

**OPTIMASI SUDUT BAJI, KECEPATAN PEMAKANAN  
DAN RPM TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN  
MATERIAL SCM 440 DENGAN METODE  
RESPON SURFACE (RSM)**

**PROYEK AKHIR**

Laporan akhir ini dibuat dan disajikan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan  
Sarjana Terapan di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.



Disusun Oleh :

DERI SAPUTRA NIRM : 1041940

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI  
BANGKA BELITUNG**

**2022/2023**

**OPTIMASI SUDUT BAJI, KECEPATAN PEMAKANAN  
DAN RPM TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN  
MATERIAL SCM 440 DENGAN METODE  
RESPON *SURFACE* (RSM)**

**PROYEK AKHIR**

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



Disusun Oleh :

DERI SAPUTRA NIRM : 1041940

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI**

**BANGKA BELITUNG**

**2022/2023**

# LEMBAR PENGESAHAN

Optimasi Sudut Baji, Kecepatan Pemakanan dan RPM Terhadap Kekasaran Permukaan Material SCM 440 Dengan Metode Respon Surface (RSM)

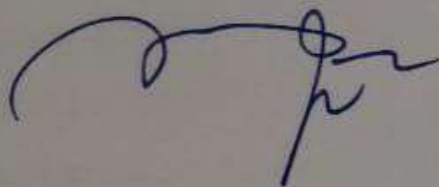
Oleh :

Deri Saputra NIRM: 1041940

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan Program Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

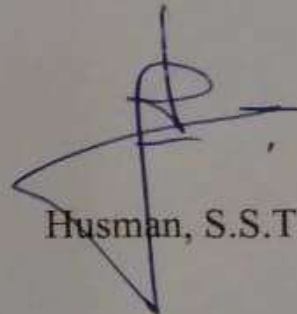
Menyetujui,

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



Juanda, S.S.T., M.T.

Mengetahui,

Kepala Jurusan Teknik Mesin



Pristiansyah, S.S.T., M.Eng.

## **PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT**

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa : DERI SAPUTRA

NIM : 1041940

Dengan Judul : **Optimasi Sudut Baji, Kecepatan Pemakanan dan RPM Terhadap Kekasaran Permukaan Material SCM 440 Dengan Metode Respon Surface (RSM).**

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja saya sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya. Jika dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi yang berlaku dan untuk daftar riwayat hidup penulis dapat dilihat pada lampiran 1 hal .

Sungailiat, 12 januari 2023



DERI SAPUTRA

## ABSTRAK

Kemajuan teknologi manufaktur telah berkembang sedemikian cepatnya. Pada penelitian ini menggunakan material baja SCM 440, yang termasuk dalam baja paduan kromium molibdenum. Baja ini memiliki keunggulan komposisi stabil, elemen berbahaya rendah, kemurnian baja tinggi. Kekasaran permukaan merupakan hal penting, kekasaran permukaan diartikan sebagai ketidakaturan konfigurasi permukaan pada suatu benda yang dihasilkan dari suatu proses permesinan. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh variabel proses terhadap laju kekasaran permukaan material SCM 440 dengan memvariasikan sudut Baji  $70^{\circ}$ ,  $75^{\circ}$  dan  $80^{\circ}$  kemudian variasi kecepatan pemakanan 0,08mm, 0,09mm dan 0,10mm dan kecepatan spindel atau RPM yaitu 160, 220, dan 280 put/menit pada metode RSM. Metode Respon Surface merupakan sekumpulan teknik matematika dan juga statistika yang berguna untuk menganalisis permasalahan dimana beberapa variabel independen mempengaruhi variabel respon dan menentukan nilai optimal pada variabel proses. Dari hasil penelitian didapatkan nilai Second order  $\hat{y} = + 0,092224 X_1^2 + 0,208515 X_2^2 - 0,03661 X_3^2$ . Dengan nilai stationary point  $X_0 = (\text{sudut Baji}) = - 0,382409$ ,  $X_0 = (\text{feeding}) = 0,161715$ ,  $X_0 = (\text{RPM}) = 0,578250$ . dan didapatkan nilai optimal Sudut Baji ( $78,212^{\circ}$ ), Kecepatan Pemakanan (0,095 mm) dan RPM (278,29 put/menit). Maka dapat dianalisis nilai optimal yang berbeda dengan nilai kerangka metode RSM dan apabila nilai sama maka penelitian gagal.

**Kata kunci:** Baja SCM 440,kekasaran permukaan,Metode Respon Surface.

### **Abstract**

*Technological advances have developed so fast that this study used SCM 440 steel material, which is included in the chromium molybdenum alloy steel. This steel has the advantages of stable composition, common harmful elements, and high steel purity. Surface roughness is important, and surface roughness is defined as an irregular surface configuration on an object resulting from a machining process. This study aims to determine the effect of process variables on the surface roughness rate of the SCM 440 material by varying the wedge angles 700,750 and 800, then variations in feed speed 0.08mm, 0.09mm and 0.10mm and spindle speed or RPM, namely 160, 220 and 280 put/ minutes on the RSM method. The Response Surface method is a set of mathematical and statistical techniques that are useful for analyzing problems where several independent variables affect the response variable and determine the optimal value for the process variable. The research results found that the Second order value  $\hat{y} = + 0.092224 X_1^2 + 0.208515 X_2^2 - 0.03661 X_3^2$ . With a stationary point value  $X_0 = (\text{Wedge angle}) = - 0.382409$ ,  $X_0 = (\text{feeding}) = 0.161715$ ,  $X_0 = (\text{RPM}) = 0.578250$ . Furthermore, we obtained optimal values of Wedge Angle (78.2120 ), Feeding Speed (0.095 mm) and RPM (278.29 put/minute). Then it can be analyzed that the optimal value is different from the framework value of the RSM method, and if the value is the same, then the research fails.*

**Keywords:** *SCM 440 steel, surface roughness, surface response method.*

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan Alhamdulillah segala puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayahnya penyusunan tugas akhir yang berjudul **OPTIMASI SUDUT BAJI, KECEPATAN PEMAKANAN DAN RPM TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN MATERIAL SCM 440 DENGAN METODE RESPON SURFACE (RSM)**. ini dapat terselesaikan guna untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan pada jurusan Teknik Mesin Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Perjalanan yang panjang telah penulis lalui dalam rangka untuk menyelesaikan penulisan skripsi ini. Banyak rintangan serta hambatan yang dihadapi dalam proses penyusunannya, namun berkat kehendak-nyalah sehingga penulis berhasil menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, dengan penuh kerendahan hati pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua, bapak tercinta Karsodo, ibu tercinta Marzani dan adik saya yang senantiasa memberikan kasih sayang dan selalu berdoa serta memberikan dukungan pada penulis.
2. Bapak Zaldy Kurniawan S.S.T.,M.T, selaku dosen pembimbing utama yang telah banyak memberikan masukan dan bimbingan tentang pelaksanaan makalah tugas akhir ini.
3. Bapak Husman S.S.T.,M.T, selaku dosen pembimbing kedua yang telah banyak memberikan dukungan semangat dan masukan tentang pelaksanaan makalah tugas akhir ini.
4. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., PhD, selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
5. Bapak Pristiansyah, S.S.T., M.Eng. selaku Kepala Jurusan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
6. Bapak Dr. Ilham Ary Wahyudie dan teman saya Maharani yang telah membantu penulis dalam mengolah data penelitian ini.

7. Ust. Muhammad Radial dan Habib Ahmad Firdaus, selaku guru penulis dimajelis Taklim Daarul Ilmi Wadzikri, yang selalu memberi nasehat dan dukungan dalam segi spiritual.
8. Kepada saudara saya Ibu Siti Hardiyanti, AMK dan Keluarga yang telah memberikan fasilitas berupa laptop sehingga penulis bisa mengerjakan penulisan tugas akhir ini sampai selesai.
9. Serta teman saya Muhammad Asep, Ricky Irwansyah, Sindy Muriana, Via Twoifia, Dika Septayama Putra yang telah berkontribusi membantu dan mensupport penulis sampai titik ini serta teman-teman di komunitas Ar-Rais Belinyu dan semua pihak yang telah ikut membantu memberikan dukungan moral dalam penyelesaian makalah proyek akhir yang sebagai salah satu syarat kelulusan.
10. Dan seluruh teman-teman angkatan 26 Teknik Mesin Manufaktur Negeri Babel yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah berjuang bersama.

Akhir kata, penulis mengharapkan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat dan semoga Allah SWT selalu memberikan perlindungan bagi kita semua.

Sungailiat, 12 Januari 2023



DERI SAPUTRA



## DAFTAR ISI

<b>COVER .....</b>	<b>I</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Mesin Bubut .....	5
2.2 Prinsip Kerja dan Gerakan Utama Mesin Bubut .....	5
2.3 Mesin Bubut Geminis.....	6
2.4 Proses Pembubutan.....	7
2.5 Variabel Proses Pembubutan .....	8
2.6 Pahat Bubut .....	9
2.7 Pahat HSS .....	10
2.8 Baja Karbon.....	12
2.9 Material SCM 440 .....	12
2.10 Kekasaran Permukaan .....	13
2.11 Variabel Kekasaran Permukaan .....	14
2.12 Metode Respon Surface Methodology .....	16

2.12.1 <i>Central Composite Design</i> .....	17
2.12.2 <i>Pendekatan Regresi</i> .....	17
2.12.3 <i>Nilai Optimal</i> .....	18
2.12.4 <i>Model Canonical</i> .....	18
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>19</b>
3.1 Metode Pelaksanaan .....	19
3.2 Identifikasi Masalah .....	19
3.3 Studi Literatur.....	20
3.4 Variabel Penelitian .....	20
3.5 Persiapan Alat dan Bahan Eksperimen.....	21
<b>3.5.1 Alat</b> .....	21
3.5.1.1 Pahat Bubut HSS ( <i>High Speed Steel</i> ).....	21
3.5.1.2 Mesin Bubut .....	21
3.5.1.3 Dial Indikator .....	22
3.5.1.4 <i>Vernier Caliper</i> ( jangka sorong) .....	22
3.5.1.5 Surface Roughnes Tester.....	22
3.5.1.6 V- Block .....	23
<b>3.5.2 Bahan</b> .....	23
3.5.2.1 Material .....	23
3.6 Pengambilan Data Penelitian.....	24
3.6.1 Menentukan Rancangan Eksperimen .....	24
3.6.2 Persiapan Pahat.....	24
3.6.3 Proses Pembubutan.....	25
3.6.4 Proses Pengujian Nilai Kekasaran.....	26
3.7 Pengelolaan Data Penelitian .....	27
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>30</b>
4.1 Data Nilai Kekasaran Permukaan.....	30
4.2 Pengolahan Data.....	31
4.3 Analysis Of Variance .....	37
4.4 Analisis Data .....	39

4.5 Uji Lack Of Fit .....	41
4.6 Uji Normalitas Residual .....	42
4.7 Grafik Surface Plot & Countor Plot .....	43
<i>4.7.1 Surface plot &amp; Countor plot respon feeding; sudut baji</i> .....	43
<i>4.7.2 Surface plot &amp; countor plot respon RPM; sudut baji</i> .....	45
<i>4.7.3 Surface plot &amp; countur plot respon RPM; Feeding</i> .....	46
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>48</b>
5.1 Kesimpulan .....	48
5.2 Saran .....	49
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>50</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Harga Kekasaran <i>ISO</i> [15] .....	15
Tabel 2. 2 Tingkat Kategori kekasaran Permukaan .....	16
Tabel 3. 1 Variabel Faktor .....	20
Tabel 3. 2 Nilai Rotabilitas .....	27
Tabel 3. 3 Rancangan Percobaan Decentral Composite Design.....	28
Tabel 4. 1 Data Nilai Kekasaran Permukaan Keseluruhan .....	30
Tabel 4. 2 Coded Parameter Proses .....	31
Tabel 4. 3 Pengolahan Data Nilai Kekasaran di Software Analisis.....	36



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mesin Bubut Geminis .....	6
Gambar 2. 2 Geometri Sudut Pahat.....	11
Gambar 2. 3 Sudut baji.....	11
Gambar 2. 4 Profil kekasaran permukaan .....	14
Gambar 2. 5 Rancangan Geometrik CCD 3 faktor .....	17
Gambar 3. 1 Diagram Alir .....	19
Gambar 3. 2 Pahat Bubut HSS .....	21
Gambar 3. 3 Mesin Bubut Geminis .....	21
Gambar 3. 4 Dial Indikator .....	22
Gambar 3. 5 Vernier Caliper .....	22
Gambar 3. 6 Surface Roughnes Tester.....	23
Gambar 3. 7 V-Block .....	23
Gambar 3. 8 Materal Baja SCM 440.....	24
Gambar 3. 9 Pengasahan Pahat .....	25
Gambar 3. 10 Proses Pembubutan .....	26
Gambar 3. 11 Proses Pengujian Nilai Kekasaran.....	27
Gambar 4. 1 Uji Kenormalan Residual Model .....	42
Gambar 4. 2 Plot Residual Dengan Taksiran Model.....	42
Gambar 4. 3 Plot Residual Dengan Order Model .....	43
Gambar 4. 4 Surface plot feeding dan sudut baji .....	44
Gambar 4. 5 Contour plot feeding dan sudut baji .....	44
Gambar 4. 6 Surface plot RPM dan sudut baji.....	45
Gambar 4. 7 Contour plot RPM dan sudut baji.....	46
Gambar 4. 8 Surface plot RPM dan feeding .....	47
Gambar 4. 9 Contour Plot RPM dan Feeding .....	47

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Daftar Riwayat Hidup
- Lampiran 2: Alat dan Bahan penelitian
- Lampiran 3: Sertifikat Material SCM 440
- Lampiran 4: Tabel Rekomendasi Variabel Pembubutan
- Lampiran 5 : Tabel Standar Baja SCM 440 dan AISI 4140
- Lampiran 6 : Alat ukur sudut pahat
- Lampiran 7: Pengukuran Sudut Pahat
- Lampiran 8 : Proses Pengasahan Pahat
- Lampiran 9: Proses Pembubutan
- Lampiran 10: Proses Pengukuran Kekasaran Permukaan
- Lampiran 11: Pengukuran Kekasaran Permukaan
- Lampiran 12: Perhitungan Nilai  $\alpha$  dan Nilai  $-\alpha$
- Lampiran 13 Perhitungan Dengan Cara Manual
- Lampiran 14 Perhitungan dengan aplikasi minitab
- Lampiran 15 : hasil Pengecekan Plagiasi Dengan Turnitin
- Lampiran 16 : FORM Bimbingan Proyek Akhir
- Lampiran 17: FORM Monitoring Proyek Akhir
- Lampiran 18 : Form Revisi Laporan Akhir
- Lampiran 19 : Hasil Submit Jurnal
- Lampiran 20 : Poster Proyek Akhir

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Era sekarang ini industri manufaktur telah berkembang sedemikian cepatnya. baik dalam segi mesin maupun material. Salah satunya telah banyak ditemukan material-material yang baru tetapi memiliki tingkat kekasaran dan kekuatan yang lebih terutama didunia industri manufaktur.

Mesin ini ialah jenis mesin berfungsi untuk menyayat benda kerja dengan diputar. Mesin ini ialah proses pemakanan yang pemakanan benda kerjanya diputar lalu didekatkan pada pahat sampai menyentuh permukaannya. secara berganti dan sejajar pada sumbunya. Gerak putar pada matrial ini merupakan gerak pemotongan dan putaran translasi pada pahat merupakan gerak umpan [1].

Proses pengerjaan pembubutan ini umumnya merupakan proses mekanik yang menghasilkan suhu yang meningkat dipermukaannya [2]. Dan proses pembubutan melewati proses penyayatan yang pada awal proses pengerjaannya dikerjakan dengan memutar, kemudian benda kerja menyentuh ke pahat yang digerakkan pada sumbu putar. Kecepatan dimesin ini ialah dapat diatur sesuai dengan kebutuhan dan cara pengaturannya dengan memandangkan roda gigi pada mesin. Jadi, cara kerja mesin ini ialah benda kerja prosesnya dengan cara berputar, tetapi alat penyayatnya yang terdapat dimesin itu bergerak secara memanjang dan melintang. Dari proses pembubutan itu sendiri menghasilkan sayatan dan pengurangan material pada benda kerja dan biasanya material yang dihasilkan pada proses pembubutan ialah simetris.

Proses pengerjaan pembubutan benda kerja ada macam-macam faktor yang mempengaruhi hasil dari pemakanan material tersebut salah satunya sudut baji atau sudut buang, kedalaman pemotongan dan rpm atau kecepatan potong. Dan apabila faktor ini divariasikan maka nantinya benda kerja yang dihasilkan pun berbeda baik dari sisi kekasaran permukaan, perbedaan ukuran dan lain sebagainya. Jadi, dari

banyak faktor tersebut bisa diambil menjadi salah satu parameter pemesinan terutama pada pemersianan dimesin bubut.

Pengerjaan pemesinan merupakan proses pembuangan material bahan dengan tujuan untuk menghasilkan produk sesuai standar. Pengerjaan pemesinan yang dikerjakan dan dilakukan diindustri manufaktur ialah pengerjaan penyekrapan (*shaping*), pengerjaan pembubutan (*turning*), proses pengerjaan frais (*milling*), dan proses gerinda (*grinding*). Pengerjaan pemesinan ini ialah yang sering dipakai untuk membuat suatu produk jadi dengan menggunkan bahan baku material logam. Dengan hasil 60% sampai 80% pada seluruh pengerjaan pada mesin yang sempurna dikerjakan pada proses pemesinan [3].

