sedang, dimana baja paduan yang mengandung *chromium* dan *molybdenum*.

Kelebihan material ini adalah komposisi yang stabil, kemurnian baja yang tinggi, sedikit cacat pada permukaan, elemen berbahaya yang rendah, dan lapisan dekarburisasi yang kecil. Material SCM 440 merespons perlakuan panas dengan baik dan gampang untuk dikerjakan pada keadaan perlakuan panas. Material ini memiliki banyak sifat yang diperlukan yaitu ketahanan dan kekuatan keausan yang bagus, ketahanan yang sangat bagus, keuletan yang bagus, dan ketahanan atas tekanan suhu tinggi. Material ini banyak diaplikasikan untuk *gear*, poros, sekrup, dan lain-lain. Adapun komposisi paduan dan sifat termal material SCM 440 ialah pada tabel berikut:

Tabel 2.2. Komposisi Paduan SCM 440

(Sumber : <https://ptgaja.com/alloy-steel-scm440-aisi4140-vcl140>)

Unsur	Persentase (%)
C	0,38-0,43
Cr	0,90-1,20
Si	0,15-0,35
Mn	0,60-0,85
Mo	0,15-0,30
P/S	0,030max

Tabel 2.3. Sifat Termal SCM 440

(Sumber : <https://www.matweb.com>)

Sifat Termal	Nilai
Konduktivitas Panas (W/mK)	42,6
Massa Jenis (g/cm ³)	7,85
Kapasitas Panas Spesifik (J/kg.°K)	561

2.6. *Material Removal Rate (MRR)*

Menurut J.P.Davim (2011), MRR adalah jumlah material yang dihilangkan per satuan waktu, yang secara langsung mengarah ke dalam produktivitas proses.

MRR diamati sebagai tujuan untuk mengembangkan kombinasi parameter pemotongan optimal (Mukherjee et al., 2014). MRR bisa juga bisa diartikan dengan semacam besarnya jumlah material terbuang per satuan waktu (mm^3/min). MRR dapat dirumuskan dengan:

$$\text{MRR} = \frac{\text{Volume Material yang Terbuang (mm}^3\text{)}}{\text{Waktu Proses (menit)}} \dots\dots\dots(2)$$

Dengan rumus volume material:

$$V = \frac{m}{\rho} \dots\dots\dots(3)$$

Dengan,

V = volume material (mm^3)

m = massa material (gram)

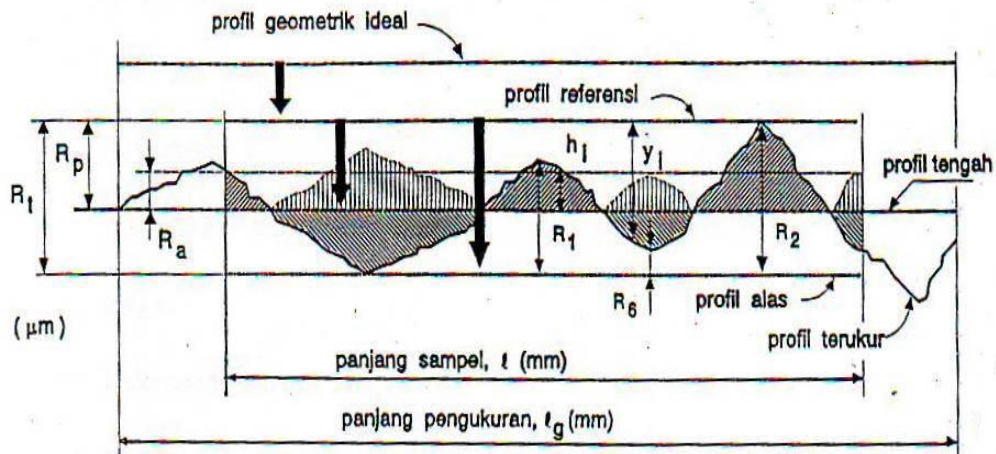
ρ = massa jenis material (g/mm^3)

2.7. Kekasaran Permukaan

Kekasaran permukaan ialah konfigurasi permukaan yang tidak beraturan dari suatu benda atau permukaan (Rochim,1993). Sifat suatu permukaan memainkan peran penting pada desain komponen mesin atau peralatan. Ada banyak hal yang harus ditanyakan dengan jelas tentang sifat permukaan, seumpama dalam kaitannya atas gesekan, keausan, ketahanan atas kelelahan, dan sebagainya. Permukaan pada material yang mengalami proses pemesinan bubut akan mempunyai kekasaran pada permukaannya. Hal tersebut disebabkan karena terjadinya kesalahan sewaktu proses pemesinan, yang mengakibatkan permukaan yang terbentuk sempurna tidak dapat dihasilkan.

Kekasaran permukaan bisa dijelaskan dengan mengibaratkan jarak antara puncak tertinggi dengan lembah terendah bagaikan suatu ukuran pada kekasaran permukaan material. Dijelaskan pula sebagai jarak *average* suatu profil ke garis

pada bagian tengah. Sensor alat pengukur wajib digerakkan mengikuti rute yang berbentuk garis lurus pada jarak yang sudah diputuskan agar menciptakan profil suatu permukaan. Seketika sesudah dan sesaat sebelum *stylus* bergerak, alat pengukur melaksanakan perhitungan bersumber pada data yang ditangkap oleh *stylus*. Untuk profil pada kekasaran permukaan diperlihatkan oleh Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Profil Kekasaran Permukaan (Rochim, 1993)

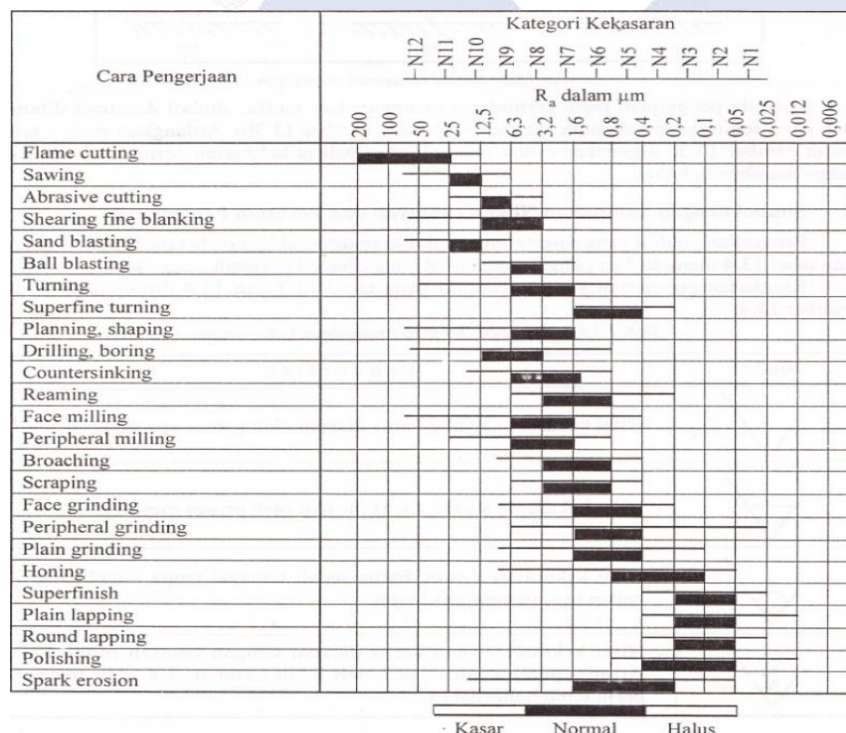
Kekasaran pada rata-rata aritmatika (R_a) ialah nilai rata-rata pada aritmatika antara garis bagian tengah dengan garis yang terukur. Nilai ini telah dikelompokkan menjadi 12 tingkat kekasaran oleh ISO, hal ini diharapkan untuk dapat menghindari terjadinya sumber kesalahan dalam satuan dan harga kekasaran, sehingga spesifikasi yang didapat dari kekasaran dapat langsung dituliskan angka kekasaran oleh ISO. Tingkat kekasaran tersebut ditandai dengan N1 hingga N12, dapat dilihat dalam Tabel 2.4. berikut:

Tabel 2.4. Angka 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	0,8
1,6	N7	
0,8	N6	
0,4	N5	
0,2	N4	0,25
0,1	N3	
0,05	N2	
0,025	N1	0,08

Tabel 2.5 menunjukkan contoh nilai kekasaran yang dapat diraih dengan berbagai proses pemesinan atau cara pengerjaan.

Tabel 2.5. Nilai Kekasaran yang Dapat Dicapai dengan Beberapa Proses Pemesinan/Pengerjaan (Rochim, 2001)



Dengan kasar adalah nilai kekasaran permukaan yang diperoleh melalui proses pengerjaan kasar, normal adalah nilai kekasaran permukaan yang diperoleh melalui proses pengerjaan normal, dan halus adalah nilai kekasaran permukaan yang diperoleh melalui proses pengerjaan tertentu.

2.8. Response Surface Methodology (RSM)

Response surface methodology atau juga metode respon permukaan ialah kumpulan metode matematika serta statistik yang bermanfaat bagi pemodelan dan menganalisis permasalahan, sebagian parameter mempengaruhi respons yang diinginkan serta tujuannya yaitu untuk mengoptimalkan respon tersebut. Penelitian yang memakai metode optimasi dalam prosesnya akan dipengaruhi oleh parameter dependen (respon) dan parameter independen (faktor), salah satu metode yang bisa dipakai dalam upaya optimasi ialah RSM (Hubeis, 1997). Ditemukan oleh BOX serta Wilson pada tahun 1990, metode RSM ialah salah satu alat yang efisien untuk menelaah kaitan antara respon dengan parameter independen (Kleijnen, 2014).

Sebagian besar permasalahan RSM, bentuk kaitan antara respon dengan parameter independen tidak ditemukan. Sebab itu, tahap awal pada RSM ialah mendapatkan pendekatan yang sesuai bagi hubungan fungsional yang sebenarnya antara y dan kumpulan parameter bebas. Wujud hubungan tersebut biasanya merupakan polinomial (orde pertama ataupun orde kedua). Ketika ada kelengkungan dalam sistem, polinomial model orde kedua yang digunakan dan model ini bisa melakukan optimalisasi dengan cara lebih signifikan ketimbang dengan model orde pertama. Persamaan bentuk orde pertama dan orde kedua adalah sebagai berikut:

$$y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \dots + \beta_kx_k + \varepsilon \dots\dots\dots(4)$$

$$y = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i x_i + \sum_{i=1}^k \beta_{ii} x_i^2 + \sum \sum_{i < j} \beta_{ij} x_i x_j + \varepsilon \dots\dots\dots(5)$$

Persamaan konversi faktor untuk pengkodean adalah sebagai berikut berikut:

$$x_i = \frac{X_i + \frac{1}{2}(y_{X_i \text{maks}} + y_{X_i \text{min}})}{\left(\frac{1}{2}y_{X_i \text{maks}} - y_{X_i \text{min}}\right)} \dots\dots\dots(6)$$

Dimana,

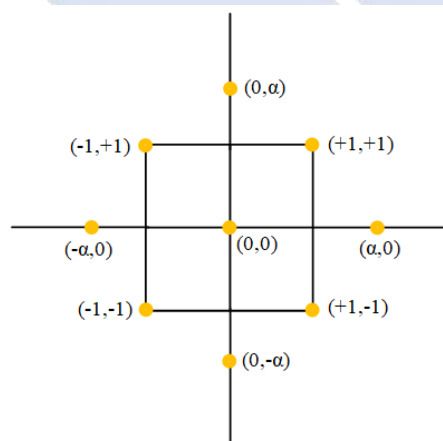
x_i = nilai kode faktor x ke-i

y_{xi} = nilai level faktor x ke-i

Metode RSM dapat menggunakan dua desain yaitu *Box-Behnken Design* (BBD) dan juga *Central Composite Design* (CCD). Pada penelitian ini, penulis memakai desain CCD.

- *Central Composite Design* (CCD)

Central Composite Design (CCD) merupakan format optimasi yang ada di RSM. CCD adalah kelas desain paling populer yang dipakai untuk menyesuaikan *second-order* (orde kedua) model. CCD biasanya terdiri dari 2^k faktorial (faktorial fraksional dari resolusi V) dengan n_F runs, $2k$ axial atau *star runs*, dan n_C center runs. Total percobaan pada CCD lebih banyak dibanding dengan BBD, jika desain dengan total faktor yang sama. CCD adalah desain yang paling efisien untuk menyesuaikan model orde kedua. CCD dengan 2 faktor diperlihatkan dalam Gambar 2.5. berikut:



Gambar 2.5. Central Composite Design untuk 2 Faktor (Montgomery, 1997)

Penelitian yang menggunakan metode RSM *central composite design*, umumnya memiliki langkah-langkah dalam melaksanakan pengolahan dan analisis data. Langkah-langkah tersebut yaitu:

1. Membuat desain percobaan.
2. Melakukan pendekatan regresi untuk mendapatkan nilai persamaan *second-order* model. Persamaan pendekatan regresi adalah sebagai berikut:

$$\beta = \begin{bmatrix} \hat{\beta}_0 \\ \hat{\beta}_1 \\ \hat{\beta}_2 \\ \hat{\beta}_{11} \\ \hat{\beta}_{22} \\ \hat{\beta}_{12} \end{bmatrix} = ((x^T x)^{-1}) (x^T y) \dots\dots\dots(7)$$

3. Melakukan uji normalitas residual.
4. Menentukan nilai *stationary point*. Persamaan *stationary point* adalah sebagai berikut:

$$X_0 = -\frac{1}{2} B^{-1}b \dots\dots\dots(8)$$

Dengan,

$$x = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ x_k \end{bmatrix} \quad b = \begin{bmatrix} \hat{\beta}_1 \\ \hat{\beta}_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \hat{\beta}_k \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} \hat{\beta}_{11}, & \hat{\beta}_{12}/2, & \dots, & \hat{\beta}_{1k}/2 \\ & \hat{\beta}_{22}, & \dots, & \hat{\beta}_{2k}/2 \\ & & \dots & \dots \\ \text{Sym.} & & & \hat{\beta}_{kk} \end{bmatrix}$$

5. Mendapatkan *eigen value* dengan menggunakan model *canonical*. Persamaan model *canonical* adalah sebagai berikut:

$$\hat{y} = \hat{y}_0 + \lambda_1 \omega_1^2 + \lambda_2 \omega_2^2 + \dots + \lambda_k \omega_k^2 \dots\dots\dots(9)$$

