

**ANALISIS PENGARUH KECEPATAN PUTARAN SPINDLE (RPM)
DAN FEEDING TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN
MATERIAL BAJA AISI 1045 PADA PROSES PEMESINAN
CNC BUBUT**

PROYEK AKHIR

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



Dibuat oleh:

Muhammad Rizlan Abdhanny Pratama NIRM: 1041950

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG**

2022 / 2023

**ANALISIS PENGARUH KECEPATAN PUTARAN *SPINDLE* (RPM)
DAN *FEEDING* TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN
MATERIAL BAJA AISI 1045 PADA PROSES PEMESINAN
CNC BUBUT**

PROYEK AKHIR

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



Disusun oleh:

Muhammad Rizllah Aththabary Priatama NIRM: 1041950

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
2022 / 2023**

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS PENGARUH KECEPATAN PUTARAN *SPINDLE* (RPM) DAN
FEEDING TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN MATERIAL BAJA AISI
1045 PADA PROSES MESIN CNC BUBUT**

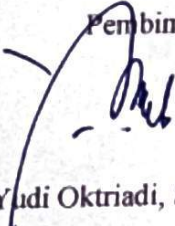
Disusun Oleh:

Muhammad Rizllah Aththabary Priatama / 1041950


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

Menyetujui,

Pembimbing 1


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


Pembimbing 2


Zulfitriyanto, S.S.T., M.T.

Penguji 1



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

Penguji 2


Zaldy Kurniawan, S.S.T., M.T.

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin


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

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa : Muhammad Rizllah Aththabary Priatama NIM :1041950

Dengan Judul : ANALISIS PENGARUH KECEPATAN PUTARAN *SPINDLE*
(RPM) DAN *FEEDING* TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN
MATERIAL BAJA AISI 1045 PADA PROSES MESIN CNC BUBUT

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

Sungailiat, 15 Januari 2023

Nama Mahasiswa

1. Muhammad Rizllah Aththabary
Priatama

Tanda Tangan



ABSTRAK

Di era perkembangan teknologi industri yang semakin maju seperti saat ini, tentunya setiap orang menginginkan hasil terbaik dalam pembuatan suatu produk. Contohnya dalam proses pemesinan yang salah satunya adalah pemesinan CNC bubut, tingkat kekasaran suatu produk sangat perlu untuk ditinjau kembali. Kekasaran permukaan yang minimum menunjukkan bahwa kualitas suatu proses pemesinan CNC yang sangat baik, karena semakin kecil nilai kekasaran permukaan maka semakin besar kualitas nilai dari suatu produk tersebut, maka dari itu agar mencapai tujuan tersebut perlu dilakukan penyetelan parameter yang tepat. Parameter yang divariasikan adalah kecepatan spindel (Rpm) dan feeding. Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode eksperimen, dengan kombinasi parameter agar didapatkan nilai kekasaran permukaan. Material yang digunakan adalah baja AISI 1045, dengan hasil data di analisis menggunakan metode taguchi Smaller the Better pada software Minitab 21.3. Dari hasil perhitungan faktor pada S/N didapatkan persen kontribusinya pada kecepatan spindel didapatkan sebesar 53.502% sedangkan pada feeding didapatkan sebesar 35.369%. nilai kekasaran yang optimal didapatkan pada kombinasi parameter pada proses CNC bubut pada baja AISI 1045 yang bisa membuat nilai respon tersebut optimal didapatkan pada kecepatan spindel sebesar 1645 rpm dan feeding sebesar 0.18 mm/rev.

Kata kunci: *kekasaran permukaan; CNC; AISI 1045; Taguchi*

ABSTRACT

In this era of increasingly advanced industrial technology development, of course, everyone wants the best results in making a product. For example in the machining process, one of which is CNC lathe machining, the level of roughness of a product really needs to be reviewed. The minimum surface roughness shows that the quality of a CNC machining process is very good, because the smaller the surface roughness value, the greater the quality value of a product, therefore in order to achieve this goal it is necessary to set the right parameters. Parameters varied were spindle speed (Rpm) and feeding. In this study the method used is the experimental method, with a combination of parameters to obtain surface roughness values. The material used is AISI 1045 steel, with the results of the data being analyzed using the Taguchi Smaller the Better method in Minitab 21.3 software. From the results of the calculation of the mean factor, the percent contribution to the spindle speed was obtained at 53.502%, while at feeding it was obtained at 35.369%. The optimal roughness value is obtained from the combination of parameters in the CNC lathe process on AISI 1045 steel which can make the optimal response value obtained at a spindle speed of 1645 rpm and a feeding of 0.18 mm/rev.

Keywords: surface roughness; CNC; AISI 1045; Taguchi

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “**Analisis Pengaruh Kecepatan Putaran *Spindle* (RPM) dan *Feeding* Terhadap Kekasaran Permukaan Material Baja Aisi 1045 Pada Proses Mesin CNC Bubut**”, dengan baik dan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi salah satu syarat wajib menyelesaikan Studi Sarjana Terapan di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Dengan selesainya tugas akhir ini diharapkan dapat membantu dan bermanfaat bagi seluruh pihak guna menambahkan wawasan pengetahuan terkait tugas akhir ini.

Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan teimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua saya tercinta ibu Megawartiny dan Alm. Ayah Thomassri Langga Putra yang telah banyak mendukung dan mendoakan saya sampai ke titik ini.
2. Saudara saya, Mba Desminda, Ayuk Yori Esvanoza, Ayuk Chantika Egysta Ananda, dan Adek Muhammad Adjie Arrauf Mikail, yang sudah banyak sekali membeikan waktu dan pengertiannya sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Yudi Oktriadi S.Tr., M.Eng. selaku dosen pembimbing 1 Laporan Tugas Akhir saya, yang telah bersedia menyediakan waktu dan pengertiannya sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Zulfitriyanto S.S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 2 Laporan Tugas Akhir ini.
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 Teknik Mesin dan Manufaktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

7. Seluruh Dosen Teknik Mesin dan Manufaktur yang telah mendidik dan membeikan ilmu selama berkuliah di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung dan seluruh staff yang selalu sabar melayani segala administrasi selama proses penelitian ini.
8. Teman- teman seperjuangan terutama keluarga besar kelas B Teknik Mesin dan Manufaktur 2019, yang telah memberikan motivasi, semangat, doa, dan pengertiannya kepada penulis, khususnya muhammad verdian, adam smith, andri widian, dan ummi khalsum yang selalu memancarkan aura positif terkait pengerjaan tugas akhir ini.
9. Sahabat – sahabat terkhususnya keluarga besar WUG EMPIRE, yang selalu siap dan siaga mendengar curhatan hati serta selalu memberi motivasi kepada penulis.
10. Dan semua pihak yang telah memberikan motivasi serta dukungannya dalam kelancaran pengerjaan tugas akhir ini, yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari skripsi ini jauh dari kata sempurna, karena keterbatasan ilmu yang penulis miliki. Untuk itu penulis dengan kerendahaan hati mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun dari semua pihak demi membangun laporan penelitian ini.

Harapan penulis skripsi ini semoga dapat berguna dan bermanfaat bagi pihak-pihak yang terkait, lingkungan Teknik Mesin dan Manufaktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, serta para pembaca pada umumnya.

Sungailiat, 15 Januari 2023

Penulis



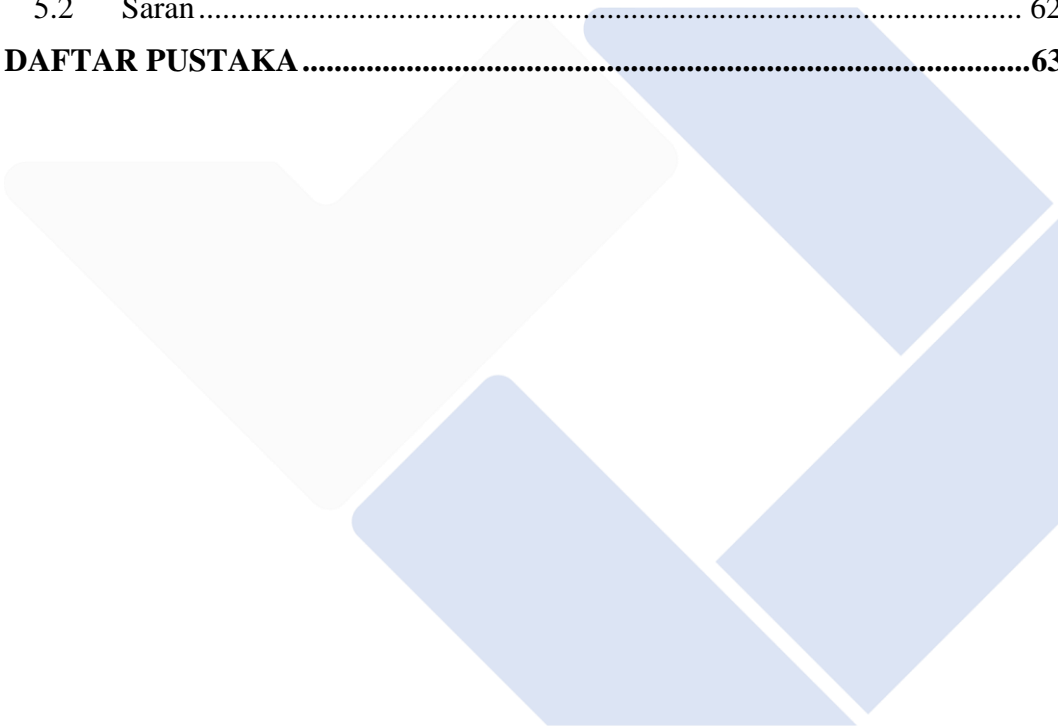
Muhammad Rizllah Aththabary Priatama

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Mesin Bubut CNC	5
2.1.1 Pengertian Mesin Bubut CNC.....	5
2.1.2 Prinsip Kerja Mesin Bubut CNC	5
2.1.3 Bagian – Bagian utama Mesin CNC	6
2.1.4 Pemrograman Mesin Bubut CNC	7
2.1.5 Parameter Mesin Bubut CNC.....	10
2.2 Baja AISI 1045	11
2.2.1 Pengertian Baja AISI 1045.....	11
2.2.2 Penggunaan Baja AISI 1045	12
2.2.3 Unsur Baja AISI 1045	13
2.2.4 Sifat Mekanik Baja AISI 1045.....	13
2.3 Kekasaran Permukaan	13
2.4 Alat Potong.....	16
2.5 Metode Taguchi.....	17

2.5.1	Pengertian Metode Taguchi	17
2.5.2	Tahapan Desain Eksperimen Taguchi.....	18
2.5.2.1	Tahap Perencanaan Eksperimen.....	18
2.5.3	Tahap Analisis.....	20
BAB III METODE PENELITIAN		23
3.1	Tahapan Penelitian	23
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian	24
3.3	Alat dan Bahan	24
3.3.1	Alat Penelitian.....	24
3.3.2	Bahan Penelitian.....	28
3.4	Parameter Penelitian.....	29
3.4.1	Parameter Terikat (<i>Dependent Parameter</i>).....	29
3.4.2	Parameter Bebas (<i>Independent Parameter</i>).....	29
3.4.3	Parameter Kontrol	29
3.4.4	<i>Noise</i>	30
3.5	Prosedur Percobaan	30
3.6	Pengambilan Data Hasil Percobaan.....	36
3.7	Analisa Data	37
3.8	Kesimpulan.....	37
BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN.....		38
4.1	Hasil Pengujian.....	38
4.2	Analisis Varian Taguchi.....	40
4.2.1	Perhitungan Mean Terhadap Respon	40
4.2.1.1	Perhitungan Langsung Rata-rata Terhadap Respon	42
4.2.1.2	Analisa Varians Rata-rata Kekasaran Permukaan Baja AISI 1045	43
4.2.1.3	Perhitungan faktor A	44
4.2.1.4	Perhitungan faktor B	44
4.2.1.5	Hipotesa Rata-rata Nilai Kekasaran Permukaan	47
4.2.1.6	Prediksi Rata-rata Kekasaran Permukaan Yang Optimum	49
4.2.2	Perhitungan Rasio S/N Terhadap Respon	50
4.2.2.1	Pengaruh Level Dari Parameter Terhadap Nilai Rasio S/N Kekasaran Permuakaan	52

4.2.2.2 Analisa varians rasio S/N	52
4.2.2.3 Perhitungan faktor A	53
4.2.2.4 Perhitungan faktor B	54
4.2.2.5 Hipotesa Rata-rata Nilai Kekasaran Permukaan	56
4.2.2.6 Prediksi Rata-rata Kekasaran Permukaan Yang Optimum	58
4.2.3 Percobaan Konfirmasi	59
4.2.3.1 Hasil Pengolahan Data Eksperimen Kombinasi Awal	59
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	62
5.1 Kesimpulan	62
5.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Macam-macam kode G dan kegunaannya	9
Tabel 2. 2	Macam-macam kode M dan kegunaannya.....	10
Tabel 2. 3	Unsur Yang Terdapat Pada Baja Karbon AISI 1045	13
Tabel 2. 4	Sifat mekanik baja karbon AISI 1045.....	13
Tabel 2. 5	Tingkat Kekasaran dari N1 – N12	15
Tabel 2. 6	Proses pengerjaan untuk kekasaran permukaan.....	16
Tabel 2. 7	Matrik Ortogonal L9(3 ²) OA	20
Tabel 2. 8	Tabel ANOVA	21
Tabel 3. 1	Spesifikasi Surface Roughness Tester SJ-210	27
Tabel 3. 2	Daftar Parameter Bebas dan Level	29
Tabel 3. 3	Daftar Parameter Kontrol dan Level.....	29
Tabel 3. 4	kegunaan alat pendukung pada proses pengukuran	34
Tabel 3. 5	Pengujian Kekasaran Variasi Parameter	37
Tabel 4. 1	Data Hasil Pengujian Kekasaran.....	38
Tabel 4. 2	Lanjutan Data Hasil Pengujian Kekasaran.....	39
Tabel 4. 3	Data Hasil Pengukuran Kekasaran.....	40
Tabel 4. 4	Data Hasil Pengukuran Kekasaran dengan Software Analisis.....	41
Tabel 4. 5	Respon Parameter terhadap Mean.....	41
Tabel 4. 6	Pengaruh dari Fakor Kecepatan Spindle dan Feeding Terhadap Kekasaran Permukaan Baja AISI 1045.....	43
Tabel 4. 7	Analisa Varians Rata-rata Kekasaran Permukaan Baja AISI 1045	46
Tabel 4. 8	Hipotesa Analisa Nilai Kekasaan Permukaan.....	47
Tabel 4. 9	Hasil Perhitungan Rasio S/N.....	51
Tabel 4. 10	Respon Rasio S/N Parameter	52
Tabel 4. 11	Analisa Varians Rata-rata Kekasaran Permukaan Baja AISI 1045 ...	56
Tabel 4. 12	Hipotesa Analisa Nilai Kekasaan Permukaan.....	56
Tabel 4. 13	Persen Kontribusi	58
Tabel 4. 14	Kombinasi Parameter Proses Kondisi Awal Dan Kondisi Optimum	59
Tabel 4. 15	Perhitungan Kombinasi Awal dan Akhir	59

Tabel 4. 16 Perhitungan S/N Untuk Masing-masing Respon 60

Tabel 4. 17 Perbandingan Kombinasi 60



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Metode Incremental.....	8
Gambar 2.2 Metode Absolute	8
Gambar 2.3 Profil Permukaan Kekasaran	14
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	23
Gambar 3. 2 Mesin Bubut CNC MORI SEIKI SL-25	24
Gambar 3. 3 Mata Potong Insert Carbide.....	25
Gambar 3. 4 Spesifikasi Mata Potong Insert Carbide	26
Gambar 3. 5 Surface Roughness Tester Mitutoyo J-210	26
Gambar 3. 6 Jangka Sorong ketelitian 0,05 mm	28
Gambar 3. 7 Ukuran dan Benda kerja.....	28
Gambar 3. 8 Baja AISI 1045.....	30
Gambar 3. 9 Alat Pendukung Lainnya	31
Gambar 3. 10 Pemasangan Benda Kerja.....	31
Gambar 3. 11 Pemasangan Insert Carbide CNMG	32
Gambar 3. 12 Seting Parameter Sesuai dengan Kombinasi.....	32
Gambar 3. 13 Benda kerja setelah Proses Pemesinan Bubut CNC.....	33
Gambar 3. 14 Alat Pendukung V-Block dan Holder Dial	34
Gambar 3. 15 Proses Kalibrasi Surface Roughness Tester	35
Gambar 3. 16 Seting Pengukuran Benda Kerja Pada Alat Ukur.....	35
Gambar 3. 17 Proses Pengambilan Data Nilai Kekasaran Permukaan	36
Gambar 3. 18 Gambar Tahap Penguian Kekasaran Benda Kerja	36
Gambar 4. 1 Grafik Kekasaran Mean untuk Setiap level Parameter	42
Gambar 4. 2 Grafik Respon Rasio S/N Setiap Level Parameter.....	51

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup
- Lampiran 2 Dokumen Penelitian
- Lampiran 3 Tabel Distribusi T 90%
- Lampiran 4 Form Monitoring
- Lampiran 5 Form Bimbingan
- Lampiran 6 Form revisi
- Lampiran 7 Bukti bukan Plagiasi

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi yang begitu pesat membuat manusia harus berfikir kreatif dalam melakukan inovasi. Sebagai buktinya ialah semakin canggih teknologi yang dapat meringankan aktifitas manusia dalam kegiatan sehari-hari. Seiring berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi peningkatan produksi harus diringi dengan peningkatan kualitas hasil produksi. Hal inilah yang dapat memicu perkembangan teknologi yang sangat pesat di sektor industri. Di zaman yang sudah berkembang seperti sekarang ini, peralatan teknik biasanya diproduksi menggunakan mesin. Hal ini dilakukan supaya dapat menghemat waktu produksinya dan efisien tenaga kerja sehingga didapat biaya produksi yang lebih murah (Cristina Tri Kartikasari, 2009).

Lamanya proses produksi dapat memicu peningkatan harga produksinya, maka dari itu harga produk akan mahal dan akan kalah saing dengan produk dari luar negeri. Akibatnya berkembanglah proses produksi yang awalnya menggunakan mesin konvensional menjadi mesin otomatis berbasis komputer. Contohnya ialah mesin CNC (*Computer Numerical Control*). Mesin CNC ialah mesin perkakas yang sistemnya dikontrol atau digerakan menggunakan kode numerik (Elvys & Arisandi, 2017).

Agar mendapatkan hasil kualitas produksi yang bagus pada proses pemesinan cnc yang paling mempengaruhi ialah kekasaran permukaannya karena semakin kecil kekasaran pada permukaan benda kerja maka kualitasnya sangat baik dan akan mendapatkan nilai jual yang tinggi.

Seperti yang dikatakan oleh (Abbas, 2013) Kekasaran permukaan merupakan hal yang paling mempengaruhi terhadap hasil kualitas produk yang dihasilkan mesin CNC. Hampir rata-rata kekasaran permukaan yang paling dilihat untuk menentukan kualitasnya. Menurut (Sidi, 2010) Yang menyebabkan kekasaran permukaan antara lain ialah kondisi pemotongan yaitu kecepatan potong,

putaran spindle, kedalaman pemakanan, arah potong, media pendingin serta material yang digunakan pada alat potong dan benda kerja.

