

**ANALISIS OPTIMASI PARAMETER PEMESINAN
TERHADAP KEBULATAN BENDA KERJA PADA MESIN
CNC TURNING SL-25 MORI SEIKI 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 :

Davina Oktavia NIRM: 1042056

POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI

BANGKA BELITUNG

TAHUN 2023/2024

**ANALISIS OPTIMASI PARAMETER PEMESINAN
TERHADAP KEBULATAN BENDA KERJA PADA MESIN
CNC *TURNING* SL-25 MORI SEIKI 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 :

Davina Oktavia NIRM: 1042036

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

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS OPTIMASI PARAMETER PEMESINAN TERHADAP
KEBULATAN BENDA KERJA PADA MESIN CNC TURNING SL-25
MORI SEIKI DENGAN METODE TAGUCHI**

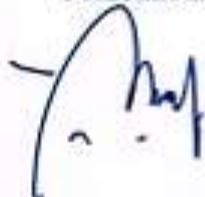
Oleh:

Davina Oktavia/1042036

Laporan 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



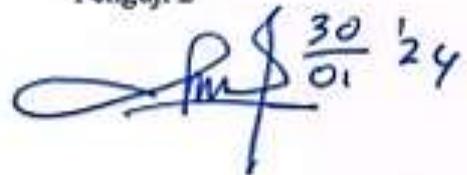
Elisa Mayang Sari, M.Pd

Penguji 1



Erwanyah, S.S.T.,M.T.

Penguji 2



Dr. Sukanto, S.S.T.,M.Eng

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa : Davina Oktavia NIRM: 1042036

Dengan judul : **ANALISIS OPTIMASI PARAMETER PEMESINAN TERHADAP KEBULATAN BENDA KERJA PADA MESIN CNC *TURNING* SL-25 MORI SEIKI DENGAN METODE *TAGUCHI***

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

Sungailiat, 30 Januari 2024

Nama Mahasiswa

Tanda Tangan

1

1. Davina Oktavia



ABSTRAK

Hal utama dalam suatu proses pemesinan adalah hasil produksi dari proses tersebut termasuk dengan bentuk, geometri dan hasil permukaan. Dimana penentuan nilai variabel proses merupakan salah satu faktor yang berpengaruh dalam hasil produksi. Kebulatan menjadi salah satu bentuk geometri yang diperhatikan dari hasil proses produksi pembubutan. Kesalahan bentuk dapat disebabkan oleh salahnya pemilihan nilai parameter, maka dari itu penggunaan parameter pemesinan yang tepat diharapkan dapat meningkatkan kualitas dan mengoptimalkan hasil proses produksi. Nilai kebulatan dari hasil kombinasi variabel proses dapat diketahui melalui pengujian nilai kebulatan yang dianalisis dengan metode Minimum Zone Circle (MZC). Diperkuat dengan metode Taguchi dan Anova untuk mencari faktor yang signifikan berpengaruh dan menentukan kombinasi variabel proses optimum. Rancangan percobaan yang digunakan adalah matriks orthogonal $L9(3^3)$. Hasil pengujiannya adalah variabel proses yang signifikan berpengaruh terhadap kebulatan adalah kedalaman pemakanan dengan kontribusi sebesar 76,06%. Dan setting kombinasi variabel proses optimum ada pada Putaran Spindel 2,441 put/min, gerak makan 0,15 mm/rev dan kedalaman pemakanan sebesar 1 mm dengan hasil nilai kebulatan sebesar 11,67 μm

Kata kunci: *Anova, CNC, Kebulatan, Taguchi*

ABSTRACT

The main thing in a machining process is the production results of the process including shape, geometry and surface results. Where determining the value of process variables is one of the factors that influences production results. Roundness is one of the geometric shapes that is considered in the turning production process. Form error can be caused by incorrect selection of parameter values, therefore the use of appropriate machining parameters is expected to improve quality and optimize the results of the production process. The roundness value of the combination of process variables can be determined by testing the roundness value which is analyzed using the Minimum Zone Circle (MZC) method. Strengthened by the Taguchi and Anova method to look for significant influencing factors and determine the optimum combination of process variable. The experimental design used was the orthogonal matrix L9(3³). The test results show that the process variable that has a significant effect on roundness is depth of ingestion with a contribution of 76,06%. And the optimum combination of process variable settings is Spindel Speed of 2.441 put/min, federate of 0,15 mm/rev and depth of cut of 1 mm with a roundness value of 11,67µm.

Keywords: *Anova, CNC, Roundness, Taguchi*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Selalu lantunan ucapan puji serta syukur dicurahkan atas kehadiran Allah SWT yang maha pencipta segala hal kecil hingga besar Langkah perbuatan, Tindakan dan ucapan terjadi karena kehendak-Nya. Berkat Rahmat dan karunia yang diberikan saya selaku peneliti dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini yang berjudul **“ANALISIS OPTIMASI PARAMETER PEMESINAN TERHADAP KEBULATAN BENDA KERJA PADA MESIN CNC TURNING SL-25 MORI SEIKI DENGAN METODE TAGUCHI”**. Shalawat serta salam saya hantarkan kepada junjungan saya Nabi Muhammad SAW. Penulisan laporan tugas akhir ini menjadi syarat untuk menyelesaikan Studi Sarjana Terapan pada Program Studi Teknik Mesin Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Dalam pengerjaan tugas akhir ini penulis banyak mendapatkan bantuan baik moril maupun materil, dorongan, nasihat serta semangat dari banyak pihak. Maka dari itu penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak bersangkutan yang telah ikut andil dalam proses penyelesaian tugas akhir ini baik secara langsung ataupun tidak, terutama kepada:

1. Kedua Orang Tua penulis yaitu mama dan ayah serta kakak juga adik yang selalu memberikan dukungan, doa dan materi serta mendidik dan memotivasi dari awal hingga akhir masa perkuliahan.
2. Bapak Pristiansyah, S.S.T.,M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung
3. Bapak Boy Rollastin, S.Tr., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin dan Manufaktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung
4. Bapak Yudi Oktriadi, S.Tr., M.Eng. selaku pembimbing I atas segala waktu, ilmu dan arahan selama bimbingan proses pelaksanaan tugas akhir.
5. Ibu Elisa Mayang Sari, M.Pd selaku pembimbing II atas arahan dan bimbingannya dalam penulisan selama pengerjaan tugas akhir.

6. Kepada seluruh Bapak dan Ibu dosen, PLP, teknisi Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah berjasa serta mengabdikan dalam proses masa perkuliahan.
7. Kepada diri sendiri karena mampu menyelesaikan apa yang telah dimulai dari awal serta bertanggung jawab.
8. Kepada Adin Gilbran terima kasih telah ikhlas membantu saya dari awal hingga akhir proyek akhir ini serta dukungan dan waktunya.
9. Seluruh keluarga besar kelas TMM B Angkatan 2020

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 kebbaikannya mendapatkan balasan yang berlimpah dari Tuhan Yang Maha Esa, Amin.

Sungailiat, 30 Januari 2024



Devina Oktavia

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	ii
<i>ABSTRAK</i>	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Batasan Masalah	4
BAB II DASAR TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Mesin CNC (<i>Computer Numerical Control</i>)	6
2.3 Mesin CNC <i>Turning</i>	6
2.3.1 Prinsip Kerja Mesin CNC <i>Turning</i>	7
2.3.2 Bagian-bagian Utama Mesin CNC <i>Turning</i>	7
2.3.3 Pemograman Mesin CNC <i>Turning</i>	9
2.3.4 Parameter Mesin CNC <i>Turning</i>	11
2.4 Pengertian Optimasi	13

2.5	Kebulatan Benda Kerja.....	13
2.5.1	Pengertian Kebulatan	13
2.5.2	Pengukuran Kebulatan	15
2.5.3	Parameter Kebulatan	16
2.6	Toleransi Standar.....	18
2.7	Pengendalian Kualitas	19
2.7.1	Metode <i>Taguchi</i>	20
BAB III METODE PELAKSANAAN		23
3.1	Diagram Alir/ <i>Flow Chart</i>	23
3.1.1	Identifikasi Masalah.....	24
3.1.2	Studi Literatur	24
3.1.3	Menyiapkan Alat dan Bahan.....	24
3.1.4	Menentukan Parameter.....	31
3.1.5	Parameter Pemesinan	32
3.1.6	Proses Pemesinan.....	32
3.1.7	Pengambilan Data Uji Kebulatan.....	34
3.1.8	Analisa Data.....	35
3.1.9	Hasil dan Kesimpulan	35
BAB IV PEMBAHASAN.....		36
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		37
5.1	Kesimpulan.....	37
5.2	Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA		38
LAMPIRAN		41

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	5
Tabel 2. 2 Macam_macam dari kode G dan kode M dan fungsinya.....	10
Tabel 3. 1 Spesifikasi Mesin CNC <i>Turning</i> SL-25 Mori Seiki.....	26
Tabel 3. 2 Parameter Pemesinan.....	32
Tabel 3. 3 Sampel Percobaan.....	32
Tabel 4. 1 Nilai Rmax dan Rmin serta ketidakbulatan spesimen	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 2 Response Table for Means (Smaller is Better) ...	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 3 Nilai ketidakbulatan seluruh spesimen uji berdasarkan MZC	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 4 Hasil Eksperimen	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 5 Hasil Anova Mean (Factor Information)	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 6 Keputusan Uji F	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 7 Persen Kontribusi Mean.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 8 Nilai Rasio S/N	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 9 Tabel Respon terhadap S/N Rasio (Smaller is Better).....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 10 Kombinasi Parameter Prediksi.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 11 Respon Rasio S/N	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 12 Anova Terhadap Rasio S/N (Factor Information)....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 13 Keputusan uji F	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 14 Persen Kontribusi Rasio S/N.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 15 Hasil uji normalitas	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 16 Hasil Uji Dua Varian.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 17 Nilai rata-rata masing-masing faktor ..	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 18 Prediksi dan setting uji konfirmasi.....	Error! Bookmark not defined.

Tabel 4. 19 Nilai Konfirmasi**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sumbu utama koordinat X dan Y mesin CNC <i>Turning</i> [17].....	7
Gambar 2. 2 Toleransi untuk geometrik kebulatan [6]	14
Gambar 2. 3 Alat Ukur kebulatan dua sensor [20].....	15
Gambar 2. 4 Alat ukur kebulatan tiga (dial indicator dan block v) [20].....	16
Gambar 2. 5 Pengukuran dengan dial indicator dan block-v [21]	16
Gambar 2. 6 Grafik polar menentukan parameter kebulatan [20]	17
Gambar 2. 7 Harga batas nominal s.d 500 mm [5]	19
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	23
Gambar 3. 2 Mesin gergaji potong DOALL Model C-916.....	24
Gambar 3. 3 Kikir	25
Gambar 3. 4Mesin Bubut SL-25 Mori Seiki.....	25
Gambar 3. 5 Spesifikasi Mata Potong DNMG.....	29
Gambar 3. 6 Jangka Sorong	29
Gambar 3. 7 Dial indicator dan Block-v.....	30
Gambar 3. 8 Bakal Spesimen Uji Baja ST-60.....	31
Gambar 3. 9 Titik Pengukuran Kebulatan.....	35
Gambar 4. 1 Spesimen uji setelah proses pembubutan.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 2 Pengambilan Data	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 3 Grafik polar kebulatan spesimen 1....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 4 Grafik polar kebulatan spesimen 2....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 5 Grafik polar kebulatan spesimen 3....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 6 Grafik polar kebulatan spesimen 4....	Error! Bookmark not defined.

