

**PENGARUH BENTUK GERAM DENGAN MEMVARIASIKAN
SUDUT POTONG PAHAT TERHADAP KEKASARAN
PERMUKAAN MATERIAL S45C DENGAN
MENGUNAKAN MESIN
BUBUT GEMINIS**

PROYEK AKHIR

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



Disusun oleh :

Geril Satrio Ramadhan NIRM: 1041840

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
TAHUN 2022**

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH BENTUK GERAM DENGAN MEMVARIASIKAN
SUDUT POTONG PAHAT TERHADAP KEKASARAN
PERMUKAAN MATERIAL S45C DENGAN
MENGUNAKAN MESIN
BUBUT GEMINIS**

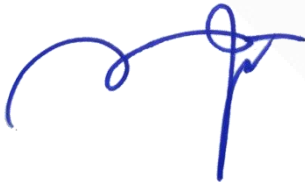
Oleh :

Geril Satrio Ramadhan/NIRM:1041840

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

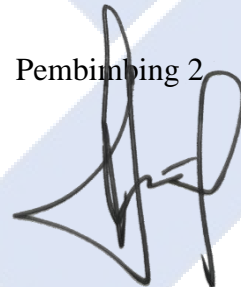
Menyetujui,

Pembimbing 1



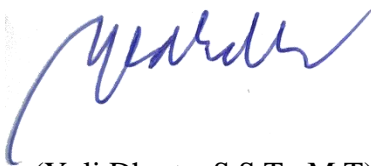
(Zaldy Kurniawan, S.S.T., M.T)

Pembimbing 2



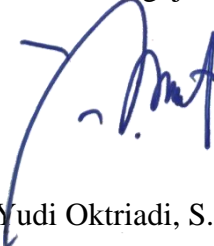
(M. Haritsah Amrullah, M.Eng)

Penguji 1



(Yuli Dharta, S.S.T., M.T)

Penguji 2



(Yudi Oktriadi, S.Tr., M.Eng)

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa : Geril Satrio Ramadhan NIRM: 1041840

Dengan Judul : Pengaruh Bentuk Geram Dengan Memvariasikan Sudut Potong Pahat Terhadap Kekasaran Permukaan Material S45C Dengan Menggunakan Mesin Bubut Geminis.

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

Sungailiat, 19 Januari 2022

Nama Mahasiswa

Tanda Tangan

Geril Satrio Ramadhan



ABSTRAK

Pembubutan merupakan suatu proses pembentukan material yang berupa poros menggunakan alat potong yang berupa pahat. Dari proses pembubutan tersebut terdapat dua respon yang ingin diperoleh yaitu bentuk geram dan nilai kekasaran permukaan poros yang rendah. Oleh karena itu, untuk memperoleh respon bentuk geram dan nilai kekasaran yang rendah diperlukan pengaturan variabel-variabel proses pembubutan yang tepat. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh antara bentuk geram dengan kekasaran permukaan pada material S45C. Dalam penelitian ini menggunakan Response Surface Methodology dengan jenis Box-Behnken Desain dan digunakan variabel-variabel faktor yang diduga berpengaruh terhadap bentuk geram dan nilai kekasaran permukaan material S45C yaitu, sudut potong pahat dengan level (65° , 68° , 71°), kedalaman pemakanan dengan level (0.4mm, 0.6mm, 0.8mm) dan Putaran spindle dengan level (200Rpm, 280Rpm, 360Rpm). Bentuk geram terpendek didapatkan pada variasi variabel faktor sudut potong pahat 65° , kedalaman pemakanan 0.6mm, dan putaran spindle 360Rpm menghasilkan arc chips (conn) dengan dimensi geram panjang 3.52mm, lebar 0.62mm, dan tebal 0.3mm. Dan Nilai kekasaran permukaan terendah diperoleh dari variasi variabel faktor sudut potong pahat 65° , kedalaman pemakanan 0.4mm, dan putaran spindle 280Rpm dengan nilai kekasaran permukaan 5.171 μm . Dari nilai kekasaran permukaan terendah tersebut dihasilkan bentuk geram tubular (short).

Kata kunci : Pembubutan, pahat, geram, kekasaran, S45C.

ABSTRACT

Turning is a process of forming material in the form of a shaft with using a cutting tool in the form of a chisel. From the turning process, there are two responses to be obtained, namely the chips shape and value surfaces roughness of the shaft minimum. Therefore, in order to obtained the response of the chips shape and the minimum value surface roughness, it is necessary to set the right turning process variables. The purpose of this study was to determine the effect of the furious form on the surface roughness of the S45C material. This study using Response Surface Methodology with Box–Behnken Design and used factor variables that are thought to affect the shape and surface roughness of the S45C material, namely, the cutting angle of the chisel with a level (65°, 68°, 71°), feeding depth with a level (0.4mm, 0.6mm, 0.8mm) and Spindle rotation with levels (200Rpm, 280Rpm, 360Rpm). The shortest chip is found in the variable cutting angle factor of 65°, feeding depth of 0.6mm, and 360 Rpm spindle rotation produces arc chips (conn) with dimensions of 3.52mm long, 0.62mm wide, and 0.3mm thick. And the lowest surface roughness value was obtained from the variation of the chisel cutting angle factor of 65°, infeed depth of 0.4mm, and spindle rotation of 280Rpm with a surface roughness value of 5.171 μm . From the lowest value of surface roughness, a tubular growl (short) is produced.

Keywords : Turning, chisel, chips roughness, S45C.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada kehadirat Allah SWT. karena telah memberikan rahmat dan karunia-Nya saya dapat menyelesaikan penyusunan proyek akhir ini. Shalawat serta salam kepada baginda Rasulluah Muhammad SAW. Adapun judul proyek akhir yang penulis ajukan yaitu “Pengaruh Bentuk Geram Dengan Memvariasikan Sudut Potong Pahat Terhadap Kekasaran Permukaan Material S45C Dengan Menggunakan Mesin Bubut Geminis”.

Proyek Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat kelulusan mata kuliah Tugas Akhir di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Tidak dapat dipungkiri bahwa butuh kerja keras dalam penyelesaian pengerjaan proyek akhir ini. Namun, proyek akhir ini tidak akan selesai tanpa adanya orang-orang tercinta yang mendukung dan membantu penulis. Terima kasih banyak yang ingin penulis sampaikan kepada :

1. Kedua orang tua tercinta Bapak Junaidi dan Ibu Martini yang selalu memberikan semangat, serta doa selama kuliah dan penyusunan proyek akhir ini.
2. Bapak Zaldy Kurniawan, S.S.T., M.T selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan dan banyak pengalaman dalam penyusunan proyek akhir.
3. Bapak Muhammad Haritsah Amrullah, M.Eng selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan dan banyak pengalaman dalam penyusunan proyek akhir.
4. Bapak I Made Andik Setiawan M.Eng, Ph.D selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
5. Bapak Pristiansyah, S.S.T., M.Eng selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
6. Bapak Boy Rollastin, S.Tr., M.T selaku Ketua Program Studi D4 Teknik Mesin dan Manufaktur.

7. Segenap Dosen Jurusan Teknik Mesin yang telah mendidik dan memberikan ilmu pengetahuan selama kuliah.
8. Teknisi sektor pemesinan bubut yang telah membantu saya dalam proses pengambilan data proyek akhir ini.
9. Pacar tercinta Meissy Frasella yang selalu memberikan dukungan dan semangatnya.
10. Segenap teman–teman seperjuangan kelas TMM B Angkatan 2018.
11. Terkhusus teman–teman Rizki Fachrezy, Dimas Putra Utama, Muhammad Reza Mukhib, Welcy Fratama, Dersi Julianto, Irsan Adiansyah dan Efata Anugrah Harita yang telah membantu dalam semua proses penyusunan proyek akhir ini.
12. Diri sendiri yang selalu berjuang melawan rasa malas dan mampu bertahan, berusaha sekuat tenaga untuk menyelesaikan proyek akhir ini.
13. *Last but no least, i wanna thank me, i wanna thank me for believing in me, i wanna thank me for all this hard work, i wanna thank me for having days off, i wanna thank me for never quitting, i wanna thank me for being a giver, i wanna thank me for just being me at all times.*

Demikian yang dapat disampaikan, penulis berharap proyek akhir ini bermanfaat bagi siapapun yang membacanya dan semoga kita semua dilindungi oleh Allah SWT. sekian dan terima kasih.

Sungailiat, 19 Januari 2022



Geril Satrio Ramadhan

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Batasan Masalah.....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Mesin Bubut Geminis.....	5
2.2. Proses Pembubutan.....	6
2.3. Variabel Proses Pembubutan.....	7
2.4. Bentuk Geram.....	8

2.5.	Pahat <i>HSS</i>	10
2.6.	Baja Karbon.....	10
2.7.	Material S45C.....	11
2.8.	Kekasaran Permukaan	13
2.9.	<i>Response Surface Methodology</i>	15
2.9.1.	<i>Box–Behnken Design</i>	15
2.10.	Penentuan Variabel.....	16
2.11.	Hipotesa.....	17
BAB III.....		18
METODOLOGI PENELITIAN.....		18
3.1.	Diagram Alir Penelitian.....	18
3.2.	Studi Literatur.....	19
3.3.	Waktu dan Tempat Penelitian	19
3.4.	Peralatan Penelitian	19
3.5.	Material Penelitian.....	22
3.6.	Variabel Faktor.....	23
3.7.	Pengambilan Data Bentuk Geram dan Nilai Kekasaran Permukaan.....	23
3.8.	Proses Pengambilan Data	24
3.9.	Analisis Data	26
BAB IV		29
HASIL DAN PEMBAHASAN.....		29
4.1.	Data Bentuk Geram dan Nilai Kekasaran Permukaan	29
4.3.	Pengolahan Data Nilai Kekasaran di Software Analisis	42
4.4.	<i>Analysis of Variance</i>	43
4.5.	Uji <i>Lack Of Fit</i>	44

4.6.	Uji Kenormalan Residual	45
4.7.	Grafik <i>Surface Plot</i>	47
4.7.1.	<i>Surface Plot</i> Kedalaman Pemakanan; Sudut Potong Pahat.....	47
4.7.2.	<i>Surface Plot</i> Putaran <i>Spindle</i> ; Sudut Potong Pahat	48
4.7.3.	<i>Surface Plot</i> Putaran <i>Spindle</i> ; Kedalaman Pemakanan.....	49
BAB V.....		50
KESIMPULAN DAN SARAN.....		50
5.1.	Kesimpulan.....	50
5.2.	Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA		52



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Klasifikasi Bentuk Geram Standar ISO	10
Tabel 2. Komposisi Kimia Material S45C	12
Tabel 3. <i>Velocity</i> Material S45C	12
Tabel 4. Material Yang Setara Dengan Ck45	13
Tabel 5. Angka Kekasaran Menurut ISO Atau DIN 4763	14
Tabel 6. Angka Kekasaran Berdasarkan Proses Pengerjaan	14
Tabel 7. Spesifikasi Mesin Bubut Tornos Geminis S.L. SE 5 650 S	19
Tabel 8. Spesifikasi <i>Surface Roughness Tester</i> Mitutoyo SJ-210	21
Tabel 9. Variabel Faktor	23
Tabel 10. Rancangan Percobaan Dengan <i>Box-Behnken Design</i>	26
Tabel 11. Data Bentuk Geram Percobaan 1	29
Tabel 12. Data Bentuk Geram Replikasi 1	32
Tabel 13. Data Bentuk Geram Replikasi 2	35
Tabel 14. Data Bentuk Geram Keseluruhan Yang Dirata-Ratakan	38
Tabel 15. Data Nilai Kekasaran Permukaan Percobaan 1	39
Tabel 16. Data Nilai Kekasaran Permukaan Replikasi 1	39
Tabel 17. Data Nilai Kekasaran Permukaan Replikasi 2	40
Tabel 18. Data Nilai Kekasaran Permukaan Keseluruhan	41
Tabel 19. Pengaruh Bentuk Geram Terhadap Nilai Kekasaran Permukaan	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Mesin Bubut Geminis S.L.....	5
Gambar 2. Geometri Sudut Pahat.....	10
Gambar 3. Profil Kekasaran Permukaan.....	13
Gambar 4. Rancangan Box-Behnken Design Untuk Tiga Faktor.....	16
Gambar 5. Mesin Bubut Tornos Geminis S.L. SE 5 650 S.....	20
Gambar 6. <i>Surface Roughness Tester</i> Mitutoyo SJ-210	21
Gambar 7. Jangka Sorong	22
Gambar 8. Pahat HSS Bohler.....	22
Gambar 9. Material S45C	22
Gambar 10. Pengolahan Data Nilai Kekasaran Menggunakan Software Analisis	42
Gambar 11. Uji Kenormalan Residual Model Regresi Linier Sederhana.....	45
Gambar 12. Plot Residual Dengan Taksiran Model.....	46
Gambar 13. Plot Residual Dengan Order Model	46
Gambar 14. Grafik <i>Surface Plot of Respon Vs</i> Kedalaman Pemakanan dan Sudut Potong Pahat	47
Gambar 15. Grafik <i>Surface Plot Of Respon Vs</i> Putaran <i>Spindle</i> dan Sudut Potong Pahat.....	48
Gambar 16. Grafik <i>Surface Plot Of Respon Vs</i> Putaran <i>Spindle</i> dan Kedalaman Pemakanan.....	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Daftar Riwayat Hidup

Lampiran 2 : Alat dan Bahan Penelitian

Lampiran 3 : Proses Pengukuran Kekasaran Permukaan

Lampiran 4 : Sertifikat Material S45C

Lampiran 5 : Tabel Rekomendasi Variabel Pembubutan

Lampiran 6 : Alat Ukur Sudut Potong Pahat (*Bevel Protractor*)

Lampiran 7 : Pengukuran Sudut Potong Pahat

Lampiran 8 : Pengukuran Panjang Material S45C

Lampiran 9 : Pengukuran Diameter Material S45C

Lampiran 10 : Tabel Distribusi F ($\alpha = 0,05$)

Lampiran 11 : Pengukuran Kekasaran Permukaan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Industri manufaktur terus berkembang sesuai dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan inovasi, terlihat dari hasil pabrikan yang sedang berlangsung. Hasil pabrikan yang sedang berlangsung harus diikuti dengan peningkatan kualitas pabrikan. Salah satu hal penting dalam perakitan bagian-bagian mesin adalah pengerjaan logam. Kehadiran mesin pabrikan ini pengerjaan logam menjadi lebih efektif. Pada pabrikan logam, mesin bubut konvensional dikenal karena kapasitas dan pekerjaannya dalam pembuatan bagian-bagian mesin (Mudjijanto, et al., 2019).

Hampir semua proses produksi memerlukan proses pemesinan untuk menghasilkan komponen yang terbuat dari logam. Proses pemesinan ini adalah proses yang rumit karena ada banyak faktor yang harus dipertimbangkan sehingga menghasilkan benda sesuai standar (Priyadi, 2017).

Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil benda kerja dalam sistem pembubutan meliputi sudut dan ketajaman pisau pemotong, variasi dalam kecepatan pemotongan, posisi titik tengah, dan getaran mesin. Berdasarkan hal tersebut, faktor yang berbeda juga mempengaruhi tingkat kekasaran permukaan, misalnya kecepatan putaran *spindle* dan kedalaman pemakanan.

Proses pembubutan adalah proses pemesinan untuk membentuk permukaan yang dilakukan oleh suatu pahat pada benda kerja yang berputar. Selain itu, kemampuan mesin untuk membentuk benda kerja sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan, biasanya dengan luas penampang bulat atau berongga dan umumnya terbuat dari logam sesuai dengan bentuk dan ukuran yang ideal (Rochim, 2007).

Pahat bubut salah satu bagian penting dalam pelaksanaan proses pemesinan. Hasil benda dari proses pemesinan dapat dipengaruhi oleh sudut potong pahat. Kualitas permukaan bergantung pada kondisi pemotongan. Dalam penelitian ini,

dengan variasi pada sudut potong pahat, diharapkan bahwa korelasi bentuk geram terhadap kekasaran permukaan dalam sistem pembubutan akan diperoleh.

Mesin bubut geminis adalah mesin semi-otomatis yang digunakan untuk melakukan proses pembubutan logam. Operasi dasar mesin bubut geminis yaitu melibatkan benda kerja yang berputar dan pahat bergerak secara otomatis sehingga terjadi proses pembubutan yang menghasilkan geram.

Geram adalah material berlebih yang terpotong dalam sistem pemesisinan. Geram memiliki bentuk dan ukuran yang berbeda-beda dipengaruhi banyak faktor.

Poros adalah salah satu material yang harus memiliki nilai kekasaran permukaan terendah dari proses pemesisinan. Kekasaran permukaan merupakan salah satu sifat kualitas yang penting dalam proses pemesisinan. Kekasaran permukaan cocok untuk pengecekan kualitas kehalusan permukaan benda kerja yang dihasilkan dalam jumlah banyak, karena kekasaran permukaan lebih sensitif terhadap ketidakteraturan yang terjadi pada proses pemesisinan. Semakin rendah nilai kekasaran permukaan, semakin baik kualitas permukaannya. (Kurniawan, 2013).