Penelitian mengenai pengaruh putaran spindle (RPM) terhadap kekasaran permukaan pernah diteliti oleh (Adrianto, 2011) meneliti tentang pengaruh kecepatan *spindle*, kedalaman pemakanan dan kecepatan pemakanan terhadap nilai kekasaran permukaan benda kerja baja st 40 pada proses pemesinan CNC bubut. Dari hasil penelitian mereka didapatkan hasil kesimpulannya ialah pengaruh kecepatan *spindle*, *deft of cut*, dan *feeding* terhadap nilai kekasaran pada baja st 40, yang mendapatkan nilai kekasaran terkecil pada saat menggunakan parameter kecepatan *spindle* 1250 rpm, *deft of cut* 0,25mm, dan *feeding* 0,07/rev dengan nilai kekasaran 1,30 μm .

(Imam Syafi,i & Cnc, 2019) meneliti juga tentang pengaruh kecepatan spindle, pada penelitian tersebut mereka memvariasi kecepatan putaran spindle (RPM) 1000 dan 1500 rpm, dengan *feeding* (0,15 mm/rev), dan *depth of cut* 0,5 dan 1mm panjang penyayatan 47,4 menggunakan material baja SGD 400 D. dari penelitian tersebut didapatkan simpulan bahwa putaran *spindle* dan media pendingin sangat berpengaruh terhadap kekasaran, kekasaran terkecil didapatkan pada penelitian menggunakan *feeding* 0.15 mm /rev dan putaran spindle 1500rpm dengan media pendingin dromus dengan hasil 2,368 μm .sedangkan kekasaran terbesar didapatkan pada penelitiaian menggunakan *feeding* 0,15 mm/rev dan putaran spindle 1000 rpm tanpa media pendingin dengan hasil 8,985 μm .

Penelitian berikutnya, yang diteliti oleh (Marendi Nopiansyah Mesin et al., 2021) tentang pengaruh kecepatan spindle, pada penelitiannya diamenggunakan bahan baja ST40 dan pada pengujian tersebut menggunakan alat ukur *Surface Roughness Tester*, pada pengujian tersebut menggunakan 3 faktor, yang pertama dengan variasi kecepatan putaran spindle 1459 rpm, 1526 rpm, dan 1592 rpm, faktor kedua dengan variasi *dept of cut* 0,4mm, 0,6mm, dan 0,8mm, dan yang ketiga menggunakan variasi *feeding* 0,25 mm/rev dan 0,30 mm/rev. penelitian menggabungkan faktor-faktor tersebut, didapatkanlah 9 kondisi dengan 1kali pengulangan, dengan panjang pengujian 50 mm dan diameter material 24 yang sudah di facing, pada penelitian tersebut didapatkanlah kesimpulan bahwa kecepatan

spindel sangat berpengaruh pada kekasaran permukaan. Kekasaran terendah didapatkan pada penelitian menggunakan variasi 1526 rpm dengan *depth of cut* 0,6 dan *feeding* 0,25 mm/rev, dengan kekasaran sebesar 0.385 μm .

Penentuan benda kerja juga berpengaruh pada hasil nilai kekasaran pada proses pemesinan CNC bubut, ada beberapa faktor yang harus diperhatikan antara lain ialah kemampuan bentuk, pembebanan, pertimbangan fungsi, dan kemudahan untuk mendapatkannya.(Lesmono, 2013) mempertimbangkan beberapa faktor tersebut, banyak para peneliti yang sudah meneliti terkait pengaruh kecepatan putaran spindel terhadap kekasaran permukaan benda kerja, akan tetapi untuk mencari pengaruh kecepatan putar spindel terhadap baja AISI 1045 agar mendapatkan nilai kekasaran yang minimum. Penulis ingin melakukan penelitian terkait baja AISI 1045 tersebut.

Baja AISI 1045 termasuk baja karbon *steel* dengan persentase karbon 0,45%. Pemilihan baja tersebut dikarenakan dalam pembuatan peralatan pemesinan baja tersebut mudah didapatkan dipasaran dan biaya yang murah(Pramono, 2011). Menurut standar (ASM International Hand, 1997) ASTM A827-85 kandungan unsurnya karbon 0,42-0,50%, mangan 0,60-0,90%, fosfor maksimum 0,035 %, sulfur maksimum0,040%, silicon 0,15-0,40 %.

1.2 Rumusan Masalah

Dengan latar belakang diatas, dapat disimpulkan rumusan masalah yang dilakukan pada penelitian ini adalah apakah pengaruh kecepatan *spindle* (rpm) dan *feeding* berpengaruh terhadap kekasaran permukaan material baja AISI 1045 pada proses pemesinan CNC bubut.

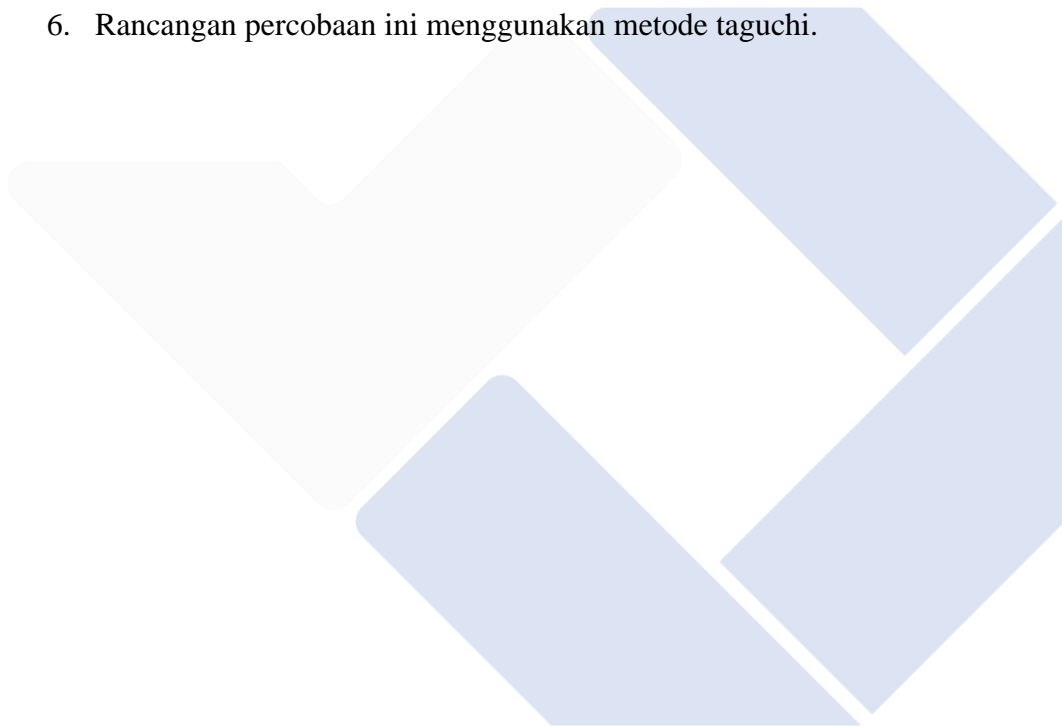
1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil dari pengaruh kecepatan putar *spindle* dan *feeding* pada proses pengerjaan mesin bubut CNC Mori seiki SL-25 pada baja AISI 1045 agar didapatkan nilai kekasaran yang minimum dan untuk mengetahui seberapa besar persen kontribusi pada pengaruh parameter terhadap nilai kekasaran permukaan terendah.

1.4 Batasan Masalah

Agar masalah dalam penelitian ini lebih terfokus pada tujuan agar tidak menyimpang dari tujuan penelitian yang akan dilakukan, maka penelitian ini membatasi beberapa permasalahan yang diangkat antara lain:

1. Proses pemesinan menggunakan mesin bubut CNC Mori Seiki SL – 25.
2. Spesimen yang digunakan pada penelitian ini adalah Baja AISI 1045.
3. Dimensi benda kerja adalah diameter x panjang = $\text{Ø}30 \times 100$ mm.
4. Pahat yang digunakan adalah *Carbide* CNMG 120408- MA.
5. Pengujian kekasaran menggunakan *Surface Roughness Tester*.
6. Rancangan percobaan ini menggunakan metode taguchi.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mesin Bubut CNC

2.1.1 Pengertian Mesin Bubut CNC

Mesin bubut CNC (*Computer numerically controlled*) ialah mesin perkakas yang sistemnya dikontrol atau digerakan menggunakan kode numerik (Elvys & Arisandi, 2017). Merupakan bentuk suatu perkembangan teknologi komputer, dimana mesin bubut CNC memiliki perpaduan antara teknologi komputer dan teknologi mekanik, dengan kombinasi tersebut maka proses pemesinan bubut CNC dapat dilakukan dengan akurat, tepat dan fleksibel. Karena keunggulan tersebut, industri besar kini menggunakan mesin bubut CNC untuk produksi yang tinggi. Selain itu, produsen dapat memenuhi kualitas yang diinginkan konsumen (Lilih, 2003).

Secara umum, jika melihat dari kondisi kerja di industri. Mesin bubut CNC dibagi menjadi dua kelompok, ialah mesin bubut unit pelatihan dan mesin bubut CNC produksi. Prinsip kerja kedua mesin ini pada dasarnya sama. Mesin bubut unit pelatihan biasanya digunakan untuk pelatihan dasar pengoprasian dan pemrograman CNC yang dilengkapi EPS (*External Programming System*) juga dapat digunakan untuk produksi kecil. Sedangkan mesin bubut CNC produksi digunakan untuk produksi yang banyak, perbedaannya dengan mesin CNC unit pelatihan adalah mesin ini dilengkapi dengan aksesoris modifikasi sesuai kebutuhan produksi, seperti dilengkapi dengan sistem pembuka pintu otomatis, chuk dengan sistem hidrolik, pembungan tatal dan lainnya (Lilih, 2003).

2.1.2 Prinsip Kerja Mesin Bubut CNC

Prinsip pengoprasian mesin bubut CNC pada dasarnya sama dengan prinsip kerja mesin konvensional. Mesin bubut CNC memiliki prinsip gerak dasar sumbu X dan Z, dimana benda kerja yang dicengkeram berputar dan dimakan oleh pahat stasioner. Arah gerak pada mesin bubut CNC dengan simbol X mewakili gerak

lateral yang tegak lurus terhadap sumbu rotasi. Simbol sumbu Z digunakan untuk arah gerak longitudinal yang sejajar dengan sumbu rotasi. (Widarto, 2008)

2.1.3 Bagian – Bagian utama Mesin CNC

1. Motor utama

Bagian ini sebagai penggerak utama mesin bubut, yang menggerakkan *spindle* chuck agar benda-benda kerja berputar. Motor ini merupakan motor arus searah (DC) berkecepatan variabel.

2. Eretan

Merupakan sebagai penggerak sumbu dalam pengoperasian mesin, pada mesin bubut CNC memiliki 2 bagian sumbu sebagai berikut:

- a. Sumbu Z (eretan memanjang)
- b. Sumbu X (eretan melintang)

3. Step motor

Step motor berfungsi menggerakkan eretan, yaitu menggerakkan sumbu X dan Z. Sumbu X berkerja sebagai memotong benda kerja dan sumbu Z bekerja menyayat benda kerja.

4. Kepala Lepas (*Tail Stock*)

Berfungsi sebagai tempat pemasangan senter putar pada proses pembubutan. Misalnya untuk benda kerja yang relatif panjang, sehingga putaranpun menjadi stabil, dan kekuatan pengekamannya juga lebih kuat. Sehingga proses pemesinan dapat diselesaikan dengan lancar.

5. Rumah Alat Potong

Bertindak sebagai penjepit alat pemotong pada saat selama pengoperasian mesin. Perkakas yang digunakan sering disebut *revolver* atau *tool turret*, *revolver* digerakan oleh motor stepper sehingga bisa digerakan secara manual dan terprogram.

6. Cekam (*Chuck*)

Chuck ini berfungsi untuk menjepit benda kerja pada saat proses pemotongan berlangsung, agar hasil yang maksimal, pengekaman benda harus sangat kuat.

7. Meja Mesin

Meja mesin berfungsi sebagai landasan atau lintasan alat potong yang dipasang di turret, meja mesin sangat berpengaruh pada hasil pekerjaan, hal ini dikarenakan gerakan sumbu Z (gerakan memanjang) tertumpu pada meja mesin ini, jika meja mesin sudah cacat atau aus maka sudah dipastikan hasil yang diperoleh tidak akan maksimal dan benda kerja juga bisa rusak. Agar kelancaran pada meja mesin maka dari itu kebersihan terhadap meja mesin harus dijaga dari bram atau debu hasil pembubutan, maka dari itu setiap selesai menggunakan mesin harus di bersihkan dan diberi pelumas.

8. Panel Kontrol

Panel kontrol adalah otak dari mesin CNC. Dimana semua program dikendalikan oleh panel ini. Operator mesin mengontrol seluruh mesin CNC menggunakan panel kontrol atau tombol pada panel ini, dari menghidupkan mesin hingga penyelesaian pekerjaan. Dapat digunakan juga untuk mentransfer program melalui USB port yang tersedia. Pada bagian ini merupakan bagian terpenting dalam pengoperasian mesin CNC.

2.1.4 Pemrograman Mesin Bubut CNC

Pemrograman merupakan proses dimana memasukan data ke komputer mesin dengan Bahasa mesin itu sendiri yang berupa kode numerik, yaitu bahasa gabungan antara huruf dan angka. Untuk memberikan perintah mesin CNC apa yang harus dikerjakan pada proses pengoperasian pembubutan mesin CNC ini.

1. Metode pemrograman

Pemrograman bubut CNC secara umum dibagi menjadi 2 metode yakni metode inkremental dan metode absolut.

a. Metode *Incremental*

Metode *incremental* adalah suatu sistem pemrograman yang titik acuannya tidak selalu sama dimana titik awal sistem ini selalu berpindah pada titik akhir dimana dia berhenti. Seperti contoh Gambar 2.1 berikut ini:

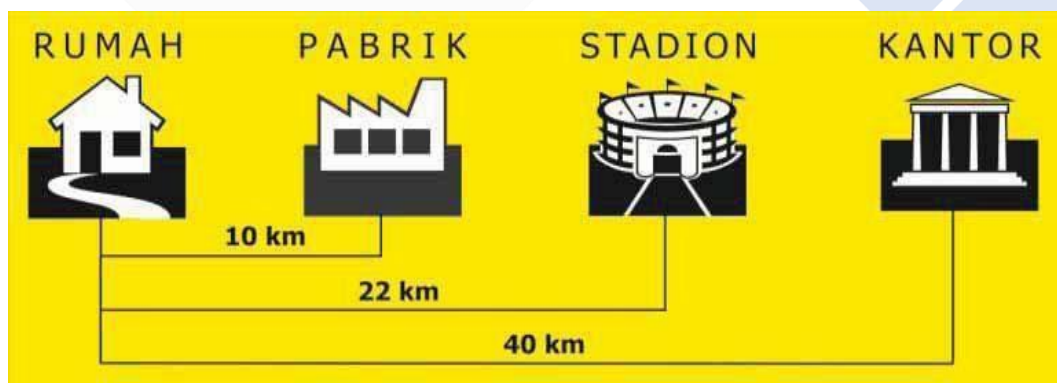


Gambar 2.1 Metode *Incremental*

Sumber : (Widarto, 2008)

b. Metode *Absolute*

Metode *absolute* ialah suatu metode pemrograman dimana yang titik acuannya selalu berada pada titik yang sama yaitu titik acuan atau posisi untuk semua dimensi. Seperti Gambar 2.2 berikut ini:



Gambar 2.2 Metode *Absolute*

Sumber : (Widarto, 2008)

1. Bahasa Pemrograman

Bahasa pemrograman adalah format intruksi dalam satu blok menggunakan kode yang merupakan kode angka, huruf dan simbol. *Machine Control Unit* (MCU). Ada alat mesin yang dikendalikan secara numerik yang digunakan untuk membantu menerjemahkan pengkodean ke dalam gerakan

persumbuhan tergantung pada bentuk hasil yang diinginkan (Widarto, 2008).

Pembuatan atau penggunaan kode harus sesuai dengan kriteia yang telah ditetapkan oleh industri yang telah membuat mesin CNC agar kode yang telah dibuat dapat dibaca oleh mesin CNC kode yang biasanya digunakan ialah kode G dan kode M.

Berikut macam – macam bahasa kode G yang sering digunakan dapat dilihat dari Tabel 2.1 berikut:

Tabel 2. 1 Macam-macam kode G dan kegunaannya

Kode G	Kegunaan
G00	Perintah pergerakan cepat atau pemakanan
G01	Perintah pergerakan pemakanan lurus
G02	Perintah pergerakan melingkar searah jarum jam
G03	Perintah pergerakan pemakanan melingkar berlawanan arah jarum jam
G04	Perintah gerakan berhenti sesaat
G40	Membatalkan kompensasi radius
G41	Untuk pembubutan diameter dalam
G42	Untuk pembubutan diameter luar
G54	Berarti titik nol benda kerja diaktifkan
G70	Perintah <i>finishing</i>
G71	Perintah pemakan berulang secara otomatis
G90	Pemrograman absolut
G91	Pemrograman inkremental
G92	Pembuatan ulir
G96	Mengatur kecepatan potong
G97	Pengaturan kecepatan potong konstan <i>OFF</i>

Sedangkan untuk kode M dan kegunaannya yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 2.2 berikut:

Tabel 2. 2 Macam-macam kode M dan kegunaannya

Kode M	Kegunaan
M02	Program berakhir
M03	<i>Spindle ON</i> dengan searah putaran jarum jam
M04	<i>Spindle ON</i> dengan berlawanan arah putaran jarum jam
M05	<i>Spindle OFF</i> (spindel stop)
M08	Menghidupkan pendingin
M09	Mematikan pendingin
M30	Akhir program dan mengembalikan posisi tool terakhir

2.1.5 Parameter Mesin Bubut CNC

Adapun beberapa parameter yang perlu diperhatikan dalam proses pengoprasian mesin bubut pada umumnya yaitu kecepatan putaran *spindle* (*RPM*), gerak pemakanan (*feeding*), dan kedalaman pemakanan (*depth of cut*).

1. Kecepatan Putar *Spindle*

Terdapat berbagai faktor yang mempengaruhi suatu kekasaran permukaan benda kerja, termasuk kecepatan putaran *spindle* (*RPM*). Spindel dan benda kerja selalu berhubungan dengan kecepatan putaran (Widarto, 2008). Kecepatan putaran sering disebut putaran per menit (rotation per minute, rpm). Kecepatan putar suatu mesin bubut dapat disimpulkan sebagai kemampuan kecepatan putar spindel selama mesin bubut beroperasi melakukan pemotongan dengan menggunakan pahat potong permukaan benda kerja, dalam satuan putaran/menit.

$$n = \frac{vc}{\pi \times d} \text{ m/min} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana: vc= Kecepatan Potong (mm/min)

d = Diameter Benda Kerja (mm)

n = Kecepatan putar (rpm)

Jadi dapat disimpulkan bahwa kecepatan putar *spindle* (RPM) sebanding dengan kecepatan potong (m/menit), sehingga semakin tinggi RPM, maka semakin besar kecepatan potongnya.