Gambar 4. 7 Grafik polar kebulatan spesimen 5....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 8 Grafik Plot Respon mean**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 9 Grafik plot respon Rasio S/N**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Daftar Riwayat Hidup

Lampiran 2 : Form Bimbingan

Lampiran 3 : Form Monitoring

Lampiran 4 : Surat Pernyataan

Lampiran 5 : Form Revisi

Lampiran 6 : Cek Plagiasi

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi manufaktur terus berkembang seiring dengan semakin berkembangnya kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi dari waktu ke waktu.. Terlihat dari hasil produksi berbagai industri yang semakin hari semakin bertambah jumlah produk yang dihasilkannya. Namun kenaikan kuantitas produksi itu wajib pula diimbangi dengan kenaikan mutu hasil produksi. Guna penuhi seluruh kebutuhan tersebut, pemakaian perlengkapan mesin dalam proses produksi ialah salah satu metode buat mendapatkan proses produksi yang cepat, presisi besar serta tingkatkan efisiensi kerja. Untuk mengimbangi peningkatan hasil proses produksi, mesin-mesin berkualitas tinggi seperti mesin *milling*, mesin bubut, dan mesin pengolah logam harus berada dalam kondisi kerja yang baik.. [1].

Dalam proses manufaktur, proses pemesinan harus memenuhi persyaratan hasil produksi dengan tingkat kepresisian, akurasi, kualitas, dan kuantitas produk yang benar menjadi faktor produksi utama dalam proses pemesinan [2]. Mesin perkakas meliputi: mesin perkakas konvensional dan mesin perkakas CNC (*Computer Numerical Control*). Sesuai keunggulan pada mesin CNC yaitu lebih teliti, akurat, produktif dan kompleksitasnya lebih tinggi, maka komponen yang dihasilkan akan memiliki kualitas yang lebih baik dari mesin perkakas konvensional [3]. Maka demikian dengan mesin CNC diharapkan adanya peningkatan produktivitas dalam mencapai ketelitian geometri. Kebulatan adalah salah satu parameter kinerja utama yang harus dikontrol dalam batas yang cocok untuk proses tertentu.

Mesin bubut adalah jenis alat manufaktur yang digunakan untuk membuat benda kerja berbentuk silinder [4]. Mesin bubut CNC Mori Seiki SL-25 merupakan mesin berusia 28 tahun yang dirilis pada tahun 1995 dan masih digunakan sebagai media pembelajaran dan produksi suku cadang di Polman Babel. Kualitas produk yang dihasilkan dikatakan baik apabila memenuhi kriteria atau memenuhi standar kualitas produk termasuk pemenuhan dalam kualitas geometri produk. Suatu bagian

mesin mempunyai karakteristik geometri yang ideal apabila komponen tersebut mempunyai: 1) Dimensi produk yang presisi, 2) Bentuk produk yang sempurna, dan 3) Permukaan benda yang baik [5]. Penyimpangan geometrik mesin memang dapat menyebabkan kualitas produk menurun, namun tidak menutup kemungkinan adanya faktor lain.

Salah satu jenis kesalahan bentuk (geometrik) adalah ketidakbulatan, yang biasanya dikaitkan dengan kesamaan sumbu, kelurusan, ketegaklurusan, dan kesejajaran. Suatu *part* dengan kebulatan ideal sangat sulit untuk dicapai, sehingga dapat dipastikan bahwa terjadi ketidakbulatan pada *part* tersebut [6]. Karena banyak bagian mesin yang berputar memiliki penampang bulat, maka kebulatan itu penting. Penyimpangan dari kebulatan dalam produksi mesin akan berdampak pada seberapa baik fungsi komponen tersebut.

Untuk mendapatkan kualitas produk terbaik saat menggunakan mesin CNC untuk operasi pembubutan, operator harus memilih parameter pemesinan yang tepat. Banyak faktor, termasuk kecepatan putaran spindel, kecepatan potong, dan sudut potong, dapat mempengaruhi kualitas permukaan hasil pembubutan [7].

Kekasaran dan kebulatan permukaan diidentifikasi sebagai parameter proses dalam penelitian ini pada pembubutan *Aluminium Alloy* dengan metode *Taguchi*. [8]. Desain eksperimental *Taguchi* digunakan untuk menganalisis pengaruh setiap parameter desain. Kecepatan pemakanan (f), kedalaman potong (a), putaran (n), dan nose radius (nr) adalah empat parameter. Menurut penelitiannya, nr mempunyai pengaruh yang lebih besar terhadap nilai-nilai yang diamati.

Penelitian lain juga telah dilakukan [9] terkait optimasi kebulatan pada proses pembubutan cnc. Penelitian tersebut menggunakan material baja St.60. Dari penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa desain metode *Taguchi* adalah yang terbaik untuk menemukan kondisi pemesinan yang ideal untuk menghasilkan nilai kebulatan yang rendah. Untuk proses membubut St.60, faktor terpenting untuk nilai kebulatan adalah kedalaman pemakanan. Kondisi pemesinan ideal untuk mendapatkan nilai kebulatan terbaik adalah kecepatan potong 60 m/min, gerak pemakanan 0.2 mm/rev, dan kedalaman pemakanan 0.125 m.

Penelitian lainnya oleh [10] melakukan kondisi pemotongan kering dengan alat pemotong Cemented Carbide untuk mengoptimalkan parameter proses pembubutan material AISI 1045. Nilai laju penghilangan material terbesar dan nilai kekasaran permukaan terendah diperoleh dengan menggunakan metode eksperimen *Taguchi*. Temuan penelitian menunjukkan bahwa kecepatan pemakanan merupakan variabel yang paling mempengaruhi kekasaran permukaan. Kecepatan pemakanan dan kecepatan spindle merupakan faktor yang mempengaruhi laju penghilangan material.

Mengenai kualitas produk, sebagai pendukung hasil penelitian ini [11] Salah satu teknik yang efektif untuk menciptakan parameter karakteristik kualitas adalah dengan metode *Taguchi*. Teknik ini dapat diterapkan untuk menentukan parameter pemesinan yang ideal. Untuk meningkatkan efisiensi, penelitian proses pembubutan dapat dilakukan dengan jumlah percobaan yang lebih sedikit. Metode *Taguchi* menggunakan matriks array ortogonal untuk mendapatkan data karakteristik dan menganalisis kinerja kualitas data untuk mendapatkan parameter proses yang optimal. [12] Pendekatan *Taguchi* mempelajari semua parameter dengan eksperimen yang lebih sedikit dengan menggunakan desain matriks ortogonal. Dalam analisis rasio *signal-to-noise*, atau (*S/N Ratio*), terdapat tiga kategori kualitas: berfokus pada nilai, semakin besar semakin baik, dan semakin kecil semakin baik.

1.2 Rumusan Masalah

Berikut rumusan masalah dalam penelitian ini:

1. Faktor parameter pemesinan apa saja yang berpengaruh pada nilai kebulatan dalam produksi di mesin CNC *Turning SL-25 Mori Seiki*?
2. Bagaimana mencari dan mengetahui nilai parameter yang optimal pada mesin CNC *Turning SL-25 Mori Seiki* ditinjau dari kebulatan?

1.3 Tujuan

Berikut ini adalah tujuan dari penelitian:

1. untuk mengetahui faktor parameter pemesinan manakah yang mempengaruhi nilai kebulatan pada saat produksi mesin CNC Turning SL-25 Mori Seiki
2. Untuk menentukan dan memperoleh nilai parameter terbaik untuk kebulatan

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah ditetapkan sebagai berikut agar lebih tepat sasaran dan fokus, tetap sesuai dengan tujuan penelitian yang telah ditetapkan, dan memudahkan pengumpulan data dan informasi yang diperlukan untuk penelitian ini:

1. Baja St. 60 akan menjadi benda kerja yang digunakan dalam penelitian ini.
2. Benda kerja yang digunakan pada penelitian ini berukuran $\text{Ø}30 \times 100$ mm.
3. Mesin CNC *Turning* SL-25 Mori Seiki merupakan objek mesin yang sedang diteliti.
4. Pahat Insert Carbide DNMG 150404-MA adalah mata pahat yang digunakan dalam penelitian ini.
5. Berikut prosedur pembubutan CNC yang dilakukan dengan menggunakan variabel konstan:
 - a. Kecepatan makan $v_f = 0.15$ 0.20 dan 0.25 mm/rev.
 - b. Putaran spindel = 2.016, 2.229 dan 2.441 rpm.
 - c. Kedalaman pemakanan = 1, 1.5 dan 2 mm
6. Metode *Taguchi* digunakan dalam analisis penelitian ini guna memberikan temuan penelitian yang lebih akurat dan nilai ideal.
7. Dengan menggunakan dial indikator ketelitian $1\mu\text{m}$, *dial stand*, *Block-V*, dan jangka sorong 0,02 mm sebagai alat ukur kendali mutu, penentuan kebulatan benda kerja.
8. Kalkulator digunakan sebagai alat perhitungan, software Microsoft Excel, dan software analisis untuk pengolahan data.

BAB II DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka peneliti berfokus terhadap riset terdahulu yang berkaitan dengan judul penelitian penulis. Di bawah ini ialah hasil penelitian terdahulu, yakni:

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

NO	Judul	Hasil
1	Optimasi Parameter Pemesinan Menggunakan Metode <i>Taguchi</i> Untuk Meningkatkan Kualitas Kebulatan Pada Pembubutan Internal Material S45C [13]	Berdasarkan uji hipotesis, kebulatan dan parameter ideal dengan kecepatan potong 200 [m/mnt], kecepatan pemakanan 0,05 [mm/rev], dan kedalaman potong 0,25 [mm] dan sangat dipengaruhi oleh parameter kecepatan potong dan kedalaman pemotongan, dengan tingkat kepercayaan 90%.
2	Aplikasi Metoda <i>Taguchi</i> Untuk Mengetahui Optimasi Kebulatan Pada Proses Bubut CNC [14]	Faktor yang paling signifikan terhadap kebulatan yaitu kedalaman pemakanan. Kondisi optimum pemesinan ada pada kecepatan potong 60 m/min, gerak pemakanan 0.2 mm/rev, kedalaman pemakanan 0.125mm.
3	Analisis Profil Kebulatan Untuk Menentukan Kesalahan Geometrik Pada Pembuatan Komponen Menggunakan Mesin Bubut CNC [6]	Hasil pengujian didapat bahwa kesalahan geometrik terbesar (ketidakbulatan) rata-rata 44,7 μm yang terjadi di posisi terluar dari tumpuan/pencekam. Kesalahan lain yaitu ketegaklurusan 5,5 μm , ketidaksejajaran 4,5 μm , dan toleransi kesalahan terbesar adalah 6,4 μm . Dengan demikian mesin bubut CNC yang dipakai masih mampu membuat komponen yang teliti dilihat dari segi kesalahan geometrik yang terjadi. Nilai kesalahan geometrik masih dibawah nilai toleransi (50 μm).
4	Analisis Kinerja Mesin CNC <i>Turning</i> SL 25 Mori Seiki Ditinjau dari Nilai Kebulatan Benda Kerja di Bengkel Mekanik Polman Babel [15]	Hasil pengujian terhadap kondisi geometrik mesin tersebut adalah penyimpangan kebulatan tertinggi pada posisi 1 dengan rata-rata 21,7 μm yang merupakan posisi terluar dari area pencekaman dan nilai penyimpangan terkecil berada pada posisi 6 dengan rata-rata 10.9 μm . Setelah proses pengujian dan analisa mesin CNC SL-25 Mori Seiki tersebut dapat

		memproduksi benda kerja dengan toleransi diatas 21 μm .
5	Kinerja Mesin Bubut Geminis Ditinjau Dari Kebulatan Benda Kerja [16]	Ketiga mesin bubut geminis mempunyai rata rata penyimpangan sebesar 45,33 μm dan penyimpangan terkecil rata rata 20 μm dapat memproduksi benda kerja dengan toleransi diatas 41 μm .

