

**ANALISIS KINERJA MESIN CNC TURNING SL-25 MORI
SEIKI DITINJAU DARI NILAI KEBULATAN BENDA KERJA
DI LABORATORIUM MEKANIK POLMAN BABEL
DENGAN PENDEKATAN SQC**

PROYEK AKHIR

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



Dibuat oleh:

Andri Widan

NIRM: 1041935

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
TANJUNGPINANG 302213023**

**ANALISIS KINERJA MESIN CNC *TURNING* SL-25 MORI
SEIKI DITINJAU DARI NILAI KEBULATAN BENDA KERJA
DI LABORATORIUM MEKANIK POLMAN BABEL
DENGAN PENDEKATAN SQC**

PROYEK AKHIR

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



Disusun oleh:

Andri Widian

NIRM: 1041935

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

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS KINERJA MESIN CNC *TURNING* SL-25 MORI
SEIKI DITINJAU DARI NILAI KEBULATAN BENDA KERJA
DI LABORATORIUM MEKANIK POLMAN BABEL
DENGAN PENDEKATAN SQC**

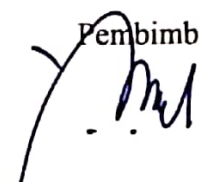
Oleh:

Andri Widian/1041935

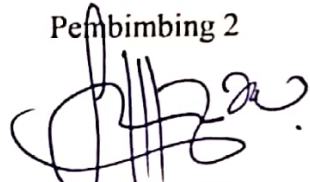
Laporan ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan Program Sarjana Terapann Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Menyetujui,

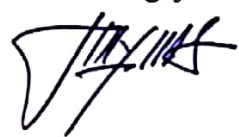
Pembimbing 1


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


Pembimbing 2


Subkhan, M.T.

Penguji 1

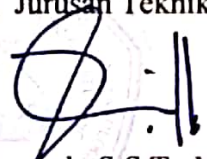

Eko Yudo, S.S.T., M.T.

Penguji 2


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

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin


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



PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa: Andri Widian NIRM: 1041935

Dengan judul: **ANALISIS KINERJA MESIN CNC *TURNING* SL-25
MORI SEIKI DITINJAU DARI NILAI KEBULATAN BENDA
KERJA DI LABORATORIUM MEKANIK POLMAN BABEL
DENGAN PENDEKATAN SQC**

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

Sungailiat, 15 Januari 2023

Nama Mahasiswa

1. Andri Widian



ABSTRAK

Hal utama dalam suatu proses pemesinan adalah hasil produksi dari proses tersebut. Dimana kondisi mesin perkakas merupakan salah satu faktor yang berpengaruh dalam kondisi ini. Mesin CNC Turning SL 25 Mori Seiki merupakan salah satu mesin yang ada semenjak tahun 1995 di Laboratorium Mekanik Polman Babel yang digunakan untuk proses produksi serta sarana pembelajaran selama kurang lebih 27 tahun. Pemakaian mesin perkakas dalam waktu tersebut dapat berpengaruh terhadap kondisi geometrik mesin sehingga mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan. Nilai kebulatan menjadi salah satu geometrik yang terpengaruh oleh masalah tersebut karena banyak komponen pemesinan yang berpenampang bulat sehingga nantinya mempengaruhi fungsi dari komponen apabila terjadi penyimpangan. Penyimpangan nilai kebulatan pada mesin dapat diketahui melalui pengujian nilai kebulatan hasil pemesinan yang dianalisis dengan metode Minimum Zone Center (MZC) diperkuat dengan proses SQC. 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 analisis mesin CNC SL-25 Mori Seiki tersebut dapat memproduksi benda kerja dengan toleransi diatas 21 μm . Nilai tersebut masih dibawah toleransi standar yaitu 50 μm . Pada SQC yang dilakukan tidak terdapat kondisi diluar batas kendali terkhusus pada diameter yang dipengaruhi nilai ketidakbulatan. Penyimpangan kualitas terjadi hanya pada posisi panjang spesimen uji, dimana menurut analisis diagram sebab-akibat hal itu disebabkan oleh manusia sebagai operator dan pengukur.

Kata kunci: bubut; geometrik; kebulatan; MRZ

ABSTRACT

The main thing in a machining process is the product of the process. Where the condition of the machine tool is one of the influential factors in this condition. The Mori Seiki SL 25 CNC Turning Machine is one of the machines that has existed since 1995 at the Polman Babel Mechanic Laboratory which has been used for production processes and learning facilities for approximately 27 years. The use of machine tools during that time can affect the geometrik conditions of the machine so that it affects the quality of the product produced. The roundness value is one of the geometries that are affected by this problem because many machining components have round cross-sections so later it will affect the function of the components if deviations occur. Deviations in the roundness value on the machine can be identified by testing the roundness value of the ordering results which are analyzed using the Minimum Zone Center (MZC) method and strengthened by the SQC process. The test results on the geometrik conditions of the machine are that the highest roundness deviation is at position 1 with an average of 21.7 μm which is the outermost position of the gripping area and the smallest deviation value is at position 6 with an average of 10.9 μm . After testing and analysis the Mori Seiki SL-25 CNC turning machine, it can produce workpieces with tolerances above 21 μm . This value is still below the standard tolerance of 50 μm . In the SQC that was carried out, there were no conditions outside the control limits, especially in the diameter which was affected by the roundness value. Quality deviation occurs only in the long position of the test spesimen, which according to the analysis of the cause-and-effect diagram is caused by humans as operators and measures.

Keyword: turning; geometrik; roundness; MRZ; SQC

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Selalu lantunan puji serta syukur tercurahkan atas kehadiran Allah SWT. Sang Maha Pencipta dimana segala 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 KINERJA MESIN CNC TURNING SL-25 MORI SEIKI DITINJAU DARI NILAI KEBULATAN BENDA KERJA DI LABORATORIUM MEKANIK POLMAN BABEL DENGAN PENDEKATAN SQC"**. Shalawat diiringi juga salam saya haturkan kepada junjungan hidup saya yaitu kepada Nabi Muhammad *saw* serta orang-orang yang berjuang dan mengikuti beliau hingga hari akhir. Penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan syarat untuk menyelesaikan Studi Sarjana Terapan pada Program Studi Teknik Mesin Manufaktur Negeri Bangka Belitung (POLMAN BABEL).

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua saya terkasih dan tersayang Ibu Windarti dan Bapak Hiliyan yang selalu mendo'akan serta memberi dukungan yang tiada habisnya kepada saya sampai berada pada posisi saat ini.
2. Saudara-saudara saya Yuni Windi Sari, Yesi Deskayanti, dan Alfahri Atha yang telah banyak memberi warna dikehidupan saya. Telah menjadi lawan dalam konteks positif bagi saya untuk terus berjuang menjadi anak-anak terbaik dan dapat memberi kebanggaan kedua orang tua.
3. Kepada seluruh keluarga saya embah, bibi, paman terkhsusus kakek Mat.Rozik yang sangat banyak kebaikan diberikan kepada saya serta seluruh keluarga besar atas segala peran yang berdampak baik kepada saya.
4. Bapak Yudi Oktriadi, S.Tr., M.Eng. dan Bapak Subkhan, M.T selaku dosen pembimbing 1 dan dosen pembimbing 2 saya, atas segala waktu,

- ilmu, dan motivasi yang diberikan kepada saya, selama bimbingan proses pelaksanaan Tugas Akhir sampai Laporan Tugas Akhir ini diselesaikan.
5. Bapak Pristiansyah, S.S.T., M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
 6. Bapak Boy Rollastin, S.Tr., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin dan Manufaktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
 7. Kepada seluruh Bapak dan Ibu dosen, PLP, teknisi Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah berjasa menuntun dan mengarahkan saya dalam menuntut ilmu di kampus kebanggaan ini.
 8. Seluruh teman-teman saya, kelas TMM B angkatan 2019, UKKI Al-Farisi, IRMAS Al-Ittihaad Sungailiat, FSLDK Bangka Belitung dan semua orang yang berpengaruh di kehidupan saya dan selama masa saya menjadi mahasiswa yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu.

Saya selaku penulis memohon maaf atas segala kekurangan yang terdapat pada penelitian ini. Semua yang penulis lakukan pada penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan ikhtiar-ikhtiar terbaik yang dapat penulis lakukan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang dapat membangun sehingga dalam kinerja kedepannya dapat lebih baik dan memberi kebermanfaatan yang lebih luas nantinya. Akhir kata penulis ucapkan mohon maaf yang sebesar-besarnya dan terima kasih.

Wassalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Sungailiat, 15 Januari 2023

Penulis,



Andri Widian

DAFTAR ISI

COVER.....	I
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	ii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Batasan Masalah.....	5
BAB II DASAR TEORI.....	7
2.1 Mesin CNC (<i>Computer Numerical Control</i>).....	7
2.2 Mesin CNC <i>Turning</i>	7
2.2.1 Pengertian Mesin CNC <i>Turning</i>	7
2.2.2 Prinsip Kerja Mesin CNC <i>Turning</i>	8
2.2.3 Bagian-Bagian Utama Mesin CNC <i>Turning</i>	9
2.2.4 Pemrograman Mesin CNC <i>Turning</i>	11
2.2.5 Parameter Mesin CNC <i>Turning</i>	14

2.3	Kebulatan Benda Kerja	16
2.3.1	Pengertian Kebulatan	16
2.3.2	Pengukuran Kebulatan	18
2.3.3	Parameter Kebulatan	20
2.4	Toleransi Standar	22
2.5	<i>Statistical Quality Control</i> (SQC)	23
2.5.1	Diagram Kendali (<i>Control Chart</i>).....	24
2.5.2	Diagram sebab-akibat (<i>Chart Fishbone</i>).....	26
BAB III METODE PELAKSANAAN.....		29
3.1	Diagram Alir/ <i>Flaw Chart</i>	29
3.1.1	Identifikasi Masalah	30
3.1.2	Studi Literatur dan Observasi Mesin.....	30
3.1.3	Rumusan Masalah	30
3.1.4	Persiapan Alat dan Bahan	30
3.1.5	Pelaksanaan Percobaan	38
3.1.6	Pengambilan Data Percobaan.....	39
3.1.7	Analisis Data Percobaan	41
3.1.8	Kesimpulan dan Saran.....	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		43
4.1	Hasil Pengujian.....	43
4.2	Proses Pengambilan Data Kebulatan.....	43
4.3	Hasil Pengukuran dan Analisis Nilai Kebulatan	45
4.4	Analisis Toleransi.....	57
4.5	Proses <i>Statistical Quality Control</i> (SQC).....	58
4.5.1	Pembuatan dan Analisis Diagram Kendali Kualitas	58

4.5.2	Pembuatan dan Analisis Diagram Sebab-Akibat (<i>Fishbone Chart</i>).....	70
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	73
5.1	Kesimpulan.....	73
5.2	Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA		75



DAFTAR TABEL

<i>Tabel 2. 1</i>	<i>Macam-macam dari Kode G dan Kode M beserta fungsinya.....</i>	<i>13</i>
<i>Tabel 2. 2</i>	<i>Tabel diagram tree.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabel 3. 1</i>	<i>Spesifikasi Mesin CNC Turning SL-25 Mori Seiki.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabel 4. 1</i>	<i>Nilai Rmax dan Rmin serta ketidakbulatan spesimen uji 1</i>	<i>51</i>
<i>Tabel 4. 2</i>	<i>Nilai Rmax dan Rmin serta ketidakbulatan spesimen uji 2</i>	<i>51</i>
<i>Tabel 4. 3</i>	<i>Nilai Rmax dan Rmin serta ketidakbulatan spesimen uji 3</i>	<i>52</i>
<i>Tabel 4. 4</i>	<i>Nilai Rmax dan Rmin serta ketidakbulatan spesimen uji 4</i>	<i>52</i>
<i>Tabel 4. 5</i>	<i>Nilai Rmax dan Rmin serta ketidakbulatan spesimen uji 5</i>	<i>52</i>
<i>Tabel 4. 6</i>	<i>Nilai Rmax dan Rmin serta ketidakbulatan spesimen uji 6</i>	<i>52</i>
<i>Tabel 4. 7</i>	<i>Nilai Rmax dan Rmin serta ketidakbulatan spesimen uji 7</i>	<i>53</i>
<i>Tabel 4. 8</i>	<i>Nilai Rmax dan Rmin serta ketidakbulatan spesimen uji 8</i>	<i>53</i>
<i>Tabel 4. 9</i>	<i>Nilai Rmax dan Rmin serta ketidakbulatan spesimen uji 9</i>	<i>53</i>
<i>Tabel 4. 10</i>	<i>Nilai Rmax dan Rmin serta ketidakbulatan spesimen uji 10</i>	<i>53</i>
<i>Tabel 4. 11</i>	<i>Nilai Rmax dan Rmin serta ketidakbulatan spesimen uji 11</i>	<i>53</i>
<i>Tabel 4. 12</i>	<i>Nilai Rmax dan Rmin serta ketidakbulatan spesimen uji 12</i>	<i>54</i>
<i>Tabel 4. 13</i>	<i>Nilai Rmax dan Rmin serta ketidakbulatan spesimen uji 13</i>	<i>54</i>
<i>Tabel 4. 14</i>	<i>Nilai Rmax dan Rmin serta ketidakbulatan spesimen uji 14</i>	<i>54</i>
<i>Tabel 4. 15</i>	<i>Nilai Rmax dan Rmin serta ketidakbulatan spesimen uji 15</i>	<i>55</i>
<i>Tabel 4. 16</i>	<i>Nilai Ketidakbulatan Seluruh Spesimen Uji Berdasarkan MZC</i>	<i>55</i>
<i>Tabel 4. 17</i>	<i>Data hasil pengukuran spesimen uji (mm)</i>	<i>59</i>
<i>Tabel 4. 18</i>	<i>Tabel Tree</i>	<i>70</i>