Dengan,

$\lambda_i =$ konstanta

ω_i = Parameter bebas (faktor)

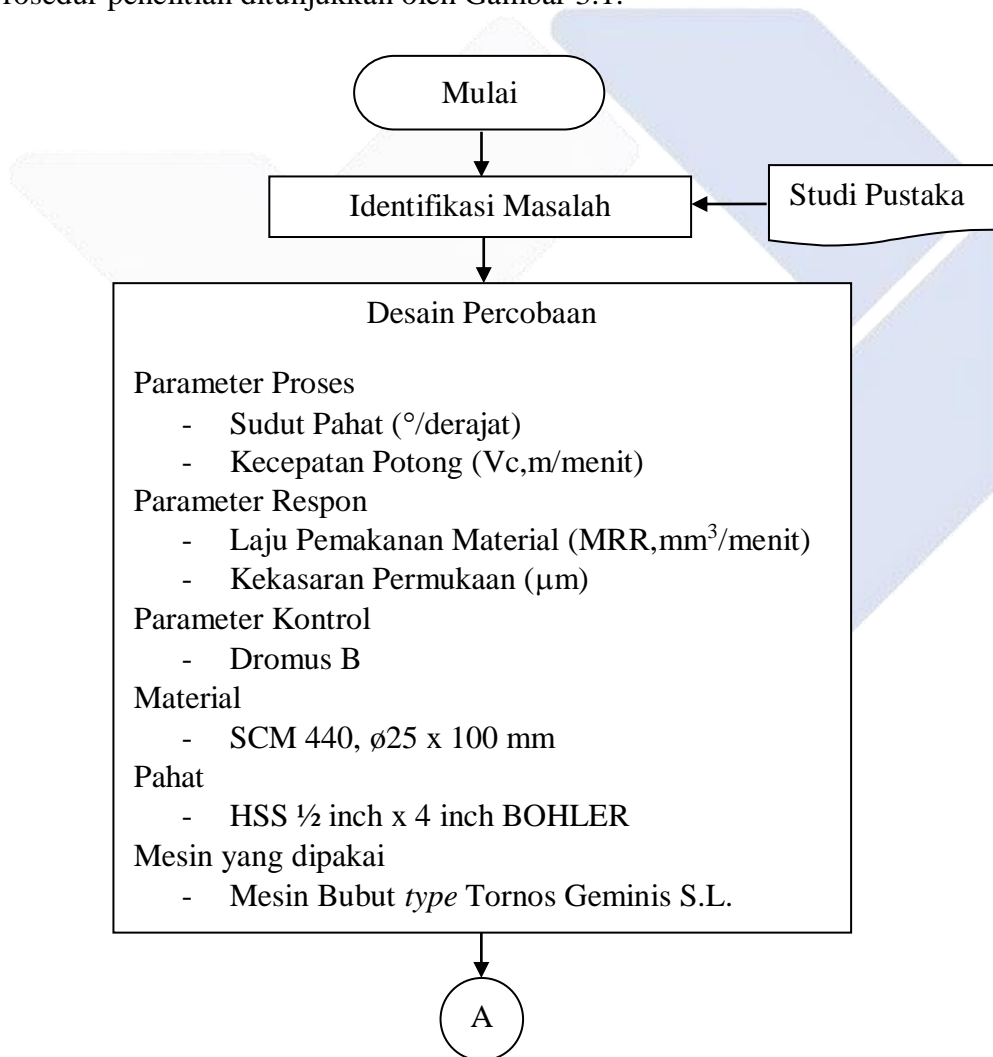
6. Menentukan nilai optimal dari *surface* dan proses *uncode*.
7. Menganalisis grafik *plot*.



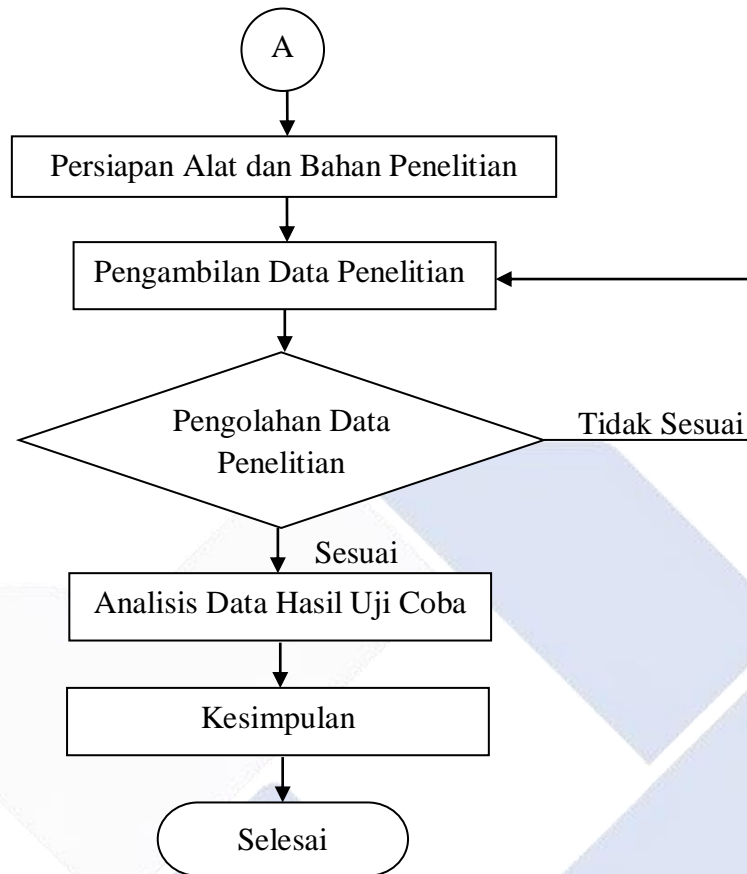
BAB III

METODE PELAKSANAAN

Penelitian ini dilaksanakan di Bengkel Mekanik Polman Babel. Metode yang dipakai pada penelitian ini ialah *Response Surface Methodology* (RSM), dan memakai desain dua parameter yang masing–masing memiliki tiga level untuk setiap variasi parameter. Pada penelitian ini tersedia prosedur penelitian untuk mempermudah peneliti dalam melangsungkan dan mencapai tujuan penelitian ini. Prosedur penelitian ditunjukkan oleh Gambar 3.1.



Gambar 3.1.a. Diagram Alir Percobaan



Gambar 3.1.b. Diagram Alir Percobaan

3.1 Alat dan Bahan

1. Alat

- Pahat

Pahat yang dipakai pada penelitian ini yaitu pahat tepi rata kanan, untuk spesifikasinya adalah HSS ½ inch x 4 inch BOHLER, ukuran pada sudut pahat divariasikan dengan sudut 12°, 13°, dan 14° (sudut bebas potong samping). Diperlihatkan dalam Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Pahat HSS ½ inch x 4 inch BOHLER

- Mesin Bubut

Mesin bubut yang digunakan *type* Tornos Geminis S.L. Diperlihatkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Mesin Bubut Tornos Geminis S.L.

- Timbangan digital

Timbangan digital *type* OHAUS dipakai guna menimbang massa dari material penelitian sebelum dan setelah dilakukan proses pembubutan pada mesin bubut Geminis. Diperlihatkan dalam Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Timbangan Digital *type* OHAUS

Tabel 3.1. Spesifikasi Timbangan Digital *type* OHAUS

Model	EX420N
Kapasitas maksimum	4,200 g
Ketelitian	0,01 g
Ketelitian (bersertifikat)	0,1 g
<i>Power</i>	<i>AC Adapter (Included)</i>
Waktu Stabilisasi	1 s

- Alat Ukur Kekasaran Permukaan

Untuk pengukuran kekasaran permukaan material penelitian sesudah dilaksanakan proses pembubutan akan memakai alat *Surface Roughness Tester type* Mitutoyo SJ-210. Diperlihatkan dalam Gambar 3.5.



Gambar 3.5. *Surface Roughness Tester type* Mitutoyo SJ-210

**Tabel 3.2. Spesifikasi *Surface Roughness Tester type*
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

- Jangka Sorong

Jangka sorong dipakai guna mengukur diameter dan panjang pada benda kerja. Diperlihatkan dalam Gambar 3.6.



Gambar 3.6. Jangka Sorong

- V-Block

V-Block dipakai untuk menaruh benda kerja pada saat proses pengukuran kekasaran. Diperlihatkan pada Gambar 3.7. berikut.

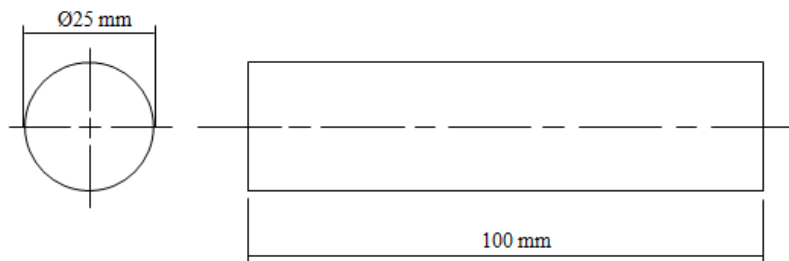


Gambar 3.7. V-Block

2. Bahan

- Material

Material baja paduan SCM 440 akan dipakai dalam penelitian ini. Baja paduan ini dipilih karena material yang mudah didapatkan, memiliki harga yang terjangkau, dan material ini banyak dipakai sebagai bahan dalam pembuatan komponen pada mesin. Untuk ukuran dimensi material adalah $\varnothing 25 \times 100$ mm. Diperlihatkan dalam Gambar 3.8.



Gambar 3.8. Material SCM 440

3.2 Parameter Penelitian

Parameter yang dipakai pada penelitian ini yaitu parameter proses, parameter respon dan parameter kontrol.

1. Parameter Proses

Parameter proses adalah objek (faktor) yang bisa dimanipulasi atau direkayasa (level), yang biasanya sering disebut sebagai parameter pengendali atau kontrol. Parameter proses dalam penelitian ini adalah variasi sudut pahat sebesar 12° , 13° , dan 14° (sudut bebas potong samping) dan variasi kecepatan potong sebesar 14, 15, 16 m/menit.

2. Parameter Respon

Parameter respon adalah perubahan yang terukur, perubahan itu terjadi sebagai respon dari perlakuan terhadap parameter proses. Parameter respon dalam penelitian ini adalah laju pemakanan material dan kekasaran permukaan.

3. Parameter Kontrol

Parameter kontrol ialah parameter yang dikendalikan sehingga pengaruh dari parameter proses kepada parameter respon tidak dipengaruhi dari faktor eksternal yang tidak masuk dalam penelitian, dengan tujuan demi mencegah adanya hasil perhitungan bias. Parameter kontrol penelitian ini yaitu dromus B.

3.3. Pengambilan Data Penelitian

Adapun prosedur pengambilan data penelitian ini yaitu:

1. Desain Percobaan

Desain percobaan yang dipakai pada penelitian ini yaitu *Central Composite Design* (CCD) dalam RSM. Jumlah parameter penelitian atau k yaitu 2, dimana jumlah *factorial point* yaitu $2^k = 4$, *axial point* sejumlah $2k = 4$, dan 3 eksperimen *center point* sebagai penambah ketelitian atas

respon yang diharapkan dengan 2 parameter pada penelitian ini. Adapun desain percobaan penelitian ini yang berbentuk kode level parameter ditunjukkan pada Tabel 3.3. berikut:

Tabel 3.3. Desain Percobaan Penelitian

No	Kode Level	
	Parameter 1	Parameter 2
1	-1	-1
2	1	-1
3	-1	1
4	1	1
5	-1,40	0
6	1,40	0
7	0	-1,40
8	0	1,40
9	0	0
10	0	0
11	0	0

Rincian perhitungan tentang CCD baik nilai alpha dan sebagainya dapat dilihat pada lampiran 2. Adapun nilai level dari variasi untuk 2 parameter ditambah dengan nilai level dari *axial point* ditunjukkan pada Tabel 3.4. berikut:

Tabel 3.4. Nilai Level dari Variasi Parameter

Level	-1,40	-1	0	1	1,40
Parameter					
Sudut Pahat (°/derajat)	11,60	12	13	14	14,40
Kecepatan Potong (VC,m/menit)	13,60	14	15	16	16,40

2. Persiapan Pahat

Pengerjaan yang pertama dilakukan adalah membuat variasi sudut pada mata pahat HSS ½ inch x 4 inch BOHLER yaitu pada sudut bebas sebesar 12°, 13°, dan 14° (sudut bebas potong samping). Lakukan pembuatan pahat dengan menggunakan mesin gerinda secara bertahap. Diperlihatkan dalam Gambar 3.9.



Gambar 3.9. Proses Pengasahan Pahat

3. Persiapan Benda Kerja

Siapkan benda kerja SCM 440 sebanyak yang dibutuhkan, siapkan juga pahat *Carbide* dan peralatan lain yang dibutuhkan serta mesin bubut. Kemudian lakukan pembubutan facing kedua sisi benda kerja, yang diawali dengan penyetingan pada mesin bubut seperti pemasangan benda kerja pada *chuck*. Lakukan facing kedua sisi benda kerja hingga mendapatkan ukuran panjang benda kerja yang diinginkan yaitu 100 mm. Setelah proses facing selesai, beri tanda pada setiap benda kerja dengan cara menulis nomor urut uji. Diperlihatkan dalam Gambar 3.10.



Gambar 3.10. Proses Facing

4. Pengambilan Data Massa Awal Benda Kerja

Setelah proses persiapan benda kerja dan proses facing selesai, kemudian dilanjutkan dengan proses menimbang setiap benda kerja yang telah diberi nomor urut uji. Proses ini dilakukan sebagai langkah awal pengambilan data massa awal benda kerja setelah di *facing* dan sebelum dilakukan proses pembubutan. Diperlihatkan dalam Gambar 3.11.