Dengan menyimpulkan dari penelitian-penelitian diatas penulis berupaya untuk mendapatkan nilai setting parameter pemesinan optimal ditinjau dari nilai kebulatannya. Adapun perbedaan dari penelitian sebelumnya pada penelitian yang penulis lakukan yaitu pada level dari tiap penggunaan faktor.

2.2 Mesin CNC (*Computer Numerical Control*)

Menurut [17] mesin CNC adalah salah satu jenis mesin industri yang memproduksi komponen dalam jumlah banyak dan cepat. Seperti namanya mesin CNC menggunakan sistem komputer untuk mengontrol mesin, guna menghasilkan produk yang presisi. Tata letak kode yang distandarisasi dalam kode pemesinan CNC memungkinkan mesin dapat beroperasi sesuai dengan instruksi yang diberikan. Penggunaan peralatan CNC memiliki beberapa keunggulan dibandingkan jenis mesin konvensional lainnya. Salah satunya adalah kemampuan berkreasi dalam jumlah besar dengan efisiensi waktu, akurasi, dan presisi yang sangat baik. Produsen mampu memenuhi permintaan konsumen baik kuantitas maupun kualitas dengan memanfaatkan peralatan CNC.

2.3 Mesin CNC *Turning*

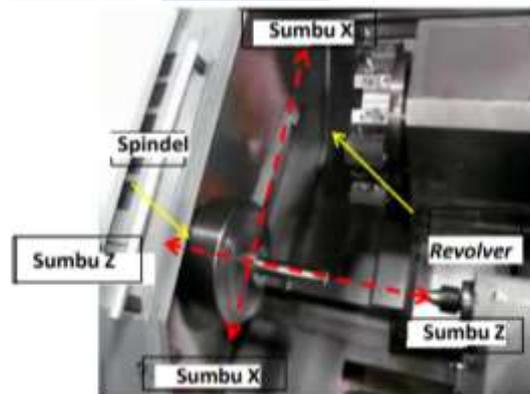
Mesin bubut merupakan mesin perkakas yang digunakan untuk melakukan suatu proses pemesinan dan menghasilkan suatu produk [18]. Operator mesin bubut CNC berspesialisasi dalam pemrosesan benda kerja yang memiliki penampang melingkar atau benda kerja silinder. Mesin bubut CNC sering kali lebih canggih dari pada mesin bubut konvensional karena mesin bubut tersebut terutama mengandalkan komputer untuk kontrolnya. Komputer menganalisis setiap

pergerakan mesin bubut CNC berdasarkan program yang telah ditentukan. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa mesin bubut CNC merupakan suatu alat otomatis yang mengolah benda kerja yang mempunyai penampang melingkar.

2.3.1 Prinsip Kerja Mesin CNC *Turning*

Mesin bubut CNC ini beroperasi dengan prinsip dasar yang sama dengan mesin bubut pada umumnya, yaitu mempunyai dasar gerak melintang dan mendatar dengan sistem koordinat yang terdiri dari sumbu Z dan X. Pahat pemotong bergerak sejajar dengan sumbu benda kerja berbentuk silinder pada jarak yang telah ditentukan sedangkan benda kerja dipasang pada chuck yang berputar. Baik itu mesin bubut CNC atau konvensional, mesin bergerak dalam dua arah. Pemrograman mesin bubut CNC untuk kedua sumbu ini menghasilkan simbol berikut:

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



Gambar 2. 1 Sumbu utama koordinat X dan Y mesin CNC *Turning* [19]

2.3.2 Bagian-bagian Utama Mesin CNC *Turning*

Bagian utama mesin CNC *turning*, yakni meliputi:

a. Headstock atau kepala tetap

Mesin bubut CNC sedikit berbeda dari mesin bubut tradisional pada hal kepala tetap atau *headstock*. Spindel koordinat X dan Y pada mesin bubut CNC memiliki 10 roda gigi yang mengatur motor penggerak yang memutar spindel dan kecepatan mesin. Tidak seperti mesin bubut tradisional, dalam pembubutan CNC, kecepatan mesin dikontrol otomatis oleh program/perintah yang dimasukkan dari panel kontrol, bukan lewat *handle*. *Chuck* untuk memasang benda kerja juga dipasang di bagian ini.

b. Meja Mesin CNC (CNC Lathe Bed)

Meja mesin CNC ini biasanya dibuat melalui tahap pengerasan material dan dirancang untuk menahan paparan gesekan terus menerus dan erosi yang mudah. Alas mesin bubut CNC ini dipakai guna menempelkan pemotong dalam sandaran pahat, sehingga meja ini difungsikan menjadi alasnya.

c. Cekam (Chuck)

Chuck difungsikan menjadi alat penjepit benda kerja yang dijalankan pada tahap pemesinan. Guna memaksimalkan hasil pekerjaan, perlu menggenggam benda kerja sekuat mungkin dan menjaganya dalam keadaan yang baik.

d. Kepala Lepas (Tailstock)

Tailstock yang longgar berfungsi menjadi penopang chuck. Kepala lepas sering dipakai terutama pada benda kerja panjang agar putaran benda bekerja lebih stabil. Bahkan, pemakaian kepala longgar dalam proses pemesinan meningkatkan daya cengkeram benda kerja.

e. Tailstock quill

Pena bulu tailstock difungsikan menjadi alat guna mengoptimalkan cengkeraman pada benda kerja. *Hidrolik/pneumatik* berfungsi menjadi tambahan pada tailstock quill itu sendiri. *Tailstock* hanya memastikan bahwasanya bagian tengah *tailstock* terletak dekat dengan benda kerja, hingga dibutuhkan *tailstock quill* guna mengoptimalkan cengkeraman.

f. Pedal Kaki (Foot Switch atau Foot Pedals)

Pedal kaki difungsikan menjadi pengatur chuck dan tailstock. Secara khusus, ini ialah pedal kaki yang memfasilitasi bongkar muat benda kerja,

menutup dan membuka chuck, serta menggerakkan tailstock ke belakang dan ke depan.

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

Panel kendali ialah bagian paling penting pada sebuah mesin CNC lantaran sebagai otak dari mesin tersebut. Panel kontrol ini berfungsi menjadi lokasi input untuk seluruh program CNC. Semua kendali alat berat oleh operator dijalankan secara terpusat di panel kendali ini melalui pemakaian tombol yang ada di atasnya. Dimulai dengan menyalakan mesin, mengontrol proses kerja dan mematikan kembali mesin. Panel tersebut bisa pula dipakai mentransfer program dan membuat program baru.

h. *Tool Turret*

Peranan *tool turret* ialah menggantikan peran kedudukan alat bubut tradisional. Pasang alat pemotong yang akan dipakai pada menara alat. Menara perkakas juga tersedia dalam beragam desain tergantung pada jumlah dan bentuk perkakas pemotong yang hendak dipasang.

2.3.3 Pemrograman Mesin CNC *Turning*

Pemrograman yakni serangkaian perintah terperinci yang dirancang dalam blok-blok yang memungkinkan mesin bubut CNC menjalankan apa yang diinginkan dari program tertentu. Guna mempersiapkan program mesin bubut CNC, harus memahami hal-hal berikut:

2.3.3.1 Metode Pemrograman Mesin CNC

Metode pemrograman pada mesin CNC *Turning* terbagi ke dalam dua jenis, yakni:

A. Metode *Incremental*

Metode *incremental* ialah metode pemrograman di mana titik pivot/referensi terus berubah. Artinya, titik acuan kuantitas berikutnya ialah titik akhir yang menjadi sasaran program.

B. Metode *Absolute*

Metode *absolute* ialah metode pemrograman yang titik sumbu/referensinya tetap atau tidak berubah-ubah. Maknanya hanya satu titik sumbu yang dipakai sebagai titik sumbu bagi seluruh pengukuran selanjutnya.

2.3.3.2 Bahasa Pemrograman CNC *Turning*

Data yang dimasukkan ke dalam komputer bubut CNC dalam bentuk bahasa numerik dikenal dengan bahasa pemrograman. Bahasa numerik ialah kombinasi angka dan huruf yang dimasukkan ke dalam program mesin bubut CNC dan diterjemahkan oleh *Machine Control Unit* atau MCU. MCU ini kemudian menerjemahkan bahasa pemrograman dan memungkinkan mesin melaksanakan perintah tergantung tujuan yang diinginkan.

Istilah G-code dan M-code mengacu pada kode bahasa pemrograman untuk mesin CNC, sebagaimana ditetapkan oleh ISO atau organisasi internasional lainnya. Setiap kode memiliki fungsi dan tujuan yang berbeda. Kode numerik yang muncul setelah kode huruf membantu menjelaskan lebih lanjut hal ini. Kode dan fungsinya tercantum dalam Tabel 2.2 [20]

Tabel 2. 2 Macam-macam dari kode G dan kode M dan fungsinya

Kode	Fungsinya
a. Kode G	
G00	Perintah pergerakan cepat atau tanpa pemakanan
G01	Perintah pergerakan pemakanan lurus
G02	Perintah pergerakan pemakanan 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 finishing

G71	Perintah pemakanan berulang secara otomatis
G84	Perintah siklus pembubutan memanjang
G88	Perintah siklus pembubutan melintang
G90	Pemograman absolut
G91	Pembubutan incremental
G92	Pembubutan ulir
G96	Mengatur kecepatan potong
G97	Pengaturan kecepatan potong konstan off
b. Kode M	
M02	Program berakhir
M03	<i>Spindel ON</i> dengan searah putaram jarum jam
M04	<i>Spindel ON</i> dengan berlawanan arah putaran jarum jam
M05	<i>Spindel OFF</i> (spindel stop)
M06	Perintah pergantian alat potong (tools)
M08	Menghidupkan pendingin
M09	Mematikan pendingin
M30	Akhir program dan mengembalikan posisi tools terakhir

2.3.4 Parameter Mesin CNC *Turning*

Seperti mesin bubut biasanya, mesin bubut CNC memiliki tiga indikator utama. Tiga indikator utama dalam tiap operasi pembubutan ialah pemakanan, kecepatan spindel, serta kedalaman potong. Pada kenyataannya aspek jenis perkakas dan bahan benda kerja mempunyai dampak yang besar, namun ketiga indikator diatas dapat diatur langsung oleh operator mesin bubut [21].