Hasil penelitian [4] Kekasaran permukaan merupakan hal penting pada proses pengerjaan pembubutan. Kekasaran material permukaan (KP) diartikan sebagai ketidakaturan kontur permukaan pada suatu benda permukaan material [5]. Pengaruh yang mempengaruhi hasil suatu permukaan benda kerja selama proses pengerjaan pemesinan yaitu sudut dan juga ketajaman mata pahat selama proses pembubutan, perubahan kecepatan potong, posisi yang senter, getaran pada mesin, dan terakhir pembuangan panas juga mempengaruhi kekasaran [6]. Pada kekasaran permukaan itu bisa diadakan peninjaun apakah pada benda kerja bisa diterima ataupun tidak. Kekasaran permukaan ini bisa disebabkan oleh pengaruh variabel potong dengan geometri pahat potong. sudut pahat yang divariasi yaitu sudut potong dengan variasi sudut sebesar  $65^{\circ}$ ,  $75^{\circ}$  dan  $85^{\circ}$  Hasil dari pengujian kekasaran terendah terdapat pada sudut  $65^{\circ}$  dengan hasil yang didapat pada kekasarannya  $2.4568 \mu\text{m}$ , kemudian nilai yang tertinggi pada sudut  $85^{\circ}$  dengan nilai kekasaran yang didapatkan pada permukaannya adalah  $3.2776 \mu\text{m}$ .

Kekasaran permukaan pada material atau tinggi dan rendahnya suatu hasil kekasaran benda kerja dapat diukur juga pada titik acuan material tersebut. Dan pada pengerjaan penyayatan yang dilakukan, kekasaran permukaan yang didapat terbawah pada posisi atau nilai ( $\mu\text{m}$ ) 1.535 menggunakan variabel kecepatan potong ( $V_c$ ) 250m/mnt, gerak makannya ( $f$ ) 0.1 mm/putaran, dan kedalaman potong (a) 1.5 mm pada saat keadaan pemesinan basah, kemudian pada permukaan



kekasaran teratas pada nilai ( $\mu\text{m}$ ) 2,077 menggunakan variabel potong ( $V_c$ ) 250m/mnt, gerak makan ( $f$ ) 0.1 mm/putaran, lalu kedalaman potong ( $a$ ) 1.5 mm pada keadaan pemesinan kering. Dari data diatas bisa diambil sebuah kesimpulan pada kekasaran terbawah berada pada saat pengerjaan pemotongan basah dan memakai pahat karbida disaat pemotongan baja ASTM A 29 dengan ( $V_c$ ) 250 m/mnt [7].

Dari penjelasan diatas, penulis akan melakukan penelitian terhadap pengaruh optimasi sudut baji atau sudut baji, kecepatan pemakanan dan rpm terhadap kekasaran permukaan material SCM 440 dengan metode *respon surface* (RSM). Yang dimana material SCM 440 ialah baja paduan *kromium molibdenum*. Baja ini mempunyai keunggulan material stabil, mempunyai elemen berbahaya rendah, kemurnian pada baja tinggi, permukaan dekaburasasi kecil dan juga sedikit cacat pada permukaannya. Material bahan mudah dibentuk dan mempunyai tingkat keretakan dingin yang rendah. Hal yang sering pada pengeras dan kekuatan tarik utama adalah 850-1000 Mpa. material SCM 440 ini sering dipakai pada produk mold untuk injeksi plastik. Material ini juga sering dipakai pada bahan produksi silinder dan lifter yang sering bergerak pada pengerjaan injeksi plastik, bahan SCM 440 termasuk dalam jenis baja permesinan (*machnery steel*) [8]. Baja ini memiliki keseimbangan kualitas baik antara kekuatan, ketangguhan juga memiliki ketahanan aus. Kandungan promium paduan menghasilkan kekerasan baik dan juga elemen yang bereaksi dengan baik dalam perlakuan panas dan muda diproses dalam kondisi perlakuan panas. Material ini memberikan banyak sifat yang mempunyai kekuatan dan ketahanan aus yang baik serta keuletan bahan baik dan ketahanan.

Pada metode analisis ini menggunakan metode *respon surface*. Metode ini ialah suatu teknik pada matematika dan juga statistika yang bermanfaat untuk menganalisis suatu permasalahan pada suatu variabel independen disuatu variabel faktor dan bermaksud pada optimalnya respon penelitian [9].

Peneliti juga memakai metode RSM untuk mencari fungsi yang sesuai untuk memprediksi respon. Lalu dalam penelitian ini memakai metode RSM agar bisa menunjukkan nilai dari variabel-variabel yang bisa mengoptimalkan respon. Jadi,

tujuan utama peneliti menggunakan metode RSM ini ialah agar dapat mengetahui cara mengoptimalkan respon atau mencari nilai optimal pada setiap variabel prosesnya.

### 1.2 Rumusan masalah

Perumusan masalah dipenelitian ini ialah :

1. Apakah variabel dari optimasi sudut Baji, kecepatan potong & RPM berpengaruh besar terhadap kekasaran permukaan material SCM 440 dengan Metode Respon Surface (RSM).
2. Bagaimana pengaruh variasi variabel proses pemesinan terhadap laju tingkat kekasaran dipermukaan Material SCM 440 dengan menggunakan mesin bubut Geminis.

### 1.3 Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Mengetahui optimasi sudut baji, kecepatan potong, RPM terhadap kekasaran permukaan material terhadap material SCM 440.
2. Mengetahui pengaruh sudut baji terhadap kekasaran pada bahan material SCM 440 dengan menggunakan metode respon surface (RSM)

### 1.4 Batasan masalah

Supaya penelitian yang saya lakukan terarah dan lancar sehingga mencapai tujuan yang dituju, maka batasan masalah yang diberlakukan ialah :

- a. Pada penelitian ini menggunakan Mesin bubut geminis dengan setting parameter pemesinan agar tercapai laju pengerjaan material yang benar dan sesuai dengan tujuan yang diinginkan.
- b. Pada penelitian sekarang dilakukan pada mesin bubut horizontal geminis dengan pahat bubut HSS (*High Speed Steel*) Bohler.
- c. Sudut Baji, kecepatan potong & RPM ditentukan
- d. Material yang dipakai pada penelitian ini ialah bahan baja SCM 440 dimensi  $\varnothing 25 \times 100$  mm.
- e. Pengujian yang akan dilakukan sebagai berikut :
  - Pengujian kekasaran permukaan

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Mesin Bubut**

Mesin bubut merupakan sebuah mesin penyayat yang fungsinya untuk memotong dan menyayat benda kerja pada saat benda kerja berputar pada spindel mesin itu sendiri. Bubut sendiri ialah suatu pengerjaan pembuatan benda kerja yang prosesnya yaitu dengan benda kerja berputar pada spindel pada mesin bubut, lalu mata pahat didekatkan pada benda kerja hingga menyentuh permukaan benda kerja dan digerakkan secara transiasi sejajar sesuai benda kerja yang terpasang. Gerak putar yang terjadi pada proses ini disebut gerak pemotongan yang relatif dan gerakan translasi pada pahat disebut gerakan umpan [10].

Mesin ini merupakan mesin yang menyayat permukaan benda kerja yang berputar pada sepindel memakai alat potong dalam proses pengerjaannya. Mesin bubut konvensional dan juga mesin bubut CNC (*Computer Numerically Controlled*) merupakan 2 jenis mesin yang sering dipakai dalam dunia manufaktur. Mesin CNC ini pada perinsipnya sama seperti mesin bubut konvensional.

#### **2.2 Prinsip Kerja dan Gerakan Utama Mesin Bubut**

Pada prinsipnya kerja mesin ini ialah poros spindle memutar benda kerja pada piringan pembawa dan memutar roda gigi di poros spindelnya. Dan pada bagian roda gigi penghubung, putaran dari spindel selanjutnya diteruskan ke roda gigi diporos ulir. Maka dari itu klem yang berulir, kemudian putaran diporos ulir tersebut diganti menjadi pergerakan translasi pada bagian eretan yang membawa pahat pemotong. lalu gerakan-gerakan utama pada mesin ini ialah :

- **Gerak Berputar**, yaitu dimana terjadi gerakan rotasi pada benda kerja yang terpasang pada spindel dimesin bubut dan digerakkan ke arah pahat pemotong dan sering disebut gerak potong.
- **Gerakan Memanjang**, ialah suatu proses yang arah pemotongannya sejajar pada sumbu kerja pada proses pembubutan.

- **Gerakan Melintang**, ialah gerakan pada proses pembubutan yang apabila arah pemotongannya tegak lurus terhadap sumbu kerja. Dan pada gerakan ini dinamakan gerak melintang atau potongan pada permukaan.

### 2.3 Mesin Bubut Geminis

Mesin ini merupakan jenis mesin perkakas yang dipakai untuk proses pengerjaan pembubutan suatu terial yang mana alat potong bergerak secara horizontal ataupun vertikal dengan otomatis pada titik inti materialnya. Hasil pengerjaan ini dapat berbentuk kerucut, silinder dan juga ulir [11]. Peneliti menggunakan mesin bubut Tornos Geminis yang ada dibengkel Polman Babel yang telah ada sejak tahun 1998 hingga sekarang dan juga Penggunaan mesin ini sudah sejak lama sehingga nantinya akan berdampak terhadap perubahan performa mesin [12]. Dibawah ini ialah komponen-komponen bubut geminis yang bisa dilihat digambar 2.1 :



Gambar 2. 1 Mesin Bubut Geminis [11]

Komponen-komponen utama mesin bubut Geminis :

1. Motor penggerak

Motor ini ialah penggerak inti atau utama pada mesin bubut dan berguna agar spindelnya bergerak.

2. Eretan

komponen yang berfungsi agar mata pahat bergerak maju dan mundur sehingga pahat menyayat material. Terdapat tiga jenis eretan dimesin bubut, yaitu : horizontal, vertikal, dan eretan atas.

3. Pencekam (*chuck*)

Komponen ini diberfungsi agar mencekam benda kerjanya yang akan dilakukan proses pemakanan. Dan komponen ini banyak macam dan bentuknya karena setiap tahunnya berbeda jenis dan versi.

4. Kepala tetap

Komponen ini merupakan tempat pada bagian transmisi yang terletak pada bagian dalam mesin. Komponen ini juga memiliki tuas-tuas yang bertujuan mengatur kecepatan makan material dan dikecepatan spindinya.

5. Kepala lepas

Kepala lepas berfungsi untuk mengatur ketinggian pada alat potong terhadap titik sumbunya.

6. *Control panel*

Komponen ini berguna untuk pengerjaan pembubutan agar bergerak otomatis sehingga mempermudah pengerjaan.

## 2.4 Proses Pembubutan

Banyak macam proses pembubutan logam. Adapun prosesnya itu Beragam, melihat pada jenis pahat, arah pemotongan, dan gerak relatif benda kerjanya :

### A. Pembubutan Rata

Proses bubut ialah dasar dari sebuah penyayatan dan pemakanan diameter sehingga ukurannya sesuai dengan yang diinginkan. Dalam proses pembubutan adalah yang namanya toleransi ukuran contohnya : umum, khusus, dan ISO.

### B. Muka / *facing*

Pada proses ini ialah proses dasar dalam pembubutan. Jadi, proses ini mengurangi luas benda yang berbentuk silinder dan mengurangi panjang pada material yang dikerjakannya. Pada proses ini menggunakan pahat yang dipakai yaitu ISO2,ISO3,ISO4 dan ISO5. Dan alat potong yang banyak dipergunakan yaitu jenis ISO2.

### C. Dalam / *Boring*

Pebubutan dalam sama seperti pembubutan rata, tetapi pada daerah dalam diameter pada suatu benda kerja. Alat pemotong pada pembubutan dalam ini biasanya menggunakan ISO8 dan ISO9.

### D. Ulir / *Treading*

Pada pengerjaan ini dilakukan pada mesin bubut itu sendiri. Pada penelitian ini menggunakan mesin bubut Geminis yang ada dibengkel Polman Babel. proses pembuatan ulir kurang efisien, dikarenakan pemotongan harus dikendalikan secara manual, tetapi dengan mesin bubut yang dikendalikan CNC proses pembubutan ulir menjadi sangat efisien dan efektif.

## 2.5 Variabel Proses

Variabel yang ada di proses pembubutan berupa informasi tentang hitungan dasar, Rumus, dan tabel menjadi landasan utama pada pembubutan. Variabel pada pengerjaannya yaitu :

- Kecepatan Potong
- Kedalaman Pemakanan
- Kecepatan Putaran Spindel
- Kecepatan Pemakanan

### A. Kecepatan Potong

Proses ini ialah usaha alat potong dalam hal menyayat benda. Mesin ini mempunyai kecepatan potong yaitu (VC) merupakan keliling diameter material ( $\pi.d$ ) dikalikan dengan putaran (n). yaitu :

$$Vc = \frac{\pi.d.n}{1000} \text{ ( m/min )}$$

## B. Kedalaman Pemakanan

Proses ini ialah selisih antara diameter material diawal dengan diameter akhir. mengatur kedalaman pemakanan dengan memutar eretan vertikal.

Rumus yang dipakai untuk mencari ini ialah :

$$a = \frac{d_0 + d_m}{2}$$

dimana :

a = kedalaman pemakanan

$d_0$  = diameter awal

$d_m$  = diameter akhir

## C. Kecepatan Putaran Spindel

Pada pengerjaan ini ialah kemampuan kecepatan putar dimesin bubut agar melakukan pemotongan dan penyayatan pada satuan putaran / menit. Dalam kecepatan putaran spindel memiliki cara dalam menghitungnya, adapun rumus dari proses ini sebagai berikut :

$$n = \frac{V_c}{\pi \cdot d}$$

## D. Kecepatan pemakanan

Kecepatan pemakanan dilakukan dengan melihat pada faktornya, yaitu: kekasaran bahan, sudut penyayatan, kedalaman penyayaan, bahan alat potong, mempersiapkan mesin yang dipakai dan terakhir ketajaman pahatnya. Pada kecepatan pemakanan, dalam hal ini untuk proses pengasaran yang diatur pada kecepatan pemakanan tinggi agar didapatkan hasil pemanan yang halus. Adapun rumus dari proses ini ialah :

$$F = f \times n \text{ (mm/menit)}$$

## 2.6 Pahat Bubut

Di era saat ini banyak ilmu yang begitu pesat terlebih pada industri manufaktur. dan pada pemesinan ini terdapat banyak jenis pahat yang dibuat beragam dan juga dengan banyak variasi sifat materialnya. Dalam sebuah pahat pemotongan tidak hanya menghitung kekerasannya saja selain itu, masih banyak sifat lain yang perlu diperhatikan agar menghasilkan mata potong atau pahat bubut yang berkualitas

misalnya, ketahanan pada benturan, kekuatan terhadap gesekan, ketahanan terhadap panas dll. Berikut ini jenis-jenis pahat bubut yang sering digunakan :

1. Baja Karbon Tinggi
2. HSS (*High Speed Steel*)
3. Paduan Cor nferro
4. Kramik
5. Carbida
6. Cubicbaronnitrides

Adapun pada material pahat ini harus mempunyai sifat dan ketentuannya yaitu ialah sebagai berikut :

1. Tinggi putaran mesin ini maka semakin tinggi juga temperatur suhu yang didapat.
2. Pengerjaan bahan material benda kerja harus disesuaikan dengan jenis pengerjaannya agar didapatkan hasil pengerjaan yang sesuai dan juga harus memperlihatkan atau memilih bahan yang ekonomis.
3. Harus keras, material bahat bubut harus keras dari pada bahan benda kerja yang ingin dikerjakan, agar hasil pengerjaannya sesuai dan pahat bubut tidak terlalu haus karena lebih keras.
4. Tahan panas, saat proses pembubutan pahat akan bergesekan dengan benda kerja maka pahat bubut harus memiliki ketahanan terhadap panas yang maksimal, gesekan yang terjadi biasanya sekitar ( 250°C - 400°C ) tergantung pada putaran spindel.

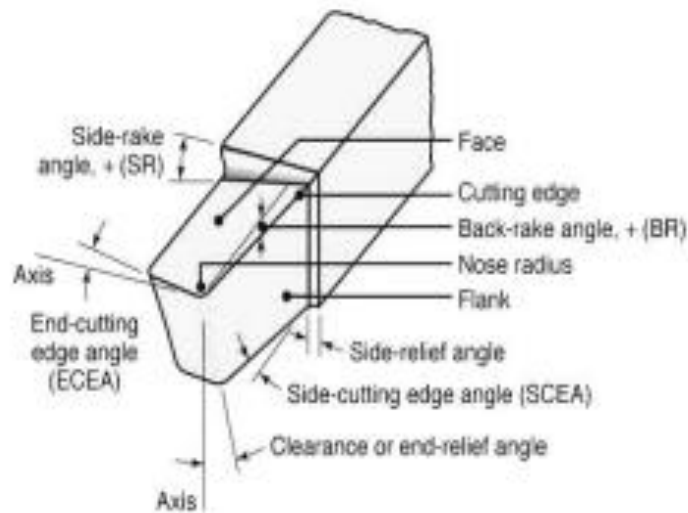
Geometri alat potong matrial tergantung benda kerja dan juga material pahat. Pahat bubut yang bermata potong tunggal biasanya menggunakan pahat yang paling sering yaitu sudut beram, sudut bebas, dan yang terakhir adalah sudut sisi potong.