(Ramadan, 2018) memimpin penelitian yang berjudul “Pengaruh Variasi Sudut Tatal dan Variasi Kecepatan Pemakanan Pada Tingkat Kekasaran Permukaan Benda Kerja Pada Proses Bubut Material ST 42”. Berdasarkan penelusuran informasi, nilai kekasaran permukaan yang paling rendah pada material ST 42 adalah $1,61\mu\text{m}$ dengan sudut tatal 15° dan kecepatan pemakanan $0,05\text{mm}/\text{min}$. Sedangkan untuk nilai kekasaran paling tinggi adalah $3,067\mu\text{m}$ dengan sudut tatal 5° dan kecepatan pemakanan $0,15\text{ mm}/\text{min}$. Jadi untuk pengaturan parameter yang paling baik adalah pada sudut tatal 15° dan kecepatan pemakanan $0,05\text{m}/\text{min}$.

(Karmin & Dalom, 2015) memimpin penelitian yang berjudul “Analisis Pengaruh Variasi Sudut Potong Pada Proses Pembubutan Akhir Material Baja”. Dalam tinjauan ini, material yang digunakan sebagai objek eksperimen ini adalah material (St 37, St 42, dan St 60) jenis pahat yang digunakan adalah HSS. Untuk material St 37 dengan sudut potong samping 10° , sudut potong akhir 12°

(1,55 μm) , untuk material St 42 dengan sudut potong samping. 10°, sudut potong akhir 14° (1,48 μm) dan material St-60 dengan sudut potong samping 10°, sudut potong akhir 12° (1,59 μm).

Dalam penelitian ini material yang ingin digunakan penulis adalah material dari jenis baja karbon sedang khususnya pada material S45C. Material S45C adalah baja karbon kelas menengah yang memiliki kandungan karbon (0,3%-0,5% C). Material S45C sebagai salah satu keperluan alat perkakas dari komponen mesin yang banyak digunakan untuk bahan komponen roda gigi, poros, bantalan dan *pulley*.

Berdasarkan penjelasan latar belakang diatas, maka penulis ingin melakukan penelitian yang berjudul “Pengaruh Bentuk Geram Dengan Memvariasikan Sudut Potong Pahat Terhadap Kekasaran Permukaan Material S45C Dengan Menggunakan Mesin Bubut Geminis”.

1.2. Rumusan Masalah

Berikut ini adalah rumusan masalah dari penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana pengaruh bentuk geram terhadap kekasaran permukaan dengan memvariasikan sudut potong pahat, kedalaman pemakanan dan putaran *spindle* pada material S45C?
2. Bagaimana nilai kekasaran permukaan yang akan dihasilkan dari variasi sudut potong pahat, kedalaman pemakanan dan putaran *spindle* pada material S45C?

1.3. Tujuan Penelitian

Terdapat tujuan dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh bentuk geram terhadap kekasaran permukaan dengan variabel faktor yang telah ditentukan.
2. Mendapatkan nilai kekasaran permukaan terendah yang akan dihasilkan dari proses pembubutan dengan variabel faktor yang telah ditentukan.

1.4. Batasan Masalah

Agar masalah dalam penelitian ini lebih terarah sehingga mempermudah mendapatkan data dan informasi yang diperlukan, maka penulis menetapkan batasan-batasan masalah sebagai berikut :

1. Spesimen yang digunakan dalam penelitian ini adalah material S45C.
2. Dimensi material adalah diameter x panjang = $\varnothing 25\text{mm}$ x 95mm.
3. Proses pemesinan yang menggunakan mesin bubut Geminis.
4. Pahat yang digunakan adalah pahat HSS *bohler*.
5. Proses pemesinan yang dilakukan adalah variasi sudut potong pahat, kedalaman pemakanan dan putaran *spindle*.
6. Rancangan ini menggunakan metode *Response Surface Methodology*.
7. Alat ukur kekasaran permukaan menggunakan *Surface Roughness Tester*.
8. Mengukur dan melihat bentuk geram menggunakan jangka sorong dan kamera.

1.5. Manfaat Penelitian

Terdapat manfaat yang diharapkan penulis melalui penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini diharapkan mampu memperluas dan memperoleh pengetahuan mengenai pengaruh bentuk geram dengan variasi variabel proses permesinan dan pada mesin bubut Geminis terhadap nilai kekasaran dari permukaan material S45C.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Mesin Bubut Geminis

Bubut geminis adalah jenis mesin perkakas yang digunakan untuk melakukan pembubutan material dimana pahat digerakkan secara horizontal atau vertikal secara otomatis dengan titik pusat material yang berputar. Hasil pembubutan material dapat berbentuk silinder, kerucut dan berulir. Pemotongan dapat dilakukan pada permukaan luar dan dalam benda kerja. Berikut ini adalah bagian-bagian mesin bubut geminis yang dapat dilihat pada Gambar 1. dibawah ini :



Gambar 1. Mesin Bubut Geminis S.L.

1. Motor Penggerak

Motor penggerak merupakan sumber penggerak utama dari mesin bubut. Berfungsi untuk menggerakkan *spindle*.

2. Eretan

Eretan adalah alat yang digunakan untuk menggerakkan pahat sehingga pahat melakukan penyayatan terhadap material. Ada tiga eretan pada setiap mesin bubut, yaitu eretan horizontal yang digunakan untuk menggerakkan pahat searah dengan meja mesin, eretan vertikal yang digunakan untuk menggerakkan pahat dengan arah tegak lurus dengan

titik tengah material, dan eretan atas digunakan untuk merubah gerakan pahat ke sudut yang diinginkan.

3. Pencekam (*chuck*)

Chuck adalah alat yang digunakan untuk mencekam benda kerja yang akan dibubut. *Chuck* memiliki beberapa jenis yaitu, *chuck* rahang tiga terpusat, *chuck* rahang tiga dan *chuck* rahang empat yang bergerak masing-masing.

4. Kepala Lepas

Kepala lepas ini memiliki fungsi utama yaitu, mengecek ketinggian dari mata pahat terhadap titik tengah dari benda kerja. Kepala lepas ini juga berfungsi untuk menopang benda kerja yang memiliki dimensi yang panjang dan bisa juga digunakan pada proses pengeboran.

5. Kepala Tetap

Kepala tetap adalah tempat dari sistem transmisi pada mesin bubut. Pada kepala tetap ini jua terdapat tuas-tuas yang digunakan untuk mengatur kecepatan pemakanan dan kecepatan putaran *spindle*.

6. *Control Panel*

Control panel ini digunakan agar proses pembubutan bergerak otomatis. Terdapat tombol-tombol untuk menghidupkan dan mematikan *spindle*, arah pergerakan eretan, penyayatan otomatis, serta menghidup dan mematikan kran cairan pendingin.

7. Dudukan Pahat

Dudukan pahat atau *tool post* digunakan untuk meletakkan pahat yang akan digunakan dalam proses pembubutan.

8. Kran Cairan Pendingin

Berfungsi sebagai tempat menyalurkan cairan pendingin saat proses pembubutan.

2.2. Proses Pembubutan

Proses pembubutan logam dibagi dalam 2 jenis. Macam-macam proses pembubutan ini sebagai berikut :

1. Pembubutan Memanjang

Pembubutan memanjang merupakan proses pembubutan yang mengurangi diameter luar dari material, yang dapat dikombinasikan dengan pembubutan melintang untuk menjadikannya pembubutan bertingkat.

2. Pembubutan Melintang

Proses ini juga merupakan proses dasar yaitu mengurangi panjang dari material yang dibubut.

2.3. Variabel Proses Pembubutan

Variabel selama pembubutan antara lain informasi berupa perhitungan dasar, rumus dan tabel yang menjadi landasan teknologi pembubutan. Variabel proses pembubutan meliputi:

- Kecepatan Potong (*Cutting speed*– V_c).
- Kedalaman Pemakanan (a).
- Kecepatan Putaran *Spindle* (Rpm).
- Kecepatan Pemakanan (*Feed Rate*).

A. Kecepatan potong (*Cutting Speed*)

Kecepatan potong adalah kemampuan alat potong yaitu pahat dalam menyayat material. Pada mesin bubut, kecepatan potongnya (V_c) adalah keliling diameter material ($\pi \cdot d$) dikalikan dengan putaran (n). Sehingga :

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

Kecepatan potong untuk berbagai macam material teknik yang umum pada proses pembubutan, dapat menyesuaikan antara jenis bahan yang akan dibubut dan jenis alat potong yang digunakan.

B. Kedalaman pemakanan (a)

Kedalaman pemakanan adalah selisih dari diameter material awal dengan diameter material akhir. Mengatur nilai kedalaman pemakan dengan cara memutar eretan vertikal. Adapun rumus yang dapat digunakan untuk menghitung kedalaman pemakan, yaitu :

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

C. Kecepatan Putaran *Spindle* (*Revolution per menit–Rpm*)

Putaran *spindle* adalah kemampuan kecepatan putar mesin bubut untuk melakukan pemotongan atau penyayatan dalam satuan putaran/menit. Untuk mencari besarnya nilai putaran *spindle* sangat dipengaruhi oleh nilai kecepatan potong dan diameter material. Mengingat nilai kecepatan potong sudah ditetapkan, maka bagian yang bisa diatur dalam proses pembubutan adalah putaran *spindle*. Adapun rumus untuk menghitung kecepatan putaran *spindle* sebagai berikut :

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{\pi \cdot d} \text{ Rpm}$$

D. Kecepatan Pemakanan (*Feed Rate*)

Kecepatan pemakanan ditentukan dengan mempertimbangkan beberapa faktor, meliputi: kekerasan material, kedalaman pemakanan, sudut-sudut alat potong, jenis alat potong, ketajaman alat potong dan mesin yang akan digunakan. Kecepatan pemakanan pada umumnya untuk proses pengasaran ditentukan pada kecepatan pemakanan tinggi karena tidak diperlukan hasil permukaan yang halus (waktu pembubutan lebih cepat), dan pada proses *finishing* digunakan kecepatan pemakanan rendah yang bertujuan untuk mendapatkan kualitas hasil pembubutan yang lebih baik (waktu pembubutan lebih lama). Maka rumus untuk mencari kecepatan pemakanan (F) adalah:

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

2.4. Bentuk Geram

Geram atau *chip* adalah material yang terbuang dari benda kerja oleh karena adanya gerak utama dan gerak potong pada mesin bubut. Geram memiliki bentuk bermacam-macam sesuai dengan standar ISO. Bentuk geram umumnya digolongkan menjadi dua, yaitu:














1. *Favourable*



Bentuk geram *favourable* merupakan bentuk geram yang menguntungkan dikarenakan bentuknya yang pendek dan hampir seperti serpihan sehingga mempermudah pembuangannya dari daerah pemotongan.

2. Unfavourable

Bentuk geram *unfavourable* merupakan bentuk geram yang tidak menguntungkan dikarenakan bentuknya yang panjang terkadang menumpuk didaerah pemotongan sehingga mempersulit pembuangannya dan dapat membahayakan operator.

Terdapat tujuh bentuk geram yaitu, *ribbon chips*, *tabular chips*, *spiral chips*, *washer type chips*, *conical helical chips*, *arc chips*, *natural broken chips*. Bentuk–bentuk geram tersebut diklasifikasikan berdasarkan proses pengerjaan dan dimensinya seperti yang terdapat pada Tabel 1. dibawah ini :

Cutting		Favourable	Unfavourable	
Straight	Ribbon chip	Short 	Long / snarled 	
	Tubular chip	Short 	Long 	Snarled 
Mainly up curling	Spiral chip	Flat/conical 		
	Washer type chip	Short 	Long 	Snarled 
Up and side curling	Conical helical chip	Short 	Long 	Snarled 
	Arc chip	Loose/conn 		

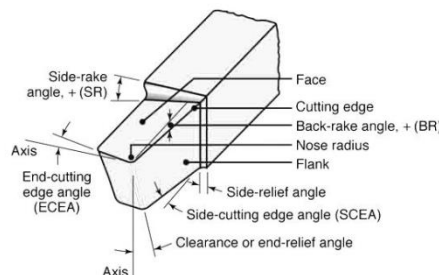
<i>Broken natural chip</i>	<i>elemental</i>	<i>Needle</i>
		

Tabel 1. Klasifikasi Bentuk Geram Standar ISO (Segreto, et al., 2012)

2.5. Pahat HSS

Pahat *High Speed Steel (HSS)* terbuat dari jenis baja paduan tinggi dengan unsur paduan wolfram (W), krom (Cr) dan tungsten. Apabila telah aus pahat HSS dapat diasah sehingga mata potongnya menjadi tajam kembali. Karena sifat keuletanya yang relatif baik maka sampai saat ini pahat HSS masih digunakan.

Untuk proses pembubutan memanjang pada material baja, pahat bubut rata memiliki sudut potong dan sudut-sudut bebas lainnya yaitu, sudut potong total 80° , sudut potong sisi samping $12^\circ-15^\circ$, sudut bebas tatal $12^\circ-20^\circ$, sudut bebas muka $8^\circ-10^\circ$ dan sudut bebas samping $10^\circ-13^\circ$. Geometris pahat bubut rata kanan dapat dilihat pada Gambar 2. dibawah ini :



Gambar 2. Geometri Sudut Pahat

2.6. Baja Karbon

Baja karbon adalah material logam yang terbentuk dari unsur utama (Fe) dan unsur karbon, sedangkan unsur yang lain berpengaruh menurut persentasenya. Karbon dengan unsur campur lain dalam baja membentuk karbid yang dapat menambah kekerasan, tahan gores dan tahan suhu baja. Perbedaan persentase karbon dalam campuran logam baja karbon menjadi salah satu cara mengklasifikasikan baja. Berdasarkan kandungan karbon, baja dibagi menjadi tiga macam, sebagai berikut :

1. Baja Karbon Rendah

Baja karbon rendah adalah baja yang memiliki kandungan karbon kurang dari 0.3%, sehingga baja karbon ini tidak bisa dikeraskan karena kandungan karbon yang rendah

2. Baja Karbon Sedang

Baja karbon sedang adalah baja yang memiliki kandungan karbon 0.3%-0.6% C, sehingga baja karbon ini memungkinkan untuk dikeraskan lagi melalui proses perlakuan panas.

3. Baja Karbon Tinggi

Baja karbon tinggi adalah baja yang memiliki kandungan karbon 0.6%-1.5% dan mempunyai tingkat kekerasan yang tinggi tapi memiliki keuletan yang rendah. Baja ini jika dikeraskan melalui proses perlakuan panas hasilnya tidak optimal dikarenakan banyak kandungan martensit sehingga baja menjadi getas.

2.7. Material S45C

Material JIS S45C *Steel* (JIS : *Japanese Industrial Standard*) merupakan jenis baja karbon sedang dengan kandungan karbon (0,3%-0,5% C). Dengan kandungan karbon sedang ini memungkinkan baja ini bisa dikeraskan dengan perlakuan panas untuk membentuk struktur mikro martensit yang keras. Jika dilihat dari kegunaannya material S45C ini diklasifikasikan sebagai *machinery steel* atau material yang digunakan dalam komponen mesin seperti, poros, roda gigi, *bearing*, *pulley* dan lain-lain.