DAFTAR GAMBAR

<i>Gambar 2. 1 Sumbu utama koordinat X dan Y mesin bubut CNC Turning</i>	9
<i>Gambar 2. 2 Bagian-bagian utama mesin bubut CNC</i>	9
<i>Gambar 2. 3 Analogi Metode Pemograman Incremental</i>	12
<i>Gambar 2. 4 Analogi Metode Pemograman Absolute</i>	12
<i>Gambar 2. 5 Toleransi untuk geometrik kebulatan</i>	17
<i>Gambar 2. 6 Alat ukur kebulatan dua sensor</i>	18
<i>Gambar 2. 7 Alat ukur kebulatan tiga sensor (dial indicator dan block v)</i>	19
<i>Gambar 2. 8 Pengukuran dengan dial indicator dan block-v</i>	19
<i>Gambar 2. 9 Grafik polar menentukan parameter kebulatan</i>	21
<i>Gambar 2. 10 Tabel dua harga batas nominal s.d 500 mm</i>	22
<i>Gambar 2. 11 Tabel dua harga batas nominal s.d 500 mm</i>	23
<i>Gambar 2. 12 contoh gambar diagram kendali</i>	25
<i>Gambar 2. 13 contoh gambar diagram sebab-akibat</i>	27
<i>Gambar 2. 14 contoh gambar diagram sebab-akibat</i>	28
<i>Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian</i>	29
<i>Gambar 3. 2 Mesin Gergaji Potong DOALL Model C-916</i>	31
<i>Gambar 3. 3 Kikir</i>	31
<i>Gambar 3. 4 Jangka Sorong</i>	32
<i>Gambar 3. 5 Mesin CNC Turning SL-25 Mori Seiki</i>	32
<i>Gambar 3. 6 Mata Potong</i>	35
<i>Gambar 3. 7 Spesifikasi Mata Potong</i>	35
<i>Gambar 3. 8 Dial Indicator dan Block-V</i>	36
<i>Gambar 3. 9 Bakal Spesimen Uji Baja AISI 1045</i>	37
<i>Gambar 3. 10 Oli</i>	37
<i>Gambar 3. 11 Tahap Penelitian Sudut dan Titik Spesimen Uji</i>	39
<i>Gambar 3. 12 Posisi Pengukuran Spesimen Uji</i>	41
<i>Gambar 4. 1 Spesimen uji setelah proses bubut dan pemberian nomor</i>	44
<i>Gambar 4. 2 Contoh spesimen uji setelah dibuat derajat dan posisi</i>	44
<i>Gambar 4. 3 Gambar pengukuran kebulatan spesimen uji</i>	45

<i>Gambar 4. 4 Grafik polar pengukuran kebulatan spesimen 1</i>	46
<i>Gambar 4. 5 grafik polar pengujian kebulatan spesimen 2</i>	46
<i>Gambar 4. 6 grafik polar pengujian kebulatan spesimen 3</i>	46
<i>Gambar 4. 7 grafik polar pengujian kebulatan spesimen 4</i>	47
<i>Gambar 4. 8 grafik polar pengujian kebulatan spesimen 5</i>	47
<i>Gambar 4. 9 grafik polar pengujian kebulatan spesimen 6</i>	47
<i>Gambar 4. 10 Grafik polar pengujian kebulatan spesimen 7</i>	48
<i>Gambar 4. 11 grafik polar pengujian kebulatan spesimen 8</i>	48
<i>Gambar 4. 12 grafik polar pengujian kebulatan spesimen 9</i>	48
<i>Gambar 4. 13 Grafik polar pengujian kebulatan spesimen 10</i>	49
<i>Gambar 4. 14 grafik polar pengujian kebulatan spesimen 11</i>	49
<i>Gambar 4. 15 Grafik polar pengujian kebulatan spesimen 12</i>	49
<i>Gambar 4. 16 grafik polar pengujian kebulatan spesimen 13</i>	50
<i>Gambar 4. 17 grafik polar pengujian kebulatan spesimen 14</i>	50
<i>Gambar 4. 18 grafik polar pengujian kebulatan spesimen 15</i>	50
<i>Gambar 4. 19 Tabel toleransi standar untuk diameter 500 mm</i>	57
<i>Gambar 4. 20 Gambar posisi ukur spesimen uji</i>	59
<i>Gambar 4. 21 Gambar proses pengukuran spesimen uji</i>	59
<i>Gambar 4. 22 Gambar Diagram Kendali Posisi A</i>	61
<i>Gambar 4. 23 Gambar Diagram Kendali Posisi B</i>	63
<i>Gambar 4. 24 Gambar Diagram Kendali Posisi C</i>	64
<i>Gambar 4. 25 Gambar Diagram Kendali Posisi D</i>	65
<i>Gambar 4. 26 Gambar Diagram Kendali Posisi E</i>	67
<i>Gambar 4. 27 Gambar Diagram Kendali Posisi F</i>	68
<i>Gambar 4. 28 Gambar Diagram Kendali Posisi G</i>	69
<i>Gambar 4. 29 Diagram sebab-akibat</i>	71

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup

Lampiran 2 Hasil Pengukuran

Lampiran 3 Dokumentasi Penelitian

Lampiran 4 Form Monitoring Proyek Akhir

Lampiran 5 Form Bimbingan Proyek Akhir

Lampiran 6 Form Revisi Laporan Tugas Akhir

Lampiran 7 Bukti Bukan Plagiarisme

Lampiran 8 Bukti Submit Jurnal



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Seiring berkembangnya zaman teknologi industri manufaktur terus mengalami perkembangan, sejalan dengan meningkatnya ilmu pengetahuan dan berkembangnya teknologi. Dapat dilihat dari hasil produksi berbagai industri yang semakin menunjukkan peningkatan kuantitas suatu produk atau barang hasil produksi yang telah dihasilkan. Tetapi, peningkatan kuantitas produksi itu harus juga diimbangi dengan peningkatan kualitas hasil produksi. Untuk memenuhi segala tuntutan tersebut penggunaan mesin perkakas dalam proses produksi adalah cara untuk mendapatkan sebuah proses produksi dengan waktu yang cepat dan tingkat ketelitian yang maksimal serta meningkatkan efisiensi dalam bekerja. Peningkatan hasil dari proses produksi harus diimbangi dengan kualitas dari peralatan produksi yang digunakan seperti pada bidang pemesinan logam, mesin bubut, *milling*, dan perkakas lainnya harus berada dalam kondisi layak pakai (Santoso & Suhadirman, 2019).

Suatu proses pemesinan yang terjadi dalam proses produksi merupakan harus sesuai dengan tuntutan hasil produksi, dimana tingkat kepresisian, ketelitian, kualitas serta kuantitas dari suatu produk menjadi hal utama pengerjaan dalam proses pemesinan (Rahmad Dwi, 2021). Dalam dunia industri mesin perkakas harus semakin canggih agar bisa menjadi solusi serta menutupi kekurangan dari mesin perkakas sebelumnya. Mesin *Computer Numerical Control* (CNC) menjadi contoh solusi proses pemesinan terkhusus dalam memecahkan masalah efisiensi waktu, kualitas produksi, dan biaya produksi ketika proses pengerjaan menggunakan mesin-mesin konvensional. Mesin bubut, mesin *milling*, mesin gurdi, dan lain sebagainya menjadi contoh sebagian kecil dari mesin konvensional yang belum mampu memecahkan masalah tersebut. Mesin CNC dapat memproduksi barang secara massal dengan program dan setelan yang sama dengan komputer sebagai pengontrolnya. Dengan proses produksi yang memakan

sedikit waktu dapat menjadikan kapasitas hasil sebuah produksi yang menjadi tinggi dengan kualitas hasil produksi yang baik pula.

Mesin CNC *Turning* SL-25 Mori Seiki merupakan mesin keluaran 1995 yang berusia 27 tahun yang saat ini masih digunakan di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung sebagai media pembelajaran dan pembuatan suku cadang. Melihat usia dari mesin yang sudah sangat lama, hal itu akan berdampak terhadap kemampuan mesin tersebut. Dilakukan pengecekan terhadap mesin perkakas yang telah memasuki usia 30-an tahun, dari pengecekan tersebut didapati adanya penyimpangan yang terjadi. Berdasarkan standar yang diizinkan keadaan mesin tersebut telah mendekati batas maksimumnya (Darius, Ade & Rudi, 2016). Kualitas dari produk akan menurun yang memungkinkan karena terjadinya penyimpangan geometrik dari mesin tersebut, walaupun tidak menutup kemungkinan adanya kesalahan dari hal lainnya.

Salah satu geometrik yang perlu diperhatikan dari sebuah hasil produksi adalah kebulatan. Kebulatan adalah suatu nilai yang dapat dihitung, dimana hitungan tersebut didasarkan oleh profil kebulatan yang relatif terhadap lingkaran referensi dari profil lingkaran tersebut (Taufik Rochim, 2006). Suatu kebulatan menjadi penting karena banyaknya komponen mesin yang berputar memiliki penampang berbentuk bulat. Apabila terjadi suatu penyimpangan geometrik (kebulatan) maka hasil produksi akan mempengaruhi fungsi dari komponen hasil produksi mesin tersebut.

Penelitian terkait kebulatan pada benda kerja untuk mengetahui penyimpangan geometrik pada sebuah mesin karena melihat umur dari mesin tersebut sudah sering dilakukan. Muhammad Yanis (2013) melakukan penelitian tentang analisis profil kebulatan untuk menentukan kesalahan geometrik pada pembuatan komponen menggunakan mesin bubut CNC TU2A EMC0-Austria, menyatakan hal ini perlu dilakukan karena mesin yang ada dipandang “tua”. Hasil dari pengujian didapatkan bahwa kesalahan geometrik terbesar untuk ketidakbulatan adalah dengan rata-rata 44,7 μm . Penyimpangan tersebut berada pada posisi terluar dari tumpuan/pencekam. 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 .

Terkhusus mesin perkakas di Laboratorium Mekanik Polman Babel terdapat beberapa mesin bubut manual yang dilakukan penelitian untuk mengetahui kesalahan geometrik mesin, menyikapi sudah tuanya umur mesin tersebut. Namun, untuk mengetahui penyimpangan geometrik terhadap mesin CNC *turning* belum pernah dilakukan. Penelitian yang dilakukan Ariyanto & Husman (2017) yaitu pengukuran kesilindrisan hasil proses pemotongan mesin bubut untuk mengetahui kemampuan mesin menghasilkan produk. Pengukuran kesilindrisan ini juga dapat dilakukan untuk mengamati seberapa besar kemampuan suatu mesin menghasilkan suatu produk dengan bentuk geometrik serta ukuran toleransi dengan nilai tertentu. Dalam penelitian ini, pengukuran tersebut dilakukan terhadap mesin bubut horizontal DoAll LT 13 di Laboratorium Mekanik Polman Babel yang telah memasuki usia pakai 22 tahun. Dari 6 mesin bubut yang dilakukan pengukuran, bahwa satu mesin bisa digunakan untuk mendapatkan nilai toleransi T 11 dan sisanya untuk mendapatkan nilai toleransi T 10.

Ariyanto, Husman & Yuli D (2019) melanjutkan penelitian tersebut untuk meninjau performansi mesin bubut DoAll LT 13 terhadap penyimpangan benda kerja. Penelitian tersebut dilakukan terhadap mesin bubut DoAll LT 13 dengan jumlah sebanyak 6 unit yang masih digunakan untuk mendukung keperluan penyelenggaraan pendidikan dan untuk menghasilkan suku cadang. Mesin bubut Doall LT13 ini sudah digunakan selama 22 tahun, yang mana selama periode tersebut kemungkinan terjadi penyimpangan geometrik mesin. Penyimpangan yang terjadi dapat mengakibatkan penurunan kualitas benda kerja yang dihasilkan. Dari pengujian kebulatan yang telah dilakukan penyimpangan kebulatan yang dicapai oleh mesin bubut tersebut adalah 0,082 mm untuk angka tertinggi dan 0,046 mm untuk penyimpangan terendah.