## **2.7 Pahat HSS**

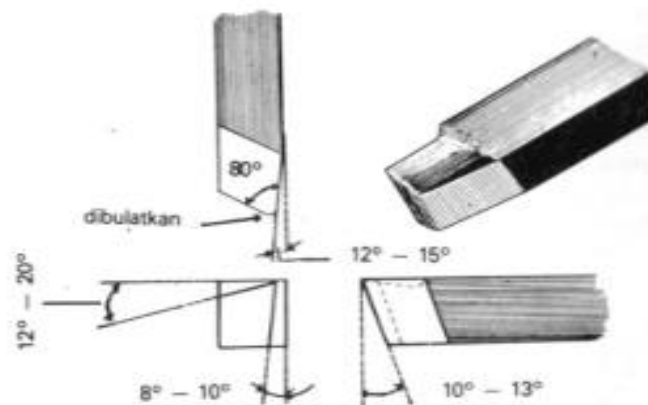
Pada mesin bubut biasanya memakai alat potong yaitu *High Speed Steel* (HSS). Pahat ini adalah pahat dengan baja paduan yang tinggi dan memiliki unsur karbon (C), *Tungsten* (W), *Vanadium* (V), *Molybdenum* (Mo), *Cromium* (Cr), ataupun



Cobalt (Co). Adapun jenis pahat HSS yang sering dipakai ialah *Tungsten*, HSS jenis *Tungsten-Molybdenum* dan *High Performance HSS* [13]. Pada penelitian ini peneliti menggunakan pahat HSS dengan memvariasikan sudut bajinya yaitu : sudut  $70^{\circ}$ ,  $75^{\circ}$  dan sudut  $80^{\circ}$ . Gambar Geometris pahat bubut rata kanan dan gambar bagian sudut baji yang divariasikan dan dipaparkan digambar 2.2 dan 2.3 dibawah ini :



Gambar 2. 2 Geometri Sudut Pahat



Gambar 2. 3 Sudut baji [14]

## 2.8 Baja Karbon

Baja merupakan material yang sering dipakai pada pengerjaan konstruksi mesin atau pabrik. Sifat yang ulet dimiliki oleh bahan baja ini mudah dibentuk, kuat dan juga keras bahannya. Jumlah yang terdapat pada unsur pada baja bisa melihat sifat mekanis dan juga (*performance*)nya.

Terdapat tiga jenis baja yang sering digunakan dan terlihat dari jumlah kandungan karbon yang terdapat pada strukturnya :

- a. Baja yang rendah ialah baja yang memiliki data hasil kandungan karbonnya terdapat pada material kisaran : 0,04 % - 0,30% . baja yang memiliki kadar karbon yang rendah tidak mampu lagi untuk ditambah kekerasannya disebabkan karbon yang terdapat didalamnya tidak cukup untuk membuat struktur martensit.
- b. Baja ini tergolong pada jenis menengah karena baja ini memiliki hasil kadar karbon berkisar diantara 0,31% - 0,70% . Baja karbon sedang lebih keras pada baja karbon rendah pada materilnya.
- c. Baja ini tergolong pada karbon tinggi karena, bajanya memiliki kadar karbon berkisar pada : 0,70% - 1,70% yang terdapat pada materilnya dan ini merupakan tingkat baja karbon yang teratas.

## 2.9 Material SCM 440

Material SCM 440 dengan metode *respon surface* (RSM). Yang dimana material SCM 440 ini ialah baja dengan gabungan kromium molibdenum. Baja ini mempunyai kelebihan komposisi yang stabil, tingkat bahayanya rendah, keaslian baja tinggi, permukaan dekaburasasi kecil dan sedikit cacat permukaan. mudah untuk dibentuk dan juga mempunyai tingkat retak dingin yang lemah. mempunyai pengeras dan kekuatan tarik intinya berkisar pada 850-1000 Mpa. SCM 440 ini memiliki keseimbangan yang sangat baik diantaranya kekuatan, kemudian pada ketangguhan dan terakhir ketahanan ausnya. Unsur promium yang berpadu menghasilkan permeabilitas kekerasan yang baik, juga memiliki elemen yang bereaksi dengan maksimal dalam perlakuan panasnya dan muda diproses dalam kondisi perlakuan suhu tinggi. Bahan SCM 440 menghasilkan banyak sifat yang ingin dicapai seperti kekuatan dan ketahanan aus yang baik. material ini sering

dipakai pada produksi mold diinjeksi plastik. Bahan ini juga sering dipakai untuk bahan pembuatan silinder atau lifter yang sering ada dalam proses injeksi plastik, kemudian bahan ini tergolong pada jenis baja permesinan (*machnery steel*).

Perbandingan yang setara dengan SCM 440 ialah AISI 4140. AISI 4140 merupakan *alloy steel chroumium mlydenum*, kadar ini memberikan hasil kekasaran yang baik digunakan untuk penetrasi dan juga kadar dari *molybdenum* menghasilkan kekasaran yang seragam dan kekuatan yang tinggi. Menggunakan baja AISI 4140 dapat dikeraskan hingga tingkat kekasaran yang relatif tinggi. Bahan AISI 4140 mampu menahan suhu tempratur hingga 538°C (1000°F) kemudian bisa mempertahankan karakteristiknya padahal setelah terpapar lama pada suhu yang relatif tinggi.

## **2.10 Kekasaran Permukaan**

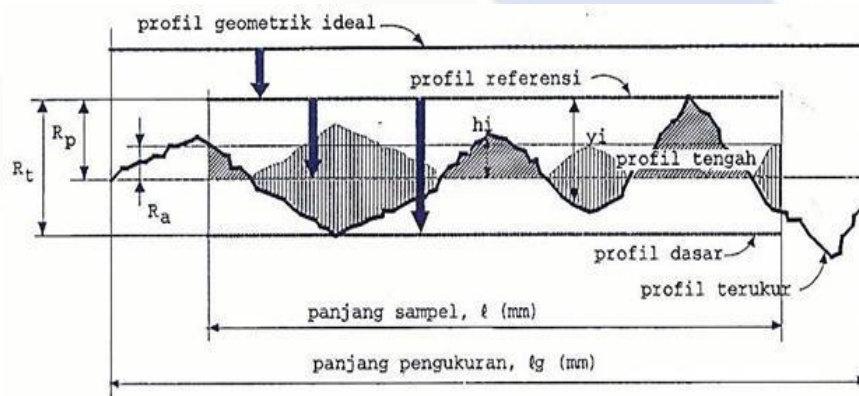
Suatu ciri geometris itu ideal dapat melihat pada komponen yang permukaannya halus. Untuk menghasilkan suatu komponen pada permukaan yang sangat halus dalam prakteknya sangat lah sulit, contohnya faktor dari manusia dan juga faktor-faktor pada mesin yang digunakan pada pembuatannya. dengan berkembangnya teknologi terus mengembangkan peralatan yang bisa membuat permukaan dari komponen itu dengan tingkat kehalusan yang cukup tinggi dan tertera pada standar pada ukuran yang berlaku dalam metrologi yang dikeluarkan oleh para ahli pengukuran geometris benda melalui pengalaman penelitian.

Kekasaran permukaan dengan karakteristik terlihat pada penyimpangan kekasaran sebagaimana uraian diatas. Permukaan akhir ialah hubungan yang memberikan data kehalusan atau mutu umum pada suatu permukaan. Kekasaran yang mengarah pada suatu penyimpangan dari permukaan yang hasil nominalnya dipilih oleh jenis material dan juga cara pengerjaannya menghasilkan data seperti yang diinginkan. Kekasaran permukaan ialah ketidakkesesuaian konfigurasi pada penyimpangan karakteristiknya yang bisa terlihat pada guratan profil permukaan benda kerja tersebut. Ada hal yang bisa membuat faktor dan penyebabnya yaitu : Dimensi pahat, cacat pada material benda kerja, geometri, cara parameter pemotongan dan terakhir kerusakan pada aliran geram. Kekasaran permukaan bisa

terlihat pada jarak antara puncak tertinggi dan juga bagian terdalam sebagai patokan dari ukuran kekasaran permukaan. Dan dapat juga dinyatakan dengan jarak dari rata-rata profil kegaris tengah.

## 2.11 Variabel Kekasaran Permukaan

Untuk mengukur profil pada permukaan, maka sensor pada alat ukur haruslah digerakkan sesuai dengan lintasan yang berada pada garis lurus dengan posisi yang telah ditentukan sebelumnya. Sesaat pada waktu jarum bergerak dan sesaat sebelumnya, alat ini akan memperlihatkan nilai kekasarannya berdasarkan data yang terdeteksi oleh jarum uji yang terletak diujung bawah. Posisi profil kekasaran ini dapat dilihat pada gambar 2.4 dibawah ini :



Gambar 2. 4 Profil kekasaran permukaan

Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat dan diamati beberapa variabel permukaan yang saling terhubung pada dimensi tegak dan melintang. Pada arah tegak dikenal dengan beberapa parameter :

1. Kekasaran total  $R_t$  ( $\mu\text{m}$ ) yaitu jarak diantara profil refrensi pada profil bawah.
2. Kekasaran perataan  $R_p$  ( $\mu\text{m}$ ) ialah jarak antara profil refrensi pada profil yang terukur.
3. Kemudian kekasaran rata-rata ini yaitu aritmatik  $R_a$  ( $\mu\text{m}$ ) yaitu nilai rata-rata di aritmatik dari harga absolut antara jarak profil pada profil tengah.

4. Kekasaran rata-rata kuadratik  $R_q$  ( $\mu\text{m}$ ) merupakan inti pada jarak kuadrat rata-rata ke profil terukur dengan profil tengah.
5. Terakhir kekasaran semu rata-rata  $R_z$  ( $\mu\text{m}$ ), adalah jarak pada profil alas ke profil terukur dengan lima puncak tertinggi dikurangi dengan jarak rata-rata profil alas ke profil terukur pada lima lembah terendah.

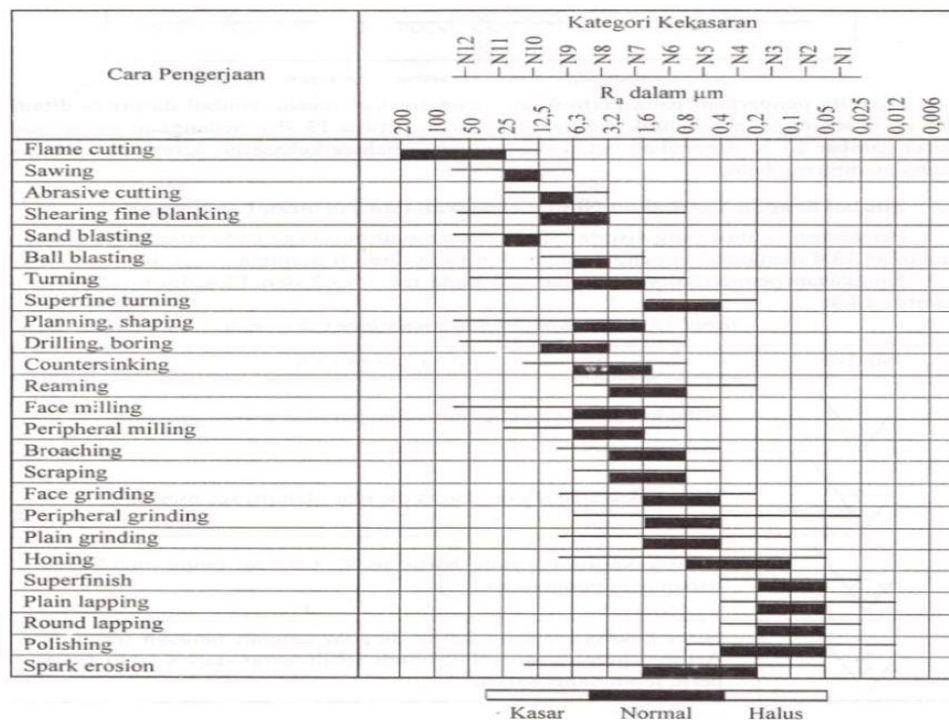
Adapun standar yang dipakai harus sesuai pada satuan panjang dan sering dipergunakan pada gambar teknik. Nilai penyimpangan pada rata-rata aritmatika sudah dipilih pada ISO menjadi 12 tingkat kekasarannya. Tingkatan nilai kekasaran ini dinyatakan dari N1 sampai N12 pada Tabel 2.1 dibawah ini :

Tabel 2. 1 Harga Kekasaran *ISO* [15]

<b>Kelas kekasaran</b>	<b>Harga (mm)</b>	<b>Harga Ra (mm)</b>	<b>Toleransi</b>	<b>Panjang Sempel (mm)</b>
N1	1	0.0025	0.02 – 0.04	0.08
N2	2	0.05	0.04 – 0.08	
N3	4	0.1	0.08 – 0.15	
N4	8	0.2	0.15 – 0.3	
N5	16	0.4	0.3 – 0.6	0.25
N6	32	0.8	0.6 – 1.2	
N7	63	1.6	1.2 – 2.4	
N8	125	3.2	2.4 – 4.8	
N9	250	6.3	4.8 – 9.6	
N10	500	12.5	9.6 – 18.75	0.8
N11	1000	25.0	18.75 – 37.5	2.5
N12	2000	50.0	37.5 – 75.0	8

Toleransi kekasaran pada proses pembubutan ( $R_a$ ) dari suatu permukaan tergantung dengan prosesnya. Dan pada kekasaran permukaan memiliki standar tingkat kekasaran rata-ratanya sesuai proses pembubutan. Tabel 2.2 dibawah ini memberikan contoh tabel nilai rata-rata kekasaran permukaan :

Tabel 2. 2 Tingkat Kategori kekasaran Permukaan



### 2.12 Metode *Respon Surface Methodology*

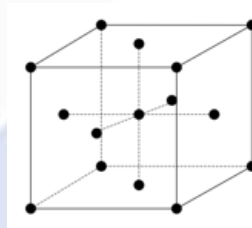
Metode ini ialah teknik matematika dan statistika yang berfungsi menganalisis suatu masalah dimana beberapa variabel independen membuat pengaruh pada respon dengan tujuan mencari nilai optimal pada respon. Peneliti juga memakai metode RSM untuk mencari fungsi yang sesuai untuk memprediksi respon. Lalu dalam penelitian ini memakai metode RSM agar bisa menetapkan nilai pada variabel-variabel independen yang bisa mengoptimalkan respon. Jadi, tujuan utama peneliti menggunakan metode RSM ini ialah agar bisa tau cara mengoptimalkan respon atau mencari nilai optimal pada setiap variabel prosesnya. Adapun hal yang harus dipahami terlebih dahulu sebelum melakukan pengolahan data menggunakan respon surface ialah pertama harus menentukan bentuk persamaan apakah menggunakan orde satu atau orde dua. Pada orde satu rancangan untuk percobaannya cukup dengan  $2^k$  faktorial yang mana setiap perlakuan memiliki dua level perlakuannya. Sedangkan yang orde dua bisa menggunakan rancangan *Central Composite Design* dan juga *Box-Bohken Design* (BBD) dan pada penelitian

ini peneliti menggunakan orde dua yaitu *Central Composite Design* (CCD). Model orde kedua :

$$y = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i x_i + \sum_{i=1}^k \beta_{ii} x_i^2 + \sum \sum \beta_{ij} x_i x_j + \varepsilon$$

### 2.12.1 *Central Composite Design*

Rotabilitas merupakan persyaratan untuk mendapatkan CCD. CCD ini sangat masuk akal dipakai jika rancangannya pada daerah ketertarikan berbentuk bola. Rancangan ini dapat didekati dengan menetapkan  $\alpha$  dari sudut pandang dugaan varians agar CCD sehingga  $\alpha = \sqrt{k}$ . Rancangan dengan menentukan titik-titik faktorial dan aksial di permukaan bola dengan radius  $\sqrt{k}$ . stabilitas varians harus mendapat dukungan dari Center Point agar bisa mendapatkan nilai dugaan responnya. Seperti pada Gambar 2.5 berikut :



Gambar 2. 5 Rancangan Geometrik CCD 3 faktor [16]

### 2.12.2 Pendekatan Regresi

Regresi ialah model yang menunjukkan keterkaitan antara satu variabel terikat ( *dependent variable* ) Y pada beberapa variabel bebas ( *independnt variable* ) X .

Rumus pendekatan regresi :

$$\beta = \begin{pmatrix} \hat{\beta}_0 \\ \hat{\beta}_1 \\ \hat{\beta}_2 \\ \hat{\beta}_{11} \\ \hat{\beta}_{22} \\ \hat{\beta}_{12} \end{pmatrix} = ((X' X)^{-1})(X' y)$$

### 2.12.3 Nilai Optimal

Nilai optimal merupakan salah satu hasil atau nilai yang ingin dicapai pada metode RSM ini, nilai optimal adalah nilai yang dihasilkan dari perhitungan-perhitungan matematik sehingga didapatkanlah sebuah nilai optimal, dan nilai optimal tidak terdapat pada kerangka metode RSM, tetapi nilai optimal diluar dari itu.