Adapun komposisi kimia yang terdapat pada material S45C pada Tabel 2. dibawah ini :

Unsur	Jumlah Kandungan (%)
Karbon (C)	0.44 %
Silikon (Si)	0.24%
Mangan (Mn)	0.74%
Fosfor (P)	0.010 %

Tembaga (Cu)	0.06%
Sulfur (S)	0.007 %
Kromium (Cr)	0.35%
Nikel (Ni)	0.03%

Tabel 2. Komposisi Kimia Material S45C

Berikut ini adalah tabel *velocity* untuk menentukan kecepatan putaran *spindle* berdasarkan jenis material yang digunakan yang dapat dilihat pada Tabel 3. dibawah ini :

Material	Cutting Speed (Vc)	
	m/minutes	
	HSS	CARBIDE
Mild steel, st 37, ck 10, ck 22, ck 26, vf 20	20–25	60–120
St 60, ck 45	18–21	70–200
St 70, ck 60	16–17	60–70
Stainless Steel	11–15	50–70
Cost Steel	10–16	65–75
Cost Iron	16–20	45–60
Maleable Cast Iron	16–20	45–60
Bronze	40–50	60–100
Kuningan (brass)	30–60	100–120
Logam Ringan	80–200	400–800

Tabel 3. Velocity Material S45C

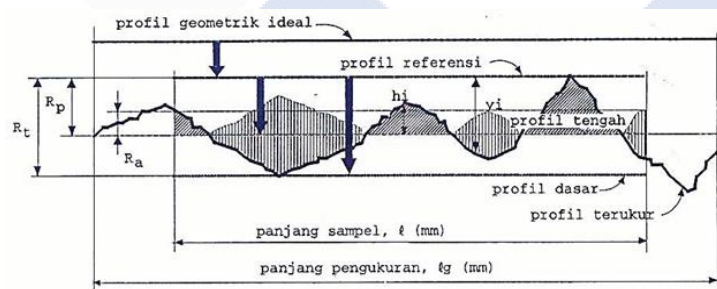
Berdasarkan tabel diatas, tidak terdapat *cutting speed* untuk material S45C, namun dipilih material Ck45. Ck45 adalah baja karbon sedang yang setara dengan material S45C hanya berbeda dipenamaannya. Jika Ck45 menggunakan penamaan standar DIN (*Deutsches Institut fur Normung*), sedangkan S45C menggunakan penamaan standar JIS (*Japanese Industrial Standard*). Jadi, hal itu dapat dikatakan material tersebut sama atau setara. Untuk memperjelas hal tersebut dapat dilihat pada tabel 4. berikut ini :

Tabel 4. Material Yang Setara Dengan Ck45

Negara	USA	German	Japan	China	ISO
Standar	ASTM A681	DIN 17350	JIS G4403	GB/T 1299	ISO 4957
Material	1045	Ck45	S45C	45	C45E4

2.8. Kekasaran Permukaan

Permukaan dari material yang melalui proses pembubutan akan memiliki kekasaran pada permukaan. Kekasaran permukaan bisa dikatakan dengan menganggap bahwa jarak antara puncak tertinggi dan lembah bagian yang terbawah sebagai suatu ukuran dari kekasaran permukaan material. Dapat juga dikatakan antara jarak dari rata-rata dari profil ke garis bagian tengah. Untuk menghasilkan profil suatu permukaan, maka sensor alat ukur harus digerakkan mengikuti jalur yang berupa garis lurus dengan jarak yang telah ditetapkan. Setelah jarum peraba bergerak, alat ukur melakukan perhitungan berdasarkan data yang dideteksi oleh jarum peraba. Terdapat profil kekasaran permukaan pada Gambar 3. berikut ini :



Gambar 3. Profil Kekasaran Permukaan

Satuan yang digunakan harus sesuai dengan satuan panjang yang digunakan dalam gambar teknik. Jika angka kekasaran R_a minimal diperlukan, dapat dituliskan dibawah angka kekasaran maksimal. Angka kekasaran dapat diklasifikasikan menjadi 12 angka kelas kekasaran seperti terlihat pada Tabel 5. berikut ini :

Kekasaran Ra (μm)	Kelas Kekasaran	Panjang Sampel (mm)
50	N12	8
25	N11	
12.5	N10	2.5
6.3	N9	
3.2	N8	0.8
1.6	N7	
0.8	N6	
0.4	N5	
0.2	N4	0.25
0.1	N3	
0.05	N2	
0.025	N1	0.08

Tabel 5. Angka Kekasaran Menurut ISO Atau DIN 4763

Proses Pengerjaan	Kelas (N)	Harga Ra
<i>Flat and cylindrical lapping</i>	N1 – N4	0.025 – 0.2
<i>Superfinishing Diamond turning</i>	N1 – N6	0.025 – 0.8
<i>Flat cylindrical grinding</i>	N1 – N8	0.025 – 3.2
<i>Finishing</i>	N4 – N8	0.1 – 3.2
<i>Face and cylindrical turning, milling and reaming</i>	N5 – N12	0.4 – 50.0
<i>Drilling</i>	N7 – N10	1.6 – 12.5
<i>Shapping, planning, horizontal milling</i>	N6 – N12	0.8 – 50.0
<i>Sandcasting and forging</i>	N10 – N11	12.5 – 25.0
<i>Extruding, cold rolling, drawing</i>	N6 – N8	0.8 – 3.2
<i>Die casting</i>	N6 – N7	0.8 – 1.6

Tabel 6. Angka Kekasaran Berdasarkan Proses Pengerjaan

Angka kekasaran digunakan untuk menghindari terjadinya kesalahan atas satuan harga kekasaran. Jadi spesifikasi kekasaran dapat langsung dituliskan nilainya atau dengan menuliskan angka kekasaran *ISO*. Panjang sampel pengukuran disesuaikan dengan angka kekasaran yang dimiliki oleh suatu permukaan. Toleransi harga kekasaran rata-rata, R_a dari suatu permukaan tergantung pada proses pengerjaannya.

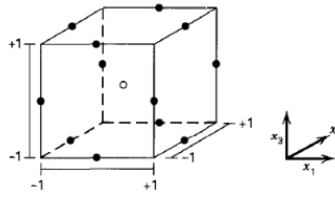
2.9. Response Surface Methodology

Response Surface Methodology (RSM) merupakan himpunan teknik matematika dan statistika yang digunakan untuk menganalisis persoalan dari beberapa variabel faktor yang mempengaruhi variabel respon. peneliti menggunakan *RSM* dikarenakan ingin menentukan nilai-nilai variabel faktor yang dapat mengoptimalkan respon. Metode ini menetapkan analisis regresi pada data penelitian dan plot 3D model permukaan respon.

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan ketika melakukan teknik analisis *response surface*. Hal pertama yang harus diperhatikan adalah bentuk persamaan apakah fungsi berorde satu atau fungsi berorde dua. Pada fungsi yang berorde satu, rancangan percobannya cukup dengan menggunakan 2^k faktorial dimana setiap perlakuan memiliki dua level perlakuan. Pada fungsi berorde dua, dapat digunakan rancangan penelitian *Central Composite Design (CCD)* dan *Box–Behnken Design (BBD)* yang memerlukan jumlah unit percobaan lebih banyak dari *response surface* 2^k faktorial (fungsi berorde satu), dimana hanya membutuhkan 2 unit percobaan dan k menunjukkan banyaknya faktor perlakuan. Dalam penelitian ini penulis menggunakan rancangan *Box–Behnken Design*.

2.9.1.Box–Behnken Design

Box dan Behnken (1960) memperkenalkan rancangan tiga-tahap untuk menyusun *response surface*. Rancangan ini dibentuk dengan mengkombinasikan 2^k faktorial dengan rancangan kelompok tidak lengkap. Hasil rancangan umumnya sangat efisien dalam kaitannya dengan menentukan banyaknya percobaan yang harus dilakukan.



Gambar 4. Rancangan Box-Behnken Design Untuk Tiga Faktor (Faulina, et al., 2011)

Salah satu perbedaan *box-behnken design* dengan *central composite design* adalah pada *box-behnken design* tidak ada *axial/star runs* pada rancangannya. Tidak adanya *axial/star runs* ini mengakibatkan *box-behnken* lebih efisien dalam rancangan, karena melibatkan lebih sedikit unit percobaan.

Box-behken design merupakan rancangan desain yang digunakan untuk pada percobaan yang memiliki minimal 3 faktor. Untuk melakukan pengolahan data dan analisis pada *Box-behken* menggunakan *software* analisis. Langkah-langkah untuk analisis data adalah sebagai berikut :

1. Membuat rancangan percobaan.
2. Membuat model regresi dari data yang ada.
3. Mengestimasi parameter menggunakan metode *least square*.
4. Menguji hipotesis.
5. Menginterpretasi hasil model.
6. Memprediksi respon optimum berdasarkan nilai kekasaran permukaan dan surface plot yang didapat dari persamaan respon.
7. Mencari level yang menyebabkan respon optimum.

2.10. Penentuan Variabel

1. Variabel Faktor

Variabel faktor merupakan variabel yang mempengaruhi terjadinya perubahan pada material. Terdapat banyak variabel faktor yang dapat ditentukan dalam proses permesinan bubut. Akan tetapi, penelitian ini menggunakan tiga faktor yang diduga akan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap bentuk geram dan kekasaran permukaan. Faktor-

faktor tersebut adalah sudut potong pahat, kedalaman pemakanan, dan putaran *spindle*.

2. Variabel Respon

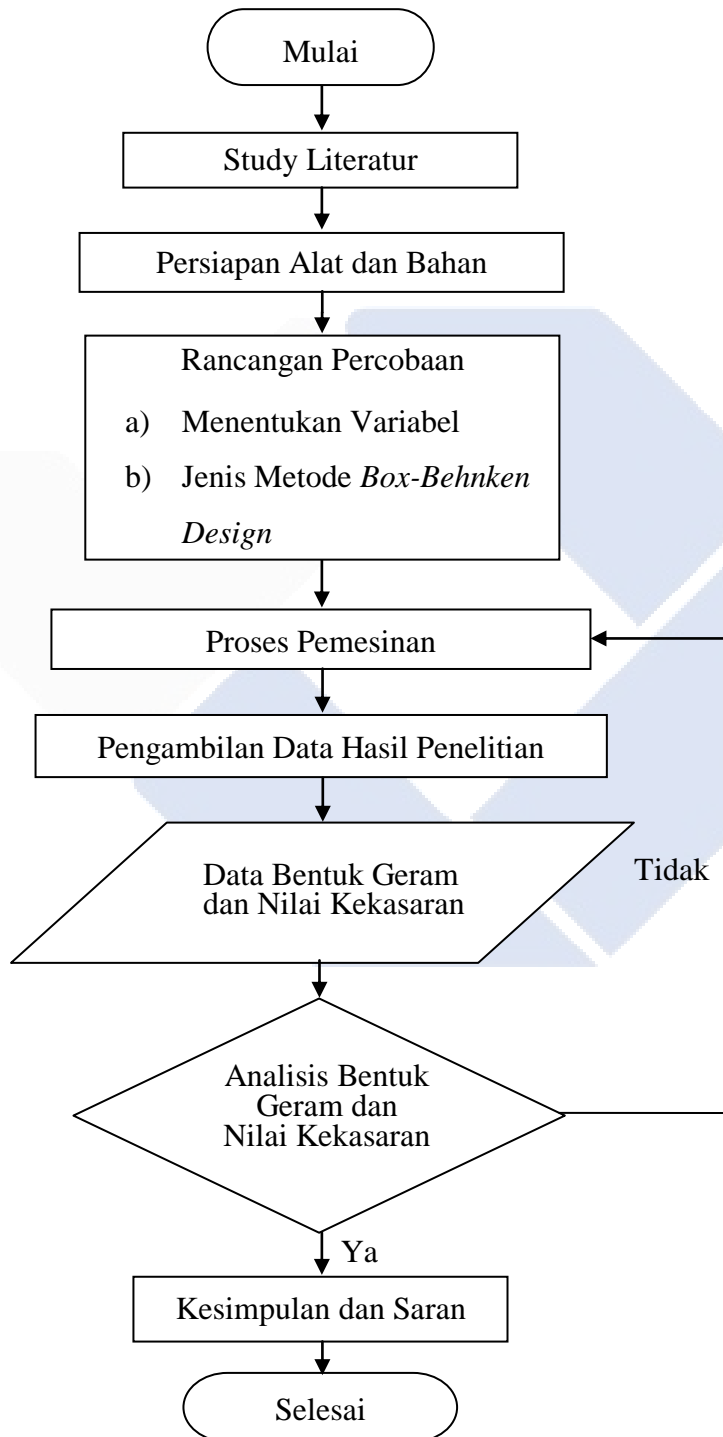
Variabel respon merupakan hasil yang diamati dan diukur oleh penulis dalam sebuah penelitian, untuk menentukan ada tidaknya pengaruh dari variabel faktor. Dalam hal ini variabel respon yang dipilih adalah bentuk geram dan nilai kekasaran permukaan pada material S45C.

2.11. Hipotesa

Hipotesa dari penelitian ini adalah semakin tinggi nilai kekasaran permukaan maka semakin panjang bentuk geram yang dihasilkan. Semakin kecil sudut potong maka semakin rendah nilai kekasaran permukaannya. Hal ini dikarenakan sudut potong pahat tersebut semakin kecil maka sudutnya semakin tajam, sehingga semakin baik dalam melakukan pembubutan. Semakin rendah kedalaman pemakanan maka semakin rendah nilai kekasaran permukaannya.

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian



3.2. Studi Literatur

Studi literatur bertujuan untuk mencari informasi yang berkaitan dengan permasalahan yang diteliti seperti penelitian terdahulu, buku, jurnal, dan dari internet. Mencari informasi dalam studi literatur ini bertujuan untuk memperoleh materi teori yang dapat dijadikan landasan atau kerangka berpikir dalam menjelaskan permasalahan.

3.3. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekanik dan Laboratorium Uji Bahan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Waktu melakukan penelitian Tugas Akhir ini merupakan jadwal yang telah ditetapkan.

3.4. Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

A. Mesin Bubut

Mesin bubut yang digunakan dalam proses pengambilan data penelitian ini adalah mesin bubut Tornos Geminis S.L. SE 5 650 S. Dengan spesifikasi mesin sebagai berikut :

Tabel 7. Spesifikasi Mesin Bubut Tornos Geminis S.L. SE 5 650 S.

	<i>Machine model</i>	SE 5 650 S
<i>Capacity</i>	<i>Height of centres from flat guide</i>	330
	<i>Max. Swing over cross slide</i>	410
	<i>Max. Swing over bed (mm)</i>	680
	<i>Distance between centres (m)</i>	1...6
<i>Headstock</i>	<i>Diametro del aguejero del eje principal (mm)</i>	84-104*
	<i>DIN nose 55027 (size)</i>	8
	<i>Maximum torque (Nm)</i>	5600
	<i>Speeds number</i>	18
	<i>Standard range (min-1)</i>	13-1000

	<i>Rapid range (min-1)</i>	16-1250*
<i>Motors</i>	<i>Main motos (standars range) (kW)</i>	11
	<i>Main motor (rapid range) (kW)</i>	15*
<i>Threads and feeds</i>	<i>Metric threads (mm)</i>	60 from 1...60
	<i>Module threads (mod.)</i>	52 from 0.5...30
	<i>Withworth threads (h'')</i>	60 from 30...1/2
	<i>Diametral-pitch threads (pitch)</i>	60 from 60...1
	<i>Longitudinal feeds (mm/rev)</i>	60 from 0.1...6
	<i>Cross feeds (mm/rev)</i>	60 from 0.05...3
<i>Slides</i>	<i>Travel of cross slide (mm)</i>	350
	<i>Travel of toolholder slide (mm)</i>	150
<i>Tailstock</i>	<i>Quill diameter (mm)</i>	100
	<i>Quill travel (mm)</i>	270
	<i>Housing</i>	Morse 6
<i>Bed</i>	<i>Width (mm)</i>	450
	<i>Height to flat guideway (mm)</i>	805
<i>Maximum weight</i>	<i>Between centres (kg)</i>	3150
	<i>With one steady / with two steadies (kg)</i>	4000/5000
	<i>Free with centre of gravity at 250 mm (kg)</i>	1120



Gambar 5. Mesin Bubut Tornos Geminis S.L. SE 5 650 S

B. Surface Roughness Tester

Alat uji kekasaran atau *surface roughness tester* digunakan untuk mengukur kekasaran permukaan benda kerja yang dihasilkan dari suatu proses pemesinan. Alat uji kekasaran yang digunakan adalah *surface roughness tester* Mitutoyo SJ-210.



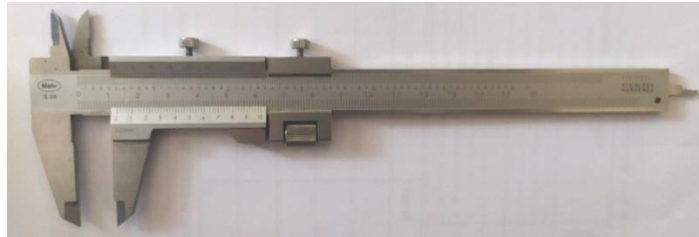
Gambar 6. *Surface Roughness Tester* Mitutoyo SJ-210

<i>Drive unit</i>	
<i>Speed</i>	<i>Measuring</i> : 0.25 mm/s, 0.5 mm/s (0.1"/s, 0.2"/s) <i>Returning</i> : 0.8 mm/s (0.3"/s)
<i>Measuring range (x-axis)</i>	12.5 mm
<i>Mass</i>	190 g
<i>Standar pole</i>	Code No. 178-395
<i>Measuring range</i>	350 μm (-200 μm to +150 μm)
<i>Stylus</i>	<i>Diamond cone</i>
<i>Skid radius</i>	40 mm
<i>Roughness parameters</i>	Ra, Ry, Rz, Rq, S, Sm, Pc, R3z, Mr, Rt, Rk, Rpk, Mrl, Mr2, A1, A2, vo (<i>use-difined</i>)
<i>Roughness standart</i>	JIS, DIN, ISO, ANSI

Tabel 8. Spesifikasi *Surface Roughness Tester* Mitutoyo SJ-210

C. Jangka Sorong

Jangka sorong digunakan untuk mengukur panjang, tebal dan lebar dari bentuk geram.



Gambar 7. Jangka Sorong

3.5. Material Penelitian

A. Pahat

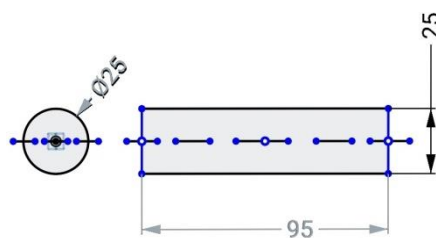
Pahat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pahat *HSS (High Speed Steel) bohler*. Pahat ini dibentuk dengan sudut potong 65, 68, dan 71 derajat. Pemilihan sudut ini berdasarkan standar sudut potong yang ada.