Penelitian lain juga telah dilakukan Yudo & Ariyanto (2019) terkait kinerja mesin bubut geminis ditinjau dari kebulatan benda kerja. Penelitian dilakukan untuk mengetahui penyimpangan geometrik pada mesin bubut Geminis

sebanyak 3 buah di Laboratorium Mekanik Polman Babel yang telah digunakan untuk kegiatan belajar dan pembuatan suku cadang selama 20 tahun. Disimpulkan bahwa penyimpangan pada mesin bubut Geminis secara berurutan adalah 46 μm , 47 μm , dan 43 μm . Ketiga mesin tersebut hanya bisa memproduksi benda kerja dengan nilai toleransi 41 μm , karena mesin tersebut masih digunakan untuk pendidikan dan kegiatan produksi sebaiknya dilakukan perbaikan terhadap mesin-mesin tersebut agar performanya lebih baik.

Terkait kualitas produk, sebagai pendukung hasil pada penelitian ini *statistical quality control* (SQC) merupakan salah satu metode yang sering digunakan untuk meninjau hasil produksi dari proses pemesinan. Dengan metode ini dapat memuat kualitas hasil produksi sesuai yang telah ditetapkan. SQC atau pengendalian kualitas statistik adalah pengendalian kualitas dengan menggunakan metode statistik. Teknik yang menerapkan pengendalian dan pengelolaan proses jasa maupun manufaktur melalui metode statistik. Hamdani & Fakhriza (2019) melakukan penelitian tentang pengendalian kualitas hasil pembubutan dengan menggunakan metode SQC. Dari penelitian yang dilakukan telah didapatkan kesimpulan bahwa dari 68 sampel penelitian poros bertingkat, rata-rata ada 2 kerusakan tiap bagian pada sampel atau sekitar 3%. Menyatakan bahwa tingkat penyimpangan ukuran masih didalam batas wajar. Selain daripada itu, penggunaan SQC juga dapat mengetahui faktor yang mempengaruhi pada proses permesinan itu sendiri. Pada penelitian ini faktor utama penyebab penyimpangan ukuran yaitu ada pada manusia.

Dari uraian latar belakang tersebut, telah banyak dilakukan penelitian yang berkaitan dengan tentang kesalahan geometrik dari salah satu mesin perkakas dengan meninjau nilai kebulatan dari hasil proses pemesinan. Terkhusus di Laboratorium Mekanik Polman Babel penelitian tersebut sudah dilakukan dimesin bubut/*turning* konvensional. Oleh karena itu, pada penelitian ini penulis akan melakukan penelitian untuk mengetahui kondisi geometrik pada mesin CNC *Turning* SL-25 Mori Seiki dengan meninjau nilai kebulatan dari benda kerja yang dihasilkan, ditindaklanjuti dengan proses kontrol kualitas produk hasil produksi mesin tersebut sebagai pendukung penelitian yang dilakukan.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Apakah terdapat penyimpangan geometrik mesin *CNC Turning SL-25* Mori Seiki dari umur mesin yang sudah mencapai 27 tahun dan setelah digunakan untuk proses pendidikan serta memproduksi suku cadang ?
2. Apakah mesin *CNC Turning SL-25* Mori Seiki masih mampu memproses benda kerja dengan ukuran toleransi tertentu ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Untuk mengetahui penyimpangan geometrik yang terjadi pada mesin *CNC Turning SL-25* Mori Seiki dari umur mesin yang sudah mencapai 27 tahun dan setelah digunakan untuk proses pendidikan serta memproduksi suku cadang.
2. Untuk mengetahui kelayakan mesin *CNC Turning SL-25* Mori Seiki memproses benda kerja dengan ukuran toleransi tertentu.

1.4 Batasan Masalah

Agar lebih terarah, tepat sasaran dan tidak terjadi penyimpangan terhadap tujuan pada penelitian yang telah direncanakan, sehingga dari hal itu akan mempermudah memperoleh data dan informasi yang diperlukan dari penelitian ini, maka ditetapkan batasan-batasan masalah sebagai berikut.

1. Benda kerja yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu baja AISI 1045.
2. Dimensi benda kerja pada penelitian ini adalah $\text{Ø}30 \times 150 \text{ mm}$.
3. Mesin yang dijadikan objek penelitian adalah mesin *CNC Turning SL-25* Mori Seiki.
4. Mata potong yang digunakan pada penelitian ini adalah pahat *Insert Carbide CNMG120408-MA*.
5. Proses pembubutan CNC yang dilakukan dengan variabel konstan yaitu sebagai berikut.

- a. Kecepatan makan $v_f = 300$ mm/min.
 - b. Putaran spindel = 1433 rpm.
 - c. Kedalaman pemakanan = 1 mm.
 - d. *Feeding* = 0,2 mm/putaran.
6. Pada penelitian ini dilakukan analisa dengan metode SQC untuk menunjang hasil penelitian yang lebih tepat.
 7. Pengujian kebulatan benda kerja menggunakan *Dial Indicator* kecermatan $1\mu\text{m}$, *Dial Stand* dan *Block-V* serta jangka sorong kecermatan 0,02mm sebagai alat ukur kontrol kualitas.
 8. Pengolahan data dilakukan dengan *software Microsoft Excel* dan kalkulator sebagai alat bantu perhitungan

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Mesin CNC (*Computer Numerical Control*)

Mesin CNC atau *Computer Numerical Control* merupakan sebuah sistem dimana pengoperasian suatu mesin tersebut menggunakan program yang mana dikontrol langsung oleh sebuah komputer. Widarto (2008) menyatakan bahwa mesin CNC sendiri dapat diartikan sebagai suatu mesin yang dikontrol oleh komputer dengan menggunakan bahasa numerik dimana dengan susunan kode-kode yang sudah distandarisasikan dalam kode permesinan CNC mesin dapat bekerja sesuai dengan perintah kode tersebut. Banyak keunggulan penggunaan mesin CNC daripada mesin-mesin konvensional lain, yang diantaranya mampu memproduksi secara massal dengan tingkat ketelitian dan kepresisian yang tinggi dengan efisiensi waktu yang baik pula. Penggunaan mesin CNC para produsen dapat memenuhi kuantitas dan kualitas yang dibutuhkan konsumen (Lilih, 2003).

2.2 Mesin CNC *Turning*

2.2.1 Pengertian Mesin CNC *Turning*

Pada dasarnya mesin CNC *turning* sama dengan mesin bubut konvensional yaitu memproses benda kerja atau bagian-bagian mesin yang berbentuk silindris. Pengoperasian mesin *turning* dikhususkan untuk memproses benda kerja berpenampang lingkaran atau benda kerja silindris (Winoto, 2011). Penggunaan komputer sebagai alat kontrol utama pada mesin CNC *turning* ini menjadi pembeda dan membuat mesin CNC *turning* lebih canggih dari mesin bubut konvensional pada umumnya. Semua gerakan pada mesin CNC *turning* dikontrol oleh komputer sesuai dengan program yang telah diberikan. Sehingga ditarik kesimpulan bahwa mesin CNC *turning* adalah suatu mesin yang memproses benda kerja yang berputar secara otomatis yang dikontrol menggunakan komputer. Secara garis besar mesin CNC *turning* digolongkan menjadi 2 yang mana sebagai berikut .

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

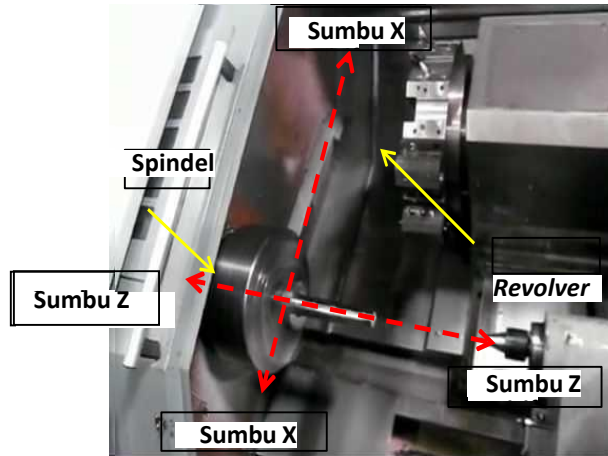
Kedua golongan mesin CNC *turning* tersebut memiliki perbedaan dari penerapan kegunaannya dilapangan, walaupun dari sistem dan prinsip kerja dari kedua mesin sama. Mesin CNC TU digunakan pada proses pelatihan dasar pemograman serta dipergunakan untuk proses pekerjaan yang ringan dengan bahan yang relatif lunak pula. Sedangkan mesin CNC PU digunakan untuk keperluan perindustrian karena mampu memproduksi barang secara massal. Mesin tipe ini dilengkapi dengan beberapa assesoris tambahan untuk mempermudah proses-proses di industri seperti tambahan sistem pembuka otomatis, tempat pembuangan tatal, dan lain sebagainya.

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 dengan 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.

Arah gerakan mesin bubut baik CNC ataupun konvensional yaitu bergerak terhadap 2 sumbu, yang ketika diprogram pada Mesin CNC *Turning* diberi lambang sebagai 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.

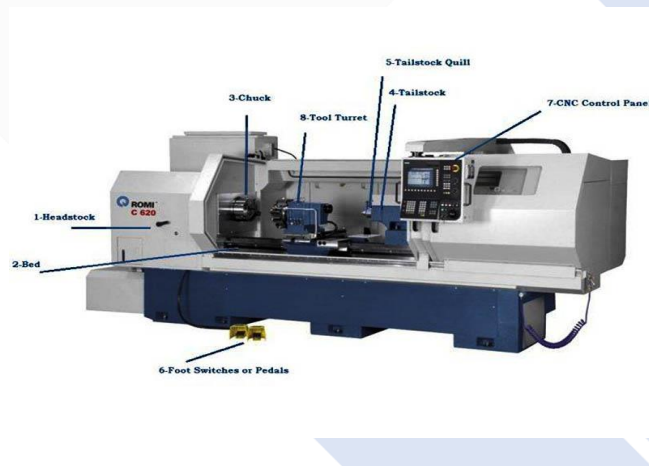


Gambar 2. 1 Sumbu utama koordinat X dan Y mesin bubut CNC turning

Sumber : (Marendi Nopiansyah, 2021)

2.2.3 Bagian-Bagian Utama Mesin CNC Turning

Mesin CNC *turning* memiliki beberapa bagian-bagian utama, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2 berikut.



Gambar 2. 2 Bagian-bagian utama mesin bubut CNC

Sumber : (Furqoni, 2020)

M.Reza Furqoni (2020) menjelaskan bagian-bagian utama mesin CNC *turning*, yaitu sebagai berikut :

1. *Headstock* atau kepala tetap

Bagian *headstock* atau kepala tetap pada mesin CNC *turning* juga tidak jauh berbeda pada mesin bubut konvensional pada umumnya, yang didalamnya susunan roda gigi yang berfungsi untuk mengatur kecepatan

putaran mesin serta terdapat motor penggerak untuk memutar spindle utama. Berbeda dengan mesin bubut konvensional, cara mengatur kecepatan putaran mesin pada CNC *turning* langsung menggunakan perintah/program yang telah dimasukkan melalui panel, tidak lagi menggunakan *handle*. Pada bagian ini juga terpasang cekam (*chuck*) sebagai pengikat benda kerja.

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

Meja mesin CNC/*CNC lathe bed* ini pada umumnya dibuat dari proses pengerasan suatu bahan yang dimaksudkan agar meja yang selalu terkena gesekan tidak mudah terkikis. *CNC lathe bed* ini digunakan ketika alat potong yang telah dipasang pada *turret* maka meja ini yang berfungsi sebagai landasannya.

3. Cekam (*Chuck*)

Cekam/*chuck* berfungsi sebagai penjepit benda kerja yang akan dilakukan proses pemesinan. Bertujuan agar hasil dari pengerjaan menjadi maksimal maka benda kerja harus dicekam dengan kuat tetapi juga harus tetap menjaga kondisi benda kerja selalu baik.

4. Kepala Lepas (*Tailstock*)

Fungsi dari kepala lepas/*tailstock* ini adalah sebagai alat pendukung cekam/*chuck*. Kepala lepas sering dikhususkan untuk benda kerja yang berukuran panjang untuk mendukung putaran dari benda kerja menjadi lebih stabil. Selain itu, dengan digunakannya kepala lepas pada proses pemesinan akan memberi kekuatan pengekaman yang lebih untuk benda kerja.

5. *Tailstock Quil*

Tailstock quil berfungsi sebagai alat memperkuat pengekaman terhadap benda kerja. Tekanan dari hidrolik / *pneumatic* adalah sebagai alat bantu untuk *tailstock quil* sendiri. *Tailstock* tersebut hanya menjadikan posisi ujung *tailstock* dekat dengan benda kerja sehingga diperlukan *tailstock quil* untuk memperkuat pengekaman.

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

Pedal kaki berfungsi sebagai kontroler terhadap *tailstock* dan cekam. Rincinya pedal kaki ini digunakan sebagai alat bantu untuk mempermudah dalam memasang serta melepas kembali benda kerja, untuk membuka dan menutup cekam, serta alat untuk memajukan dan memundurkan *tailstock*.

