

**ANALISIS PENGARUH PARAMETER TERHADAP MRR
DAN KEKASARAN PERMUKAAN PADA BENDA
KERJA DI MESIN CNC TURNING DENGAN
METODE TAGUCHI**

PROYEK AKHIR

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



Disusun oleh :

Adin Gilbran

NIRM 1042031

POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI

BANGKA BELITUNG

TAHUN 2023

**ANALISIS PENGARUH PARAMETER TERHADAP MRR
DAN KEKASARAN PERMUKAAN PADA BENDA
KERJA DI MESIN CNC *TURNING* DENGAN
METODE *TAGUCHI***

PROYEK AKHIR

Laporan Akhir Ini Dibuat Dan Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Kelulusan Sarjana Terapan/Diploma IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka
Belitung



Disusun Oleh:

Adin Gilbran

NIRM 1042031

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

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS PENGARUH PARAMETER TERHADAP MRR DAN
KEKASARAN PERMUKAAN PADA BENDA KERJA
DI MESIN CNC *TURNING* DENGAN
METODE *TAGUCHI***

Oleh:

ADIN GILBRAN/NIM 1042031

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

Menyetujui,

Pembimbing 1



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

Pembimbing 2



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

Penguji 1



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

Penguji 2



Muhammad Subhan, S.S.T., M.T.

PERYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : ADIN GILBRAN NIM : 1042031

Dengan judul : **ANALISIS PENGARUH PARAMTER TERHADAP MRR
DAN KEKASARAN PERMUKAAN PADA BENDA
KERJA DI MESIN CNC *TURNING* DENGAN METODE
*TAGUCHI***

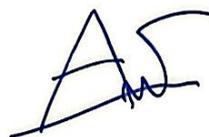
Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 30 Januari 2024

Nama Mahasiswa

1. Adin Gilbran

Tanda Tangan



ABSTRAK

Tingkat penghilangan material yang tinggi adalah salah satu tujuan yang ingin dicapai saat memproses bagian-bagian dengan CNC Turning serta nilai kekasaran permukaan yang minimal. Maka dari itu diperlukan variabel-variabel proses untuk mengetahui nilai-nilai variabel yang berkontribusi berpengaruh terhadap Material Removal Rate dan Kekasaran Permukaan. Variabel proses yang digunakan pada penelitian ini ialah Rpm, feeding dan kedalaman pemakanan. Rancangan percobaan menggunakan metode Taguchi dan berupa Matriks Orthogonal Array L_9 (3^3) dengan melakukan percobaan pengulangan 3 kali. Material yang digunakan adalah ST-60, dengan data analisis Large is better untuk Material Removal Rate dan Smaller is better untuk kekasaran permukaan. Dari hasil perhitungan faktor mean data MRR didapatkan persen kontribusi feeding sebesar 19,53% sedangkan kedalaman pemakanan didapatkan sebesar 64,56% dan untuk kekasaran permukaan hanya didapatkan persen kontribusi feeding sebesar 51,37%. Nilai optimum didapatkan pada variabel-variabel proses pada proses CNC Turning pada baja St-60 yang optimal parameter Rpm 3.184 put/min, feeding 0,22 mm/rev dan kedalaman pemakanan sebesar 2,5 mm.

Kata Kunci : CNC; MRR; ST-60; Metode Taguchi

ABSTRACT

A high material removal rate is one of the goals to be achieved when processing parts with CNC Turning as well as minimal surface roughness values. Therefore, process variables are needed to determine the values of variables that contribute to the Material Removal Rate and Surface Roughness. The process variables used in this research are Rpm, feeding and depth of feeding. The experimental design used the Taguchi method and was an L₉ Orthogonal Array Matrix (3³) by repeating the experiment 3 times. The material used is ST-60, with analysis data of Large is better for Material Removal Rate and Smaller is better for surface roughness. From the results of the calculation of the mean factor for MRR data, the percent contribution of feeding was obtained at 19.53%, while the depth of feeding was obtained at 64.56% and for surface roughness, the percent contribution to feeding was only obtained at 51.37%. Optimum values were obtained for the process variables in the CNC Turning process on St-60 steel, with optimal parameters Rpm 3,184 put/min, feeding 0.22 mm/rev and feed depth of 2.5 mm.

Keywords: CNC; MRR; ST-60; Taguchi Method

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah menganugerahkan rahmat serta hidayah-Nya, yang karena-Nya, penulis masih diberikan kebaikan, kekuatan dan kesabaran dalam menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“ANALISIS PENGARUH PARAMETER TERHADAP MRR DAN KEKASARAN PERMUKAN PADA BENDA KERJA DI MESIN CNC TURNING DENGAN METODE TAGUCHI”**

Tujuan dari tugas akhir ini bertujuan untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Diploma IV Juran Teknik Mesin pada Prodi D-IV Teknik Mesin dan Manufaktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Penulis menyadari dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna dan masih banyak kekurangan baik dalam metode penulisan maupun dari segi pembahasan materi, dikarenakan keterbatasan pengetahuan, kemampuan dan pengalaman penulis. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran serta kritik yang bersifat membangun sehingga di kemudian hari dapat memperbaiki dari segala kekurangannya.

Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis banyak mendapatkan bantuan moril, bimbingan, dorongan, serta semangat dari banyak pihak. Oleh karena itu di kesempatan ini banyak mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya serta rasa hormat penulis menghaturkan kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan moril serta bimbingan yang baik secara langsung maupun tidak langsung dalam menyelesaikan penulisan tugas akhir ini sampai akhir hingga selesai, terutama kepada:

1. Kedua Orang Tua Penulis Suprpto dan Hayana serta seluruh keluarga saya yang selalu memberikan cinta kasih dan sayang, doa yang tulus, didikan, serta motivasi yang diberikan untuk penulis dari awal penulisan hingga sampai dengan selesainya tugas akhir ini.
2. Bapak Yudi Oktriadi, S.Tr., M.Eng. selaku pembimbing I.

3. Bapak Eko Yudo, S.S.T., M.T. selaku pembimbing II.
4. Bapak I Made Andika Setiawan, M.Eng., Ph.D selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
5. Bapak Pristiansyah, S.S.T., M.Eng selaku Kepala Jurusan Teknik Mesin.
6. Bapak Boy Rollastin, S.Tr., M.T. selaku Kepala Program Studi D4 Teknik Mesin dan Manufaktur.
7. Serta seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesin dan Staf Pegawai Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang sudah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat sebelum penulisan tugas akhir ini.
8. Kepada Davina Oktavia terima kasih telah ikhlas membantu saya dari awal hingga akhir proyek akhir ini serta dukungan dan waktunya
9. Seluruh keluarga besar kelas TMM B Teknik Mesin dan Manufaktur 2020.
10. Teman, sahabat dan orang-orang terdekat yang selalu memberikan Penulis motivasi.

Penulis mengucapkan rasa terima kasih kepada semua pihak dan apabila ada yang tak disebutkan penulis mohon maaf, dengan besar harapan semoga penulisan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri dan pembaca. Kepada para pihak yang telah membantu dalam penulisan tugas akhir ini semoga segala amal dan kebajikannya mendapatkan balasan yang berlimpah dari Tuhan Yang Maha Esa, Aamiin.

Sungailiat, 30 Januari 2024



Adin Gilbran

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERYATAAN BUKAN PLAGIAT	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan masalah	4
BAB II DASAR TEORI	5
2.1 Mesin CNC (<i>Computer Numerical Control</i>)	5
2.2 Mesin CNC <i>Turning</i>	5
2.2.1 Pengertian Mesin Bubut CNC	5
2.2.2 Prinsip Kerja Mesin CNC <i>Turning</i>	6
2.2.3 Bagian-Bagian Utama Dari Mesin CNC <i>Turning</i>	7
2.2.4 Pemrograman Mesin CNC <i>Turning</i>	8
2.2.5 Parameter Mesin <i>CNC Turning</i>	11
2.3 Pahat <i>Carbide</i>	11

2.3.1	Material Pahat <i>Karbide</i>	13
2.4	Karakteristik ST-60	14
2.5	<i>Material Removal Rate (MRR)</i>	14
2.6	Kekasaran Permukaan	15
2.6.1	Parameter-parameter Permukaan	15
2.7	Variabel Proses	17
2.7.1	Kecepatan Putaran Spindel	17
2.7.2	Gerak Makan (<i>Feeding</i>)	18
2.7.3	Kedalaman Pemotongan (<i>Depth Of Cut</i>)	19
2.8	Metode <i>Taguchi</i>	19
2.8.1	Uji Konfirmasi	24
2.8.2	Uji Normalitas	24
2.8.3	Uji Homogenitas	24
2.8.4	Uji Rata-rata	25
BAB III	METODE PELAKSANAAN	26
3.1	Diagram Alir / <i>Flow Chart</i>	26
3.2	Identifikasi Masalah	27
3.2.1	Studi Literatur	27
3.3	Persiapan Alat dan Bahan	27
3.5.1	Alat Penelitian	27
	Berikut alat penelitian yang akan digunakan :	27
3.5.2	Bahan Penelitian	30
3.4	Menentukan Parameter	30
3.4.1	Parameter Terikat (<i>Dependent Parameter</i>)	30
3.4.2	Parameter Bebas (<i>Independent Parameter</i>)	31

3.4.3	Parameter Kontrol	31
3.5	Proses Pemesinan	32
3.6	Pengambilan Data	33
3.7	Analisa Hasil Penelitian	33
3.8	Kesimpulan.....	34
BAB IV PEMBAHASAN.....		35
4.1	Pengambilan Data Hasil Eksperimen	35
4.2	Analisis <i>Varians Taguchi</i>	38
4.2.1	Analisis <i>Varians Mean</i> Terhadap Respon <i>MRR</i>	38
4.2.2	Perhitungan <i>Level Means</i> Terhadap Respon	40
4.2.3	Analisis Varian Rata-rata/ <i>Means</i>	41
4.2.4	Persen Kontribusi Rasio S/N.....	42
4.3	Perhitungan Rasio S/N Dari <i>Respon</i>	43
4.3.1	Perhitungan Level Nilai S/N <i>Ratio</i> Terhadap Respon	46
4.3.2	Analisis Variasi <i>Ratio</i> S/N.....	47
4.3.3	Persen Kontribusi <i>Ratio</i> S/N	48
4.4	Uji Normalitas	49
4.5	Uji Dua Variansi (Homogenitas)	50
4.6	Uji Konfirmasi.....	50
4.7	Pembahasan	51
4.8	Analisa.....	52
4.9	Data Nilai Kekasaran Permukaan	52
4.9.1	Perhitungan <i>Level Means</i> Terhadap Respon.....	53
4.9.2	Analisis Varian Rata-rata/ <i>Means</i>	54
4.9.3	Persen Kontribusi Rata-rata/ <i>Means</i>	55

4.10	Perhitungan <i>Ratio S/N</i> Dari Respon	56
4.10.1	Perhitungan Level Nilai <i>S/N Ratio</i> Terhadap Respon	59
4.10.2	Analisis Variasi <i>Ratio S/N</i>	59
4.10.3	Persen Kontribusi <i>Ratio S/N</i>	60
4.11	Uji Normalitas	61
4.12	Uji Dua Variansi (Homogenitas)	62
4.13	Uji Konfirmasi	62
4.14	Pembahasan	63
4.15	Analisa	63
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		64
5.1	Kesimpulan	64
5.2	Saran	64
DAFTAR PUSTAKA		65
LAMPIRAN		68

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Macam-macam Kode G Serta Kegunaanya	10
Tabel 2. 2	Klasifikasi Alat Potong <i>Carbide</i>	13
Tabel 2. 3	Harga Kekasaran Rata-rata Dengan Nilai Toleransi	17
Tabel 2. 4	Contoh <i>Orthogonal Array</i> untuk L9.....	22
Tabel 3.1	Parameter Bebas	31
Tabel 3. 2	Sampel Percobaan	31
Tabel 3. 3	Parameter Kontrol	32
Tabel 4.1	Data Hasil Pertimbangan MRR.....	36
Tabel 4.2	Hasil Eksperimen	37
Tabel 4.3	Data hasil perhitungan MRR L ₉ (3 ³).....	38
Tabel 4.4	Data hasil pengukuran MRR dengan <i>software statistic</i>	39
Tabel 4.5	Respon Parameter Terhadap <i>Means</i>	39
Tabel 4.6	Hasil Anava	41
Tabel 4.7	Keputusan uji.....	42
Tabel 4.8	Nilai Persen Kontribusi Mean	43
Tabel 4. 9	Rasio S/N untuk respon MRR.....	45
Tabel 4. 10	Respon Rasio S/N Parameter Terhadap Mean	45
Tabel 4.11	Respon S/N Parameter Terhadap Hasil Dari MRR	46
Tabel 4.12	Hasil Anava	47
Tabel 4. 13	Keputusan Uji.....	48
Tabel 4.14	Persen Kontribusi <i>Ratio S/N</i>	49
Tabel 4.15	Hasil uji normalitas	50
Tabel 4.16	Hasil uji dua varian	50
Tabel 4.17	Tabel Prediksi	51
Tabel 4.18	Tabel setting	51
Tabel 4.19	Nilai Konfirmasi.....	51
Tabel 4.20	Data Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan dengan Software Statistic.....	52
Tabel 4.21	Respon parameter terhadap mean	53