2. Kecepatan pemakanan (*Feeding Rate*)

Gerak makan (*feeding*) adalah jarak yang tempuh oleh pahat setiap benda kerja berputar satu kali, sehingga satuan f adalah mm/putaran.

$$V_f = f \times n \text{ (mm/menit)} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana:

V_f = Kecepatan Pemakanan (mm/menit),

F = Gerak makan (mm/rev).

n = Putaran spindel (rpm).

3. Kedalaman pemakanan (*Depth Of Cut*).

Kedalaman pemakanan adalah tebalnya suatu bagian benda kerja yang disayat oleh alat potong dalam satu proses penyayatan atau jarak antara permukaan yang telah dilakukan pemotongan antara permukaan yang belum dilakukan pemotongan (Arifin, 2020). Jadi dapat disimpulkan kedalaman pemakanan adalah besarnya kedalaman pemotongan yang diberikan pada proses pembubutan

Adapun rumus kedalaman potong yaitu:

$$a = \frac{d_o}{d_m} \text{ (mm)} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana:

d_o = Diameter awal (mm)

d_m = Diameter akhir (mm)

2.2 Baja AISI 1045

2.2.1 Pengertian Baja AISI 1045

Baja AISI 1045 merupakan baja karbon dengan kandungan karbon 0,43% hingga 0,50% sehingga baja tergolong baja karbon sedang. AISI adalah standarisasi baja dari AISI (*American Iron and Steel Institute*) dan SAE (*Society of Automotive Engineers*). Menurut standarisasi AISI dan SAE ada beberapa ketentuan yang

dinyatakan dalam 4 atau 5 digit (Rifnaldi & Mulianti, 2019). Angka (1) pada awalan yang artinya jenis baja, (2) kedua menunjukkan bahwa adanya kandungan unsur baja paduan sederhana dan modifikasi, (3) dua atau tiga digit angka terakhir menunjukkan presentase kandungan karbon (%), (4) jika ada huruf sebelum angka maka huruf tersebut menunjukkan proses pembuatan baja.

Oleh karena itu, yang terdapat pada baja AISI 1045 pada angka 10 menunjukkan baja karbon atau baja karbon biasa sedangkan dua digit terakhir atau angka 45 menunjukkan adanya kandungan karbon dengan presentase 0,45% (Pramono, 2011). Baja AISI 1045 juga memiliki karakter dan sifat manufaktur yang sangat baik sifat mekanik tahan terhadap las, tahan terhadap mesin dan kekerasan dan memiliki ketahanan aus yang kuat.

2.2.2 Penggunaan Baja AISI 1045

Baja AISI 1045 digunakan sebagai bahan utama untuk pembuatan poros motor, rantai, roda gigi, batang piston dan bagian atau komponen bantalan. Menurut (Pramono, 2011) detail – detail tersebut sering digunakan sebagai suku cadang otomotif, seperti roda gigi, bantalan, dan as roda pada kendaraan roda dua. (Yusman, 2018) secara umum ia juga menyelidiki penggunaan baja AISI 1045, yang banyak digunakan dalam pembuatan suku cadang mesin dan perkakas.

Sedangkan menurut (Rifnaldi & Mulianti, 2019) kegunaan baja AISI 1045 lebih banyak digunakan pada komponen suatu mesin seperti pada poros, roda gigi, batang penghubung piston dan komponen pada rantai, tergantung penggunaannya. Berikut fungsi bagian – bagian mesin yang terbuat dari baja AISI 1045 adalah:

- Roda gigi berfungsi sebagai elemen transmisi atau transmisi tenaga
- Poros bertindak sebagai meneruskan tenaga bersama putaran
- Batang penghubung piston berfungsi sebagai pemindah gaya
- Rantai bertindak sebagai elemen transmisi dan rotasi.

Dalam penerapannya, baja AISI 1045 wajib memiliki mampu haus yang baik, karena sesuai dengan fungsi tersebut mampu menahan haus akan pengecilan ukuran yang terjadi akibat gesekan pada komponen.

2.2.3 Unsur Baja AISI 1045

Adapun kandungan unsur yang terdapat pada baja karbon AISI 1045 menurut standar ASTM A 827-85 dapat dilihat dari Tabel 2.3 berikut:

Tabel 2. 3 Unsur Yang Terdapat Pada Baja Karbon AISI 1045

Unsur		Sifat Mekanik Lainnya
<i>Carbon</i>	0,42-0,50	<i>Tensile strenght</i>
<i>Mangan</i>	0,60-0,90	<i>Yield strenght</i>
<i>Sulfur</i>	Maks. 0,035	<i>Elongation</i>
<i>Fosfor</i>	Maks. 0,040	<i>Reduktion in area</i>
<i>Silican</i>	0,15-0,40	<i>Hardness</i>

Sumber: AISI (*American Iron and Steel Institute*)

2.2.4 Sifat Mekanik Baja AISI 1045

Sifat-sifat mekanik Baja AISI 1045 menurut standar ASTM A 827-85 dapat dilihat dari Tabel 2.4 berikut:

Tabel 2. 4 Sifat mekanik baja karbon AISI 1045

Sifat Mekanik	Keterangan
Kekuatan Tarik	396 N/mm ²
Kekuatan Luluh	380 N/mm ²
Elongation	16 % /mm ²
Modulus Elastisitas	200 Gpa
Massa Jenis	7,89 gr/cm

Sumber: AISI (*American Iron and Steel Institute*)

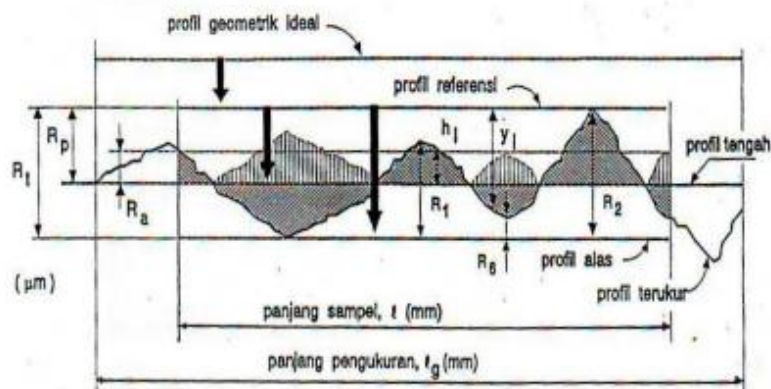
2.3 Kekasaran Permukaan

Pada proses pemesinan bubut kualitas yang mempengaruhinya oleh dua faktor yaitu kekasaran permukaan benda kerja dan kepresisian ukuran-ukuran benda kerja. Berdasarkan faktor-faktor tersebut maka hasil pembubutan yang baik ialah mempunyai tingkat kekasaran yang minimum dan benda kerja sesuai dengan ukuran yang diinginkan (kepresisian). Benda kerja setelah dikerjakan menggunakan mesin CNC, akan terjadi ketidakaturan konfigurasi permukaan

berupa goretan atau meninggalkan bekas berupa lembah dan puncak yang disebut dengan kekasaran permukaan.

Kekasaran permukaan suatu ketidakaturan konfigurasi dan kekeliruan ciri khas permukaan berupa goretan terdapat pada suatu profil permukaan. Disebabkan oleh beberapa macam faktor, diantaranya yaitu; dimensi pahat, parameter yang digunakan, dan kerusakan jalur pada gram. Kekasaran permukaan dapat dinyatakan sebagai jarak rata – rata antara profil ke garis tengah atau dapat juga dinyatakan dengan memperlakukan jarak lembah terdalam dengan puncak tertinggi pada benda kerja sebagai ukuran kekasaran permukaan.

Parameter Kekasaran Permukaan, agar mengetahui suatu kekasaran permukaan, sensor alat ukur digerakkan melewati garis lurus atau lintasan dengan jarak yang telah ditentukan. setelah alat ukur bergerak sesaat sampai dengan ujung lintasan alat ukur menghitung nilai kekasaran permukaannya, alat ukur melakukan perhitungan berdasarkan data yang dideteksi oleh sensor ujung jarum (Rochim, 2007). Berikut adalah Gambar 2.3 profil permukaan kekasaran.



Gambar 2.3 Profil Permukaan Kekasaran

Sumber : (Rochim, 2001)

Kekasaran permukaan memiliki parameter terdistribusi dari profil geometri ideal, profil tengah, profil dasar, dan profil terstruktur. Berikut merupakan parameter untuk mengukur nilai kekasaran permukaan:

1. Kedalaman Total (Rt)

Kedalaman total ialah tingkat jarak profil dasar sampai profil referensi (μm).

2. Kedalaman perataan (Rp)

Kedalaman perataan merupakan jarak antara profil terukur dsampai dengan profil referensi dan dirata-ratakan.

3. Kekasaran Rata – Rata Aritmatik (Ra)

Kekasaran rata-rata merupakan suatu nilai dari harga rata-rata aritmetis dari profil terukur dan profil tengah.

$$R_a = Ra = \frac{1}{n} \sum y (\mu\text{m}) \dots\dots\dots (2.3)$$

Harga kekasaran rata-rata (Ra) yang diijinkan atau maksimal ditulis diatas simbol segitiga. Satuan yang digunakan harus sama dengan kaidah dalam gambar teknik (metrik atau inchi). Jika angka kekasaran Ra minimum diperlukan, maka dituliskan dibawah kekasaran yang paling tinggi. Angka kekasaran menurut ISO atau DIN dapat di tentukan menjadi dua belas tingkat kekasaran. Tingkat kekasaran ini dilambangkan dari N1 sampai N12 seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.5 dibawah ini:

Tabel 2. 5 Tingkat Kekasaran dari N1 – N12

Kekasaran Ra (μm)	Tingkat 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

Dalam proses pemesinan pada pengerjaan akhir untuk menentukan kekasaran permukaan objek yang dikerjakan pada proses pemesinan bubut

(*turning*) dimana kekasaran permukaan rata-rata (Ra) yang distandarkan dapat dilihat dari Tabel 2.6 dibawah ini:

Tabel 2. 6 Proses pengerjaan untuk kekasaran permukaan

Proses pengerjaan	Selang (N)	Harga Ra
<i>Flat and cylindrical lapping,</i>	N1 - N4	0,025 - 0,2
<i>Superfinishing diamond turning</i>	N1 - N6	0,025 - 0,2
<i>Flat cylindrical grinding</i>	N1 - N8	0,025 - 3,2
<i>Finishing</i>	N4 - N8	0,1 - 3,2
<i>Face and finishing roughness turning, milling and reaming</i>	N5 - N12	0,4 - 50
<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

2.4 Alat Potong

Menurut (Rochim, 2007). Alat potong merupakan komponen yang paling penting karena pahat bergerak melewati benda kerja dan berubah menjadi elemen utama pembentukan pahat ketika mengenai dengan benda kerja selama pemesinan. Alat potong sering digunakan dalam pemesinan bubut sering disebut sebagai pahat bubut. Pahat bubut adalah alat potong yang diperlukan dalam proses pembubutan sebab semua jenis pahat bubut dapat menghasilkan profil benda kerja berbentuk berbeda tergantung dengan keinginan pekerjaan, misalnya digunakan dalam membubut suatu permukaan / *facing*, *champer*, rata, bertingkat, tirus, ulir, ataupun memperbesar lubang.

Kemampuan pemotongan pahat bubut dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain jenis bahan digunakan, geometri pahat bubut, teknik yang digunakan dan sudut potong sesuai petunjuk pengerjaan yang ada. Jika berbagai faktor di atas dapat dipenuhi menurut kriteria yang ada maka alat potong akan bekerja dengan baik atau optimal.

Dengan berkembangnya industri dan produksi, masing – masing produsen pahat bubut biasanya memiliki katalog sendiri yang mendefinisikan parameter pemesinan sesuai dengan alat pembubutan yang akan digunakan dengan mencantumkan kriteria produk menurut standar ISO (*International Standardization Organization*), JIS (*Japan Industrial Standards*).

2.5 Metode Taguchi

2.5.1 Pengertian Metode Taguchi

Metode taguchi merupakan salah satu rencana percobaan dalam rencana percobaan, dan dapat mengontrol nilai parameter untuk tujuan peningkatan kualitas produk sehingga fluktuasi parameter dapat diminimalkan. Untuk mencapai tujuan peningkatan kualitas produk, metode taguchi tidak mempengaruhi parameter gangguan (*noise*) dari berbagai aspek, seperti bahan, tenaga manusia, rencana manufaktur, dan kondisi operasi, sehingga tidak terpengaruh oleh berbagai aspek (Soejanto, 2009).

Metode taguchi memiliki beberapa keunggulan dibandingkan metode lainnya. (Soejanto, 2009)

Keunggulan metode taguchi adalah sebagai berikut.

1. lebih efisien karena anda dapat menjalankan survei dengan lebih dari satu parameter dan dapat mencakup banyak level.
2. Memperoleh proses untuk menghasilkan pekerjaan yang stabil dan kokoh dari gangguan yang tidak dapat terkendali.
3. Menyelesaikan hasil respon optimal untuk penentuan level respon dan parameter terkendali.

Dari kelebihan metode taguchi lebih baik dari metode lainnya, ada beberapa kelemahan dalam metode taguchi.

Dengan kata lain memiliki desain struktur yang rumit, sehingga dalam hal ini perlu lebih berhati – hati dalam pemilihan rencana percobaan dan rencana percobaan yang sesuai dengan tujuan penelitian yang diinginkan.

2.5.2 Tahapan Desain Eksperimen Taguchi

2.5.2.1 Tahap Perencanaan Eksperimen

Pada tahapan ini terdiri dari beberapa langkah yang harus diperhatikan yaitu (Soejanto, 2009):

1. Perumusan Masalah

Perumusan masalah merupakan tahap awal yang harus dirumuskan secara spesifik dan harus jelas secara teknik sehingga dapat dituangkan kedalam percobaan yang nantinya dilakukan.

2. Tujuan Percobaan

Tujuan percobaan yang ditetapkan harus dapat menjawab masalah yang ada dalam rumusan masalah secara sistematis.

3. Penentuan Respon

Penentuan respon adalah perubahan nilai yang terkait dengan parameter – parameter lainnya.

4. Pemilihan Parameter Bebas

Pemilihan parameter bebas adalah parameter yang nilainya bervariasi secara bebas dari parameter- parameter lainnya. Pada tahap ini, parameter dipilih untuk menguji pengaruhnya terhadap respon yang sesuai. Dalam proses pengujian, tidak semua parameter yang diselidiki mempengaruhi respon. Agar percobaan dapat dilakukan secara efisien dan efektif.

5. Pembagian Parameter Kontrol dan Parameter Gangguan

Parameter – parameter yang diteliti dibagi menjadi parameter kontrol dan parameter gangguan. Karena ada pengaruh antara dua parameter, keduanya harus diidentifikasi dengan jelas. Parameter yang nilainya dapat dikendalikan disebut parameter kontrol, dan parameter yang nilainya tidak terkendali disebut parameter gangguan.

6. Pemilihan Jumlah level dan Nilai Parameter

Pemilihan jumlah level sangat mempengaruhi hasil ketelitian dan biaya dalam pelaksanaan percobaan nantinya, sehingga semakin banyak level yang diteliti maka semakin akurat hasil yang didapat dari percobaan, tetapi akan mempengaruhi kenaikan biaya percobaan.

7. Perhitungan Derajat Kebebasan

Derajat kebebasan adalah konsep untuk menghitung jumlah minimum percobaan dan digunakan untuk menguji parameter yang akan diperiksa. Derajat kebebasan (u_{mo}) dari matriks ortogonal dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$(u_{mo}) = \text{jumlah percobaan} - 1 \dots\dots\dots (2.4)$$

Derajat kebebasan dari parameter dan level (u_n) dapat ditentukan dengan persamaan berikut ini:

$$(u_n) = \text{jumlah level parameter} - 1 \dots\dots\dots (2.5)$$

8. Pemilihan Matriks Ortogonal

Pemilihan Matriks Ortogonal ditentukan oleh jumlah derajat kebebasan dari jumlah parameter dan jumlah level parameter tersebut. Pemilihan matriks ortogonal dimaksudkan untuk menentukan jumlah percobaan yang akan diselidiki dan untuk mengamati parameter percobaan. Matriks ortogonal adalah matriks faktor dan level yang tidak membawa pengaruh dari faktor atau tingkatan lain (Ishak, 2002). Ortogonal array adalah matriks faktor dan level yang disusun serupa itu sehingga suatu faktor dan level tidak tercampur dengan faktor dan level lainnya. Elemen matriks disusun dalam baris dan kolom. Baris adalah keadaan suatu faktor sedangkan kolom merupakan faktor yang bisa diubah. Notasi untuk ortogonal array ialah:

$$L_n = (I^f) \dots\dots\dots (2.6)$$

f = banyaknya suatu kolom

l = banyaknya suatu percobaan

n = banyaknya suatu percobaan

L = rancangan bujur sangkar latin (Iriawan, 2006).

Metode Taguchi menggunakan kumpulan matriks khusus yang dikenal sebagai matriks ortogonal. Bagian terpenting dari metode matriks ortogonal adalah pemilihan tingkatan variabel input untuk setiap percobaan. Matriks ortogonal $L_9(3^2)$ OA adalah salah satu matriks ortogonal standar, yang

terdiri dari beberapa tingkat digabungkan. Matriks ortogonal L9(3²) OA tercantum dalam Tabel 2.7 dibawah ini;

Tabel 2. 7 Matrik Ortogonal L9(3²) OA

NO	Kecepatan putaran spindel	Feeding
1	1	1
2	1	2
3	1	3
4	2	1
5	2	2
6	2	3
7	3	1
8	3	2
9	3	3

2.5.3 Tahap Analisis

Analisis of variance (ANOVA) adalah teknik yang digunakan untuk menganalisa data yang disusun dalam desain statistik (Soejanto, 2009). Dalam analisis ini dilakukan dengan menjabarkan semua variansi yang pada bagian yang akan diteliti. ANOVA digunakan sebagai alat analisis data percobaan yang terdiri dari dua atau lebih variabel. Pada tabel anova terdapat perhitungan derajat kebebasan(v), jumlah kuadrat (SS), kuadrat tengah (MS), dan F_{hitung} seperti Tabel 2.8 berikut ini:

Tabel 2. 8 Tabel ANOVA

Sumber	v	SS	MS	F-Rasio
A	Va	SSa	MSa	Fa
B	Vb	SSb	MSb	Fb
Error	Veror	SSeror	MSeror	
Total	Vt	SSt	-	

Berikut ini adalah persamaan untuk menghitung jumlah kuadrat, rata-rata kuadrat, derajat kebebasan dan nilai-F.(Soejanto, 2009)

1. *Sum of square (SS)*

Jumlah kuadrat setiap faktor, perhitungnagan faktor A:

$$SS_A = \frac{A_1^2}{n_{A1}} + \frac{A_2^2}{n_{A2}} + \frac{A_3^2}{n_{A3}} - \frac{T^2}{N} \dots\dots\dots (2.7)$$

2. Derajat kebebasan

Terdiri dari derajat kebebasan pada faktor, derajat kebebasan eror, dan derajat kebebasan total.