### 2.12.4 Model *Canonical*

*Model canonical* ialah statistika peubah ganda untuk menyelidiki hubungan antara dua gugus peubah. Analisis model ini termasuk dalam model statistika yang memungkinkan identifikasi dan kuantifikasi keterkaitan pada dua himpunan variabel. Dan analisis canonical ini juga untuk menentukan bentuk nilai maksimum, minimum, atau *saddle*. Adapun persamaan untuk mencari nilai *eigen* matrik B adalah :

Fitted model

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

Keteranganya :

- $\lambda_i$  semua positif  $\rightarrow$  *stationary point* minimum ( paling bawah/cekung)
- $\lambda_i$  semua negatif  $\rightarrow$  *stationary point* maksimum ( paling atas/cembung)
- $\lambda_i$  semua tanda  $\rightarrow$  *saddle point*

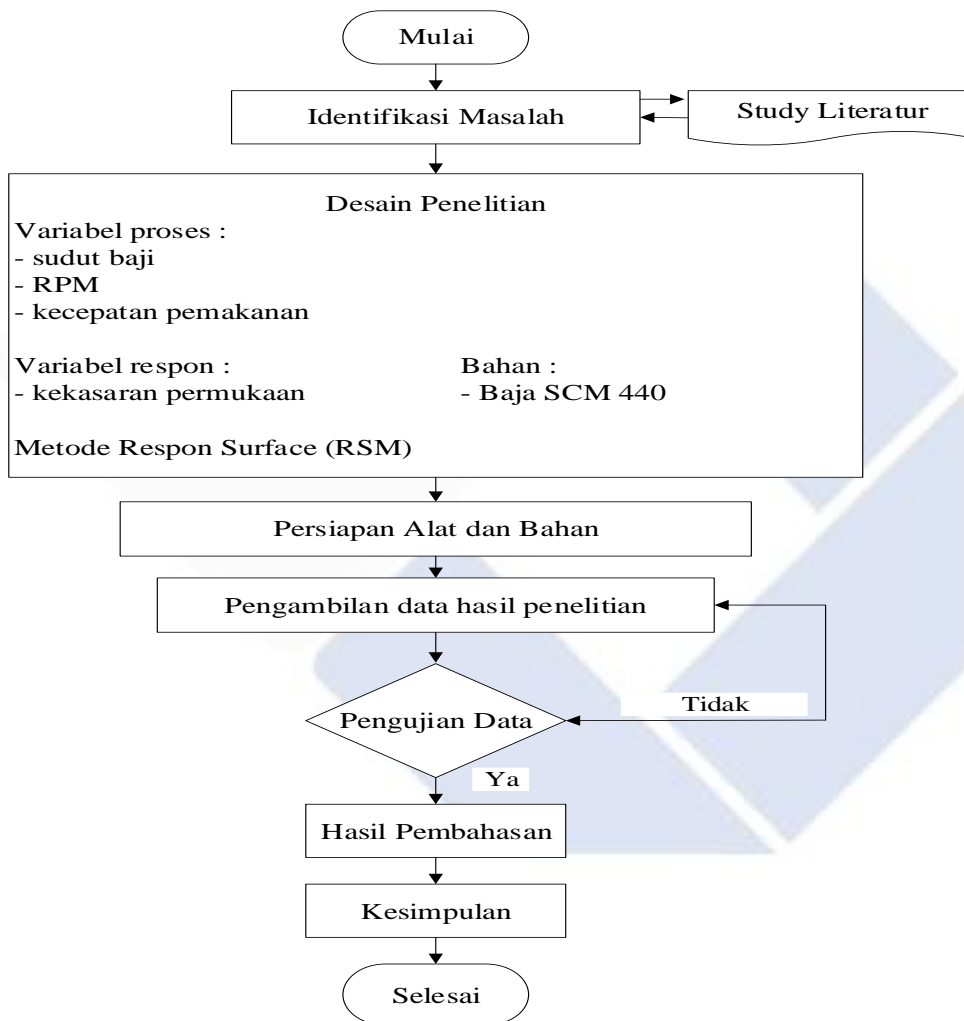


## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Metode Pelaksanaan

Dibawah ini diagram alir yang menjelaskan alur penelitian pada Gambar 3.1

:



Gambar 3. 1 Diagram Alir

### 3.2 Identifikasi Masalah

Dipenelitian ini langkah awal yang dilakukan adalah peneliti mengambil atau melihat kejadian yang berpotensi untuk dijadikan penelitian. Langkah awal mengidentifikasi permasalahan ini dapat dikerjakan dengan melihat permasalahan

yang ingin diteliti. Berdasarkan data tersebut nanti peneliti bisa mengambil cara dan mencari hal-hal pendukung untuk menunjang berjalannya penelitian yang akan dilakukan. Kemudian hasil penelitian tersebut dapat didapatkan melalui observasi, membaca literatur atau mencari referensi di media lain.

### 3.3 Studi Literatur

Ketika peneliti telah melakukan identifikasi terhadap permasalahannya, langkah berikutnya yang peneliti kerjakan adalah mempelajari literatur. Maksud dari penelitian kepustakaan adalah supaya peneliti bisa melihat referensi teoritis terhadap kasus atau permasalahan yang didapat sebelum itu, dan juga data pendukung proses penelitian.

### 3.4 Variabel Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan variabel agar mendapatkan hasil eksperimen sebagai berikut :

a. Variabel Respon

Variabel ini ialah nilai variabel yang tidak bisa ditentukan pada awalnya dan akan berubah pada perlakuan yang diberikan pada prosesnya. Nilai variabel bisa dipilih setelah melakukan praktek atau penelitian. Variabel respon dalam penelitian ini adalah kekasaran permukaan.

b. Variabel Faktor

Dalam praktikum, analisis ini terdapat beberapa variabel yang mempengaruhi dari proses pengerjaan pemesianan bubut. Dalam kesempatan ini ada beberapa faktor yang mempengaruhinya, sudut baji, kecepatan pemakanan dan RPM (*Revolution Per Menit*). Variabel Faktor tersebut dapat diperhatikan pada Tabel 3.1 :

Tabel 3. 1 Variabel Faktor

Level	Sudut Baji ( <sup>0</sup> )	Kecepatan Pemakanan ( mm/menit )	Putaran Spindel (RPM)
1	70	0,08	160
2	75	0,09	220
3	80	0,10	280

### 3.5 Persiapan Alat dan bahan eksperimen

Adapun yang digunakan peneliti dalam penelitian ini yaitu :

#### 3.5.1 Alat

##### 3.5.1.1 Pahat bubut HSS ( *High Speed Steel* )

Pahat bubut yang digunakan pada penelitian ini ialah jenis pahat bubut dengan spesifikasi HSS 1/2 inch x 4 *BOHLER* yang dipilih oleh peneliti untuk melakukan penelitian ini dan dibeli secara online dalam pemesanannya. Ukuran dan bentuk pahat bisa dilihat pada Gambar 3.2 :



Gambar 3. 2 Pahat Bubut HSS

##### 3.5.1.2 Mesin Bubut

Pada kesempatan ini peneliti memakai mesin bubut pada prosesnya. Data yang diambil peneliti dan mesin yang dipergunakan ialah mesin bubut geminis konvensional yang berada di Laboratorium Polman Babel terlihat Gambar 3.3 :



Gambar 3. 3 Mesin Bubut Geminis

### 3.5.1.3 Dial Indikator

Dial indikator dipakai pada saat mengukur kesatu sumbu benda kerja pada saat proses benda dicekam pada chuck mesin bubut. Dapat melihat Gambar 3.4 berikut :



Gambar 3. 4 Dial Indikator

### 3.5.1.4 Vernier Caliper ( jangka sorong)

Alat ini dipakai untuk mengukur benda, sebelum atau sesudah dikerjakan pada proses pembubutan agar bisa melihat hasil dari pembubutan untuk mengetahui ukuran dari benda kerja tersebut. Bisa melihat pada Gambar 3.5 berikut :



Gambar 3. 5 Vernier Caliper

### 3.5.1.5 Surface Roughnes Tester

Alat uji ini digunakan pada saat proses pengambilan data, untuk mengetahui nilai kekasaran permukaan pada benda kerja. Tipe alat ukur ini yaitu *Mitoyo SJ210* digunakan sebagai alat pengukurnya. Bisa dilihat pada Gambar 3.6 bawah ini :



Gambar 3. 6 *Surface Roughnes Tester*

### 3.5.1.6 *V- Block*

Jig untuk pengerjaan logam presisi yang biasa digunakan untuk menahan batang atau pipa logam bulat yang melakukan operasi pengeboran dan penggilingan. Gambar V- Block dapat dilihat pada Gambar 3.7 dibawah ini :

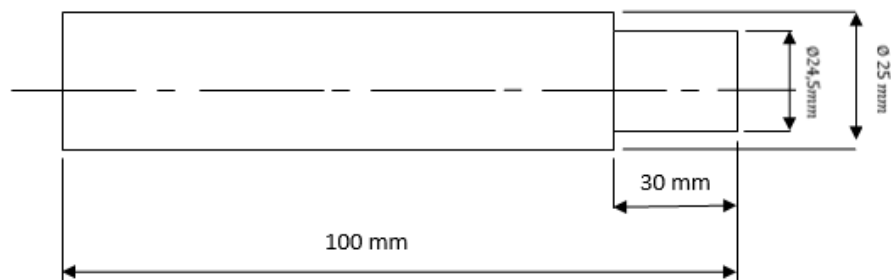


Gambar 3. 7 *V-Block*

## 3.5.2 **Bahan**

### 3.5.2.1 **Material**

Material yang dipakai pada pengujian ini ialah baja paduan SCM 440. Bahan ini ialah material baja paduan kromium molybdenum karbon sedang, baja paduan SCM 440 ini mengandung *kromium* dan *molybdenum*. Mempunyai komposisi paduannya adalah 0.38-0,43%C,0.90-1.20%Cr,0.15-0,35%Si,0.60-0,85%Mn,0.15-0,30%Mo, dan 0.03 max p/s. Dengan ukuran diameter bakal BK ialah  $\varnothing 25 \times 100$  mm. Ukuran serta bentuk material ini bisa dilihat pada Gambar 3.8 dibawah :



Gambar 3. 8 Materal Baja SCM 440

### 3.6 Pengambilan data penelitian

Adapun prosedur dalam pengambilan data penelitian sebagai berikut :

#### 3.6.1 Menentukan Rancangan Eksperimen

Tahap awal ialah menentukan rancangan eksperimen, tahap ini adalah tahap perencanaan sebelum penelitian, supaya penelitian ini nantinya berjalan dengan lancar dan sesuai pada tujuan yang diinginkan. Terlebih dahulu Pada penelitian ini peneliti menggunakan desaint eksperimen dengan menggunakan *Metode Respon Surface*. Dengan cara melihat faktor dan level dalam penelitian ini adalah 3 faktor dan 3 level, untuk melakukan pengujian sampel dengan menggunakan *metode Respon Surface*. Dan pada penelitian ini tidak menggunakan replikasi pada setiap kombinasi level penelitian. Karena replikasi sudah termasuk kedalam 17 sampel penelitian tersebut. Tahap selanjutnya peneliti mengidentifikasi hal yang memiliki pengaruh pada penelitian, selanjutnya menentukan nilai-nilai pada setiap level pada penelitian tersebut.

#### 3.6.2 Persiapan pahat

Proses awal sebelum melakukan pembubutan adalah mempersiapkan pahatnya terlebih dahulu sebanyak 17 sampel dan membuat variasi pada pahat HSS ½ inch x 4 *BOHLER*. Sudut baji yang divariasikan adalah 70<sup>0</sup>, 75<sup>0</sup> dan 80<sup>0</sup>. Persiapan pahat ini dilakukan dengan menggunakan mesin gerinda duduk secara satu persatu dan bertahan dalam prosesnya agar menciptakan pahat sesuai dengan ukuran yang diinginkan. Proses persiapan pahat dapat melihat pada Gambar 3.9 dibawah ini :



Gambar 3. 9 Pengasahan Pahat

### 3.6.3 Proses Pembubutan

Selanjutnya setelah proses persiapan alat kemudian, masuk pada proses pembubutan dengan menggunakan mesin bubut Geminis. Sebanyak 17 sampel percobaan yang sudah termasuk kedalam kombinasi dari setiap level dan faktor dan 17 sampel ini juga sudah termasuk dalam replikasinya, pada proses pemotongan ini akan dilakukan pemotongan berulang sesuai ukuran yang ditentukan. Adapun tahapan dalam pembubutan ialah :

- Mempersiapkan peralatan yang digunakan, benda kerja juga mesin bubut geminis.
- Mempersiapkan benda untuk pengkerjaannya harus dengan ukuran.
- Pasang benda kerja pada *chuck* mesin bubut geminis tersebut.
- Pasang pahat bubut yang telah dikerjakan sebelumnya pada *toolpost*.
- Settingkan mesin bubut tersebut pada variabel yang telah ditentukan dan juga hidupkan mesin bubut.
- Proses pembubutan benda kerja sesuai dengan kerangka yang ada di rumus kerangka metode RSM yang telah dikombinasikan nilai variabel faktornya.
- Lakukan proses pembubutan memanjang sepanjang 30mm
- Lepas benda kerja pada *chuck* dan diolesi oli agar tidak berkarat.
- Matikan dan bersihkan mesin bubut geminis dari sisa hasil pembubutan.

Pada proses pembubutan terdapat pada gambar 3.10 dibawah ini :



Gambar 3. 10 Proses Pembubutan

### 3.6.4 Proses Pengujian Nilai Kekasaran

Pada proses ini ialah data akan diambil dengan menggunakan 1 pengujian yaitu pengujian kekasaran permukaan. Pada pengujian kekasaran ini, benda kerja yang telah melewati proses pemakanan pada mesin bubut Geminis akan diuji kekasaran permukaannya menggunakan alat uji yaitu *Surface Roughness Tester*. Setelah diuji dengan alat tersebut nantinya data yang didapatkan dicatat dengan rapi dan tepat. Adapun tahapan – tahapan pengambilan nilai kekasaran sebagai berikut :

- Persiapkan benda kerja yang ingin diukur nilai keksarannya.
- Menyipkan alat pengukur ialah *surface roughness tester Mitutoyo SJ-210* dan juga peralatan perlengkapannya seperti : V- Block dan holder dial.
- Hidupkan *surface roughness tester* untuk melakukan pengujian kekasaran permukkannya.
- Sebelum alat itu digunakan, terlebih dahulu lakukan pengkalibrasian agar hasil dari pengujianya benar dan maksimal.
- Letakkan benda kerja yang ingin diukur pada *V-Block* dan taruh alat ukur *surface raoghness tester* pada *Holder dial*, lalu atur ketinggian dialat ukur agar sesuai pada benda kerja.
- Tekan tombol *START* pada alat tersebut dan lihat hasil nilai kekasaran permukaanya pada layar *display surface roughness* lalu catat hasilnya pada kertas yang telah disediakan.
- Terakhir lakukan pengujian pada 17 sampel tersebut dan lakukan pengukuran pada tiga titik yang berbeda pada setiap benda kerja.



Gambar pengambilan nilai kekasaran permukaan bisa melihat di Gambar 3.11 dibawah ini :



Gambar 3. 11 Proses Pengujian Nilai Kekasaran

### 3.7 Pengelolaan Data Penelitian

pengelolaan data pada pengujian ini menggunakan *metode Respon Surface* yang dimana setelah proses pengerjaan benda kerja didapatkan data pengujiannya dan data tersebut dikumpulkan kemudian diolah dengan menggunakan *metode Respon Surface*, dengan tujuan mendapatkan nilai tertentu pada pengujian ini. Adapun proses yang harus dikerjakan dalam menganalisis data sebagai berikut :

#### 1) *Central Composite Design (CCD)*

Pada penelitian ini peneliti menggunakan Metode yang membuat rancangan percobaan dan kombinasi level hal ini melalui rancangan *Central Composite Design* dengan menggunakan 17 sampel penelitian dan sudah termasuk kedalam uji replikasi. Adapun nilai Rotabilitas dan kerangka RSM tersebut dapat melihat Tabel 3.2 dan 3.3 dibawah ini :

Tabel 3. 2 Nilai Rotabilitas

Nilai	-1	0	1
<b>X1</b>	70	75	80
<b>X2</b>	0,08	0,09	0,10
<b>X3</b>	160	220	280

Tabel 3. 3 Rancangan Percobaan *Dicentral Composite Design*

NO.	SUDUT BAJI ( <sup>0</sup> )	KECEPATAN PEMAKANAN ( mm/menit )	RPM ( put/menit)
1.	70	0,08	160
2.	70	0,08	280
3.	70	0,10	160
4.	70	0,10	280
5.	80	0,08	160
6.	80	0,08	280
7.	80	0,10	160
8.	80	0,10	280
9.	66,6	0,09	220
10.	83,4	0,09	220
11.	75	0,073	220
12.	75	0,107	220
13.	75	0,09	119,2
14.	75	0,09	320,8
15.	75	0,09	220
16.	75	0,09	220
17.	75	0,09	220

2) Mencari persamaan *second order*

Setelah mendapatkan kerangka RSM selanjutnya mencari nilai *second order* dengan melakukan perhitungan dengan pendekatan regresi kemudian didapatkan nilai *second order*nya seperti dibawah ini :

$$\hat{y} = 7,383148 - 0,0107 X_1 - 0,34863 X_2 - 0,04233 X_3 + 0,092224 X_1^2 + 0,208515 X_2^2 - 0,03661 X_3^2 + 0,276 X_1 X_2 + 0,063 X_1 X_3 + 0,66825 X_2 X_3 - 0,299 X_1 X_2 X_3.$$

3) Menentukan nilai *stationary point* dan eigen value

Langka berikutnya mencari nilai *stationary point* dan eigen value berdasarkan nilai *second order*. Tujuan mencari nilai *stationary point* dan eigen value ialah untuk menentukan nilai optimal dan bentuk dari analisis canonical, adapun dalam penelitian ini menggunakan 3 faktor maka rumus mencari nilai *stationary point* dan eigen value ialah :

$$X_1 = -\frac{1}{2} \begin{bmatrix} \hat{B}_{11} & \frac{1}{2} (B_{12}) & \frac{1}{2} (\hat{B}_{13}) \\ \frac{1}{2} (\hat{B}_{12}) & \hat{B}_{22} & \frac{1}{2} (B_{23}) \\ \frac{1}{2} (\hat{B}_{13}) & \frac{1}{2} (\hat{B}_{23}) & \hat{B}_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{B}_1 \\ \hat{B}_2 \\ \hat{B}_3 \end{bmatrix}$$

#### 4) Mencari Nilai Optimal

Setelah didapatkan nilai *stationary point* dan eigen, selanjutnya mencari nilai optimal dari setiap variabel proses pada penelitian. Adapun cara mencari nilai optimal terdapat dibawah ini :

$$X_1 = \frac{\text{sudut potong total} - CP}{\frac{1}{2}(\max - \min)} = \frac{\text{sudut potong total} - CP}{8,4}$$

$$= -0,382409 \times 8,4 + 75 = 78,212^\circ$$

Jadi, sudut baji yang optimal terdapat pada sudut = 78,212°

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Data Nilai Kekasaran Permukaan

Pada bab ini dipaparkan ialah ini hanya satu variabel responnya yaitu, data hasil uji kekasaran. Pengambilan hasil uji kekasaran dipengujian ini dilaksanakan dengan memvariasikan variabel faktor yang terdapat dimesin bubut Tornos Geminis. Pada penelitian ini variabel-variabel yang diduga mempengaruhi nilai kekasaran permukaan ialah sudut Baji pahat dengan nilai 70°, 75°, dan 80°, kecepatan pemakanan (*feeding*) pada nilai level 0,08 mm, 0,09 mm, dan 0,10 dan terakhir putaran spindel pada nilai level 160 put/menit, 220 put/menit, dan 280 put/menit. Pengolahan data penelitian kekasaran ini dikerjakan dengan melalui proses perhitungan eksperimen *respon surface* memakai analisis *software*. Selanjutnya adalah nilai hasil pengambilan data yang telah dilakukan dan dapat dilihat pada Tabel 4.1 dibawah ini :