Tabel 4.22 Hasil Anava	54
Tabel 4.23 Keputusan Uji.....	55
Tabel 4.24 Nilai Persen Kontribusi Mean	56
Tabel 4.25 <i>Ratio</i> S/N untuk respon	57
Tabel 4.26 Respon <i>Ratio</i> S/N parameter terhadap mean.....	58
Tabel 4.27 Respon S/N Parameter Terhadap Hasil Dari Kekasaran Permukaan ..	59
Tabel 4.28 Hasil Anava	60
Tabel 4.29 Keputusan Uji.....	60
Tabel 4.30 Persen Kontribusi <i>Ratio</i> S/N	61
Tabel 4.31 Hasil Uji Normalitas	61
Tabel 4.32 Hasil pengujian dua varian	62
Tabel 4.33 Tabel Prediksi	62
Tabel 4.34 Tabel setting	62
Tabel 4.35 Nilai Konfirmasi.....	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sumbu Utama Koordinat X dan Y Mesin Bubut CNC <i>Turning</i>	6
Gambar 2.2 Bagian-bagian Utama dari Mesin CNC <i>Turning</i>	7
Gambar 2. 3 Metode <i>Incremental</i>	9
Gambar 2. 4 Metode <i>Absolute</i>	9
Gambar 2.5 Holder dan Mata potong <i>Carbide</i>	12
Gambar 2.6 Kekasaran Permukaan Teknis Perekaman Khusus [18].....	16
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	26
Gambar 3.2 Mesin Bubut <i>CNC MORI SEIKI NLX 2500 Y</i>	27
Gambar 3.3 Spesifikasi Mata Potong CNMG.....	28
Gambar 3.4 Jangka Sorong	29
Gambar 3.5 Timbangan Digital.....	29
Gambar 3.6 Benda Kerja ST-60	30
Gambar 4.1 Pengambilan Data MRR.....	36
Gambar 4.2 Pengambilan Data Kekasaran Permukaan.....	36
Gambar 4.3 Grafik mean terhadap MRR dari tiap parameter dan level	40
Gambar 4.4 Grafik Respon Rasio S/N Untuk Masing-masing Dari level tiap parameter.....	46
Gambar 4.5 Grafik mean terhadap kekasaran permukaan dari tiap parameter dan level.....	53
Gambar 4. 6 Grafik Respon Rasio S/N Untuk Masing-masing Dari Level Tiap Parameter.....	58

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Daftar Riwayat Hidup
- Lampiran 2 : Data Hasil Timbangan Awal (Gram) Benda Kerja
- Lampiran 3 : Data Hasil Proses Pengambilan Waktu Pengerjaan
- Lampiran 4 : Data Hasil Timbangan Akhir (Gram) Benda Kerja
- Lampiran 5 : Hasil Mrr Data Awal Dan Data Replikasi
- Lampiran 6 : Data Hasil Pertimbangan MRR
- Lampiran 7 : Penimbangan Berat Awal Dan Akhir Spesimen
- Lampiran 8 : Nilai Data Awal Kekasaran Permukaan
- Lampiran 9 : Proses Pengukuran Kekasaran Permukaan
- Lampiran 10 : Sertifikat Benda Kerja
- Lampiran 11 : Tabel uji $F_{\text{-tabel}}$ Distribusi Untuk Probalitas

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu mekanisme yang mempengaruhi sektor manufaktur adalah proses pemotongan atau pemesinan logam. Faktanya, sejak revolusi industri, proses pemesinan telah menjadi fungsi utama sektor ini. Menentukan sifat kemampuan material seperti usia pahat, gaya pemotongan, kecepatan pemrosesan benda kerja, kekasaran permukaan, dan bentuk serpihan biasanya merupakan tujuan utama penelitian tentang proses pemotongan logam. Selain itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi serangkaian faktor dari pemrosesan pemesinan yang berdampak pada keefisiensi pengerjaan serta atribut mutu produk jadi [1].

Manufaktur semakin maju seiring dengan perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan. Angka ini dicatat oleh Kementerian Perindustrian Republik Indonesia (KEMENPERIN) dimana industri manufaktur di Indonesia tahun memberikan kontribusi sebesar 76,37% pada triwulan I-2022. Tren positif pertumbuhan industri tanah air harus terus dipertahankan dan ditingkatkan lebih lanjut dibandingkan masa lalu. Oleh karena itu, perlu dilakukan peningkatan produktivitas sesuai permintaan pasar[2]. Pemesinan adalah suatu proses manufaktur dimana suatu benda dibentuk dengan cara menghilangkan atau membuang sebagian material dari benda yang dikerjakan[3].

Di masa yang telah maju semacam saat ini sebagian besar fitur teknis terbuat oleh mesin. Perihal ini dicoba guna menghemat waktu pembuatan serta efisiensi tenaga kerja sehingga mengurangi pengeluaran produksi[4]. Salah satu perlengkapan mesin yang digunakan merupakan mesin bubut. Mesin bubut ialah salah satu tipe perlengkapan mesin yang digunakan buat memotong benda dengan diputar [5]. Proses pembubutan pada industri manufaktur ialah salah satu proses yang digunakan dalam pemotongan logam. Kurang lebih 80% dari segala pembedahan pengerjaan logam memakai proses pembubutan [6]. Pahat bubut ialah alat logam dengan ujung yang tajam pada salah satu ujungnya yang digunakan untuk menyayat, mengikir, atau memotong suatu benda kerja [7]. Teknologi

pemrosesan kontrol numerik komputer (CNC) yang unik dalam perindustrian pemesinan CNC digunakan memproses produk dalam wujud permukaan yang kompleks serta presisi lebih presisi. Sebab itu, proses ini memerlukan tingkatan penghilangan material yang besar kekasaran tekstur pemotongan yang halus, serta akurasi pemesinan yang besar.

Kajian optimasi laju pembuangan material pada disaat pembubutan material SAE 1020 pada mesin bubut CNC mengaplikasikan teknologi *Taguchi*. Menurut hasil riset bisa disimpulkan kalau kedalaman pemotongan memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap laju penyingkiran material (*Material Removal Rate*), diikuti dengan jumlah pemakanan, dan semakin besar kedalaman pemotongan maka laju penyingkiran material (*Material Removal Rate*) Tingkat penghilangan meningkat kecepatan juga meningkat[8]. Dari Peneliti yang dilakukan oleh [9] Kesimpulannya adalah kedalaman pemotongan mempunyai pengaruh yang paling signifikan terhadap laju pembuangan material (*Material Removal Rate*), dan seiring dengan meningkatnya *feed rate*, dengan bertambahnya kedalaman pemotongan maka laju pembuangan material (*Material Removal Rate*) juga akan meningkat.

Banyak penelitian telah dilakukan pada parameter mesin bubut sebagai contoh, [10] Menguji dampak geometri bubut terhadap kekasaran permukaan beserta keausan pahat. [11] Memaksimalkan kecepatan potong, kedalaman potong, dan gerak makan mesin bubut guna meminimalkan kekasaran permukaan dan konsumsi daya. Penelitian yang dilakukan oleh [12] melakukan penelitian untuk menyesuaikan laju pengumpanan dan kedalaman pemotongan pada mesin bubut tradisional untuk memaksimalkan laju pelepasan material AISI 1045. Berdasarkan temuan penelitian pada laju pelepasan material, variabel kecepatan potong 1000 rpm, gerak makan 2,0 (mm/put), kedalaman pemakanan 0,25 mm, dan mempunyai nilai laju pelepasan terbesar. Nilai laju pelepasan material terendah terdapat pada variabel berikut: kecepatan potong 600 (rpm), laju pengumpanan 1,0 (mm/put), kedalaman pemakanan 0,20 mm, dan nilai rasio S/N sebesar 56,4349. Nilai rasio S/N sebesar 70,1748.

Penelitian yang dilakukan oleh [13] melakukan penelitian yang melibatkan optimasi parameter pemotongan pada proses pembubutan AISI 1018 mengaplikasikan metode *Taguchi*. Hasilnya memperlihatkan bahwa rasio *signal-to-noise* dari MRR dan plot efek utama menghasilkan kesimpulan terbaik. Parameter pemesinan untuk memaksimalkan laju pemrosesan material, di mana kecepatan potong 750m/menit, gerakan pemakanan 0,07mm/menit, dan kedalaman potong 0,5mm adalah pengaturan parameter yang direkomendasikan untuk mendapatkan MRR yang tinggi.

Penerapan metode *Taguchi* akan mengoptimalkan parameter bubut telah banyak diadopsi oleh beberapa peneliti. Sebagai contoh, [14] mengaplikasikan metode *Taguchi* untuk menentukan desain eksperimental kecepatan potong mesin bubut CNC, kedalaman pemotongan, gerakan pemakanan dan parameter proses lainnya pada mesin bubut ST 42; [15] menggunakan metode *Taguchi* untuk mengoptimalkan kekasaran permukaan pada saat pembubutan baja ST 42.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apa saja faktor parameter pemesinan yang berpengaruh terhadap MRR dan kekasaran permukaan.
2. Bagaimana pengaruh parameter pemesinan terhadap MRR dan kekasaran permukaan.

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui faktor apa saja yang berpengaruh terhadap MRR dan kekasaran permukaan
2. Untuk mengetahui bagaimana pengaruh parameter pemesinan terhadap MRR dan kekasaran permukaan

1.4 Batasan masalah

Agar penelitian dapat berjalan secara fokus dan terarah serta dapat mencapai tujuan yang diinginkan, batasan masalah yang digunakan adalah:

1. Menggunakan material benda kerja yaitu baja ST-60
2. Menggunakan dimensi benda kerja $\text{Ø}30 \times 100 \text{ mm}$.
3. Mesin yang digunakan sebagai objek penelitian yaitu mesin CNC *Turning NLX 2500 Y* dibengkel mekanik POLMAN BABEL.
4. Mata potong yang digunakan yaitu pahat *Insert Carbide CNMG 120412-MK*.
5. Parameter proses menggunakan variabel sebagai berikut:
 - a. Kecepatan *spindle* (RPM) : 2.653 2.919 dan 3.184
 - b. Gerak makan (*feeding*) : 0.18 0.20 dan 0.22 mm/rev
 - c. Kedalaman pemakanan : 1.5 mm, 2 mm dan 2.5 mm
6. Menggunakan alat ukur timbangan digital, *roughness tester*, *v-block*, *dial stand*, dan jangka sorong.
7. Dalam penelitian ini penulis akan melakukan pengujian *material removal rate* dan kekasaran permukaan dengan menggunakan variabel kecepatan *spindle*, gerak makan, dan kedalaman pemakanan sebagai parameter proses penelitian
8. Pada penelitian ini menggunakan metode *Taguchi* untuk menunjang hasil penelitian yang tepat serta mendapatkan hasil yang optimal.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Mesin CNC (*Computer Numerical Control*)

Mesin yang sistem operasinya bergantung pada perintah dari program komputer dikenal sebagai mesin CNC, atau mesin kendali numerik komputer. Mesin CNC pada dasarnya adalah mesin apa pun yang dapat dioperasikan oleh komputer melalui penggunaan bahasa numerik. Mesin dapat berfungsi sesuai dengan instruksi kode dengan memasukkan kode-kode standar ke dalam kode permesinan CNC. Penggabungan mesin CNC dengan mesin tradisional mempunyai berbagai manfaat, salah satunya adalah kemampuan dalam menciptakan pekerjaan dalam jumlah besar secara cepat dan tepat dengan tetap menjaga tingkat akurasi yang sangat tinggi. Pemanfaatan mesin CNC oleh produsen dapat memenuhi permintaan pelanggan baik kuantitas maupun kualitas.

2.2 Mesin CNC *Turning*

2.2.1 Pengertian Mesin Bubut CNC

Secara garis besar mesin perkakas CNC diartikan sebagai mesin yang dikendalikan dengan sistem komputer dengan menginputkan kode numerik (perintah gerakan menggunakan angka dan huruf). Misalnya, spindle perkakas mesin akan berputar jika kode M30 dimasukkan pada tampilan perkakas mesin; itu akan berhenti berputar jika kode M05 dimasukkan. Dua jenis mesin dasar CNC yang kini beredar di pasaran disebut mesin CNC tiga sumbu, atau mesin penggilingan, dan mesin CNC dua sumbu, atau mesin bubut.

Mesin bubut CNC secara garis besar dapat digolongkan menjadi dua sebagai berikut:

1. Mesin bubut CNC *Training Unit* (CNC TU).
2. Mesin bubut CNC *Production Unit* (CNC PU).

Kedua mesin tersebut mempunyai prinsip kerja yang sama, namun perbedaan kedua jenis mesin tersebut terletak pada kegunaannya di lapangan. CNC TU Pengembangan dasar untuk pemrograman dan pengoperasian mesin CNC yang

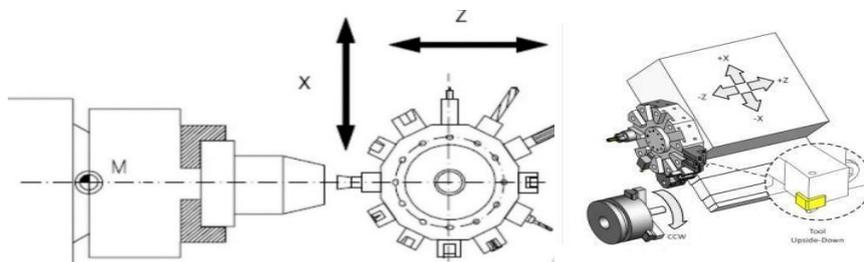
dilengkapi dengan EPS (*External Programming System*). Mesin CNC sel pelatihan sebaiknya hanya digunakan untuk pekerjaan ringan dengan bahan yang cukup lunak. Sedangkan mesin CNC PU digunakan buat memproduksi massal. Mesin ini dilengkapi menggunakan assesoris tambahan mirip sistem pembuka otomatis yang menerapkan prinsip kerja hidrolik, pembuangan tatal serta sebagainya. Gerakan mesin bubut CNC dikontrol oleh komputer, sebagai akibatnya semua gerakan yang berjalan sinkron menggunakan acara yang diberikan, keuntungan asal sistem ini merupakan memungkinkan mesin buat diperintah mengulang gerakan yang sama secara terus-menerus menggunakan taraf ketelitian yang sama juga.