Gambar 8. Pahat *HSS Bohler*

B. Material

Material yang digunakan pada penelitian ini menggunakan bahan baja karbon menengah yaitu baja S45C. Pemilihan baja S45C karena baja ini banyak digunakan sebagai bahan dalam pembuatan komponen-komponen permesinan dan harga yang terjangkau.



Gambar 9. Material S45C

3.6. Variabel Faktor

Terdapat beberapa variabel faktor yang berpengaruh pada proses pemesinan bubut. Dalam hal ini terdapat tiga variabel faktor yaitu, sudut potong pahat, kedalaman pemakanan, dan putaran *spindle*. Variabel faktor tersebut dapat dilihat pada Tabel 9. dibawah ini :

Tabel 9. Variabel Faktor

Level	Sudut Potong Pahat (°)	Kedalaman Pemakanan (mm)	Putaran <i>spindle</i> (Rpm)
1	65	0.4	200
2	68	0.6	280
3	71	0.8	360

Sudut potong pahat tersebut dibentuk dengan sudut potong 65, 68 dan 71 derajat. Pemilihan sudut potong ini mendekati standar sudut potong yang ada.

Alasan memilih faktor kedalaman pemakanan dengan level 0.4 mm, 0.6 mm dan 0.8 mm dikarenakan mengikuti standar proses pemesinannya. Proses pemesinannya adalah proses *finishing* yang dimana kedalaman pemakanannya tidak melebihi batas maksimal yaitu 1 mm.

Dan untuk pemilihan faktor putaran *spindle* dengan level 200Rpm, 280Rpm, dan 360Rpm berdasarkan tabel *Velocity* material S45C dan spesifikasi mesin bubut Geminis.

3.7. Pengambilan Data Bentuk Geram dan Nilai Kekasaran Permukaan

Setelah melakukan proses pemesinan tiap variasi variabel sudut potong pahat, kedalaman pemakanan, dan putaran *spindle* yang telah ditetapkan, bentuk geram dapat dilihat dan langsung mengukur panjang, lebar dan tebal. Dan juga mengukur nilai kekasaran permukaan benda kerja menggunakan *surface roughness tester* Mitutoyo SJ 210. Pengambilan data nilai kekasaran permukaan benda kerja dilakukan secara vertikal dengan pengambilan data sebanyak 3 kali pada benda kerja.

3.8. Proses Pengambilan Data

1. Menentukan Desain Eksperimen

Tahap ini merupakan tahap perencanaan sebelum dilakukannya penelitian agar penelitian yang dilakukan mencapai target yang tepat sesuai tujuan yang diinginkan. Adapun tahap ini terdiri dari :

- Mengidentifikasi faktor-faktor yang berpengaruh pada penelitian.
- Menentukan variabel faktor pada penelitian.
- Menetapkan nilai-nilai level pada penelitian.
- Merencanakan eksperimen.

2. Pelaksanaan Penelitian

- Mempersiapkan peralatan, benda kerja, dan mesin bubut Geminis.
- Mempersiapkan benda kerja sesuai ukuran.
- Mempersiapkan alat apa saja yang akan digunakan.
- Pasang benda kerja pada *chuck* mesin bubut.
- Pasang pahat bubut pada *tool post*.
- Letakkan kertas di mesin bubut untuk menampung geram yang akan dihasilkan dari proses pembubutan tersebut.
- *Setting* mesin bubut sesuai dengan variabel yang telah ditentukan dan hidupkan.
- Proses pembubutan benda kerja sesuai dengan kombinasi nilai pada variabel faktor.
- Lepas benda kerja dari *chuck* mesin bubut, kemudian oles benda kerja dengan oli supaya mencegah terjadinya karatan.
- Mematikan dan membersihkan mesin bubut Geminis serta membersihkan peralatan yang digunakan.
- Setelah selesai proses pembubutan, ambil kertas yang telah diletakkan bersama dengan geram yang telah dihasilkan.

3. Mengukur bentuk geram dan nilai kekasaran permukaan

Data bentuk dimensi geram dan data nilai kekasaran permukaan didapatkan dari pengukuran secara langsung. Berikut adalah langkah–

langkah dari pengukuran bentuk dimensi geram dan kekasaran permukaan :

- Geram yang telah dikumpulkan dari proses pembubutan sebelumnya, dapat diukur menggunakan jangka sorong. Dimensi yang diukur adalah panjang, lebar dan tebal geram.
- Menyiapkan alat uji kekasaran yaitu *surface roughness tester* Mitutoyo SJ-210 dan peralatan perlengkapan lainnya seperti *v-block* dan *holder dial*.
- Sebelum melakukan pengukuran kekasaran, lakukan kalibrasi alat ukur terlebih dahulu agar hasil pengukuran kekasaran permukaan yang dilakukan dapat semaksimal mungkin.
- Aktifkan *Surface roughness tester* untuk melakukan proses pengukuran kekasaran permukaan benda kerja.
- Letakkan benda kerja hasil proses pemesinan bubut Geminis pada *V-Block* dan letakkan alat ukur kekasaran *Surface roughness tester* pada *Holder dial*, kemudian atur ketinggian alat ukur sesuai dengan benda kerja.
- Aktifkan *surface roughness tester* untuk melakukan proses pengukuran kekasaran permukaan benda kerja.
- Sebelum melakukan pengukuran kekasaran, lakukan kalibrasi alat ukur terlebih dahulu agar hasil pengukuran kekasaran permukaan yang dilakukan dapat semaksimal mungkin.
- Nilai kekasaran permukaan dapat dilihat pada layar *display surface roughness tester*. Lalu mencatat hasil pengukuran kekasaran permukaan pada tabel yang telah disediakan.
- Kemudian lakukan pengukuran kekasaran permukaan pada spesimen benda kerja yang lain.

3.9. Analisis Data

Metode yang digunakan pada tahap ini adalah *Response surface methodology*. Tahapan yang harus dilakukan pada analisis data adalah sebagai berikut :

1) Rancangan *Box–Behnken*

Metode rancangan percobaan dan kombinasi level berdasarkan rancangan *Box–Behnken Design*. Alasan digunakan rancangan ini karena jumlah eksperimen yang dilakukan lebih sedikit yaitu 15 eksperimen sehingga mempersingkat waktu eksperimen. Rancangan tersebut dapat dilihat pada Tabel 10. dibawah ini :

Tabel 10. Rancangan Percobaan Dengan *Box-Behnken Design*

No	Sudut Potong Pahat (°)	Kedalaman Pemakanan (mm)	Putaran <i>spindle</i> (Rpm)
1	65	0.4	280
2	71	0.4	280
3	65	0.8	280
4	71	0.8	280
5	65	0.6	200
6	71	0.6	200
7	65	0.6	360
8	71	0.6	360
9	68	0.4	200
10	68	0.8	200
11	68	0.4	360
12	68	0.8	360
13	68	0.6	280
14	68	0.6	280
15	68	0.6	280

2) Pembentukan Model

Pembentukan model ini yang menyatakan hubungan variabel faktor dengan variabel respon yang dibentuk dari nilai koefisien penduga model regresi (model percobaan orde dua). Persamaan penduga untuk model regresi adalah sebagai berikut:

Jika $k = 3$ penduga untuk model orde kedua menjadi :

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_{11}X_1^2 + b_{22}X_2^2 + b_{33}X_3^2 + b_{12}X_1X_2 + b_{13}X_1X_3 + b_{23}X_2X_3$$

Untuk mendapatkan nilai koefisien, langkah pertama yang dilakukan adalah mengolah data eksperimen menggunakan software analisis sehingga didapatkan nilai koefisien. Kemudian nilai koefisien tersebut dimasukkan kedalam persamaan di atas.

3) Mengestimasi variabel menggunakan metode *least square*

Metode estimasi paling umum untuk model linier. Metode ini digunakan untuk mengetahui seberapa besar nilai kualitas model dari uji koefisien determinasi (R^2).

4) Menguji hipotesis

Pengujian dilakukan dengan kesesuaian model, pengujian kesesuaian model tersebut antara lain *Uji Lack of Fit*, dan uji parameter serentak. Setelah dilakukan pengujian keselarasan model dilakukan pengujian residual untuk mengetahui apakah residual memenuhi asumsi *Normally and Independently Distributed* atau IIDN $(0, \sigma^2)$. Pengujian yang dilakukan terhadap residual antara lain uji identik, uji independen, dan uji distribusi normal.

5) Menginterpretasi hasil model

Hal ini dilakukan untuk menjelaskan tentang analisis hasil pengujian keselarasan model regresi yang telah didapat.

6) Menentukan Kondisi Optimum Dari Model Orde Kedua Yang Sesuai

Penentuan kondisi optimum dilakukan pendekatan fungsi *desirability* yang merupakan salah satu metode yang digunakan untuk optimasi multi respon. Metode ini mempunyai empat cara untuk menyelesaikan optimasi

respon dan masing–masing cara hanya cocok untuk kasus tertentu yaitu *The Large is Better*, *The Smaller is Better*, *Nominal The Best*, dan *Constrain*. Metode optimasi yang cocok untuk penelitian ini adalah metode *The Smaller is Better* untuk kekasaran permukaan karena nilai minimum dari respon adalah hasil yang paling diinginkan.

7) Mencari level yang menyebabkan respon optimum

Hal ini dapat dilihat dari metode optimasi yang digunakan yaitu, *The Smaller Is Better*. Jadi, level yang menyebabkan respon menjadi minimum adalah level yang diinginkan.

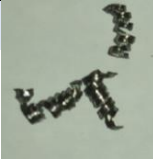
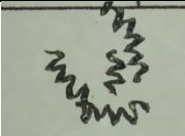








BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

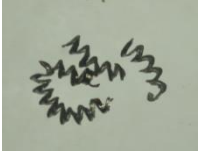
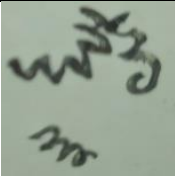




4.1. Data Bentuk Geram dan Nilai Kekasaran Permukaan


Hasil dan pembahasan yang ditampilkan pada bab ini ada dua yaitu, data bentuk geram dan nilai kekasaran permukaan. Pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan dengan mengkombinasikan variabel-variabel faktor yang terdapat pada mesin bubut Tornos Geminis S.L. SE 5 650 S. Adapun variabel-variabel faktor yang diduga berpengaruh terhadap nilai kekasaran permukaan dan bentuk geram yaitu sudut potong pahat dengan nilai level 65°, 68°, dan 71°, kedalaman pemakanan dengan nilai level 0.4 mm, 0.6 mm, dan 0.8 mm, dan putaran spindel dengan nilai level 200 Rpm, 280 Rpm, dan 360 Rpm. Pengolahan data kekasaran permukaan yang dilakukan dengan cara perhitungan eksperimen *respon surface* dengan menggunakan software analisis. Berikut ini data hasil percobaan yang telah dilakukan dan dapat dilihat pada tabel–tabel dibawah ini :

Tabel 11. Data Bentuk Geram Percobaan 1

No	Sudut potong (°)	Kedalaman pemakanan (mm)	Putaran <i>Spindle</i> (Rpm)	Bentuk Geram	Dimensi Geram (P,L, dan T) (mm)
1	65	0.4	280		5.6x0.44x0.22
				<i>Tubular chip</i> (short)	
2	71	0.4	280		4.78x0.4x0.3
				<i>Washer type chip</i> (short)	

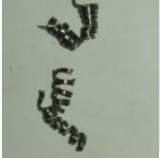
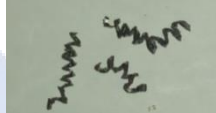
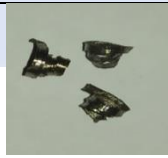

3	65	0.8	280		5.3x0.82x0.2
<i>Spiral chip (conical)</i>					
4	71	0.8	280		8.0x0.82x0.32
<i>Tubular chip (short)</i>					
5	65	0.6	200		5.4x0.62x0.2
<i>Spiral chip (flat)</i>					
6	71	0.6	200		12.8x0.62x0.2
<i>Washer type chip (short)</i>					
7	65	0.6	360		3.52x0.62x0.3
<i>Arc chip (conn)</i>					
8	71	0.6	360		4.2x0.6x0.24
<i>Spiral chip (conical)</i>					






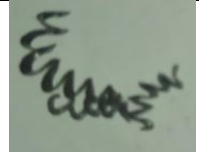
9	68	0.4	200		8.4x0.44x0.2
<i>Waher type chip (short)</i>					
10	68	0.8	200		7.3x0.82x0.3
<i>Washer type chip (short)</i>					
11	68	0.4	360		10.6x0.44x0.32
<i>Washer type chip (short)</i>					
12	68	0.8	360		6.6x0.8x0.2
<i>Arc chip (conn)</i>					
13	68	0.6	280		4.38x0.6x0.2
<i>Tubular chip (short)</i>					
14	68	0.6	280		5.82x0.64x0.2
<i>Tubular chip (short)</i>					






15	68	0.6	280		6.4x0.66x0.28
<i>Tubular chip (short)</i>					

Ket : P = panjang, L = lebar, dan T = tebal






Tabel 12. Data Bentuk Geram Replikasi 1

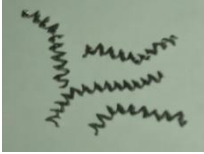


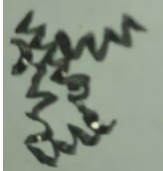
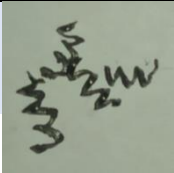
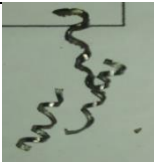
No	Sudut potong (°)	Kedalaman pemakanan (mm)	Putaran Spindle (Rpm)	Bentuk Geram	Dimensi Geram (P,L, dan T) (mm)
1	65	0.4	280		7.1x0.44x0.22
<i>Tubular chip (short)</i>					
2	71	0.4	280		5.2x0.44x0.3
<i>Washer type chip (short)</i>					
3	65	0.8	280		4.72x0.8x0.2
<i>Spiral chip (conical)</i>					
4	71	0.8	280		8.6x0.84x0.22
<i>Tubular chip (short)</i>					



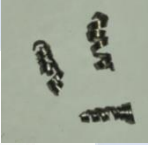

5	65	0.6	200		5.2x0.64x0.22
<i>Spiral chip (flat)</i>					
6	71	0.6	200		11.2x0.62x0.2
<i>Washer type chip (short)</i>					
7	65	0.6	360		4.42x0.62x0.32
<i>Arc chip (conn)</i>					
8	71	0.6	360		3.7x0.6x0.22
<i>Spiral chip (conical)</i>					
9	68	0.4	200		8.0x0.44x0.2
<i>Washer type chip (short)</i>					
10	68	0.8	200		9.0x0.82x0.28
<i>Washer type chip (short)</i>					

11	68	0.4	360		10.6x0.4x0.36
<i>Washer type chip (short)</i>					
12	68	0.8	360		4.1x0.8x0.22
<i>Arc chip (conn)</i>					
13	68	0.6	280		5.7x0.64x0.22
<i>Tubular chip (short)</i>					
14	68	0.6	280		4.86x0.6x0.2
<i>Tubular chip (short)</i>					
15	68	0.6	280		5.9x0.64x0.28
<i>Tubular chip (short)</i>					


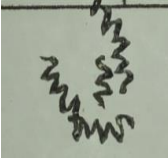







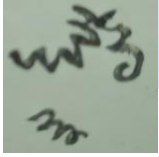





Tabel 13. Data Bentuk Geram Replikasi 2

No	Sudut potong (°)	Kedalaman pemakanan (mm)	Putaran <i>Spindle</i> (Rpm)	Bentuk Geram	Dimensi Geram (P,L, dan T) (mm)
1	65	0.4	280	 <i>Tubular chip (short)</i>	4.4x0.44x0.22
2	71	0.4	280	 <i>Washer type chip (short)</i>	6.8x0.42x0.34
3	65	0.8	280	 <i>Spiral chip (conical)</i>	5.62x0.82x0.2
4	71	0.8	280	 <i>Tubular chip (short)</i>	7.8x0.8x0.22
5	65	0.6	200	 <i>Spiral chip (flat)</i>	6.4x0.6x0.2

6	71	0.6	200		12.4x0.6x0.2
<i>Washer type chip (short)</i>					
7	65	0.6	360		3.8x0.6x0.32
<i>Arc chip (conn)</i>					
8	71	0.6	360		5.8x0.6x0.22
<i>Spiral chip (conical)</i>					
9	68	0.4	200		7.46x0.4x0.32
<i>Washer type chip (short)</i>					
10	68	0.8	200		6.0x0.8x0.2
<i>Washer type chip (short)</i>					
11	68	0.4	360		9.4x0.4x0.32
<i>Washer type chip (short)</i>					