Tabel 4. 1 Data Nilai Kekasaran Permukaan Keseluruhan

NO.	Sudut Baji (°)	Kecepatan Pemakanan (mm/menit)	RPM (put/menit)	Titik ukur			Rata – rata hasil kekasaran (µm)
				T1	T2	T3	
1.	70	0,08	160	9,212	11,248	12,111	10,857
2.	70	0,08	280	6,506	9,296	7,450	7,750
3.	70	0,10	160	6,523	7,276	8,314	7,371
4.	70	0,10	280	7,612	9,440	7,347	8,133
5.	80	0,08	160	7,277	9,615	5,831	7,574
6.	80	0,08	280	5,831	5,769	6,147	5,915
7.	80	0,10	160	3,956	7,939	7,269	6,388
8.	80	0,10	280	5,340	6,302	6,977	6,026
9.	66,6	0,09	220	2,458	7,047	6,562	5,475
10.	83,4	0,09	220	9,678	10,200	10,607	10,161
11.	75	0,073	220	8,177	8,182	8,763	8,374
12.	75	0,107	220	7,503	8,501	7,757	7,920
13.	75	0,09	119,2	4,001	7,192	7,952	6,381
14.	75	0,09	320,8	8,053	8,200	9,326	8,526
15.	75	0,09	220	5,664	9,648	6,356	7,222
16.	75	0,09	220	4,448	6,761	6,860	6,023
17.	75	0,09	220	9,276	8,611	8,649	8,845

## 4.2 Pengolahan Data

Pengolahan data dari nilai kekasaran permukaan dengan menggunakan metode *Respon Surface Methodology* (RSM). Berikut ini adalah rincian perhitungan dan pengolahan datanya :

- *Coded*

*Coded* ini untuk nilai kekasaran permukaan memiliki 3 parameter proses yaitu sudut baji, kecepatan pemakanan, dan RPM. Untuk *coded* parameternya dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 *Coded* Parameter Proses

<i>Coded</i> Parameter Proses			
No.	X1 (Sudut Baji)	X2 (Kecepatan Pemakanan)	X3 (RPM)
1	-1	-1	-1
2	-1	-1	1
3	-1	1	-1
4	-1	1	1
5	1	-1	-1
6	1	-1	1
7	1	1	-1
8	1	1	1
9	-66,6	0	0
10	83,4	0	0
11	0	-0,073	0
12	0	0,107	0
13	0	0	-119,2
14	0	0	320,8
15	0	0	0
16	0	0	0
17	0	0	0

Sehingga matrix *coded* x adalah

Matrix x

1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	-1
1	-1	-1	1	1	1	1	1	-1	-1	1
1	-1	1	-1	1	1	1	-1	1	-1	1
1	-1	1	1	1	1	1	-1	-1	1	-1
1	1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	1	1
1	1	-1	1	1	1	1	-1	1	-1	-1
1	1	1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	-1,682	0	0	2,82912	0	0	0	0	0	0
1	1,682	0	0	2,82912	0	0	0	0	0	0
1	0	-1,682	0	0	2,82912	0	0	0	0	0
1	0	1,682	0	0	2,82912	0,0	0	0	0	0
1	0	0	-1,682	0	0	2,82912	0	0	0	0
1	0	0	1,682	0	0	2,82912	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

- Nilai Y (Respon)

Terdapat 1 respon pada penelitian ini yaitu kekasaran permukaan sehingga Nilai Y nya adalah

Y (kekasaran Permukaan) =	10,857
	7,750
	7,371
	8,133
	7,574
	5,915
	6,388
	6,206
	5,475
	10,161
	8,374
	7,920
	6,381
	8,526
	7,222
	6,023
	8,845

- Pendekatan Regresi

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

- Kekasaran permukaan

➤  $X^T$  (Transpose)

1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1,68200	1,68200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	0	0	-1,68200	1,68200	0	0	0	0	0	0	0	0
-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	0	0	0	0	-1,68200	1,68200	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	2,82912	2,82912	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	2,82912	2,82912	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	2,82912	2,82912	0	0	0	0	0	0
1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-1	1	1	-1	1	-1	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

➤  $X^T X$

Nilai  $X^T$  (Tranpose) dikalikan dengan Matrix X menghasilkan nilai  $X^T X$

17	0	0	0	13,6582	13,6582	13,6582	0	0	0	0
0	13,6582	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	13,6582	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	13,6582	0	0	0	0	0	0	0
13,6582	0	0	0	24,0079	8	8	0	0	0	0
13,6582	0	0	0	8	24,0079	8	0	0	0	0
13,6582	0	0	0	8	8	24,0079	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8

$(X^T X)$  Invers

Nilai  $X^T$  (*Tranpose*) dikalikan dengan Matrix X, kemudian hasil dari perkalian tersebut di *Invers* sehingga menghasilkan  $(X^T X)^{-1}$

0,332041	0	0	0	-0,113355	-0,113355	-0,113355	0	0
0	0,0732158	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0,0732158	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0,0732158	0	0	0	0	0
-	0	0	0	0,088676	0,026207	0,026207	0	0
0,113355								
-	0	0	0	0,026207	0,088676	0,026207	0	0
0,113355								
-	0	0	0	0,026207	0,026207	0,088676	0	0
0,113355								
0	0	0	0	0	0	0	0,125	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0,125
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

➤  $X^T Y$

Nilai  $X^T$  (*Tranpose*) dikalikan dengan nilai Y yaitu nilai kekasaran permukaan sehingga menghasilkan nilai  $X^T Y$

129,121
-0,146
-4,762
-0,578
104,430
106,292
102,368
2,208
0,504
5,346
-2,392



$$\blacktriangleright (X^T X)^{-1} X^T Y = \beta$$

Nilai  $X^T$  (*Transpose*) dikali dengan matrix X lalu nilai tersebut di *Invers* kemudian dikalikan dengan  $X^T$  (*Transpose*) kali matrix y nilai kekasaran permukaan sehingga menghasilkan nilai  $\beta$ .

$$\begin{array}{|c} 7,38315 \\ -0,01070 \\ -0,34863 \\ -0,04233 \\ 0,09222 \\ 0,20851 \\ -0,03661 \\ 0,27600 \\ 0,06300 \\ 0,66825 \\ -0,29900 \end{array}$$

Dari nilai  $\beta$  diatas didapatkanlah nilai *Second-order* model seperti dibawah ini :

$$\hat{y} = 7,383148 - 0,0107 X_1 - 0,34863 X_2 - 0,04233 X_3 + 0,092224 X_1^2 + 0,208515 X_2^2 - 0,03661 X_3^2 + 0,276 X_1 X_2 + 0,063 X_1 X_3 + 0,66825 X_2 X_3 - 0,299 X_1 X_2 X_3.$$

Tabel 4. 3 Hasil Data Nilai Kekasaran pada *Software* Analisis

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
S. Baji	feeding	RPM	Stdorder	Runorde	Blocks	PtType	Respon	Coef1
-1,000	-1,000	-1,000	1	1	1	1	10,857	7,38315
-1,000	-1,000	1,000	2	2	1	1	7,750	-0,01800
-1,000	1,000	-1,000	3	3	1	1	7,371	-0,58639
-1,000	1,000	1,000	4	4	1	1	8,133	-0,07119
1,000	-1,000	-1,000	5	5	1	1	7,574	0,26091
1,000	-1,000	1,000	6	6	1	1	5,915	0,58991
1,000	1,000	-1,000	7	7	1	1	6,388	-0,10359
1,000	1,000	1,000	8	8	1	1	6,206	0,78084
-1,682	0,000	0,000	9	9	1	1	5,475	0,17823
1,682	0,000	0,000	10	10	1	1	10,161	1,89056
0,000	-1,682	0,000	11	11	1	1	8,374	
0,000	1,682	0,000	12	12	1	1	7,920	
0,000	0,000	-1,682	13	13	1	1	6,381	
0,000	0,000	1,682	14	14	1	1	8,526	
0,000	0,000	0,000	15	15	1	1	7,222	
0,000	0,000	0,000	16	16	1	1	6,023	
0,000	0,000	0,000	17	17	1	1	8,845	

Berdasarkan gambar diatas, didapatkan hasil *Respon Surface Regesion* berikut dengan tabel *Analysis Of Variance*. Dibawah ini ialah tabel hasil berdasarkan data nilai kekasaran permukaan dengan memakai analisis *software*.

***Respon Surface Regression : respon versus Sudut Baji ;Putaran Spindel (RPM)***

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	7,38	1,17	6,30	0,000	
sudut Baji	-0,018	0,926	-0,02	0,985	1,00
feeding	-0,586	0,926	-0,63	0,547	1,00
RPM	-0,071	0,926	-0,08	0,941	1,00
Sudut Baji*S.Baji	0,26	1,71	0,15	0,883	1,16
feeding*feeding	0,59	1,71	0,34	0,741	1,16
RPM*RPM	-0,10	1,71	-0,06	0,953	1,16
sudut Baji*feeding	0,78	2,03	0,38	0,713	1,00
Sudut Baji*RPM	0,18	2,03	0,09	0,933	1,00
feeding*RPM	1,89	2,03	0,93	0,384	1,00

## Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
2,03442	18,43%	0,00%	0,00%

## Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	9	6,5459	0,72732	0,18	0,990
Linear	3	1,6861	0,56202	0,14	0,936
sudut P.total	1	0,0016	0,00156	0,00	0,985
feeding	1	1,6600	1,66003	0,40	0,547
RPM	1	0,0245	0,02447	0,01	0,941
Square	3	0,6462	0,21539	0,05	0,983
S. P.total*P.total	1	0,0959	0,09591	0,02	0,883
feeding*feeding	1	0,4903	0,49031	0,12	0,741
RPM*RPM	1	0,0151	0,01512	0,00	0,953
2-Way	3	4,2136	1,40454	0,34	0,798
Interaction					
S.P.total*feeding	1	0,6094	0,60941	0,15	0,713
S.P.total*RPM	1	0,0318	0,03175	0,01	0,933
feeding*RPM	1	3,5725	3,57246	0,86	0,384
Error	7	28,9720	4,13886		
Lack-of-Fit	5	24,9602	4,99204	2,49	0,311
Pure Error	2	4,0118	2,00590		
Total	16	35,5179			

## 4.3 Analysis Of Variance

- Hipotesis :
  - $H_0$  : Tidak ada pengaruh yang signifikan pada ketiga variabel tersebut
  - $H_1$  : Terdapat pengaruh yang signifikan pada ketiga variabel tersebut
- Kreteria Uji :
  - Tolak  $H_0$  : jika p – value < 0,05
  - Gagal ditolak  $H_0$  : jika p – value > 0,05
- $\alpha = 0,05$  (5%)
- Statistika Uji

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

Berdasarkan uji anova yang telah dilakukan sehingga didapatkan nilai p-value lebih besar dari  $\alpha = 0,05$ . yang nilai sudut baji sebesar 0,985 berarti  $H_0$  gagal ditolak lalu dapat disimpulkan bahwa tidak ditemukan pengaruh signifikan dari sudut baji terhadap kekasaran permukaan. Didapatkan nilai p-value besar dari  $\alpha = 0,05$ . Dengan nilai *feeding* sebesar 0,547 berarti  $H_0$  gagal ditolak sehingga ditarik kesimpulan bahwa tidak ditemukan pengaruh signifikan dari sudut *feeding* terhadap kekasaran permukaan. Didapatkan nilai p-value lebih besar dari  $\alpha = 0,05$ . Dengan nilai RPM sebesar 0,941 berarti  $H_0$  gagal ditolak lalu bisa disimpulkan bahwa tidak ditemukan pengaruh signifikan dari RPM terhadap kekasaran permukaan. Kemudian diperoleh nilai p-value lebih besar dari  $\alpha = 0,05$ . Dengan nilai sudut baji intraksi sudut baji 0,883 berarti  $H_0$  gagal ditolak lalu diambil kesimpulan bahwa tidak ditemukan pengaruh signifikan dari sudut baji interaksi sudut baji terhadap kekasaran permukaan. Didapatkan nilai p-value lebih besar dari  $\alpha = 0,05$ . Dengan nilai *feeding* intraksi *feeding* sebesar 0,741 berarti  $H_0$  gagal ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ditemukan pengaruh signifikan dari *feeding* intraksi *feeding* terhadap kekasaran permukaan. Didapatkan nilai p-value lebih besar dari  $\alpha = 0,05$ . Dengan nilai RPM intraksi RPM sebesar 0,953 berarti  $H_0$  gagal ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ditemukan pengaruh signifikan dari RPM intraksi RPM terhadap kekasaran permukaan. Kemudian, nilai p-value lebih dari  $\alpha = 0,05$ . Dengan nilai sudut baji intraksi *feeding* sebesar 0,713 berarti  $H_0$  gagal ditolak lalu dapat disimpulkan bahwa tidak ditemukan pengaruh signifikan dari sudut baji intraksi *feeding* terhadap kekasaran permukaan. Diperoleh nilai p-value lebih dari  $\alpha = 0,05$ . Dengan nilai sudut baji intraksi RPM sebesar 0,933 berarti  $H_0$  gagal ditolak lalu dapat disimpulkan bahwa tidak ditemukan pengaruh signifikan dari sudut baji intraksi RPM terhadap kekasaran permukaan. Dan yang terakhir diperoleh nilai p-value lebih dari  $\alpha = 0,05$ . Dengan nilai *feeding* intraksi RPM sebesar 0,384 berarti  $H_0$  gagal

ditolak lalu dapat disimpulkan bahwa tidak ditemukan pengaruh signifikan dari *feeding* intraksi RPM terhadap kekasaran permukaan.

#### 4.4 Analisis Data

Langkah selanjutnya menganalisis data agar mengetahui nilai *stationary point* dan *eigen value*. Dibawah ini adalah perhitungan berdasarkan nilai persamaan *second-order*.

- Kekasaran permukaan
- Untuk nilai *stationary point* adalah

$$X_0 = -\frac{1}{2} \begin{bmatrix} \hat{B}_{11} & \frac{1}{2} (B_{12}) & \frac{1}{2} (\hat{B}_{13}) \\ \frac{1}{2} (\hat{B}_{12}) & \hat{B}_{22} & \frac{1}{2} (B_{23}) \\ \frac{1}{2} (\hat{B}_{13}) & \frac{1}{2} (\hat{B}_{23}) & \hat{B}_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{B}_1 \\ \hat{B}_2 \\ \hat{B}_3 \end{bmatrix}$$

$$X_0 = -\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0,092 & \frac{1}{2} (0,276) & \frac{1}{2} (0,063) \\ \frac{1}{2} (0,276) & 0,208 & \frac{1}{2} (0,668) \\ \frac{1}{2} (0,036) & \frac{1}{2} (0,668) & -0,036 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -0,0107 \\ -0,348 \\ -0,0423 \end{bmatrix}$$

$$X_0 = -\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0,092 & 0,138 & 0,0315 \\ 0,138 & 0,208 & 0,334 \\ 0,0315 & 0,334 & -0,036 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -0,0107 \\ -0,348 \\ -0,0423 \end{bmatrix}$$

$$X_0 = -\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 15,7277 & -2,04636 & -5,2239 \\ -2,0464 & 0,56866 & 3,48538 \\ -5,2239 & 3,48538 & -0,01215 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -0,0107 \\ -0,348 \\ -0,0423 \end{bmatrix}$$

$$X_0 = -\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0,76482 \\ -0,32343 \\ -1,15650 \end{bmatrix}$$

$$X_0 = \begin{bmatrix} -0,382409 \\ 0,161715 \\ 0,578250 \end{bmatrix}$$

Jadi, dari hitungan tersebut diperoleh nilai optimal  $X_o$  untuk menentukan level optimal pada setiap variabel adalah

$$X_o = (\text{Sudut Baji}) = -0,382409$$

$$X_o = (\text{feeding}) = 0,161715$$

$$X_o = (\text{RPM}) = 0,578250$$

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

$$\hat{y} = \hat{y}_o + 0,092224\omega_1^2 + 0,208515\omega_2^2 - 0,03661\omega_3^2$$

Jika nilai :

- $\lambda_i$  semua positif  $\rightarrow$  *stationary point* minimum ( paling bawah/cekung)
- $\lambda_i$  semua negatif  $\rightarrow$  *stationary point* maksimum ( paling atas/cembung)
- $\lambda_i$  semua tanda  $\rightarrow$  *saddle point*

maka dari nilai yang didapatkan dapat disimpulkan bahwa yang pertama *eigen values* ( $\lambda_i$ ) sama tanda nya yaitu (positif dan positif ) yang menunjukkan bahwa nilai *stationary point* dalam bentuk minimum/cekung. kedua *eigen values* ( $\lambda_i$ ) berbeda tanda nya yaitu (positif dan negatif ) yang menunjukkan bahwa nilai *stationary point* dalam bentuk *saddle point*. ketiga *eigen values* ( $\lambda_i$ ) berbeda tanda nya yaitu (positif dan negatif ) yang menunjukkan bahwa nilai *stationary point* dalam bentuk *saddle point*.