2.2.2 Prinsip Kerja Mesin CNC *Turning*

Prinsip kerja dari Mesin CNC *Turning* ini sama halnya dengan prinsip kerja pada mesin bubut pada umumnya yaitu mempunyai gerak dasar kearah melintang dan horizontal pada sistem koordinat yaitu sumbu Z dan sumbu X. Benda kerja berbentuk silindris dipasang pada cekam yang berotasi dan pahat potong bergerak sejajar dengan sumbu benda kerja pada jarak tertentu.

Untuk arah gerakan mesin bubut baik CNC ataupun konvensional yaitu bergerak terhadap 2 sumbu, yang ketika diprogram pada Mesin CNC *Turning* dilihat sebagai berikut :

1. Sumbu X melambangkan arah gerak melintang yang tegak lurus terhadap sumbu putar.
2. Sumbu Z melambangkan kearah gerak memanjang yang sejajar terhadap sumbu yang putar.

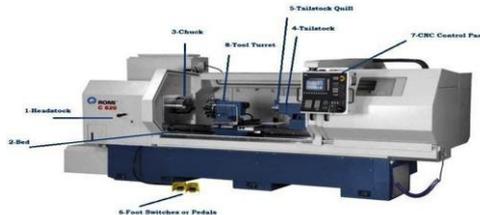


Gambar 2.1 Sumbu Utama Koordinat X dan Y Mesin Bubut CNC *Turning*

[16]

2.2.3 Bagian-Bagian Utama Dari Mesin CNC *Turning*

Mesin CNC *Turning* memiliki bagian utama dimana akan diperlihatkan pada Gambar 2.2 berikut.



Gambar 2.2 Bagian-bagian Utama dari Mesin CNC *Turning*

Bagian-bagian utama mesin CNC *Turning* yaitu sebagai berikut:

1. *Headstock* atau kepala tetap

Headstock mesin bubut CNC, juga dikenal sebagai *fixed head*, pada dasarnya sama dengan mesin bubut konvensional. Di dalamnya, motor penggerak memutar poros utama, sementara lapisan roda gigi mengatur kecepatan putaran mesin. Berbeda dengan mesin bubut konvensional, kecepatan putaran mesin bubut CNC dikontrol langsung tanpa memerlukan pegangan. Untuk mengamankan benda kerja, pada bagian ini dipasang *chuck*, kadang-kadang disebut *chuck*.

2. Cekam (*Chuck*)

Benda kerja yang akan diproses pemesinan diikat dengan cekam atau *chuck*. Benda kerja harus dicekam dengan kuat untuk memaksimalkan hasil pekerjaan, tetapi juga harus selalu dalam kondisi baik.

3. Meja Mesin CNC (*CNC Lathe Bed*)

Alas bagi *toolpost* atau *turret* yang bisa bergerak secara horizontal maupun vertikal. Agar meja tidak cepat terkikis jika terkena gesekan, meja mesin bubut CNC/CNC ini sering dibuat dengan metode pengerasan material. Saat alat pemotong dipasang pada turret, meja ini berfungsi sebagai dasar alas mesin bubut CNC.

4. Kepala Lepas (*Tailstock*)

Kepala lepas atau *tailstock* ini berfungsi sebagai pendukung pencekam dan

chuck. Untuk memberikan stabilitas pada putaran benda kerja yang berukuran panjang, kepala lepas biasanya digunakan. Proses pemesinan dengan kepala lepas juga akan mencekam benda kerja dengan lebih baik.

5. *Tailstock Quil*

Tailstock Quil ini digunakan untuk meningkatkan pencekaman pada benda kerja. Tekanan hidrolik atau pneumatik membantu *tailstock quil* sendiri. Untuk memperkuat pencekaman, *tailstock quil* diperlukan karena posisi ujung *tail stock* hanya dekat dengan benda kerja.

6. Panel Kontrol CNC (*CNC Control Panel*)

Sebagai otak dari mesin CNC, panel kontrol merupakan komponen terpenting. Setiap program CNC menggunakan panel kontrol ini sebagai titik masukannya. Panel yang dilengkapi tombol-tombol ini merupakan titik fokus kendali operator terhadap setiap alat berat. Dimulai dengan menyalakannya, mengatur pengoperasiannya, dan diakhiri dengan mematikan unit sekali lagi. Selain itu, dapat menggunakan panel ini untuk memindahkan atau membuat program baru.

7. *Tool Turret*

Pada mesin bubut konvensional, tugas *tool turret* adalah menggantikan kedudukan pahat. *Turret* tersebut akan dilengkapi dengan alat pemotong yang ingin digunakan. Tergantung pada bentuk dan jumlah alat pemotong yang akan dipasang, tersedia juga banyak jenis menara.

8. Pedal Kaki (*Foot Switch* atau *Foot Pedals*)

Pedal kaki mengontrol *tailstock* dan cekam. Pedal kaki yang lebih kecil ini digunakan untuk membantu memasang dan melepas kembali benda kerja, membuka dan menutup cekam, dan memajukan dan memundurkan *tailstock*.

2.2.4 Pemrograman Mesin CNC *Turning*

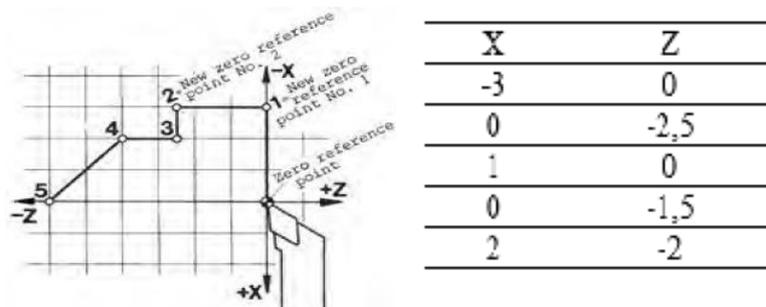
Pemrograman merupakan serangkaian perintah kemudian disusun setiap bloknya secara berurutan sehingga mesin bubut CNC dapat melakukan apa yang seharusnya dilakukan berdasarkan masukan program yang diberikan. Untuk menyiapkan program untuk mesin bubut CNC, maka dari itu perlu mengetahui hal berikut.

2.2.4.1 Metode Pemrograman Mesin CNC

Dalam pemrograman CNC ada dua metode pemrograman pada mesin CNC, yaitu sebagai berikut:

1. Metode *Incremental*

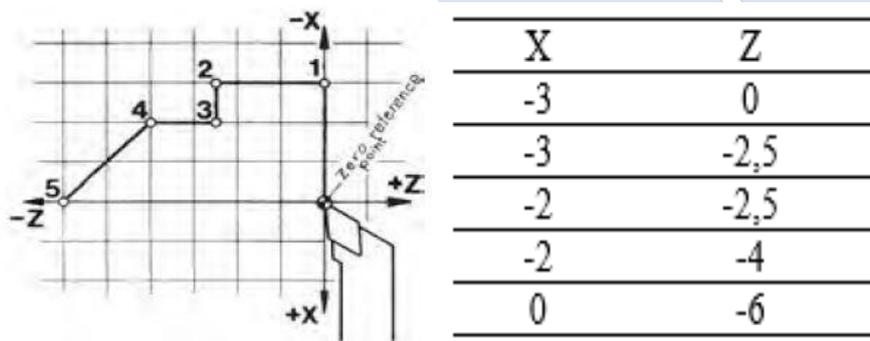
Dengan pendekatan program *incremental*, tujuan akhir program selalu merupakan titik acuan dimensi berikutnya karena titik tumpu atau titik acuan selalu bergeser. Untuk membuat pemrograman metode *incremental* lebih mudah dipahami.



Gambar 2.3 Metode *Incremental*

2. Metode *Absolute*

Dengan pendekatan *absolute*, hanya ada satu titik tumpu yang menjadi titik tumpu semua dimensi selanjutnya. Artinya titik tumpu/titik acuannya tetap dan tidak selalu bergerak. Untuk memperjelas tujuan pemrograman metode *absolute*.



Gambar 2.4 Metode *Absolute*

2.2.4.2 Bahasa Pemrograman Mesin CNC *Turning*

Kode pemrograman adalah kode yang dimasukkan ke suatu program komputer bubut CNC dalam bentuk bahasa numerik. Bahasa numerik adalah bahasa yang menggabungkan huruf dan angka yang kemudian dimasukkan ke dalam program mesin bubut CNC dan kemudian diterjemahkan oleh MCU atau unit kendali mesin. MCU kemudian akan menerjemahkan bahasa pemrograman maka mesin bisa melanjutkan perintah berdasarkan pergerakan target yang diinput.

Kode G dan M pada peralatan mesin CNC sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh ISO atau organisasi internasional lainnya, dan setiap kode memiliki tujuan dan kegunaan tertentu. Nomor numerik yang muncul setelah kode alfabet membantu memperjelas hal ini lebih lanjut. Kode dan fungsinya ditunjukkan pada tabel di bawah.

Tabel 2.1 Macam-macam Kode G Serta Kegunaanya

Kode	Fungsinya
a. Kode G	
G00	Gerakan cepat untuk memposisikan alat potong
G01	Gerakan lurus untuk proses pemotongan
G02	Gerakan melingkar untuk proses pemotongan searah jarum jam
G03	Gerakan melingkar untuk proses pemotongan berlawanan arah jarum jam
G04	Penghentian pemotongan sesaat
G40	Perintah untuk membatalkan kompensasi radius
G41	Perintah untuk membubut diameter dalam
G42	Perintah untuk membubut diameter luar
G54	Sistem pemilihan untuk titik nol benda kerja
G70	Perintah finishing
G71	Perintah pemakanan berulang secara otomatis
G84	Perintah siklus pembubutan memanjang
G88	Perintah skilus pembubutan melintang

G90	Perintah pergerakan <i>absolute</i>
G91	Perintah pergerakan <i>incremental</i>
G92	Pembubutan ulir
G96	Mengatur kecepatan potong
G97	Pengaturan kecepatan potong konstan off
b. Kode M	
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)
M06	Perintah pergantian alat potong (<i>tools</i>)
M08	Pendinginan alat potong dihidupkan
M09	Pendinginan alat potong berhenti
M30	Akhir program dan mengembalikan posisi <i>tools</i> terakhir

2.2.5 Parameter Mesin *CNC Turning*

Tiga parameter utama dimiliki oleh mesin bubut CNC dan mesin bubut biasa. Dalam setiap operasi pemesinan bubut, pergerakan umpan, kedalaman potong, dan kecepatan spindel merupakan tiga faktor utama. Bahan benda kerja, jenis perkakas, dan elemen lainnya memang sangat berpengaruh, namun operator mesin bubut dapat secara langsung mengubah ketiga parameter yang disebutkan di atas.

2.3 Pahat *Carbide*

Saat ini, alat pemotong karbida sebagian besar telah menggantikan alat pemotong baja berkecepatan tinggi. Kecepatan potong perkakas karbida 3 kali sampai 5 kali lebih cepat dibandingkan kecepatan potong baja berkecepatan tinggi. Alat pemotong *Carbide* merupakan alat pemotong yang efektif dan efisien karena sifat kekerasannya yang tinggi, ketahanan aus yang sangat baik, modulus tinggi, dan konduktivitas termal yang tinggi pada berbagai tingkat suhu. Karbida atau sering kali hanya karbida dibuat menggunakan metalurgi serbuk. Saat pembuatan *Carbide* dilakukan dalam menggunakan sintering atau pengepresan isostatik panas

(HIP), dimana partikel-partikel *Carbide* halus disatukan dalam menggunakan bahan perekat.

Tungsten Carbide adalah *Carbide* pertama yang dibuat. Serbuk tungsten karbida diikat selama proses produksi dengan pengikat logam, sering kali kobalt. Karena bubuk *Carbide* memiliki titik leleh yang sangat tinggi, maka bubuk *Carbide* akan tetap padat selama prosedur ini sementara pengikat, *kobalt*, memasuki tahap peleburan. Akibatnya, bahan perekat akan memadatkan atau menggabungkan massa butiran *Carbide*, sehingga menghasilkan komposit *matriks* logam. Mata bor pemotong padat dan mata bor sisipan berlapis yang dibrazing atau diikatkan pada badan/pegangan perkakas adalah dua jenis perkakas pemotong *Carbide* yang tersedia.



Gambar 2.5 Holder dan Mata potong *Carbide*

Carbide kelas baja dan *Carbide* kelas non-baja adalah dua kategori alat pemotong *Carbide*. *Carbide* sekelas baja harus lebih tahan terhadap keausan panas dan kawah, sedangkan *Carbide* kelas non-baja harus lebih tahan terhadap keausan abrasif. *Carbide* tingkat baja digunakan untuk memotong baja, sedangkan *Carbide* non-baja guna untuk memotong bahan non-baja, khususnya besi tuang dan logam non-besi. Karbida tungsten murni dan *kobalt* digabungkan untuk menghasilkan *Carbide* kelas non-baja. Selain *tungsten Carbide* dan *kobalt* sebagai *matriks*, *titanium* (TiC) dan *tantalum* (TaC) ditambahkan ke semen karbida tingkat baja. *Carbide* semen kelas C dipisahkan dari *Carbide* semen kelas baja dan kelas non-baja. Tipe C1 sampai C4 dalam kategori *Carbide* ini tidak terbuat dari baja.