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

Panel kontrol adalah bagian terpenting dari mesin CNC karena merupakan otak dari mesin CNC. Panel kontrol inilah yang dijadikan sebagai tempat masukan semua program CNC. Pengendalian yang dilakukan oleh operator pada seluruh mesin terpusat pada panel ini dengan tombol-tombol yang terletak pada panel. Mulai dari menyalakan, mengatur proses pengerjaan sampai mematikan mesin kembali. Panel ini juga dapat digunakan untuk membuat program baru atau mentransfer program.

8. *Tool Turret*

Peran dari *tool turret* adalah menggantikan peran dari *toolpost* pada mesin bubut konvensional. Pada *tool turret* inilah alat potong yang ingin digunakan akan dipasang. *Tool turret* juga terdiri dari berbagai macam, tergantung dari bentuk dan jumlah alat potong yang akan dipasang.

2.2.4 Pemograman Mesin CNC *Turning*

Pemograman merupakan suatu perintah yang berurutan lalu disusun secara rinci tiap blok per blok sehingga mesin CNC *turning* mampu melakukan apa yang harus dikerjakan dari masukan program yang telah diberikan. Untuk menyusun suatu pemograman pada mesin CNC *turning* perlu mengetahui beberapa hal sebagai berikut.

2.2.4.1 Metode pemograman Mesin CNC

Pada mesin CNC metode pemogramannya dibagi menjadi dua, yaitu sebagai berikut.

1. Metode *Incremental*

Metode *incremental* merupakan suatu metode pemograman dimana titik tumpu/referensinya selalu berubah-ubah, artinya referensi titik untuk

ukuran selanjutnya adalah titik terakhir yang dituju oleh program. Untuk memperjelas maksud dari pemograman metode *incremental*, perhatikan Gambar 2.3 berikut.



Gambar 2. 3 Analogi Metode Pemograman Incremental

Sumber : (Widarto 2008)

2. Metode *Absolute*

Metode *absolute* merupakan metode pemograman yang mana titik tumpu/referensi tidak selalu berubah atau tetap Artinya hanya ada satu titik tumpuan yang dijadikan titik tumpu untuk semua ukuran berikutnya. Untuk memperjelas maksud dari pemograman metode *absolute*, perhatikan Gambar 2.4 berikut.



Gambar 2. 4 Analogi Metode Pemograman Absolute

Sumber : (Widarto 2008)

2.2.4.2 Bahasa Pemograman Mesin CNC *Turning*

Bahasa pemograman merupakan data berupa bahasa numerik yang dimasukkan ke dalam komputer mesin CNC *turning*. Bahasa numerik adalah

bahasa gabungan huruf dan angka yang selanjutnya dimasukan menjadi program mesin CNC *turning* lalu diterjemahkan oleh MCU atau *Machine Control Unit*. MCU inilah nantinya yang akan menterjemahkan bahasa pemrograman tersebut sehingga mesin dapat bergerak menjalankan perintah sesuai tujuan yang diinginkan.

Sesuai standarisasi yang telah ditetapkan oleh ISO atau badan internasional lainnya bahwa kode-kode bahasa pemrograman dalam mesin CNC dikenal dengan kode G dan M. Dari kode-kode tersebut memiliki fungsi dan kegunaannya masing-masing. Selanjutnya diperjelas dengan kode angka yang diletakan setelah kode huruf tersebut. Kode-kode dan fungsi kegunaannya dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2. 1 Macam-macam dari Kode G dan Kode M beserta fungsinya pada mesin

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	Pemrograman absolut
G91	Pemrograman inkremental
G92	Pembuatan 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 (spindel stop)</i>
M06	Perintah pergantian alat potong (tools)
M08	Menghidupkan pendingin
M09	Mematikan pendingin
M30	Akhir program dan mengembalikan posisi tool terakhir

2.2.5 Parameter Mesin CNC *Turning*

Sama halnya pada mesin bubut pada umumnya, terdapat 3 parameter utama yang ada pada mesin CNC *turning*. Tiga parameter utama pada setiap proses bubut adalah kecepatan putar spindel, gerak makan (*feed*) dan kedalaman potong (*depth of cut*). Ada beberapa faktor yang lain seperti bahan benda kerja dan jenis pahat sebenarnya juga memiliki pengaruh yang cukup besar, tetapi tiga parameter di atas adalah bagian yang bisa diatur oleh operator langsung pada mesin bubut (Widarto 2008).

2.2.5.1 Kecepatan Spindel

Kecepatan putar spindel biasanya dilambangkan dengan huruf *n* (*speed*). Kecepatan putar ini juga berhubungan dengan sumbu utama pada mesin dan benda kerja yang sering dinotasikan dengan putaran per menit atau rpm (*rotations per minute*). Pada proses pemesinan bubut kecepatan potong (*cutting speed*) lebih diutamakan. Secara sederhananya kecepatan potong merupakan hasil dari perkalian antara keliling benda kerja dengan kecepatan putar spindel. Adapun rumus menentukan kecepatan potong adalah sebagai berikut.

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

Dimana:

V_c = Kecepatan potong (m/menit)

d = Diameter benda kerja (mm)

n = putaran spindel (rpm)

π = 3,14

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

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 penyayatan
 Nilai dari kecepatan potong akan semakin besar apabila nilai dari kecepatan penyayatannya kecil.
4. Kedalaman penyayatan
 Nilai dari kecepatan potong akan semakin besar apabila dalamnya penyayatan semakin tipis.

2.2.5.2 Gerak Makan (*Feeding*)

Gerak makan atau *feeding* merupakan jarak tempuh pahat yang dihitung setiap satu putaran kali putaran dari benda kerja sehingga nilai dari gerak makan adalah mm/putaran. Disimbolkan dengan huruf f (*feed*), penentuan nilai gerak makan dipengaruhi oleh beberapa hal diantaranya kekuatan mesin, material benda kerja, material pahat, bentuk pahat dan yang paling utama adalah tingkat

kehalusan permukaan benda kerja yang diinginkan. Adapun rumus menentukan gerak makan (*feeding*) adalah sebagai berikut.

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

Dimana :

V_f = Kecepatan Pemakanan (mm/menit)

f = Gerak makan (mm/putaran)

n = Putaran spindel (rpm)

2.2.5.3 Kedalaman Potong (*Depth Of Cut*)

Kedalaman potong atau *depth of cut* merupakan suatu nilai ketebalan dari suatu bagian benda kerja yang akan dilakukan proses penyayatan oleh mata potong. Jadi, kedalaman potong adalah besarnya nilai dari benda kerja yang akan dilakukan penyayatan. Nilai tersebut berupa kedalaman yang diberikan oleh alat potong kepada benda kerja pada proses pembubutan. Adapun rumus menentukan kedalaman potong (*depth of cut*) adalah sebagai berikut.

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

Dimana :

d_o = Diameter awal (mm)

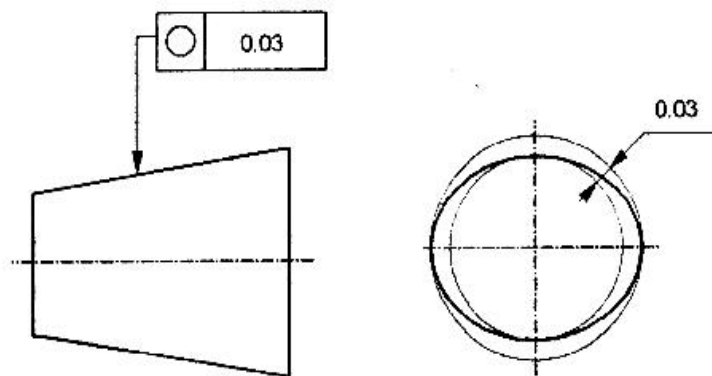
d_m = Diameter akhir (mm)

2.3 Kebulatan Benda Kerja

2.3.1 Pengertian Kebulatan

Kebulatan merupakan salah satu bentuk geometrik yang perlu dan penting untuk diperhatikan. Menurut Hamdi dkk (2015) kebulatan adalah keseragaman jarak antara titik pusat dengan titik terluar (jari-jari). Profil kebulatan dapat dilihat dari jarak antara titik-titik pada suatu geometri kebulatan tersebut sama terhadap titik pusatnya. Secara sekilas kebulatan itu sendiri hampir sama dengan diameter,

tetapi keduanya merupakan dua karakter geometrik yang berbeda namun saling berkaitan satu dengan yang lainnya. Suatu kondisi kebulatan yang ideal memang sangat sulit didapatkan. Oleh karena itu, harus diperlukan adanya sebuah toleransi nilai untuk menyikapi ketidakbulatan benda kerja dengan tetap memperhatikan fungsi/tujuan komponen tersebut.



Gambar 2. 5 Toleransi untuk geometrik kebulatan

(Sumber: Muhammad Yanis,2013)

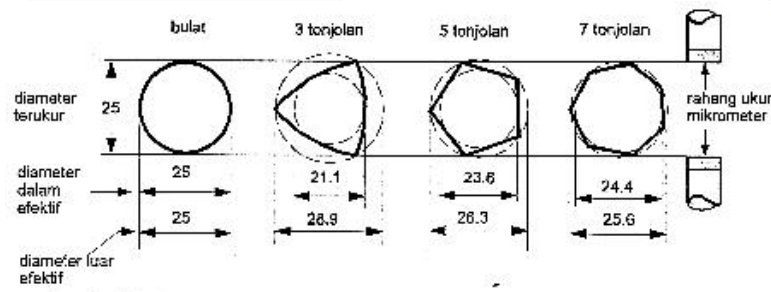
Menurut Taufiq Rochim (2006) ketidakbulatan akan terjadi sewaktu komponen dibuat. Penyebab suatu ketidakbulatan tersebut antara lain:

- Pada saat proses permesinan 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.

2.3.2 Pengukuran Kebulatan

Untuk mengukur suatu nilai kebulatan dapat dilakukan dengan berbagai macam alat ukur. Dalam pengukuran ini dapat menggunakan alat ukur yang dilihat dari jumlah sensor dari alat ukur tersebut. Sensor dari alat ukur tersebut dapat dibagi menjadi beberapa macam, seperti alat ukur yang memiliki 2 sensor yang bertolak belakang 180 derajat misalnya mikrometer. Salah satunya dapat dilakukan dengan cara mengukur diameter dari sisi terjauh dan diameter pada sisi terdekat suatu poros maka dengan mikrometer dapat diketahui ketidakbulatannya. Tetapi, mikrometer tersebut hanya dapat mengetahui ketidakbulatan penampang poros dengan dua tonjolan beraturan (*elips*), untuk poros yang memiliki tonjolan yang berjumlah ganjil beraturan mikrometer sudah tidak lagi dapat digunakan. Pengukuran kebulatan dengan alat ukur dua sensor seperti Gambar 2.6 berikut.

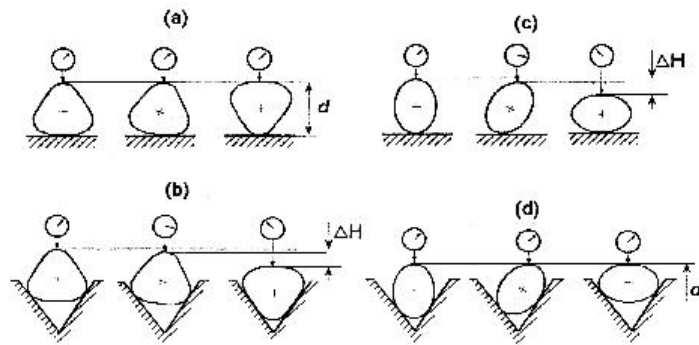


Gambar 2. 6 Alat ukur kebulatan dua sensor

(Sumber: Taufik Rochim, 2006)

Cara lain yang dapat digunakan untuk mengukur suatu nilai ketidakbulatan adalah dengan alat ukur kebulatan 3 sensor. Contoh alat ukur kebulatan 3 sensor tersebut adalah *roundness tester*, tetapi pengukuran kebulatan menggunakan *block-v* dan *dial indicator* dapat juga disetarakan dengan alat ukur tiga sensor tersebut. Dengan alat *dial indicator* serta bantuan *block-v* dan *dial stand* dapat digunakan untuk pengukuran kebulatan suatu benda kerja poros untuk mengetahui

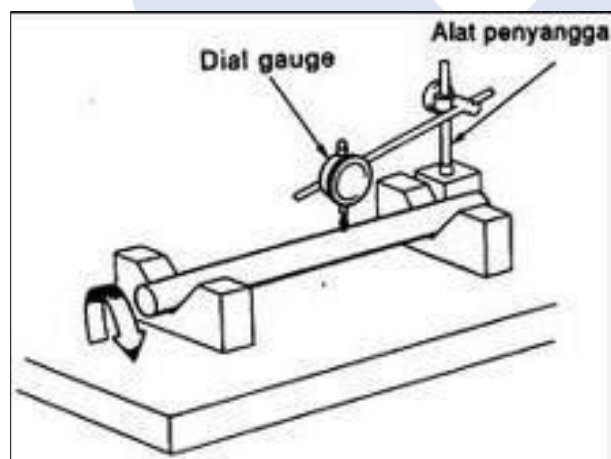
nilai kebulatan benda kerja tersebut (Sidi dkk, 2013). Pengukuran kebulatan dengan alat ukur tiga sensor seperti Gambar 2.7 berikut.