2.3.4.1 Kecepatan Spindel

Huruf *n* (*speed*) biasanya digunakan untuk mewakili kecepatan spindel. Kecepatan tersebut berkaitan dengan benda kerja dan spindel mesin dan sering kali dinyatakan sebagai putaran per menit atau rpm (putaran per menit). Kecepatan potong diprioritaskan dalam operasi pembubutan. Sederhananya, hasil kali kecepatan putaran spindel dan keliling benda kerja menentukan kecepatan potong. Rumus untuk menetapkan kecepatan potong ialah meliputi [22]:

$$V_c = \pi \times d \times n \times 1000 \text{ (m/menit)} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

V_c = Kecepatan potong (m/menit)

d = Diameter benda kerja (mm)

n = putaran spindel (rpm) $\pi = 3,14$

Kecepatan potong dipengaruhi oleh beberapa faktor, yang secara umum dijelaskan di bawah ini:

1. Bahan benda kerja Nilai dari kecepatan potong akan semakin rendah apabila nilai kekuatan bahan dari benda kerja tersebut tinggi.
2. Jenis alat potong Nilai dari kecepatan potong akan semakin tinggi apabila nilai kekuatan dari jenis alat potong juga tinggi.
3. Kecepatan penyayatannya Nilai dari kecepatan potong akan semakin besar apabila nilai dari kecepatan penyayatannya kecil.
4. Kedalaman penyayatannya Nilai dari kecepatan potong akan semakin besar apabila dalamnya penyayatannya semakin tipis.

2.3.4.2 Gerak Makan

Feeding ialah jarak yang ditempuh pahat dan dihitung untuk tiap putaran benda kerja, hingga nilai gerak makan ialah mm/rev. Penentuan nilai gerak makan dilambangkan memakai huruf f (feed) dan bergantung pada sejumlah aspek seperti material benda kerja, kekuatan mesin, geometri pahat, material pahat, dan yang terpenting, tingkat kehalusan permukaan benda kerja yang diharapkan. Persamaan yang menentukan gerak makan adalah [22] :

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

Dimana :

V_f = Kecepatan Pemakanan (mm/menit)

f = Gerak makan (mm/putaran)

n = Putaran spindel (rpm)

2.3.4.3 Kedalaman Potong

Kedalaman potong ialah nilai ketebalan bagian benda kerja yang dipotong oleh mata potong. Sehingga kedalaman pemotongan merupakan nilai benda kerja yang dipotong. Nilai ini ialah kedalaman masuknya pahat ke benda kerja selama pembubutan. Rumus untuk menentukan kedalaman potong ialah meliputi [22]:

$$\alpha = do \ dm \text{ (mm)} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

do = Diameter awal (mm)

dm = Diameter akhir (mm)

2.4 Pengertian Optimasi

Optimalisasi berasal dari kata dasar optimal yang berarti terbaik, tertinggi, paling menguntungkan. Menjadikan paling baik, menjadikan paling tinggi, pengoptimalan proses, cara, perbuatan mengoptimalkan (menjadikan paling baik, paling tinggi, dan sebagainya), sehingga optimalisasi adalah suatu tindakan, proses, atau metodologi untuk membuat sesuatu (sebagai sebuah desain, system, atau keputusan) menjadi lebih/sepenuhnya sempurna, fungsional, atau lebih efektif.

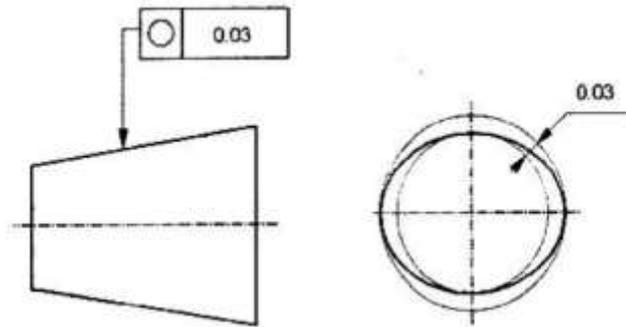
Optimalisasi adalah upaya seseorang untuk meningkatkan suatu kegiatan atau pekerjaan agar dapat memperkecil kerugian atau memaksimalkan keuntungan agar tercapai tujuan sebaik-baiknya dalam batas-batas tertentu

2.5 Kebulatan Benda Kerja

2.5.1 Pengertian Kebulatan

Sebagai bentuk geometris, kebulatan menjadi penting. Keseragaman jari-jari, atau jarak, antara pusat dan titik terluar disebut kebulatan. Jarak antara titik-titik bola yang berimpit dengan pusat memungkinkan seseorang untuk mengamati profil kebulatan. Kebulatan sendiri bila dilihat sekilas kurang lebih sama dengan diameter, walaupun keduanya ialah dua simbol geometri yang berbeda, tetapi saling berkaitan. Mencapai kebulatan ideal sangatlah sulit. Sehingga, perlu ditetapkan nilai toleransi yang memperhatikan kebulatan benda kerja dengan tetap mempertimbangkan fungsi dan kegunaan bagian tersebut. Besarnya penyimpangan

tidak boleh melebihi batas yang diperbolehkan, besarnya simpangan yang terjadi dapat diketahui dari hasil uji ketelitian geometri [23] .



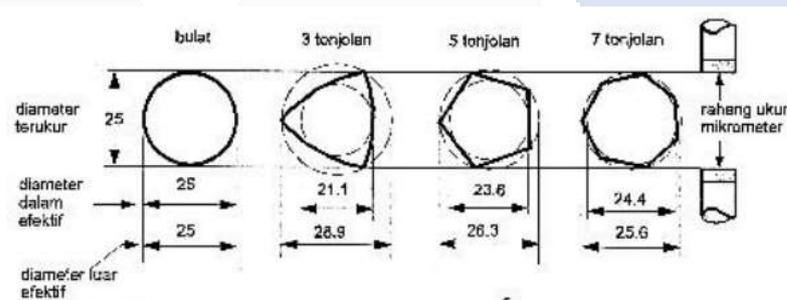
Gambar 2. 2 Toleransi untuk geometrik kebulatan [6]

Manufaktur akan menghasilkan komponen yang tidak bulat. [24]. Penyebab ketidakbulatan ini antara lain:

- Pada saat proses pemesinan terdapat suatu keausan, baik pada bantalan poros utama mesin maupun ataupun mesin gerinda yang digunakan.
- Gaya pemotongan yang besar sehingga mengakibatkan lenturan pada mesin perkakas ataupun benda kerja.
- Kesalahan posisi senter yang menjadikan komponen tersebut menjadi tidak bulat.
- Tekanan alat pemegang/pencekam (3 atau 5 jaw *chuck*) pada komponen berdinding tipis bias yang menjadi sumber ketidakbulatan, dimana setelah pencekam dibuka akan terjadi pelepasan tegangan-dalam pada komponen
- Adanya getaran akibat dari kesalahan pemilihan kondisi pada proses pemotongan.
- Ketidakbulatan cetakan sewaktu komponen dibuat dengan cara ekstrusi atau penarikan (*drawing*).
- Adanya ketidakbulatan yang terjadi pada produksi massal dari poros yang dihasilkan dari proses gerinda tanpa senter (*centerless grinding*).
- Proses penyebaran panas yang tak merata saat komponen diproses.

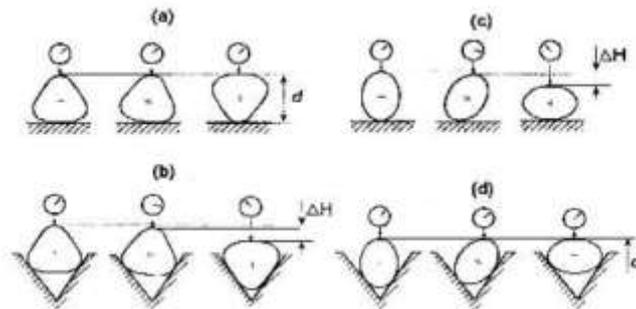
2.5.2 Pengukuran Kebulatan

Banyak alat ukur tersedia untuk menentukan nilai kebulatan. Banyaknya sensor pada gadget menunjukkan boleh tidaknya suatu alat ukur digunakan untuk pengukuran tersebut. Sensor untuk alat ukur ini dibedakan menjadi beberapa jenis, seperti mikrometer yang memiliki dua buah sensor yang berjarak 180 derajat. Salah satu cara untuk melakukannya adalah dengan mengukur diameter sisi terdekat dan terjauh suatu poros, kemudian menggunakan mikrometer untuk mengukur ketidakbulatan poros tersebut. Namun jika terdapat dua tonjolan beraturan (*elips*), ketidakbulatan penampang poros hanya dapat diamati dengan mikrometer. Mikrometer tidak berguna untuk poros dengan jumlah tonjolan tidak beraturan ganjil. pengukuran kebulatan menggunakan alat ukur dua sensor, seperti terlihat pada gambar berikut:



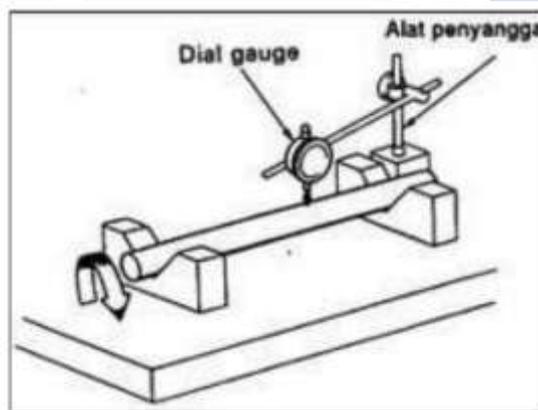
Gambar 2. 3 Alat Ukur kebulatan dua sensor [24]

Menggunakan pengukur kebulatan 3 sensor merupakan metode tambahan untuk mengetahui nilai non-kebulatan. Salah satu contoh alat ukur kebulatan tiga sensor adalah tester kebulatan namun blok v dan dial indikator juga dapat digunakan untuk mengukur kebulatan dengan cara yang sama. Nilai kebulatan suatu benda kerja poros dapat diketahui dengan mengukur kebulatan benda kerja tersebut dengan menggunakan alat dial indikator, blok V, dan *dial stand*. [14]. Pengukuran kebulatan menggunakan alat ukur tiga sensor, seperti terlihat pada gambar:



Gambar 2. 4 Alat ukur kebulatan tiga (*dial indicator* dan *block v*) [24]

Dengan menempatkan poros pada blok v, dapat mengukur kebulatan poros dengan menggabungkan kedua alat tersebut. Setelah itu poros diputar sambil dipasang sensor jam pengukur pada permukaan poros untuk mengetahui kebulatan poros. Pengukuran kebulatan yang diperoleh dengan kombinasi alat *v-block* dan dial indikator ditunjukkan pada gambar berikut.:

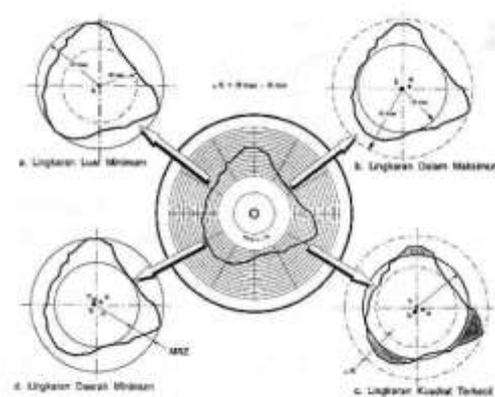


Gambar 2. 5 Pengukuran dengan *dial indicator* dan *block-v* [16]