Vx = jumlah level dikurangi satu X-1 (2.8)

Vt = banyak semua level dikurang 1 (2.9)

Verror= Vt- (Va+Vb+... Vn (2.10)

3. *Mean square (MS)*

Rata – setiap faktor, perhitungan pada faktor A:

$$MS_A = \frac{SS_A}{V_A} \dots\dots\dots (2.11)$$

4. Jumlah kuadrat total (SSt)

$$SSt = \sum y^2 \dots\dots\dots (2.12)$$

5. Jumlah kuadrat rata-rata

$$Sm = n \times \bar{y}^2 \dots\dots\dots (2.13)$$

6. Jumlah kuadrat eror:

$$SS_{faktor} = SS_A + SS_B \dots\dots\dots (2.14)$$

7. Residual eror

$$SS_e = SS_T - Sm - SS_{faktor} \dots\dots\dots (2.15)$$

8. Kuadrat tengah eror

$$Ms_e = \frac{SS_a}{v_e} \dots\dots\dots (2.16)$$

9. Jumlah total kuadrat

$$Sstotal = SSa + SSb + Sse \dots\dots\dots (2.17)$$

10. F-rasio

$$F\text{-rasio} = \frac{SSa}{SSe} \dots\dots\dots (2.18)$$

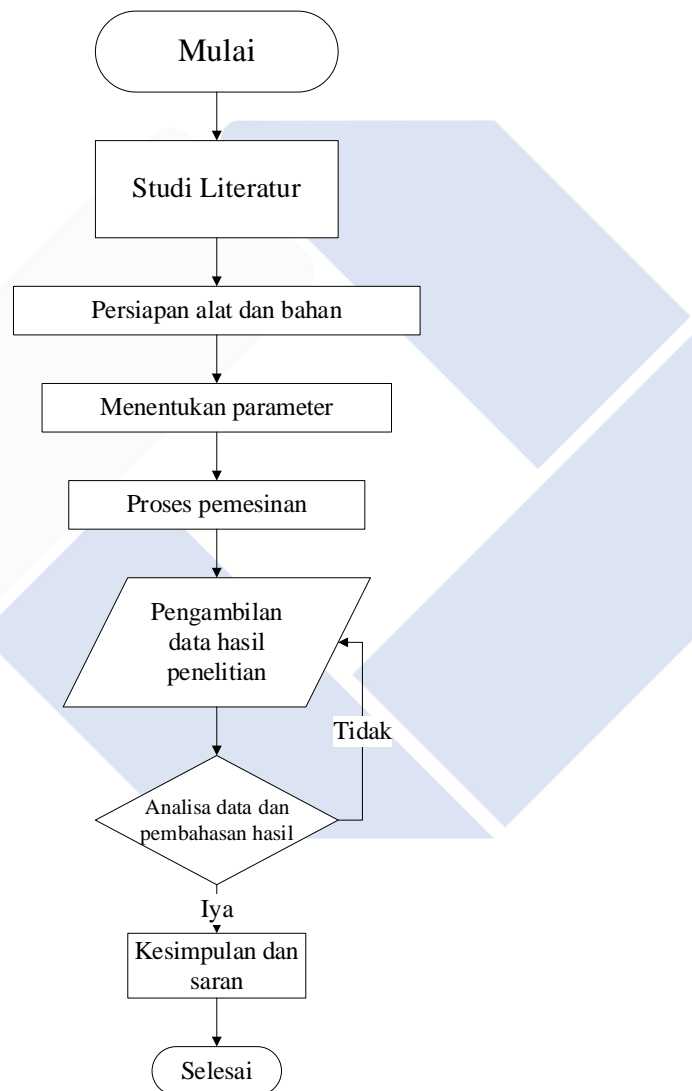
11. Persen kontribusi

$$\rho_A = \frac{SS'_{faktor}}{SS_T} \times 100\% \dots\dots\dots (2.19)$$

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Agar proses penelitian yang dilakukan lebih terarah dan tidak menyimpang dari tujuan yang telah ditetapkan, maka dari itu proses penelitian yang akan dilakukan berdasarkan langkah kerja seperti terlihat pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

Berdasarkan diagram diatas, tahap pertama yang dilakukan adalah studi literatur. Yang dilakukan pada tahap ini ialah mencari informasi serta data terkait peneitian yang akan kita lakukan seperti mencari jurnal, buku, dan mencari materi yang terkait pada peneitian.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium pengujian mekanikal dan material Jurusan Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Waktu adalah jadwal yang telah ditentukan untuk penyelesaian Tugas Akhir.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat Penelitian

Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Mesin bubut CNC yang diunakan dalam penelitian ini adalah mesin bubut CNC MORI SEIKI SL-25 dengan spesifikasi sebagai berikut
 - Merek : Mitsubishi
 - Type : MORI SEIKI SL-25
 - Pembuatan: dibuat pada tahun 2011 dibuat di Jepang



Gambar 3. 2 Mesin Bubut CNC MORI SEIKI SL-25

b. Mata potong

Mata potong yang digunakan dalam penelitian ini adalah insert carbide merek CNMG. Alat potong atau pahat carbide memiliki sifat kekerasan yang tinggi, konduktivitas termal yang tinggi dan modulu elastisitas yang tinggi, dan ketahanan au yang baik pada tingkat suhu yang berbeda, sehingga alat potong carbide merupakan alat potong yang efektif dan efisien. Berikut adalah Gambar 3.3 insert mata potong yang digunakan pada penelitian ini:



Gambar 3. 3 Mata Potong Insert Carbide

Spesifikasi mata potong yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.4 berikut ini:

- Merk : Mitsubishi
- Pahat : Insert Carbide
- Type : CNMG 120408-MA
- VC : 110-160 m /min
- f : 0.14-0.28 mm /rev



Gambar 3. 4 Spesifikasi Mata Potong Insert Carbide

c. Alat uji kekasaran permukaan benda kerja

Alat uji kekasaran atau *surface roughness tester* digunakan untuk mengukur nilai kekasaran suatu benda kerja. Alat uji kekasaran yang digunakan adalah *surface roughness tester* Mitutoyo SJ-210 ditunjukkan pada Gambar 3.5 sebagai berikut:



Gambar 3. 5 Surface Roughness Tester Mitutoyo J-210

Spesifikasi Surface Roughness Tester dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut:

Tabel 3. 1 Spesifikasi Surface Roughness Tester SJ-210

<i>Drive unit</i>	
<i>Speed</i>	<i>Measuring: 0.25 mm/s, 0,5 mm/s(0.1 '/s0.2 '/s)</i> <i>Returning: 0.8mm/s (0.3 '/s)</i>
<i>Measuring range (x-Axis)</i>	<i>12.5 mm</i>
<i>Mass</i>	<i>190 g</i>
<i>Standar probe</i>	<i>Code No. 178-395</i>
<i>Measuring range</i>	<i>350 μm (-200 μm + 150 μm)</i>
<i>Stylus</i>	<i>Diamond cone</i>
<i>Skid radius</i>	<i>40 mm</i>
<i>Roughness parameters</i>	<i>Ra, Ry, Rq, S, Sm, Pc, R3z, Mr, Rt, Rk, Rpk, Mrl, Mr2, A1, A2, Vo (use-defined)</i>
<i>Roughness standart</i>	<i>JIS, DIN, ISO, ANSI</i>

d. Jangka sorong

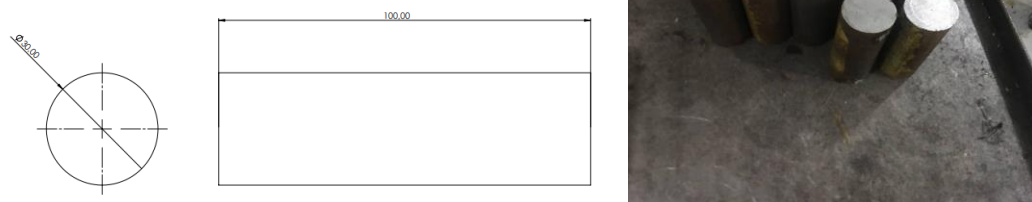
Jangka sorong digunakan untuk mengukur panjang benda kerja, padapenelitian ini digunakan jangka sorong dengan kecermatan 0.05. ditunjukkan pada Gambar 3.6 sebagai berikut:



Gambar 3. 6 Jangka Sorong kecermatan 0,05 mm

3.3.2 Bahan Penelitian

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah Baja AISI 1045. Pemilihan baja AISI 1045 dikarenakan baja ini banyak digunakan untuk pembuatan komponen mesin. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah 100 m x 30 mm ditunjukkan pada gambar 3.7 berikut ini:



Gambar 3. 7 Ukuran dan Benda kerja

Media pendingin yang digunakan pada penelitian ini ialah dromus B, dromus *water miscible* metal untuk mendingin benda kerja pada saat proses pengerjaan.

3.4 Parameter Penelitian

3.4.1 Parameter Terikat (*Dependent Parameter*)

Parameter terikat adalah parameter yang dipengaruhi oleh parameter bebas selama pengujian. Parameter yang relevan dalam penelitian ini adalah tingkat kekasaran permukaan dari hasil pembubutan CNC, dinyatakan sebagai *Roughness Average* (Ra) adalah kekasaran permukaan dengan satuan μm (mikro meter)

3.4.2 Parameter Bebas (*Independent Parameter*)

Parameter Bebas adalah parameter yang mempengaruhi perubahan pada parameter terikat. Adapun parameter bebas dalam penelitian adalah variasi kecepatan putaran *spindle* (RPM) dan kecepatan pemakanan (*feeding*) dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut ini:

Tabel 3. 2 Daftar Parameter Bebas dan Level

Kode	Parameter Bebas	Level		
		1	2	3
A	Kecepatan putar spindle (RPM)	1220	1433	1645
B	Kecepatan pemakanan (<i>feeding</i>)	0.18	0.22	0.26

3.4.3 Parameter Kontrol

Parameter kontrol adalah parameter yang dikendalikan. Parameter kontrol yang digunakan dalam penelitian ini ialah *Insert Carbide* dan Dromus B, yang dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut ini.

Tabel 3. 3 Daftar Parameter Kontrol dan Level

No	Parameter kontrol	Tipe
1	Mata Potong	CNMG 120408-MA
2	Dromus	Dromus B

3.4.4 *Noise*

Noise adalah parameter gangguan yang mempengaruhi respon, tetapi sulit dikendalikan. Parameter yang dapat menjadi noise pada penelitian ini adalah lokasi pengukuran kekasaran permukaan objek yang diuji, faktor ini dipilih karena sulit untuk mengontrol dimana kekasaran permukaan diukur karena berbeda dan terpisah. Oleh karena itu untuk mengatasi efek *noise* pada hasil penelitian, pengumpulan data dilakukan dengan tiga kali pengulangan/tiga kali replikasi.

3.5 **Prosedur Percobaan**

Prosedur percobaan terdiri dari beberapa langkah mulai dari mempersiapkan benda kerja dan peralatan yang akan digunakan pada penelitian, dimulai dari pembubutan pada benda kerja sampai dengan pengujian benda kerja. Berikut adalah prosedur penelitiannya:

1. Menyiapkan peralatan dalam penelitian
 - Menyiapkan benda kerja berupa penyesuaian ukuran menggunakan jangka sorong dengan material baja AISI 1045 seperti terlihat pada Gambar 3.8 dibawah ini;



Gambar 3. 8 Baja AISI 1045

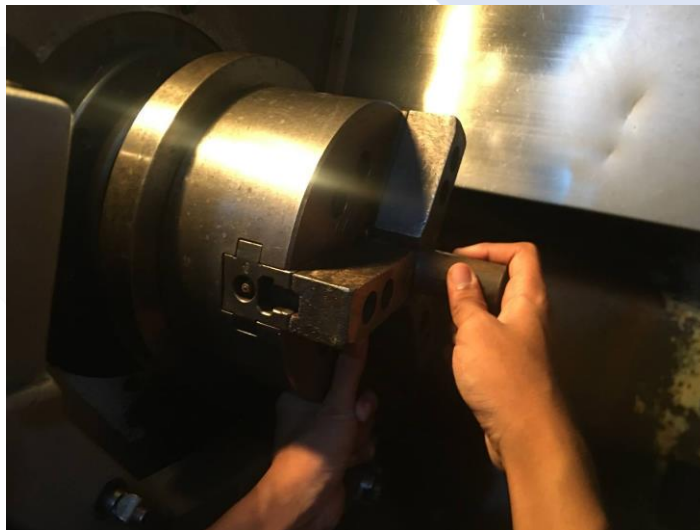
- Mempersiapkan alat pendukung lainnya yang akan digunakan yang ditunjukkan pada Gambar 3.9 berikut ini:



Gambar 3. 9 Alat Pendukung Lainnya

2. Proses pemesinan bubut CNC

- Membuat pemrograman CNC benda kerja sesuai seting parameter yang telah ditetapkan dengan kombinasi ortogonal
- Proses pemasangan benda kerja pada pencekam dengan posisi yang benar ditunjukkan pada Gambar 3.10 sebagai berikut:



Gambar 3. 10 Pemasangan Benda Kerja

- Dilanjutkan dengan pemasangan *insert* pada holder mesin bubut CNC mori Seiki SI- 25, menggunakan *insert carbide* CNMG ditunjukkan seperti Gambar 3.11 sebagai berikut:



Gambar 3. 11 Pemasangan *Insert Carbide* CNMG

- Menyalakan mesin bubut CNC MORI SEIKI SL-25 dan *setting* parameter-parameter yang telah ditetapkan kemudian masukan nilai parameter pada program pembubutan benda kerja sepanjang 50 mm sama dengan kombinasi parameter yang telah ditetapkan. Seperti contoh pada Gambar 3.12 berikut ini:



Gambar 3. 12 *Setting* Parameter Sesuai dengan Kombinasi

- Proses pembubutan benda kerja sesuai dari nilai parameter proses pada program untuk penyayatan benda kerja sepanjang 50 mm sesuai dengan kombinasi yang telah ditentukan
- Melepaskan benda kerja dari pencekam dan mengerikan benda kerja setelah proses pemotongan selesai, lalu memberi tanda menggunakan spidol serta oleskan pelicin pada benda kerja agar menghindari terjadinya korosi.
- Setelah selesai menggunakan mesin matikan mesin tersebut dan dibersihkan mesin CNC MORI SEIKI SL-25, dan bersihkan juga peralatan lainnya yang telah digunakan pada penelitian.
- Lalu dilanjutkan mengukur kekasaran permukaan benda kerja menggunakan alat ukur kekasaran yaitu *surface roughness tester*. Benda kerja yang telah diproses pembubutan CNC bisa dilihat pada Gambar 3.13 sebagai berikut:



Gambar 3. 13 Benda kerja setelah Proses Pemesinan Bubut CNC

3. Proses pengukuran kekasaran benda kerja

Dari proses pengukuran secara langsung diperoleh hasil kekasaran permukaan benda kerja, berikut adalah langkah-langkah dari proses pengukuran kekasaran permukaan:

- Pengukuran kekasaran permukaan dilakukan pada meja yang rata.
- Mempesiapkan alat pendukung lainnya pada proses pengukuran kekasaran permukaan dapat dilihat pada Gambar 3.14 dibawah ini:



Gambar 3. 14 Alat Pendukung V-Block dan Holder Dial

Adapun kegunaan alat tersebut daam proses pengukuran kekasaran permukaan pada peneitian antara lain sebagai berikut:

Tabel 3. 4 kegunaan alat pendukung pada proses pengukuran

No	Nama	Kegunaan
1	V-Block	Untuk tempat dudukan benda kerja pada saat proses pengukuran
2	Holder Dial	Untuk tempat dudukan alat ukur <i>surface roughness tester</i>

- Agar mendapatkan hasil kekasaran yang bagus, lakukan kalibrasi pada alat ukur seperti Gambar 3.15 berikut:



Gambar 3. 15 Proses Kalibrasi *Surface Roughness Tester*

- Setelah di kalibrasi lakukan pengukuran, pasang benda kerja pada V- Block dan juga pasang alat ukur *Surface roughness tester* pada holder dial, lalu atur ketinggian benda kerja pada alat ukur dapat dilihat pada Gambar 3.16 berikut:



Gambar 3. 16 Seting Pengukuran Benda Kerja Pada Alat Ukur

- Setting ujung sensor *surface roughness tester* dengan tepat dan hati-hati pada hasil benda kerja
- Kemudian nyalakan *surface roughness tester* untuk mengukur kekasaran permukaan benda kerja.

- Jika proses sudah berlangsung nilai kekasaran akan tampil di layar digital *surface roughness tester*. Tulis hasil nilai pengukuran pada tabel, jika perlu di foto hasilnya.
- Berikut adalah proses dari pengambilan data nilai kekasaran benda kerja dapat dilihat pada Gambar 3.17 berikut:



Gambar 3. 17 Proses Pengambilan Data Nilai Kekasaran Permukaan

3.6 Pengambilan Data Hasil Percobaan

Pengecekan hasil pembubutan menggunakan alat ukur *surface roughness tester* dari hasil pembubutan yang dilakukan akan dilakukan uji kekasaran benda kerja, karena adanya pengaruh variasi parameter kecepatan spindel dan *feeding*. Untuk memeriksa kekasaran permukaan akan dilakukan dengan 3 titik sepanjang permukaan hasil pemotongan benda kerja tersebut, dimana dari titik ke titik liannya diputar 120°, maka jumlah sampel untuk setiap sampel adalah 3 untuk setiap sampel yang diuji. Dengan titik pengambilan dapat dilihat pada Gambar 3.18 berikut:

Gambar Tahap Pengujian Kekasaran Benda Kerja



Gambar 3. 18 Gambar Tahap Pengujian Kekasaran Benda Kerja

Keterangan:

T1 = Pengukuran titik 1

T2 = Pengukuran titik 2

T3 = Pengukuran titik 3

Tabel 3. 5 Pengujian Kekasaran Variasi Parameter

No	Feeding	Kecepatan Spindel			Rata-Rata
		1220	1433	1645	
1	0.18	T1 T2 T3	T1 T2 T3	T1 T2 T3	\bar{x}
2	0.22	T1 T2 T3	T1 T2 T3	T1 T2 T3	\bar{x}
3	0.26	T1 T2 T3	T1 T2 T3	T1 T2 T3	\bar{x}

3.7 Analisa Data

Berdasarkan data dari percobaan yang diperoleh, dihitung dengan signal noise *smaller is better* (S/N SB) dengan persamaan dibawah ini:

$$\eta_1 = -10 \log[\sigma^2 + \bar{y}^2] \dots \dots \dots (3.1)$$

Berdasarkan *analysis of variance* (ANOVA) menggunakan *software minitab 21.3* didapatkan faktor penting yang berpengaruh terhadap kekasaran permukaan. Kelebihan anova ialah mencari faktor yang secara signifikan mempengaruhi *respons*.

3.8 Kesimpulan

Pada tahap ini merupakan tahap akhir penelitian, dimana peneliti melakukan analisa terhadap hasil percobaan untuk mengetahui hasil akhir dari proses percobaan tersebut.