Gambar 3.11. Menimbang Massa Awal Benda Kerja

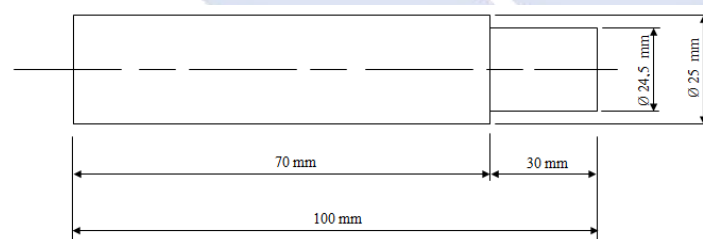
5. Proses Pembubutan

Setelah menyiapkan pahat bubut dan menyesuaikan ukuran panjang benda kerja, dilanjutkan dengan proses pembubutan dengan menggunakan mesin bubut Geminis. Lakukan urutan langkah kerja pembubutan sesuai dengan langkah-langkah berikut ini:

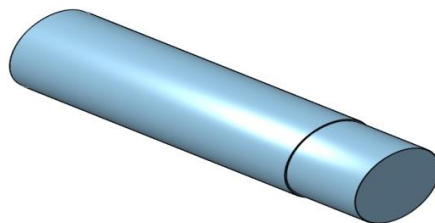
- Menyetel benda kerja pada *chuck*.

- Menyetel pahat bubut pada *tool post*, pasang pahat sesuai dengan urutan *setting* parameter yang telah ditetapkan.
- *setting* RPM mesin bubut yang cocok dengan *setting* parameter yang sudah ditetapkan.
- Kemudian lakukan proses pembubutan pada benda kerja sesuai dengan kombinasi dari setiap level dan parameter faktor.
- Berikan cairan pendingin pada setiap proses pembubutan.
- Lepas benda kerja dari *chuck* mesin bubut jika proses pembubutan sudah selesai.
- Lepas pahat bubut pada *tool post*.
- Lakukan pembubutan pada sampel berikutnya hingga semua kombinasi dari setiap level dan parameter faktor selesai dilakukan proses pembubutan
- Setelah semua sampel selesai dibubut, matikan dan bersihkan mesin bubut Geminis dan juga peralatan yang digunakan.

Sebanyak 11 sampel percobaan yang sudah termasuk kombinasi dari setiap level dan parameter faktor, akan dilakukan proses pembubutan bertingkat dengan ukuran diameter 24.5 mm sepanjang 30 mm. Ukuran dan bentuk material diperlihatkan dalam Gambar 3.12.



a) Ukuran



b) Bentuk

Gambar 3.12. Ukuran dan Bentuk Material

6. Proses Pengambilan Data

Proses pengambilan data akan menggunakan 2 pengujian yaitu pengujian laju pemakanan material (MRR) dan pengujian kekasaran permukaan.

1. Pengujian Laju Pemakanan Material (MRR)

Alat yang dipakai untuk mengukur laju pemakanan material adalah timbangan digital ber *type* OHAUS. Langkah pengujian MRR adalah dengan cara setelah data massa awal benda kerja sebelum dilakukan pengerjaan didapat, lalu lakukan proses penimbangan massa akhir benda kerja sesudah dilakukan pengerjaan pada mesin bubut dengan menggunakan timbangan. Kemudian ukur setiap sampel dari benda kerja hingga mendapatkan semua nilai yang diperlukan seperti data massa benda kerja dan waktu pengerjaan. Proses penimbangan massa akhir benda kerja diperlihatkan dalam Gambar 3.13.



Gambar 3.13. Menimbang Massa Akhir Benda Kerja

2. Pengujian Kekasaran Permukaan

Alat yang dipakai untuk mengukur kekasaran adalah *Surface Roughness Tester*. Langkah pengujian kekasaran adalah benda kerja yang sudah dibubut atau sudah melalui proses pembubutan, kemudian diletakkan di *V-Block* dengan posisi ke arah horizontal mengikuti alat penguji kekasaran. Diperlihatkan dalam Gambar 3.14.



Gambar 3.14. Proses Pengujian Kekasaran Permukaan

3.4. Pengolahan Data Penelitian

Jenis metode pengolahan data yang dipakai untuk penelitian ini ialah *response surface methodology* (RSM). Dalam metode ini *central composite design* dipakai untuk memperoleh kecocokan model. Sesudah seluruh data penelitian ini terkumpul, lalu data tersebut diolah dengan metode RSM, dengan tujuan mendapatkan persamaan *second-order* pada metode ini.

3.5. Analisis Data Hasil Uji Coba

Analisis data dilakukan memakai metode *response surface* dengan *central composite design*, setelah pengolahan data akan dilakukan perhitungan serta pengujian data. Tujuan dari analisis ini ialah untuk memperoleh persamaan *stationary point surface*, *eigen values*, dan sebagainya dalam metode RSM ini, sehingga nanti bisa menemukan nilai optimal dari *surface*.

3.6. Kesimpulan

Tahapan ini merupakan tahap akhir dan lanjutan dari tahapan analisis hasil uji coba, dimana peneliti menentukan hasil akhir atas uji coba pada penelitian ini sehingga mendapatkan kesimpulan akhir penelitian.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Nilai Laju Pemakanan Material

Hasil yang akan dibahas pertama kali pada bab 4 ini adalah, nilai dari laju pemakanan material atau *Material Removal Rate* (MRR). Untuk pengambilan data laju pemakanan material pada penelitian ini dilakukan dengan memvariasikan parameter-parameter pemesinan pada mesin bubut Geminis seperti sudut pahat dan kecepatan potong. Dimana parameter tersebut akan menjadi faktor yang diperkirakan mempengaruhi nilai dari laju pemakanan material pada penelitian ini. Adapun data hasil nilai laju pemakanan material dari percobaan yang telah dilakukan diperlihatkan dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Data Hasil Percobaan Laju Pemakanan Material

Percobaan	Parameter		Massa Awal (gram)	Massa Akhir (gram)	Waktu proses Pengerjaan (menit)
	Sudut Pahat (°/derajat)	Kecepatan Potong (Vc,m/menit)			
1	12	14	391,37	388,32	1,764
2	14	14	392,30	389,18	1,738
3	12	16	392,05	389,13	1,329
4	14	16	391,79	386,67	1,345
5	11,60	15	392,39	388,44	1,338
6	14,40	15	391,65	388,35	1,326
7	13	13,60	391,82	389,54	1,754
8	13	16,40	392,36	387,84	1,306
9	13	15	392,78	389,03	1,322
10	13	15	391,78	388,49	1,340
11	13	15	392,73	389,75	1,325

Hasil percobaan

Data hasil selisih massa awal dan akhir benda kerja diperlihatkan dalam Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Data Hasil Selisih Massa Awal dan Akhir Benda Kerja

Percobaan	Massa Awal (gram)	Massa Akhir (gram)	Selisih (gram)
1	391,37	388,32	3,05
2	392,30	389,18	3,12
3	392,05	389,13	2,92
4	391,79	386,67	5,12
5	392,39	388,44	3,95
6	391,65	388,35	3,30
7	391,82	389,54	2,28
8	392,36	387,84	4,52
9	392,78	389,03	3,75
10	391,78	388,49	3,29
11	392,73	389,75	2,98

Hasil percobaan dan perhitungan

- Perhitungan Laju Pemakanan Material (MRR)

Dengan memperhatikan massa jenis material SCM 440 yaitu 7,85 g/cm³, berikut ini adalah tabel hasil perhitungan data MRR diperlihatkan dalam Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Hasil Perhitungan MRR

Percobaan	Selisih (gram)	Massa Jenis (g/mm ³)	Volume Material yang Terbuang (mm ³)	Waktu Proses Pengerjaan (menit)	MRR (mm ³ /menit)
1	3,05	0,00785	388,535	1,764	220,26
2	3,12	0,00785	397,452	1,738	228,68
3	2,92	0,00785	371,975	1,329	279,89
4	5,12	0,00785	652,229	1,345	484,93
5	3,95	0,00785	503,185	1,338	376,07
6	3,30	0,00785	420,382	1,326	317,03
7	2,28	0,00785	290,446	1,754	165,59
8	4,52	0,00785	575,796	1,306	440,89
9	3,75	0,00785	477,707	1,322	361,35
10	3,29	0,00785	419,108	1,340	312,77
11	2,98	0,00785	379,618	1,325	286,50

Hasil percobaan dan perhitungan

Berdasarkan tabel hasil perhitungan MRR di atas, laju pemakanan material dipengaruhi oleh volume material yang terbuang dan waktu proses pengerjaan. Nilai MRR terkecil adalah 165,59 mm³/menit, didapat pada percobaan kombinasi ke-7 dan nilai MRR terbesar adalah 484,93 mm³/menit, didapat pada percobaan kombinasi ke-4.

4.2. Data Nilai Kekasaran Permukaan

Hasil yang akan dibahas selanjutnya pada bab 4 ini adalah, nilai dari kekasaran permukaan. Untuk pengambilan data kekasaran permukaan pada penelitian ini dilaksanakan dengan memvariasikan parameter-parameter pemesinan pada mesin bubut Geminis seperti sudut pahat dan kecepatan potong. Dimana parameter tersebut akan menjadi faktor yang diperkirakan mempengaruhi

nilai dari kekasaran permukaan pada penelitian ini. Adapun data hasil nilai kekasaran permukaan dari percobaan yang telah dilakukan diperlihatkan dalam Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Data Nilai Kekasaran Permukaan

Percobaan	Parameter		Nilai Kekasaran Permukaan (μm)
	Sudut Pahat ($^{\circ}$ /derajat)	Kecepatan Potong ($V_c, \text{m}/\text{menit}$)	
1	12	14	5,704
2	14	14	6,055
3	12	16	6,241
4	14	16	5,958
5	11,60	15	6,093
6	14,40	15	6,175
7	13	13,60	6,514
8	13	16,40	5,695
9	13	15	5,703
10	13	15	5,802
11	13	15	5,851

Hasil percobaan dan perhitungan

Berdasarkan tabel data nilai kekasaran permukaan di atas, nilai kekasaran permukaan terkecil adalah $5,695 \mu\text{m}$, didapat pada percobaan kombinasi ke-8 dan nilai kekasaran terbesar adalah $6,514 \mu\text{m}$, didapat pada percobaan kombinasi ke-7.

4.3. Pengolahan Data

Pengolahan data nilai laju pemakanan material dan kekasaran permukaan akan memakai metode *Response Surface Methodology* (RSM). Berikut ini adalah rincian perhitungan dan pengolahan data:

- Kode (*code*)

Untuk laju pemakanan material dan kekasaran permukaan memiliki nilai kode yang sama karena sama-sama memiliki 2 parameter proses yakni sudut pahat dan kecepatan potong. Untuk kode parameternya diperlihatkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Kode Parameter Proses

No	Kode Parameter Proses	
	X1 (Sudut Pahat)	X2 (Kecepatan Potong)
1	-1	-1
2	1	-1
3	-1	1
4	1	1
5	-1,40	0
6	1,40	0
7	0	-1,40
8	0	1,40
9	0	0
10	0	0
11	0	0

Sehingga *matrix* kode x adalah

$$x = \begin{matrix} & X_1 & X_2 & X_1^2 & X_2^2 & X_1X_2 \\ \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} -1 \\ 1 \\ -1 \\ 1 \\ -1,40 \\ 1,40 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} -1 \\ -1 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ -1,40 \\ 1,40 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1,96 \\ 1,96 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 1,96 \\ 1,96 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ -1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

- Nilai Y (Respon)

Terdapat 2 respon pada penelitian ini yaitu laju pemakanan material dan kekasaran permukaan, sehingga untuk nilai Y nya yaitu:

- Laju Pemakanan Material (MRR)

$$y(\text{MRR}) = \begin{bmatrix} 220,26 \\ 228,68 \\ 279,89 \\ 484,93 \\ 376,07 \\ 317,03 \\ 165,59 \\ 440,89 \\ 361,35 \\ 312,77 \\ 286,50 \end{bmatrix}$$

- Kekasaran Permukaan

$$y(\text{Kekasaran permukaan}) = \begin{bmatrix} 5,704 \\ 6,055 \\ 6,241 \\ 5,958 \\ 6,093 \\ 6,175 \\ 6,514 \\ 5,695 \\ 5,703 \\ 5,802 \\ 5,851 \end{bmatrix}$$

- Pendekatan Regresi

Untuk mendapatkan nilai persamaan *Second-order* model maka akan dilakukan pendekatan regresi, berikut ini adalah perhitungan *Second-order model* untuk masing-masing respon:

- Laju Pemakanan Material (MRR)

➤ X^T (*Transpose*)

$$X^T = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ -1 & 1 & -1 & 1 & -1,40 & 1,40 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & 1 & 1 & 0 & 0 & -1,40 & 1,40 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1,96 & 1,96 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1,96 & 1,96 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

➤ $X^T X$

$$X^T X = \begin{bmatrix} 11 & 0 & 0 & 7,92 & 7,92 & 0 \\ 0 & 7,92 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 7,92 & 0 & 0 & 0 \\ 7,92 & 0 & 0 & 11,6832 & 4 & 0 \\ 7,92 & 0 & 0 & 4 & 11,6832 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 4 \end{bmatrix}$$

➤ *Invers*

$$I = \begin{bmatrix} 0,333243 & 0 & 0 & -0,16829 & -0,16829 & 0 \\ 0 & 0,126263 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0,126263 & 0 & 0 & 0 \\ -0,16829 & 0 & 0 & 0,181943 & 0,051789 & 0 \\ -0,16829 & 0 & 0 & 0,051789 & 0,181943 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,25 \end{bmatrix}$$

➤ $X^T Y$

$$X^T Y = \begin{bmatrix} 3473,9626 \\ 130,80525 \\ 701,29035 \\ 2572,2421 \\ 2402,4537 \\ 196,61259 \end{bmatrix}$$

➤ Nilai *Invers* Kali $X^T Y$ (β)

$$\beta = \begin{bmatrix} 320,4949 \\ 16,51581 \\ 88,54676 \\ 7,799236 \\ -14,2994 \\ 49,15315 \end{bmatrix}$$

Dari nilai β diatas didapatkan *Second-order* model yang terdiri dari x_1 (sudut pahat), x_2 (kecepatan potong), x_1^2 (sudut pahat pangkat 2), x_2^2 (kecepatan potong pangkat 2), dan x_1x_2 (sudut pahat dikali kecepatan potong), jadi persamaan *Second-order* modelnya adalah

$$\hat{y} = 320,4949 + 16,51581x_1 + 88,54676x_2 + 7,799236x_1^2 - 14,2994x_2^2 + 49,15315x_1x_2$$