2.5.3 Parameter Kebulatan

Untuk menentukan nilai kebulatan, parameter kebulatan sangat penting. Ini dibutuhkan untuk menentukan tingkat ketidakbulatan spesimen uji kebulatan. Profil kebulatan relatif terhadap lingkaran referensi dapat digunakan untuk menghitung parameter kebulatan. Menurut [24], terbagi menjadi empat kategori berdasarkan standar Inggris, Amerika, dan Jepang, yang terdiri dari:

1. **Lingkaran Luar Minimum (*Minimum Circumscribed Circle*)** Tanpa pemotongan, lingkaran terkecil diperlakukan di luar profil kebulatannya. Kurva terdalam dan lingkaran mempunyai jarak radial yang sama terhadap ketidakbulatan.
2. **Lingkaran Dalam Maksimum (*Maximum Inscribed Circle*)** Lingkaran terbesar diproses dalam profil kebulatannya tanpa pemotongan apa pun. Dari lingkaran sampai tonjolan terbesar, jarak radial ke ketidakbulatan adalah sama.
3. **Lingkaran Daerah Minimum (*Minimum Zone Circle*)** Profil lingkaran dikelilingi oleh dua lingkaran konsentris dengan jarak radial terpendek di antara keduanya. Titik tengahnya disebut *Minimum Zone Center* (MZC) dalam hal ini. Selisih jari-jari lingkaran, disebut juga Zona Radial Minimal (MRZ), adalah wilayah minimal ketidakbulatan dalam sebuah lingkaran.
4. **Lingkaran Kuadrat Terkecil (*Least Square Circle*)** Lingkaran kuadrat terkecil menggambarkan bagaimana profil kebulatan digunakan untuk menentukan lingkaran, dengan Pusat Kuadrat Terkecil (LSC) berfungsi sebagai titik pusat kuadrat terkecil. Artinya lingkaran ditentukan dengan menjumlahkan kuadrat jarak beberapa titik pada profil kebulatan ke lingkaran acuan yang terkecil. *Mean Line Average* (MLA) adalah jarak radial dari nilai absolut rata-rata antara lingkaran persegi terkecil dan profil bola.



Gambar 2. 6 Grafik polar menentukan parameter kebulatan [24]

Karena temuan Lingkaran Zona Minimum (MRZ) sejalan dengan definisi toleransi kebulatan, ISO menyarankan untuk mengadopsi metode ini untuk menghitung nilai non-kebulatan. Selisih jari-jari profil lingkaran terbesar dan profil lingkaran terkecil yang disebut MRZ adalah MZC (*Minimum Zone Circle*) yang nilai ketidakebulatannya. Apabila dinyatakan dalam rumus adalah sebagai berikut [6] :

$$MZC = R_{maks} - R_{min} \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana :

R_{maks} = Jari-jari lingkaran maksimum (μm)

R_{min} = Jari-jari lingkaran minimum (μm)

Bahkan dari sudut pandang teoritis, *Mean Line Average* (MLA) yang menggunakan parameter kebulatan dianggap sebagai metode yang lebih baik untuk mencari *Least Squares Center* (LSC), disebut juga titik pusat, dan nilai ketidakebulatan.

2.6 Toleransi Standar

Untuk menghitung nilai toleransi, 18 kelas toleransi juga dikenal sebagai toleransi standar—telah ditentukan dalam standar yang dihasilkan oleh Organisasi Internasional untuk Standardisasi, atau ISO pada [5]. IT yang digunakan mewakili norma toleransi dari IT 01 sampai IT 16. Untuk benda kerja dengan diameter nominal hingga 500 mm, toleransi standar ini ditetapkan. Penetapan harga toleransi yang umum didefinisikan sebagai tingkat kualitas IT 5 hingga IT 16. Benda kerja dengan diameter 30 mm digunakan dalam penyelidikan ini, menempatkannya dalam kisaran >18–30.

Seluruh toleransi standar untuk benda berdiameter sampai dengan 500 mm dapat dilihat pada Gambar berikut:

Diameter (mm):	Angka Kualitas (IT; International Tolerance); Toleransi yang dimaksud dalam μm .																	
	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
≤ 3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600
>3-6	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750
>6-10	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900
>10-18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100
>18-30	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300
>30-50	0,6	1	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600
>50-80	0,8	1,2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900
>80-120	1	1,5	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200
>120-180	1,2	2	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500
>180-250	2	3	4,5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900
>250-315	2,5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200
>315-400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1400	2300	3600
>400-500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500	4000

Gambar 2. 7 Harga batas nominal s.d 500 mm [5]

2.7 Pengendalian Kualitas

Teknik pemecahan masalah yang disebut pengendalian kualitas statistik digunakan untuk memantau, mengatur, menilai, mengawasi, dan meningkatkan prosedur dan keluaran.

Penggunaan teknik statistik sangat penting untuk memastikan kualitas. Kualitas terdiri dari orang, produk, layanan, dan lingkungan. Teknik utama untuk mengambil sampel, menguji, dan menilai produk serta mengekstraksi informasi dari data untuk pengendalian kualitas dan perbaikan proses adalah dengan menggunakan metode statistik.

Metode *Taguchi*, yang dicetuskan oleh Genichi *Taguchi*, adalah salah satu metode pengendalian kualitas off-line. *Taguchi* menggunakan rancangan fraksional faktorial sebagai desain percobaan dalam penelitiannya. Untuk mengatur eksperimennya, *Taguchi* membuat tabel *Array Orthogonal* (OA). Tabel OA dapat digunakan untuk menentukan kontribusi relatif setiap faktor yang mempengaruhi kualitas. Mereka juga dapat menentukan jumlah elemen yang memberikan hasil terbaik. Dengan kata lain, tidak semua perlakuan diberikan dalam pengaturan eksperimental OA dengan kata lain, prosedurnya bisa dipersingkat. Hal ini dapat menghemat uang, waktu, dan bahan selama percobaan.

2.7.1 Metode *Taguchi*

Metode *Taguchi*, suatu teknik baru, bertujuan untuk menekan biaya dan sumber daya penting sekaligus meningkatkan kualitas product dan proses. Untuk mencapai tujuan itu, metode *Taguchi* menjadikan product atau proses tidak sensitif terhadap sejumlah variabel, seperti material, perlengkapan manufaktur, tenaga kerja manusia, dan kondisi operasional. Metode *Taguchi* menggunakan matriks array ortogonal untuk mengumpulkan data karakteristik, dan kemudian mengevaluasi kinerja kualitas data untuk menentukan parameter proses terbaik [25]. Oleh karena itu, metode ini disebut perancangan kokoh (*robust design*).

Selama tahap desain produksi, aktivitas pengendalian kualitas offline menggunakan metode *Taguchi*. *Taguchi* berpendapat bahwa memenuhi persyaratan toleransi untuk atribut kualitas suatu produk saja tidak cukup untuk mencapai hasil produksi yang optimal. Namun produk terbaik adalah produk dengan fitur yang dibuat dengan baik dan sesuai dengan tujuan yang dimaksudkan. Oleh karena itu, kerugian terjadi meskipun produk berfluktuasi di sekitar target dalam batas toleransinya.

Tiga gagasan mendasar dan lugas dikemukakan oleh konsultan kendali mutu Genichi *Taguchi* dalam upaya menciptakan produk bermutu yang kuat (*robust performance*), yaitu:

1. *Quality Robustness*

Produk harus dibuat dengan kualitas dan tidak diinspeksi. Produk juga harus dibuat untuk tahan terhadap hal-hal yang tidak dapat dikendalikan di lingkungan.

2. *Targer Oriented Quality*

Kualitas diperoleh dengan mengurangi jumlah deviasi atau penyimpangan dari sebuah target.

3. *Quality Loss Function*

Biaya kualitas harus dihitung sebagai fungsi penyimpangan dari nilai standar, dan kerugian harus mencakup system secara keseluruhan.

Sehubungan dengan itu, *Taguchi* menekankan bahwa cara terbaik untuk meningkatkan kualitas adalah dengan memasukkan kualitas ke dalam desain

produk sejak awal, sehingga desain produk yang kuat akan menghasilkan produk yang memiliki kinerja yang baik juga. Selain itu, ketidaksesuaian dengan batasan spesifikasi, atau toleransi, bukanlah hubungan langsung antara kualitas dan deviasi dari nilai target parameter rancangan.

A. *Orthogonal Array*

Orthogonal Array adalah desain eksperimen faktorial. Efek matematis dari masing-masing faktor yang ditaksir secara terpisah dari efek faktor lainnya dikenal sebagai orthogonal. Tabel *Array Orthogonal* terdiri dari baris dan kolom, dengan jumlah baris menunjukkan jumlah eksperimen yang akan dilakukan dan jumlah kolom menunjukkan jumlah faktor yang akan diamati. Dengan menggunakan *Array Orthogonal*, *Taguchi* dapat mengukur pengaruh sebuah faktor terhadap nilai rata-rata dan juga mengurangi variasi rata-rata. Hubungan antar faktor dapat diidentifikasi dengan menggunakan *Array Orthogonal*. Karena jumlah semua level dari suatu faktor sama untuk setiap level, array ini disebut sebagai *Array Orthogonal*. Ini menyebabkan eksperimen berbeda karena efek dari satu faktor berbeda dari efek dari faktor lain. Untuk memilih komponen mana yang memiliki pengaruh yang lebih besar. Pemilihan matriks ortogonal yang sesuai ditentukan oleh jumlah derajat kebebasan dari jumlah parameter dan jumlah level parameter. *Matriks ortogonal* memiliki kemampuan untuk mengevaluasi sejumlah parameter dengan jumlah percobaan yang minimum. Suatu *matriks ortogonal* dilambangkan dalam bentuk:

$L_a(b^c)$ dengan:

L = Rancangan bujur sangkar latin

a = Banyaknya percobaan

b = Banyaknya level parameter

c = Banyaknya parameter

B. Rasio *Signal to noise* (S/N)

Signal to Noise Ratio (S/N) adalah metrik yang berguna untuk menentukan faktor-faktor yang memengaruhi variasi respons.