Diakala itu, *International Organization for Standardization* (ISO) telah mengembangkan standar-standar untuk pengelompokan alat potong *Carbide*, seperti pada Tabel 2.2 :

Tabel 2.2 Klasifikasi Alat Potong *Carbide*

Kode ISO		Kode Warna
P	Biru	Untuk memotong material seperti baja karbon dan baja paduan rendah yang membentuk keseluruhan panjang
M	Kuning	Untuk memotong logam besi, seperti baja tahan karat, yang pecah menjadi potongan panjang dan pendek
K	Merah	untuk membuat jalan pintas pada bahan besi, non besi, dan non logam seperti kuningan, besi tuang, dan bahan lainnya

2.3.1 Material Pahat *Karbide*

Tungsten *Carbide* (WC+Co), yang dilapisi dengan *titanium nitrida* (TiN), *titanium karbida* (TiC), *titanium karbonitrida* (TiCN), *aluminium oksida* (Al₂O₃), dan bahan pelapis lainnya, sering kali menjadi bahan dasar perkakas karbida. Pelapisan dibuat menggunakan dua proses berbeda: PVD (deposisi uap fisik) dan CVD (deposisi uap kimia). Dibandingkan dengan pelapis PVD (deposisi uap fisik), pelapis CVD (deposisi uap kimia) membentuk ikatan yang lebih kuat. Menghambat difusi dan berfungsi sebagai pelumas padat, bahan pelapis membantu menurunkan gesekan dan produksi panas selama pemotongan. Alat pemotong yang dilapisi bahan pelapis telah meningkatkan ketangguhan dan kekerasan, sehingga menurunkan keausan dan gesekan pada alat.

Alat-Alat pemotong karbida ada yang tersedia dalam bentuk tidak dilapisi dan dilapisi karbida. Sekitar 2/3 dari alat pemotong karbida yang digunakan saat ini merupakan alat potong karbida yang dilapisi.

Ada berbagai jenis pelapis untuk alat pemotong karbida, dan tiga jenis pelapis karbida yang umum digunakan yaitu:

1. Lapisan *titanium nitrida* (TiN) membantu meminimalkan gesekan antara alat pemotong dan benda kerja.
2. Pelapis *titanium* karbida (TiC) dapat memaksimalkan ikatan antara bahan pelapis dengan bahan yang dilapisi.
3. Ketahanan alat potong terhadap keausan abrasif dapat ditingkatkan dengan penggunaan lapisan aluminium oksida (Al₂O₃). Umumnya, salah satu dari dua metode yang digunakan untuk melapisi karbida: deposisi uap kimia, atau CVD, atau deposisi uap fisik, atau PVD.

2.4 Karakteristik ST-60

Baja ST-60 merupakan baja karbon sedang dengan persentase kandungan karbon pada besi sebesar 0,3% C – 0,59% C dengan titik didih 1550°C dan titik lebur 2900°C, disebut juga baja keras, pada umumnya banyak digunakan untuk tangki, perkapalan, jembatan, dan dalam pemesinan. Baja karbon sedang kekuatannya lebih tinggi dari pada baja karbon rendah. Sifatnya sulit untuk dibengkokkan, dilas, dipotong.[17] Selain itu, hasil penelitian menunjukkan bahwa setelah dipanaskan, ketangguhan baja ST 60 akan meningkat.

Serta pada struktur mikro patahan baja ST 60 terjadi fenomena *ductile to brittle transition*, salah satu penyebab fenomena ini adalah laju regangan tinggi yang awalnya merupakan material ulet tetapi mengalami patah getas[18]. Ketika diamati dari permukaan patahan, transisinya akan tampak serabut-serabut pada patahan yang benar-benar bersifat ulet, dan tampak butiran-butiran kecil yang terlihat mengkilap pada patahan yang benar-benar bersifat getas.

2.5 Material Removal Rate (MRR)

Material removal rate adalah jumlah massa benda yang terkikis persatuan waktu yang secara langsung dapat diperlihatkan oleh produktivitas proses[19]. Teknik membuat kawah kecil dipermukaan benda disebut *MRR*. Parameter proses yang akan digunakan sepanjang proses penelitian adalah elemen-elemen yang

mempengaruhi MRR. MRR dihitung sebagai berikut: ini adalah volume material yang hilang per satuan waktu (mm³/menit). dan dirumuskan sebagai berikut:

$$MRR = \frac{\text{Volume Material Terbuang (mm}^3\text{)}}{\text{Waktu proses (s)}} \dots\dots\dots (2.1)$$

2.6 Kekasaran Permukaan

Permukaan halus merupakan salah satu sifat geometri ideal suatu komponen. Faktanya, hampir tidak mungkin mendapatkan komponen dengan permukaan halus sempurna. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi hal tersebut antara lain faktor manusia (operator) dan mesin yang digunakan dalam produksinya. Namun berkat kemajuan teknologi, upaya terus mengembangkan peralatan yang dapat membentuk permukaan bagian-bagian dengan tingkat kehalusan yang relatif tinggi, menurut metrik metrologi yang ditetapkan melalui penelitian para ahli di bidang pengukuran geometri suatu benda.

2.6.1 Parameter-parameter Permukaan

Untuk memahami dalam menggunakan Parameter-parameter permukaan, harus memahami dulu beberapa hal dibawah ini yaitu :

1. Profil Geometris Ideal

Profil ini merupakan profil dari geometris permukaan yang ideal yang tidak mungkin diperoleh dikarenakan banyaknya faktor yang mempengaruhi dalam proses pembuatannya. Bentuk dari profil geometris ideal ini bisa berupa garis lurus, lingkaran, dan garis melengkung.

2. Profil Referensi

Profil ini digunakan sebagai dasar dalam menganalisis karakteristik dari suatu permukaan benda kerja. Bentuknya sama dengan bentuk profil geometris ideal, tetapi tepat menyinggung puncak tertinggi dari profil terukur pada panjang sampel yang diambil dalam pengukuran benda tersebut.

3. Profil Terukur

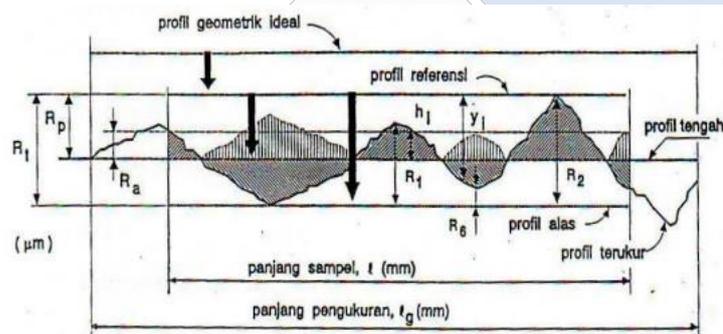
Profil terukur adalah profil dari suatu permukaan yang diperoleh melalui proses pengukuran. Profil inilah yang dijadikan sebagai data untuk menganalisis karakteristik kekasaran permukaan produk pemesinan.

4. Profil Dasar

Profil dasar adalah profil referensi yang digeserkan ke bawah hingga tepat pada titik paling rendah pada profil terukur.

5. Profil Tengah

Profil tengah adalah profil yang berada di tengah-tengah dengan posisi sedemikian rupa sehingga jumlah luas bagian atas profil tengah sampai pada profil terukur sama dengan jumlah luas dari bagian bawah profil tengah sampai pada profil terukur. Profil tengah ini sebenarnya merupakan profil referensi yang digeserkan ke bawah dengan arah tegak lurus terhadap profil geometris ideal sehingga pada batas tertentu yang membagi luas penampang permukaan menjadi 2 bagian yang sama ialah atas dan bawah.



Gambar 2.6 Kekasaran Permukaan Teknis Perekaman Khusus [20]

$$R_a = \frac{y_1 + y_2 + y_3 + \dots + y_n}{n}$$

Keterangan : R_a = Kekasaran Permukaan Rata-rata (μm)
 y = Jarak Profil Referensi ke Profil Terukur
 n = Jumlah Titik Jarak Profil

2.6.2 Toleransi Harga Kekasaran Permukaan

Nilai rata-rata kekasaran permukaan (R_a) aritmatika mempunyai nilai toleransi kekasaran sama dengan toleransi ukuran (poros dan lubang). Oleh karena itu, kelas kekasaran, mulai dari N1 hingga N12, sesuai dengan harga kekasaran masing-masing. Biasanya, toleransi (R_a) dianggap antara 25% dan 50% di atas.

Tabel 2.3 Harga Kekasaran Rata-rata Dengan Nilai Toleransi

Kelas kekasaran	Harga C.L.A (μm)	Harga Ra (μm)	Toleransi $N-25\%$ $+50\%$	Panjang sampel (μm)
N1	1	0.0025	0.02 –0.04	0.08
N2	2	0.05	0.04 –0.08	
N3	4	0.0	0.08 –0.15	0.25
N4	8	0.2	0.15 –0.3	
N5	16	0.4	0.3 –0.6	
N6	32	0.8	0.6 –1.2	
N7	63	1.6	1.2 –2.4	
N8	125	3.2	2.4 –4.8	0.8
N9	250	6.3	4.8 –9.6	
N10	500	12.5	9.6 –18.75	2.5
N11	1000	25.0	18.75 –37.5	
N12	2000	50.0	37.5 –75.0	8

2.7 Variabel Proses

Perhitungan dasar, rumus, dan tabel yang memuat parameter pemotongan pada proses pembubutan menjadi dasar bagi banyak teknologi pemrosesan pemotongan dan pemotongan, termasuk yang terdapat dimesin bubut. Parameter pemotongan selama proses pembubutan:

2.7.1 Kecepatan Putaran Spindel

Spindel dan benda kerja sering dikaitkan dengan kecepatan. Kecepatan putaran mesin bubut dibahas karena diukur dalam putaran spindel per menit (rpm). Kecepatan potong (V_c), atau kecepatan pergerakan pahat pada atau mengelilingi benda kerja, merupakan faktor terpenting saat mengerjakan mesin bubut. Kecepatan potong dapat dinyatakan secara sederhana sebagai keliling benda kerja dikalikan dengan kecepatan putaran mesin bubut.

Persamaan yang digunakan untuk mendapatkan kecepatan potong adalah

sebagai berikut:

$$VC \frac{\pi \times d \times n}{1000} \text{ (m/menit)} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

Vc = Kecepatan Potong (m/menit)

d = Diameter benda kerja (mm)

n = putaran spindel (rpm)

π = 3,14

Terdapat beberapa hal mempengaruhi nilai dari kecepatan potong tersebut, pada umumnya seperti penjelasan berikut:

1. Bahan benda kerja

Nilai kekuatan material benda kerja tinggi maka nilai kecepatan potong akan berkurang.

2. Jenis alat potong

Nilai kekuatan jenis alat potong juga tinggi maka nilai kecepatan potongnya akan semakin besar.

3. Kecepatan penyayatan

Nilai kecepatan potongnya kecil maka nilai kecepatan potongnya akan semakin tinggi.

4. Kedalaman penyayatan

Nilai potongannya lebih tipis pada kedalamannya, kecepatan potongnya akan lebih tinggi.v

2.7.2 Gerak Makan (*Feeding*)

Sejumlah parameter diperhitungkan saat menentukan kecepatan umpan, seperti kekerasan material, kedalaman potong, sudut pahat, komposisi material, ketajaman pahat, dan kesiapan mesin. Tingkat kesiapan alat berat ini dapat didefinisikan sebagai kemampuannya untuk memungkinkan tercapainya kecepatan pengumpanan yang ideal. Selain pertimbangan-pertimbangan ini, laju pemakanan yang rendah digunakan pada proses finishing untuk menghasilkan kualitas unggul, sedangkan kecepatan pemakanan yang tinggi sering digunakan pada tahap roughing karena tidak memerlukan permukaan yang halus (waktu pembubutan yang cepat). mengurangi hasil. Waktu pemrosesan yang lebih sedikit akan menghasilkan hasil

yang lebih lancar. Perpindahan alat pemintal (f) (mm/putaran) dikalikan dengan kecepatan mesin (n) (dalam putaran) menghasilkan laju pengumpanan (F) mesin bubut. Rumus berikut dapat digunakan untuk menghitung pergerakan makan:

$$Vf = f \times n(\text{mm/menit}) \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana :

Vf = Kecepatan Pemakanan (mm/menit)

f = Gerak makan (mvm/putaran)

n = Putaran spindel (rpm)

2.7.3 Kedalaman Pemotongan (*Depth Of Cut*)

Kedalaman potong ketebalan benda kerja yang dihilangkan, dipotong, atau pemisahan antara permukaan benda kerja yang tidak dipotong, dikenal sebagai kedalaman potong. Diameter benda kerja akan turun sebesar 2a bila pahat memotong sedalam (a) karena putaran benda kerja menyebabkan permukaan benda kerja berbentuk silinder pada kedua sisinya. Operator dapat menentukan kedalaman pemotongan berdasarkan rencana sebelumnya, kemampuan alat, dan benda kerja yang akan dipotong.

$$a = \frac{d_o + d_m}{2} \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana :

a = Kedalaman Pemakanan (mm)

do = Diamter awal (mm)

dm = Diameter akhir (mm)

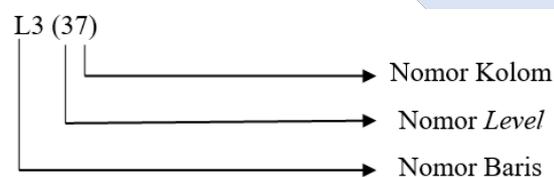
2.8 Metode *Taguchi*

Pada tahun 1940, Dr. Genichi *Taghuci* memperkenalkan teknik *Taguchi* untuk pertama kalinya. Pendekatan ini merupakan pendekatan baru dalam bidang teknik yang berupaya mengurangi biaya produksi sekaligus meningkatkan kualitas proses dan produk. Meskipun lebih sedikit uji coba yang dapat dilakukan dengan menggunakan strategi ini, kualitas produk akhir tetap tidak terpengaruh. Berdasarkan peneringatannya, faktor eksperimen yang dilakukan terbukti mempunyai pengaruh. 29 Metodologi rasio S/N yang digunakan untuk menguji bagaimana variabel mempengaruhi variabel terikat diperkenalkan dengan metode

Taguchi. Terdapat atribut kualitas dalam rasio S/N yang dapat digunakan sesuai kebutuhan. Lebih Sedikit Lebih Banyak Menurut fitur ini, kualitas tanggungan meningkat seiring dengan menurunnya rasio S/N untuk setiap komponen. Untuk jenis ini rasio S/Nnya adalah $S/N_{SiB} = -10 \log [\sum 2]$. (3) Dimana: y = data hasil eksperimen; n = jumlah percobaan yang dilakukan 2. Lebih Besar Lebih Baik Menurut fitur ini, semakin tinggi hasil S/N Kualitas vdata yang lebih tinggi untuk variabel terikat menunjukkan rasio N untuk setiap komponen. Semakin lama umur pahat pada proses pembubutan maka karakteristik tersebut semakin baik, oleh karena itu pada penelitian ini fitur semakin besar semakin baik. Untuk jenis ini, rasio S/Nnya adalah $S/N_{SiB} = -10 \log [\sum]$ (4). 3. Menjaga Segala Sesuatu Tetap Normal Lebih Baik Nilai rasio S/N dapat digunakan untuk menentukan fitur kualitas yang diinginkan; semakin dekat nilainya dengan nominal, semakin tinggi kualitasnya membaik.