- Kekasaran Permukaan

➤ X^T (Transpose)

$$X^T = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ -1 & 1 & -1 & 1 & -1,40 & 1,40 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & 1 & 1 & 0 & 0 & -1,40 & 1,40 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1,96 & 1,96 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1,96 & 1,96 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

➤ $X^T X$

$$X^T X = \begin{bmatrix} 11 & 0 & 0 & 7,92 & 7,92 & 0 \\ 0 & 7,92 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 7,92 & 0 & 0 & 0 \\ 7,92 & 0 & 0 & 11,6832 & 4 & 0 \\ 7,92 & 0 & 0 & 4 & 11,6832 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 4 \end{bmatrix}$$

➤ *Invers*

$$I = \begin{bmatrix} 0,333243 & 0 & 0 & -0,16829 & -0,16829 & 0 \\ 0 & 0,126263 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0,126263 & 0 & 0 & 0 \\ -0,16829 & 0 & 0 & 0,181943 & 0,051789 & 0 \\ -0,16829 & 0 & 0 & 0,051789 & 0,181943 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,25 \end{bmatrix}$$

➤ $X^T Y$

$$X^T Y = \begin{bmatrix} 65,7901 \\ 0,18448 \\ -0,70688 \\ 48,00358 \\ 47,88794 \\ -0,6347 \end{bmatrix}$$

➤ Nilai *Invers* Kali $X^T Y$ (β)

$$\beta = \begin{bmatrix} 5,786751 \\ 0,023293 \\ -0,08925 \\ 0,142364 \\ 0,127313 \\ -0,15868 \end{bmatrix}$$

Dari nilai β diatas didapatkan *Second-order* model yang terdiri dari x_1 (sudut pahat), x_2 (kecepatan potong), x_1^2 (sudut pahat pangkat 2), x_2^2 (kecepatan potong pangkat 2), dan x_1x_2 (sudut pahat dikali kecepatan potong), jadi persamaan *Second-order* modelnya adalah

$$\hat{y} = 5,786751 + 0,023293x_1 - 0,08925x_2 + 0,142364x_1^2 + 0,127313x_2^2 - 0,15868x_1x_2$$

4.4. Analisis Ragam (ANOVA)

Analisis ragam (ANOVA) dipakai untuk menganalisis model permukaan respon laju pemakanan material dan kekasaran permukaan. Hasil analisis ragam bertujuan untuk melihat pengaruh faktor-faktor terhadap respon. Nilai *p-value* yang diperoleh digunakan sebagai statistik uji untuk menyimpulkan hipotesis null (H_0) ditolak atau gagal ditolak. Hasil analisis ragam dari masing-masing respon adalah sebagai berikut:

- Laju pemakanan material (MRR)

Tabel 4.6. Analisis Ragam (ANOVA) MRR

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	5	75887,9	15177,6	4,89	0,053
Linear	2	64257,3	32128,7	10,36	0,017
Sudut pahat	1	2160,4	2160,4	0,70	0,442
Vc	1	62097,0	62097,0	20,02	0,007
Square	2	1966,4	983,2	0,32	0,742
Sudut pahat*Sudut pahat	1	334,3	334,3	0,11	0,756
Vc*Vc	1	1123,8	1123,8	0,36	0,573
2-Way Interaction	1	9664,1	9664,1	3,12	0,138
Sudut pahat*Vc	1	9664,1	9664,1	3,12	0,138
Error	5	15509,6	3101,9		
Lack-of-Fit	3	12625,4	4208,5	2,92	0,266
Pure Error	2	2884,1	1442,1		
Total	10	91397,5			

- Hipotesis sudut pahat

H_0 : Tidak ditemukan pengaruh signifikan sudut pahat terhadap laju pemakanan material.

H_1 : Ditemukan pengaruh signifikan sudut pahat terhadap laju pemakanan material.

- Hipotesis kecepatan potong

H_0 : Tidak ditemukan pengaruh signifikan kecepatan potong terhadap laju pemakanan material.

H_1 : Ditemukan pengaruh signifikan kecepatan potong terhadap laju pemakanan material.

- Hipotesis interaksi antara sudut pahat dan kecepatan potong

H_0 : Tidak ditemukan pengaruh signifikan interaksi antara sudut pahat dan kecepatan potong terhadap laju pemakanan material.

H_1 : Ditemukan pengaruh signifikan interaksi antara sudut pahat dan kecepatan potong terhadap laju pemakanan material.

- α : 0,05 (5%)

- Statistik Uji

Apabila p-value lebih kecil dari 0,05 maka nilai tersebut signifikan.

- Kriteria Uji

H_0 ditolak apabila p-value $< 0,05$

H_0 gagal ditolak apabila p-value $> 0,05$

Berdasarkan uji anova yang telah dilakukan dan didapatkan nilai p-value untuk sudut pahat sebesar 0,442 berarti H_0 gagal ditolak dengan kata lain bahwa tidak ditemukan pengaruh signifikan dari sudut pahat terhadap laju pemakanan material karena p-value $> 0,05$. Diperoleh nilai p-value untuk kecepatan potong sebesar 0,007 berarti H_0 ditolak dengan kata lain bahwa ditemukan pengaruh signifikan dari kecepatan potong terhadap laju pemakanan material karena p-value $< 0,05$. Dan nilai p-value untuk interaksi antara sudut pahat dan kecepatan potong sebesar 0,138 berarti H_0 gagal ditolak dengan kata lain tidak ditemukan pengaruh signifikan dari sudut pahat terhadap laju pemakanan material karena p-value $> 0,05$.

- Kekasaran Permukaan

Tabel 4.7. Analisis Ragam (ANOVA) Kekasaran Permukaan

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	5	0,324543	0,064909	0,88	0,555
Linear	2	0,067388	0,033694	0,46	0,658
Sudut pahat	1	0,004297	0,004297	0,06	0,819
Vc	1	0,063091	0,063091	0,85	0,398
Square	2	0,156444	0,078222	1,06	0,414
Sudut pahat*Sudut pahat	1	0,111394	0,111394	1,51	0,274
Vc*Vc	1	0,089086	0,089086	1,21	0,322
2-Way Interaction	1	0,100711	0,100711	1,36	0,296
Sudut pahat*Vc	1	0,100711	0,100711	1,36	0,296
Error	5	0,369535	0,073907		
Lack-of-Fit	3	0,358166	0,119389	21,00	0,046
Pure Error	2	0,011369	0,005684		
Total	10	0,694079			

- Hipotesis sudut pahat
 H_0 : Tidak ditemukan pengaruh signifikan sudut pahat terhadap kekasaran permukaan.
 H_1 : Ditemukan pengaruh signifikan sudut pahat terhadap kekasaran permukaan.
- Hipotesis kecepatan potong
 H_0 : Tidak ditemukan pengaruh signifikan kecepatan potong terhadap kekasaran permukaan.
 H_1 : Ditemukan pengaruh signifikan kecepatan potong terhadap kekasaran permukaan.
- Hipotesis interaksi antara sudut pahat dan kecepatan potong
 H_0 : Tidak ditemukan pengaruh signifikan interaksi antara sudut pahat dan kecepatan potong terhadap kekasaran permukaan.

H_1 : Ditemukan pengaruh signifikan interaksi antara sudut pahat dan kecepatan potong terhadap kekasaran permukaan.

- α : 0,05 (5%)

- Statistik Uji

Apabila p-value lebih kecil dari 0,05 maka nilai tersebut signifikan.

- Kriteria Uji

H_0 ditolak apabila p-value $< 0,05$

H_0 gagal ditolak apabila p-value $> 0,05$

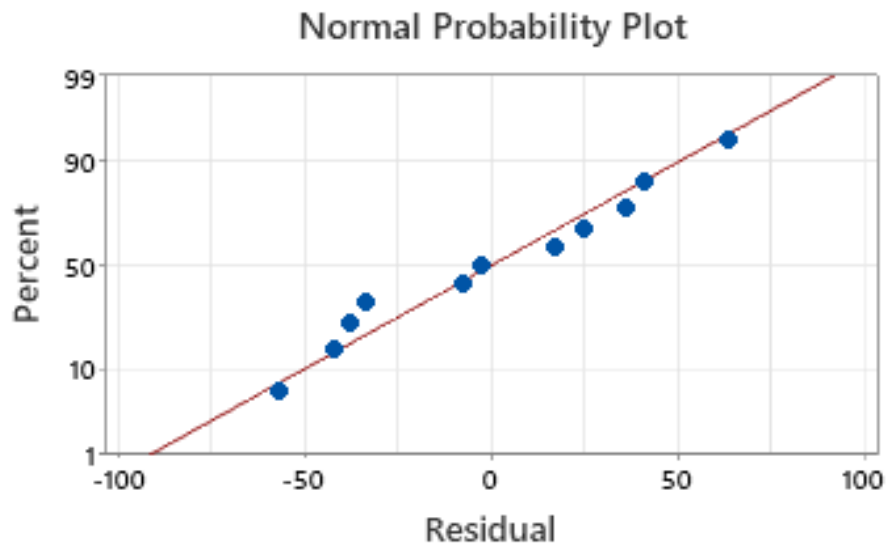
Berdasarkan uji anova yang telah dilakukan dan didapatkan nilai p-value untuk sudut pahat sebesar 0,819 berarti H_0 gagal ditolak dengan kata lain bahwa tidak ditemukan pengaruh signifikan dari sudut pahat terhadap kekasaran permukaan karena p-value $> 0,05$. Diperoleh nilai p-value untuk kecepatan potong sebesar 0,398 berarti H_0 gagal ditolak dengan kata lain bahwa tidak ditemukan pengaruh signifikan dari kecepatan potong terhadap kekasaran permukaan karena p-value $> 0,05$. Dan nilai p-value untuk interaksi antara sudut pahat dan kecepatan potong sebesar 0,296 berarti H_0 gagal ditolak dengan kata lain tidak ditemukan pengaruh signifikan dari sudut pahat terhadap kekasaran permukaan karena p-value $> 0,05$.

4.5. Uji Normalitas Residual

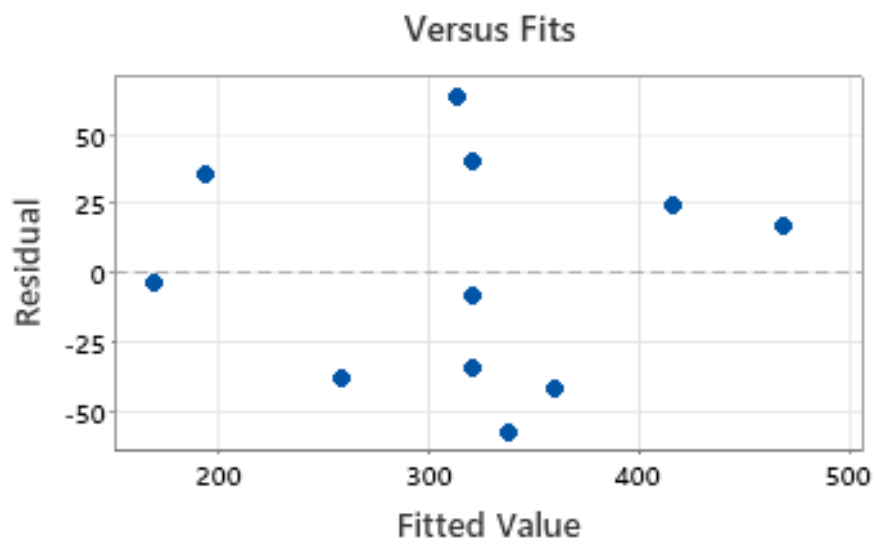
Uji normalitas merupakan uji guna mengetahui apakah nilai residual terdistribusi normal atau tidak. Terdapat 3 hal yang harus diperhatikan pada analisis residual yakni mengecek kenormalan residual, plot hasil residual dengan taksiran respon, dan plot antara residual dengan order. Untuk hasil plot uji normalitas residual dari masing-masing respon adalah sebagai berikut:

- Laju pemakanan material (MRR)

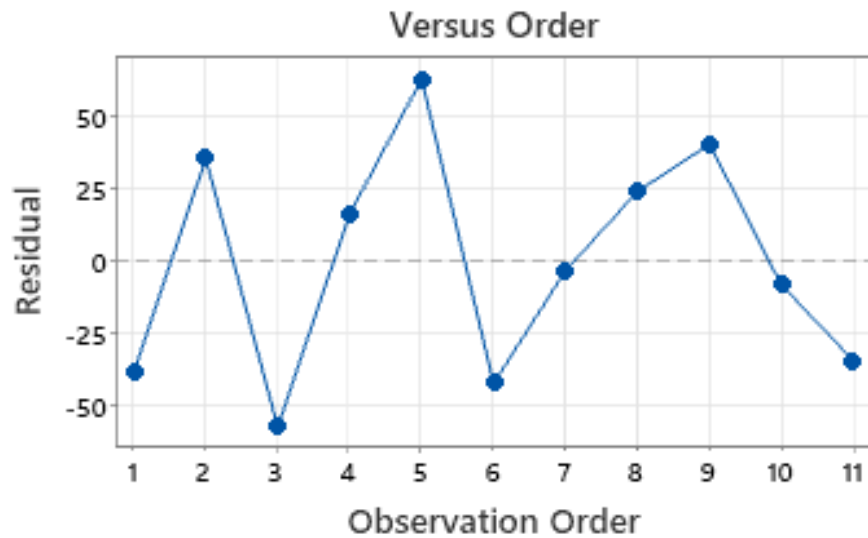
Hasil plot uji normalitas residual untuk MRR diperlihatkan dalam Gambar 4.1., Gambar 4.2., dan Gambar 4.3.