Gambar 2. 7 Alat ukur kebulatan tiga sensor (dial indicator dan block v)

(Sumber: Taufik Rochim, 2006)

Pengukuran kebulatan poros dengan menggunakan kombinasi dua alat ini dilakukan dengan cara memosisikan poros pada *block-v*. Kemudian poros diputar dengan sensor jam ukur diletakan pada permukaan poros yang akan diukur kebulatannya. Pengukuran kebulatan dengan kombinasi alat ukur *dial indicator* dan *block-v* seperti Gambar 2.8 berikut.



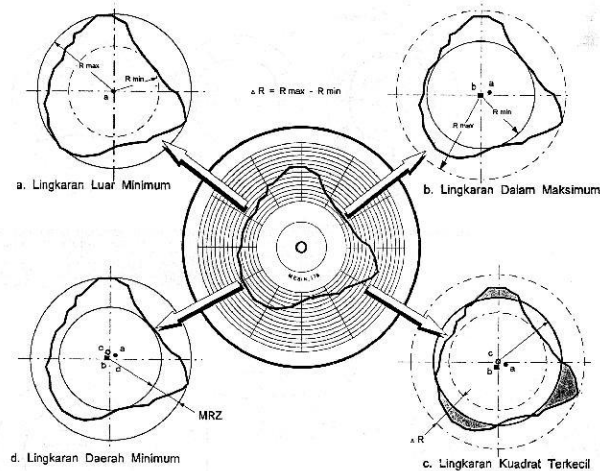
Gambar 2. 8 Pengukuran dengan dial indicator dan block-v

(Sumber: Yudo dkk, 2019)

2.3.3 Parameter Kebulatan

Parameter kebulatan sangat diperlukan dalam menentukan suatu nilai kebulatan sehingga mampu menentukan tingkat ketidakbulatan spesimen uji kebulatan. Untuk menentukan suatu parameter kebulatan itu sendiri dapat dihitung berdasarkan profil kebulatan relatif terhadap lingkaran referensinya. Menurut Taufiq Rochim (2006) terbagai menjadi empat jenis sesuai dengan standar Inggris, Amerika, dan Jepang yaitu sebagai berikut :

1. Lingkaran Luar Minimum (*Minimum Circumscribed Circle*)
Sebuah lingkaran terkecil diproses di luar profil kebulatannya tanpa melakukan pemotongan. Jarak radial terhadap ketidakbulatan nilainya sama, dari lingkaran ke lekukan yang paling dalam.
2. Lingkaran Dalam Maksimum (*Maximum Inscribed Circle*)
Sebuah lingkaran terbesar diproses di dalam profil kebulatannya tanpa melakukan pemotongan. Jarak radial terhadap ketidakbulatan nilainya sama, dari lingkaran ke tonjolan yang paling tinggi.
3. Lingkaran Daerah Minimum (*Minimum Zone Circle*)
Dua buah lingkaran konsentris yang melingkupi profil kebulatan sehingga jarak radial antara kedua lingkaran adalah yang terkecil. Untuk titik tengah dalam hal ini disebut dengan *Minimum Zone Center* (MZC). Pada lingkaran daerah minimum suatu ketidakbulatan merupakan selisih radius yang terdapat pada lingkaran tersebut atau sering disebut dengan *Minimal Radial Zone* (MRZ).
4. Lingkaran Kuadrat Terkecil (*Least Square Circle*)
Pada lingkaran kuadrat terkecil menjelaskan penentuan lingkarannya didasari oleh profil kebulatan sehingga jumlah kuadrat jarak sejumlah titik dengan interval sudut yang sama pada profil kebulatan ke lingkaran referensi adalah yang terkecil dengan titik tengah lingkaran kuadrat terkecil dinamakan *Least Squares Center* (LSC). Jarak radial harga mutlak rata-rata antara profil kebulatan dengan lingkaran kuadrat terkecil disebut *Mean Line Average* (MLA).



Gambar 2. 9 Grafik polar menentukan parameter kebulatan

(Sumber: Taufik Rochim, 2006)

Dalam menghitung nilai ketidakbulatan ini ISO menganjurkan untuk menggunakan Lingkaran Daerah Minimum (*Minimum Zone Circle*) karena hasil yang didapatkan dari MRZ ini sesuai dengan definisi toleransi kebulatan tersebut. MZC (*Minimum Zone Circle*) yang nilai ketidakbulatannya adalah selisih radius profil lingkaran terbesar dan profil lingkaran terkecil yang dinamakan MRZ. Apabila dinyatakan dalam rumus adalah sebagai berikut.

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

Dimana :

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

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

(Sumber: Muhammad Yanis, 2013)

Walaupun jika dipandang dari aspek teori untuk menentukan suatu nilai ketidakbulatan serta titik pusat atau *Least Squares Center* (LSC) secara teiliti penggunaan parameter kebulatan *Mean Line Average* (MLA) dapat dikatakan lebih baik.

2.4 Toleransi Standar

Pada standar yang telah ditetapkan ISO pada (Taufik Rochim , 2001) telah ditetapkan 18 kelas toleransi yang dinamakan toleransi standar. Standar toleransi ini disimbolkan dengan IT yang dimulai dari IT 01 sampai dengan IT 16. Toleransi standar ini ditetapkan untuk benda kerja yang diameter nominalnya sampai dengan 500 mm. Kualitas IT 5 s.d IT 16 suatu harga toleransi standar digunakan dengan menggunakan rumus satuan toleransi. Apabila dinyatakan dalam rumus adalah sebagai berikut.

$$i = 0,45 \sqrt[3]{D} + 0,001 D \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :

I = satuan toleransi (μm)

D = diameter nominal (mm)

Suatu nilai D dapat ditentukan berdasarkan rata-rata harga geometrik dari dua harga batas pada tingkatan diameter nominal tersebut. Dua harga batas pada tingkatan diameter nominal s.d 500 mm dapat dilihat di tabel pada Gambar 2.10 berikut.

Tingkatan utama (dalam mm)		Tingkatan perantara [▼] (dalam mm)	
di atas	s.d.	di atas	s.d.
3	3		
6	6		
	10		
10	18	10	14
		14	18
18	30	18	24
		24	30
30	50	30	40
		40	50
50	80	50	65
		65	80
80	120	80	100
		100	120
120	180	120	140
		140	160
		160	180
180	250	180	200
		200	225
		225	250
250	315	250	280
		280	315
315	400	315	355
		355	400
400	500	400	450
		450	500

Gambar 2. 10 Tabel dua harga batas nominal s.d 500 mm

Harga D dalam hal ini merupakan rata-rat geometrik dari diameter maksimum dan diameter minimum pada setiap tingkat diameter. Apabila dinyatakan dalam rumus sebagai berikut.

$$D = \sqrt{D_{maks} \times D_{min}} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana:

D = diameter nominal (mm)

D_{maks} = diameter maksimum

D_{min} = diameter minimum

Seluruh toleransi standar untuk benda berdiameter sampai dengan 500 mm dapat dilihat di tabel pada Gambar 2.11 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. 11 Tabel dua harga batas nominal s.d 500 mm

2.5 Statistical Quality Control (SQC)

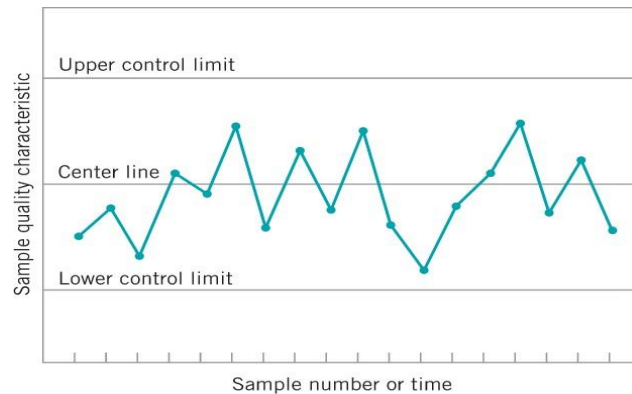
Statistical quality control (SQC) atau pengendalian kualitas statistik adalah suatu metode analisis kualitas serta pengumpulan data. Selain itu penentuan dan interpretasi pengukuran-pengukuran yang menjelaskan tentang proses dalam suatu sistem industri juga diterapkan dalam metode ini. Peningkatan kualitas dari hasil melalui proses statistik merupakan tujuan dari metode ini yang berguna untuk

tercapainya kebutuhan dan harapan pelanggan (Hamdani & Fakhriza, 2019). *Statistica Quality Control* bertujuan pengembangan sistem yang digunakan untuk menjaga standar kualitas suatu produk menggunakan metode statistik untuk mengumpulkan serta menganalisis data. Metode ini juga digunakan sebagai alat pengendalian dan pengelolaan proses secara manufaktur maupun jasa dengan metode statistik (Meldayanoor dkk, 2018).

Dalam buku *Quality Hand Book* (Juran, 1993) menyatakan dalam kontrol kualitas terdiri dari 3 aspek yang disebut *The Juran Trilogy* : perencanaan kualitas, pengendalian kualitas, serta perbaikan kualitas. Pada pengendalian kualitas untuk mengetahui terkendalinya kualitas dan faktor yang berpengaruh terhadap kualitas produk dapat menggunakan diagram kendali kualitas (*control chart*), diagram tulang ikan (*fishbone diagram*) untuk menyatakan sebab-akibat dan metode lainnya. Pada pembahasan ini penerapan *Statistical Quality Control* hanya terfokus pada dua metode diagram kendali kualitas (*control chart*) dan diagram tulang ikan (*fishbone diagram*).

2.5.1 Diagram Kendali (*Control Chart*)

Diagram kendali atau *control chart* adalah salah satu teknik pada SQC berupa metode grafik pengendalian kualitas. Metode ini digunakan sebagai proses penilaian produk sebuah proses apakah berada dalam batas kendali secara statistik. Sehingga dapat memecahkan masalah dan peningkatan kualitas dapat dilakukan (Satyahadewi, 2016). Diagram Kendali terdapat batas-batas kendali yang terdiri dari *Center Line* (CL), *Upper Control Line* (UCL), dan *Lower Control Line* (LCL). *Center Line* merupakan nilai *mean* karakteristik kualitas terkait dengan proses yang dikendalikan. *Upper Control Line* (UCL) dan *Lower Control Line* (LCL) adalah dua garis yang menjadi batas atas dan bawah dari bagan kendali tersebut. Adapun contoh diagram kendali (*Control Chart*) dapat dilihat pada Gambar 2.12 berikut.



Gambar 2. 12 Contoh gambar diagram kendali

(Sumber : Satyahadewi, 2016)

Dalam pengawasan kualitas suatu produk menggunakan SQC dalam hal ini penggunaan diagram kendali, penentuan jumlah sampel dari jumlah populasi yang ada merupakan suatu hal yang perlu dilakukan. Pada penelitian yang dilakukan (Hamdani & Fakhriza, 2019) untuk menentukan jumlah sampel tersebut Isaac dan Michael menyatakan sebuah persamaan sebagai penentu jumlah sampel tersebut. Persamaan tersebut adalah sebagai berikut.

$$s = \frac{\gamma^2 - N \cdot P(1-P)}{d^2(N-1) + \gamma^2 \cdot P(1-P)} \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana :

- γ^2 = chi kuadrat
- N = jumlah populasi
- P = proporsi (0,5)
- d^2 = derajat kebebasan

Hasil pengolahan sampel penelitian tersebut dilanjutkan dengan menggunakan persamaan diagram kendali individual pada setiap bagian yang telah ditentukan. Hal-hal diperlu dilakukan dalam penerapan metode diagram kendali adalah penentuan *standar deviasi*, *Center Line (CL)*, *Upper Control Line (UCL)*, dan *Lower Control Line (LCL)*. Persamaan untuk mengetahui persaaam tersebut adalah sebagai berikut.