12	68	0.8	360		5.7x0.82x0.22
<i>Arc chip (conn)</i>					
13	68	0.6	280		6.2x0.6x0.22
<i>Tubular chip (short)</i>					
14	68	0.6	280		5.24x0.6x0.34
<i>Tubular chip (short)</i>					
15	68	0.6	280		4.5x0.6x0.26
<i>Tubular chip (short)</i>					

Tabel 14. Data Bentuk Geram Keseluruhan Yang Dirata-Ratakan

Bentuk Geram dan Dimensi Geram (P,L,T)	Bentuk Geram dan Dimensi Geram (P,L,T)	Bentuk Geram dan Dimensi Geram (P,L,T)	Bentuk Geram dan Dimensi Geram (P,L,T)
1. <i>Tubular chip (short)</i> 	2. <i>Washer type chip (short)</i> 	3. <i>Spiral chip (conical)</i> 	4. <i>Tubular chip (short)</i> 
5.7x0.44x0.22	5.59x0.42x0.31	5.21x0.81x0.2	8.13x0.82x0.25
5. <i>Spiral chip (flat)</i> 	6. <i>Washer type chip (short)</i> 	7. <i>Arc chip (conn)</i> 	8. <i>Spiral chip (conical)</i> 
5.66x0.62x0.21	12.13x0.61x0.2	3.91x0.61x0.31	4.56x0.6x0.23
9. <i>Waher type chip (short)</i> 	10. <i>Washer type chip (short)</i> 	11. <i>Washer type chip (short)</i> 	12. <i>Arc chip (conn)</i> 
7.95x0.43x0.24	7.43x0.81x0.26	10.26x0.41x0.33	5.46x0.81x0.21
13. <i>Tubular chip (short)</i> 	14. <i>Tubular chip (short)</i> 	15. <i>Tubular chip (short)</i> 	
5.42x0.61x0.21	5.28x0.61x0.25	5.6x0.63x0.27	

Tabel 15. Data Nilai Kekasaran Permukaan Percobaan 1

No	Sudut Potong Pahat (°)	Kedalaman pemakanan (mm)	Putaran <i>Spindle</i> (Rpm)	Nilai kekasaran (Ra)
1	65	0.4	280	5.186
2	71	0.4	280	6.139
3	65	0.8	280	5.793
4	71	0.8	280	6.173
5	65	0.6	200	5.178
6	71	0.6	200	6.979
7	65	0.6	360	5.641
8	71	0.6	360	6.280
9	68	0.4	200	6.209
10	68	0.8	200	6.457
11	68	0.4	360	6.777
12	68	0.8	360	6.197
13	68	0.6	280	6.125
14	68	0.6	280	6.171
15	68	0.6	280	6.281

Tabel 16. Data Nilai Kekasaran Permukaan Replikasi 1

No	Sudut potong (°)	Kedalaman pemakanan (mm)	Putaran <i>Spindle</i> (Rpm)	Nilai kekasaran (Ra)
1	65	0.4	280	5.254
2	71	0.4	280	6.158
3	65	0.8	280	5.607
4	71	0.8	280	6.189
5	65	0.6	200	5.493
6	71	0.6	200	6.874
7	65	0.6	360	5.009
8	71	0.6	360	6.030

9	68	0.4	200	6.071
10	68	0.8	200	6.894
11	68	0.4	360	6.034
12	68	0.8	360	6.221
13	68	0.6	280	6.391
14	68	0.6	280	6.139
15	68	0.6	280	6.128

Tabel 17. Data Nilai Kekasaran Permukaan Replikasi 2

No	Sudut potong (°)	Kedalaman pemakanan (mm)	Putaran <i>Spindle</i> (Rpm)	Nilai kekasaran (Ra)
1	65	0.4	280	5.073
2	71	0.4	280	6.129
3	65	0.8	280	5.967
4	71	0.8	280	6.207
5	65	0.6	200	5.583
6	71	0.6	200	6.955
7	65	0.6	360	5.817
8	71	0.6	360	6.311
9	68	0.4	200	6.914
10	68	0.8	200	6.932
11	68	0.4	360	6.247
12	68	0.8	360	6.461
13	68	0.6	280	6.687
14	68	0.6	280	6.389
15	68	0.6	280	6.167

Tabel 18. Data Nilai Kekasaran Permukaan Keseluruhan

No	Nilai Kekasaran Percobaan 1 (Ra)	Nilai Kekasaran Replikasi 1 (Ra)	Nilai Kekasaran Replikasi 2 (Ra)	Rata-Rata Nilai Kekasaran (Ra)
1	5.186	5.254	5.073	5.171
2	6.139	6.158	6.129	6.142
3	5.793	5.607	5.967	5.789
4	6.173	6.189	6.207	6.183
5	5.178	5.493	5.583	5.418
6	6.979	6.874	6.955	6.927
7	5.641	5.009	5.817	5.489
8	6.280	6.030	6.311	6.207
9	6.209	6.071	6.914	6.398
10	6.457	6.894	6.932	6.761
11	6.777	6.034	6.247	6.352
12	6.197	6.221	6.461	6.293
13	6.125	6.391	6.687	6.401
14	6.171	6.139	6.389	6.233
15	6.281	6.128	6.167	6.192

4.2. Analisis Bentuk Geram

Setelah pengukuran bentuk geram dan pengujian kekasaran permukaan selesai, data dapat dianalisis seperti pada Tabel 19. dibawah ini :

Tabel 19. Pengaruh Bentuk Geram Terhadap Nilai Kekasaran Permukaan

Bentuk geram	Dimensi geram (mm)	Nilai kekasaran
<i>Arc chips (conn)</i>	3.52x0.62x0.3	5.489 μm
<i>Tubular chips (short)</i>	5.7x0.44x0.22	5.171 μm
<i>Washer type chips (short)</i>	12.13x0.61x0.2	6.927 μm

Berdasarkan dari tabel diatas, pengaruh bentuk geram dengan kekasaran permukaan adalah tingginya nilai kekasaran permukaan maka dihasilkan geram yang panjang juga. Untuk geram terpanjang adalah *washer type chip (short)* yang menghasilkan nilai kekasaran tertinggi juga. sedangkan geram terpendek adalah *arc chips (conn)*, namun tidak menghasilkan nilai kekasaran terendah. Nilai kekasaran terendah adalah $5.171\mu\text{m}$, diperoleh bentuk geram *tubular (short)* dan nilai kekasaran tertinggi adalah $6.927\mu\text{m}$, diperoleh bentuk geram *washer type (short)*. Dapat dikatakan bahwa berdasarkan hasil nilai kekasaran permukaan, bentuk geram yang terbaik adalah *tubular chips (short)* dikarenakan mendapatkan nilai kekasaran terendah. Hal ini dikarenakan bentuk geram *tubular* ini melingkar seperti spiral dan permukannya halus. Sedangkan bentuk geram *washer type (short)* ini ujungnya runcing melingkar dan permukaanya kasar seperti mata gergaji.

4.3. Pengolahan Data Nilai Kekasaran di Software Analisis

↓	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
	StdOrder	RunOrder	PtType	Blocks	Sudut Potong Pahat	Kedalaman Pemakanan	Putaran Spindle	Response
1	1	1	2	1	65	0,4	280	5,171
2	2	2	2	1	71	0,4	280	6,142
3	3	3	2	1	65	0,8	280	5,789
4	4	4	2	1	71	0,8	280	6,183
5	5	5	2	1	65	0,6	200	5,418
6	6	6	2	1	71	0,6	200	6,927
7	7	7	2	1	65	0,6	360	5,489
8	8	8	2	1	71	0,6	360	6,207
9	9	9	2	1	68	0,4	200	6,398
10	10	10	2	1	68	0,8	200	6,761
11	11	11	2	1	68	0,4	360	6,352
12	12	12	2	1	68	0,8	360	6,293
13	13	13	0	1	68	0,6	280	6,401
14	14	14	0	1	68	0,6	280	6,233
15	15	15	0	1	68	0,6	280	6,192

Gambar 10. Pengolahan Data Nilai Kekasaran Menggunakan Software Analisis

Berdasarkan Gambar 10. di atas, didapatkan hasil *Response Surface Regression* dan tabel *Analysis Of Variance*. Berikut ini adalah tabel hasil berdasarkan data nilai kekasaran permukaan di atas dengan menggunakan software analisis.

Response Surface Regression: respon versus Sudut Potong Pahat; kedalaman Pemakanan; Putaran *Spindle*

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	6,2753	0,0950	66,04	0,000	
Sudut Potong Pahat	0,4490	0,0582	7,72	0,001	1,00
kedalaman Pemakanan	0,1204	0,0582	2,07	0,093	1,00
Putaran Spindel	-0,1454	0,0582	-2,50	0,055	1,00
Sudut Potong Pahat*Sudut Potong Pahat	-0,4474	0,0857	-5,22	0,003	1,01
kedalaman Pemakanan*kedalaman Pemakanan	-0,0067	0,0857	-0,08	0,941	1,01
Putaran Spindel*Putaran Spindel	0,1823	0,0857	2,13	0,087	1,01
Sudut Potong Pahat*kedalaman Pemakanan	-0,1443	0,0823	-1,75	0,140	1,00
Sudut Potong Pahat*Putaran Spindel	-0,1977	0,0823	-2,40	0,061	1,00
kedalaman Pemakanan*Putaran Spindel	-0,1055	0,0823	-1,28	0,256	1,00

Model summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,164585	95,81%	88,26%	43,38%

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	9	3,09617	0,34402	12,70	0,006
Linear	3	1,89780	0,63260	23,35	0,002
Sudut Potong Pahat	1	1,61281	1,61281	59,54	0,001
kedalaman Pemakanan	1	0,11592	0,11592	4,28	0,093
Putaran Spindel	1	0,16907	0,16907	6,24	0,055
Square	3	0,91419	0,30473	11,25	0,012
Sudut Potong Pahat*Sudut Potong Pahat	1	0,73913	0,73913	27,29	0,003
kedalaman Pemakanan*kedalaman Pemakanan	1	0,00016	0,00016	0,01	0,941
Putaran Spindel*Putaran Spindel	1	0,12275	0,12275	4,53	0,087
2-Way Interaction	3	0,28417	0,09472	3,50	0,106
Sudut Potong Pahat*kedalaman Pemakanan	1	0,08323	0,08323	3,07	0,140
Sudut Potong Pahat*Putaran Spindel	1	0,15642	0,15642	5,77	0,061
kedalaman Pemakanan*Putaran Spindel	1	0,04452	0,04452	1,64	0,256
Error	5	0,13544	0,02709		
Lack-of-Fit	3	0,11091	0,03697	3,01	0,259
Pure Error	2	0,02453	0,01226		
Total	14	3,23161			

4.4. Analysis of Variance

Untuk memeriksa signifikansi model, dapat melihat tabel *Analysis of Variance*, hasilnya untuk model menunjukkan bahwa mode linear (p-value = 0.002) dan model kuadrat (p-value = 0.012) signifikansi karena p-value

keduanya kurang dari $\alpha = 0.05$ (menggunakan level signifikansi 5%). Model yang tepat untuk eksperimen ini adalah model kuadratik.

- Hipotesis :

H_0 : Tidak terdapat pengaruh yang signifikan dari ketiga variabel faktor

H_1 : Terdapat pengaruh yang signifikan dari ketiga variabel faktor

- Kriteria Uji :

Tolak H_0 : jika $F_{hitung} > F_{tabel}$

Gagal ditolak H_1 : jika $F_{hitung} < F_{tabel}$

- $\alpha = 0.05$ (5%)

- Statistik Uji :

F_{hitung} : 12.70 (dari hasil software analisis di atas)

F_{tabel} : 3.81 (dari Tabel distribusi F, $\alpha = 0.05$)

- Analisis :

Karena F_{hitung} lebih besar dari F_{tabel} , maka dapat disimpulkan bahwa cukupnya bukti untuk menolak H_0 , yang artinya ada pengaruh yang signifikan dari ketiga variabel faktor.

4.5. Uji *Lack Of Fit*

Tabel *Analysis of Variance* menunjukkan hasil taksiran parameter model pada Gambar 10. Selain taksiran parameter model, tabel menunjukkan pula hasil uji lack of fit

- Hipotesis :

H_0 : Tidak ada *lack of fit*

H_1 : Ada *lack of fit*

- Daerah penolakan :

Hipotesis awal (H_0) akan ditolak bila p-value kurang dari α . Sebaliknya, hipotesis awal akan gagal ditolak apabila p-value melebihi α .

- $\alpha = 0.05$ (5%)

- Interpretasi Hasil Uji Lack of Fit pada Analisis *Response Surface*

Dari hasil Gambar 10., tabel ANOVA menunjukkan p-value hasil uji *lack of fit* bernilai 0.259. Apabila menggunakan α sebesar 5% , maka keputusannya dapat berupa gagal menolak hipotesis awal yang mengatakan tidak ada *lack of fit*. Artinya, model yang telah dibuat sesuai dengan data.

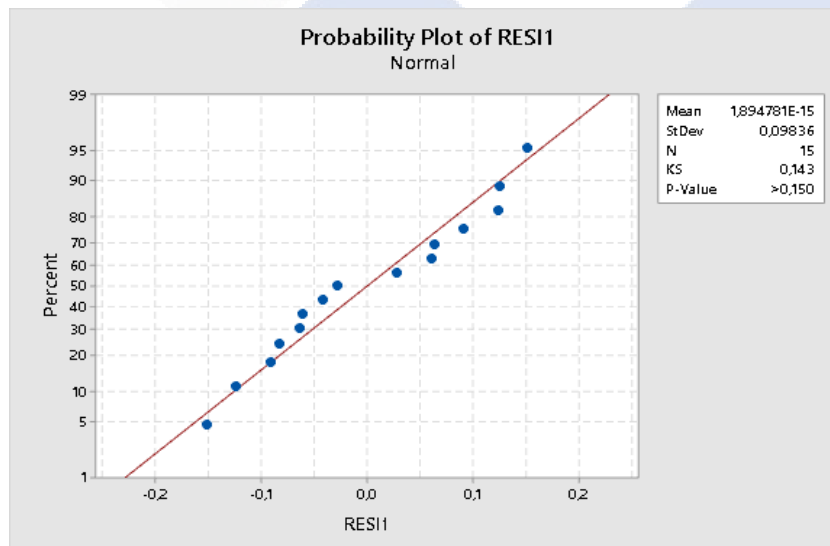
Tabel *Regression Coefficient for Response* menunjukkan hasil taksiran parameter model. Selain taksiran parameter model, tabel juga menunjukkan hasil uji parameter model dengan menggunakan statistik t yang dikonversikan ke dalam p-value. Berdasarkan hasil analisis, modelnya adalah:

$$Y = 6.2753 + 0.4490 + 0.1204 - 0.1454 - 0.4474 - 0.0067 + 0.1823 - 0.1443 - 0.1977 - 0.1055$$

Untuk memeriksa kecukupan model, tidak hanya melihat *lack of fit*, tetapi harus pula melakukan analisis residual. Ada 3 hal yang dilakukan dalam analisis residual, yaitu memeriksa kenormalan residual, membuat plot antara residual dengan hasil taksiran respons, dan membuat plot antara residual dengan order.

4.6. Uji Kenormalan Residual

Hasil uji kenormalan residual dapat dilihat pada Gambar 11. dibawah ini :



Gambar 11. Uji Kenormalan Residual Model Regresi Linier Sederhana

➤ Hipotesis

H_0 : Residual berdistribusi normal.

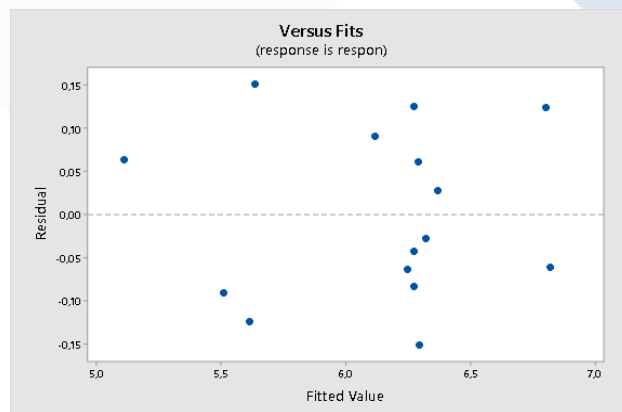
H_1 : Residual tidak berdistribusi normal.

➤ Daerah Penolakan

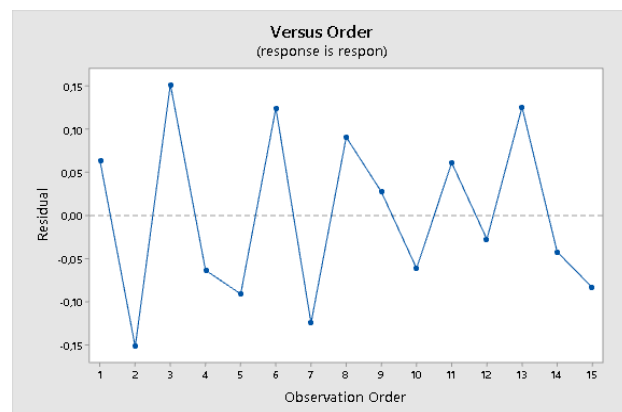
Daerah penolakan $KS > KS_{1-\alpha}$ pada sejumlah pengamatan (n) tertentu. Apabila statistik Kolmogorov–Smirnov dikonversikan ke dalam p-value, maka daerah penolakannya adalah $p\text{-value} < \alpha$.