Gambar 4.1. Uji Normalitas Residual



Gambar 4.2. Plot Hasil Residual dengan Taksiran Respon

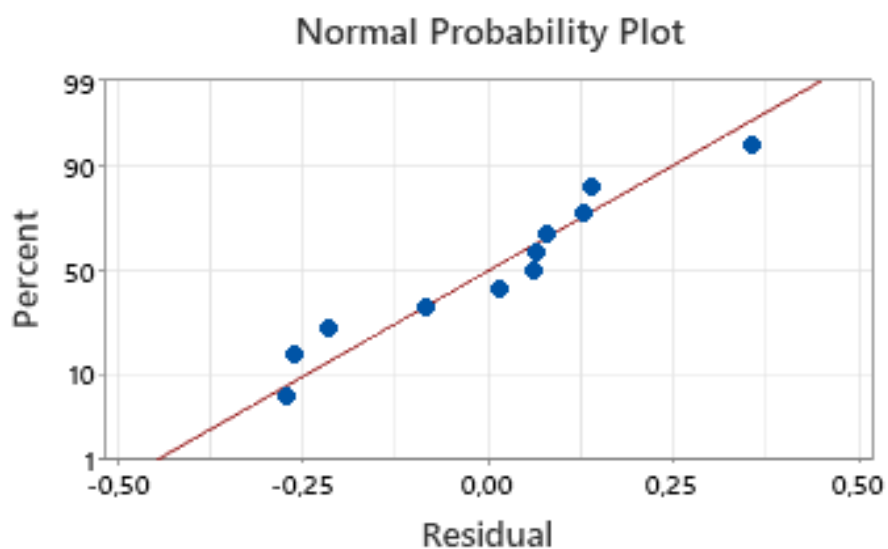


Gambar 4.3. Plot antara Residual dengan Order

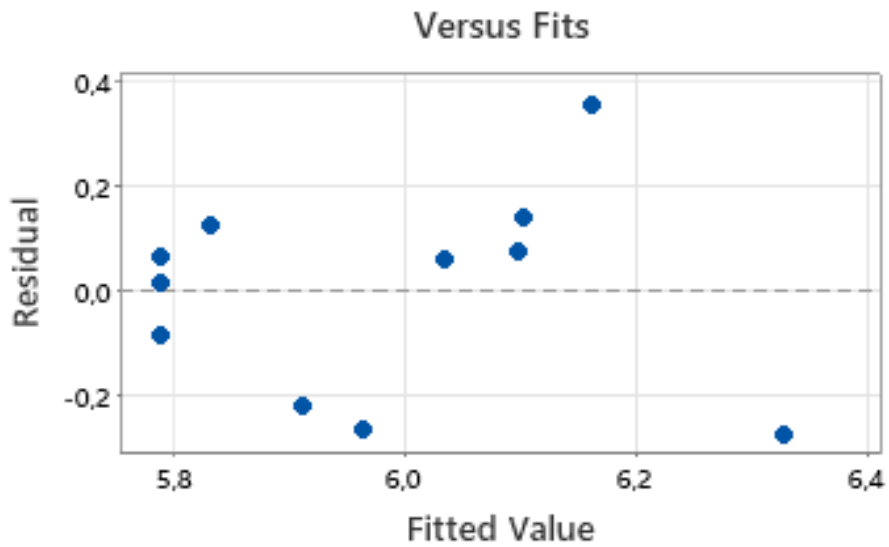
Pada Gambar 4.1., Gambar 4.2., dan Gambar 4.3. terlihat bahwasanya titik pada plot membentuk pola linear atau garis lurus dan data tersebar secara normal yang berarti residual data memenuhi dugaan distribusi normal, sehingga analisis data dapat dilanjutkan.

- Kekasaran permukaan

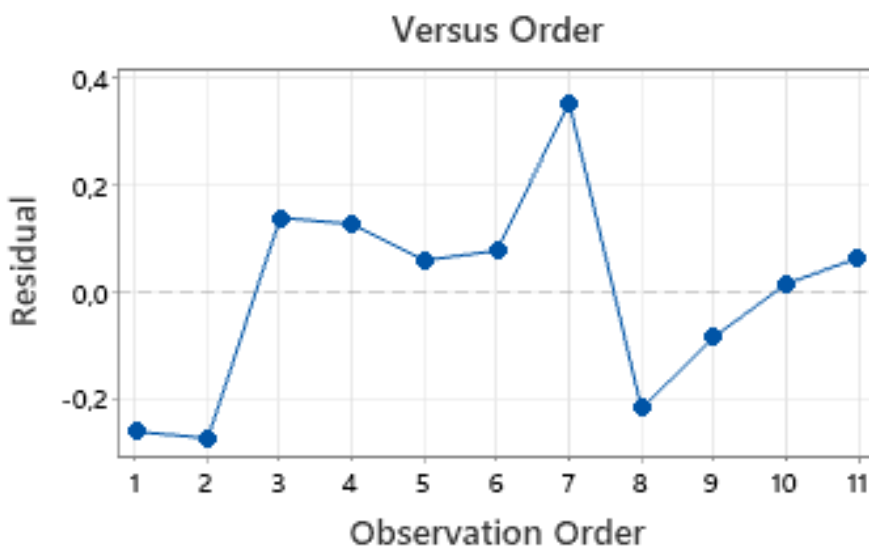
Hasil plot uji normalitas residual untuk kekasaran permukaan diperlihatkan dalam Gambar 4.4., Gambar 4.5., dan Gambar 4.6.



Gambar 4.4. Uji Normalitas Residual



Gambar 4.5. Plot Hasil Residual dengan Taksiran Respon



Gambar 4.6. Plot antara Residual dengan Order

Pada Gambar 4.4., Gambar 4.5., dan Gambar 4.6. terlihat bahwasanya titik pada plot membentuk pola linear atau garis lurus dan data tersebar secara normal yang berarti residual data memenuhi dugaan distribusi normal, sehingga analisis data dapat dilanjutkan.

4.6. Analisis Data

Sesudah pengolahan data selesai, berikutnya dilakukan analisis data untuk mendapatkan nilai *stationary point* dan *eigen value*. Berikut ini adalah rincian perhitungannya berdasarkan nilai persamaan *Second-order*.

- Laju pemakanan material (MRR)

Untuk nilai *stationary point* adalah

$$X_0 = -\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 7,799236 & \frac{1}{2}(49,15315) \\ \frac{1}{2}(49,15315) & -14,2294 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 16,51581 \\ 88,54676 \end{bmatrix}$$

$$X_0 = -\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 7,799236 & 24,57658 \\ 24,57658 & -14,2294 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 16,51581 \\ 88,54676 \end{bmatrix}$$

$$X_0 = -\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0,019984 & 0,034347 \\ 0,034347 & -0,0109 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 16,51581 \\ 88,54676 \end{bmatrix}$$

$$X_0 = -\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 3,371395 \\ -0,39788 \end{bmatrix}$$

$$X_0 = \begin{bmatrix} -1,686 \\ 0,199 \end{bmatrix}$$

Untuk *eigen values* ditentukan dari *model canonical* berikut:

$$\hat{y} = \hat{y}_0 + 7,799236\omega_1^2 - 14,2994\omega_2^2$$

Sehingga didapatkan *eigen values* (λ_i) berbeda tanda (positif dan negatif) yang menunjukkan bahwa nilai *stationary point* dalam bentuk *saddle point*.

- Kekasaran permukaan

Untuk nilai *stationary point* adalah

$$X_0 = -\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0,142364 & \frac{1}{2}(-0,15868) \\ \frac{1}{2}(-0,15868) & 0,127313 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 0,023293 \\ -0,08925 \end{bmatrix}$$

$$X_0 = -\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0,142364 & -0,07934 \\ -0,07934 & 0,127313 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 0,023293 \\ -0,08925 \end{bmatrix}$$

$$X_0 = -\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 10,76192 & 6,706705 \\ 6,706705 & 12,0342 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0,023293 \\ -0,08925 \end{bmatrix}$$

$$X_0 = -\frac{1}{2} \begin{bmatrix} -0,3479 \\ -0,91783 \end{bmatrix}$$

$$X_0 = \begin{bmatrix} 0,174 \\ 0,459 \end{bmatrix}$$

Untuk *eigen values* ditentukan dari *model canonical* berikut:

$$\hat{y} = \hat{y}_0 + 0,142364\omega_1^2 + 0,127313\omega_2^2$$

Sehingga didapatkan *eigen values* (λ_i) semua positif yang menunjukkan bahwa nilai *stationary point* dalam bentuk minimum.

Selanjutnya menentukan nilai optimal dari *surface* dan proses *uncode* dari persamaan X_0 yang telah pada setiap respon. Berikut ini adalah rincian perhitungannya.

- Laju pemakanan material (MRR)

Nilai optimal dari *surface* untuk respon MRR adalah

$$X_0 = \begin{bmatrix} -1,686 \\ 0,199 \end{bmatrix}$$

Dari nilai di atas maka nilai *stationary point* x_1 (sudut pahat) sebesar -1,686 dan x_2 (kecepatan potong) sebesar 0,199. Untuk nilai sebenarnya perlu dilakukan proses *uncode* dengan rincian perhitungannya sebagai berikut:

$$X_1(\text{sudut pahat}) = \frac{\text{Sudut pahat} - 13}{\frac{1}{2} (14,40 - 11,60)}$$

$$-1,686 = \frac{\text{Sudut pahat} - 13}{1,4}$$

$$\text{Sudut pahat} = 13 - 2,3604$$

$$\text{Sudut pahat} = 10,64$$

$$X_2(Vc) = \frac{Vc - 15}{\frac{1}{2} (16,40 - 13,60)}$$

$$0,199 = \frac{Vc - 15}{1,4}$$

$$Vc = 15 + 0,2786$$

$$Vc = 15,28$$

Jadi nilai optimal untuk faktor pada MRR adalah sudut pahat sebesar $10,64^\circ$ dan kecepatan potong sebesar 15,28 m/menit.

- Kekasaran permukaan

Nilai optimal dari *surface* untuk respon kekasaran permukaan adalah

$$X_0 = \begin{bmatrix} 0,174 \\ 0,459 \end{bmatrix}$$

Dari nilai di atas maka nilai *stationary point* x_1 (sudut pahat) sebesar 0,174 dan x_2 (kecepatan potong) sebesar 0,459. Untuk nilai sebenarnya perlu dilakukan proses *uncode* dengan rincian perhitungannya sebagai berikut:

$$X_1(\text{sudut pahat}) = \frac{\text{Sudut pahat} - 13}{\frac{1}{2} (14,40 - 11,60)}$$

$$0,174 = \frac{\text{Sudut pahat} - 13}{1,4}$$

$$\text{Sudut pahat} = 13 + 0,2436$$

$$\text{Sudut pahat} = 13,24$$

$$X_2(Vc) = \frac{Vc - 15}{\frac{1}{2} (16,40 - 13,60)}$$

$$0,459 = \frac{Vc - 15}{1,4}$$

$$Vc = 15 + 0,6426$$

$$Vc = 15,64$$

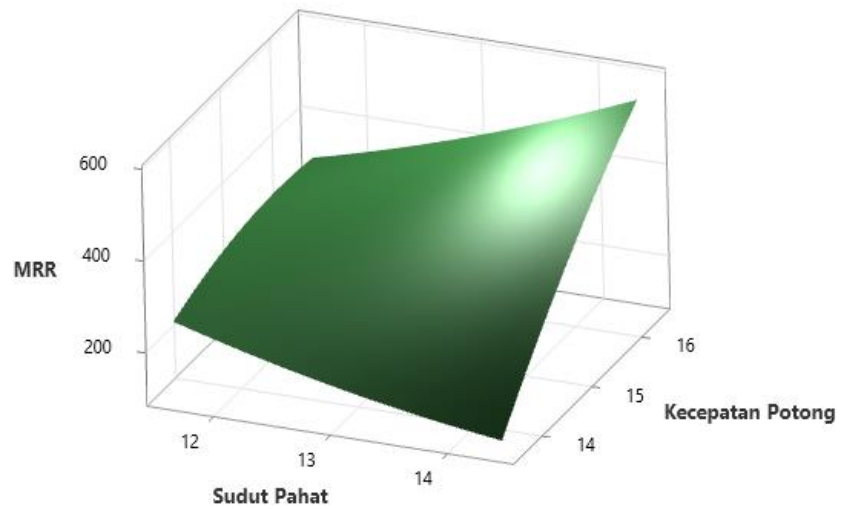
Jadi nilai optimal untuk faktor pada kekasaran permukaan adalah sudut pahat sebesar $13,24^\circ$ dan kecepatan potong sebesar 15,64 m/menit.

4.7. Grafik Plot

Grafik *plot* dipakai guna memperjelas analisis data, berikut ini adalah hasil dan penjelasan grafik *plot* untuk setiap respon terhadap parameter faktor.

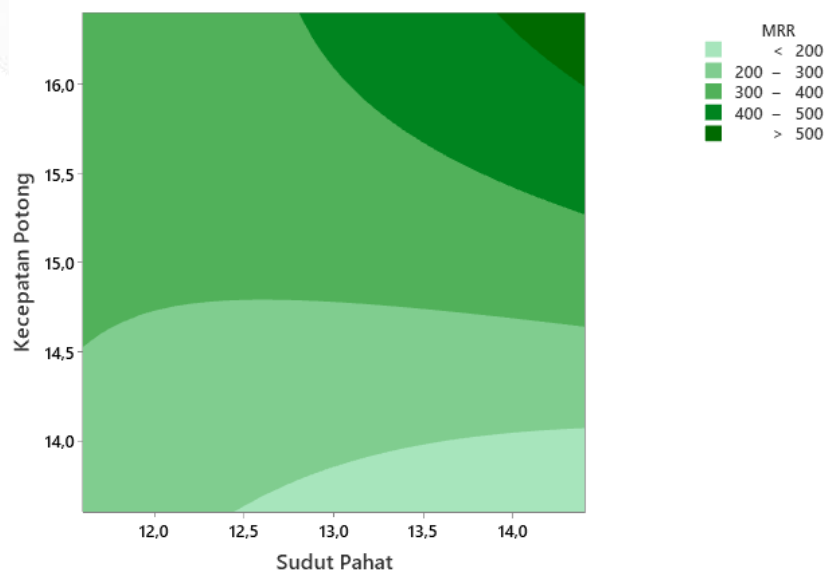
- Laju pemakanan material (MRR)

Berikut ini merupakan grafik *plot* MRR terhadap sudut pahat dan kecepatan potong yang terdiri dari *surface plot* dan *contour plot*. Grafik *surface plot* diperlihatkan dalam Gambar 4.7.



Gambar 4.7. Grafik *surface plot* MRR vs Sudut Pahat dan Kecepatan Potong

Grafik *contour plot* diperlihatkan dalam Gambar 4.8.