A. Matriks *Orthogonal Array*

Array ortogonal adalah *matriks* dengan beberapa baris dan kolom. Setiap kolom mewakili variabel tertentu atau serangkaian faktor yang mungkin berbeda dari satu percobaan ke percobaan lainnya. Setiap kolom menampilkan faktor-faktor dari pengujian yang dilakukan. Karena tingkat setiap elemen seimbang dan tidak bergantung pada pengaruh variabel lain dalam percobaan, maka larik tersebut dinamakan *orthogonal*. *Array Orthogonal* adalah *matriks* level dan faktor yang tidak bergantung pada level atau faktor lainnya.



Keterangan :

1. Notasi L

Notasi L memberitahu sebuah informasi *Orthogonal Array*.

2. Nomor baris

Menentukan jumlah upaya yang diperlukan saat menggunakan *Orthogonal Array*.

3. Nomor kolom

Menyatakan jumlah faktor yang diamati dalam *Orthogonal Array*.

4. Nomor level

Nomor Level Menunjukkan jumlah level faktor. Untuk dua tahap, tabel OA terdiri dari L₄, L₈, L₁₂, L₁₆, dan L₃₂, dan untuk tiga tahap, tabel OA terdiri dari L₉, L₁₈, dan L₂₇.

Jenis susunan *orthogonal array* yang digunakan dalam percobaan dipilih berdasarkan jumlah derajat kebebasan. Penentuan derajat kebebasan didasarkan pada:

- Jumlah faktor utama dan interaksi yang diamati.
- Banyaknya tingkat faktor yang diamati.
- Solusi pengujian yang diinginkan atau kendala biaya.

Matriks vL₈ berisi 8 pengujian, *matriks* L₂₇ mempunyai 27 sampel, dan seterusnya. Angka dalam susunan pilihan menunjukkan jumlah percobaan (bagian dari kombinasi pengujian potensial) dalam susunan tersebut. Pemilihan *Array Orthogonal* dua tingkat didasarkan pada jumlah level dalam faktor. *Array orthogonal* tiga tingkat digunakan jika tingkatnya tiga; Namun, jumlahnya akan lebih banyak jika beberapa faktor mempunyai dua tingkat dan faktor lain mempunyai tiga tingkat. *Orthogonal array* mempunyai beberapa keunggulan:

- a. Kesimpulan yang diambil dapat mencakup rentang parameter kontrol dan setiap level secara keseluruhan.
- b. Sangat hemat biaya karena menggunakan prinsip dari faktorial pecahan dibandingkan prinsip operasional penuh, seperti dalam penelitian konvensional. Ini menunjukkan bahwa Anda harus mencoba beberapa kombinasi level tertentu daripada semuanya. Anda perlu menggunakan model *Orthogonal Array* standar untuk memutuskan level mana yang akan digunakan saat mengumpulkan data. Masalah yang dijelaskan sebelumnya diperhitungkan saat memilih matriks *Orthogonal Array*.
- c. Memberi kemudahan dalam hal menganalisis data.

Tabel 2. 4 Contoh *Orthogonal Array* untuk L9

Eksperimen	Parameter		
1	A	A	A
2	A	B	B
3	A	C	C
4	B	A	B
5	B	B	C
6	B	C	A
7	C	A	C
8	C	B	A
9	C	C	B

B. Analisis Dalam Metode *Taguchi*

Metode *Taguchi* melakukan dua jenis analisis dengan tujuan berbeda. Kedua macam analisis tersebut adalah:

- ANOM (*Analysis of Mean*)

Anom, atau analisis rata-rata, dipergunakan dalam mengidentifikasi sekumpulan parameter kontrol yang akan memberikan hasil terbaik. Dengan menggunakan grafik, nilai rata-rata rasio S/N untuk setiap level dan setiap parameter kontrol dibandingkan. Dari perbandingan ini jelas apakah faktor pengendalian yang relevan mempengaruhi proses atau tidak.

- ANOVA (*Analysis of Variant*)

Analisis varians atau *analysis of variance* digunakan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh setiap parameter kontrol terhadap proses. Besarnya pengaruh ini dapat ditentukan dengan membandingkan jumlah kuadrat parameter kontrol dengan seluruh parameter kontrol.

C. Optimasi *Signal to Noise Ratio (S/N Ratio)*

Optimasi proses menggunakan metode *Taguchi* memperhitungkan nilai *ratio signal-to-noise*. Ide dasarnya adalah jika proses manufaktur dapat dioptimalkan untuk memaksimalkan nilai *S/N Ratio*, maka keadaan optimal akan tercapai. *Ratio signal-to-noise* (rasio S/N) adalah *metriks* yang digunakan untuk membandingkan sinyal dan *noise* dari parameter kontrol. Pengolahan data eksperimen berbagai kombinasi nilai parameter kontrol menghasilkan hasil rasio S/N. Setiap kombinasi akan memiliki nilai unik. Angka ini menunjukkan apakah parameter kontrol

mempunyai dampak yang cukup besar pada proses pemesinan untuk diklasifikasikan sebagai sinyal, atau apakah parameter tersebut mempunyai dampak yang terlalu kecil untuk diklasifikasikan sebagai kebisingan atau interferensi. Ada tiga jenis *S/N rasio* yang biasa dipakai dalam optimasi permasalahan statik yaitu:

1. *Smaller the Better*

Optimalisasi semacam ini biasanya diterapkan untuk memperbaiki cacat produk, dimana harga optimal, jika memungkinkan, harusnya nol. juga dapat digunakan untuk mencari waktu produksi yang paling cepat dan produktif. Untuk menghitungnya dapat menggunakan rumus:

$$S / N \text{ Ratio} = -10 \times \log \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 \dots\dots\dots (2.5)$$

2. *Larger the Better*

Kebalikan dari optimasi lebih kecil-lebih baik adalah optimasi semacam ini. Menemukan kecepatan produksi chip (MRR) terbesar adalah skenario yang sering dioptimalkan dengan cara ini; semakin tinggi MRR, semakin produktif proses pembuatannya. Rumus yang digunakan adalah:

$$S / N \text{ Ratio} = -10 \times \log \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \dots\dots\dots (2.6)$$

3. *Nominal the Better*

Pengoptimalan biasanya digunakan ketika nilai yang ditentukan adalah nilai absolut atau nilai yang sangat diantisipasi. Oleh karena itu, tidak diperbolehkan lebih dari atau kecil dari nilai yang telah ditentukan, seperti ukuran suatu komponen mekanis (industri manufaktur), proporsi faktor kimia dalam kombinasinya (industri kimia), dll. Rumus yang bisa digunakan adalah:

$$S / N \text{ Ratio} = -10 \log \frac{y^{-2}}{s^2} \dots\dots\dots (2.7)$$

$$s^2 = \frac{dy \sum_{i=1}^n (x1-x2)^2}{n-1}$$

Diamana: $S^2 = \text{Varian}$

N = jumlah pengulangan dari setiap kombinasi

Xi = nilai dari kombinasi-n

X = nilai rata-rata dari setiap kombinasi

2.8.1 Uji Konfirmasi

Eksperimen konfirmasi merupakan tahap terakhir dalam prosedur desain eksperimen. Untuk melakukan percobaan ini, serangkaian level dan faktor tertentu dari perhitungan sebelumnya diuji. Dibandingkan dengan percobaan sebelumnya, percobaan konfirmasi memiliki ukuran sampel yang lebih besar. Eksperimen konfirmasi dirancang untuk memverifikasi temuan yang dibuat selama fase analitis. Jika eksperimen pemeriksaan resolusi rendah menggunakan bentuk faktorial pecahan digunakan, maka eksperimen ini harus diselesaikan.

Karena pencampuran terjadi di dalam kolom, hasilnya harus dianggap sebagai hasil awal sampai hasil tersebut diverifikasi oleh pengujian lain. Ada kemungkinan bahwa kumpulan level dan faktor optimal tersembunyi dalam kombinasi uji matriks ortogonal ketika eksperimennya berupa faktorial pecahan dan beberapa faktor mempengaruhi varians. Pengujian berbagai kombinasi faktor dan level adalah tujuan lain dari studi konfirmasi.

2.8.2 Uji Normalitas

Pengujian normalitas memastikan bahwa data berasal dari populasi yang terdistribusi secara teratur, dapat dilakukan uji normalitas. *Kolmogorov Smirnov* adalah tes normalitas internal yang penulis gunakan dalam penyelidikan ini.

- Hipotesis uji kenormalan data adalah:

H_0 : data berdistribusi

H_0 : data tidak berdistribusi

- Kriteria penolakan adalah : S

Tolak H_0 , jika nilai $P_{-valve} < \alpha$ dan $\alpha = 5\% = 0,05$.

2.8.3 Uji Homogenitas

Uji homogenitas digunakan untuk mengetahui mirip atau tidaknya pengelompokan populasi yang satu dengan yang lain. Suatu kelompok dikatakan homogen jika semua anggota populasi mempunyai varians yang sama.

- Hipotesis uji dua variasi adalah :

$H_0 : \sigma^2 = \sigma^2$

$H_1 : \sigma^2 \neq \sigma^2$

- Kriteria penolakan adalah :

Tolak H_0 , jika nilai $P_{-valve} < \alpha$ dan $\alpha = 5\% = 0,05$.

2.8.4 Uji Rata-rata

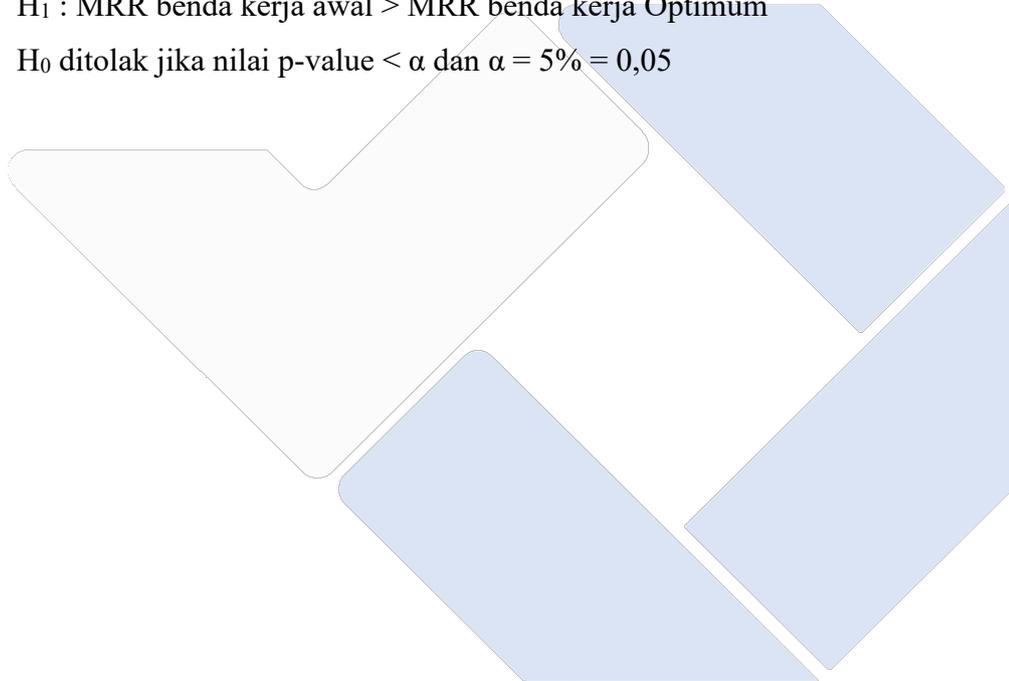
Uji rata-rata digunakan hanya untuk mengetahui sama atau tidaknya kedua kovmbinasi tersebut mempunyai rata-rata yang sama, tujuan pengujian rata-rata semata-mata untuk memastikan seberapa sebanding nilai rata-rata kombinasi asli dan kombinasi optimal.