➤ Analisis

Berdasarkan Gambar 11., statistik Kolmogorov-Smirnov untuk $\alpha = 0.05$ dengan jumlah sampel sebanyak 15 pengamatan adalah 0.338 (uji dua arah). Nilai ini akan dijadikan acuan untuk mengambil kesimpulan berdasarkan uji kenormalan data yang telah dilakukan. Pada Gambar 11. menunjukkan pula hasil statistik Kolmogorov-Smirnov dan p-value untuk uji distribusi normal. Nilai statistik Kolmogorov-Smirnov adalah 0.143 dan p-value uji normal residual grafik melebihi 15%. Oleh karena itu, kesimpulan hasil uji kenormalan residual adalah residual model regresi linear yang dibuat telah mengikuti distribusi normal.



Gambar 12. Plot Residual Dengan Taksiran Model



Gambar 13. Plot Residual Dengan Order Model

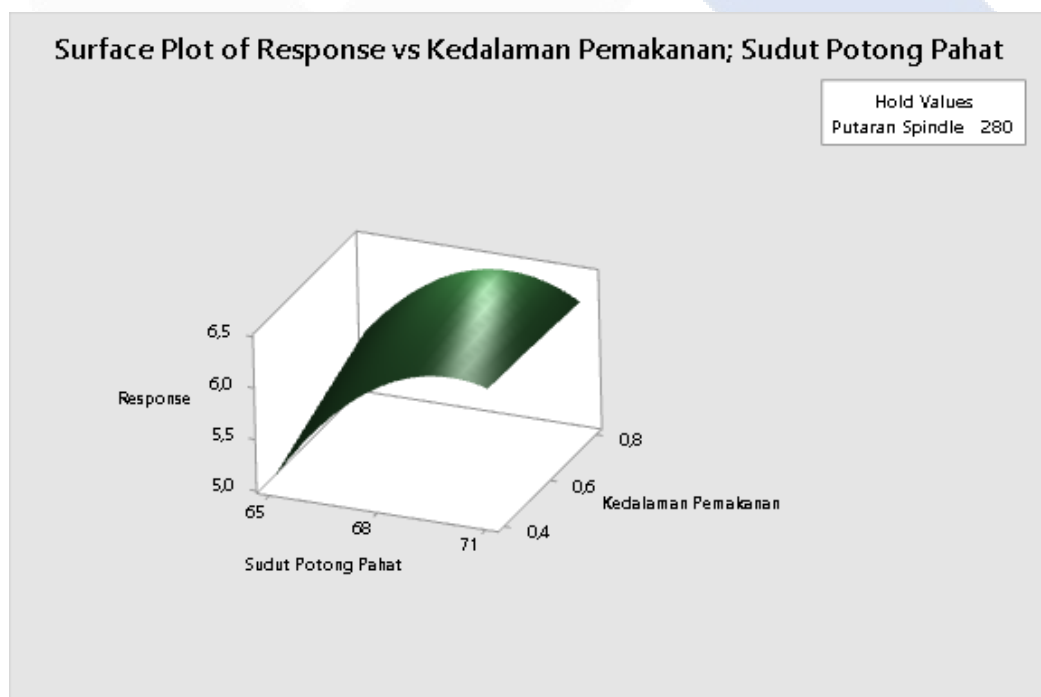
Analisis residual selanjutnya adalah memeriksa plot antara residual taksiran model dan order model. Analisis data yang telah dilakukan telah membuat kedua plot. Hasil plot ditunjukkan dalam grafik seperti Gambar 12. dan Gambar 13. pada kedua output, kita telah mengetahui bahwa titik–titik telah membentuk pola acak. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa model regresi yang telah dibuat cukup tepat dengan data.

4.7. Grafik *Surface Plot*

Grafik surface ini digunakan untuk memperjelas dalam analisis data berdasarkan nilai kekasaran terhadap variabel faktor.

4.7.1. *Surface Plot* Kedalaman Pemakanan; Sudut Potong Pahat

Berikut ini adalah *surface plot* respon terhadap kedalaman pemakanan dan sudut potong pahat yang dapat dilihat pada Gambar 14. dibawah ini :

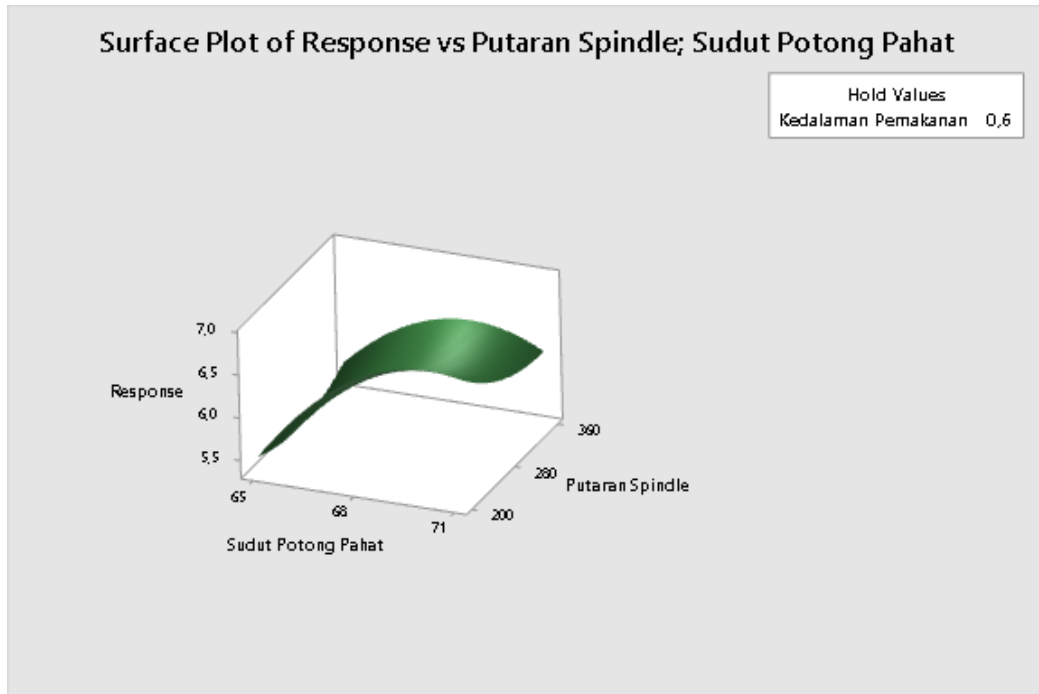


Gambar 14. Grafik *Surface Plot of Respon Vs* Kedalaman Pemakanan dan Sudut Potong Pahat

Berdasarkan Gambar diatas, semakin kecil sudut potong maka semakin rendah pula nilai kekasaran permukaannya. Sedangkan semakin besar kedalaman pemakanan maka semakin tinggi pula nilai kekasarannya, dan begitu pula sebaliknya.

4.7.2. *Surface Plot Putaran Spindle; Sudut Potong Pahat*

Berikut ini adalah surface plot respon terhadap putaran *spindle* dan sudut potong pahat yang dapat dilihat pada Gambar 15. dibawah ini :

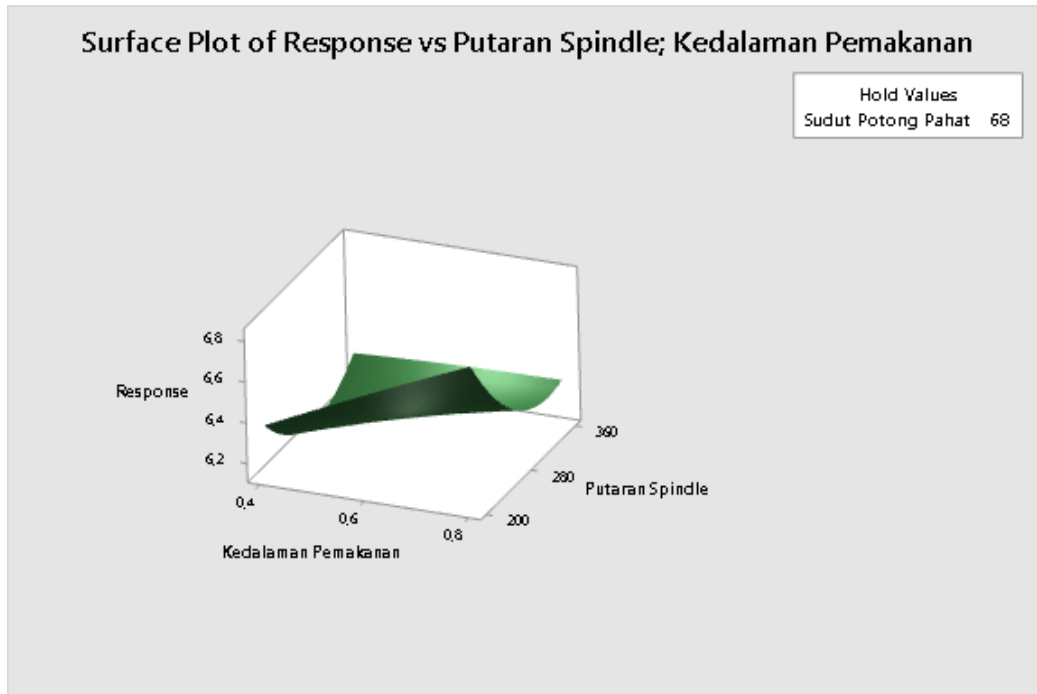


Gambar 15. Grafik *Surface Plot Of Respon Vs Putaran Spindle dan Sudut Potong Pahat*

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa, semakin rendah putaran spindle maka nilai kekasarannya semakin tinggi. Sedangkan semakin besar sudut potong pahat maka semakin tinggi juga nilai kekasarannya.

4.7.3. *Surface Plot Putaran Spindle; Kedalaman Pemakanan*

Berikut ini adalah surface plot respon terhadap putaran *spindle* dan kedalaman pemakanan yang dapat dilihat pada Gambar 16. dibawah ini :



Gambar 16. Grafik *Surface Plot Of Respon Vs Putaran Spindle dan Kedalaman Pemakanan*

Dari gambar diatas, bahwa semakin kecil kedalaman pemakanan maka semakin kecil juga nilai kekasarannya. Sedangkan semakin besar putaran spindelnya maka semakin kecil nilai kekasarannya, begitu pula sebaliknya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

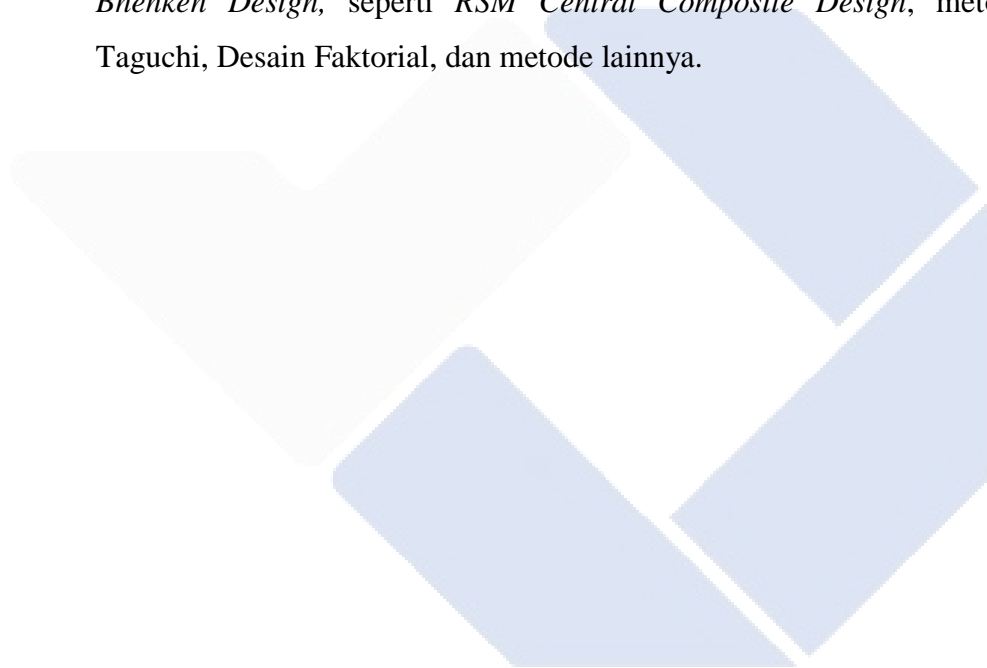
Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan oleh peneliti pada bab sebelumnya mengenai judul Pengaruh Bentuk Geram Dengan Memvariasikan Sudut Potong Pahat Terhadap Kekasaran Permukaan Material S45C Dengan Menggunakan Mesin Bubut Geminis, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Bentuk geram yang dihasilkan adalah geram *favourable*, dengan peningkatan sudut potong pahat maka geram semakin panjang. Untuk peningkatan kedalaman pemakanan maka geram berbentuk spiral. Dan untuk peningkatan putaran *spindle* bentuk geram yang dihasilkan semakin pendek. Bentuk geram *tubular (short)* merupakan geram terbaik dikarenakan untuk nilai kekasaran permukaan terendah mendapatkan bentuk geram tersebut. Dan hasil terbaik berdasarkan dimensi geram adalah *arc chips (conn)* karena merupakan geram terpendek.
2. *Setting* variabel dalam proses pemesinan bubut semi-otomatis untuk menghasilkan bentuk geram terpendek dan nilai kekasaran permukaan terendah pada material S45C didapatkan pada variasi variabel faktor sudut potong pahat 65°, kedalaman pemakanan 0.6mm, dan putaran *spindle* 360Rpm menghasilkan *arc chips (conn)* dengan dimensi geram panjang 3.52mm, lebar 0.62mm, dan tebal 0.3mm. Dan *setting* variabel untuk nilai kekasaran permukaan terendah didapatkan pada variasi variabel faktor sudut potong pahat 65°, kedalaman pemakanan 0.4mm, dan putaran *spindle* 280Rpm dengan nilai kekasaran permukaan 5.171 μ m.
3. Dari ketiga variabel dengan faktor tersebut, ketiganya berpengaruh terhadap hasil bentuk geram dan nilai kekasaran permukaan, namun yang paling berpengaruh adalah variabel sudut potong pahat.

5.2. Saran

Berdasarkan dari kesimpulan diatas, dapat disampaikan beberapa saran–saran sebagai berikut :

1. Penelitian selanjutnya dapat dikembangkan lagi dengan cara menambah beberapa variabel faktor seperti media pendingin, material dan jenis material alat potong. Dan dapat menambahkan lagi variabel respon yang akan diteliti nantinya seperti Laju Pembuangan Material (*MRR*) dan kekerasan material.
2. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan metode selain *RSM Box–Bhenken Design*, seperti *RSM Central Composite Design*, metode Taguchi, Desain Faktorial, dan metode lainnya.



DAFTAR PUSTAKA

- Aditia, M. A., 2013. Pengaruh Jenis Pahat, Kecepatan Spindel, Dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Tingkat Kerataan Permukaan Dan Bentuk Geram Baja ST. 60. Volume 01, pp. 311-318.
- Faulina, R., Andari, S. & Anggraeni, D., 2011. Response Surface Methodology (RSM) dan Aplikasinya. pp. 152-172.
- Karmin & Dalom, 2015. Analisis Pengaruh Variasi Sudut Potong Pada Proses Pembubutan Akhir Material Baja. Volume 7, pp. 17-24.
- Kurniawan, Z., 2013. Optimasi Laju Pengerjaan Material Dan Kekasaran Permukaan Proses EDM Sinking Baja AISI 4140 Dengan Menggunakan Metode Taguchi-Fuzzy..
- Mudjijanto, Sutarto, E. & Sarip, 2019. Analisis Karakteristik Geram Dan Kekasaran Permukaan Pada Proses Bubut Kecepatan Rendah Terhadap Material Baja Karbon. Volume 13, pp. 18-23.
- Priyadi, S., 2017. Pengaruh Sudut Pahat pada Proses Bubut Rata Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Benda Kerja. p. 1.
- Ramadan, R. P., 2018. Analisa Pengaruh Variasi Sudut Tatal Dan Kecepatan Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Material ST-42. pp. 263-268.
- Rochim, T., 2007. *Perkakas & Sistem Pemerkakasan Umur Pahat, Cairan Pendingin Pemesinan*. Bandung: ITB.
- Segreto, T., Simeone, A. & Teti, R., 2012. *Chip Form Classification in Carbon Steel Turning through Cutting Force Measurement and Principal Component Analysis. Procedia CIRP 2*, pp. 49-54.