Gambar 4.8. Grafik *Contour Plot* MRR vs Sudut Pahat dan Kecepatam Potong

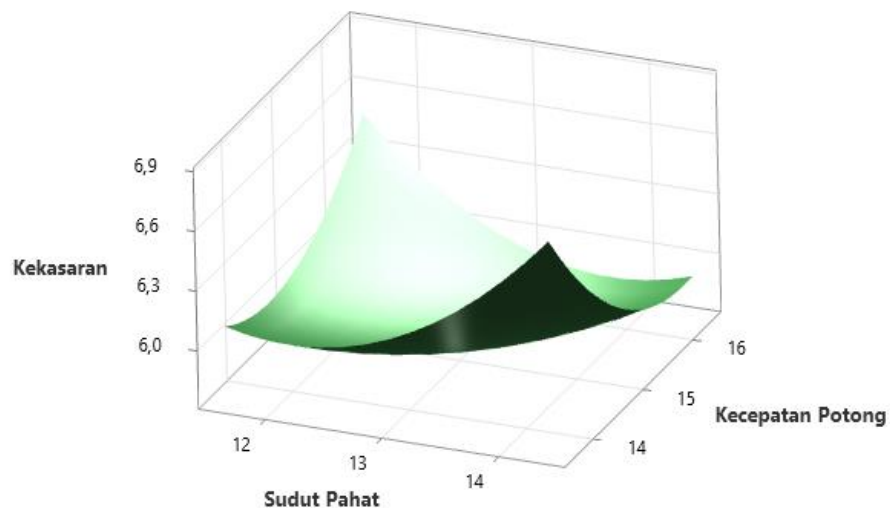
Didapatkan bentuk *saddle point* pada grafik *surface plot* berdasarkan model *canonical* sehingga nilai optimal tidak minimum maupun maksimum atau diperoleh bentuk *saddle point* pada sudut pahat sebesar

10,64° dan kecepatan potong sebesar 15,28 m/menit yang bisa dilihat pada grafik *contour plot* dengan area MRR nya bernilai 300-400 mm³/menit.

Grafik *contour plot* menunjukkan pengaruh dari variasi sudut pahat dan kecepatan potong terhadap laju pemakanan material. Pada sudut pahat 14° dan kecepatan potong 14 m/menit dihasilkan nilai MRR 200-300 mm³/menit. Sedangkan pada sudut pahat 14° dan kecepatan potong 16 m/menit dihasilkan nilai MRR 400-500 mm³/menit.

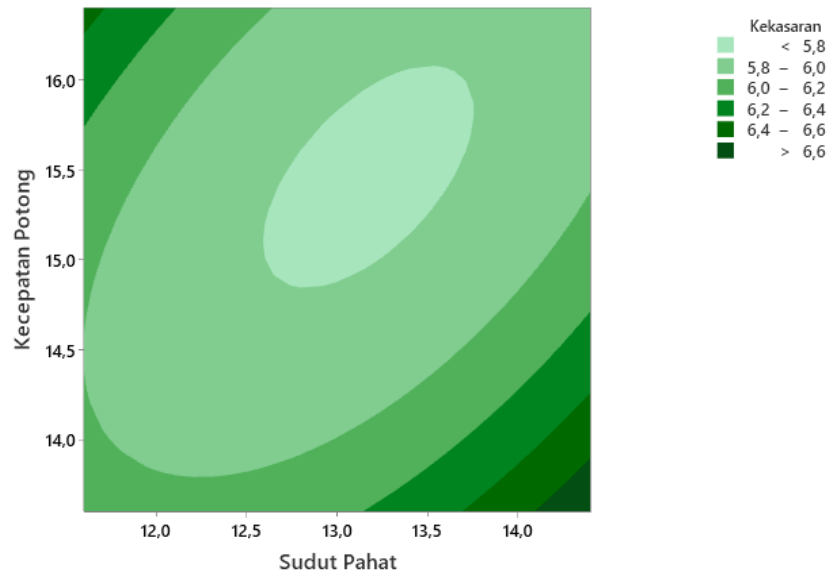
- Kekasaran permukaan

Berikut ini merupakan grafik *plot* kekasaran permukaan terhadap sudut pahat dan kecepatan potong yang terdiri dari *surface plot* dan *contour plot*. Grafik *surface plot* diperlihatkan dalam Gambar 4.9.



Gambar 4.9. Grafik *Surface Plot* Kekasaran vs Sudut Pahat dan Kecepatan Potong

Grafik *contour plot* diperlihatkan dalam Gambar 4.10.



Gambar 4.10. Grafik *Contour Plot* Kekasaran vs Sudut Pahat dan Kecepatan Potong

Didapatkan bentuk minimum pada grafik *surface plot* berdasarkan model *canonical* dengan area nilai optimal pada sudut pahat sebesar $13,24^\circ$ dan kecepatan potong sebesar 15,64 m/menit sehingga kombinasi ini menghasilkan nilai kekasaran permukaan minimum yang bisa dilihat pada grafik *contour plot* dengan area kekasaran permukaannya bernilai dibawah $5,8 \mu\text{m}$.

Grafik *contour plot* menunjukkan pengaruh dari variasi sudut pahat dan kecepatan potong terhadap kekasaran permukaan. Pada sudut pahat 14° dan kecepatan potong 16 m/menit dihasilkan nilai kekasaran permukaan 5,8-6,0 μm . Sedangkan pada sudut pahat 12° dan kecepatan potong 16 m/menit dihasilkan nilai kekasaran permukaan 6,2-6,4 μm .

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Bersumber pada hasil percobaan dan juga analisis yang sudah dilaksanakan dalam penelitian berjudul “Variasi Sudut Pahat dan Kecepatan Potong Terhadap Laju Pemakanan Material SCM 440”, maka dapat ditarik kesimpulan yaitu:

1. Variasi sudut pahat dan kecepatan potong mempengaruhi kekasaran permukaan dan laju pemakanan material SCM 440. Pada sudut pahat 14° dan kecepatan potong 14 m/menit dihasilkan nilai MRR 200-300 mm^3/menit , sedangkan pada sudut pahat 14° dan kecepatan potong 16 m/menit dihasilkan nilai MRR 400-500 mm^3/menit . Pada sudut pahat 14° dan kecepatan potong 16 m/menit dihasilkan nilai kekasaran permukaan 5,8-6,0 μm , sedangkan pada sudut pahat 12° dan kecepatan potong 16 m/menit dihasilkan nilai kekasaran permukaan 6,2-6,4 μm .
2. *Setting* parameter dalam proses pembubutan untuk menghasilkan laju pemakanan material optimal pada material SCM 440 yaitu dengan nilai optimal tidak minimum maupun maksimum atau diperoleh bentuk *saddle point* pada sudut pahat sebesar $10,64^\circ$ dan kecepatan potong sebesar 15,28 m/menit dengan area MRR nya bernilai 300-400 mm^3/menit . *Setting* parameter dalam proses pembubutan untuk menghasilkan kekasaran permukaan optimal atas material SCM 440 yaitu dengan nilai optimal pada sudut pahat sebesar $13,24^\circ$ dan kecepatan potong sebesar 15,64 m/menit sehingga kombinasi ini menghasilkan nilai kekasaran permukaan minimum dengan area kekasaran permukaan nya bernilai dibawah 5,8 μm .
3. Untuk mendapatkan hasil laju pemakanan material dan kekasaran permukaan yang optimal bisa dilihat pada nilai optimal, untuk sudut pahat yang semakin turun ($10,64^\circ$ dan $13,24^\circ$) serta kecepatan potong konstan (15,28 m/menit dan 15,64 m/menit) didapatkan nilai laju pemakanan

material yang optimal (tidak minimum maupun maksimum) dan nilai kesasaran permukaan yang optimal (minimum). Dengan catatan nilai optimal sudut pahat memiliki tingkat penurunan yang berbeda dan kecepatan potong yang konstan namun memiliki angka desimal yang berbeda untuk masing-masing respon.

5.2. Saran

Sesudah melaksanakan penelitian dan berdasarkan kesimpulan, adapun saran yang bisa disampaikan yaitu:

1. Penelitian berikutnya bisa dikembangkan kembali dengan cara menambahkan beberapa parameter faktor seperti cairan pendingin, kedalaman pemakanan, kecepatan pemakanan, dan sebagainya.
2. Penelitian berikutnya bisa menggunakan selain metode *response surface central composite design*, seperti metode *response surface box-behnken design*, metode *factorial design*, metode taguchi, dan metode lainnya jika ada yang ingin melanjutkan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Afringga, R., Prayitnoadi, R. P., & Erafeli, B. (2017). *Pengaruh Gerak Pemakanan (Feeding) Pada Proses Pemotongan Benda Kerja S45C Terhadap Hasil Kekasaran Permukaan Benda Kerja Menggunakan Pahat Bubut HSS ASSAB 17 Di Mesin Bubut Konvensional*. 3(2).
- Apriansyah, E., Widagdo, T., & Zainuddin. (2020). *Pengaruh Variasi Pendingin Dan Sudut Potong Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Alumunium 6061*. 12(1), 14–20.
- Azib, F. B. Al. (2017). *Pengaruh Variasi Kecepatan Potong, Gerak Makan, Dan Kedalaman Potong Pada Mesin Bubut Terhadap Tingkat Keausan Pahat HSS Effect*.
- David, J Paulo. 2011. *Modern Machining Technology : A Practical Guide*. Oxford ; Philadelphia: Woodhead Publishing.
- Fachrezi, R., Kurniawan, Z., & Aswin, F. (2022). *Analisis Variasi Parameter Proses Permesinan Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Material SKD 11 Dengan Menggunakan Mesin Bubut Geminis*. 9–14.
- Gultom, P. I., & Ajiza, M. (2018). *Sudut Potong Utama, Kecepatan Potong Dan Kedalaman Potong Dalam Proses Bubut Terhadap Permukaan Slender Bar*. 2009, 193–198.
- Gultom, P. I., & Kiswandono. (2020). *Pengaruh Kecepatan Potong , Kecepatan Pemakanan Dan Sudut Potong Utama Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Proses Bubut Medium Carbon Steel*. 11(September), 13–18.
- http://www.matweb.com/sheet/alloys/alloy_steels/
- <https://id.scribd.com/document/414030908/Tabel-VC>
- <https://ptgaja.com/alloy-steel-scm440-aisi4140-vc1140/>
- <https://www.jfs-steel.com/id/product/SCM440>

- Hubeis, M. 1997. Penerapan Teknik Optimasi Pada Pengolahan Pangan. *Pidato Ilmiah*. Jakarta: Pidato Ilmiah Research And Development PT. Indofood Sukses Makmur, Jakarta pada tanggal 21-22 April 1997.
- Karmin, & Dolom. (2015). *Analisis Pengaruh Variasi Sudut Potong Pada Proses Pembubutan Akhir Material Baja*. 7, 17–24.
- Kemendikbud. 2013. Teknik Pemesinan Bubut 1. Cimahi: Direktorat Jendral Pendidikan.
- Kleijnen, Jack P.C. 2014. *Response Surface Methodology*. Center Discussion Paper Vol. 2014-013. Tilburg: Operations Research.
- Montgomery, D.C. 2001. *Design and Analysis of Experiments*. USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Mukherjee, S., Kamal, A., & Kumar, K. (2014). Optimization Of Material Removal Rate During Turning Of SAE 1020 Material In CNC Lathe using Taguchi Technique. *Procedia Engineering*, 97, 29–35.
- Pramawata, P., & Yunus. (2013). *Pengaruh Jenis Pahat, Sudut Pahat Dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Tingkat Kekasaran Dan Kekerasan Pada Proses Bubut Rata Baja ST 42. 01*, 56–64.
- Ramadhan, G. S., Kurniawan, Z., & Amrullah, M. H. (2022). *Pengaruh Bentuk Geram Dengan Memvariasikan Sudut Potong Pahat Terhadap Kekasaran Permukaan Material S45C Dengan Menggunakan Mesin Bubut Geminis*.
- Rochim, Taufiq. 1993. Teori dan Teknologi Proses Permesinan. Bandung: ITB.
- Rochim, Taufiq. 2001. Spesifikasi, Metrologi, dan Kontrol Kualitas Geometrik. Bandung: ITB.
- Rochim, Taufiq. 2007. Klasifikasi Proses, Gaya & Daya Permesinan. Bandung: ITB.
- Santoso, Joko. 2013. Pekerjaan Mesin Perkakas. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

Sulistyarini, D. H., Novareza, O., dan Darmawan, Z. 2018. Pengantar Proses Manufaktur untuk Teknik Industri. Malang: UB Press.

Syamsudin, R. 1999. *Teknik Bubut*. Jakarta: Puspawara.

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.

Wiratama, E., Kurniawan, Z., & Masdani. (2021). *Analisis Pengaruh Kecepatan Potong Terhadap Laju Pengerjaan Material Pada Proses Pembubutan Baja AISI 1045*.