Hipotesis pengujian adalah :

H_0 : MRR benda kerja awal = MRR benda kerja Optimum

H_1 : MRR benda kerja awal > MRR benda kerja Optimum

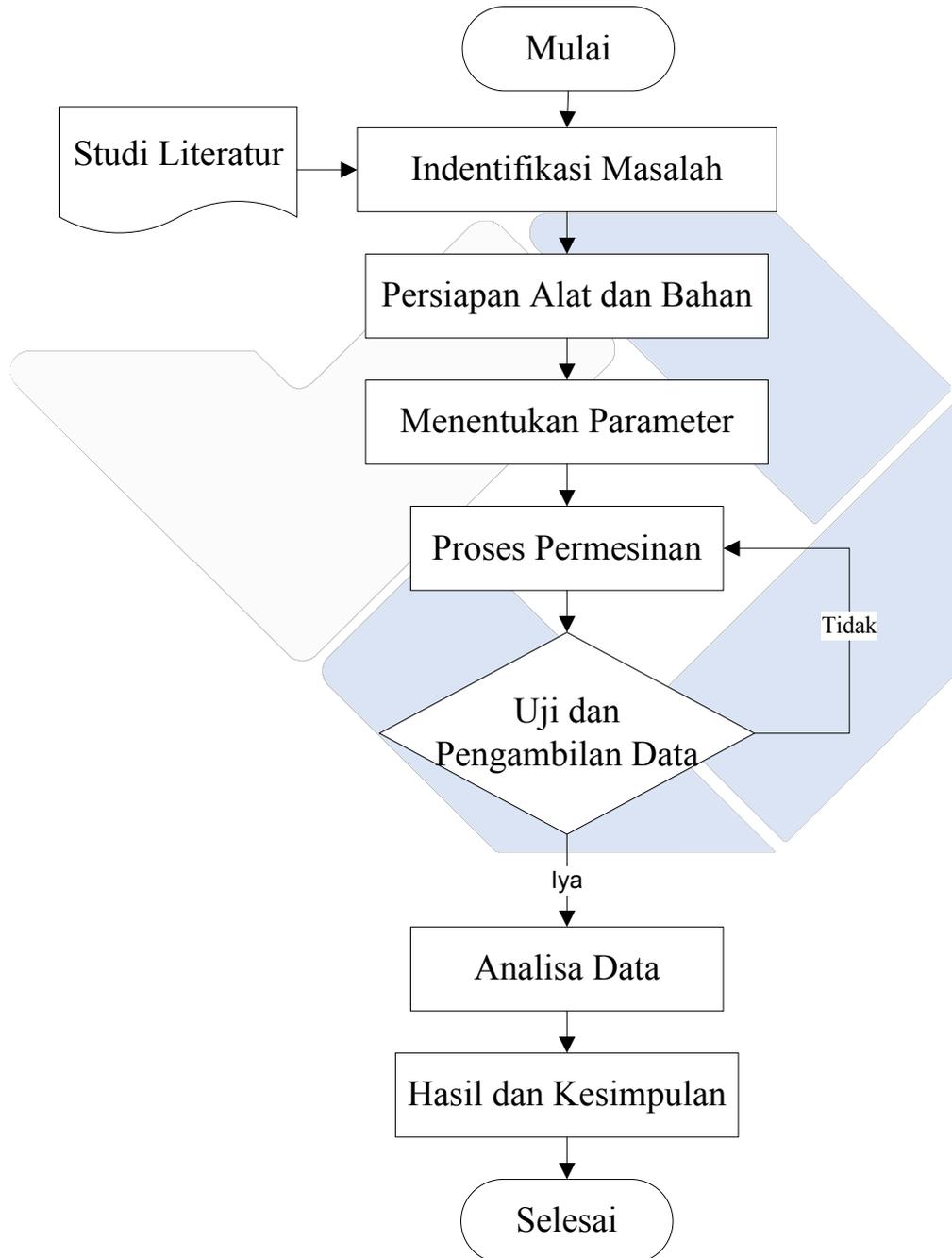
H_0 ditolak jika nilai p-value < α dan $\alpha = 5\% = 0,05$



BAB III METODE PELAKSANAAN

3.1 Diagram Alir v/ *Flow Chart*

Tahapan proses penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada diagram alir/*flow chart*.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Identifikasi Masalah

Tahap pertama yang terpenting pada proses penyelidikan di mana suatu fenomena yang memiliki potensi penelitian dilihat oleh peneliti. Dengan mengidentifikasi permasalahan yang telah dilihat maka proses identifikasi masalah dapat terselesaikan. Berdasarkan hal tersebut, peneliti mulai mencari informasi yang menguatkan. Informasi ini dapat diperoleh dengan membaca buku, observasi, atau survei pendahuluan.

3.2.1 Studi Literatur

Setelah masalah ditemukan, tindakan selanjutnya adalah Tujuan mempelajari literatur adalah untuk mendapatkan rincian tentangnya Kesulitan-kesulitan yang diteliti berasal dari buku, jurnal, internet, dan penelitian-penelitian terdahulu yang relevan dengan permasalahan yang diteliti. Menemukan informasi dan pengertian teoritis yang dapat dijadikan landasan atau kerangka pemikiran dalam rangka menguraikan permasalahan merupakan tujuan dari tinjauan pustaka ini.

3.3 Persiapan Alat dan Bahan

3.5.1 Alat Penelitian

Berikut alat penelitian yang akan digunakan :

1. Mesin CNC *Turning*

Pada objek penelitian ini ialah mesin *CNC Turning NLX 2500 Y*, dimana mesin ini diproduksi di Jepang. Mesin CNC Turning dapat dilihat pada gambar 3.2 dibawah ini:



Gambar 3.2 Mesin Bubut *CNC MORI SEIKI NLX 2500 Y*

Spesifikasi dari mesin CNC *Turning* ini:

- Merk *Mori Seiki*
- Tipe *NLX 2500 Y* di buat pada tahun 2012

- Max Rpm 4000 min^{-1}

2. Mata Potong

Sisipan pemotongan digunakan untuk memotong benda uji selama pembubutan CNC. Saat CNC diputar, benda uji dipotong menggunakan sisipan pemotong. Pemotongv karbida sisipan dengan merek CNMG digunakan dalam penyelidikan ini. Ujung mata potong berguna selama pemrosesan karena kualitasnya, yang meliputi kekerasan tinggi pada suhu berbeda, ketahanan aus yang kuat, tingkat modulus tinggi, dan tingkat konduktivitas termal yang tinggi.



Gambar 3.3 Spesifikasi Mata Potong CNMG

Untuk spesifikasi mata potong *insert carbide* CNMG pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Merk : Sandvik
- Pahat : *Insert Carbide*
- Type : CNMG 120412-PM
- VC : 250-405 m/min
- f : 0.18-0.60 mm/rev
- Pembuatan : di buat di Jepang

3. Jangka Sorong

Jangka sorong adalah instrumen pengukuran yang digunakan untuk menilai spesimen penelitian. Kaliper presisi berukuran 0,05 mm digunakan dalam penyelidikan ini. Gambar berikutnya adalah gambar dari jangka sorong.



Gambar 3.4 Jangka Sorong

4. Timbangan Digital

Timbangan digital digunakan untuk mengukur berat massa awal dan akhir setelah melakukan proses pembubutan. Timbangan digital ini untuk menentukan proses berat massa yang akan digunakan untuk mengetahui MRR.



Gambar 3.5 Timbangan Digital

5. *Surface Roughness Tester*

Dimana perkakas ini digunakan buat mengukur kekasaran permukaan benda kerja maupun material.

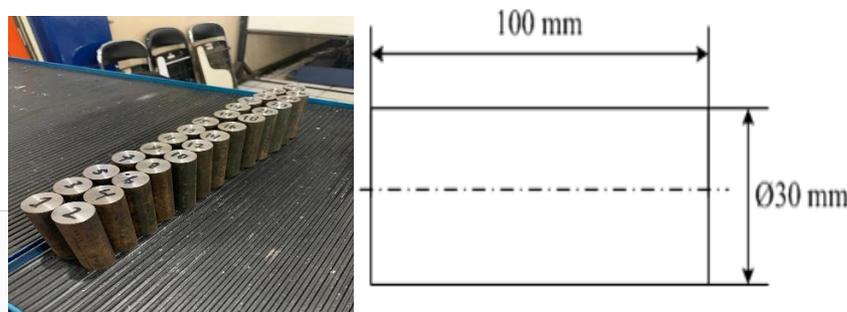


Gambar 3.6 *Surface Roughness Tester*

3.5.2 Bahan Penelitian

1. Benda kerja

Material yang akan digunakan sebagai benda uji pada penelitian ini adalah baja ST-60. Alasan penggunaan material ini karena baja ST-60 sering digunakan untuk membuat bagian-bagian mesin, terutama yang berbentuk lingkaran seperti roda gigi, poros, dan bagian lainnya. Investigasi akan menggunakan spesimen berukuran panjang $\varnothing 30$ dan 100mm. Gambar benda uji baja ST-60 dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3.6 Benda Kerja ST-60

2. *Dromus*

Dromus atau media pendingin digunakan sebagai media pendingin dalam penelitian ini.

3. Media pelumas

Oli akan menjadi media pelumas yang digunakan dalam penelitian ini. Pelumas ini berfungsi sebagai pelapis pada benda uji setelah proses pemesinan, sehingga mencegah terjadinya korosi pada benda uji.

3.4 Menentukan Parameter

3.4.1 Parameter Terikat (*Dependent Parameter*)

Parameter terikat adalah dimana akan dipengaruhi oleh parameter bebas selama proses pengujian yang akan dilaksanakan. Parameter yang relevan dalam penelitian ini adalah tingkat keausan mata pahat dan MRR (*Material removal rate*) dari hasil pembubutan CNC.

3.4.2 Parameter Bebas (*Independent Parameter*)

Perubahan parameter terikat dipengaruhi oleh parameter bebas. Variasi kecepatan pemakanan (*feeding*), kedalaman pemakanan (mm), dan kecepatan putaran *spindle* (RPM) merupakan parameter bebas penelitian. dapat dilihat pada Tabel berikut ini:

Tabel 3.1 Parameter Bebas

Kode	Parameter Bebas	Level		
		1	2	3
A	Kecepatan putaran <i>spindle</i> (RPM)	2.653	2.919	3.184
B	Kecepatan Pemakanan (<i>feeding</i>)	0.18	0.20	0.22
C	Kedalaman pemakanan	1.5	2	2.5

Tabel 3.2 Sampel Percobaan

No	RPM	<i>Feeding</i>	Kedalaman Pemakanan
1	2.653	0.18	1.5
2	2.653	0.20	2
3	2.653	0.22	2.5
4	2.919	0.18	2
5	2.919	0.20	2.5
6	2.919	0.22	1.5
7	3.184	0.18	2.5
8	3.184	0.20	1.5
9	3.184	0.22	2

3.4.3 Parameter Kontrol

Parameter yang berada di bawah kendali disebut parameter kendali. Dromus B dan *Insert Carbide* akan menjadi parameter kontrol yang digunakan dalam penelitian ini., yang dapat dilihat Tabel berikut ini.

Tabel 3.3 Parameter Kontrol

No	Parameter Kontrol	Tipe
1	Mata Potong	CNMG 120412-PM
2	Dromus	Dromus B

3.5 Proses Pemesinan

Langkah-langkah proses pembubutan pada meterial baja ST-60 dengan mesin *CNC Turning NLX 2500 Y* dengan settingan parameter tetap yang telah ditentukan adalah sebagai berikut.

1. Siapkan spesimen uji untuk penggunaan ilmiah. Penelitian ini menggunakan baja ST-60 dengan ukuran standar $\text{Ø}30$ mm dan panjang 100 mm, sehingga menghasilkan 27 benda uji, termasuk tiga ulangan menggunakan teknik *L₉ Taguchi*. Dengan pencekam 40 mm, benda uji yang keluar dari pencekam mempunyai panjang 60 mm karena benda uji mempunyai panjang pembubutan 50 mm. Parameter dalam proses pemesinan mengikuti tabel *sample* yang dimasukkan ke dalam program analisis karena parameternya tidak konstan.
2. Mempersiapkan perlengkapan alat bantu yang hendak menguntukan dalam proses pembubutan spesimen uji. Perlengkapan bantu pendukung tersebut antara lain *handle chuck*, obeng, spidol, serta oli.
3. Mempersiapkan mata potong yang hendak digunakan dalam proses pembubutan, yang dalam penelitian ini yakni pahat *insert carbide* CNMG 120412-PM.
4. Menyiapkan program CNC sesuai dengan penelitian yang akan dilakukan mengacu kepada ketentuan yang telah ditetapkan.
5. Proses pembubutan pada mesin :
 Tempatkan benda uji di dalam *chuck* terlebih dahulu. Selanjutnya, pastikan benda uji telah dimasukkan dengan aman ke dalam *chuck*.
 Memasang alat pemotong pada dudukan alat mesin CNC adalah langkah kedua. Ketiga, mengaktifkan mesin CNC sehingga dapat memotong benda uji sesuai dengan petunjuk program.

6. Mesin CNC *turning* akan melakukan penyayatan sesuai acuan parameter pada 9 *sample* yang berbeda dan dilakukan kembali pada spesimen replikasi, pada satu kali pemotongan.
7. Melakukan pemrosesan pembubutan sebanyak 27 spesimen uji.
8. Mematikan mesin CNC *turning* ketika sudah menyelesaikan melalui proses pembubutan.
9. Kasih penomoran pada setiap *sample* yang sudah dilakukan pembubutan.