1. Persamaan menentukan standar deviasi :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana :

- σ = standar deviasi
- $\sum(x_i - \bar{x})^2$ = jumlah x_i - rerata pangkat 2
- n = jumlah sampel

2. Persamaan menentukan *Center Line* (CL) :

$$CL = \bar{x} \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana :

- \bar{x} = rata-rata

3. Persamaan menentukan *Upper Control Line* (UCL) :

$$UCL = \bar{x} + 3\sigma \dots\dots\dots (2.10)$$

Dimana :

- \bar{x} = rata-rata
- σ = standar deviasi

4. Persamaan menentukan *Lower Control Line* (LCL) :

$$LCL = \bar{x} - 3\sigma \dots\dots\dots (2.11)$$

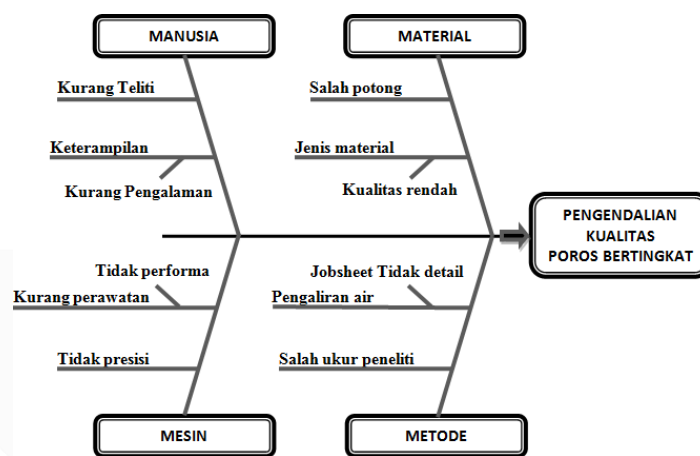
Dimana :

- \bar{x} = rata-rata
- σ = rata-rata

2.5.2 Diagram sebab-akibat (*Chart Fishbone*)

Diagram tulang ikan (*fishbone diagram*) atau lebih sering dikenal dengan diagram sebab-akibat merupakan metode atau alat yang digunakan untuk membantu mengidentifikasi, memilah sampai menampilkan berbagai macam

masalah penyebab yang mungkin terjadi pada suatu proses tertentu dan mempengaruhi karakteristik kualitas suatu produk. Bertujuan sebagai alat identifikasi masalah penyebab penyimpangan yang terjadi pada produk (Meldayanoor dkk ,2018). Dimana pada diagram ini menggambarkan hubungan dengan semua faktor penyebab yang mempengaruhi masalah tersebut. Contoh penerapan diagram tulang ikan pada proses produksi bubut adalah pada Gambar 2.13.



Gambar 2. 13 Contoh gambar diagram sebab-akibat

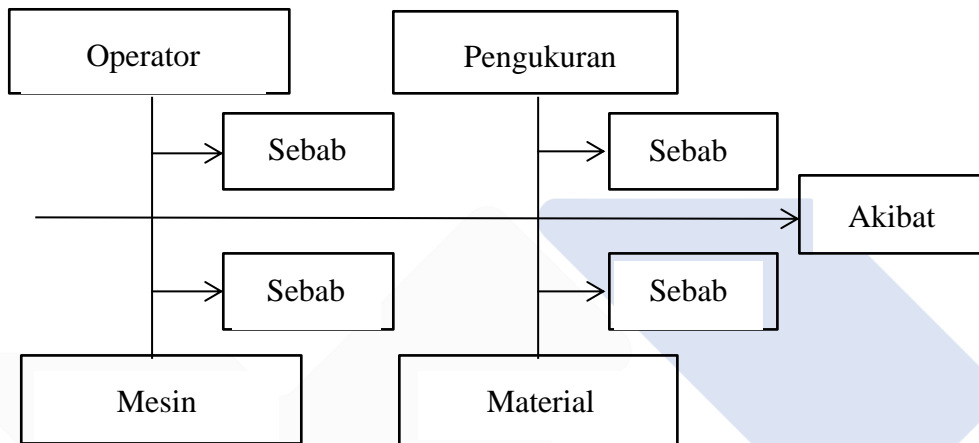
(Sumber : Hamdani & Fakhriza, 2019)

Proses pencarian penyebab dalam penerapan diagram sebab-akibat ini adalah dengan menggunakan teknik *brainstorming* dari seluruh elemen yang terlibat dalam proses tersebut. Dengan tahap awal adalah mencari akibat yang dihasilkan dalam sebuah proses tersebut. Dari beberapa akibat yang telah diketahui, dicari penyebab yang memungkinkan untuk mempengaruhi akibat tersebut.

Dalam proses pemesinan terdapat biasanya empat kategori yang menjadi penyebab utama yang umum terjadi yaitu manusia (operator), mesin, pengukuran, sampai material. Penggunaan diagram dan tabel *tree* dapat memudahkan dalam menggambarkan penyebab dalam pembuatan diagram *fishbone*, seperti Tabel 2.4 dan Gambar 2.14 berikut.

Tabel 2. 4 Tabel diagram tree

Manusia (operator)	Mesin	Pengukuran	Material
Sebab	Sebab	Sebab	Sebab



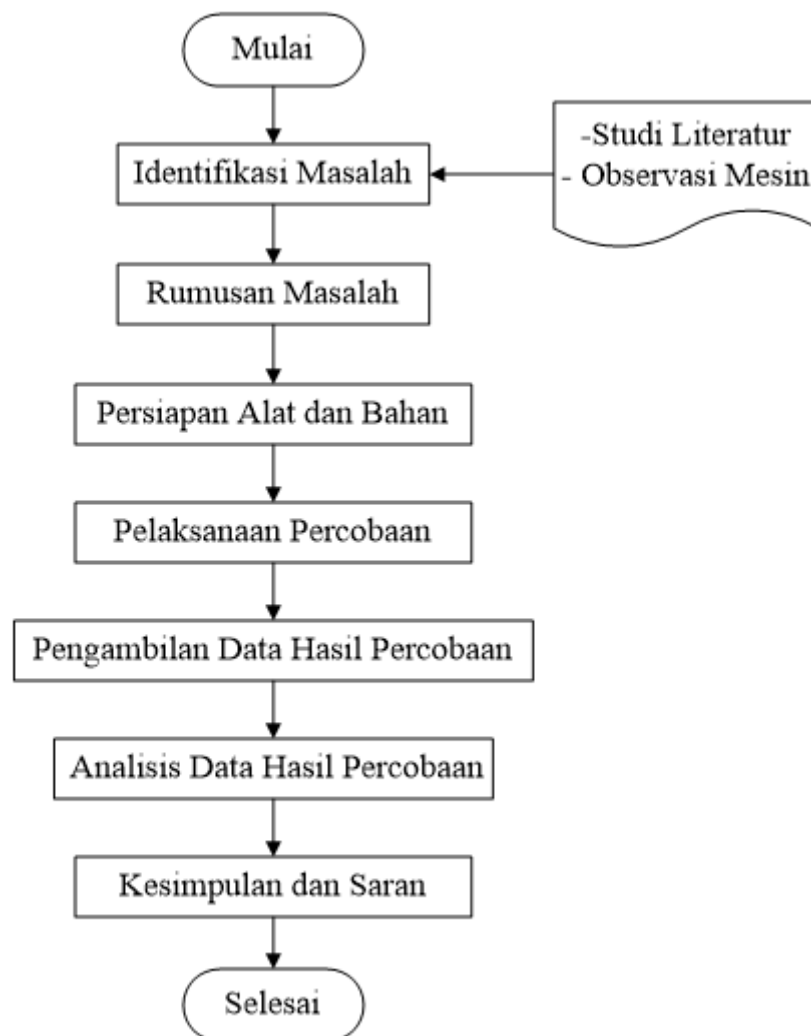
Gambar 2. 14 contoh gambar diagram sebab-akibat

BAB III

METODE PELAKSANAAN

3.1 Diagram Alir/ Flow Chart

Tahapan proses penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada diagram alir/flow chart pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.1.1 Identifikasi Masalah

Suatu penelitian dapat dilakukan karena adanya suatu masalah ataupun fonema yang memiliki potensi untuk dipecahkan permasalahannya. Oleh karena itu, proses identifikasi masalah merupakan hal yang harus dilakukan pada awal proses penelitian yang mana untuk mengetahui masalah yang perlu diteliti dengan cara mengamati pokok permasalahan yang akan diteliti.

3.1.2 Studi Literatur dan Observasi Mesin

Hal yang akan dilakukan pada proses penelitian ini adalah pengumpulan beberapa data yang berkaitan dengan permasalahan pokok yang akan diamati. Menambah wawasan mengenai masalah serupa yang pernah terjadi dengan cara mencari informasi data terkait dari penelitian sebelumnya, jurnal, buku, referensi lainnya serta survei terkait masalah yang akan diteliti akan mendukung identifikasi masalah sebelumnya. Sehingga tercapainya tujuan dari studi literatur dan observasi mesin yaitu mengetahui sebuah kondisi dan masalah yang akan dihadapi, serta penyusunan rencana kerja yang akan dihadapi dapat dilakukan.

3.1.3 Rumusan Masalah

Setelah melakukan proses sebelumnya perumusan masalah yang akan dipecahkan dalam penelitian ini dibuat dalam proses ini. Permasalahan yang didapatkan dirumuskan menjadi beberapa pertanyaan yang akan ditemukan jawabannya melalui penelitian.

3.1.4 Persiapan Alat dan Bahan

3.1.4.1 Alat Penelitian

1. Mesin Gergaji Potong

Pada penelitian ini mesin gergaji potong yang digunakan adalah DOALL Model C-916 yang berfungsi sebagai alat potong benda kerja menjadi spesimen pengujian. Mesin gergaji potong DOALL Model C-916 dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut.



Gambar 3. 2 Mesin Gergaji Potong DOALL Model C-916

2. Kikir

Kikir digunakan untuk membersihkan bagian-bagian sisa potong pada spesimen uji. Gambar kikir dapat dilihat pada Gambar 3.3 berikut.



Gambar 3. 3 Kikir

3. Jangka sorong

Jangka sorong berfungsi sebagai alat ukur yang digunakan untuk mengukur spesimen penelitian. Pada penelitian ini jangka sorong yang digunakan adalah jangka sorong kecermatan 0,02 mm. Gambar jangka sorong adalah pada Gambar 3.4 berikut.



Gambar 3. 4 Jangka Sorong

4. Mesin Bubut CNC

Mesin CNC *Turning* SL-25 Mori Seiki ini akan digunakan sebagai objek dalam penelitian yang merupakan mesin buatan dari Jepang. Gambar mesin CNC *Turning* SL-25 Mori Seiki dapat dilihat pada Gambar 3.5 dan spesifikasi mesin CNC *Turning* SL 25 Mori Seiki dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut.



Gambar 3. 5 Mesin CNC Turning SL-25 Mori Seiki

Tabel 3. 1 Spesifikasi Mesin CNC Turning SL-25 Mori Seiki

<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>Capacity</i>	<i>Distance between centers</i>	625(24.61)
	<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-axix travel</i>	160<30 + 130> (6.30<1.2+5.1>)
	<i>Z-axix travel</i>	590(23.2)
	<i>Spindle speed range</i>	35-292-3500
	<i>Numbers spindle speed ranges</i>	1
	<i>Type of spindle nose</i>	Jls A2-6
<i>Spindle</i>	<i>Through spindle hole diameter</i>	80(3.1)
	<i>Minimum spindle indexing angle</i>	-
	<i>Spindle bearing iner diameter</i>	130(5.12)
	<i>Number of turrets</i>	1
<i>Turret</i>	<i>Type of turret</i>	10 st.
	<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>Feedrate</i>	<i>Rapid treverse rate mm/min (ipm)</i>	X: 1200(472.44) Z: 15000 (590.55)
	<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 spindle diameter</i>	110(4.33)
	<i>Taper hole of tail stock spindle</i>	MT5<live center>
	<i>Tailstock spindle travel</i>	100(3.94)
	<i>Spindle dirve motor (30 min/cont) kW (HP)</i>	15/11(20/15)[18.5/15(25/20)]
<i>Motors</i>	<i>Feed motors kW (HP)</i>	X: 0.9(1.21) Z: 1.8(2.41)
	<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</i>	26[34]

	(continuous rating) kVA	MSD-516ll: 27 [34]
Power Sources	Compressed air suplay	-
	Mpa (psi), L/min(gpm)	
	Hydraulic oil tank capacity L (gal.)	39(10.30)
	Lubricant tank capacity L (gal.)	2(0.53)
	Coolant tank capacity L (gal.)	100(26.40)
	Machine height	1930(75.98)
Machine Size	Floor space	3033 × 1647 [MSD-516: 1621] (119.41 × 64.84 [63.82])
	Mass of machine kg (lb.)	4200(9240)
	Clamping force of turret N (kgf) (lbf)	28440{2900}(6380)<at 3.4 Mpa {35 kgf/cm2}>
	Coupling diameter	210(8.27)
Force dan Diameter	Ball screw diameter <pitch>	X: 28 (1.10)<6> Z: 40(1.57)<10>
	Thrust force of tailstock N (kgf) (lbf)	9880 {1000} (2000) <at 3.4 MPa {35 kgf/cm2}>
	Clamping force of tail stock N (kgf) (lbf)	Manual: 107910 {11000} (24200), [Automatic: 65720 {6700} (14740)] <at 3.4 MPa {35 kgf/cm2}>

5. Mata potong

Mata potong digunakan untuk memproses penyayatan benda uji pada proses permesinan CNC *turning*. Pada penelitian ini mata potong yang digunakan adalah insert carbid dengan merek CNMG. Penggunaan mata potong ini didukung dengan sifat-sifat dari mata potong tersebut, seperti memiliki tingkat kekerasan yang tinggi dengan berbagai tingkatan suhu, ketahanan aus yang baik, tingkat modulus yang tinggi serta memiliki tingkat konduktivitas termal yang tinggi pula sehingga sehingga efektif jika digunakan pada proses pemesinan. Gambar mata potong dapat dilihat

pada Gambar 3.6 berikut dan spesifikasi dapat dilihat pada Gambar 3.7 berikut.