BAB IV
ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian

Seperti yang telah tertera pada bab III, penelitian dilakukan dengan menggunakan cara mengkombinasikan beberapa parameter proses yang terdapat pada mesin CNC-MORI SEIKI SL-25. Berikut parameter – parameter yang diduga mempengaruhi nilai kekasaran permukaan adalah (A) kecepatan putar *spindle* dengan level nilai 1220 rpm, 1433 rpm, dan 1645 rpm, (B) *feeding* dengan level nilai 0.18 mm/rev, 0.22 mm/rev, dan 0,26 mm /rev. data dikelolah menggunakan cara perhitungan eksperimen metode taguchi menggunakan bantuan *Software Analisis*, sehingga data yang didapatkan setelah dilakukan percobaan dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2 berikut:

Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian Kekasaran

No	Kecepatan <i>Spindle</i> (C)	<i>Feeding</i> (B)	Hasil Kekasaran			Rata- Rata
			T1	T2	T3	
1.1	1220	0.18	1.179	1.302	1.262	1.247
1.2			1.201	1.150	1.175	1.175
1.3			1.828	1.852	1.831	1.837
Rata-rata kekasaran eksperimen 1						1.419
2.1	1220	0.22	1.585	1.535	1.514	1,544
2.2			1.514	1.767	1.595	1,625
2.3			1.354	1.380	1.370	1.368
Rata-rata kekasaran eksperimen 2						1.512
3.1	1220	0.26	2.185	2.239	2.155	2,393
3.2			1.193	0.919	1.091	1.067
3.3			2.120	1.977	1.973	2.023
Rata-rata kekasaran eksperimen 3						1.827

Tabel 4. 2 Lanjutan Data Hasil Pengujian Kekasaran

No	Kecepatan <i>Spindle</i>	<i>Feeding</i>	Hasil Kekasaran			Rata- Rata
			T1	T2	T3	
4.1			1.214	1.238	1.161	1.204
4.2	1433	0.18	1.059	1.085	1.089	1.077
4.3			0.977	0.999	1.011	0.995
Rata-rata kekasaran eksperimen 4						1.092
5.1			1.477	1.512	1.629	1.550
5.2	1433	0.22	1.139	1.187	1.030	1.118
5.3			1.028	1.036	1.024	1.039
Rata-rata kekasaran eksperimen 5						1.235
6.1			1.730	1.621	1.663	1.671
6.2	1433	0.26	2.038	2.021	2.156	2.071
6.3			0.828	0.830	0.800	0.819
Rata-rata kekasaran eksperimen 6						1.520
7.1			1.191	1.139	1.119	1.149
7.2	1645	0.18	1.073	1.004	1.037	1.049
7.3			1.058	1.085	1.053	1.065
Rata-rata kekasaran eksperimen 7						1.087
8.1			0.936	0.944	0.976	0.952
8.2	1645	0.22	1.711	1.672	1.718	1.700
8.3			0.393	0.385	0.410	0.396
Rata-rata kekasaran eksperimen 8						1.016
9.1			1.428	1.224	1.228	1,293
9.2	1645	0.26	1.269	1.191	1.154	1.204
9.3			1.311	1.232	1.252	1.265
Rata-rata kekasaran eksperimen 9						1.254

4.2 Analisis Varian Taguchi

4.2.1 Perhitungan Mean Terhadap Respon

Perhitungan respon dari rata-rata pada parameter pemesinan yang digunakan dapat menggunakan persamaan berikut:

$$\bar{A}_{eks} = \frac{\sum_{i=1}^2 Y_i}{2} \dots\dots\dots (4.1)$$

Dari persamaan di atas rata-rata yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut ini:

Tabel 4. 3 Data Hasil Pengukuran Kekasaran

NO	Parameter Pemesinan		Nilai Kekasaran Permukaan			Rata-Rata
	A (RPM)	B (Feeding)	Data awal	Replikasi 1	Replikasi 2	
1	1	1	1.247	1.175	1.837	1.419
2	1	2	1.544	1.625	1.368	1.512
3	1	3	2.393	1.067	2.023	1.827
4	2	1	1.204	1.077	0.995	1.092
5	2	2	1.550	1.118	1.039	1.235
6	2	3	1.671	2.071	0.819	1.520
7	3	1	1.149	1.049	1.065	1.087
8	3	2	0.952	1.700	0.396	1.016
9	3	3	1.293	1.204	1.265	1.254
Rata-Rata						1.329

Sumber Hasil Perhitungan

Dari Tabel 4.2 didapatkan hasil rata-rata perhitungan nilai kekasaran permukaan yaitu 1.329 yang berarti benar bahwa dengan tingkat kekasaran N5-N12 pada proses pengerjaan *finishing roughness turning* yang terdapat pada Tabel 2.6 Bab 2.

Tabel 4. 4 Data Hasil Pengukuran Kekasaran dengan Software Analisis

↓	C1	C2	C3	C4	C5
	kecepatan spindle	feeding	r1	r2	r3
1	1220	0.18	1.247	1.175	1.837
2	1220	0.22	1.544	1.625	1.368
3	1220	0.26	2.393	1.067	2.023
4	1433	0.18	1.204	1.077	0.995
5	1433	0.22	1.550	1.118	1.039
6	1433	0.26	1.671	2.071	0.819
7	1645	0.18	1.149	1.049	1.065
8	1645	0.22	0.952	1.700	0.396
9	1645	0.26	1.293	1.204	1.265

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan Tabel 4.4 dapat dicari efek dari rata-rata pada setiap parameter dan diperoleh hasil efek perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut:

Tabel 4. 5 Respon Parameter terhadap Mean

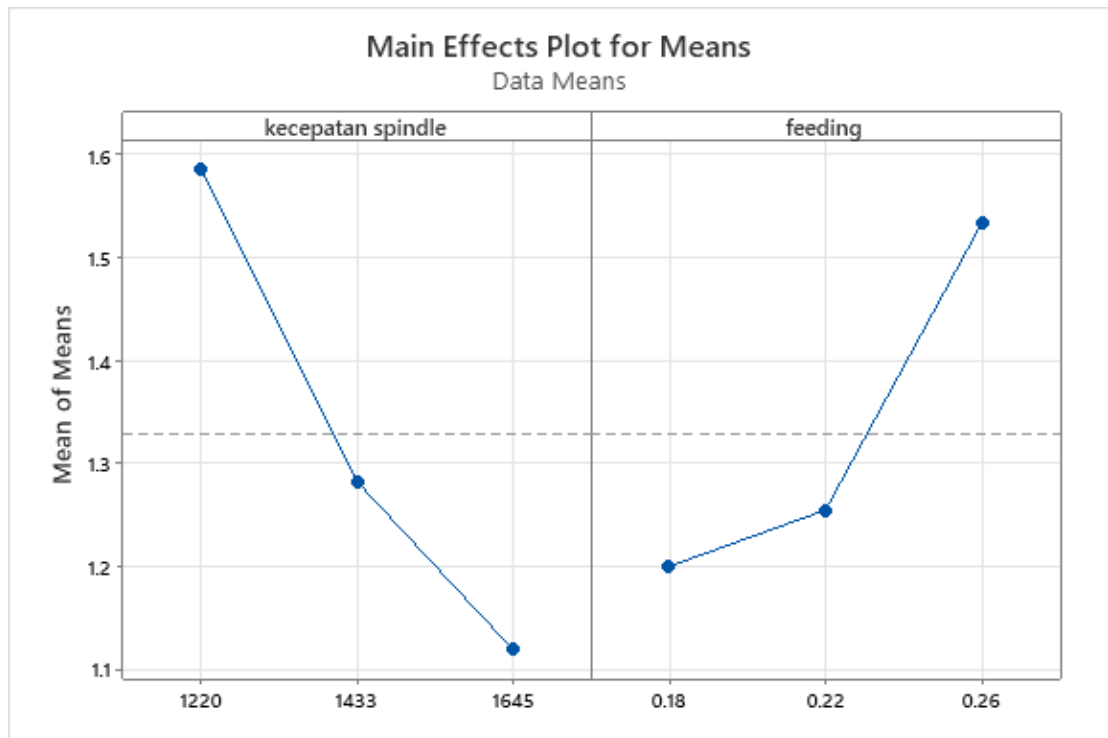
Response Table for Means

Level	kecepatan	
	spindle	feeding
1	1.587	1.200
2	1.283	1.255
3	1.119	1.534
Delta	0.467	0.334
Rank	1	2

Sumber: Hasil Perhitungan Software Analisis

Dari Tabel 4.5 rata-rata respon setiap parameter terhadap setiap level dapat ditentukan peringkat parameter yang paling berpengaruh terhadap kekasaran permukaan adalah kecepatan *spindle* dengan selisih nilai yaitu 0.467, sedangkan untuk *feeding* dengan selisih nilai 0.334.

Pada Tabel 4.4 dapat dibuat grafik untuk memperlihatkan hasil kekasaran dari yang terkecil sampai terbesar terhadap setiap level unuk setiap parameter yang ditentukan pada nilai rata-rata yang ditunjukkan pada Gambar 4.1 sebagai berikut :



Gambar 4. 1 Grafik Kekasaran Mean untuk Setiap level Parameter

4.2.1.1 Perhitungan Langsung Rata-rata Terhadap Respon

Perhitungan kombinasi tingkat parameter respon kekasaran permukaan dapat diketahui dengan menghitung hasil pengujian kekasaran. Perhitungan dilakukan dengan hasil rata-rata kekasaran dengan menggabungkan level masing-masing faktor sebagai berikut ini:

Perhitungan mean untuk faktor A (kecepatan *spindle*)

$$A1 = 1/3 (1.419 + 1.512 + 1.827) = 1.586$$

$$A2 = 1/3 (1.092 + 1.235 + 1.520) = 1.282$$

$$A3 = 1/3 (1.087 + 1.016 + 1.254) = 1.119$$

Perhitungan mean untuk faktor B (*feeding*)

$$B1 = 1/3 (1.419 + 1.092 + 1.087) = 1.199$$

$$B2 = 1/3 (1.512 + 1.235 + 1.016) = 1.254$$

$$B3 = 1/3 (1.827 + 1.520 + 1.254) = 1.533$$

Tabel 4.6 berikut ini menunjukkan pengaruh dari faktor kecepatan *spindle* dan *feeding* terhadap kekasaran permukaan baja AISI 1045.

Tabel 4. 6 Pengaruh dari Faktor Kecepatan *Spindle* dan *Feeding* Terhadap Kekasaran Permukaan Baja AISI 1045

level	A (RPM)	B (<i>Feeding</i>)
Level 1	1.586	1.199
Level 2	1.282	1.254
Level 3	1.119	1.533
Selisih	0,467	0,334
Rangking	1	2

4.2.1.2 Analisa Varians Rata-rata Kekasaran Permukaan Baja AISI 1045

Dalam Perhitungan ini, analisa varian memungkinkan evaluasi kontribusi setiap faktor terhadap pengukuran total. Analisa ini melihat varian akibat rata-rata dan *error*. Dalam penelitian ini pengaruh kecepatan *spindle* dan *feeding* akan dibandingkan dengan perhitungan dibawah ini:

$$SS_A = \left[\sum_{i=1}^{K_A} \left(\frac{A_i^2}{n_{A_i}} \right) \right] - \frac{T^2}{N} \dots\dots\dots (4.2)$$

Dimana:

K_A = Jumlah level faktor A

A_i = Level ke I faktor A

n_{A_i} = Jumlah percobaan level ke I faktor A

T = Jumlah seluruh nilai

N = Banyak data keseluruhan

4.2.1.3 Perhitungan faktor A

Menghitung Jumlah kuadrat, dengan memasukan nilai faktor A pada Tabel 4.5, menggunakan rumus jumlah kuadrat (*sum of square*)

$$\begin{aligned}SS_A &= \frac{A_1^2}{n_{A1}} + \frac{A_2^2}{n_{A2}} + \frac{A_3^2}{n_{A3}} - \frac{T^2}{N} \dots\dots\dots (4.3) \\ &= \frac{4.758^2}{3} + \frac{3.847^2}{3} + \frac{3.357^2}{3} - \frac{11.962^2}{9} \\ &= 0.337\end{aligned}$$

Derajat kebebasan:

$$V_a = 3-1 = 2 \dots\dots\dots (4.4)$$

Hasil didapatkan dari jumlah level 3 dikurangi 1.

Rata rata kuadrat dapat kit cari dengan rumus berikut, yaitu membagi hasil sum of square A dengan jumlah derajat kebebasan.

$$\begin{aligned}MS_A &= \frac{SS_A}{V_A} \dots\dots\dots (4.5) \\ &= \frac{0.337}{2} = 0,168\end{aligned}$$

Rata-rata kuadrat didapatkan 0,168 dari perhitungan faktor A kemudian dibagi dengan jumlah derajat kebebasan.

4.2.1.4 Perhitungan faktor B

Menghitung Jumlah kuadrat, dengan memasukan nilai faktor B pada tabel 4.5, menggunakan rumus jumlah kuadrat (*sum of square*)

$$\begin{aligned}SS_B &= \frac{B_1^2}{n_{B1}} + \frac{B_2^2}{n_{B2}} + \frac{B_3^2}{n_{B3}} - \frac{T^2}{N} \dots\dots\dots (4.6) \\ &= \frac{3.598^2}{3} + \frac{3.763^2}{3} + \frac{4.601^2}{3} - \frac{11.962^2}{9} \\ &= 0.193\end{aligned}$$

Derajat kebebasan:

$$V_B = 3 - 1 = 2 \dots\dots\dots (4.7)$$

Hasil didapatkan dari jumlah level 3 dikurangi 1.

Rata rata kuadrat dapat kita cari dengan rumus berikut, yaitu membagi hasil *sum of square* B dengan jumlah derajat kebebasan.

$$MS_B = \frac{SS_B}{V_B} \dots\dots\dots (4.8)$$
$$= \frac{0.193}{2} = 0,096$$

Rata-rata kuadrat didapatkan 0,096 dari perhitungan faktor B kemudian dibagi dengan jumlah derajat kebebasan.

Jumlah kuadrat total dapat dihitung menggunakan rumus berikut, dengan menjumlah hasil dari perhitungan jumlah rata rata respon uji kekasaran.

Jumlah kuadrat total:

$$SS_T = \sum y^2 \dots\dots\dots (4.9)$$
$$= 1.419^2 + 1.512^2 + 1.827^2 + 1.092^2 + 1.235^2 + 1.520^2 + 1.087^2$$
$$+ 1.016^2 + 1.254^2$$
$$= 16.452$$

Menghitung jumlah kuadrat rata-rata menggunakan rumus berikut, dengan mengkalikan jumlah sampel dengan rata rata uji kekasaran.

Jumlah kuadrat rata-rata (*mean*):

$$Sm = n \times \bar{y}^2 \dots\dots\dots (4.10)$$
$$= 9 \times 1.329^2$$
$$= 15.896$$

Mencari jumlah kuadrat *error* menggunakan rumus berikut, menjumlahkan masing-masing hasil faktor.

Jumlah Kuadrat *error*:

$$\begin{aligned}
 SS_{faktor} &= SS_A + SS_B \dots\dots\dots (4.11) \\
 &= 0.337 + 0.193 \\
 &= 0,530
 \end{aligned}$$

Residual *error* dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut, dengan mengurangi hasil perhitungan dari *sum square total*, *sum square mean* dan *sum square faktor*

Residual *Error*:

$$\begin{aligned}
 SS_e &= SS_T - Sm - SS_{faktor} \dots\dots\dots (4.12) \\
 &= 16.452 - 15.896 - 0.530 \\
 &= 0,026
 \end{aligned}$$

$$F - rasio = \frac{MS_A}{MS_e} \dots\dots\dots (4.13)$$

Tabel 4. 7 Analisa Varians Rata-rata Kekasaran Permukaan Baja AISI 1045

Sumber	v	SS	MS
A	2	0.337	0.168
B	2	0.193	0.096
Error	4	0,026	0,0065
Total	8	0,556	-

4.2.1.5 Hipotesa Rata-rata Nilai Kekasaran Permukaan

Tabel 4. 8 Hipotesa Analisa Nilai Kekasaran Permukaan

Sumber	v	SS	MS	F-Rasio
A	2	0.337	0.168	25.846
B	2	0.193	0.096	14.769
Error	4	0,026	0,0065	
Total	8	0,556	-	

Dari Tabel 4.8 dapat dilihat hipotesa dan kesimpulannya dan tabel titik presesntase distribusi F untuk probabilitas = 0.10. berikut adalah hasil pengujian:

H_0 : Tidak ada pengaruh faktor A terhadap kekasaran permukaan

H_1 : Ada pengaruh faktor A terhadap kekasaran permukaan

Kesimpulan : $F_{hitung} = 25.846 > F_{(0.10; 2; 4)} = 4.32$; maka H_0 ditolak, artinya ada pengaruh kecepatan putaran *spindle* terhadap kekasaran permukaan.

H_0 : Tidak ada pengaruh faktor B terhadap kekasaran permukaan

H_1 : Ada pengaruh faktor B terhadap kekasaran permukaan

Kesimpulan : $F_{hitung} = 14.769 > F_{(0.10; 2; 4)} = 4.32$; maka H_0 ditolak, artinya ada pengaruh *feeding* terhadap kekasaran permukaan.

Persen kontribusi faktor dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$SS'_A = SS_{faktor} - MS_{error} (V_V) \dots\dots\dots (4.14)$$

$$SS'_A = SS_A - MS_E (V_A) \dots\dots\dots (4.15)$$

$$= 0.337 - (0.006 \times 2)$$

$$= 0.325$$

$$SS'_B = SS_B - MS_E (V_B) \dots\dots\dots (4.16)$$

$$= 0.193 - (0.006 \times 2)$$

$$= 0.181$$

$$SS'_E = SS_T - SS'_A - SS'_B (V_E) \dots \dots \dots (4.17)$$

$$= 0.556 - 0.325 - 0.181$$

$$= 0.05$$

Persen kontribusi kecepatan *spindle*

$$\rho_A = \frac{SS'_{faktor}}{SS_T} \times 100\% \dots \dots \dots (4.18)$$

$$\rho_A = \frac{0.325}{0.556} \times 100\%$$

$$= 58.453\%$$

Persen kontribusi *feeding*

$$\rho_B = \frac{SS'_{faktor}}{SS_T} \times 100\% \dots \dots \dots (4.19)$$

$$\rho_B = \frac{0.181}{0.556} \times 100\%$$

$$= 32.553\%$$

$$\rho_E = \frac{SS_{Error}}{SS_T} \times 100\% \dots \dots \dots (4.20)$$

$$\rho_B = \frac{0.05}{0.556} \times 100\%$$

$$= 8.992\%$$

Dari perhitungan kontribusi faktor tersebut, dapat disimpulkan bahwa faktor A yaitu kecepatan putaran *spindle* yang bisa memberikan kontribusi paling besar terhadap nilai kekasaran permukaan baja AISI 1045 sebanyak 58.453 % dibandingkan faktor B *feeding* yaitu sebanyak 32.553% dan errornya sebesar 8.992%.