3.6 Pengambilan Data

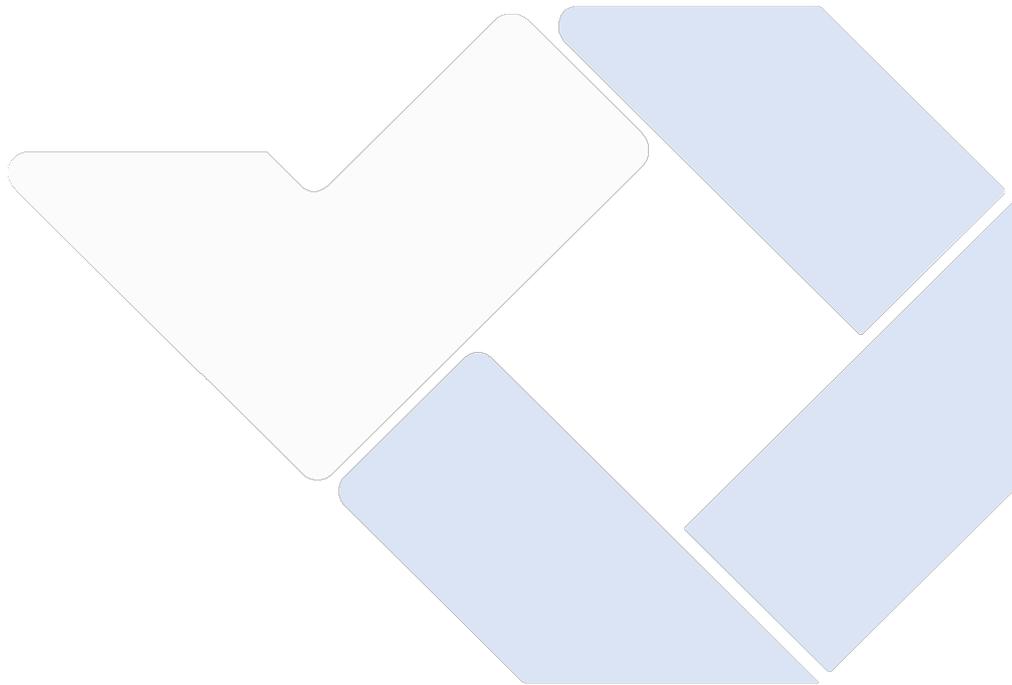
Laju pembuangan material di hitung dengan penggunaan *stopwatch* Dengan menggunakan *stopwatch*, waktu pemotongan MRR ditentukan dengan memulai pemotongan awal benda kerja pada saat mata potong bersentuhan pada benda kerja sampai dengan mata potong tidak bersentuhan pada benda kerja. Dengan menghitung selisih massa benda uji sebelum dan sesudah pemotongan, dapat diketahui berapa massa yang terbang selama pengoperasian mesin bubut CNC. Dengan membagi volume sampel uji yang terbang dengan waktu pemotongan dan untuk kekasaran permukaan dilakukan pengambilan data dengan menggunakan *Surface roughness tester* dengan 3 kali pengukuran.

3.7 Analisa Hasil Penelitian

Metode *Taguchi* digunakan dalam analisis penelitian ini, yang meliputi pengumpulan dan penghitungan data, penilaian data menggunakan statistik, seperti analisis *varians* dan pengujian hipotesis, serta penerapan rumus pada data eksperimen. Tujuannya adalah agar mengidentifikasi variabel proses yang memiliki dampak terbesar terhadap kekasaran permukaan dan laju penghilangan material (MRR).

3.8 Kesimpulan

Dibagian ini penelitian telah mencapai kesimpulannya. Untuk menyajikan kesimpulan peneliti berdasarkan temuan penelitian, yang menjawab tujuan yang telah ditetapkan.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil percobaan yang dilakukan, proses optimasi, percobaan konfirmasi dan analisis, pada penelitian dengan judul “ Analisis Pengaruh Parameter Terhadap MRR dan Kekasaran Permukaan Pada Benda Kerja Dimesin *CNC Turning* Dengan Metode *Taguchi*” diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Persentase parameter yang berpengaruh secara signifikan terhadap MRR benda kerja sebagai berikut :
 - a. Kedalaman pemakanan dengan nilai kontribusi sebesar 64,56%
 - b. *Feeding* memiliki persen kontribusi terbesar yaitu 19,53%
2. Persentase kontribusi parameter yang berpengaruh terhadap Kekasaran Permukaan benda kerja sebagai berikut :
 - a. *Feeding* dengan nilai kontribusi sebesar 51,37%
 - b. Dari nilai rata-rata kekasaran permukaan maximum terdapat pada pengujian sampel ke 9 dengan rpm 3.184, *feeding* 0.22 dan kedalaman pemakanan 2 dengan nilai kekasaran permukaan 1,776 μm , sedangkan minimum terdapat pada pengujian sampel ke 7 dengan rpm 3.184, *feeding* 0,18 dan kedalaman pemakanan 2,5 dengan nilai kekasaran permukaan 1,083 μm , berdasarkan dari hasil data yang didapatkan nilai rata-rata dalam toleransi kekasaran masuk kedalam tabel (N6-N7)

5.2 Saran

Berikut beberapa saran yang dapat peneliti berikan setelah melakukan penelitian ini:

1. Metode yang digunakan dalam penelitian ini dapat dikembangkan dengan menggunakan metode lainnya.
2. Menggunakan faktor lainnya agar lebih mengetahui banyak faktor lain yang menjadi pengaruh terbesar terhadap MRR dan Kekasaran Permukaan.
3. Menggunakan variasi parameter yang berbeda agar untuk mengetahui pengaruh dari faktor-faktor lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

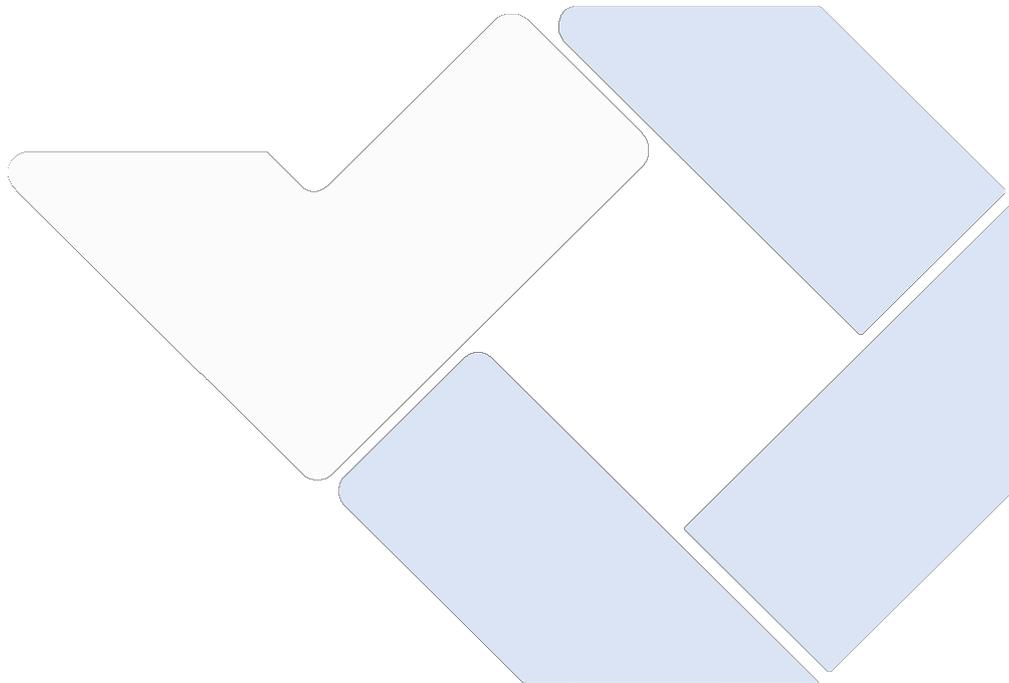
- [1] G. Ahluwalia, D. Gupta, and D. Aggarwal, "The Use of Blogs in English Language Learning: A Study of Student Perceptions," *Profile*, vol. 13, no. 2, pp. 29–41, 2011.
- [2] K. Perindustrian, "Laju Sektor Manufaktur Lampauai Pertumbuhan Ekonomi," *Laju Sekt. Manufaktur Lampauai Pertumbuhan Ekon.*, no. July, pp. 1–23, 2020.
- [3] A. N. Akhmadi, R. Wulandari, and A. Mustofa, "Pengaruh Variasi Putaran Mesin Terhadap Waktu Pengeboran Dengan Material Aluminium Al 6063 Pada Mesin Bor Duduk," *J. Mech. Eng.*, vol. 10, no. 1, pp. 1–23, 2021.
- [4] C. T. Kartikasari, "Analisis Efisiensi Dan Efektifitas Penggunaan Mesin Produksi Pada CV. Harapan Baru Surakarta," 2009. 71–80.
- [5] Indrawan, Eko, et al. Indrawan, Eko, et al. (2020). Analisis Kualitas Geometri Mesin Bubut Maximat Super 11. INVOTEK, "Analisis Kualitas Geometri Mesin Bubut Maximat Super 11," *INVOTEK*, pp. 71–80, 2020.
- [6] F. B. Al Azib, "Pengaruh Variasi Kecepatan Potong, Gerak Makan, Dan Kedalaman Potong Pada Mesin Bubut Terhadap Tingkat Keausan Pahat Hss," *J. Rekayasa Mesin*, pp. 1–10, 2017.
- [7] M. Sinaga, S. Ramadhan, and P. T. Mesin, "Inovasi Perancangan dan Pembuatan Alat Gagang Pintu Sanitizer Otomatis," *J. Kaji. Tek. Mesin*, vol. 7, no. 1, pp. 1–17, 2022.
- [8] V. V.D. Sahithi, T. Malayadri, and N. Srilatha, "Optimization of turning parameters on surface roughness based on *Taguchi* technique," *Mater. Today Proc.*, vol. 18, pp. 3657–3666, 2019, doi: 10.1016/j.matpr.2019.07.299.
- [9] S. Mukherjee, A. Kamal, and K. Kumar, "Optimization of material removal rate during turning of SAE 1020 material in CNC lathe using *Taguchi* technique," *Procedia Eng.*, vol. 97, pp. 29–35, 2014, doi: 10.1016/j.proeng.2014.12.221.
- [10] A. B. Prasetyo, "Aplikasi Metode *Taguchi* Pada Optimasi

Parameter pemesinan Terhadap Kekasaran Permukaan Dan keausan Pahat Hss Pada Proses Bubut Material St 37,” *Mekanika*, vol. 13, no. 2, pp. 86–97, 2015.

- [11] A. Sriyanto, Faisal, & Parkhan, “Pengaruh Geometri Pahat Bubut HSS terhadap Nilai Kekasaran Permukaan dan Keausan Pahat Proses Bubut dengan Metode *Taguchi*,” *Teknika*, vol. 13, no. 2, pp. 35–46, 2015.
- [12] N. Sunengsih, S. Winarni, T. G. Amzainaa, S. Pengajar, D. Statistika, and F. Unpad, “Kajian Terhadap Metode *Taguchi*-Topsis Pada Optimasi Multirespon,” *Semin. Stat. Fmipa Unpad 2017 (Sns Vi)*, no. October 2017, 2017.
- [13] W Mukholladun, “Optimalisasi Laju Pembuangan Material Aisi 1045 Pada Bubut Dengan Variasi Laju Pemakanan Dan Kedalaman Potong,” *repository.unej.ac.id*, 2016.
- [14] A. Z. Sastal, Y. Gunawan, and B. Sudia, “Pengaruh Kecepatan Potong Terhadap Perubahan Temperatur Pahat Dan Keausan Pahat Bubut Pada Proses Pembubutan Baja Karbon Sedang,” *Enthalpy*, vol. 3, no. 1, pp. 1–11, 2018.
- [15] V. M. H. Salgar, M. M. M. Patil, M. N. S. More, M. A. S. Nikam, and A. P. Dhawan, “Optimization of cutting parameters during turning of AISI 1018 using *Taguchi* method,” *Int. Res. J. Eng. Technol. (IRJET)*. e-ISSN 2395-0056. p-ISSN 2395, vol. 72, pp. 994–1002, 2019.
- [16] Arifin. A, “Pengetahuan Dasar Mesin Bubut CNC,” 2017.
- [17] M. Sabil, I. Yusuf, and Sumardi, “Pengaruh Variasi Putaran Spindel Dan Kedalaman Pemoangan Terhadap Kekasaran Permukaan Baja ST 60 Pada Proses Bubut Konvensional,” *J. Mesin Sains Terap. Vol.1 No. 1*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2017.
- [18] T. S. Allam and W. Sumbodo, “Pengaruh laju Pemakanan dan Kedalaman Potong Pada Proses CNC Turning Terhadap Tingkat Kekerasan Permukaan Baja ST 60,” *J. Kompetensi Tek.*, vol. 12, no. 1, pp. 25–30, 2020.
- [19] Purna Septiaji, “Aluminium 1100 Dengan Pengaruh Variasi Tegangan Dan Gap Pada Proses Electro-Chemical Machining (Ecm) Menggunakan

Elektroda Terisolasi,” *Jurnal. Yogyakarta Univ. Muhammadiyah Yogyakarta*, 2016.