Lampiran 1

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Arianda Pratama
Tempat & Tanggal lahir : Tanjungpandan, 31 Juli 2001
Alamat : Jl. Air Kelubi, Desa Aik Rayak
Kec. Tanjungpandan, Kab. Belitung,
Prov. Kepulauan Bangka Belitung
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Telp : -
Hp : 082281477040
Email : ariandapratama3107@gmail.com



2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 33 Tanjungpandan Lulus Tahun 2013
SMP Negeri 2 Tanjungpandan Lulus Tahun 2016
SMA Negeri 1 Tanjungpandan Lulus Tahun 2019

3. Riwayat Pendidikan Non Formal

-

Sungailiat, 20 Januari 2023

Arianda Pratama

Lampiran 2

Hasil Perhitungan Nilai Alpha dan Axial Point

1. Nilai Alpha

$$\alpha = 2^{k/4}$$

$$\alpha = 2^{2/4}$$

$$\alpha = \sqrt{2}$$

$$\alpha = 1,40$$

2. Axial Point

X1 (Sudut Pahat)

$$-1,40 = \frac{x1 - 13}{\frac{1}{2} (14 - 12)}$$

$$-1,40 = x1 - 13$$

$$x1 = 11,60$$

$$1,40 = \frac{x1 - 13}{\frac{1}{2} (14 - 12)}$$

$$1,40 = x1 - 13$$

$$x1 = 14,40$$

X2 (Kecepatan Potong)

$$-1,40 = \frac{x2 - 15}{\frac{1}{2} (16 - 14)}$$

$$-1,40 = x2 - 15$$

$$x1 = 13,60$$

$$1,40 = \frac{x2 - 15}{\frac{1}{2} (16 - 14)}$$

$$1,40 = x2 - 15$$

$$x1 = 16,40$$

Lampiran 3

Proses Penimbangan Massa Awal Benda Kerja

Benda kerja 1



Benda kerja 2



Benda kerja 3



Benda kerja 4



Benda kerja 5



Benda kerja 6 (13)



Benda kerja 7



Benda kerja 8



Benda kerja 9



Benda kerja 10



Benda kerja 11



Lampiran 4

Proses Penimbangan Massa Akhir Benda Kerja

Benda kerja 1



Benda kerja 2



Benda kerja 3



Benda kerja 4



Benda kerja 5



Benda kerja 6 (13)



Benda kerja 7



Benda kerja 8



Benda kerja 9



Benda kerja 10



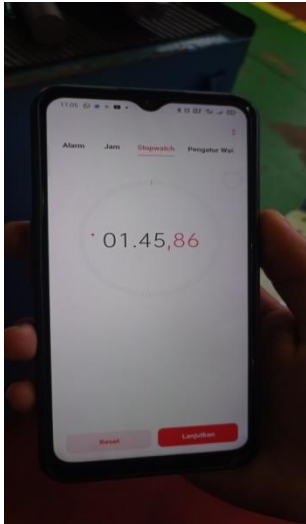
Benda kerja 11



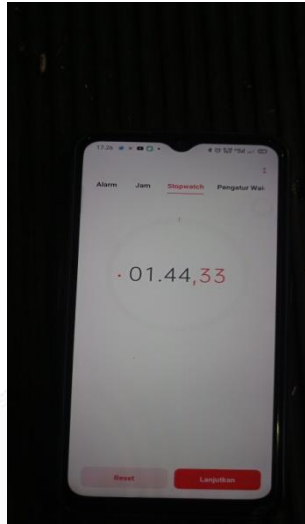
Lampiran 5

Waktu Proses Pengerjaan

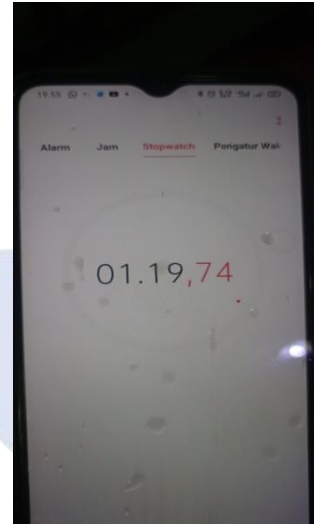
Benda kerja 1



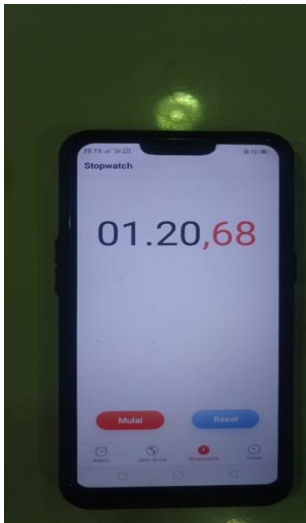
Benda kerja 2



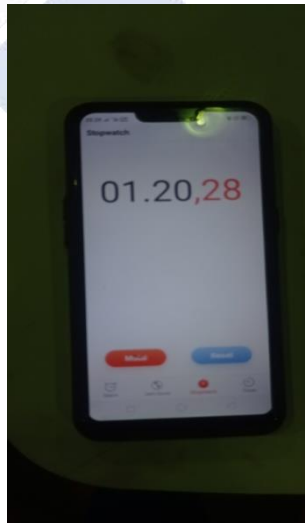
Benda kerja 3



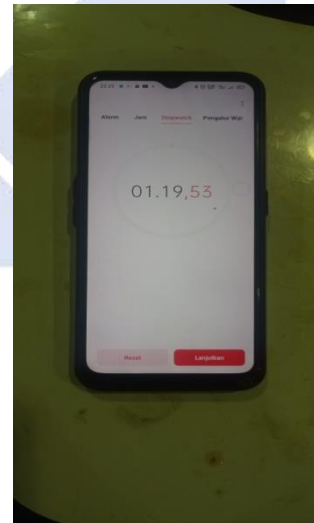
Benda kerja 4



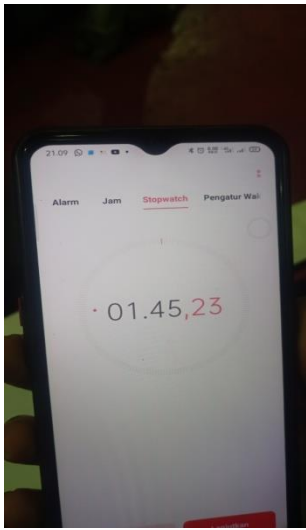
Benda kerja 5



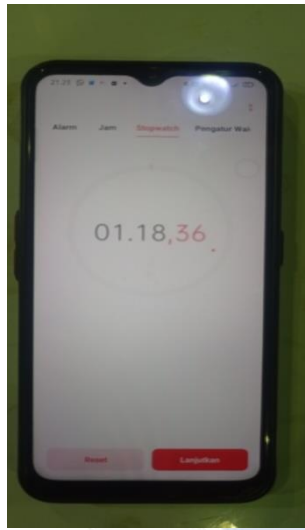
Benda kerja 6 (13)



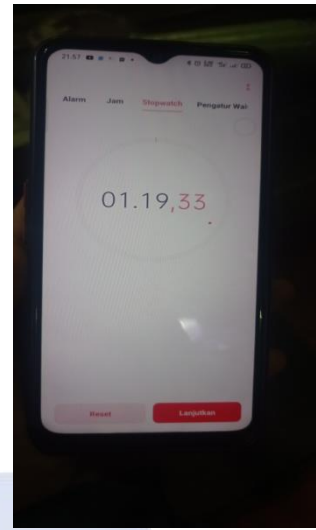
Benda kerja 7



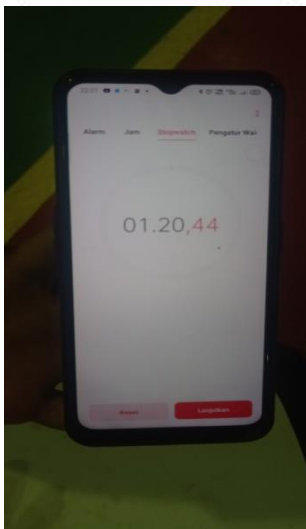
Benda kerja 8



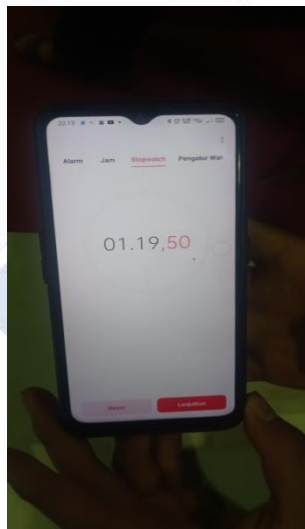
Benda kerja 9



Benda kerja 10



Benda kerja 11



Lampiran 6

Proses Pengukuran Kekasaran Permukaan

Benda Kerja 1



Benda Kerja 2



Benda Kerja 3



Benda Kerja 4



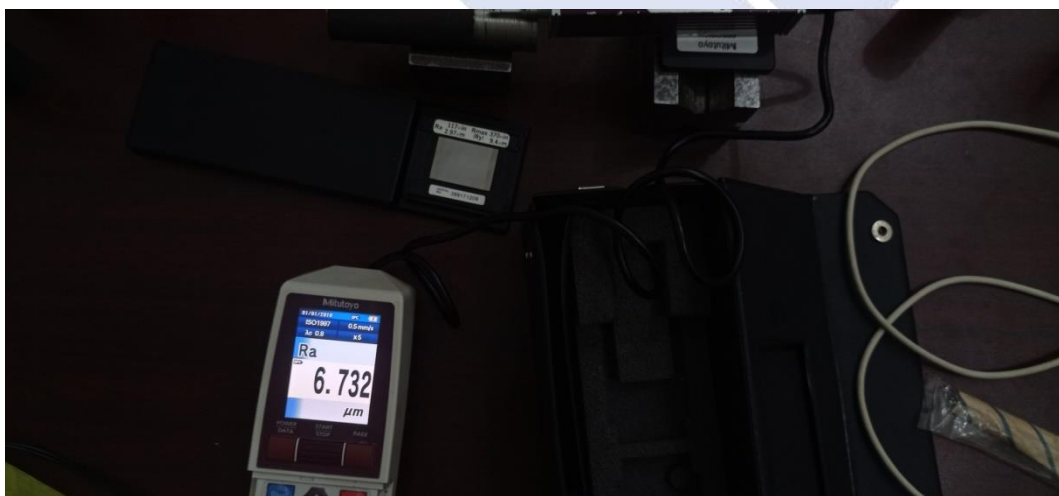
Benda Kerja 5



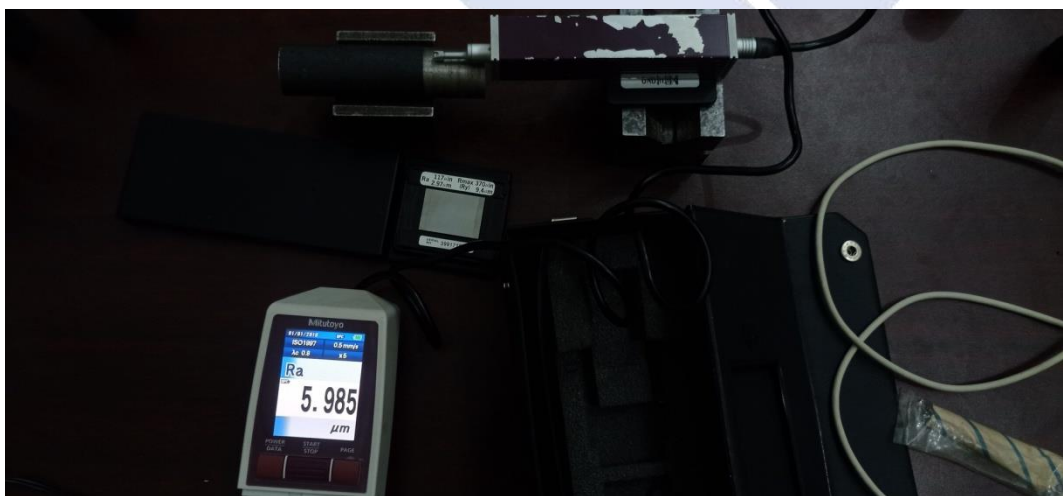
Benda Kerja 6 (13)



Benda Kerja 7



Benda Kerja 8



Benda Kerja 9



Benda Kerja 10

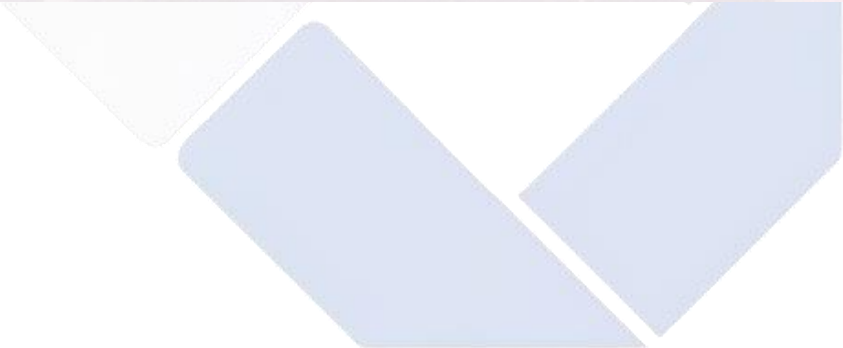


Benda Kerja 11



Lampiran 7

Material SCM 440



Lampiran 8

Sertifikat Material SCM 440

Post-sale service of Xiangtan Iron Steel
Co. Import, Export, Dept.
Tel: 0086-0731-58159017
Add: Yuetang, Xiangtan, Hunan, P. R. C.
Postcode: 411101

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



证书号 CERTIFICATE NO	规格 SPECIFICATION	牌号 STEEL GRADE	交货状态 DELIVERY STATE	重量 WEIGHT (MT)	数量 QTY (BBL)	生产日期 DATE OF PRODUCTION	规格 SIZE (MM)	力学性能 MECHANICAL PROPERTIES	工艺性能 PROCESSING PROPERTIES	化学成分, % CHEMICAL COMPOSITION, %	交货日期 ISSUE DATE	交货地点 DESTINATION																																					
合同号 CONTRACT NO	交货状态 DELIVERY STATE	热 轧 HOT-ROLLED	热 轧 HOT-ROLLED	重量 WEIGHT (MT)	数量 QTY (BBL)	生产日期 DATE OF PRODUCTION	规格 SIZE (MM)	力学性能 MECHANICAL PROPERTIES	工艺性能 PROCESSING PROPERTIES	化学成分, % CHEMICAL COMPOSITION, %	交货日期 ISSUE DATE	交货地点 DESTINATION																																					
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)	重量 WEIGHT (MT)	数量 QTY (BBL)	生产日期 DATE OF PRODUCTION	规格 SIZE (MM)	力学性能 MECHANICAL PROPERTIES	工艺性能 PROCESSING PROPERTIES	化学成分, % CHEMICAL COMPOSITION, %	交货日期 ISSUE DATE	交货地点 DESTINATION																																					
18105929-1	02392	2018-06-21	Φ25	52.73	19	2018-06-21	Φ25	屈服强度 Y.S (Mpa) 1117	抗拉强度 T.S (Mpa) 1177	伸长率 A (%) 16	断面收缩率 Z (%) 57	冲击功 Akut2 (J) 104	硬度 HB 191	冷弯 C.B. 1/3合格	热弯 H.T. 合格	本厂在 可焊性 J9 J15	宏观组织 SEGREGATION 0	一般偏析 GENERAL 1	中心疏松 CENTRAL 1	偏析 TIEN 0	Ti 0.010	Nb 0.004	Cu 0.0017	Cr 0.30	Ni 0.020	S 0.002	P 0.0013	Mn 0.78	Si 0.42	C 0.23	Al 0.017	Mo 0.017	V 0.010	Co 0.010	Ce 0.0010	Nb 0.004	Ti 0.010	B 0.0004	Sn 0.001	As 0.002	AlS 0.0016	Pb 0.001	Sb 0.001	Bi 0.001	O 0.001	N 0.001	H 0.001	2018-07-19	永适 (上海市区)
件数合计 (BBL): Total Qty	19																																																
重量合计 (MT): Total Weight	52.73																																																
备注: REMARKS	1. It is certified that the products are manufactured and inspected according to the upper conditions and results are qualified. 2. Acid leaching microscopic structure are only filled with the grade of porosity and segregation, the unallowable defects include (lake, skin blunthole and shrinkage) are assured to correspond standards, so they are only inspected but not being filled. 备注: 冠尺厚度: 6米, 0.750mm 硬度值为退火硬度值。带状组织: 1.0。魏氏体组织: 0。A、B、C、D(组系或组系): 2.0																																																
	质量负责人 Quality Control Principal																																																



arianda revisi 3

ORIGINALITY REPORT

14%

SIMILARITY INDEX

13%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

3%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

repository.polman-babel.ac.id

Internet Source

2%

2

repository.its.ac.id

Internet Source

2%

3

Submitted to Politeknik Manufaktur Negeri
Bangka Belitung

Student Paper

1%

4

nikkobull.blogspot.com

Internet Source

1%

5

garuda.kemdikbud.go.id

Internet Source

<1%

6

zh.scribd.com

Internet Source

<1%

7

text-id.123dok.com

Internet Source

<1%

8

Submitted to Politeknik Negeri Bandung

Student Paper

<1%

9

docplayer.info

Internet Source

<1%

10	journal.ubb.ac.id Internet Source	<1 %
11	media.neliti.com Internet Source	<1 %
12	repository.usd.ac.id Internet Source	<1 %
13	coek.info Internet Source	<1 %
14	www.scribd.com Internet Source	<1 %
15	epdf.pub Internet Source	<1 %
16	core.ac.uk Internet Source	<1 %
17	lib.unnes.ac.id Internet Source	<1 %
18	mas-alahrom.my.id Internet Source	<1 %
19	id.scribd.com Internet Source	<1 %
20	Submitted to THK University Student Paper	<1 %
21	repository.ub.ac.id Internet Source	<1 %