4.2.1.6 Prediksi Rata-rata Kekasaran Permukaan Yang Optimum

Dapat diketahui faktor yang paling berpengaruh adalah A3 (kecepatan putaran spindel 1645). Jadi bentuk perhitungan yang cocok untuk rata-rata kekasaran permukaan yang optimum sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \mu_{prediksi} &= \bar{Y} + (\bar{A}_3 - \bar{Y}) \dots\dots\dots (4.21) \\ &= 1.329 + (1.119 - 1.329) \\ &= 1.329 - 0.21 \\ &= 1.119 \end{aligned}$$

Sedangkan interval kepercayaan pada tingkat 90% adalah:

Diketahui: $F_{(0.10; 1; 4)} = 4.54$ dan $MS_e = 0.006$

$$\begin{aligned} n_{eff} &= \frac{\text{jumlah total eskperimen}}{1 + \text{jumlah derajat kebebasan perkiraan rata-rata}} \dots\dots\dots (4.22) \\ &= \frac{9 \times 3}{1 + 2} = \frac{27}{3} = 9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CI &= \pm \sqrt{F_{(0.10; 1; 4)} \times V_e \times \frac{1}{n_{eff}}} \dots\dots\dots (4.23) \\ &= \pm \sqrt{4.54 \times 0.006 \times \frac{1}{9}} = \pm 0.055 \end{aligned}$$

$$\mu_{prediksi} - CI \leq \mu_{prediksi} \leq \mu_{prediksi} + CI \dots\dots\dots (4.24)$$

$$1.119 - 0.055 \leq 1.119 \leq 1.119 + 0.055$$

$$1.064 \leq 1.119 \leq 1.174$$

4.2.2 Perhitungan Rasio S/N Terhadap Respon

Eksperimen ke 1:

$$\text{Rasio S/N} = -10 \text{ Log } (1/3(1.247^2 + 1.175^2 + 1.837^2)) = -3.229$$

Eksperimen ke 2:

$$\text{Rasio S/N} = -10 \text{ Log } (1/3(1.544^2 + 1.625^2 + 1.368^2)) = -3.614$$

Eksperimen ke 3

$$\text{Rasio S/N} = -10 \text{ Log } (1/3(2.393^2 + 1.067^2 + 2.023^2)) = -5.625$$

Eksperimen ke 4

$$\text{Rasio S/N} = -10 \text{ Log } (1/3(1.204^2 + 1.077^2 + 0.995^2)) = -0.791$$

Eksperimen ke 5

$$\text{Rasio S/N} = -10 \text{ Log } (1/3(1.550^2 + 1.118^2 + 1.039^2)) = -1.979$$

Eksperimen 6

$$\text{Rasio S/N} = -10 \text{ Log } (1/3(2.071^2 + 0.819^2 + 1.520^2)) = -4.122$$

Eksperimen ke 7

$$\text{Rasio S/N} = -10 \text{ Log } (1/3(1.149^2 + 1.049^2 + 1.065^2)) = -0.736$$

Eksperimen ke 8

$$\text{Rasio S/N} = -10 \text{ Log } (1/3(0.952^2 + 1.700^2 + 0.396^2)) = -1.198$$

Eksperimen ke 9

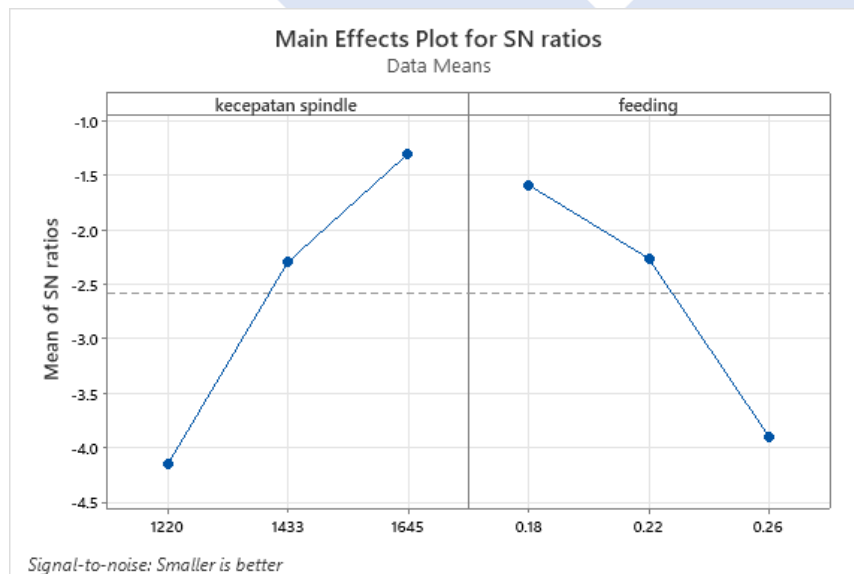
$$\text{Rasio S/N} = -10 \text{ Log } (1/3(1.293^2 + 1.204^2 + 1.265^2)) = -1.969$$

Hasil perhitungan S/N rasio yang didapatkan untuk respon dapat dilihat pada Tabel 4.9 dibawah ini:

Tabel 4. 9 Hasil Perhitungan Rasio S/N

NO	Parameter Pemesinan		Nilai Kekasaran Permukaan			
	A	B	Data awal	Replikasi 1	Replikasi 2	Rasio S/N
1	1	1	1.247	1.175	1.837	-3.229
2	1	2	1.544	1.625	1.368	-3.614
3	1	3	2.393	1.067	2.023	-5.625
4	2	1	1.204	1.077	0.995	-0.791
5	2	2	1.550	1.118	1.039	-1.979
6	2	3	1.671	2.071	0.819	-4.122
7	3	1	1.149	1.049	1.065	-0.736
8	3	2	0.952	1.700	0.396	-1.198
9	3	3	1.293	1.204	1.265	-1.969
Rata-Rata						-2.585

Dari Tabel 4.9 dapat dibuat grafik untuk memperlihatkan nilai rasio-S/N dari yang terkecil pada setiap level untuk tiap parameter dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut:



Gambar 4. 2 Grafik Respon Rasio S/N Setiap Level Parameter

4.2.2.1 Pengaruh Level Dari Parameter Terhadap Nilai Rasio S/N Kekasaran Permukaan

Perhitungan variasi nilai rasio S/N respon kekasaran permukaan kombinasi level untuk setiap parameter ditunjukkan di bawah ini:

Hitungan untuk rata-rata faktor A

$$A1 = 1/3 (-3.229 + -3.614 + -5.625) = -4,156$$

$$A2 = 1/3 (-0.791 + -1.979 + -4.122) = -2.297$$

$$A3 = 1/3 (-0.736 + -1.198 + -1.969) = -1.301$$

Hitungan untuk rata-rata faktor B

$$B1 = 1/3 (-3.229 + -0.791 + -0.736) = -1,585$$

$$B2 = 1/3 (-3.614 + -1.979 + -1.198) = -2.263$$

$$B3 = 1/3 (-5.625 + -4.122 + -1.969) = -3.905$$

Tabel 4. 10 Respon Rasio S/N Parameter

level	Kecepatan <i>Spindle</i>	<i>Feeding</i>
Level 1	-4.156	-1.585
Level 2	-2.297	-2.263
Level 3	-1.301	-3.905
Selisih	2.855	2.320
Rangking	1	2

Dari Tabel 4.10 respon rasio S/N parameter setiap level pada respon dapat ditentukan rank atau urutan yang paling berpengaruh terhadap kekasaran permukaan. Yang paling berpengaruh terhadap kekasaran permukaan baja AISI 1045 adalah kecepatan *spindle* dengan nilai selisih 2.855, sedangkan nilai selisih parameter *feeding* diangka 2.320.

4.2.2.2 Analisa varians rasio S/N

Dalam Perhitungan ini, analisa varian memungkinkan evaluasi kontribusi setiap faktor terhadap pengukuran total. Analisa ini melihat varians akibat rata-rata

dan *error*. Dalam penelitian ini pengaruh kecepatan *spindle* dan *feeding* akan dibandingkan dengan perhitungan dibawah ini:

$$SS_A = \left[\sum_{i=1}^{K_A} \left(\frac{A_i^2}{n_{A_i}} \right) \right] - \frac{T^2}{N} \dots\dots\dots (4.25)$$

Dimana:

K_A = Jumlah level faktor A

A_i = Level ke I faktor A

n_{A_i} = Jumlah percobaan level ke I faktor A

T = Jumlah seluruh nilai

N = Banyak data keseluruhan

4.2.2.3 Perhitungan faktor A

Menghitung Jumlah kuadrat, dengan memasukan nilai faktor A pada Tabel 4.6, menggunakan rumus jumlah kuadrat (*sum of square*)

$$\begin{aligned} SS_A &= \frac{A_1^2}{n_{A1}} + \frac{A_2^2}{n_{A2}} + \frac{A_3^2}{n_{A3}} - \frac{T^2}{N} \dots\dots\dots (4.26) \\ &= \frac{-12.468^2}{3} + \frac{-6.892^2}{3} + \frac{-3.903^2}{3} - \frac{-23.263^2}{9} \\ &= -12.598 \end{aligned}$$

Derajat kebebasan:

$$V_a = 3-1 = 2 \dots\dots\dots (4.27)$$

Hasil didapatkan dari jumlah level 3 dikurangi 1.

Rata rata kuadrat dapat kit cari dengan rumus berikut, yaitu membagi hasil sum of square A dengan jumlah derajat kebebasan.

$$MS_A = \frac{SS_A}{V_A} = \frac{-12.598}{2} = -6.299 \dots\dots\dots (4.28)$$

Rata-rata kuadrat didapatkan -6.299 dari perhitungan faktor A kemudian dibagi dengan jumlah derajat kebebasan.

4.2.2.4 Perhitungan faktor B

Menghitung Jumlah kuadrat, dengan memasukan nilai faktor B pada Tabel 4.6, menggunakan rumus jumlah kuadrat (*sum of square*)

$$\begin{aligned}
 SS_B &= \frac{B_1^2}{n_{B1}} + \frac{B_2^2}{n_{B2}} + \frac{B_3^2}{n_{B3}} - \frac{T^2}{N} \dots\dots\dots (4.29) \\
 &= \frac{-4.756^2}{3} + \frac{-6.791^2}{3} + \frac{-11.716^2}{3} - \frac{-23.263^2}{9} \\
 &= -8.539
 \end{aligned}$$

Derajat kebebasan:

$$V_B = 3 - 1 = 2 \dots\dots\dots (4.30)$$

Hasil didapatkan dari jumlah level 3 dikurangi 1.

Rata rata kuadrat dapat kita cari dengan rumus berikut, yaitu membagi hasil *sum of square* B dengan jumlah derajat kebebasan.

$$MS_B = \frac{SS_B}{V_B} = \frac{-8.539}{2} = -4.268 \dots\dots\dots (4.31)$$

Rata-rata kuadrat didapatkan -4.268 dari perhitungan faktor B kemudian dibagi dengan jumlah derajat kebebasan.

Jumlah kuadrat total dapat dihitung menggunakan rumus berikut, dengan menjumlah hasil dari perhitungan jumlah rata rata respon uji kekasasan.

Jumlah kuadrat total:

$$\begin{aligned}
 SS_T &= \sum y^2 \dots\dots\dots (4.32) \\
 &= -3.229^2 + -3.614^2 + -5.562^2 + -0.791^2 + -1.979^2 + -4.122^2 \\
 &\quad + -0.736^2 + -1.198^2 + -1.969^2 \\
 &= 82.515
 \end{aligned}$$

Menghitung jumlah kuadrat rata-rata menggunakan rumus berikut, dengan mengkalikan jumlah sampel dengan rata rata uji kekasaran.

Jumlah kuadrat rata-rata (*mean*):

$$\begin{aligned}
 Sm &= n \times \bar{y}^2 \dots\dots\dots (4.33) \\
 &= 9 \times -2.585^2 \\
 &= 60.130
 \end{aligned}$$

Mencari jumlah kuadrat *error* menggunakan rumus berikut, menjumlahkan masing-masing hasil faktor.

Jumlah Kuadrat *error*:

$$\begin{aligned}
 SS_{faktor} &= SS_A + SS_B \dots\dots\dots (4.34) \\
 &= 12,598 + 8.539 \\
 &= 21.137
 \end{aligned}$$

Residual *error* dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut, dengan mengurangi hasil perhitungan dari *sum square total*, *sum square mean* dan *sum square faktor*

Residual *Error*:

$$\begin{aligned}
 SS_e &= SS_T - Sm - SS_{faktor} \dots\dots\dots (4.35) \\
 &= 82.515 - 60.130 - 21.138 \\
 &= 1.247
 \end{aligned}$$

$$F - rasio = \frac{MS_A}{MS_e} \dots\dots\dots (4.36)$$

Tabel 4. 11 Analisa Varians Rata-rata Kekasaran Permukaan Baja AISI 1045

Sumber	v	SS	MS
A	2	12.598	6.299
B	2	8.539	4.268
<i>Error</i>	4	1.247	0.311
Total	8	22.452	-

4.2.2.5 Hipotesa Rata-rata Nilai Kekasaran Permukaan

Tabel 4. 12 Hipotesa Analisa Nilai Kekasaran Permukaan

Sumber	v	SS	MS	F-Rasio
A	2	12.598	6.299	20.254
B	2	8.539	4.268	13.723
<i>Error</i>	4	1.247	0.311	
Total	8	22.384	-	

Dari Tabel 4.12 dapat dilihat hipotesa dan kesimpulannya dan tabel titik presesntase distribusi F untuk probabilitas = 0.10. berikut adalah hasil pengujian:

H₀ : Tidak ada pengaruh faktor A terhadap kekasaran permukaan

H₁ : Ada pengaruh faktor A terhadap kekasaran permukaan

Kesimpulan : F_{hitung} = 20.254 > F_(0.10; 2; 4) = 4.32; maka H₀ ditolak, artinya ada pengaruh kecepatan putaran *spindle* terhadap kekasaran permukaan.

H₀ : Tidak ada pengaruh faktor B terhadap kekasaran permukaan

H₁ : Ada pengaruh faktor B terhadap kekasaran permukaan

Kesimpulan : F_{hitung} = 13.723 > F_(0.10; 2; 4) = 4.32; maka H₀ ditolak, artinya ada pengaruh *feeding* terhadap kekasaran permukaan.

Persen kontribusi faktor dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$SS'_A = SS_{faktor} - MS_{error} (V_V) \dots\dots\dots (4.37)$$

$$SS'_A = SS_A - MS_E (V_A) \dots\dots\dots (4.38)$$

$$= 12.598 - (0.311 \times 2)$$

$$= 11.976$$

$$SS'_B = SS_A - MS_E(V_B) \dots \dots \dots (4.39)$$

$$= 8.539 - (0.311 \times 2)$$

$$= 7.917$$

$$SS'_E = SS_T - SS'_A - SS'_B \dots \dots \dots (4.40)$$

$$= 22.384 - 11.976 - 7.917$$

$$= 2,491$$

Persen kontribusi kecepatan *Spindle*

$$\rho_A = \frac{SS'_{faktor}}{SS_T} \times 100\% \dots \dots \dots (4.41)$$

$$\rho_A = \frac{11.976}{22.384} \times 100\%$$

$$= 53.502\%$$

Persen kontribusi *Feeding*

$$\rho_B = \frac{SS_{faktor}}{SS_T} \times 100\% \dots \dots \dots (4.42)$$

$$\rho_B = \frac{7.917}{22.384} \times 100\%$$

$$= 35.369\%$$

Persen kontribusi *Error*

$$\rho_E = \frac{SS_{faktor}}{SS_T} \times 100\% \dots \dots \dots (4.43)$$

$$\rho_E = \frac{2.491}{22.384} \times 100\%$$

$$= 11.128\%$$

Dari perhitungan kontribusi faktor tersebut, dapat disimpulkan bahwa faktor A yaitu kecepatan putaran *spindle* yang bisa memberikan kontribusi paling besar terhadap nilai kekasaran permukaan baja AISI 1045 sebanyak 53.502 % dibandingkan faktor B *feeding* yaitu sebanyak 35.369% dan *error* sebesar 11.128%. Dapat dilihat pada Tabel 4.13 berikut:

Tabel 4. 13 Persen Kontribusi

Sumber	v	SS	MS	$\rho\%$
A	2	12.598	6.299	53.502
B	2	8.539	4.268	35.369
Error	4	1.247	0.311	11.128
Total	8	22.452	-	100

4.2.2.6 Prediksi Rata-rata Kekasaran Permukaan Yang Optimum

Dapat diketahui faktor yang paling berpengaruh adalah A3 (kecepatan putaran spindle 1645). Jadi bentuk perhitungan yang cocok untuk rata-rata kekasaran permukaan yang optimum sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \mu_{prediksi} &= \bar{Y} + (\bar{A}_3 - \bar{Y}) \dots\dots\dots (4.44) \\ &= -2.584 + (-1.301 - (-2.584)) \\ &= -2.584 + (-3.885) \\ &= 6.469 \end{aligned}$$

Sedangkan interval kepercayaan pada tingkat 90% adalah:

Diketahui: $F_{(0.10; 1; 4)} = 4.54$ dan $MS_e = 0.311$

$$\begin{aligned} n_{eff} &= \frac{\text{jumlah total eskperimen}}{1 + \text{jumlah derajat kebebasan perkiraan rata-rata}} \dots\dots\dots (4.45) \\ &= \frac{9 \times 3}{1 + 2} = \frac{27}{3} = 9 \end{aligned}$$

$$CI = \pm \sqrt{F_{(0.10; 1; 4)} \times MS_e \times \frac{1}{n_{eff}}} \dots\dots\dots (4.46)$$

$$= \pm \sqrt{4.54 \times 0.311 \times \frac{1}{9}} = \pm 0.396$$

$$\mu_{prediksi} - CI \leq \mu_{prediksi} \leq \mu_{prediksi} + CI \dots\dots\dots (4.47)$$

$$6.469 - 0.396 \leq 6.469 \leq 6.469 + 0.396$$

$$6.073 \leq 6.469 \leq 6.865$$

4.2.3 Percobaan Konfirmasi

Percobaan validasi dilakukan untuk memverifikasi hasil yang diperoleh untuk melakukan hal ini, dilakukan untuk membandingkan interval kepercayaan rata-rata. Kemudian memprediksi kekasaran permukaan dengan interval kepercayaan rata-rata dari percobaan validasi. Eksperimen validasi dilakukan dengan mengkombinasi pengaturan parameter yang diperoleh dari hasil optimasi. Pada percobaan ini juga membandingkan respons dari kombinasi pertama dan kombinasi terbaik. Kombinasi awal dan kombinasi optimal ditunjukkan pada Tabel 4.14 berikut:

Tabel 4. 14 Kombinasi Parameter Proses Kondisi Awal Dan Kondisi Optimum

Parameter proses	Kombinasi awal		Kombinasi optimum	
	Nilai	Level	Nilai	Level
Kecepatan Potong (A)	1645	3	1645	3
Feeding (B)	0.18	1	0.18	1

4.2.3.1 Hasil Pengolahan Data Eksperimen Kombinasi Awal

Berikut adalah hasil dari perhitungan kombinasi awal dapat dilihat pada Tabel 4.15 berikut:

Tabel 4. 15 Perhitungan Kombinasi Awal dan Akhir

	Replikasi			Rata-rata
	1	2	3	
Kombinasi awal	1.149	1.049	1.065	1.087
Kombinasi optimum	1.073	1.004	1.119	1.065

Perhitungan rasio S/N untuk masing-masing respon dilakukan dengan menggunakan persamaan. Hasil rasio S/N tersebut ditunjukkan pada Tabel 4.16 di bawah ini:

Tabel 4. 16 Perhitungan S/N Untuk Masing-masing Respon

Setting respon	Kombinasi awal		Kombinasi optimum	
	Nilai rata-rata	Rasio S/N	Nilai rata-rata	Rasio S/N
Kekasaran permukaan	1.087	-0.736	1.065	-0.558

Pada penelitian ini dilakukan perbandingan antara interval keyakinan rata-rata kekasaran kombinasi awal dengan interval keyakinan rata-rata kekasaran kombinasi optimum. Perbandingan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.17 berikut ini:

Tabel 4. 17 Perbandingan Kombinasi

	Kombinasi awal	Kombinasi optimum
Kekasaran permukaan	1.087	1.065

Tabel 4.17 menunjukkan bahwa nilai kombinasi awal 1.087 dan kombinasi optimal adalah 1.065. Penentuan interval kepercayaan kekasaran rata-rata untuk percobaan validasi dilakukan dengan menghitung jumlah pengamatan efektif terlebih dahulu. Jumlah pengamatan yang valid dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$n_{eff} = \frac{\text{jumlah total eksperimen}}{1 + \text{jumlah derajat kebebasan perkiraan rata-rata}} \dots\dots\dots (4.48)$$

$$= \frac{9 \times 3}{1 + 2} = \frac{27}{3} =$$

Nilai F (0.10;1;4) = 4.54 dan MS_e = 0.311 r=3

$$CI = \pm \sqrt{F_{(0.10;1;10)} \times V \times \frac{1}{n_{eff}} + \frac{1}{r}} \dots\dots\dots (4.49)$$

$$= \pm \sqrt{4.54 \times 0.311 \times \frac{1}{9} + \frac{1}{3}} = \pm 0.294$$

Dengan demikian interval keyakinan 90% rata-rata kekasaran konfirmasi adalah 1.087 ± 0.294 atau $0.793 \leq$ kekasaran konfirmasi 1.381 percobaan konfirmasi digunakan untuk memverifikasi bahwa nilai rata-rata yang di taksir untuk parameter dan level yang telah dipilih dari percobaan adalah valid.