Lampiran 1 : Daftar Riwayat Hidup

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : GERIL SATRIO RAMADHAN
Tempat Tanggal Lahir : Gudang Papan Jebus, 08-12-2000
Alamat Lengkap : Jln. Raya Bakit Dsn. Gudang Papan Ds. Sekar
Biru Kec. Parittiga Kab. Bangka Barat Prov.
Kepulauan Bangka Belitung
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
No. Hp : 082236626065
Email : geril.satrio12@gmail.com



2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 1 Parittiga Lulus Tahun 2012
SMP Negeri 3 SATAP Parittiga Lulus Tahun 2015
SMA Negeri 1 Parittiga Lulus Tahun 2018

3. Riwayat Pendidikan Non Formal

-

Sungailiat, 19 Januari 2022



Geril Satrio Ramadhan

Lampiran 2 : Alat Dan Bahan Penelitian

Material Penelitian (S45C) :



Titik pengujian kekasaran permukaan :



Perlengkapan peralatan pengujian kekasaran permukaan :

V-block dan *holder dial* :



Lampiran 3 : Proses Pengukuran Kekasaran Permukaan

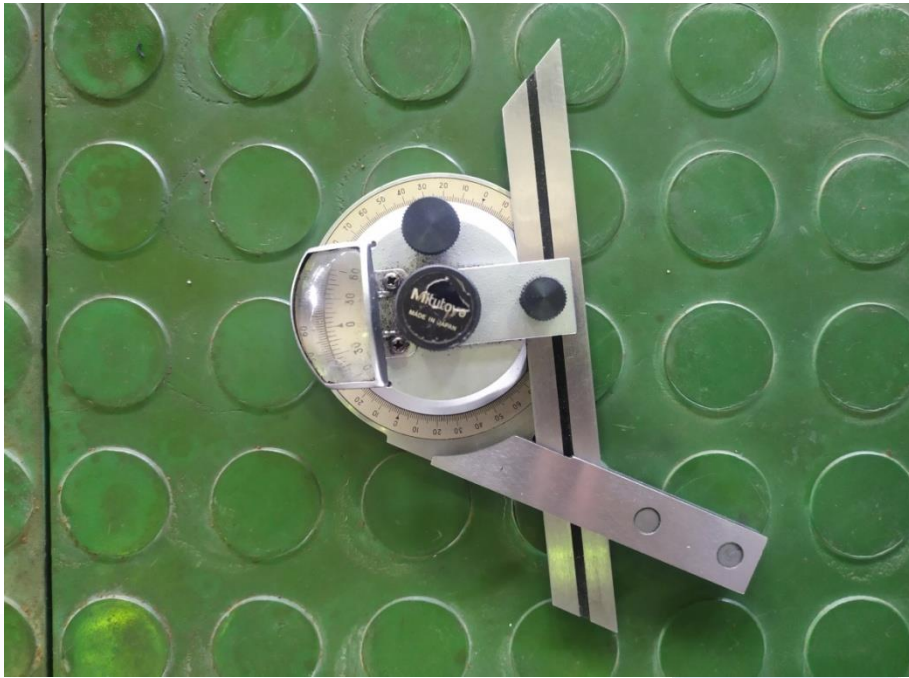


Lampiran 5 : Tabel Rekomendasi Variabel Pembubutan

<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 6 : Alat Ukur Sudut Potong Pahat (*Bevel Protractor*)



Lampiran 7 : Pengukuran Sudut Potong Pahat

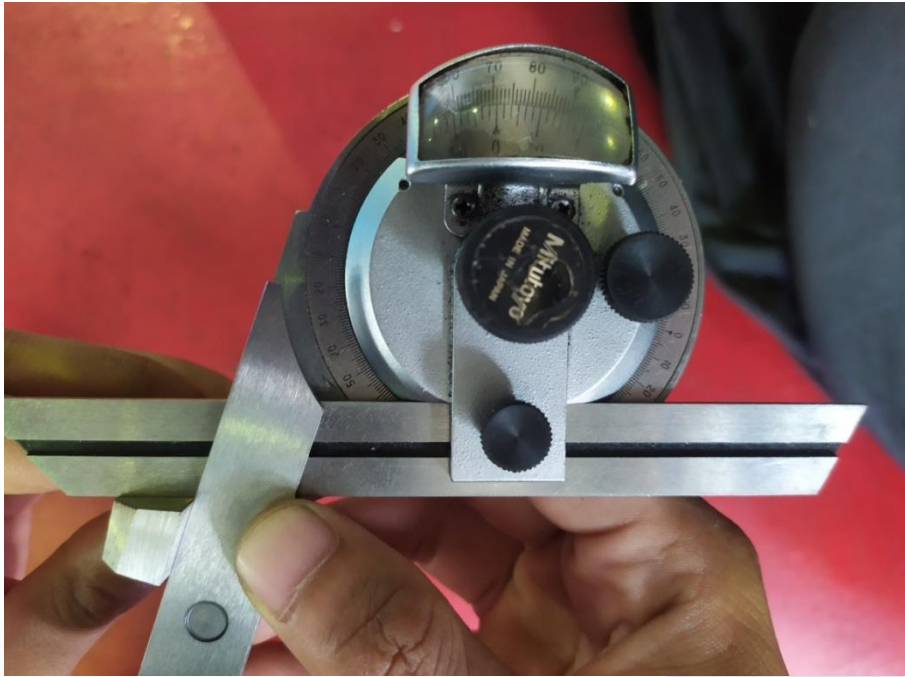
Pengukuran sudut potong pahat 65° :



Pengukuran sudut potong pahat 68° :



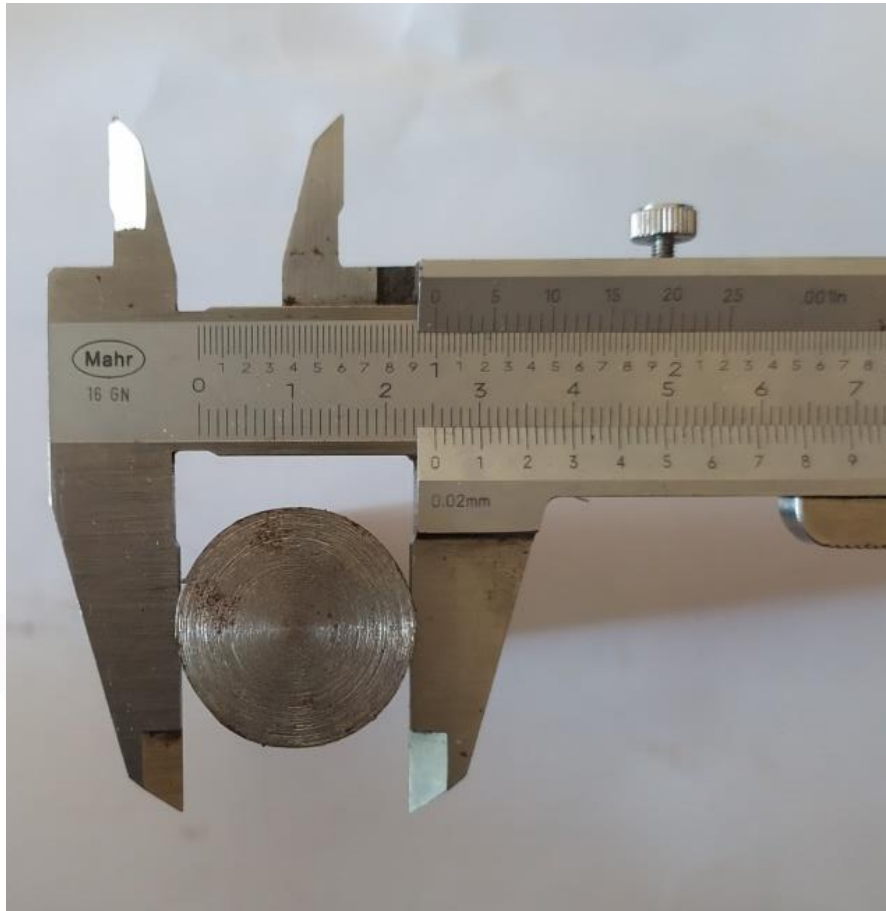
Pengukuran sudut potong pahat 71° :



Lampiran 8 : Pengukuran Panjang Material S45C

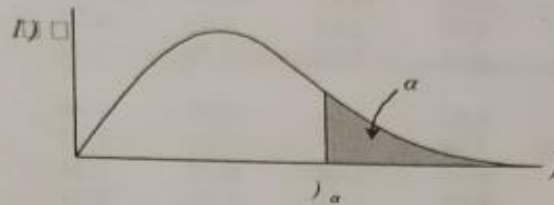


Lampiran 9 : Pengukuran Diameter Material S45C



Lampiran 10 : Tabel Distribusi F ($\alpha = 0,05$)

Tabel Distribusi F ($\alpha = 0,05$)

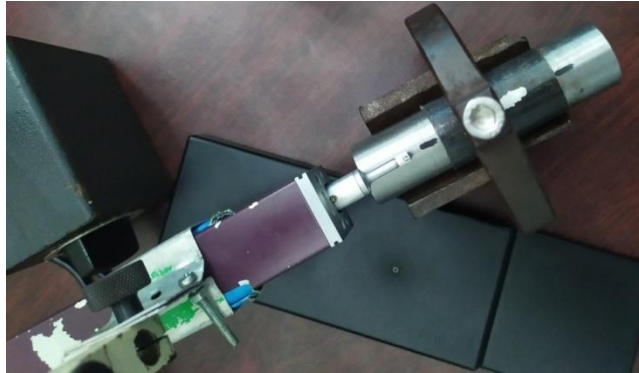


v_2	v_1	Derajat bebas (df) pembilang (v_1)								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	161,4	199,5	215,7	224,6	230,2	234,0	236,8	238,9	240,5
2	1	18,51	19,0	19,16	19,25	19,30	19,33	19,35	19,37	19,38
3	1	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,89	8,85	8,81
4	1	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	6,00
5	1	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,77
6	1	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,10
7	1	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68
8	1	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39
9	1	2,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18
10	1	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02
11	1	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	3,01	2,95	2,90
12	1	4,75	3,89	3,49	3,26	3,11	3,00	2,91	2,85	2,80
13	1	4,67	3,81	3,41	3,18	3,03	2,92	2,93	2,77	2,71
14	1	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,76	2,70	2,65
15	1	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,71	2,64	2,59
16	1	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,66	2,59	2,54
17	1	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,61	2,55	2,49
18	1	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,58	2,51	2,46
19	1	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,54	2,48	2,42
20	1	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,51	2,45	2,39
21	1	4,32	3,47	3,07	2,84	2,68	2,57	2,49	2,42	2,37
22	1	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,46	2,40	2,34
23	1	4,28	3,42	3,03	2,80	2,64	2,53	2,44	2,37	2,32
24	1	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,42	2,36	2,30
25	1	4,24	3,39	2,99	2,76	2,60	2,49	2,40	2,34	2,28
26	1	4,23	3,37	2,98	2,74	2,59	2,47	2,39	2,32	2,27
27	1	4,21	3,35	2,96	2,73	2,57	2,46	2,37	2,31	2,25
28	1	4,20	3,34	2,95	2,71	2,56	2,45	2,36	2,29	2,24
29	1	4,18	3,33	2,93	2,70	2,55	2,43	2,35	2,28	2,22
30	1	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,33	2,27	2,21
40	1	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,25	2,18	2,12
60	1	4,00	3,15	2,76	2,53	2,37	2,25	2,17	2,10	2,04
120	1	3,92	3,07	2,68	2,45	2,29	2,17	2,09	2,02	1,96
∞	1	3,84	3,00	2,60	2,37	2,21	2,10	2,01	1,94	1,88

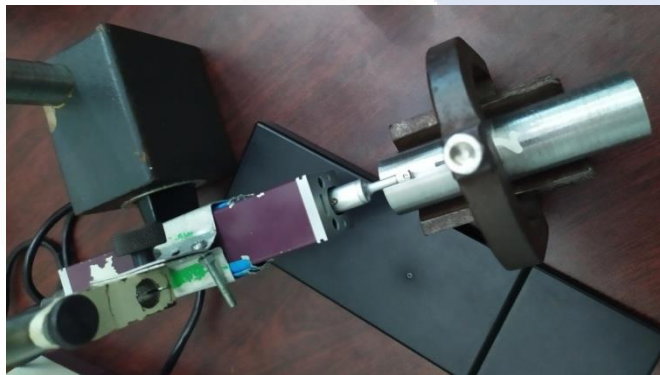
Lampiran 11 : Pengukuran Kekasaran Permukaan

Pengukuran kekasaran percobaan 1 :

Benda kerja 1 :



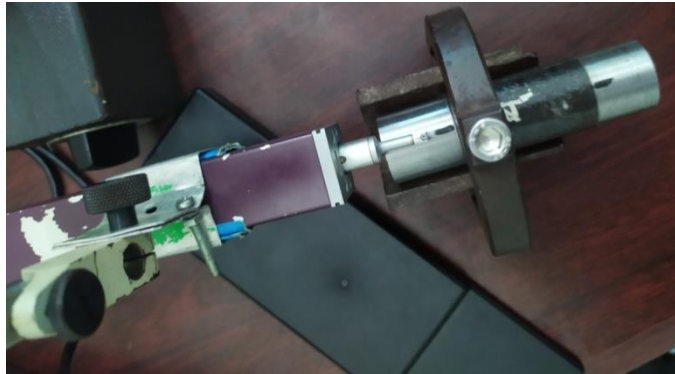
Benda kerja 2 :



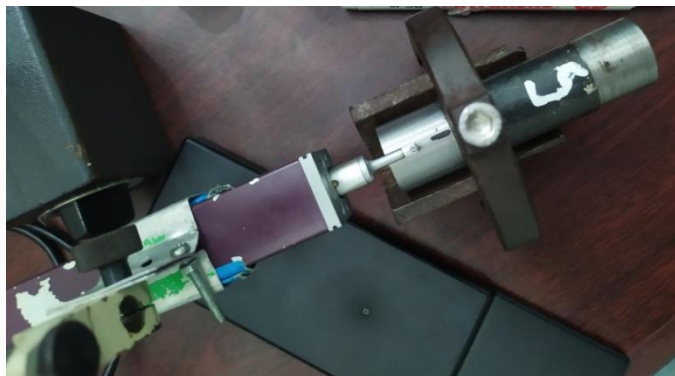
Benda kerja 3 :



Benda kerja 4 :



Benda kerja 5 :



Benda kerja 6 :



Benda kerja 7 :



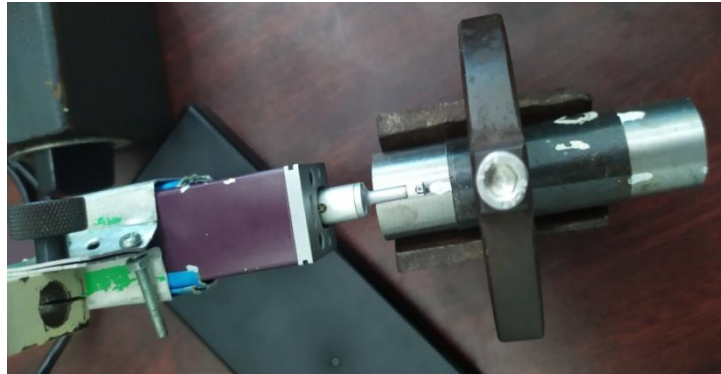
Benda kerja 8 :



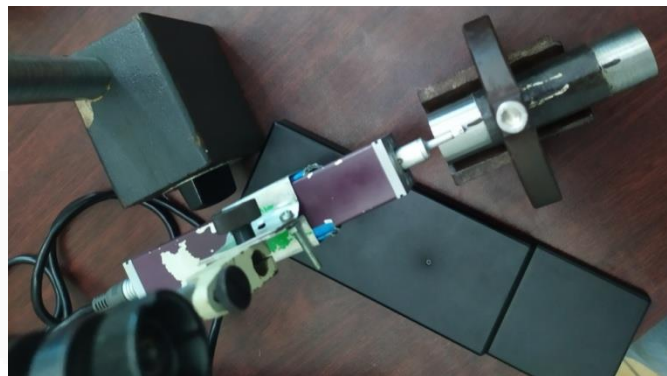
Benda kerja 9 :



Benda kerja 10 :



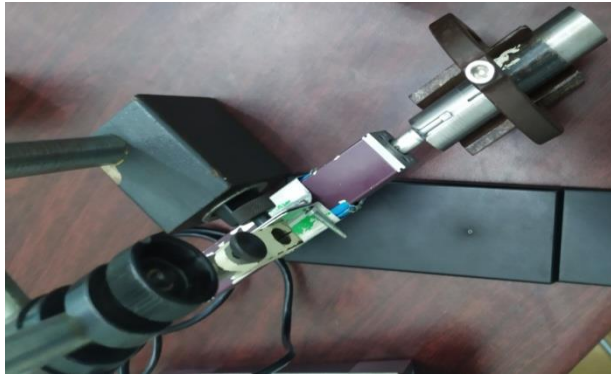
Benda kerja 11 :



Benda kerja 12 :



Benda kerja 13 :



Benda kerja 14 :