Untuk mengetahui faktor mana yang mempengaruhi hasil eksperimen, rasio S/N digunakan. Rasio *signal to noise*, juga dikenal sebagai rasio S/N, adalah cara transformasi dilakukan. Terdapat tiga kategori karakteristik kualitas dalam analisis rasio S/N: semakin kecil semakin baik, semakin besar semakin baik, dan tertuju pada nilai tertentu [12]:

1. *Nominal The Better*

Suatu produk dikatakan baik apabila pada karakteristik kualitas tertentu, nilainya mendekati nilai target yang telah ditentukan. Nilai S/N untuk *nominal the better* adalah:

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

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

- Dimana:
- S^2 = Varian
 - N = jumlah pengulangan dari setiap kombinasi
 - X_i = nilai dari kombinasi-n
 - \bar{X} = nilai rata-rata dari setiap kombinasi

2. *Smaller The Better*

Suatu produk dikatakan berkualitas baik apabila pada karakteristik kualitas tertentu, memiliki nilai yang semakin rendah. Nilai S/N untuk *smaller the better* adalah:

$$S / N \text{ Ratio} = -10 \times \log \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 \dots\dots\dots (2.8)$$

3. *Larger The Better*

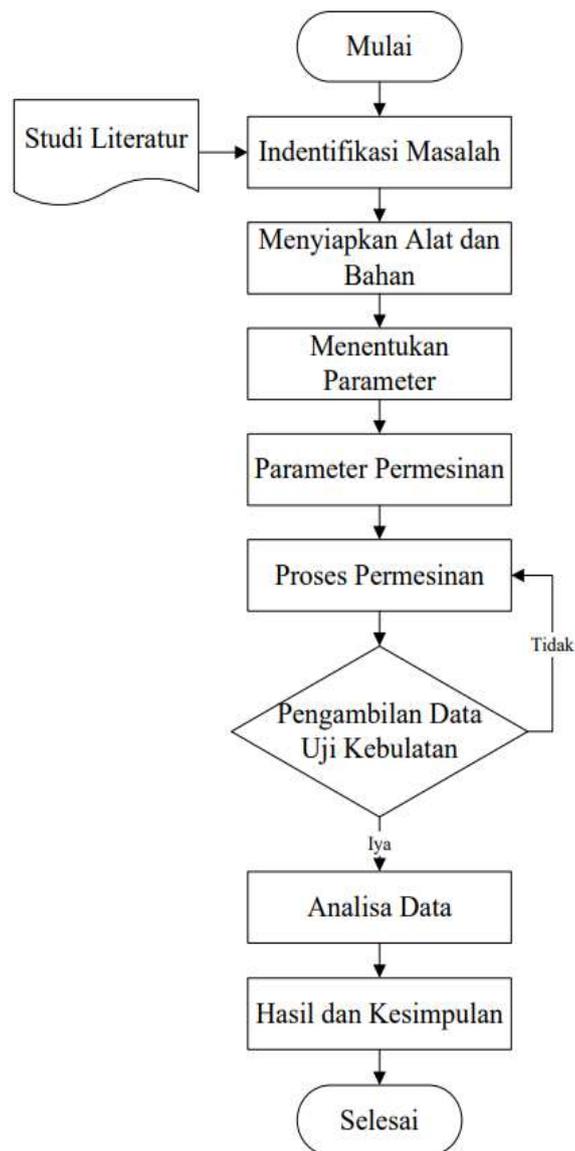
Suatu produk memiliki kualitas yang baik apabila memiliki nilai yang semakin tinggi pada karakteristik kualitas tertentu. Nilai S/N untuk *larger the better* adalah:

$$S / N \text{ Ratio} = -10 \times \log \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \dots\dots\dots (2.9)$$

BAB III METODE PELAKSANAAN

3.1 Diagram Alir/Flow Chart

Langkah-langkah yang akan dilakukan dalam proses penelitian dapat dilihat pada *flowchart* pada gambar berikut:



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.1.1 Identifikasi Masalah

Suatu isu atau fenomena yang mempunyai potensi untuk mengatasi suatu masalah dapat menjadi landasan penelitian. Oleh karena itu, langkah pertama dalam proses penelitian adalah identifikasi masalah, yaitu ketika masalah penelitian ditetapkan dengan mempertimbangkan permasalahan penelitian yang paling krusial.

3.1.2 Studi Literatur

Yang dilakukan dalam bagian ini adalah mengumpulkan data yang berkaitan dengan pertanyaan pokok yang akan diteliti. Mengembangkan pemahaman yang lebih mendalam terhadap permasalahan serupa yang pernah terjadi dengan mencari data dan informasi yang relevan dari penelitian-penelitian sebelumnya, jurnal, buku, referensi lain, dan survei yang berkaitan dengan masalah yang akan diteliti. dan membantu mengidentifikasi permasalahan sebelumnya untuk mencapai tujuan penelitian.

3.1.3 Menyiapkan Alat dan Bahan

3.1.3.1 Alat Penelitian

1. Mesin Gergaji Potong

Kali ini mesin gergaji potong untuk membuat benda uji dan memotong benda kerja adalah model DOALL C-916. Gambar di bawah menampilkan mesin gergaji potong DOALL model C-916:



Gambar 3. 2 Mesin gergaji potong DOALL Model C-916

2. Kikir

Dengan menggunakan kikir tersebut, sisa komponen pemotong benda uji dibersihkan. Kikir dapat dilihat Gambar berikut menunjukkan :



Gambar 3. 3 Kikir

3. Mesin Bubut CNC

Objek pada penelitian ini adalah mesin bubut CNC SL-25 Mori Seiki yang diproduksi di Jepang. Mesin Bubut CNC Mori Seiki SL-25 ditunjukkan pada gambar 3.4 dan spesifikasi mesin bubut nya dapat dilihat pada tabel di bawah ini:



Gambar 3. 4Mesin Bubut SL-25 Mori Seiki

Tabel 3. 1 Spesifikasi Mesin CNC *Turning* SL-25 Mori Seiki [26]

<i>SL Series</i>		SL-25 B/500
	<i>Swing over ded</i>	520(20.47)
	<i>Swing over cross slide</i>	350(13.78)
	<i>Distance between centers</i>	625(24.61)
<i>Capacity</i>	<i>Maximum turning diaeter</i>	260(10.24)
	<i>Maximum turning length</i>	530(20.87)
	<i>Bar work capacity</i>	68(2.6)
<i>Travel</i>	<i>X-axis travel</i>	160<30 + 130>
		(6.30<1.2+5.1>)
	<i>Z-axis travel</i>	590(23.2)
	<i>Spindel speed range</i>	35-292-3500
	<i>Numbers spindel speed ranges</i>	1
	<i>Type of spindel nose</i>	Jls A2-6
<i>Spindel</i>	<i>Through spindel hole diameter</i>	80(3.1)
	<i>Minimum spindel indexing angle</i>	-
	<i>Spindel bearing iner diameter</i>	130(5.12)
	<i>Number of turrets</i>	1
	<i>Type of turret</i>	10 st.
<i>Turret</i>	<i>Number of tools on turret</i>	10
	<i>Square shank height of tool</i>	25(1)
	<i>Shank diameter of boring bar</i>	Max. 50(2)
	<i>Rapid treverse rate</i>	X: 1200(472.44) Z:
	<i>mm/min</i>	15000 (590.55)
	<i>(ipm)</i>	
<i>Feedrate</i>		
	<i>Feed per revolution</i>	X:0.001-342 Z:0.001-428
	<i>Jog feedrate mm/min (ipm)</i>	X,Z:0-1260(0-50)<15steps>
	<i>Tailstock travel</i>	491(19.33)
<i>Tailstock</i>	<i>Tailstock spindel diameter</i>	110(4.33)
	<i>Taper hole of tail stock spindel</i>	MT5<live center>

	<i>Tailstock spindle travel</i>	100(3.94)
	<i>Spindel dirve motor (30 min/cont) kW (HP)</i>	15/11(20/15)[18.5/15(25/20)]
	<i>Feed motors kW (HP)</i>	X: 0.9(1.21) Z: 1.8(2.41)
<i>Motors</i>	<i>Hydraulic pump motor kW(HP)</i>	1.5(2)
	<i>Lubricant pump motor kW(HP)</i>	0.017(0.02)
	<i>Coolant pump motor kW(HP)</i>	0.52(0.70)
	<i>Electrical power suplay (continuous rating) kVA</i>	26[34] MSD-516II: 27 [34]
<i>Power Sources</i>	<i>Compressed air suplayMpa (psi), L/min(gpm)</i>	-
	<i>Hydraulic oil tank capacity L(gal.)</i>	39(10.30)
	<i>Lubricant tank capacity L(gal.)</i>	2(0.53)
	<i>Coolant tank capacity L(gal.)</i>	100(26.40)
	<i>Machine height</i>	1930(75.98)
<i>Machine Size</i>	<i>Floor space</i>	3033 × 1647 [MSD-516: 1621] (119.41 × 64.84 [63.82])
	<i>Mass of machine k g(lb.)</i>	4200(9240)
	<i>Clamping force of turretN (kgf) (lbf)</i>	28440{2900}(6380)< at

		3.4 Mpa { 35 kgf/cm 2}>
	<i>Coupling diameter</i>	210(8.27)
<i>Force dan Diameter</i>	<i>Ball screw diameter <pitch></i>	X: 28 (1.10)<6> Z: 40(1.57)<10>
	<i>Thrust force of tailstockN (kgf) (lbf)</i>	9880 {1000} (2000) <at 3.4 MPa { 35 kgf/cm2}>
	<i>Clamping force of tail stockN (kgf) (lbf)</i>	Manual: 107910 { 11000} (24200), [Automatic: 65720 { 6700} (14740)] <at 3.4 MPa { 35 kgf/cm2}>

4. Mata Potong

Mata potong digunakan dalam memproses penyayatan benda uji pada proses pemesinan CNC *turning*, dalam proses pemesinan bubut CNC, ujung mata potong digunakan untuk memproses pemotongan benda uji. *Insert Carbide* dengan sebutan DNMG digunakan sebagai mata potong dalam penelitian ini. Sifat-sifat canggih ini seperti tingkat kekerasan yang tinggi pada suhu yang berbeda, ketahanan aus yang kuat, modulus tinggi, dan konduktivitas termal yang tinggi memungkinkannya digunakan secara efisien dalam operasi pemesinan.



Gambar 3. 5 Spesifikasi Mata Potong DNMG

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

- Merk : Mitsubishi
- Pahat : Insert Carbide
- Type : DNMG150404-MA
- VC : 190-310 m/min
- f : 0.14-0.28 mm/rev
- Pembuatan : di buat di Jepang

5. Jangka sorong

Jangka sorong adalah alat pengukuran yang digunakan untuk menilai spesimen penelitian. Kaliper presisi berukuran 0,02 mm digunakan dalam penelitian ini. Gambar jangka sorong adalah pada Gambar berikut:



Gambar 3. 6 Jangka Sorong

6. *Dial indicator* dan *Blok-V*

Pada penelitian ini digunakan alat uji kebulatan yang menggabungkan kedua metode tersebut. Sebagai pengganti penguji kebulatan[6], yang digunakan *Block-v* untuk menentukan nilai kebulatan benda uji, digunakan indikator dial jarum dengan ketelitian 1 μm . Ini berfungsi sebagai penopang benda uji saat mengukur kebulatan atau kelurusan poros. Gambar *dial indicator* dan *block-v* dapat dilihat pada Gambar berikut:



Gambar 3. 7 *Dial indicator* dan *Block-v*

3.1.3.2 **Bahan Penelitian**

1. Benda Kerja

Material yang digunakan sebagai benda uji pada penelitian ini adalah baja ST-60. Alasan penggunaan bahan ini adalah karena baja ST-60 sering digunakan untuk membuat bagian-bagian mesin, terutama yang berbentuk lingkaran seperti roda gigi dan poros. Investigasi menggunakan ukuran sampel $\text{Ø}30$ dan panjang 100 mm. Gambar sampel uji baja ST-60 ditunjukkan pada gambar di bawah ini:



Gambar 3. 8 Bakal Spesimen Uji Baja ST-60

2. Media Pendingin

Untuk media pendingin yang digunakan dalam penelitian ini adalah dromus.

3. Media Pelumas

Oli adalah media pelumas yang digunakan itu melapisi benda uji setelah proses pekerjaan selesai untuk mencegah korosi pada benda uji.