Estimasi nilai rata-rata yang sebenarnya pada kondisi optimum didasarkan pada hasil nilai rata-rata yang diperoleh dari percobaan. Validasi ditetapkan jika rata-rata dari hasil percobaan konfirmasi berada di dalam interval hasil prediksi. Pada pengaturan kmbinasi yang optimal, rata-rata kekasaran permukaan masih dalam batas halus. Keterbatasan halus adalah tingkat kekasaran N5-N12.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilalui oleh peneliti maka penelitian yang berjudul “Analisis Pengaruh Putaran *Spindle* (RPM) Dan *Feeding* Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Material Baja Aisi 1045 Pada Proses CNC Bubut” dapat disimpulkan bahwa:

Kekasaran yang minimum didapatkan pada proses pemesinan bubut CNC menggunakan setting parameter kecepatan *spindle* 1645 RPM (level 3) dan *feeding* 0.18 mm/rev (level 1), dan dari hasil analisis yang telah dilalui didapatkan nilai persen kontribusi pada parameter kecepatan *spindle* didapatkan sebesar 53.502% sedangkan pada parameter *feeding* didapatkan sebesar 35.369%.

5.2 Saran

Saran yang dapat penulis sampaikan setelah melakukan penelitian ini yaitu:

- a. Penelitian ini dapat dikembangkan dengan cara menambahkan faktor yang mempengaruhi seperti menambahkan variasi kedalaman pemakanan, atau menambahkan variasi media pendingin.
- b. Pada penelitian ini menggunakan metode taguchi, penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dengan metode RSM atau sejenisnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, H. (2013). *Pengaruh Parameter Pemotongan Pada Operasi Pemotongan Milling Terhadap Getaran Dan Tingkat Kekasaran Permukaan (Surface Roughness) Hammada Abbas. Snttm Xii, 23–24.*
- Adrianto, R. (2011). Pengaruh Kecepatan Spindel, Kecepatan Pemakanan Dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Benda Kerja Hasil Pemesinan Bubut Cnc Pada Baja St 40. *Febriani Setyaningrum, 6.*
- Arifin. (2020). *Arifin, A. (2020, May 14). Parameter Pemotongan Pada Proses Pembubutan. 59(mm).*
- ASM International Hand, book. (1997). *“Fatigue and Fracture”,.*
- Cristina Tri Kartikasari. (2009). Analisis Efisiensi Dan Efektifitas Penggunaan Mesin Produksi Pada CV. Harapan Baru Surakarta. *Skripsi, 1–102.*
- Elvys, E. Y., & Arisandi, D. (2017). Retrofit Mesin Milling Manual Z7632 Ke Sistem CNC Milling. *Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Komputer FTKOM UNCP, 236–246.*
- Imam Syafi,i, D. P., & Cnc, B. (2019). *ANALISIS PENGARUH KECEPATAN PUTAR SPINDEL (RPM) DAN PENGARUH PENDINGIN TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN MATERIAL BAJA UMUM SGD 400 D PADA MESIN BUBUT CNC. 1–9.*
- Ishak, A. (2002). Rekayasa Kualitas. *Jurnal Teknik Industri Universitas Sumatra Utara, hal. 10-16.*
- Lesmono, I. (2013). Pengaruh Jenis Pahat, Kecepatan Spindel, dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Tingkat Kekasaran dan Kekerasan Permukaan Baja st. 42 pada Proses Bubut Konvensional. *Jtm, 1(3), 48–55.*
- Lilih. (2003). *mesin turning CNC 3A.*
- Marendi Nopiansyah Mesin, J. T., Manufaktur, P., & Bangka, N. (2021). *ANALISIS*

*PENGARUH KECEPATAN SPINDLE DAN PEMESINAN BUBUT CNC
PADA BAJA ST41 Oleh :*

- Pramono. (2011). “Karakteristik Mekanik Proses Hardening Baja Aisi 1045 Media Quenching Untuk Aplikasi Sprochet Rantai”. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*.
- Rifnaldi, R., & Mulianti. (2019). Pengaruh Perlakuan Panas Hardening dan Tempering Terhadap Kekerasan (Hardness) Baja AISI 1045. *Ranah Research: Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 1(4), 950–959.
- Rochim, T. (2001). *Sfesifikasi, Metrologi dan Kontrol Kualitas Geometrik*.
- Rochim, T. (2007). *Proses Pemesinan buku 2 Perkakas dan Sistem Pamerkakasan*.
- Sidi, P. (2010). Optimasi Nilai Kekasaran Permukaan Pada Proses Bubut Cnc Dengan Metode Taguchi L 27. *Rekayasa Mesin*, 69–74.
- Soejanto, I. (2009). *Desain Eksperimen dengan Metode Taguchi*.
- Widarto. (2008). Teknik Pemesinan JILID 1. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952.



Lampiran 1

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Muhammad Rizllah Aththabary Priatama
Tempat & tanggal lahir : Bandung, 23- Juni- 2001
Alamat Rumah : Jalan Maria Goreti no 38A, Sungailiat Bangka
HP: 0895637575635
E-mail: mrizllah@gmail.com
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Agama : Islam

2. Riwayat Pendidikan

MIN 2 Parit Padang Tahun 2007-2013
SMP Negeri 2 Sungailiat Tahun 2013-2016
SMA Negeri 1 Sungailiat Tahun 2016-2019

Sungailiat, 15 Januari 2023

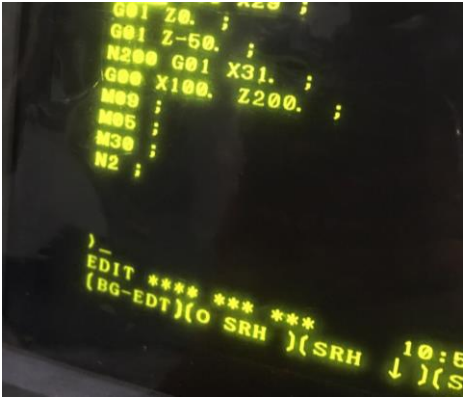
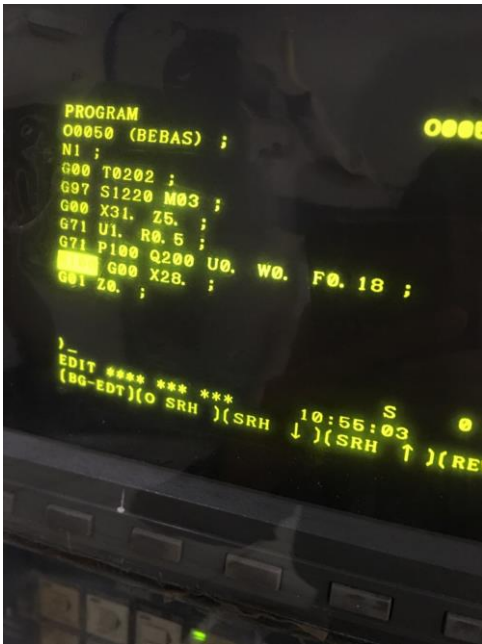
Lampiran 2

Dokumen penelitian

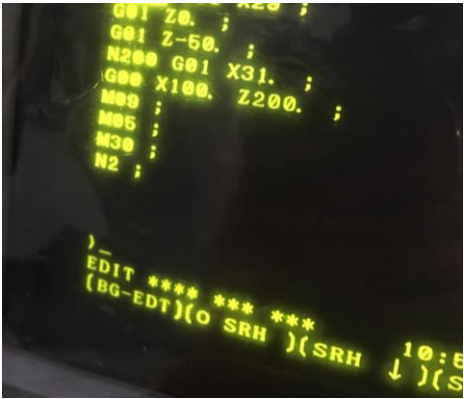
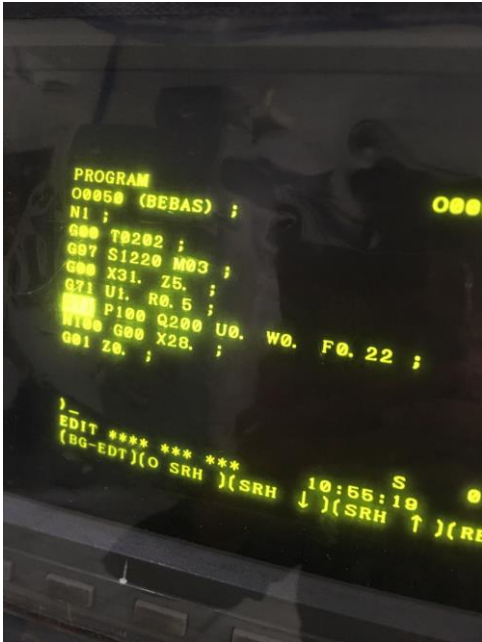




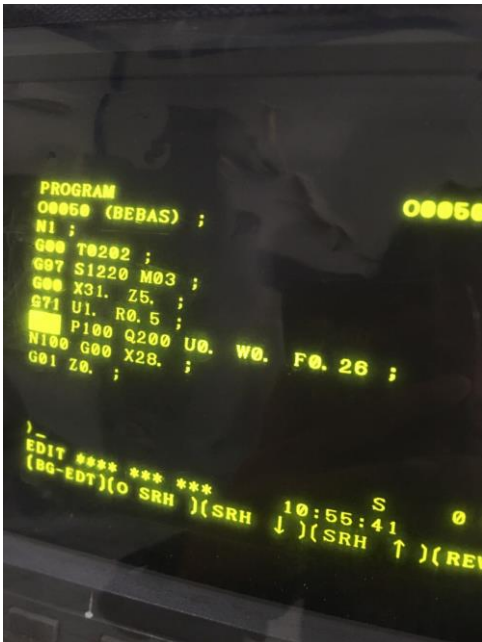
Program Variasi Parameter 1



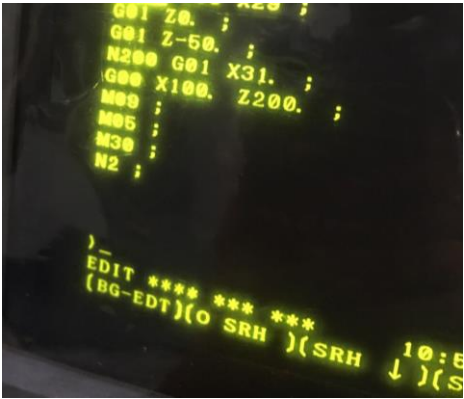
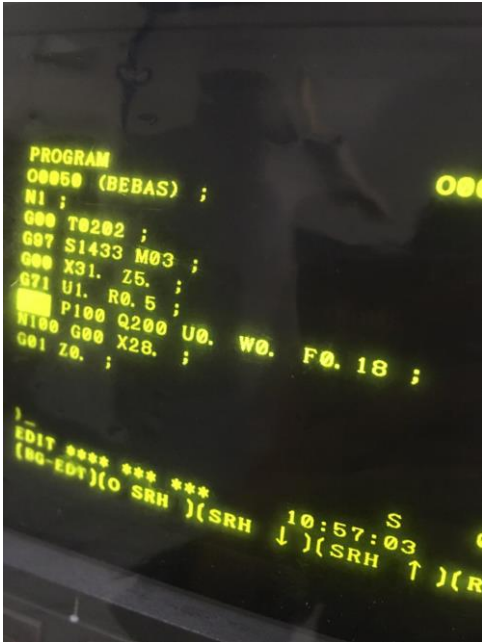
Program Variasi Parameter 2



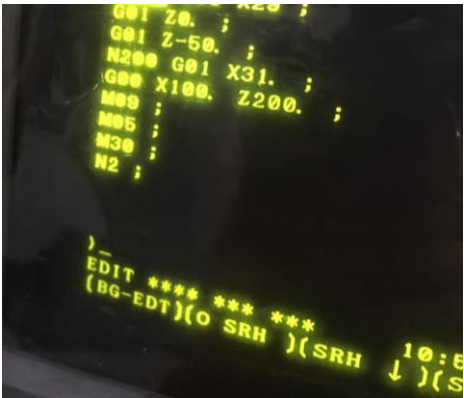
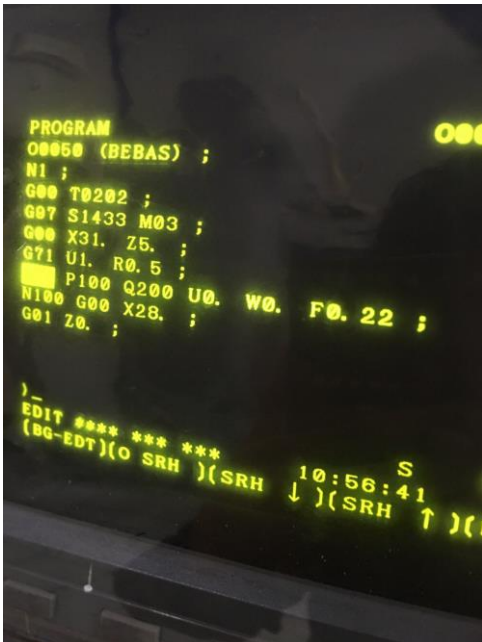
Program Variasi Parameter 3



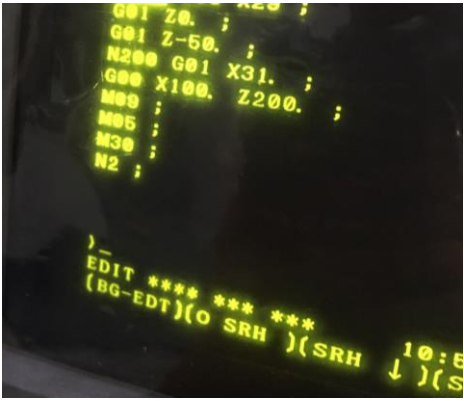
Program Variasi Parameter 4



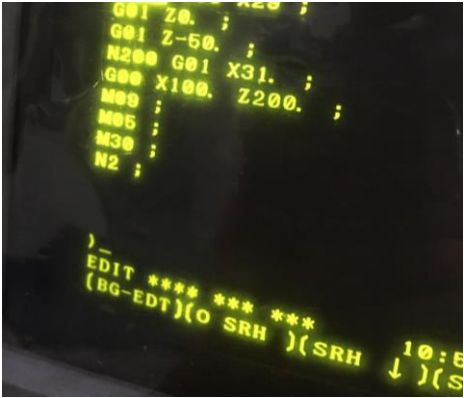
Program Variasi Parameter 5



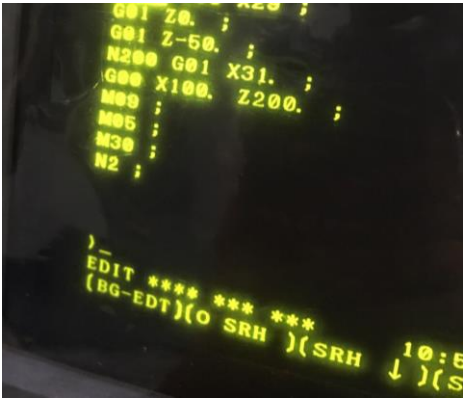
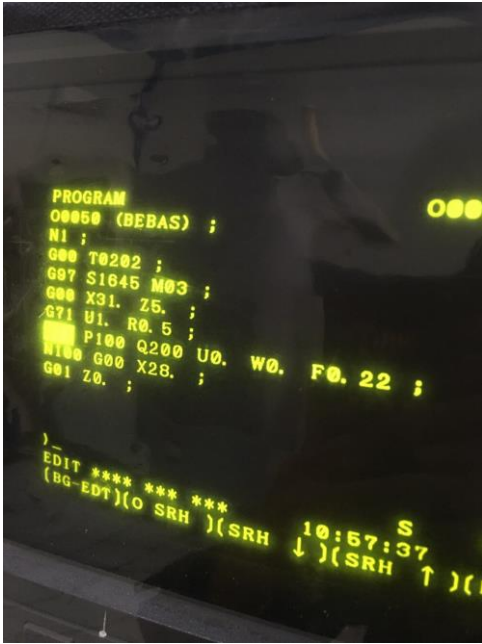
Program Variasi Parameter 6