Gambar 3. 6 Mata Potong

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

- Merk: Mitsubishi
- Pahat: *Insert Carbide*
- Type: CNMG120408-MA
- VC: 110-160 m/min
- f: 0.14-0.28 mm/rev
- Pembuatan: di buat di Jepang



Gambar 3. 7 Spesifikasi Mata Potong

6. *Dial Indicator* dan *Block-V*

Gabungan kedua alat ini adalah menjadi alat uji kebulatan pada penelitian ini. *Dial indicator* digunakan sebagai ganti penggunaan alat ukur kebulatan yaitu *roundness tester* untuk mengukur nilai kebulatan pada spesimen uji yang mana telah dilakukan oleh (Muhammad Yanis, 2013). *Block-v* adalah alat yang digunakan sebagai alat bantu dudukan spesimen uji untuk mengukur suatu kebulatan atau kelurusan suatu poros. Gambar *dial indicator* dan *block-v* dapat dilihat pada Gambar 3.8 berikut.



Gambar 3. 8 Dial Indicator dan Block-V

3.1.4.2 Bahan Penelitian

1. Benda Kerja

Baja AISI 1045 adalah bahan yang akan digunakan sebagai spesimen uji pada penelitian ini. Penggunaan bahan ini dikarenakan baja AISI 1045 merupakan baja yang sering digunakan sebagai bahan dalam pembuatan komponen-komponen mesin terkhusus komponen-komponen yang berpenampang bulat seperti poros, roda gigi dan lain sebagainya. Ukuran spesimen yang akan digunakan pada penelitian ini adalah dengan $\text{Ø}30$ dan panjang 150 mm. Gambar spesimen uji baja AISI 1045 dilihat pada Gambar 3.9 berikut.



Gambar 3. 9 Bakal Spesimen Uji Baja AISI 1045

2. Media Pendingin

Untuk media pendingin yang digunakan dalam penelitian ini adalah dromus B.

3. Media Pelumas

Untuk media pelumas yang digunakan adalah oli. Pelumas yang digunakan sebagai lapisan pada spesimen uji setelah mengalami proses pemesinan, berfungsi untuk menghindari korosi pada spesimen uji. Gambar pelumas dilihat pada Gambar 3.10 berikut.



Gambar 3. 10 Pelumas

3.1.5 Pelaksanaan Percobaan

3.1.5.1 Proses pemesinan

Langkah-langkah proses pembubutan baja AISI1045 dengan mesin CNC *Turning* SL-25 Mori Seiki dengan settingan parameter tetap yang telah ditentukan adalah sebagai berikut.

- Mempersiapkan spesimen uji yang akan digunakan dalam penelitian. Dalam penelitian ini adalah baja AISI 1045 dengan ukuran yang telah ditetapkan yaitu Ø30 mm dan panjang 150 mm sebanyak 15 spesimen uji. Panjang pembubutan spesimen uji adalah 100 mm maka spesimen yang keluar dari cekam sepanjang 110 mm dengan 40 mm pencekaman. Untuk diameter yang akan dilakukan proses pembubutan sebanyak 5 mm dengan kedalaman potong konstan setebal 1 mm sampai ukuran spesimen uji menjadi Ø 25 mm.
- Mempersiapkan alat bantu pendukung yang akan digunakan dalam proses pembubutan spesimen uji. Alat bantu pendukung tersebut diantaranya *handle chuck*, obeng, spidol, dan oli.
- Mempersiapkan mata potong yang akan digunakan dalam proses pembubutan, yang dalam penelitian ini adalah pahat *insert carbide* CNMG 120408-MA.
- Membuat program CNC sesuai dengan penelitian yang akan dilakukan mengacu kepada ketentuan yang telah ditetapkan.
- Proses pembubutan pada mesin:
Pertama, pasang spesimen uji pada cekam. Lalu pastikan spesimen uji terpasang dengan kuat pada cekam/*chuck*.
Kedua, pasang alat potong pada *tool holder* mesin CNC.
Ketiga, nyalakan mesin CNC sehingga mesin akan melakukan pemotongan terhadap spesimen uji sesuai perintah pada program.
- Mesin CNC *turning* akan melakukan penyayatan setebal 5 mm terhadap spesimen uji secara berkala, dengan kedalaman 1 mm pada satu kali pemotongan.

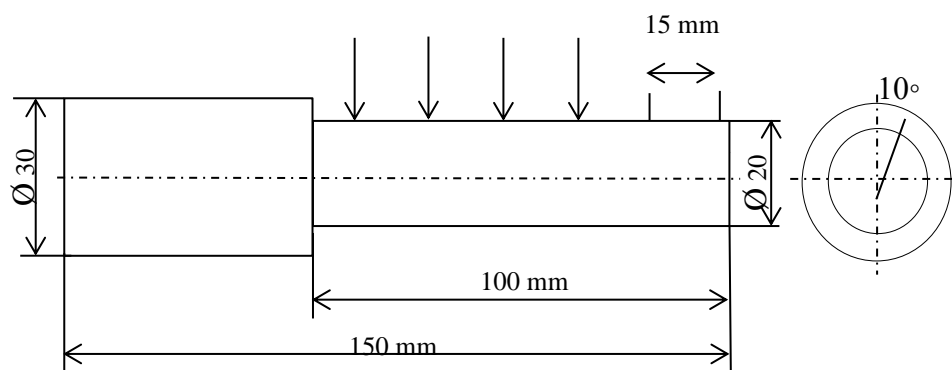
- Lakukan proses pembubutan yang sama terhadap 15 spesimen uji.
- Matikan mesin CNC *turning* ketika telah selesai melalui proses pembubutan.
- Berikan tanda nomor pada spesimen uji yang telah diproses pembubutan.

3.1.6 Pengambilan Data Percobaan

3.1.6.1 Pengukuran Kebulatan Hasil Proses Pembubutan

Hasil proses pembubutan yang telah dilakukan sebelumnya, spesimen uji akan dilakukan pengujian terhadap nilai kebulatannya. Untuk mengetahui kondisi geometrik pada mesin maka akan dilakukan pengukuran kebulatan. Dengan pengukuran kebulatan serta analisis ini akan diambil hasilnya sebagai acuan kondisi dari mesin CNC *Turning* SL-25 Mori Seiki yang sudah menginjak usia sekitar 27 tahun dan setelah digunakan untuk proses pendidikan serta memproduksi suku cadang selama waktu tersebut. Adapun langkah-langkah untuk pengujian ini adalah sebagai berikut.

- Pengujian kebulatan dilakukan pada meja perata
- Siapkan alat-alat yang digunakan untuk proses pengujian kebulatan seperti *dial indicator* kecermatan $1\mu\text{m}$ dan *block-v*.
- 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 (bergambar sudut 10°). Beri tanda sudut dan titik pada spesimen uji seperti Gambar 3.11 dibawah ini.



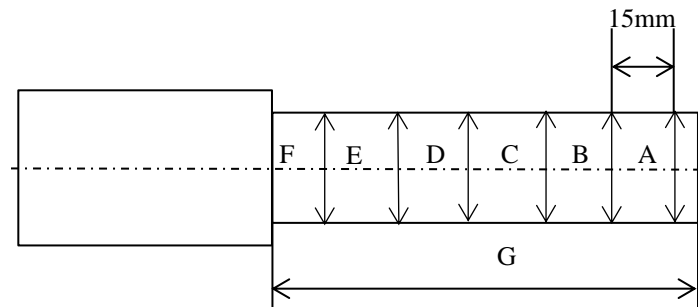
Gambar 3. 11 Tahap Penelitian Sudut dan Titik Spesimen Uji

- Lakukan pengecekan terhadap *dial indicator* sebelum melakukan proses pengujian untuk meminimisir kesalahan data dalam proses pengujian kebulatan.
- Letakan spesimen uji hasil proses pembubutan dari mesin CNC *Turning* Mori Seiki SL-25 pada *block-v* yang telah disiapkan.
- Letakan dan lakukan kalibrasi serta atur ketinggian alat ukur (sensor *dial indicator*) pada permukaan spesimen uji hasil proses pembubutan dari mesin CNC *Turning* Mori Seiki SL-25.
- Lakukan pengukuran kebulatan spesimen uji. Pengukuran dilakukan pada 6 titik pengujian dengan jarak satu titik pengujian dengan yang lainnya adalah 15 mm. Pengukuran nilai kebulatan dilakukan dengan memutar bagian belakang spesimen uji setiap 10°.
- Catat dan foto hasil pengujian kebulatan yang ada pada *dial indicator* disetiap posisi dan titiknya pada *software Microsoft Excel*.

3.1.6.2 Pengukuran Hasil Proses Pembubutan

Dari hasil proses pembubutan yang telah dilakukan sebelumnya, spesimen uji akan dilakukan pengukuran dan selanjutnya diproses menggunakan SQC yaitu metode diagram kendali. Adapun langkah-langkah untuk pengukuran ini adalah sebagai berikut.

- Siapkan alat-alat yang digunakan untuk proses pengukuran seperti jangka sorong kecermatan 0,02 mm.
- Siapkan alat bantu yang akan digunakan dalam pembuatan titik pengukuran pada spesimen uji. Alat bantu tersebut diantaranya spidol dan mistar. Tanda posisi pengukuran adalah pada spesimen uji seperti Gambar 3.12 berikut.



Gambar 3. 12 Posisi Pengukuran Spesimen Uji

- Lakukan pengukuran spesimen uji. Pengukuran dilakukan pada 6 posisi seperti pada gambar, dimana setiap posisi dilakuakn dua kali pengukuran pada arah berlawanan. Jarak satu posisi pengukuran dengan yang lainnya adalah 15 mm.
- Catat dan foto hasil pengukuran pada *software Microsoft Excel*.

3.1.7 Analisis Data Percobaan

Pengumpulan, pengolahan, perhitungan, sampai penyajian data dilakukan pada bagian ini. Penyajian data sesuai dengan tata letak yang telah ditetapkan pada penelitian ini. Penyajian data yang berupa perhitungan, interpretasi hasil penelitian dalam bentuk grafik, tabel dan diagram.

Analisis kebulatan data dilakukan untuk mengetahui penyimpangan geometrik pada mesin melalui benda kerja yang dihasilkan dan mengetahui toleransi kemampuan mesin dalam memproses benda kerja. Analisis SQC yang digunakan yaitu metode diagram kendali dan diagram sebab-akibat. Analisis diagram kendali pada proses produksi dilakukan dengan alat ukur jangka sorong kecermatan 0.02 mm dan alat bantu *software Microsoft Excel* dan kalkulator. Diagram sebab-akibat dilakukan untuk mengetahui komponen yang mempengaruhi penyimpangan kualitas pada mesin.

3.1.8 Kesimpulan dan Saran

Bagian ini merupakan tahap akhir dari penelitian. Pada bagaian ini dari hasil penelitian yang didapatkan, peneliti menarik kesimpulan yang merupakan jawaban dari tujuan yang telah ditetapkan.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian

Seperti yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, data dari penelitian merupakan hasil proses pemesinan dari mesin CNC *Turning* SL 25 Mori Seiki dengan kombinasi parameter yang telah ditentukan dan konstan. Adapun parameter tersebut adalah kecepatan makan v_f : 300 mm/min, putaran spindle: 1433 rpm, kedalaman pemakanan : 1 mm dan *feeding* : 0,2 mm/put tanpa menggunakan senter tetap yang dilakukan penyatan sebanyak 5 mm dengan panjang 100 mm. Setelah melalui proses pemesinan dilakukan pengujian kebulatan terhadap spesimen uji. Pengujian dilakukan pada 6 posisi dengan jarak satu posisi dengan yang lainnya adalah 15 mm. Pada posisi-posisi yang telah ditetapkan akan dilihat nilai ketidakbulatannya setiap 10° . Parameter kebulatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah MZC (*Minimum Zone Circle*) yang nilai ketidakbulatannya adalah selisih radius profil lingkaran terbesar dan profil lingkaran terkecil yang dinamakan MRZ. Selanjutnya, dilakukan analisis dengan SQC yaitu metode diagram peta kendali dan diagram sebab-akibat untuk mendukung penelitian yang dilakukan.