3.1.4 Menentukan Parameter

Pada tahap ini, dimana menentukan parameter-parameter apa saja yang akan digunakan sebagai faktor dalam penelitian yang akan dilakukan. Pada penelitian ini menggunakan 3 parameter pemesinan yaitu: putaran *spindel*, gerak pemakanan, dan dalam pemakanan.

a. Kecepatan Spindel

Kecepatan spindel ditentukan oleh nilai V_c dari jenis mata potong yang dipakai lalu diconvert ke dalam rumus RPM. Berdasarkan tabel spesifikasi mata potong, nilai V_c berkisar pada 190-310 m/menit. Maka level yang diambil adalah 190, 210 dan 230

b. Gerak Pemakanan

Untuk level gerak makan di ambil pada nilai 0,15 0,20 dan 0,25

c. Kedalaman Pemakanan

Mempertimbangkan oleh kemampuan mesin yang menjadi objek penelitian, untuk level yang digunakan yaitu 1 mm, 1,5 mm dan 2 mm

3.1.5 Parameter Pemesinan

Setelah mendapatkan parameter yang digunakan dalam proses pemesinan, maka ditetapkan settingan level dari beberapa parameter sebagai berikut:

Tabel 3. 2 Parameter Pemesinan

Faktor	Level			Satuan
	II	II	III	
Putaran <i>Spindel</i>	2.016	2.229	2.441	Rpm
Kecepatan Pemakanan	0.15	0.20	0.25	Mm/rev
Dalam Pemakanan	1	1.5	2	mm

Tabel 3. 3 Sampel Percobaan

No	Kecepatan <i>Spindel</i>	Kecepatan Pemakanan	Dalam Pemakanan
1	2.016	0.15	1
2	2.016	0.20	1.5
3	2.016	0.25	2
4	2.229	0.15	1.5
5	2.229	0.20	2
6	2.229	0.25	1
7	2.441	0.15	2
8	2.441	0.20	1
9	2.441	0.25	1.5

3.1.6 Proses Pemesinan

Berikut langkah-langkah pembubutan baja ST-60 menggunakan mesin bubut CNC SL-25 Mori Seiki dengan pengaturan parameter yang ditentukan :

- Siapkan spesimen uji, pada penelitian ini dilakukan tiga kali

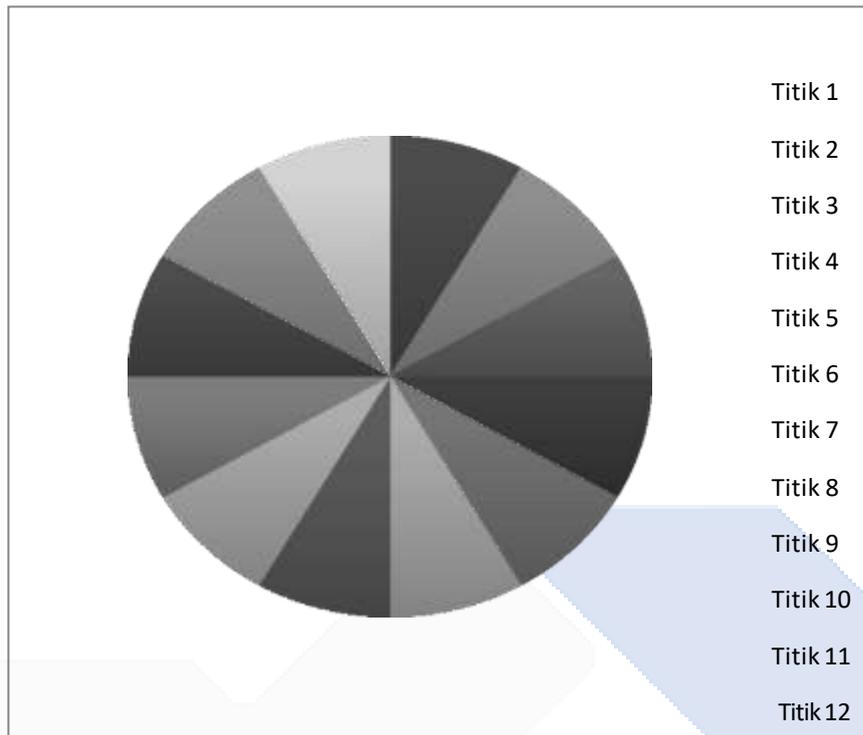
pengulangan metode *Taguchi* (L9) pada total 27 benda uji berbahan baja ST-60 dengan dimensi yang telah ditentukan ($\varnothing 30$ mm dan panjang 100 mm). Karena benda uji yang dipotong panjangnya 50 mm, maka panjang benda uji yang akan digenggam oleh pencekam adalah 40 mm. Parameter pada saat pemrosesan mengikuti tabel sampel yang dimasukkan di Minitab karena parameternya tidak konstan.

- Menyiapkan peralatan pendukung yang diperlukan untuk memasang benda uji. Alat bantu tersebut terdiri dari oli, obeng, gagang *chuck*, dan spidol.
- Gunakan pahat insert carbide DNMG 150404-MA untuk mata potong yang akan digunakan pada proses pembubutan pada penelitian ini.
- Menyusun program CNC berdasarkan penelitian yang akan dilakukan dengan memperhatikan ketentuan yang telah ditentukan.
- Proses pengerjaan pada mesin :
Tempatkan benda uji di dalam chuck terlebih dahulu. Selanjutnya, pastikan benda uji terpasang erat pada chuck.
Kedua, memasang pahat potong pada dudukan perkakas mesin CNC.
Ketiga, mengaktifkan program CNC agar mesin memproses benda uji sesuai dengan instruksi program.
- - Mesin bubut CNC akan memotong sembilan sampel berbeda sesuai dengan parameter yang ditetapkan, kemudian mengulangi proses tersebut pada spesimen replikasi dalam satu kali pemotongan.
- Lakukan proses pembubutan yang sama terhadap 27 spesimen uji.
- Matikan mesin CNC *turning* ketika telah selesai melalui proses pembubutan.
- Berikan tanda nomor pada spesimen uji yang telah diproses pembubutan.

3.1.7 Pengambilan Data Uji Kebulatan

Nilai kebulatan benda uji akan ditentukan berdasarkan hasil prosedur pembubutan sebelumnya. Pengukuran kebulatan digunakan untuk memastikan hubungan geometri mesin. Selain itu, penelitian ini berupaya mengoptimalkan sejumlah parameter terkait nilai kebulatan dalam batas toleransi, sebagai panduan bagi operator yang memanfaatkan mesin CNC Turning SL-25 Mori Seiki agar dapat menentukan nilai kebulatan yang optimal. Berikut langkah-langkah untuk mengambil nilai kebulatan.

- Pengujian kebulatan dilakukan pada meja perata
- Siapkan alat-alat yang diperlukan untuk uji kebulatan seperti *blok v* dan dial indikator dengan ketelitian 1 μ m.
- Siapkan alat bantu yang akan digunakan dalam pembuatan titik dan posisi sudut pada spesimen uji. Alat bantu tersebut diantaranya lem, spidol, mistar, dan kertas warna (bertanda sudut 30°). Beri tanda sudut dan titik pada setiap spesimen uji
- Untuk mengurangi kesalahan data pada proses pengujian kebulatan, periksa dial indikator sebelum memulai pengujian.
- - Posisikan benda uji yang dihasilkan mesin CNC Turning Mori Seiki SL-25 ke atas *V-block* yang sudah disiapkan.
- - Memposisikan, mengkalibrasi, dan memodifikasi ketinggian alat ukur (dial indikator sensor) pada permukaan benda uji yang diproduksi oleh mesin CNC Turning Mori Seiki SL-25.
- Tentukan kebulatan benda uji. 2 posisi pengujian digunakan, dengan jarak 15 mm satu sama lain untuk pengukuran. Bagian belakang benda uji diputar setiap 30° untuk mengetahui nilai kebulatannya.



Gambar 3. 9 Titik Pengukuran Kebulatan

- Dengan menggunakan *software Microsoft Excel*, catat dan ambil gambar hasil uji kebulatan pada setiap posisi dan titik pada dial indikator.

3.1.8 Analisa Data

Bagian ini adalah tempat data dikumpulkan, diproses, dihitung, dan disajikan. Data disajikan sesuai dengan format yang diperlukan untuk penelitian ini. menampilkan informasi melalui perhitungan dan memberikan interpretasi hasil dalam tabel, grafik, dan bagan.

Dengan menggunakan nilai kebulatan benda kerja yang dihasilkan, analisis data kebulatan digunakan untuk menentukan dan mendapatkan parameter yang tepat untuk mesin tersebut. Untuk memperoleh nilai terbaik maka metode *Taguchi* yang digunakan dalam penelitian, jangka sorong presisi 0,02 mm, Microsoft Excel, dan kalkulator digunakan juga dalam analisis.

3.1.9 Hasil dan Kesimpulan

Penelitian telah mencapai kesimpulannya, pada bagian ini peneliti memberikan kesimpulan berdasarkan temuan penelitian yang menjawab tujuan yang telah ditetapkan.

BAB IV
PEMBAHASAN



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil percobaan, proses optimasi, percobaan konfirmasi dan analisis yang telah dilakukan maka dari itu penelitian yang berjudul “Analisis Optimasi Parameter Pemesinan Terhadap Kebulatan Benda Kerja Pada Mesin CNC *Turning* SL-25 Mori Seiki dengan Metode *Taguchi*” diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Persentase kontribusi parameter yang signifikan paling berpengaruh terhadap kebulatan benda kerja adalah kedalaman pemakanan dengan nilai kontribusi sebesar = 76,06% yang berarti semakin kecil dalam pemakanan maka nilai penyimpangan kebulatan pada benda kerja semakin kecil.
2. Kombinasi variabel proses yang optimal untuk menghasilkan respon kebulatan terkecil adalah sebagai berikut:
 - a. Putaran *spindel* dengan setting 2.441 put/min
 - b. Gerak makan dengan setting 0,15 mm/rev
 - c. Kedalaman pemakanan dengan setting 1 mm

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat dilakukan setelah melaksanakan penelitian ini sebagai berikut:

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 kebulatan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Santoso and Suhardiman, “Analisa Pengaruh Heat Treatment Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Baja Karbon Rendah Pada Proses Pembubutan Kabul,” 2019. <https://eprosiding.snit-polbeng.org/index.php/snit/article/view/80>
- [2] R. D. Cahyo, M. Subhan, I. R. Pratiwi, (2021) T. Mesin, M. Negeri, and B. Belitung, “Analisis Kekasaran Permukaan Baja AISI 1045 Pada Proses Pemesinan Bubut CNC Dengan Metode TAGUCHI,”. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan*, 1(01), 42–48. Retrieved from <https://snitt.polman-babel.ac.id/index.php/snitt/article/view/11>
- [3] Rochim Taufiq, *Spesifikasi, Metrologi, dan Kontrol Kualitas Geometrik-Buku 1*. Bandung: Penerbit ITB, 2007.
- [4] schlesinger, *Testing Mchine Tools (Seventh Edition)*. India: Plant Engineering Department, 1977.
- [5] Rochim Taufiq, *Spesifikasi, Metrologi dan Kontrol Kualitas Geometrik-Buku 1*. Bandung, Indonesia: Penerbit ITB, 2001.
- [6] M. Yanis, “Analisis Profil Kebulatan Untuk Menentukan Kesalahan Geometrik Pada Pembuatan Komponen Menggunakan Mesin Bubut Cnc,” *J. Rekayasa Sriwij.*, vol. 19, no. 1, pp. 50–58, 2018, [Online]. Available: download.portalgaruda.org/article.php?article=141284&val=5845
- [7] D. I. Permana and Y. Yayat, “Optimasi Parameter Permesinan Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Aluminium Proses Pembubutan Dengan Metode Taguchi,” *Met. J. Sist. Mek. dan Termal*, vol. 3, no. 1, p. 10, 2019, doi: 10.25077/metal.3.1.10-16.2019.
- [8] A. S. M. A. C. Sudjatmiko, “Surface Roughness and Roundness Optimization on Turning Process of Aluminium Alloy with Taguchi Method ,” vol. 14(1), 97–108, 2017, 2017.