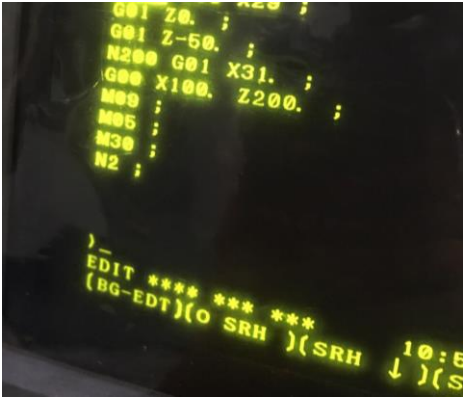
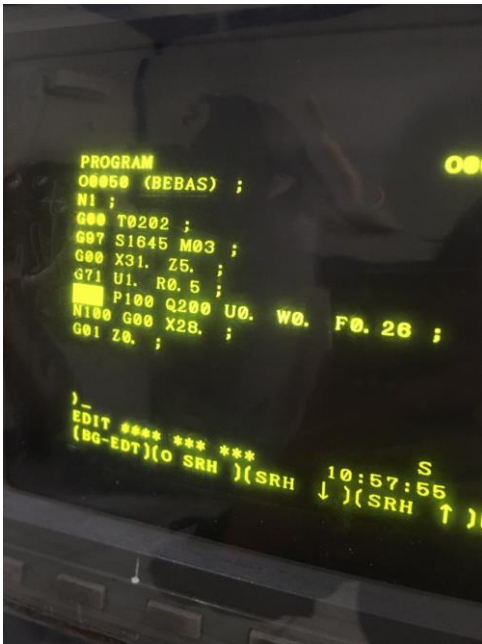
Program Variasi Parameter 7



Program Variasi Parameter BK 8




Program Variasi Parameter bk 9







Sertifikat Baja AISI 1045



Verkauf Neuböhlen
 Top : +49 (0) 68 98 10 87 00
 Fax : +49 (0) 68 98 10 87 01
 E-Mail : verkauf.neubohlen@saarstahl.com

Verkauf Barbede Draht
 Top : +49 (0) 68 98 10 80 00
 Fax : +49 (0) 68 98 10 80 65
 E-Mail : verkauf.barbede@saarstahl.com

Verkauf Nutenblech
 Top : +49 (0) 68 98 10 42 00
 Fax : +49 (0) 68 98 10 42 02
 E-Mail : verkauf.nutenblech@saarstahl.com

Verkauf Schmiede
 Top : +49 (0) 68 98 10 43 00
 Fax : +49 (0) 68 98 10 40 15
 E-Mail : verkauf.schmiede@saarstahl.com

INSPECTION CERTIFICATE / ABGEGEBENSCHEIN

Inspection No. : 0930726804
 Order No. : 912302288
 Specification : 1.1045
 Customer : UNM CO.LTD

Charge No	Size	Length	Quantity	Mass	Spec	Chemische Analyse (Schmelze)				p
						Si	Mn	Cr	C	
A92198	30	6000	100	121	0.9250	0.2	0.2	0.50-0.100	0.15-0.40	5

Hardness
 Result : 205 C

Disturbance
 Result : 1000

Hardness
 Result : 205 C

Disturbance
 Result : 1000

Impact Test
 Result : 1000


Ultrasonic test
 Result : Good

Micro Structure
 Result : Good

Free From Interdy Contamination
 Result : Good

Grain Size
 Result : Good

Result
 Result : Good



Proses pengukuran kekasaran



Hasil pengukuran kekasaran

BK 1



BK 2



BK 3



BK 4



BK 5



BK 6



BK7



BK8



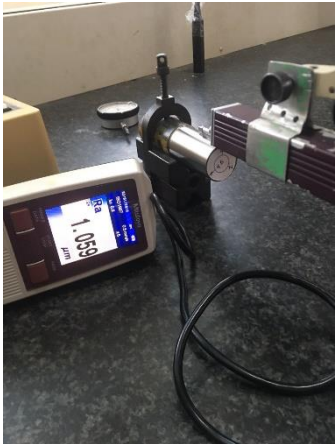
BK9



BK10



BK 11



BK 12



BK 13



BK 14



BK 15



BK 16



BK 17



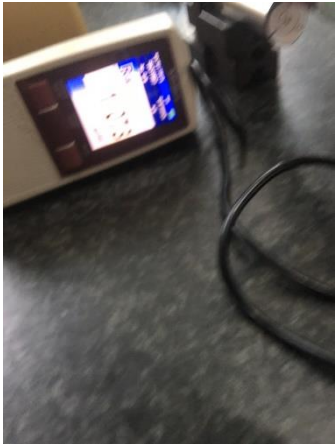
BK 18



BK 19



BK 20



BK 21



BK 22



BK 23



BK 24



BK 25



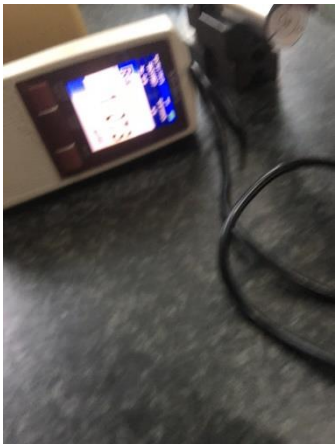
BK 26



BK 27



Uji Konfirmasi



Mata Potong



Lampiran 3












Tabel Distribusi 90%

Titik Persentase Distribusi F untuk Probabilita = 0,10															
df untuk penyebut (N2)	df untuk pembilang (N1)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	39.86	49.50	53.59	55.83	57.24	58.20	58.91	59.44	59.86	60.19	60.47	60.71	60.90	61.07	61.22
2	8.53	9.00	9.16	9.24	9.29	9.33	9.35	9.37	9.38	9.39	9.40	9.41	9.41	9.42	9.42
3	5.54	5.46	5.39	5.34	5.31	5.28	5.27	5.25	5.24	5.23	5.22	5.22	5.21	5.20	5.20
4	4.54	4.32	4.19	4.11	4.05	4.01	3.98	3.95	3.94	3.92	3.91	3.90	3.89	3.88	3.87
5	4.06	3.78	3.62	3.52	3.45	3.40	3.37	3.34	3.32	3.30	3.28	3.27	3.26	3.25	3.24
6	3.78	3.46	3.29	3.18	3.11	3.05	3.01	2.98	2.96	2.94	2.92	2.90	2.89	2.88	2.87
7	3.59	3.26	3.07	2.96	2.88	2.83	2.78	2.75	2.72	2.70	2.68	2.67	2.65	2.64	2.63
8	3.46	3.11	2.92	2.81	2.73	2.67	2.62	2.59	2.56	2.54	2.52	2.50	2.49	2.48	2.46
9	3.36	3.01	2.81	2.69	2.61	2.55	2.51	2.47	2.44	2.42	2.40	2.38	2.36	2.35	2.34
10	3.29	2.92	2.73	2.61	2.52	2.46	2.41	2.38	2.35	2.32	2.30	2.28	2.27	2.26	2.24
11	3.23	2.86	2.66	2.54	2.45	2.39	2.34	2.30	2.27	2.25	2.23	2.21	2.19	2.18	2.17
12	3.18	2.81	2.61	2.48	2.39	2.33	2.28	2.24	2.21	2.19	2.17	2.15	2.13	2.12	2.10
13	3.14	2.76	2.56	2.43	2.35	2.28	2.23	2.20	2.16	2.14	2.12	2.10	2.08	2.07	2.05
14	3.10	2.73	2.52	2.39	2.31	2.24	2.19	2.15	2.12	2.10	2.07	2.05	2.04	2.02	2.01
15	3.07	2.70	2.49	2.36	2.27	2.21	2.16	2.12	2.09	2.06	2.04	2.02	2.00	1.99	1.97
16	3.05	2.67	2.46	2.33	2.24	2.18	2.13	2.09	2.06	2.03	2.01	1.99	1.97	1.95	1.94
17	3.03	2.64	2.44	2.31	2.22	2.15	2.10	2.06	2.03	2.00	1.98	1.96	1.94	1.93	1.91
18	3.01	2.62	2.42	2.29	2.20	2.13	2.08	2.04	2.00	1.98	1.95	1.93	1.92	1.90	1.89
19	2.99	2.61	2.40	2.27	2.18	2.11	2.06	2.02	1.98	1.96	1.93	1.91	1.89	1.88	1.86
20	2.97	2.59	2.38	2.25	2.16	2.09	2.04	2.00	1.96	1.94	1.91	1.89	1.87	1.86	1.84
21	2.96	2.57	2.36	2.23	2.14	2.08	2.02	1.98	1.95	1.92	1.90	1.87	1.86	1.84	1.83
22	2.95	2.56	2.35	2.22	2.13	2.06	2.01	1.97	1.93	1.90	1.88	1.86	1.84	1.83	1.81
23	2.94	2.55	2.34	2.21	2.11	2.05	1.99	1.95	1.92	1.89	1.87	1.84	1.83	1.81	1.80
24	2.93	2.54	2.33	2.19	2.10	2.04	1.98	1.94	1.91	1.88	1.85	1.83	1.81	1.80	1.78
25	2.92	2.53	2.32	2.18	2.09	2.02	1.97	1.93	1.89	1.87	1.84	1.82	1.80	1.79	1.77
26	2.91	2.52	2.31	2.17	2.08	2.01	1.96	1.92	1.88	1.86	1.83	1.81	1.79	1.77	1.76
27	2.90	2.51	2.30	2.17	2.07	2.00	1.95	1.91	1.87	1.85	1.82	1.80	1.78	1.76	1.75
28	2.89	2.50	2.29	2.16	2.06	2.00	1.94	1.90	1.87	1.84	1.81	1.79	1.77	1.75	1.74
29	2.89	2.50	2.28	2.15	2.06	1.99	1.93	1.89	1.86	1.83	1.80	1.78	1.76	1.75	1.73
30	2.88	2.49	2.28	2.14	2.05	1.98	1.93	1.88	1.85	1.82	1.79	1.77	1.75	1.74	1.72
31	2.87	2.48	2.27	2.14	2.04	1.97	1.92	1.88	1.84	1.81	1.79	1.77	1.75	1.73	1.71
32	2.87	2.48	2.26	2.13	2.04	1.97	1.91	1.87	1.83	1.81	1.78	1.76	1.74	1.72	1.71
33	2.86	2.47	2.26	2.12	2.03	1.96	1.91	1.86	1.83	1.80	1.77	1.75	1.73	1.72	1.70
34	2.86	2.47	2.25	2.12	2.02	1.96	1.90	1.86	1.82	1.79	1.77	1.75	1.73	1.71	1.69
35	2.85	2.46	2.25	2.11	2.02	1.95	1.90	1.85	1.82	1.79	1.76	1.74	1.72	1.70	1.69
36	2.85	2.46	2.24	2.11	2.01	1.94	1.89	1.85	1.81	1.78	1.76	1.73	1.71	1.70	1.68
37	2.85	2.45	2.24	2.10	2.01	1.94	1.89	1.84	1.81	1.78	1.75	1.73	1.71	1.69	1.68
38	2.84	2.45	2.23	2.10	2.01	1.94	1.88	1.84	1.80	1.77	1.75	1.72	1.70	1.69	1.67
39	2.84	2.44	2.23	2.09	2.00	1.93	1.88	1.83	1.80	1.77	1.74	1.72	1.70	1.68	1.67
40	2.84	2.44	2.23	2.09	2.00	1.93	1.87	1.83	1.79	1.76	1.74	1.71	1.70	1.68	1.66
41	2.83	2.44	2.22	2.09	1.99	1.92	1.87	1.82	1.79	1.76	1.73	1.71	1.69	1.67	1.66
42	2.83	2.43	2.22	2.08	1.99	1.92	1.86	1.82	1.78	1.75	1.73	1.71	1.69	1.67	1.65
43	2.83	2.43	2.22	2.08	1.99	1.92	1.86	1.82	1.78	1.75	1.72	1.70	1.68	1.67	1.65
44	2.82	2.43	2.21	2.08	1.98	1.91	1.86	1.81	1.78	1.75	1.72	1.70	1.68	1.66	1.65
45	2.82	2.42	2.21	2.07	1.98	1.91	1.85	1.81	1.77	1.74	1.72	1.70	1.68	1.66	1.64

Lampiran 4

Form Bimbingan

FORM-PPR-3- 4: Bimbingan Proyek Akhir

FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2022/2023			
			
JUDUL	ANALISIS PENGARUH ACELERASI PUTARAN SPINDEL (RPM) DAN BEKAMAS TERHADAP KERAPATAN PERMUKAAN PROFESIAL BASA ALUMINUM PADA MESIN PIGRES @ MESIN CUCI BUBUT		
Nama Mahasiswa	M. Rizaloh Alhikmah Pratomo NIM: 10419050		
Nama Pembimbing	1. Yudi Oktovich, S.Tc, M.Eng. 2. Zulfitriyanto, S.S.T, M.T. 3.		
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
1	23/4-2022	Evaluasi terkait ketentuan seminar proposal PPA	
2	13/5-2022	Pertembangan BAB I dan BAB II skripsi PA	
3	27/5-2022	Proses persiapan alar dan bahan PA	
4	22/6-2022	Keterangan bimbingan	
5	30/6-2022	Progres awal	
6	27/7-2022	Pertembangan BAB I, dan II skripsi PA	
7	10/8-2022	Pertembangan BAB I - IV skripsi PA	
8	21/9-2022	Revisi BAB I - IV skripsi PA	
9	3/1-2023	Konsultasi BAB I - IV PA + jurnal	
10	16/1-2023	Persiapan sidang PA	

Catatan:
• Jika pertemuan bimbingan lebih dari sepuluh kali, dapat mengambil Form kembali di Panitia Kuliah Proyek Akhir




1 41

Scanned by Easy Scanner

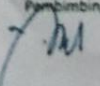
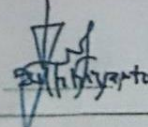
Lampiran 5

Form monitoring

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

FORM MONITORING PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2022 / 2023			
			
JUDUL		Analisis Pengaruh Kemampuan Pemrosesan Spindle (KSP) Dan Feeding Terhadap Efisiensi Perhitungan Material Pada APL dan Pada Proses Masuk CML Buluh	
Nama Mahasiswa		1. M. Rizillah A.P /NIM: 104450 2. /NIM: 3. /NIM: 4. /NIM: 5. /NIM:	
Monitoring ke	Tanggal	Progress Alat	Paraf Pembimbing
3	18 / 01 2023	Mata kuliah selesai	
3	18 / 01 2023	Mata kuliah selesai	





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

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

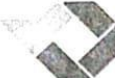
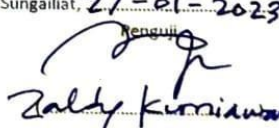


Lampiran 6

Form Revisi


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

 FORM REVISI LAPORAN AKHIR TAHUN AKADEMIK <u>2022/2023</u>	
JUDUL :
Nama Mahasiswa :	1. _____ NIM: _____ 2. <u>M. Rizwah A.P</u> NIM: <u>1041950</u> 3. _____ NIM: _____ 4. _____ NIM: _____ 5. _____ NIM: _____
Bagian yang direvisi	Halaman
<u>Makalah</u> <u>di Bawah</u> <u>sepat</u> <u>REVISI</u>	
Sungailiat, <u>27</u> ... <u>01</u> ... <u>2023</u> Penguji  (.....)	
Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa	
Mengetahui, Pembimbing  (<u>Fidi Oktradi</u>)	Sungailiat, <u>15</u> ... <u>02</u> ... <u>2023</u> Penguji  (.....)

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

															
FORM REVISI LAPORAN AKHIR TAHUN AKADEMIK 2022 / 2023															
JUDUL :	Analisis Pengaruh Kecepatan Putaran Spindel dan Feeding terhadap Karakteristik Permukaan Material Baja AISI 1045 pada Proses Pemrosesan CNC														
Nama Mahasiswa :	1. M. RizLlah, AB NIM: 1041950 2. _____ NIM: _____ 3. _____ NIM: _____ 4. _____ NIM: _____ 5. _____ NIM: _____														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Bagian yang direvisi</th> <th>Halaman</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bab I</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Bab V</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Kesimpulan</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Daftar pustaka</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Lampiran</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2"> } Letak di mendeck uji konfirmasi? </td> </tr> </tbody> </table>		Bagian yang direvisi	Halaman	Bab I		Bab V		Kesimpulan		Daftar pustaka		Lampiran		} Letak di mendeck uji konfirmasi?	
Bagian yang direvisi	Halaman														
Bab I															
Bab V															
Kesimpulan															
Daftar pustaka															
Lampiran															
} Letak di mendeck uji konfirmasi?															
Sungailiat, 27-01-2023 Penguji  Zaldy Kurniawan															
Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa															
Mengetahui, Pembimbing  (Inda Oktavia)	Sungailiat, 8-2-2023 Penguji  Zaldy Kurniawan														

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

 FORM REVISI LAPORAN AKHIR TAHUN AKADEMIK	
JUDUL :	Analisis Pengaruh Kecerahan Putoran Speed dan frekuensi berputar Kekeraman Puncak Material Baja Aisi 1045 pada proses pemanasan
Nama Mahasiswa :	1. M. Rizkhan A.P NIM: 1091950 2. _____ NIM: _____ 3. _____ NIM: _____ 4. _____ NIM: _____ 5. _____ NIM: _____
Bagian yang direvisi	Halaman
1. Cek Pendaftar Prayar Abwir	
2. Cek Penguji 1	
3. Cek Penguji 2	
Sungailiat, 27 Januari 2023 Penguji M. (.....) Xedr Oktavadi	
Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa	
Meng-tahui, Pembimbing M. (.....) Xedr Oktavadi	Sungailiat, Penguji M. (.....) Xedr Oktavadi

(Kpu).
 Ck hkt.

Lampiran 7

Bukti bukan Plagiasi

Turnitin Originality Report Document Viewer

Processed on: 17-Jan-2023 13:50 WIB
ID: 1993997479
Word Count: 10104
Submitted: 1

Similarity Index
19%

Similarity by Source
Internet Sources: 19%
Publications: 0%
Student Papers: 0%

ANALISIS PENGARUH KECEPATAN PUTARAN SPINDLE
(... By Muhammad Rizliah Aththabary Priatama

include quoted | include bibliography | excluding matches < 2% | mode: quickview (classic) report | print | refresh | download

- 7% match (Internet from 28-Sep-2022)
<http://repository.polman-babel.ac.id>
- 6% match (Internet from 13-Apr-2022)
<http://repository.polman-babel.ac.id>
- 3% match (Internet from 28-Sep-2022)
<http://repository.polman-babel.ac.id>
- 2% match (Internet from 16-Sep-2022)
<http://repository.polman-babel.ac.id>
- 2% match (Internet from 30-Jun-2022)
<http://repository.polman-babel.ac.id>

ANALISIS PENGARUH KECEPATAN PUTARAN SPINDLE (RPM) DAN FEEDING TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN MATERIAL BAJA AISI 1045 PADA PROSES PEMESINAN CNC BUBUT PROYEK AKHIR Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung Disusun oleh: Muhammad Rizliah Aththabary Priatama NIRM: 1041950

Lampiran 8

Bukti sudah publikasi 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 : 006/PL.28.C/PB/2023

Dengan ini menerangkan bahwa artikel yang berjudul :

**“ANALISIS KEKASARAN PERMUKAAN PADA PENGARUH
KECEPATAN SPINDEL DAN *FEEDING* TERHADAP
MATERIAL BAJA AISI 1045 PADA MESIN BUBUT CNC”**

Atas nama :

Penulis : **MUHAMMAD RIZLLAH ATHTHABARY PRIATAMA, YUDI
OKTRIADI**

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 10 Januari 2023.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Sungailiat, 10 Januari 2023
Kepala P3KM,

Dr. Parulian Silalabi, M.Pd D
NIP. 1901010201640006