22	vdocuments.site Internet Source	<1 %
23	www.researchgate.net Internet Source	<1 %
24	adoc.pub Internet Source	<1 %
25	repository.aisyahuniversity.ac.id Internet Source	<1 %
26	repository.upi.edu Internet Source	<1 %
27	dspace.uui.ac.id Internet Source	<1 %
28	invotek.ppj.unp.ac.id Internet Source	<1 %
29	lppm.itn.ac.id Internet Source	<1 %
30	katalog.ukdw.ac.id Internet Source	<1 %
31	nanopdf.com Internet Source	<1 %
32	123dok.com Internet Source	<1 %
33	idoc.pub Internet Source	<1 %

34	sensors.myu-group.co.jp Internet Source	<1 %
35	eprints.umm.ac.id Internet Source	<1 %
36	jurnal.uisu.ac.id Internet Source	<1 %
37	Ida Nurjelita Sani, Amrul Bahar, Elvinawati Elvinawati. "PERBANDINGAN MODEL PEMBELAJARAN PROBLEM SOLVING DAN PROBLEM BASED LEARNING TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA KELAS XI MIA MAN 2 KOTA BENGKULU", Alotrop, 2020 Publication	<1 %
38	docobook.com Internet Source	<1 %
39	onephysics.blogspot.com Internet Source	<1 %
40	repository.unhas.ac.id Internet Source	<1 %
41	repository.upstegal.ac.id Internet Source	<1 %
42	www.slideshare.net Internet Source	<1 %
43	academic-accelerator.com Internet Source	<1 %


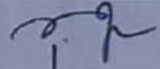
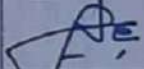
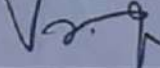


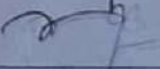
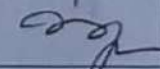



44	ar.scribd.com Internet Source	<1 %
45	buku-paduan.blogspot.com Internet Source	<1 %
46	cobacobaajalagi.blogspot.com Internet Source	<1 %
47	eprints.unram.ac.id Internet Source	<1 %
48	etd.lib.metu.edu.tr Internet Source	<1 %
49	fliphtml5.com Internet Source	<1 %
50	ithesis-ir.su.ac.th Internet Source	<1 %
51	pt.scribd.com Internet Source	<1 %
52	publikasi.atmi.ac.id Internet Source	<1 %
53	repository.uinsu.ac.id Internet Source	<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches < 8 words

Exclude bibliography On



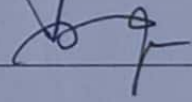
FORM-PPR-3- 4: Bimbingan Proyek Akhir

 <p style="text-align: center;">FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2022 2023</p>			
JUDUL	Variasi Sudut Potong dan Kecepatan Potong Terhadap Laju Pemakanan Material SCM 440		
Nama Mahasiswa	Arianda Pratama NIM: 1041906		
Nama Pembimbing	1. <u>Zal dy Kurniawan, S.S.T., M.T.</u> 2. <u>Husman, S.S.T., M.T.</u> 3. _____		
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
1	7 Sep 2022	Proses Pembuatan Pahat dan Alat Ukur	
2	12 Sep 2022	Pembahasan VC dan catran Pendingin (Promus)	
3	16 Sep 2022	Persiapan Facing dan Pengambilan data	
4	23 Sep 2022	Pengecekan benda Kerja dan proses Pemakanan Untuk Proses Pengambilan data	
5	05 Okt 2022	Pembahasan Desain eksperimen.	
6	04 NOV 2022	Persiapan Penulisan Bab 4	
7	10 NOV 2022	Revisi Bab 4	
8	25 NOV 2022	Pembahasan Hasil Akhir Bab 4	
9	30 NOV 2022	Pembahasan Bab 5	
10	30 NOV 2022	Pembahasan Bab 4 dan 5	

Catatan:

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


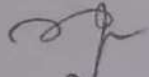

FORM-PPR-3- 4: Bimbingan Proyek Akhir

		FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2022/2023	
JUDUL		Variasi sudut potong dan kecepatan potong Terhadap Laju Pemakanan Material SCM 940	
Nama Mahasiswa		Arianda Pratama NIM: 1041906	
Nama Pembimbing		1. Zaldy Kurniawan, S.S.T., M.T. 2. Husman, S.J.T., M.T. 3. _____	
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
1	6 Des 2022	Pembahasan timeline Proyek Akhir	
2	12 Des 2022	Pembahasan Jurnal dan Pengumpulan berkas	
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

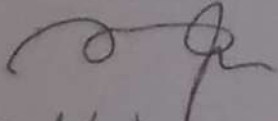
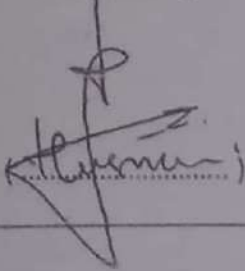
Catatan:

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


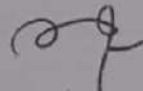
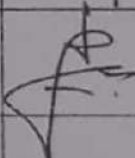
FORM-PPR-3- 6: Form Monitoring Proyek Akhir

		FORM MONITORING PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2022 / 2023	
		JUDUL Variasi Sudut Potong dan Kecepatan Potong Terhadap Laju Pemakanan Material SCM 440	
Nama Mahasiswa		1. Arianda Pratama /NIM: 1041906	
		2. /NIM:	
		3. /NIM:	
		4. /NIM:	
		5. /NIM:	
Monitoring ke	Tanggal	Progress Alat	Paraf Pembimbing
1	01/07 2022	Pembahasan Bab 1 dan Bab 3	
1	01/07 2022	Pembahasan Bab 1 dan Bab 3	



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

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




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

		FORM MONITORING PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2022 / 2023	
		JUDUL Variasi Sudut Potong dan Kecepatan Potong Terhadap Laju Pemakanan Material SCM 240	
Nama Mahasiswa		1. Arianda Pratama /NIM: 1041906	
		2. /NIM:	
		3. /NIM:	
		4. /NIM:	
		5. /NIM:	
Monitoring ke	Tanggal	Progress Alat	Paraf Pembimbing
2	17 oktober 2022	Proses Pengambilan data (75%)	
2	19 oktober 2022	Proses Pengambilan data 75%	

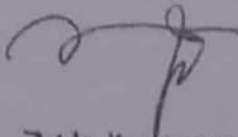

KESIAPAN ALAT UNTUK SIDANG: SIAP / BELUM (coret salah satu)

Mengetahui		
Pembimbing 1  (Zaldy Kurniawan, M.T.)	Pembimbing 2  (Husman, M.T.)	Pembimbing 3 (.....)


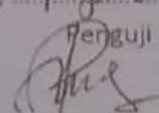

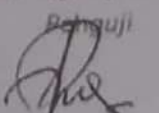
FORM-PPR-3- 6: Form Monitoring Proyek Akhir

		FORM MONITORING PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2022 / 2023	
		JUDUL Variasi Sudut Potong dan Kecepatan Potong Terhadap Laju Pemakanan Material SCM440	
Nama Mahasiswa		1. Arronda Pratoma /NIM: 1091906	
		2. /NIM:	
		3. /NIM:	
		4. /NIM:	
		5. /NIM:	
Monitoring ke	Tanggal	Progress Alat	Paraf Pembimbing
3	12 Desember 2022	TA dapat diikutsertakan utk sidang akhir.	
3	12 Desember 2022	TA dapat diikutsertakan utk sidang Akhir.	


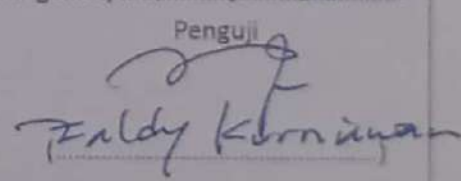
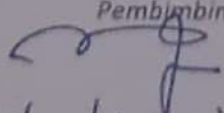
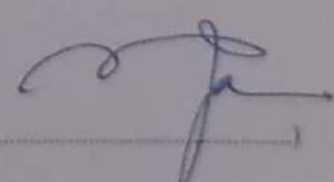
KESIAPAN ALAT UNTUK SIDANG: SIAP / ~~BELUM~~ (coret salah satu)

Mengetahui		
Pembimbing 1	Pembimbing 2	Pembimbing 3
 (Zaldy Kurniawan, M.T.)	 (Husman, M.T.)	(.....)

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

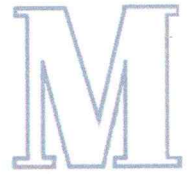
	<p>FORM REVISI LAPORAN AKHIR TAHUN AKADEMIK <u>2022 / 2023</u></p>
<p>JUDUL :</p>	<p>Variasi Sifat paku dan kecapaku paku tdk lagi paku-paku SEM UMB</p>
<p>Nama Mahasiswa :</p>	<p>1. <u>Ananda pratama</u> NIM: <u>6011906</u> 2. _____ NIM: _____ 3. _____ NIM: _____ 4. _____ NIM: _____ 5. _____ NIM: _____</p>
<p>Bagian yang direvisi</p>	<p>Halaman</p>
<p>- Pelajaran lagi terkait sifat paku ! - fruktifikasi kebinggal</p>	
<p>Sungailiat, <u>9 Jan 2023</u> Penguji  (<u>Erwan Syah</u>)</p>	
<p>Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa</p>	
<p>Mengetahui, Pembimbing  <u>Zaldy Furniawan</u></p>	<p>Sungailiat, <u>16 Jan 2023</u> Penguji  (<u>Erwan Syah</u>)</p>

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

	<p>FORM REVISI LAPORAN AKHIR TAHUN AKADEMIK 2022 / 2023</p>																						
<p>JUDUL :</p>	<p>Variasi Sudut Potong dan Kecepatan Potong Terhadap Logi: Pemekaran Material SCM 440</p>																						
<p>Nama Mahasiswa :</p>	<p>1. Arianda Pratama NIM: 1041906 2. _____ NIM: _____ 3. _____ NIM: _____ 4. _____ NIM: _____ 5. _____ NIM: _____</p>																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 70%;">Bagian yang direvisi</th> <th style="width: 30%;">Halaman</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Abstrak</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Bab 1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Bab 2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Bab 3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Bab 4</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Daftar pustaka</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;"> <p>} cek dimatikan</p> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>		Bagian yang direvisi	Halaman	Abstrak		Bab 1		Bab 2		Bab 3		Bab 4		Daftar pustaka		<p>} cek dimatikan</p>							
Bagian yang direvisi	Halaman																						
Abstrak																							
Bab 1																							
Bab 2																							
Bab 3																							
Bab 4																							
Daftar pustaka																							
<p>} cek dimatikan</p>																							
<p>Sunggailiat, 04-01-2023</p>																							
<p>Penguji  Zaldy Kurniawan</p>																							
<p>Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa</p>																							
<p style="text-align: center;">Mengetahui, Pembimbing</p> <p style="text-align: center;"> Zaldy Kurniawan</p>	<p style="text-align: center;">Sunggailiat, _____ Penguji</p> <p style="text-align: center;"> (_____)</p>																						



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS BANGKA BELITUNG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
JURNAL MACHINE



Gedung Babel IV Kampus Terpadu Universitas Bangka Belitung
Balunijuk, Kabupaten Bangka Provinsi Kepulauan Bangka Belitung

SURAT KETERANGAN

Nomor : 019/UN50/G.1.2-Jurnal Machine/ LL/2022

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Saparin, S.T., M.Si.
NIP : 198612022019031009
Jabatan : Redaktur Jurnal Teknik Mesin UBB

menerangkan :

Nama : 1. Arianda Pratama
2. Zaldy Kurniawan
3. Husman
4. Ilham Ary Wahyudie
Institusi : Teknik Mesin dan Manufaktur, Politeknik Manufaktur Negeri
Bangka Belitung

bahwa tulisan ilmiah yang dikirimkan oleh dosen yang bersangkutan dengan judul “**Variasi Sudut Potong dan Kecepatan Potong Terhadap Laju Pemakanan Material SCM 440**” telah kami terima dan akan kami terbitkan pada Jurnal Machine, Jurnal Teknik Mesin UBB dengan P.ISSN: 2502-2040 dan nomor E.ISSN:2581-0138, Volume 9 Nomor 2 bulan Oktober 2023. Status jurnal saat ini sedang direview oleh Mitra Bestari.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bangka, 5 Desember 2022
Redaktur,

Saparin
NIP 198612022019031009