- [20] B. Atedi and D. Agustono, “Standar Kekasaran Permukaan Bidang Pada Yoke Flange Menurut Iso R.1302 Dan Din 4768 Dengan Memperhatikan Nilai Ketidakpastiannya,” *Media Mesin Maj. Tek. Mesin*, vol. 6, no. 2, pp. 63–69, 2015, doi: 10.23917/mesin.v6i2.2897.



LAMPIRAN

Lampiran 1

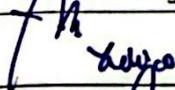
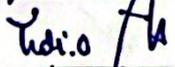
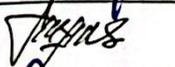
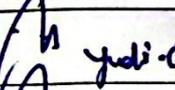
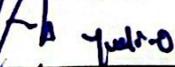
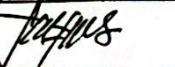
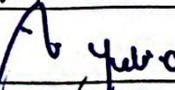
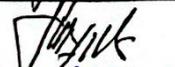
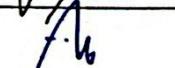
Daftar Riwayat Hidup



Informasi Pribadi

Nama : Adin Gilbran
NPM : 1042031
Tempat Tanggal Lahir : Sungailiat, 05 Desember 2002
Jenis Kelamin : Laki-laki
Prodi/Jurusan/Kelas : D-IV Teknik Mesin dan Manufaktur/
Teknik Mesin/ 4 TMM B
Alamat : Jl. Kartini III Gg. Yudistira No.8 Kp.
Jawa
Nama Orang Tua
Ayah : Suprpto
Ibu : Hayana
Nomor Hp : 0821-8147-9682
Email : Adingilbrann06@gmail.com
Golongan Darah : A

FORM-PPR-3- 4: Bimbingan Proyek Akhir

		FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK/.....	
JUDUL	Analisis Pengaruh Parameter terhadap MRR dan keausan Pahat Pada benda Kerja di Mesin CNC Turning Dengan Metode Taguchi		
Nama Mahasiswa	Adin Gilbran NIM: 1042031		
Nama Pembimbing	1. Yudi Oktjadi. S.Tr. M. Eng 2. Eko Kudo S.S.T., M.T. 3.		
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
1	09/03-2023	evaluasi tentang ketentuan Seminar Proposal PA	 Yudi
2	12/04-2023	membahas Perkembangan Bab I dan Bab II Skripsi	 Yudi
3	14/04-2023	membahas masalah alat Potang PA	 Yudi
4	30/05-2023	membahas Perkembangan Bab III	 Yudi
5	21/06-2023	Proses Penyajian alat dan bahan PA	 Yudi
6	23/06-2023	Evaluasi Penulisan Bab I, Bab II dan Bab III	 Yudi
7	06/07-2023	Evaluasi Perkembangan Bab I, Bab II dan Bab III	 Yudi
8	01/09-2023	Membahas tentang masalah keausan Pahat	 Yudi
9	04/09-2023	Beifing kembali sebelum Pengiriman benda kerja	 Yudi
10	06/09-2023	Membahas terkait Pengambilan data	 Yudi

Catatan:

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

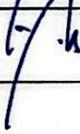
FORM-PPR-3- 4: Bimbingan Proyek Akhir

	FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK/.....		
JUDUL	Analisis Pengaruh Parameter terhadap MRR dan Keausan Pahat Pada benda kerja di Mesin CNC Turning Dengan Metode Taguchi		
Nama Mahasiswa	Adin Gilbran NIRM: 1042031		
Nama Pembimbing	1. <u>Yudi Oktadi. S.Tr.M. Eng</u> 2. <u>Eko Yudo S.S.T. M.T</u> 3. _____		
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
1	11/09-2023	Progres Analisis data nilai hasil Sepesman uji	
2	20/09-2023	Perkembangan dan evaluasi terkait analisis data	
3	22/09-2023	Membahas tentang Penulisan mabalah dan mendiskusikan Jurnal	
4	9/10-2023	Diskusikan tentang kelanjutan tahap Proses uji keon Firmasi	
5	11/10-2023	Perkembangan BAB IV	
6	11/10-2023	Perkembangan Jurnal	
7	12/10-2023	Diskusikan tentang menganalisis data	
8	17/10-2023	Diskusikan Penulisan mabalah	
9	24/10-2023	membahas submit Jurnal	
10	27/10-2023	Diskusikan dan cek kemajuan Penulisan Jurnal	

Catatan:

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

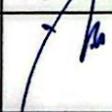
FORM-PPR-3- 4: Bimbingan Proyek Akhir

	FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK/.....		
JUDUL	Analisis Pengaruh Parameter terhadap MRR dan Keakuratan Permukaan Pada benda kerja di Mesin CNC Turning dengan metode Taguchi.		
Nama Mahasiswa	Adin Gilbran NIRM: 1042031		
Nama Pembimbing	1. Yudi Oktiadhi, S.Tr.M. Eng 2. Eko Yudo S.P.T., M.T 3.		
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
1	30/10-2023	Diskusi Perkembangan masalah dan kerajinan Sidang	
2	04/12-2023	Crosscheck kembali masalah tugas akhir	
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

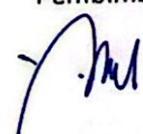
Catatan:

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

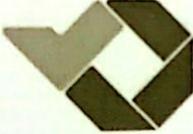
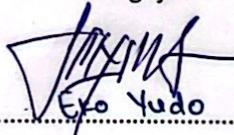
FORM-PPR-3- 6: Form Monitoring Proyek Akhir

		FORM MONITORING PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK/...../.....	
JUDUL		Analisis Pengaruh Parameter terhadap MRR dan Keakuratan Permukaan Pada benda kerja di Mesin CNC Turning dengan Metode Taguchi.	
Nama Mahasiswa		1. Adin Gilbron/NIRM: 1042031 2./NIRM: 3./NIRM: 4./NIRM: 5./NIRM:	
Monitoring ke	Tanggal	Progress Alat	Paraf Pembimbing
3	4-12-2023	BAB 1-V 90%	
3	4-12-2023	BAB 1-V 90%	

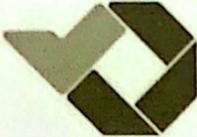
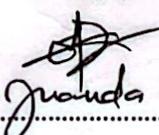
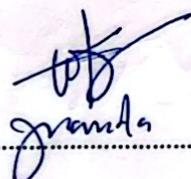
KESIAPAN ALAT UNTUK SIDANG: SIAP / BELUM (coret salah satu)

Mengetahui		
Pembimbing 1	Pembimbing 2	Pembimbing 3
 (Yudi Oktriadji)	 (Eko Yudo)	(.....)

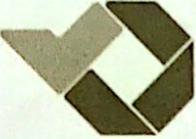
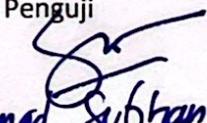
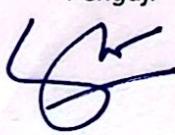
FORM-PPR-3- 8: Form Revisi Laporan Akhir

	<p>FORM REVISI LAPORAN AKHIR TAHUN AKADEMIK /...../.....</p>
<p>JUDUL :</p>	<p>Analisis Pengaruh Parameter Terhadap MRR dan Kekasaran Permukaan Pada benda Kerja Di Mesin CNC Turning Dengan Metode Taguchi</p>
<p>Nama Mahasiswa :</p>	<p>1. <u>Adin Sulhan</u> NIRM: <u>1042031</u> 2. _____ NIRM: _____ 3. _____ NIRM: _____ 4. _____ NIRM: _____ 5. _____ NIRM: _____</p>
<p>Bagian yang direvisi</p>	<p>Halaman</p>
<p>Danua Makalah , pada saat Revisi</p>	
<p>Sunggailiat, 18.01.2024 Penguji  (.....)</p>	
<p>Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa</p>	
<p>Mengetahui, Pembimbing  (.....)</p>	<p>Sunggailiat, 26.01.2024 Penguji  (.....)</p>

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

	<p>FORM REVISI LAPORAN AKHIR TAHUN AKADEMIK 2022 / 2023</p>																				
<p>JUDUL :</p>	<p><i>Analisis Pengaruh Parameter Terhadap MKR dan Ketepatan Permukaan pd Benda Log di Mesin CNC Tumis dengan Metode Taguchi.</i></p>																				
<p>Nama Mahasiswa :</p>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%;">1.</td> <td style="border-bottom: 1px solid black; width: 60%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: right;">NIRM:</td> <td style="border-bottom: 1px solid black; width: 25%;"></td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td style="border-bottom: 1px solid black;"></td> <td style="text-align: right;">NIRM:</td> <td style="border-bottom: 1px solid black;"></td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td style="border-bottom: 1px solid black;"></td> <td style="text-align: right;">NIRM:</td> <td style="border-bottom: 1px solid black;"></td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td style="border-bottom: 1px solid black;"></td> <td style="text-align: right;">NIRM:</td> <td style="border-bottom: 1px solid black;"></td> </tr> <tr> <td>5.</td> <td style="border-bottom: 1px solid black;"></td> <td style="text-align: right;">NIRM:</td> <td style="border-bottom: 1px solid black;"></td> </tr> </table>	1.		NIRM:		2.		NIRM:		3.		NIRM:		4.		NIRM:		5.		NIRM:	
1.		NIRM:																			
2.		NIRM:																			
3.		NIRM:																			
4.		NIRM:																			
5.		NIRM:																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 80%;">Bagian yang direvisi</th> <th style="width: 20%;">Halaman</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle; height: 100px;"> <p style="font-size: 2em; font-family: cursive;">What laporan</p> </td> </tr> </tbody> </table>		Bagian yang direvisi	Halaman	<p style="font-size: 2em; font-family: cursive;">What laporan</p>																	
Bagian yang direvisi	Halaman																				
<p style="font-size: 2em; font-family: cursive;">What laporan</p>																					
<p>Sunggailiat, 26-1-2024</p> <p style="text-align: center;">Penguji</p> <p style="text-align: center;">  (.....) </p>																					
<p>Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa</p>																					
<p>Mengetahui, Pembimbing</p> <p style="font-size: 1.5em; font-family: cursive;">  (.....) </p>	<p>Sunggailiat, 26-1-2024</p> <p style="text-align: center;">Penguji</p> <p style="text-align: center;">  (.....) </p>																				

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

	<p>FORM REVISI LAPORAN AKHIR TAHUN AKADEMIK <u>2023 / 2024</u></p>																
<p>JUDUL :</p>	<p><u>Analisis Pengaruh Parameter Terhadap MRR dan Keakuratan Permukaan Pada Benda Kerja di mesin CNC Turning dengan Metode Taguchi</u></p>																
<p>Nama Mahasiswa :</p>	<p>1. <u>Adin Gilbran</u> NIRM: <u>1042031</u> 2. _____ NIRM: _____ 3. _____ NIRM: _____ 4. _____ NIRM: _____ 5. _____ NIRM: _____</p>																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 80%;">Bagian yang direvisi</th> <th style="width: 20%;">Halaman</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><u>Penulisan Daftar Pustaka harus standar</u></td> <td style="text-align: center;"><u>69</u></td> </tr> <tr> <td><u>Batasan masalah diperbaiki, (point 7.0...?)</u></td> <td style="text-align: center;"><u>5</u></td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>		Bagian yang direvisi	Halaman	<u>Penulisan Daftar Pustaka harus standar</u>	<u>69</u>	<u>Batasan masalah diperbaiki, (point 7.0...?)</u>	<u>5</u>										
Bagian yang direvisi	Halaman																
<u>Penulisan Daftar Pustaka harus standar</u>	<u>69</u>																
<u>Batasan masalah diperbaiki, (point 7.0...?)</u>	<u>5</u>																
<p>Sunggailiat, <u>18 Januari 2023</u> Penguji  (.....<u>Muhammad Subhan</u>.....)</p>																	
<p>Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa</p>																	
<p style="text-align: center;">Mengetahui, Pembimbing</p>  (.....)	<p style="text-align: center;">Sunggailiat, Penguji</p>  (.....)																

SURAT PERNYATAAN

Saya/Kami yang bertandatangan dibawah ini telah menyelesaikan Proyek Akhir yang berjudul:

Analisis Pengaruh Parameter Terhadap MRR dan Kekasaran Permukaan Pada Bahan Keras
dimasif CNC Turning dengan metode taguchi

Oleh :

1. Adin Gilbran /NPM 1042031.....
2. /NPM
3. /NPM

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

Sungailiat, ..30.. Januari 2024

1. Adin Gilbran (..... )
2. (.....)
3. (.....)

Mengetahui,

Pembimbing 1,

-/udi OKTRIADI
(.....)

Pembimbing 2,


(.....)



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 : 3026-0213

SURAT KETERANGAN

Nomor : 065/PL.28.C/PB/2023

Dengan ini menerangkan bahwa artikel yang berjudul :

**“ANALISIS PENGARUH PARAMETER TERHADAP MRR PADA BENDA
KERJA DI MESIN CNC *TURNING* DENGAN METODE *TAGUCHI*”**

Atas nama :

Penulis : **ADIN GILBRAN, YUDI OKTRIADI, EKO YUDO**

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 30 Oktober 2023.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Sungailiat, 22 November 2023
Kepala P3KM,



Dr. Parulian Silalahi, M.Pd

NIP. 1964 0102 2021 211 001

ANALISIS PENGARUH PARAMETER TERHADAP MRR DAN KEKASARAN PERMUKAAN PADA BENDA KERJA DI MESIN CNC TURNING DENGAN METODE TAGUCHI

ORIGINALITY REPORT

19%
SIMILARITY INDEX

19%
INTERNET SOURCES

0%
PUBLICATIONS

0%
STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1 repository.polman-babel.ac.id
Internet Source

19%

Exclude quotes On

Exclude bibliography On

Exclude matches < 2%