- [9] P. Sidi *et al.*, (2013) “Aplikasi Metoda *Taguchi* Untuk Mengetahui Optimasi Kebulatan Pada Proses Bubut Cnc,” .
- [10] N. Kumar Verma and A. Singh Sikarwar, “Optimizing Turning Process by *Taguchi* Method Under Various Machining Parameters,” *Int. Res. J. Eng. Technol.*, 2015, [Online]. Available: www.irjet.net
- [11] N. Z. K. and A. . S. M. Nasimuddin, “Optimization Of Turning Parameters Using *Taguchi* Method,” vol. 8, no. 7, pp. 154–158, 2017.
- [12] I. Soejatno, *Desain Eksperimen dengan Metode Taguchi, 1 st ed.* Yogyakarta: Graha Ilmu, 2009.
- [13] J. S. Pribadi, Y. Yulianto, and B. A. Girawan, “Optimasi Parameter Pemesinan Menggunakan Metode *Taguchi* Untuk Meningkatkan Kualitas Kebulatan Pada Pembubutan Internal Material S45C,” *Infotekmesin*, vol. 11, no. 1, pp. 31–36, Jan. 2020, doi: 10.35970/infotekmesin.v11i1.104.
- [14] P. Sidi and M. T. Wahyudi, “Aplikasi Metoda *Taguchi* Untuk Mengetahui Optimasi Kebulatan Pada Proses Bubut Cnc,” 2013.
- [15] A. Widian, Y. Oktriadi, and S. Subkhan, “Analisis Kinerja Mesin CNC Turning SL 25 Mori Seiki Ditinjau dari Nilai Kebulatan Benda Kerja di Bengkel Mekanik Polman Babel,” *J. Inov. Teknol. Terap.*, vol. 1, no. 1, pp. 162–170, Feb. 2023, doi: 10.33504/jitt.v1i1.21.
- [16] E. Yudo and A. Ariyanto, “Kinerja Mesin Bubut Geminis Ditinjau Dari Kebulatan Benda Kerja,” *J. Integr.*, vol. 11, no. 1, pp. 9–13, Mar. 2019, doi: 10.30871/ji.v11i2.1167.
- [17] D. Untoro, E. Andriyanto, and Sunarso, “Mesin CNC dan Kegunaan Mesin CNC dalam Dunia Industri,” *Solo Abadi*, 2020. <https://soloabadi.com/pengertian-mengenai-mesin-cnc-dan-kegunaan-mesin-cnc-dalam-dunia-industri/>

- [18] A. Nugroho, “Pengaruh Gerak Makan dan Sudut Potong Utama Terhadap Hasil Kesilindrisan Permukaan Benda Kerja Pada Proses Bubut Silindris,” 2009.
- [19] N. Marendi, “Analisis Pengaruh Kecepatan Spindel dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Benda Kerja Hasil Pemesinan Bubut CNC Pada Baja ST41,” 2021.
- [20] A. Sunding, *Modul CTS*. Polman Babel, 2011.
- [21] Widarto, “Teknik Pemesinan, Jakarta, Depdiknas,” 2008.
- [22] Groover and P. Mikell, “Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes and Systems,” 2010.
- [23] A. S. Morris, “Measurement and Instrumentation Principles,” *Meas. Sci. Technol.*, vol. 12, no. 10, pp. 1743–1744, Oct. 2001, doi: 10.1088/0957-0233/12/10/702.
- [24] T. Rochim, “Spesifikasi, Metrologi, Dan Kontrol Kualitas 2.,” 2006.
- [25] M. Y. Kondo, C. Pinheiro, J. V. C. Souza, M. V. Ribeiro, and M. C. S. Alves, “Optimizing cutting parameters for cutting power and roughness in VAT 32® turning with an experimental Al₂O₃ method,” in *Procedia CIRP*, Elsevier B.V., 2018, pp. 610–613. doi: 10.1016/j.procir.2018.08.200.
- [26] *Mapps Conversational Programming Manual*.
- [27] M. Hartono, “Perancangan Kualitas Dengan Response Surface Methodology untuk Karakteristik Dinamis,” *Inst. Teknol. Bandung*, 2000.



LAMPIRAN

Daftar Riwayat Hidup



Informasi Pribadi

Nama : Davina Oktavia
NPM : 1042036
Tempat Tanggal Lahir : Sungailiat, 16 Oktober 2002
Jenis Kelamin : Perempuan
Prodi/Jurusan/Kelas : D-IV Teknik Mesin dan Manufaktur/ Teknik Mesin/ 4 TMM B
Alamat : JL. Timah Raya, Sungailiat

Nama Orang Tua

Ayah : Erham Hidayat
Ibu : Widy Astuti
Nomor HP : 0896-9205-0308
Email : davinaoktavia44@gmail.com
Golongan Darah : B



FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR
TAHUN AKADEMIK
2022/2023

JUDUL	Analisis optimasi parameter permesinan terhadap reputasi benda kerja pada mesin CNC Turning SL-25 Mori Seiki dengan Metode Toguchi		
Nama Mahasiswa	Davina C NIRM: 1042036		
Nama Pembimbing	1. <u>Yudi Ostriadi, S.Tr.M.Eng</u> 2. <u>Elisa Mayang Jari, M.Pd</u> 3.		
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
1	103-2023	Evaluasi tentang tuntutan seminar proposal PA	Yudi.O
2	0R-2023	Membahas terkait BAB I dan BAB II Skripsi	Elisa
3	05-2Q?	Pertemuan dan pembahasan tentang Proyek Akhir	
4	05-2023	Konsultasi terkait penulisan BAB I dan BAB II	
5	30 05 - 262	Pertemuan penulisan BAB III	Y.A.O
6	21/06-2023	Progres penyajian alat dan bahan PA	MA.O
	27/06-2023	Pertemuan BAB III	
8	7/07-2023	Evaluasi pertemuan BAB I, BAB II dan BAB III	
9	-2023	Briefing kembali sebelum latihan benda kerja	
10		kecâ-î\$ Proses pengambilan	

Catatan:

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



FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR
TAHUN AKADEMIK
2023/2024

JUDUL	Analisis Optimasi Parameter Permesinan Terhadap Kebulatan Benda Kerja Bada Mesin CNC Turning SL-25 Mori Seiki dengan Metode Taguchi		
Nama Mahasiswa	Davina Octavia NIRM: 1042036		
Nama Pembimbing	1. <u>Yudi Oetriodi, S.Tr. M. Eng</u> 2. <u>Elisa Mayang Sari, M.Pd</u> 3. _____		
Pertemuan	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pem •mbing
	11/09-2023	Progres Analisis data nilai hasil Spesimen Uji	
2	20	Pertembangan dan evaluasi terkait analisis data	
3	09-201)	Membahas tentang Penulisan mabab dan diskusi jurnal	
4	9	Disusi tentang telanjutan uji konfirmasi.	
5	'0-2-00	Pertembangan BAB IV dan jurnal	
6	u (D-207*	Disusi tentang hitungan analisis data	
7		Evaluasi Pertembangan BAB IV	
8	10-2023	Disusi dan cet kemajuan Penulisan jurnal	
9	to -2013	Membahas Pensumbitan jurnal	
10	161 Itt -202!	Disusi Penulisan matalah	

Catatan:

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



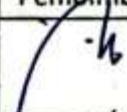
FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR
TAHUN AKADEMIK
2023/2024

JUDUL	Analisis optimasi parameter permesinan terhadap kebulatan benda kerja pada mesin CNC Turning SL-25 Mori Seiki dengan Metode Taguchi		
Nama Mahasiswa	Dawina Oktavia NIRM: 1042036		
Nama Pembimbing	1. <u>Yudi Oetriadji, S.Tr., M.Eng</u> 2. <u>Elisa Mayang Sari, M.Ed</u> 3. _____		
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
1	04/12-2023	Diskusi pertembangan makalah dan kesiapan sidang	
2	04/12-2023	Crosscheck kembali makalah tugas akhir	
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Catatan:

- Jikapertemuan 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 <u>2023 / 2024</u>	
JUDUL		Analisis Optimalisasi parameter pemrosesan terhadap rotasi benda kerja pada mesin CNC Turning SL-25 Mori Seiki dengan Metode Taguchi.	
Nama Mahasiswa		1. <u>Darna Octavia</u> /NIRM: <u>1042036</u> 2. _____/NIRM: _____ 3. _____/NIRM: _____ 4. _____/NIRM: _____ 5. _____/NIRM: _____	
Monitoring ke	Tanggal	Progress Alat	Paraf Pembimbing
	4-12-2023	Keb 1 - V 90%	
	4-12-2023	Bab 1-V 90% (Bab v belum)	

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

Mengetahui		
Pembimbing 1  (Yudi Ostradi)	Pembimbing 2  (Elisa May ..æ.9%.S)	Pembimbing 3 (.....)

SURAT PERNYATAAN

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

Analisis Optimasi Parameter Pemisahan Terhadap Kebutatan Bando Kering
Pab Mejn cnc Turning SL-25 Mori Seiki dengan Metode Taguchi

Oleh :
1. Daura Oktavia NPM 1642056

NPM

2. _____ 'BPM' _____

3. _____ NPM _____

Dengan ini menyatakan bahwa isi laporan akhir proyek akhir

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benar

Eenz-benzirryasana hudcopy

Sunoijia, Januari 2-024

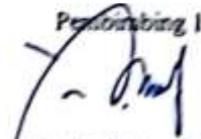
1. Daura Oktavia (_____)

2. _____ (_____)

3. _____ (_____)

Mengetahui,

Pembimbing 1,


(Nadi Octavio, ST, M.Eng)


(Silva Mulya Sari, M.Eng)

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

	<p>FORM REVISI LAPORAN AKHIR TAHUN AKADEMIK/.....</p>
<p>JUDUL :</p>	<p><u>Analisis Optimasi Parameter Permesinan terhadap</u> <u>Kebulatan Benda Kerja pada Mesin CNC turning SL-25</u> <u>Mopi Sels dengan metode taguchi</u></p>
<p>Nama Mahasiswa :</p>	<p>1. <u>Davina Oktavia</u> NIM: <u>1092036</u> 2. _____ NIM: _____ 3. _____ NIM: _____ 4. _____ NIM: _____ 5. _____ NIM: _____</p>
<p>Bagian yang direvisi</p>	
	<p>Halaman</p>
<u>Laporan PA disesuaikan dengan pedoman PA</u>	
<p>Sunggailiat, <u>19-01-2024</u> Penguji  (Elissa Mayang Sari...)</p>	
<p>Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa</p>	
<p>Mengetahui, Pembimbing</p> <p style="text-align: center;">  (Elissa Mayang Sari...)</p>	<p>Sunggailiat, <u>30-01-2024</u> Penguji</p> <p style="text-align: center;">  (Elissa Mayang Sari...)</p>

ANALISIS OPTIMASI PARAMETER PEMESINAN TERHADAP KEBULATAN BENDA KERJA PADA MESIN CNC TURNING SL-25 MORI SEIKI DENGAN METODE TAGUCHI

ORIGINALITY REPORT



PRIMARY SOURCES



Exclude quotes

Exclude matches - 2%

Exclude bibliography