➤ nilai optimal setelah mendapatkan nilai *stationary point* selanjutnya mencari nilai optimal dari nilai *stationary point* tersebut :

- **$X_1$  (Sudut Baji)**

$$X_1 = \frac{\text{sudut Baji} - CP}{\frac{1}{2}(\text{max} - \text{min})} = \frac{\text{sudut Baji} - CP}{8,4}$$

$$= -0,382409 \times 8,4 + 75 = 78,212^\circ$$

Jadi, sudut baji yang optimal terdapat pada sudut =  $78,212^\circ$

- **$X_2$  (kecepatan pemakanan)**

$$X_2 = \frac{\text{kecepatan pemakanan} - CP}{\frac{1}{2}(\text{max} - \text{min})} = \frac{\text{kecepatan pemakanan} - CP}{0,0336}$$

$$= 0,161715 \times 0,0336 - 0,09 = 0,095 \text{ mm}$$

Jadi, kecepatan pemakanan yang optimal = 0,095 mm

- **X<sub>3</sub> (RPM)**

$$X_3 = \frac{RPM - CP}{\frac{1}{2}(\max - \min)} = \frac{RPM - CP}{100,8}$$
$$= 0,578250 \times 100,8 + 220 = 278,29 \text{ put/menit}$$

Jadi, RPM yang optimal = 278,29 put/menit

Berdasarkan hitungan nilai  $X_0$  yang didapat kemudian dimasukkan kedalam rumus untuk mencari nilai optimal dari 3 faktor tersebut didapatkan nilai optimal Sudut Baji ( $78,212^\circ$ ), Kecepatan Pemakanan (0,095mm), dan RPM (278,29 put/menit).

#### 4.5 Uji Lack Of Fit

Uji ini memberikan hasil dari taksiran variabel model pada gambar diatas. Selain itu variabel model, tabel ini menunjukkan pula hasil uji *lack of fit*.

- Hipotesis :
  - $H_0$  : Tidak ada *lack of fit*
  - $H_1$  : ada *lack of fit*
- Daerah yang melakukan penolakan :
  - Hipotesis awal ( $H_0$ ) ditolak karena p-value kurang dari  $\alpha$  . dan hal lain apabila hipotesis awal akan gagal ditolak jika p-value lebih dari  $\alpha$ .
- $\alpha$  0,05 (5%)
- Interpretasi hasil uji *lack of fit* pada *Analisis Respon Surface*

Gambar diatas menunjukkan hasil, tabel pada ANOVA menunjukkan p-value dari hasil data uji *lack of fit* pada nilai 0,31. Dan pada analisis ini menggunakan  $\alpha$  sebesar 5%, jadi hasil keputusannya dapat berupa gagal ditolak  $H_0$  maka hipotesis awal menyatakan tidak ada *lack of fit*. Dan artinya model yang telah dibuat sesuai dengan data.

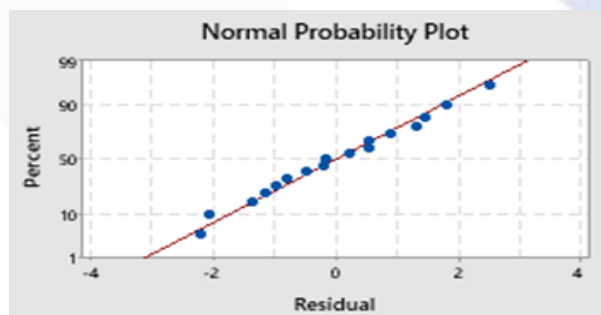
Uji variabel pada model ini menggunakan statistika yang dikonversikan ke dalam p-value. Berdasarkan hasil analisis, modelnya adalah :

$$Y = 7,38315 - 0,01070 - 0,34863 - 0,04233 + 0,09222 + 0,20851 - 0,03662 + 0,27600 + 0,06300 + 0,66825 - 0,29900$$

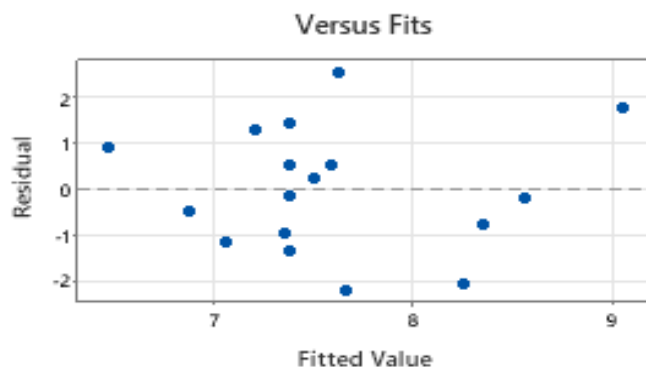
Dalam melihat kecukupan model, tidak hanya melihat *lack of fit*nya saja, akan tetapi perlu dilakukannya analisis residual. Ada tiga analisis yang dianalisis yaitu analisis residual, bertujuan memeriksa kenormalan residual, membuat plot antara residual dengan hasil taksiran respons, terakhir menganalisis plot antara residual dengan order.

#### 4.6 Uji Normalitas Residual

Uji ini ialah berguna mengetahui apakah nilai residual terdistribusi normal atau tidak. Pada uji ini terdapat tiga hal yang mesti diperhatikan pada analisis residual ialah menganalisis kenormalan residual, plot hasil residual menggunakan taksiran respon, dan terakhir plot antara residual dengan order. Untuk hasil plot uji normalitas residual dari masing-masing respon dapat dilihat pada Gambar 4.1, Gambar 4.2 dan Gambar 4.3 dibawah ini :



Gambar 4. 1 Uji Kenormalan *Residual Model*



Gambar 4. 2 *Plot Residual pada Taksiran Model*





Gambar 4. 3 Plot Residual pada Order Model

Titik pada plot membentuk pola linier atau garis lurus dan Hasil dari plot ini menunjukkan bahwa terbentuk juga pola acak, oleh karena itu, dari plot yang terbentuk pola acak ini dan menyatakan bahwa model regresi cukup baik dan menunjukkan pengolahan sesuai data yang didapat. tetapi jika bentuk pola dari analisis plot residual taksiran model dan order model membentuk pola tidak acak menunjukkan model regresi yang buruk dan pengolahan data tidak sesuai. Dan apabila analisis itu sesuai berarti analisis lainnya dapat dilanjutkan.

#### 4.7 Grafik *Surface Plot & Countor Plot*

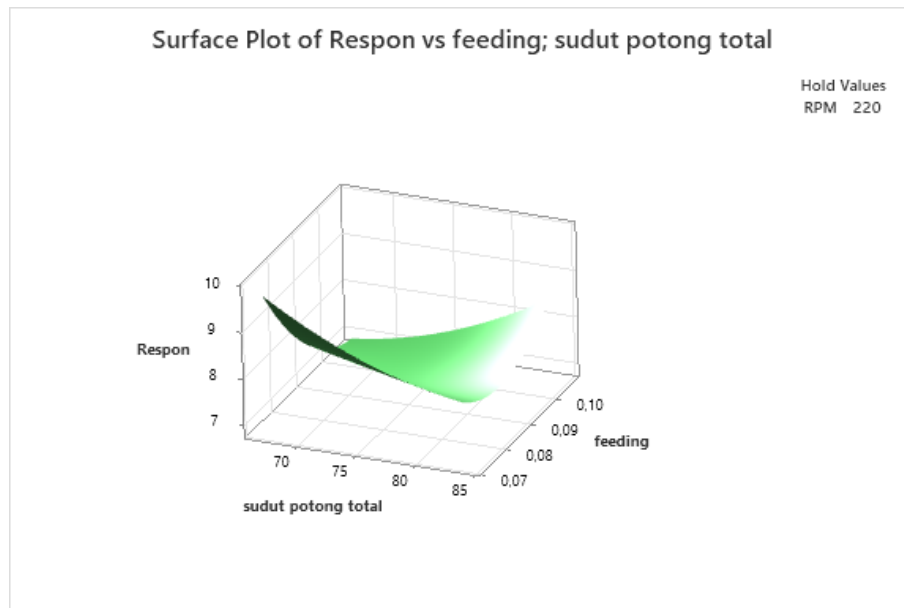
Grafik dengan *surface plot* ini diperlukan agar memperjelas pada analisis data yang berada pada nilai *second order*.

Jika nilai :

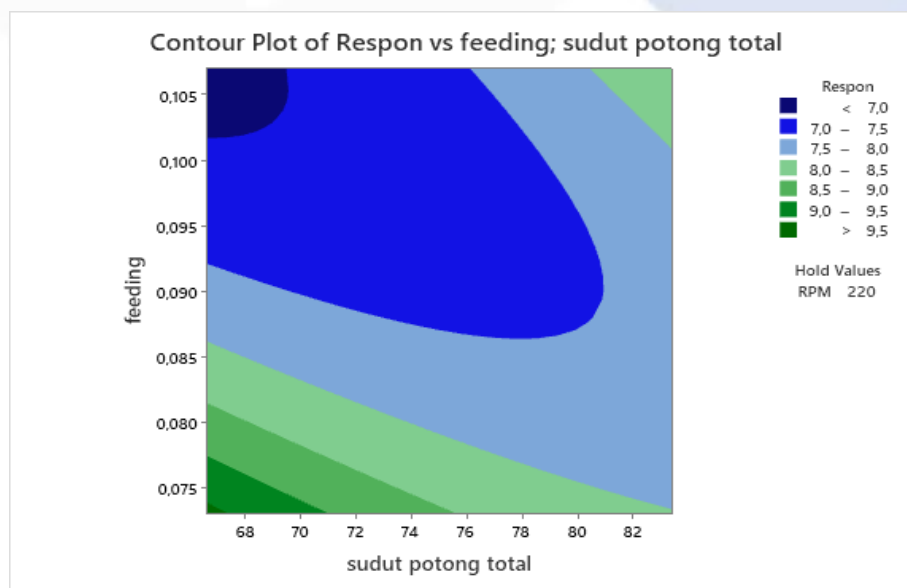
- $\lambda_i$  semua positif  $\rightarrow$  *stationary point* minimum ( paling bawah/cekung)
- $\lambda_i$  semua negatif  $\rightarrow$  *stationary point* maksimum ( paling atas/cembung)
- $\lambda_i$  semua tanda  $\rightarrow$  *saddle point*

##### 4.7.1 *Surface plot & Countor plot respon feeding; sudut baji*

Berikut ini merupakan *surface plot & countur plot* pada respon terhadap *feeding* dan sudut baji yang dapat dilihat pada Gambar 4.4 dan Gambar 4.5 dibawah ini :



Gambar 4. 4 *Surface plot feeding* dan sudut baji



Gambar 4. 5 *Contour plot feeding* dan sudut baji

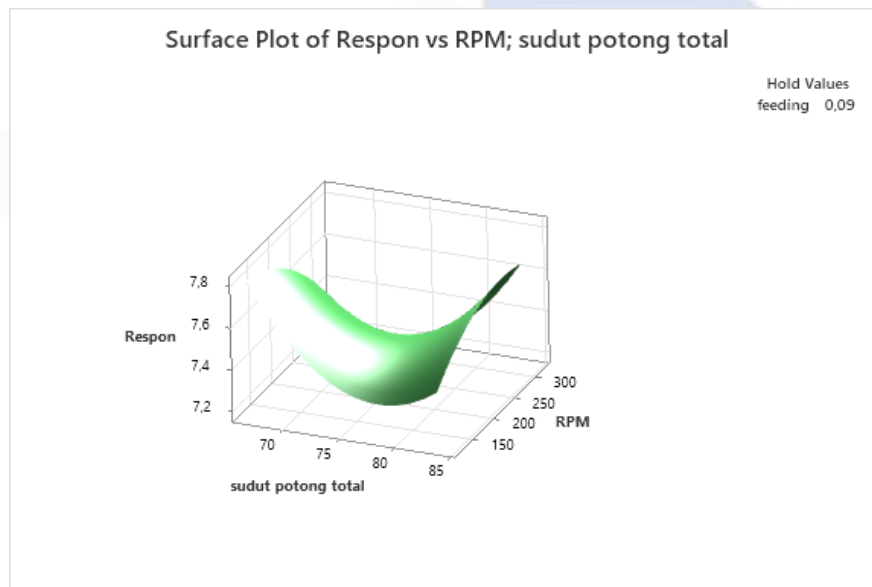
- Berdasarkan hasil dari *second order* dari  $x_2$  (*feeding*) dengan nilai 0,208515 dan *second order*  $x_1$  (sudut baji) dengan nilai 0,092224. dari data ini dapat disimpulkan bahwa nilai dari keduanya  $\lambda_i$  semua positif  $\rightarrow$  *stationary point* minimum ( paling bawah/cekung), maka antara nilai yang

didapat dan bentuk *surface plot* dari aplikasi minitab itu sesuai, bentuk yang dihasilkan adalah minimum atau paling bawah / cekung.

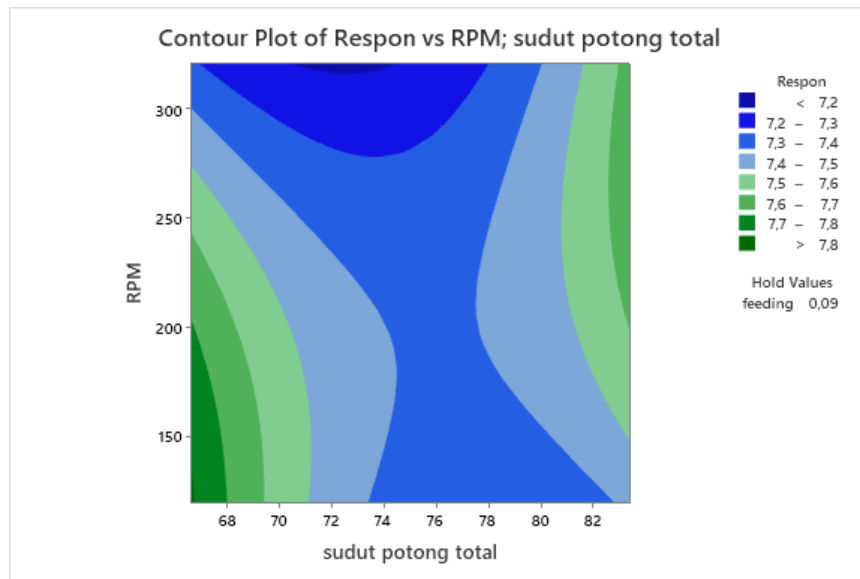
- Diperoleh bentuk minimum pada *surface plot* dari model *canonical* dengan nilai optimalnya, untuk sudut baji  $78,212^\circ$  dan feeding  $0,095$  mm dengan nilai kekasaran permukaan yang dapat dilihat pada *contour plot* sebesar  $7,0 - 7,5 \mu\text{m}$ .

#### 4.7.2 *Surface plot & contour plot respon RPM; sudut baji*

Pada analisis ini ialah *surface plot & contour plot* respon dengan RPM dan juga sudut baji yang dapat terlihat pada Gambar 4.6 dan gambar 4.7 dibawah ini :



Gambar 4. 6 *Surface plot* RPM dan sudut baji

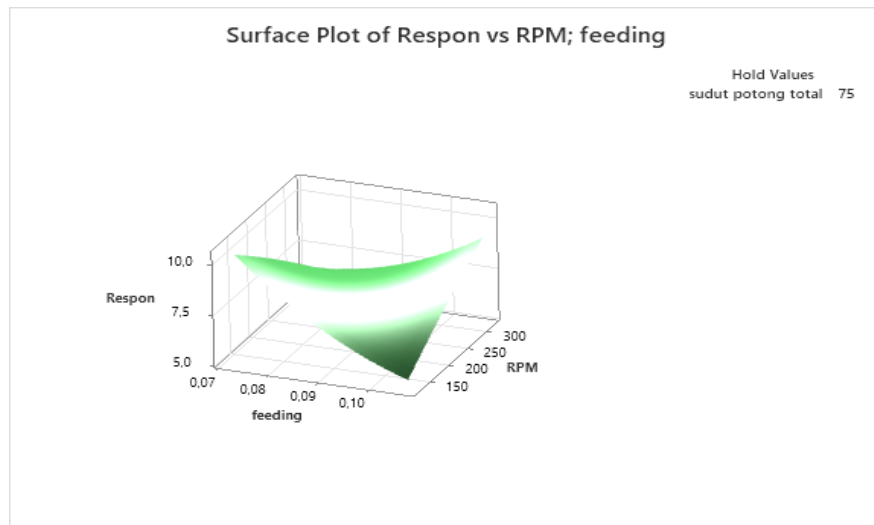


Gambar 4. 7 *Contour plot* RPM dan sudut baji

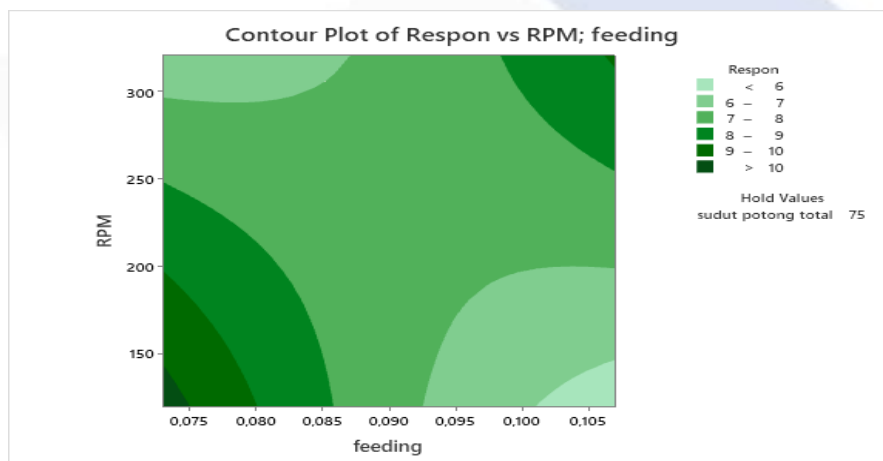
- Berdasarkan hasil dari *second order* dari  $x_3$  ( RPM ) dengan nilai  $-0,03661$  dan *second order*  $x_1$  (sudut baji) dengan nilai  $0,092224$  . dari data ini dapat disimpulkan bahwa nilai dari keduanya  $\lambda_i$  semua tanda berbeda  $\rightarrow$  *saddle point*, maka antara nilai yang didapat dan bentuk *surface plot* dari aplikasi minitab itu sesuai, bentuk yang dihasilkan adalah *saddle*.
- Diperoleh bentuk *saddle point* pada *surface plot* dari model *canonical* dengan nilai optimalnya, untuk RPM 278,29 put/menit dan sudut baji  $71,781^\circ$  dengan nilai kekasaran permukaan yang dapat dilihat pada *contour plot* sebesar  $7,3 - 7,4 \mu\text{m}$ .