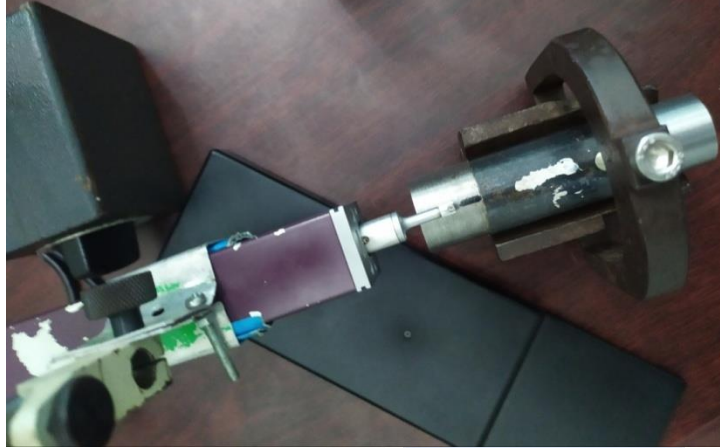


Benda kerja 15 :



Pengujian kekasaran replikasi 1 (proses pemesinan kedua) :

Benda kerja 1 :



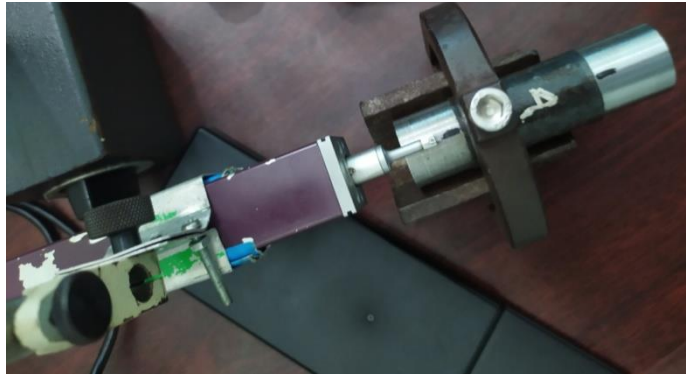
Benda kerja 2 :



Benda kerja 3 :



Benda kerja 4 :



Benda kerja 5 :



Benda kerja 6 :



Benda kerja 7 :



Benda kerja 8 :



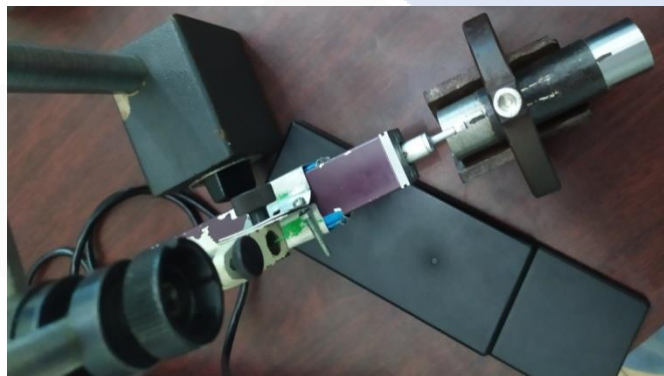
Benda kerja 9 :



Benda kerja 10 :



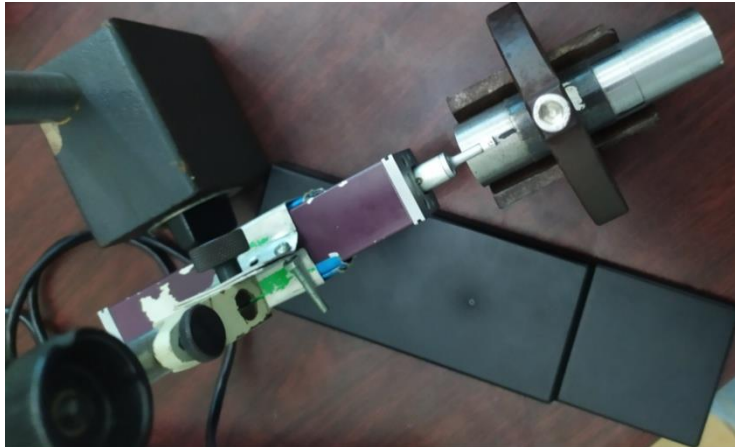
Benda kerja 11 :



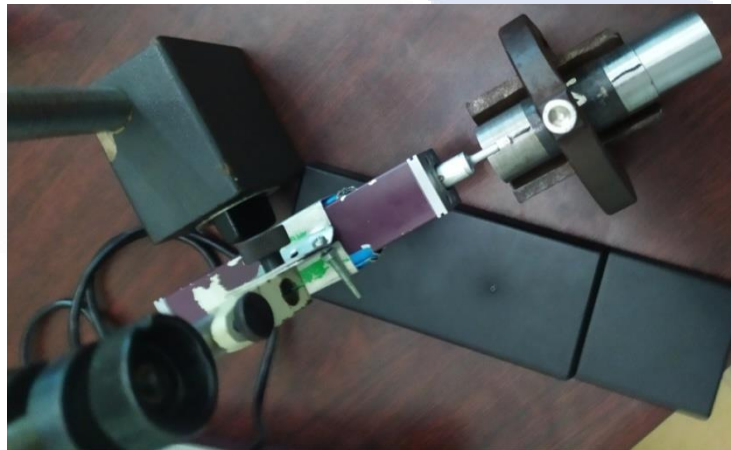
Benda kerja 12 :



Benda kerja 13 :



Benda kerja 14 :



Benda kerja 15 :

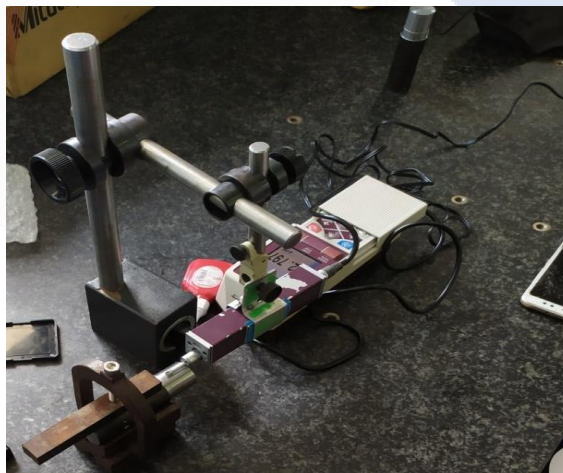


Pengujian kekasaran replikasi 2 :

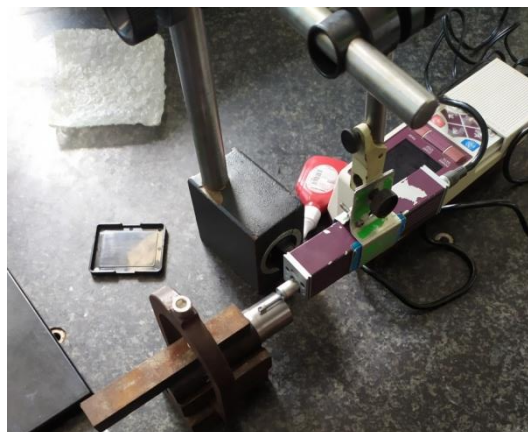
Benda kerja 1 :



Benda kerja 2 :



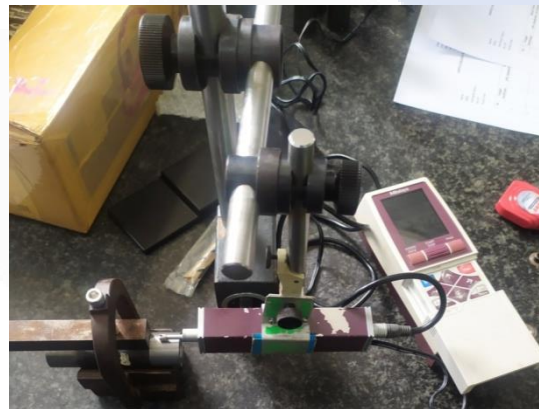
Benda kerja 3 :



Benda kerja 4 :



Benda kerja 5 :



Benda kerja 6 :



Benda kerja 7 :



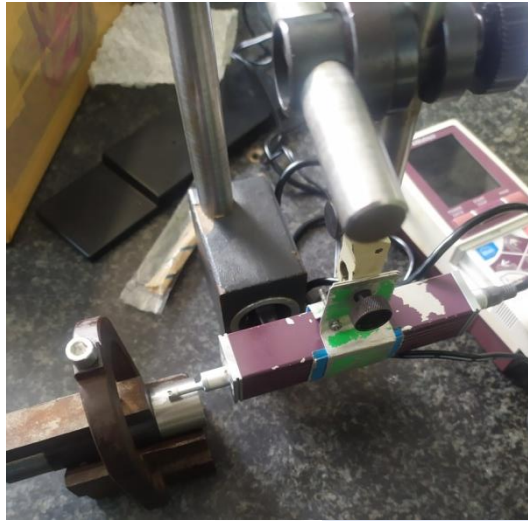
Benda kerja 8 :



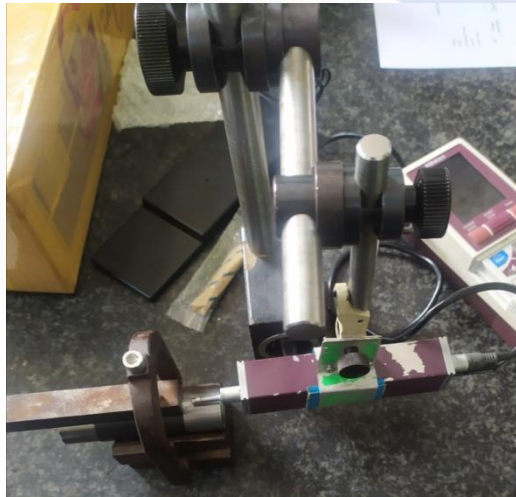
Benda kerja 9 :



Benda kerja 10 :



Benda kerja 1 proses pemesinan kedua :



Benda kerja 2 proses pemesinan kedua :



Benda kerja 3 proses pemesinan kedua :



Benda kerja 4 proses pemesinan kedua :



Benda kerja 5 proses pemesinan kedua :



SURAT PERNYATAAN

Saya/Kami yang bertandatangan dibawah ini telah menyelesaikan Proyek Akhir yang berjudul:
Pengaruh Bentuk Geram Dengan Memvariasikan sudut Potong Pahat Terhadap
Kekasaran Permukaan Material S45C Dengan Menggunakan Mesin Bubut GeminiS

Oleh :

1. Geril Satrio R /NPM 1091840
2. /NPM

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


Sungailiat, ..16. Februari 2022

1. Geril Satrio R (.....)

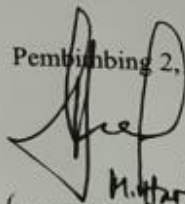
2. (.....)

Mengetahui,

Pembimbing 1,


Zaldy Kurniawan

Pembimbing 2,


H. Hartono

Cek1

ORIGINALITY REPORT

14%

SIMILARITY INDEX

14%

INTERNET SOURCES

3%

PUBLICATIONS

12%











STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	www.scribd.com Internet Source	2%
2	Submitted to Universitas Jember Student Paper	2%
3	pt.scribd.com Internet Source	2%
4	text-id.123dok.com Internet Source	1%
5	www.sttrcepu.ac.id Internet Source	1%
6	repository.ub.ac.id Internet Source	1%
7	allmetech.com Internet Source	1%
8	Submitted to Universitas Brawijaya Student Paper	1%
9	proceeding.unpkediri.ac.id Internet Source	1%

10	jurnal.polsri.ac.id Internet Source	1%
11	123dok.com Internet Source	1%
12	docplayer.info Internet Source	1%


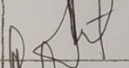
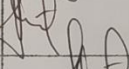

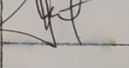
FORM-PPR-3- 4: Bimbingan Proyek Akhir

 FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2021/2022			
JUDUL	Pengaruh Bentuk Gercam Dengan Memvariasikan Sudut Potong Pahat Terhadap Kekasaran Permukaan Material S45C Dengan Menggunakan Mesin Bubut Gemms		
Nama Mahasiswa	Geri Satrio Ramadhan NIRM : 1091890		
Nama Pembimbing	1. Zaidy Kurniawan, S.S.T., M.T 2. Muhammad Haritsah Amamah, M.Eng 3.		
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
1	4/2021 agustus	Pembahasan Bab I - III	
2	7/2021 september	Metode Pengambilan data	
3	27/2021 september	Rencana Pengambilan data	
4	26/2021 november	Hasil Pengambilan data	
5	29/2021 november	Pembahasan Pengolahan data	
6	9/2021 desember	Pembahasan Bab I - IV	
7	16/2021 desember	Pembahasan Bab I - V	
8	28/2021 desember	Pembuatan Jurnal	
9	9/2022 januari	Pembahasan Jurnal	
10			

Catatan :

- Jika pertemuan bimbingan lebih dari sepuluh kali, dapat mengambil Form kembali ke komisi


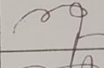
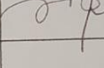
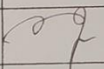
FORM-PPR-3- 4: Bimbingan Proyek Akhir

 FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2021/2022			
JUDUL	Pengaruh Bentuk Geram Dengan Memvariasikan Sudut Potong Rahat Terhadap Kekasaran Permukaan Material S45C Dengan Menggunakan Mesin Bubut Gemini S		
Nama Mahasiswa	Geril Satrio Ramadhan NIRM : 1091840		
Nama Pembimbing	1. Zaldy Kurniawan, S.S.T., M.T 2. Muhammad Haritsah Amrullah, M.Eng 3.		
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
1	26/2021 agustus	Pembahasan Bab I - III	
2	22/2021 oktober	Pembahasan timeline Tugas Akhir	
3	25/2021 oktober	Perencanaan Pengambilan data	
4	16/2021 desember	Pembahasan Bab IV dan Pengolahan data.	
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Catatan :

- Jika pertemuan bimbingan lebih dari sepuluh kali, dapat mengambil Form kembali ke komisi


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

 FORM MONITORING PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2021 / 2022			
JUDUL		Pengaruh Beban Gesam Dengan Memvariasikan Sudut Potong Rahat Terhadap Kekasaran Permukaan Material S95C Dengan Menggunakan Mesin Bubut Geminis	
Nama Mahasiswa		1. Geril Satrio R. /NIRM: 1041840 2. /NIRM: 3. /NIRM: 4. /NIRM: 5. /NIRM:	
Monitoring ke	Tanggal	Progress Alat	Paraf Pembimbing
	17/2022 Januari	Penulisan Tugas Akhir	
	17/2022 Januari	Pengecekan Pragiati	
	18/2022 Januari	Revisi Tugas Akhir	

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

Mengetahui		
Pembimbing 1	Pembimbing 2	Pembimbing 3
 Zaldy Firmawan (.....)	 M. Haritah (.....)	(.....)

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



FORM REVISI LAPORAN AKHIR
TAHUN AKADEMIK
...../.....

JUDUL : Pengaruh Bentuk Geom di Menvarasikan
Gardut Potong Belah terhadap Kelasoran
Perubahan Material Sate Puga Mayawati
Mesin Output Umum

Nama Mahasiswa :

1.	Geri Satria Bayudha	NIRM:	1091840
2.		NIRM:	
3.		NIRM:	
4.		NIRM:	
5.		NIRM:	


Bagian yang direvisi	Halaman
Penulisan Aze di makalah ✓	
Judul Perlu di perbaiki ✓	
TK, tabel dan hasil tabel yg signifikan ✓	

Sunggailat, 24 Jan 2022
Penguji
Meddy
(.....)

Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa

<p style="text-align: center;">Mengetahui, Dembimbing</p> <p style="text-align: center;"><i>Zalya Kurniawan</i></p>	<p style="text-align: right;">Sunggailat, 27 Jan 2022 Penguji <i>Meddy</i> (.....)</p>
---	--

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



FORM REVISI LAPORAN AKHIR
TAHUN AKADEMIK

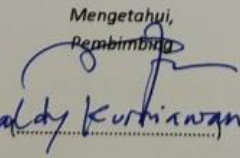
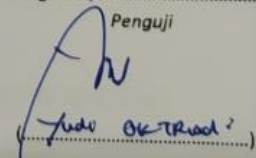
JUDUL : Pengaruh Berat Garam Dengan Memvariasikan
Substansi Patah Patah terhadap Kekasaran
Pemukaan Beton S45C dengan menggunakan

Nama Mahasiswa : 1. Geni Satrio KARACHAN NIRM: 1041840
 2. _____ NIRM: _____
 3. _____ NIRM: _____
 4. _____ NIRM: _____
 5. _____ NIRM: _____

Bagian yang direvisi	Halaman
1. latar belakang	
2. penulisan beton sesuai standar.	
3. foto penulisan tidak ada	
4. Analisis data tidak akurat.	
5. lampiran team tidak ada	
6. penjelasan S45C	
7. berapa kali percobaan. ?	
8. Foto sudut patah	

Sungailiat, 28-1-2022
 Penguji
(Judi Oktadi)

Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa

Mengetahui, Pembimbing  <u>Zaldy Kurtirwan</u>	Sungailiat, <u>28-1-2022</u> Penguji  <u>(Judi Oktadi)</u>
--	---

lihat tabel
revisi