#### 4.7.3 *Surface plot & countur plot respon RPM; Feeding*

Analisis ini ialah *surface plot & countur plot respon* pada RPM dan juga *feeding* yang dapat dilihat pada Gambar 4.8 dan gambar 4.9 dibawah ini :



Gambar 4. 8 *Surface plot* RPM dan *feeding*



Gambar 4. 9 *Contour Plot* RPM dan *Feeding*

- Berdasarkan hasil dari *Second order* dari  $x_3$  (RPM) dengan nilai  $-0,03661$  dan *second order*  $x_2$  (*feeding*) dengan nilai  $0,208515$ . dari data ini dapat disimpulkan bahwa nilai dari keduanya  $\lambda_i$  semua tanda berbeda  $\rightarrow$  *saddle point*, maka antara nilai yang didapat dan bentuk *surface plot* dari aplikasi mititab itu sesuai, bentuk yang dihasilkan adalah *saddle*.
- Diperoleh bentuk *saddle point* pada *surface plot* dari model *canonical* dengan nilai optimalnya, untuk RPM 278,29 put/menit dan *feeding* 0,095 mm dengan nilai kekasaran permukaan yang dapat dilihat pada *contour plot* sebesar 7 - 8  $\mu\text{m}$ .

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 kesimpulan

Pada pengujian ini yang dikerjakan peneliti dan analisis pada bab sebelumnya tentang judul Optimasi Sudut Baji, Kecepatan Pemakanan dan RPM Terhadap Kekasaran Permukaan Material SCM 440 Dengan *Metode Respon Surface* (RSM) pada Mesin Bubut Geminis, lalu dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan pengujian data-data yang didapatkan maka disimpulkan bahwa nilai optimasi dari kekasaran permukaan pada material SCM 440 dengan menggunakan metode *respon surface* pada mesin bubut Geminis terdapat pada nilai sudut baji dari variasi sudut  $70^{\circ}$ ,  $75^{\circ}$  dan  $80^{\circ}$  maka didapatkan nilai optimal pada sudut pahat ( $78,212^{\circ}$ ), variasi kecepatan pemakanan 0,08mm, 0,09mm, dan 0,10mm didapatkan nilai optimal pada kecepatan (0,095 mm ) dan terakhir variasi RPM 160, 220, dan 280 put/menit, didapatkan nilai RPM optimal yaitu (278,29 put/menit).
2. Nilai kekasaran yang didapatkan dari memvariasikan sudut baji  $66,6^{\circ}$  dengan kecepatan pemakanan 0,09 mm dan RPM 220 put/menit menghasilkan nilai kekasaran sebesar 5,475 mm. Dan pada sudut Baji  $83,4^{\circ}$  dengan kecepatan pemakanan dan RPM yang sama menghasilkan hasil kekasaran yang berbeda yaitu 10,161 mm. dengan kata lain hasil dari memvariasikan sudut Baji berpengaruh terhadap hasil kekasaran permukaan benda kerja, jadi dapat disimpulkan bahwa semakin kecil sudut baji maka hasil kekasaran permukaan rendah dan semakin besar sudut baji hasil kekasarannya lebih tinggi.

## 5.2 Saran

Melihat pada kesimpulan diatas, penulis menyampaikan saran dan masukan terhadap penelitian selanjutnya :

1. Penelitian selanjutnya bisa dikembangkan lagi dari variabel faktor seperti material baja, jenis material pahat dan permesinannya agar penelitian ini semakin berkembang dan penelitian tentang kekasaran permukaan semakin bervariasi.
2. Pada penelitian selanjutnya penulis menyarankan agar menggunakan metode selain *Central Composite Design* (CCD) seperti : Metode Taguchi, Desain Faktorial, dan juga metode-metode lainnya. Diharapkan dengan menggunakan metode lain penelitian ini semakin beragam dalam dunia manufaktur.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Umurani, “Rancang Bangun Instrument Untuk Mengukur Gaya Potong, Kecepatan, Dan Temperatur Spesimen Pada Mesin Bubut,” *J. Mech. Eng. Manuf. Mater. Energy*, vol. 1, no. 1, p. 38, 2018, doi: 10.31289/jmemme.v1i1.1199.
- [2] P. Pramawata and Yunus, “Pengaruh Jenis Pahat, Sudut Pahat Dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Tingkat Kekasaran Dan Kekerasan Pada Proses Bubut Rata Baja St 42,” *Jtm*, vol. 01, no. 03, pp. 56–64, 2013.
- [3] R. P. Alfred Hara<sup>1)</sup>, I Nyoman Gede<sup>2)</sup>, “Alfred Hara Pengaruh Pemotongan Dengan Dan Tanpa Cairan Pendingin Terhadap Daya Potong Pada Proses Turning,” *Jurnal Online Poros Tek.*, vol. 10, no. 1, pp. 1–52, 2022, doi: 10.21608/pshj.2022.250026.
- [4] S. Husein, “Pengaruh Sudut Potong Terhadap Getaran Pahat Dan Kekasaran Permukaan Pada Proses Bubut Mild Steel St 42,” *Tek. Mesin Univ. Jember*, pp. 31–38, 2015.
- [5] Z. Kurniawan, “Optimasi Laju Pengerjaan Material Dan Kekasaran Permukaan Proses Edm Sinking Baja Aisi 4140 Dengan Menggunakan Metode Taguchi- Fuzzy Optimization Of Material Removal Rate And Surface Roughness Sinking Edm Process Of Steel Aisi 4140 Using Taguchi-Fuzzy Met,” *Tehsis Inst. Teknol. sepuluh Novemb. Surabaya*, 2013.
- [6] F. A. Rizki Fachrezi<sup>1</sup>, Zaldy Kurniawan<sup>2</sup>, “Prosiding Seminar Nasional,” vol. 2, no. January, pp. 978–979, 2016.
- [7] R. Salam and Sunarto, “Pengaruh kecepatan potong (  $V_c$  ) terhadap kekasaran permukaan pada pembubutan kering baja ASTM A 29 menggunakan pahat karbida berlapis T titanium Aluminium Nitrida (  $TiAlN$  ),” *J. Polimesin*, vol. 18, no. 1, pp. 61–67, 2020.
- [8] Y. T. J. Wibowo, “Analisis Tingkat Kekasaran Permukaan Hasil Proses Mill Slot Pada Baja Permesinan Scm 440,” *Snmk 2015*, no. October, pp. 1–6, 2015.
- [9] M. A. Octaviani, D. R. S. Dewi, and L. J. Asrini, “Optimasi Faktor Yang



- Berpengaruh Pada Kualitas Lilin Di Ud.X Dengan Metode Response Surface,” *Ilm. widya Tek.*, vol. 14, no. 1, pp. 26–31, 2015.
- [10] A. Rukma, A. R. Rasyid, and A. M. Irfan, “Analisis Getaran Mesin Bubut Emco Maximat V13 akibat Variasi Putaran Mesin dan Kedalaman Pemakanan Pada Proses Bubut Rata Baja ST 42,” *Teknologi*, vol. 22, no. 1, pp. 1–12, 2021.
- [11] G. S. Ramadhan, “Sudut Potong Pahat Terhadap Kekasaran Permukaan Material S45c Dengan Menggunakan Mesin Bubut Geminis Bangka Belitung Sudut Potong Pahat Terhadap Kekasaran Permukaan Material S45c Dengan,” *Proy. Akhir Politek. Manufaktur Negeri Bangka Belitung*, 2022.
- [12] E. Yudo and A. Ariyanto, “Kinerja Mesin Bubut Geminis Ditinjau Dari Kebulatan Benda Kerja,” *J. Integr.*, vol. 11, no. 1, pp. 9–13, 2019, doi: 10.30871/ji.v11i2.1167.
- [13] R. H. Rahmanto and Qamaruddin, “Analisis Kekerasan dan Keausan Pahat Bubut HSS,” *J. Tek. Mesin*, pp. 47–50, 2015.
- [14] Karmin and Dalom, “Analisis pengaruh variasi sudut potong pada proses pembubutan akhir material baja,” *J. Austenit*, vol. 7, pp. 17–24, 2015.
- [15] R. Mustafik, “Pengaruh kecepatan pemakanan dan kecepatan potong terhadap tingkat kekarasan permukaan baja vcn 150 proses cnc turning,” *Skripsi UNNES*, pp. 1–57, 2020.
- [16] D. Anggraeni and M. Si, “Response Surface Methodology ( RSM ),” *Skripsi Inst. Teknol. Sepuluh Novemb.*, 2011.

## Lampiran 1 : Daftar Riwayat Hidup



### 1. Data Pribadi

Nama Lengkap : DERI SAPUTRA  
Tempat Tanggal Lahir : Belinyu, 07 April 2001  
Alamat Lengkap : Jalan Achmad Yani,  
( Kp.Sunda Belinyu – Bangka )  
Jenis kelamin : Laki-Laki  
Agama : Islam  
No. Hp : 089560293795  
Email : [derisaputra171@gmail.com](mailto:derisaputra171@gmail.com)

### 2. Riwayat Pendidikan

SDN 12 Belinyu	(2007-2013)
SMPN 1 Belinyu	(2013-2016)
SMK YPN Belinyu	(2016-2019)
D-IV POLMAN NEGERI BABEL	(2019-2023)

Sungailiat, 12 Januari 2022

DERI SAPUTRA

## Lampiran 2: Alat dan Bahan penelitian

Material penelitian (SCM 440) :



Titik pengujian kekasaran permukaan :



Perlengkapan peralatan pengujian :

V-Block dan holder dial :



Lampiran 3: Sertifikat Material SCM 440



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

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

证书号 CERTIFICATE NO	HSZ0190719010	标准 SPECIFICATION	JIS F 0303 2005	牌号 STEEL GRADE	SCV410	生产方法 PRODUCTION	热轧 HOT-ROLLED	交货状态 DELIVERY STATE	热轧 HOT-ROLLED	化学成分, % CHEMICAL COMPOSITION, %		力学性能 MECHANICAL PROPERTIES		尺寸性能 DIMENSIONAL PROPERTIES		金相组织, % METALLURGICAL STRUCTURE, %		表面质量 SURFACE QUALITY															
合同号 CONTRACT NO	H0181NS098	交货状态 DELIVERY STATE		交货状态 DELIVERY STATE		化学成分, % CHEMICAL COMPOSITION, %		交货状态 DELIVERY STATE		化学成分, % CHEMICAL COMPOSITION, %		力学性能 MECHANICAL PROPERTIES		尺寸性能 DIMENSIONAL PROPERTIES		金相组织, % METALLURGICAL STRUCTURE, %		表面质量 SURFACE QUALITY															
产品名称 PRODUCT																																	
型号 HEAT NO.	19105929-1	轧制 LOT NO.	19105929-1	生产日期 DATE OF PRODUCTION	2018-06-21	规格 SIZE	Φ23	数量 QTY (ROLL)	19	重量 WEIGHT (MT)	52.73	屈服强度 T.S (MPa)	1177	抗拉强度 T.S (MPa)	1277	伸长率 A (%)	16	断面收缩率 Z (%)	67	冲击功 AKU2 (J)	104	硬度 HR	191	化学成分, % CHEMICAL COMPOSITION, %		力学性能 MECHANICAL PROPERTIES		尺寸性能 DIMENSIONAL PROPERTIES		金相组织, % METALLURGICAL STRUCTURE, %		表面质量 SURFACE QUALITY	
件数合计 (ROLL)	19	1. It is certified that the products are manufactured and inspected according to the specifications and results are qualified & acid forming micro-structure are only fitted with the grade of performance and adaptation, the allowable defects include Elongation, shape, blisters and inclusions are assessed to international standards, so they are only inspected but not being fitted.																															
重量合计 (MT)	52.73	备注: 交货状态: 热轧 Φ23mm REMARKS: 交货状态: 热轧 Φ23mm																															
Total Weight	52.73	Quality Control Personnel																															



Lampiran 4: Tabel Rekomendasi Variabel Pembubutan

<i>Turning</i>	<i>Cemented carbide</i>		<i>HSS</i>
	<i>Roughing</i>	<i>Finishing</i>	
<i>Cutting speed, Vc (m/min)</i>	110-160	160-210	13-18
<i>Feed, f (mm/rev)</i>	0.2-0.4	0.05-0.2	0.05-0.3
<i>Depth of cut, a (mm)</i>	2-4	0.5-2	0.4-0.8
<i>Suitable grades</i>	<i>P20-P30 coated carbide</i>	<i>P10 coated carbide or cermet</i>	



Lampiran 5 : Tabel Standar Baja SCM 440 dan AISI 4140

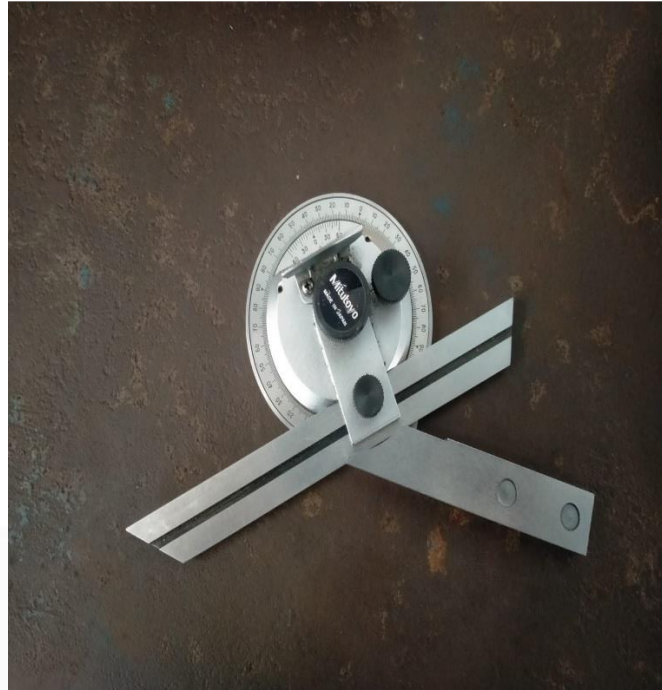
- **Baja SCM 440**

C(%)	0.38-0.43
Si(%)	0.15-0.35
Mn(%)	0.60-0.85
P(%)	≤0.03
S(%)	≤0.03
Kr(%)	0.9-1.2
Mo(%)	0.15-0.30
Ni(%)	≤0.25
Cu(%)	≤0.3

- **Baja AISI 4140**

Element	Content (%)
Chromium, Cr	0.80 – 1.10
Manganese, Mn	0.75 – 1.0
Carbon, C	0.380 – 0.430
Silicon, Si	0.15 – 0.30
Molybdenum, Mo	0.15 – 0.25
Sulfur, S	0.040
Phosphorous, P	0.035
Iron, Fe	Balance

Lampiran 6 : Alat ukur sudut pahat



## Lampiran 7: Pengukuran Sudut Pahat

### 1. Sudut baji ( $70^{\circ}$ )



### 2. Sudut baji ( $75^{\circ}$ )



### 3. Sudut baji ( $80^{\circ}$ )





Lampiran 8 : Proses Pengasahan Pahat



Lampiran 9: Proses Pembubutan



Lampiran 10: Proses Pengukuran Kekasaran Permukaan



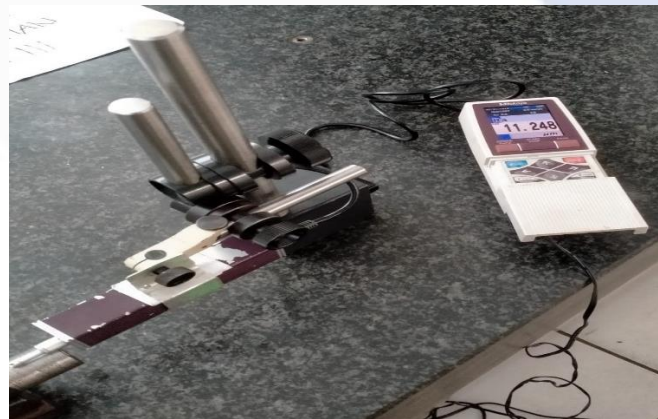
## Lampiran 11: Pengukuran Kekasaran Permukaan

Benda Kerja 1 :

Titik 1



Titik 2



Titik 3



Benda kerja 2 :

Titik 1



Titik 2



Titik 3



Benda kerja 3 :

Titik 1



Titik 2



Titik 3



Benda kerja 4 :

Titik 1



Titik 2



Titik 3



Benda kerja 5 :

Titik 1



Titik 2



Titik 3





Benda kerja 6 :

Titik 1



Titik 2



Titik 3



Benda Kerja 7 :

Titik 1



Titik 2



Titik 3



Benda Kerja 8 :

Titik 1



Titik 2



Titik 3



Benda Kerja 9 :

Titik 1



Titik 2



Titik 3



Benda Kerja 10 :

Titik 1



Titik 2



Titik 3



Benda Kerja 11 :

Titik 1



Titik 2



Titik 3



Benda Kerja 12 :

Titik 1



Titik 2



Titik 3



Benda Kerja 13 :

Titik 1



Titik 2



Titik 3





Benda Kerja 14 :

Titik 1



Titik 2



Titik 3



Benda Kerja 15:

Titik 1



Titik 2



Titik 3



Benda Kerja 16 :

Titik 1



Titik 2



Titik 3



Lampiran 17:

Titik 1



Titik 2



Titik 3



Lampiran 12: Perhitungan Nilai  $\alpha$  dan Nilai  $-\alpha$

- **X1 ( Sudut Baji )**

$$\alpha = \frac{X1-75}{\frac{1}{2}(10)}$$

$$1,68 = \frac{X1-75}{5}$$

$$1,68 \times 5 = X1 - 75$$

$$8,4 = X1 - 75$$

$$X1 = 83,4$$

$$-\alpha = \frac{X1-75}{\frac{1}{2}(10)}$$

$$-1,68 = \frac{X1-75}{5}$$

$$-1,68 \times 5 = X1 - 75$$

$$-8,4 = X1 - 75$$

$$X1 = 66,6$$

- **X2 ( Kecepatan Pemakanan )**

$$\alpha = \frac{X2-0,09}{\frac{1}{2}(0,02)}$$

$$1,68 = \frac{X2-0,09}{0,01}$$

$$1,68 \times 0,01 = X2 - 0,09$$

$$0,0168 = X2 - 0,09$$

$$X2 = 0,1068$$

$$-\alpha = \frac{X2-0,09}{\frac{1}{2}(0,02)}$$

$$-1,68 = \frac{X2-0,09}{0,01}$$

$$-1,68 \times 0,01 = X2 - 0,09$$

$$-0,0168 = X2 - 0,09$$

$$X2 = 0,0732$$

- **X3 (RPM)**

$$\alpha = \frac{X3-220}{\frac{1}{2}(120)}$$

$$1,68 = \frac{X2-220}{60}$$

$$1,68 \times 60 = X3 - 220$$

$$100,8 = X3 - 220$$

$$X3 = 320,8$$

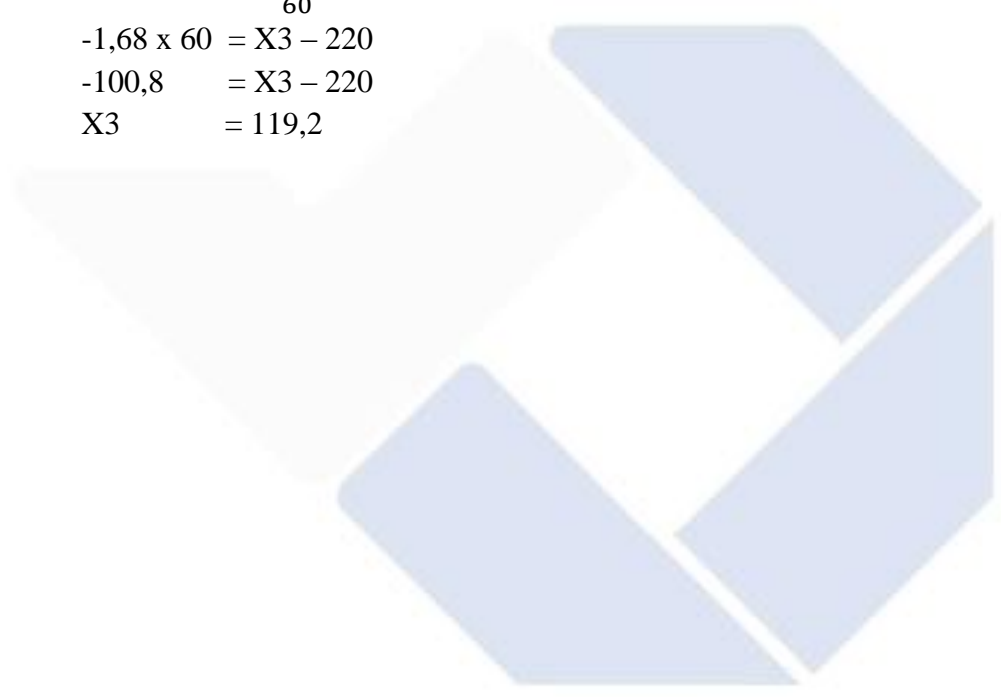
$$-\alpha = \frac{X3-220}{\frac{1}{2}(120)}$$

$$-1,68 = \frac{X2-220}{60}$$

$$-1,68 \times 60 = X3 - 220$$

$$-100,8 = X3 - 220$$

$$X3 = 119,2$$



Lampiran 13 Perhitungan Dengan Cara Manual

- Perhitungan kerangka metode RSM

	$x_1$	$x_2$	$x_3$		$x_1$	$x_2$	$x_3$
1	-1	-1	-1		70	0,08	160
2	-1	-1	1		70	0,08	280
3	-1	1	-1		70	0,10	160
4	-1	1	1		70	0,10	280
5	1	-1	-1		80	0,08	160
6	1	-1	1		80	0,08	280
7	1	1	-1		80	0,10	160
8	1	1	1		80	0,10	280
9	$-\alpha$	0	0		66,6	0,09	220
10	$\alpha$	0	0		83,4	0,09	220
11	0	$-\alpha$	0		75	0,073	220
12	0	$\alpha$	0		75	0,107	220
13	0	0	$-\alpha$		75	0,09	119,2
14	0	0	$\alpha$		75	0,09	320,8
15	0	0	0		75	0,09	220
16	0	0	0		75	0,09	220
17	0	0	0		75	0,09	220

Coded Parameter Proses			
No.	X1 (Sudut Potong Total)	X2 (Kecepatan Pemakanan)	X3 (RPM)
1	-1	-1	-1
2	-1	-1	1
3	-1	1	-1
4	-1	1	1
5	1	-1	-1
6	1	-1	1
7	1	1	-1
8	1	1	1
9	-66,6	0	0
10	83,4	0	0
11	0	-0,073	0
12	0	0,107	0
13	0	0	-119,2
14	0	0	320,8
15	0	0	0
16	0	0	0
17	0	0	0

Lampiran 14 Perhitungan dengan aplikasi minitab

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
S. P.total	feeding	RPM	Stdorder	Runorde	Blocks	PfType	Respon	Coefl
-1,000	-1,000	-1,000	1	1	1	1	10,857	7,38315
-1,000	-1,000	1,000	2	2	1	1	7,750	-0,01800
-1,000	1,000	-1,000	3	3	1	1	7,371	-0,58639
-1,000	1,000	1,000	4	4	1	1	8,133	-0,07119
1,000	-1,000	-1,000	5	5	1	1	7,574	0,26091
1,000	-1,000	1,000	6	6	1	1	5,915	0,58991
1,000	1,000	-1,000	7	7	1	1	6,388	-0,10359
1,000	1,000	1,000	8	8	1	1	6,206	0,78084
-1,682	0,000	0,000	9	9	1	1	5,475	0,17823
1,682	0,000	0,000	10	10	1	1	10,161	1,89056
0,000	-1,682	0,000	11	11	1	1	8,374	
0,000	1,682	0,000	12	12	1	1	7,920	
0,000	0,000	-1,682	13	13	1	1	6,381	
0,000	0,000	1,682	14	14	1	1	8,526	
0,000	0,000	0,000	15	15	1	1	7,222	
0,000	0,000	0,000	16	16	1	1	6,023	
0,000	0,000	0,000	17	17	1	1	8,845	

**Model Summary**

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
2,03442	18,43%	0,00%	0,00%

**Analysis of Variance**

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	9	6,5459	0,72732	0,18	0,990
Linear	3	1,6861	0,56202	0,14	0,936
sudut P.total	1	0,0016	0,00156	0,00	0,985
feeding	1	1,6600	1,66003	0,40	0,547
RPM	1	0,0245	0,02447	0,01	0,941
Square	3	0,6462	0,21539	0,05	0,983
S. P.total*P.total	1	0,0959	0,09591	0,02	0,883
feeding*feeding	1	0,4903	0,49031	0,12	0,741
RPM*RPM	1	0,0151	0,01512	0,00	0,953
2-Way	3	4,2136	1,40454	0,34	0,798
Interaction					
S.P.total*feeding	1	0,6094	0,60941	0,15	0,713
S.P.total*RPM	1	0,0318	0,03175	0,01	0,933
feeding*RPM	1	3,5725	3,57246	0,86	0,384
Error	7	28,9720	4,13886		
Lack-of-Fit	5	24,9602	4,99204	2,49	0,311
Pure Error	2	4,0118	2,00590		
Total	16	35,5179			



## Lampiran 15 : hasil Pengecekan Plagiasi Dengan Turnitin

turnitin 3

### ORIGINALITY REPORT

<b>15</b> %	<b>13</b> %	<b>4</b> %	<b>4</b> %
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

### PRIMARY SOURCES

<b>1</b>	<b>repository.polman-babel.ac.id</b> Internet Source	<b>4</b> %
<b>2</b>	<b>repository.unib.ac.id</b> Internet Source	<b>1</b> %
<b>3</b>	<b>adoc.pub</b> Internet Source	<b>1</b> %
<b>4</b>	<b>repository.its.ac.id</b> Internet Source	<b>1</b> %
<b>5</b>	<b>media.neliti.com</b> Internet Source	<b>1</b> %
<b>6</b>	<b>Submitted to Universitas Merdeka Malang</b> Student Paper	<b>1</b> %
<b>7</b>	<b>es.scribd.com</b> Internet Source	<b>1</b> %
<b>8</b>	<b>eprints.umm.ac.id</b> Internet Source	<b>&lt;1</b> %
<b>9</b>	<b>Submitted to Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung</b> Student Paper	<b>&lt;1</b> %

Lampiran 16 : FORM Bimbingan Proyek Akhir

FORM-PPR-3- 4: Bimbingan Proyek Akhir


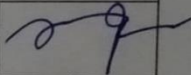
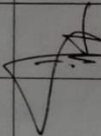
FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK			
JUDUL	OPTIMASI Sudut Dataran total, Kecepatan pemanasan & RAM Terhadap Kekasaran permukaan Material SEM 410 Dengan Metode respon surface (RSM)		
Nama Mahasiswa	Deri Supriya NIM: 10919410		
Nama Pembimbing	1. Zaidy Kurniawan S.S.T., M.T 2. HUSMAN S.S.T., M.T 3.		
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
1	7 Sep 2022	Proses Pembuatan Puhat dan Alat ukur	
2	12 Sep 2022	Pembahasan ke dan cairan pendingin (Dromus)	
3	16 Sep 2022	Persiapan facing dan pengambilan data	
4	23 Sep 2022	Pengenceran benda kerja dan proses pematangan untuk proses pengambilan data	
5	05 Okt 2022	Pembahasan Desain eksperimen	
6	09 NOV 2022	Persiapan Penulisan BAB 1	
7	18 NOV 2022	Revisi BAB 1	
8	25 NOV 2022	pembahasan Hasil Akhir BAB 1	
9	30 NOV 2022	Pembahasan BAB 5	
10	30 NOV 2022	pembahasan BAB 1 dan 5	

Catatan:

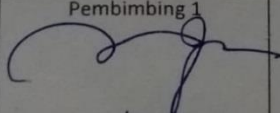
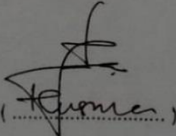
- Jika pertemuan bimbingan lebih dari sepuluh kali, dapat mengambil Form kembali di Panitia/Komisi Proyek Akhir

Lampiran 17: FORM Monitoring Proyek Akhir

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


	FORM MONITORING PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK ...../.....		
JUDUL	Optimalisasi sudut potong total, kecepatan pemrosesan, & RPM Terhadap ketidaksamaan permukaan material SEM AdD dengan metode resph surface (RSM)		
Nama Mahasiswa	1. Deni Saputra ...../NIM: 1091990 2. ....../NIM: ..... 3. ....../NIM: ..... 4. ....../NIM: ..... 5. ....../NIM: .....		
Monitoring ke	Tanggal	Progress Alat	Paraf Pembimbing
3	16/01-2023	Berkas Bab 1 - Bab 5 paper similarity 15%	
3	16/01-2023		

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

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

Lampiran 18 : Form Revisi Laporan Akhir

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



FORM REVISI LAPORAN AKHIR  
TAHUN AKADEMIK  
2022 / 2023

JUDUL : Optimasi Sudut Pandang Total, Kecepatan gemukatan dan Rpm terhadap ketahanan permukaan Material SCM 440 dengan Metode Respon Surface (RSM)

Nama Mahasiswa :

1.	<u>Deri Saputra</u>	NIM: <u>1041940</u>
2.	_____	NIM: _____
3.	_____	NIM: _____
4.	_____	NIM: _____
5.	_____	NIM: _____

Bagian yang direvisi	Halaman
<u>Bab 1</u>	
<u>Bab 2</u>	
<u>Bab 3</u>	
<u>Bab 4</u>	
<u>Bab 5</u>	
<u>kesimpulan</u>	
<p style="font-size: 2em; margin: 0;">}</p> <p style="font-size: 1.5em; margin: 0;">Uti dirubah</p>	

Sunggailiat, .....  
Penguji

Zaldy Kurniawan

Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa


<p style="text-align: center;">Mengetahui, Pembimbing</p> <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;"><u>Zaldy Kurniawan</u></p>	<p style="text-align: center;">Sunggailiat, ..... Penguji</p> <p style="text-align: center;">(.....)</p>
---	--







Lampiran 19 : Hasil Submit Jurnal



**JITT :**  
**JURNAL INOVASI TEKNOLOGI TERAPAN**  
**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG**  
Kawasan Industri Air Kantung Sungailiat – Bangka 33211, Telp (0717)93586, Fax (0717)93585  
website : <https://jitt.polman-babel.ac.id>

e-ISSN : XXXX-XXXX

---

**SURAT KETERANGAN**  
Nomor : 009/PL.28.C/PB/2023

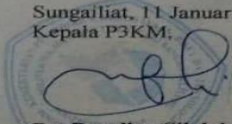
Dengan ini menerangkan bahwa artikel yang berjudul :

**“OPTIMASI SUDUT POTONG TOTAL, KECEPATAN PEMAKANAN & RPM TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN MATERIAL SCM 440 DENGAN METODE RESPON SURFACE (RSM)”**

Atas nama :  
Penulis : **DERI SAPUTRA, ZALDY KURNIAWAN, HUSMAN**  
Afiliasi : **POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG**

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

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Sungailiat, 11 Januari 2023  
Kepala P3KM,  
  
**Dr. Parulian Sifalaha, M.Pd D**  
NIP. 1901010201640006





# Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

**" Optimasi Sudut Potong Total, Kecepatan Pemakanan & RPM Terhadap Kekasaran Permukaan Material SCM 440 Dengan Metode Reapon Surface (RSM) "**

## LATAR BELAKANG

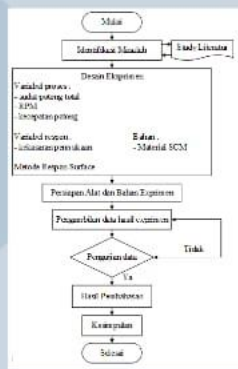
Era sekarang ini industri manufaktur telah berkembang sedemikian cepatnya baik dalam segi mesin maupun material. Salah satunya telah banyak ditemukan material-material yang tetapi memiliki tingkat kekasaran dan kekuatan yang lebih terutama didunia industri manufaktur pada penelitian ini peneliti menggunakan material baja SCM 440, yang termasuk dalam baja paduan sedang. Dan peneliti berfokus ada nilai kekasaran permukaan material dengan memvariasikan sudut potong totalnya, kecepatan Pemakanan dan RPM, kemudian peneliti mengolah data dengan menggunakan Metode Respon Surface (RSM).

Mahasiswa :  
**Deri Saputra**

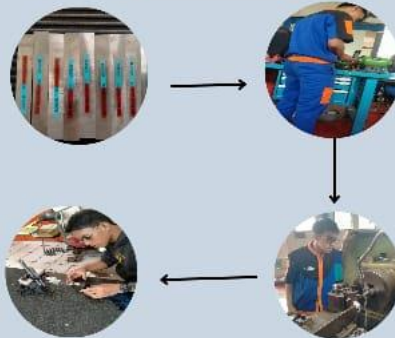
Pembimbing 1 :  
**Zaldy Kurniawan S.S.T.,M.T**

Pembimbing 2 :  
**Husman S.S.T.,M.T**

## Metode Penelitian



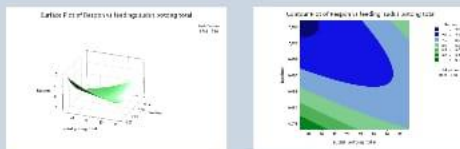
## Proses Pengambilan Data



## Data Hasil Penelitian

No	Sudut Potong (°)	Kecepatan Pemakanan (mm)	RPM (put/menit)	R1	R2	R3	Hasil Rataan (µm)
1	70	0.08	100	0.332	11248	10.111	10.832
2	70	0.08	200	0.258	9296	7.698	7.780
3	70	0.08	300	0.222	7276	6.274	6.273
4	70	0.12	200	0.212	9640	7.247	8.102
5	70	0.08	100	0.237	9.613	8.881	7.074
6	80	0.08	200	0.211	8.769	6.147	6.919
7	80	0.12	100	0.191	7.568	7.569	6.988
8	80	0.12	200	0.240	6.982	6.977	6.628
9	80	0.08	300	0.218	7.807	6.927	6.476
10	80	0.08	200	0.218	10.200	10.207	10.151
11	90	0.075	200	0.191	6.763	6.763	6.374
12	90	0.095	200	0.252	6.881	6.887	6.620
13	90	0.08	150	0.211	7.190	7.292	6.961
14	90	0.08	200	0.210	6.920	6.920	6.528
15	90	0.08	200	0.204	6.848	6.848	7.222
16	90	0.08	200	0.204	6.761	6.761	6.922
17	90	0.08	200	0.216	6.811	6.828	6.646

## Grafik Surface Plot & Counter Plot



## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari Hasil Penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa nilai optimal dari variasi pada variabel Faktor ialah Sudut Potong total (71,781°), kecepatan pemakanan (0,095mm) dan nilai optimal RPMnya (278,29 put/menit). Lalu dari penelitian ini juga menyatakan bahwa terdapat pengaruh dari variasi sudut potong total terhadap nilai kekasaran permukaan, semakin kecil atau runting sudutnya maka semakin baik nilai kekasarannya dan jika sudut nya besar maka didapatkanlah nilai kekasaran yang tinggi.

**Proyek Akhir 2022/2023**

Gmail :

derisaputra171@gmail.com