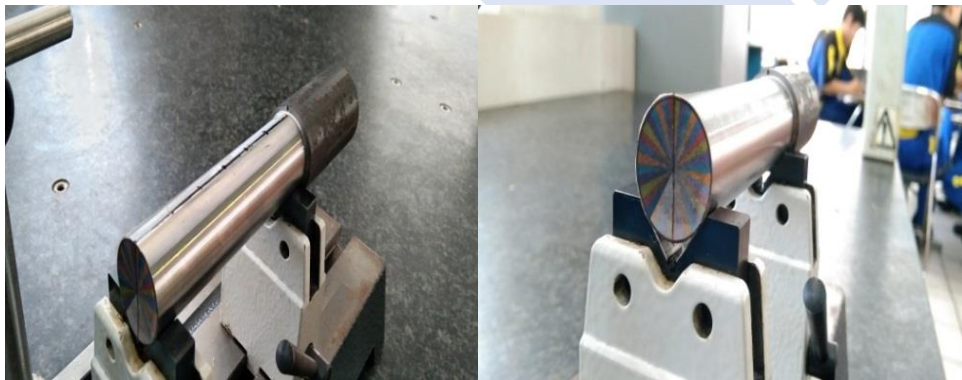
4.2 Proses Pengambilan Data Kebulatan

Proses pengujian kebulatan dilakukan untuk mengetahui suatu nilai ketidakbulatan yang terdapat pada spesimen uji. Sebelum melakukan pengukuran tersebut, terdapat beberapa langkah yang perlu dilakukan yaitu melakukan observasi kondisi mesin CNC *Turning* SL-25 Mori Seiki. Apabila hal tersebut menentukan variabel proses pemesinan dengan menyesuaikan kondisi mesin yang memungkinkan untuk dilakukan proses pemesinan. Setelah proses pembubutan dilakukan terhadap 15 spesimen uji, pemberian nomor dilakukan sebagai kode sebelum dilakukan pengukuran nilai kebulatan. Spesimen uji setelah dilakukan proses bubut dan pemberian dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut.



Gambar 4. 1 Spesimen uji setelah proses bubut dan pemberian nomor

Apabila proses pemesinan dan pemberian nomor telah dilakukan, selanjutnya melakukan pemberian tanda pada derajat dan posisi yang akan dilakukan pengukuran kebulatan. Dimana proses pembuatan gambar titik derajat dalam hal ini setiap 10° dengan menggunakan alat bantu *software Microsoft Excel*. Setelah desain gambar dibuat, dilakukan proses penyetakan desain gambar dan dilakukan pemotongan sesuai ukuran lalu ditempel dibagian depan spesimen uji menggunakan lem. Proses selanjutnya adalah memberikan tanda pada posisi yang akan dilakukan pengukuran kebulatan, dengan alat bantu spidol dan mistar. Posisi pengukuran adalah sebanyak 6 posisi, yang mana setiap posisi memiliki jarak 15 mm. Spesimen uji yang telah dilakukan proses diatas dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut.



Gambar 4. 2 Contoh spesimen uji setelah dibuat derajat dan posisi pengukuran kebulatan

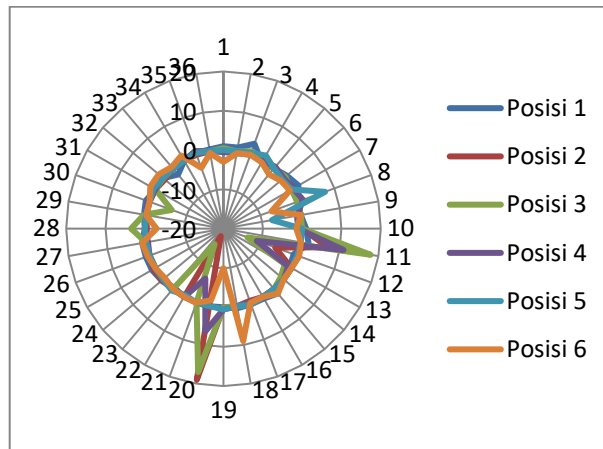
Setelah proses tersebut selesai dilakukan pada 15 spesimen uji, pengukuran kebulatan dilakukan terhadap seluruh spesimen uji untuk mengetahui nilai ketidakbulatan spesimen uji dengan menggunakan alat ukur *dial indicator* kecermatan $1\mu\text{m}$ dan *block-v*. Pengukuran dilakukan pada setiap titik dan posisi yang telah diberikan pada seluruh spesimen uji. Proses pengukuran dapat dilihat pada Gambar 4.3 berikut.



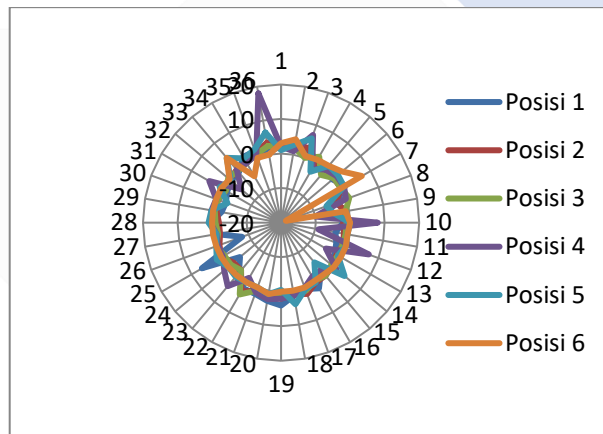
Gambar 4. 3 Gambar pengukuran kebulatan spesimen uji

4.3 Hasil Pengukuran dan Analisis Nilai Kebulatan

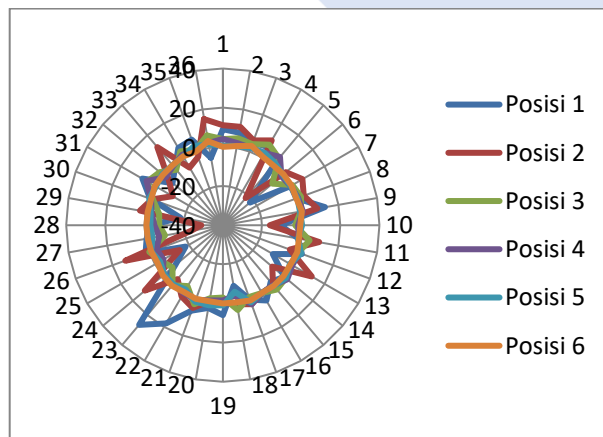
Setelah dilakukan pengukuran nilai kebulatan menggunakan *dial indicator* dan *block-v* terhadap seluruh spesimen uji yang telah dilakukan proses pemesinan oleh mesin CNC *Turning* SL-25 Mori Seiki. Seluruh data ukuran yang telah didapatkan, dilakukan proses *input* ke media bantu yaitu *software Microsoft Excel*. Setelah hal tersebut dilakukan, semua data yang didapatkan diplot kedalam diagram polar untuk melihat profil jari-jari tertinggi dan profil jari-jari terendah dari hasil pengukuran setiap posisi dan titik spesimen uji. Seluruh diagram polar tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.4 sampai dengan Gambar 4.19 berikut.



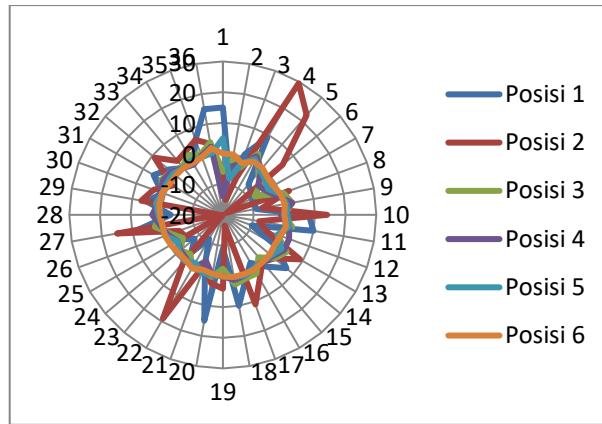
Gambar 4. 4 Grafik polar pengukuran kebulatan spesimen 1



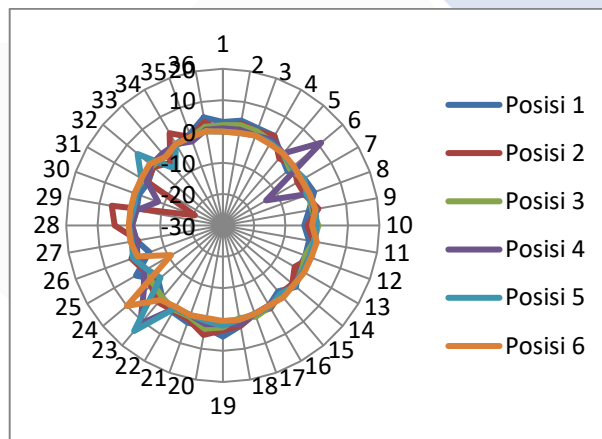
Gambar 4. 5 grafik polar pengujian kebulatan spesimen 2



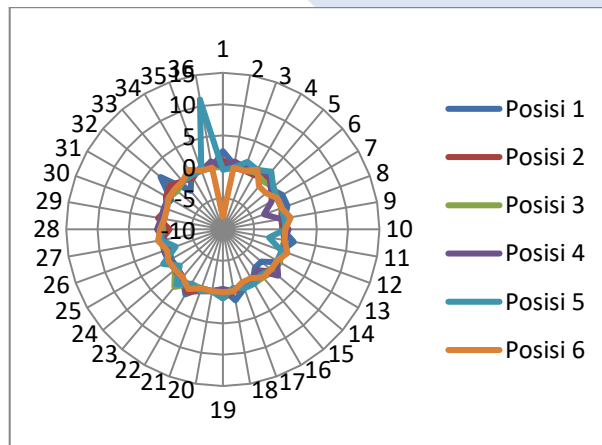
Gambar 4. 6 grafik polar pengujian kebulatan spesimen 3



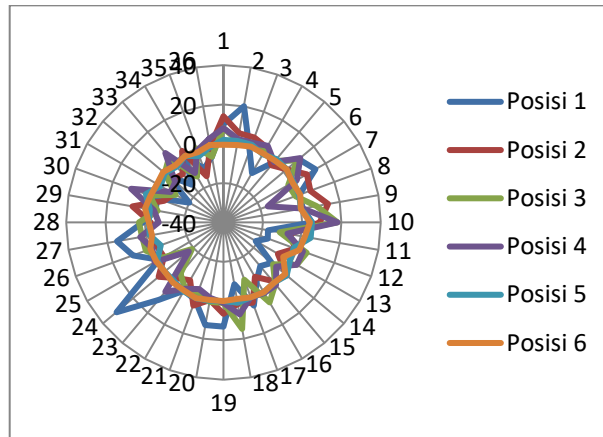
Gambar 4. 7 grafik polar pengujian kebulatan spesimen 4



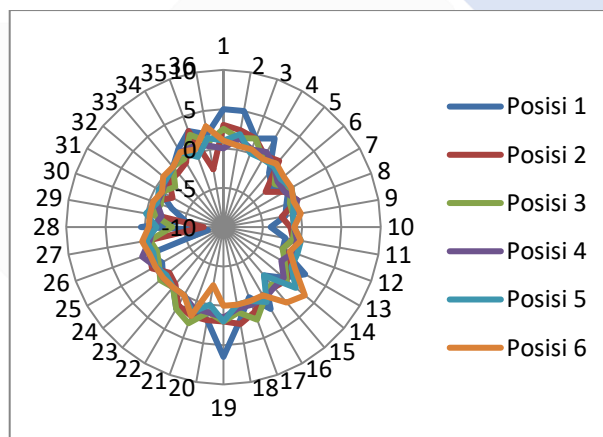
Gambar 4. 8 grafik polar pengujian kebulatan spesimen 5



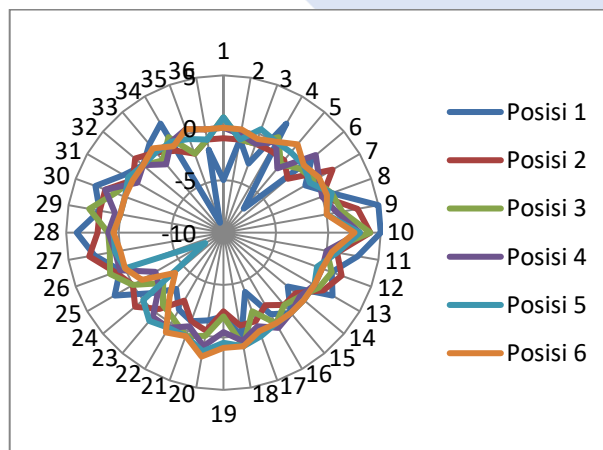
Gambar 4. 9 grafik polar pengujian kebulatan spesimen 6



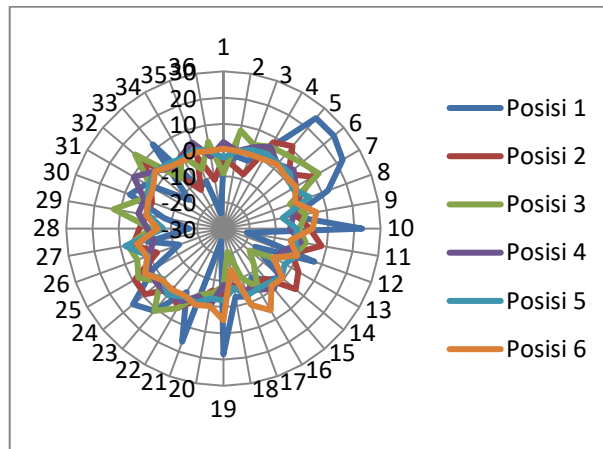
Gambar 4. 10 Grafik polar pengujian kebulatan spesimen 7



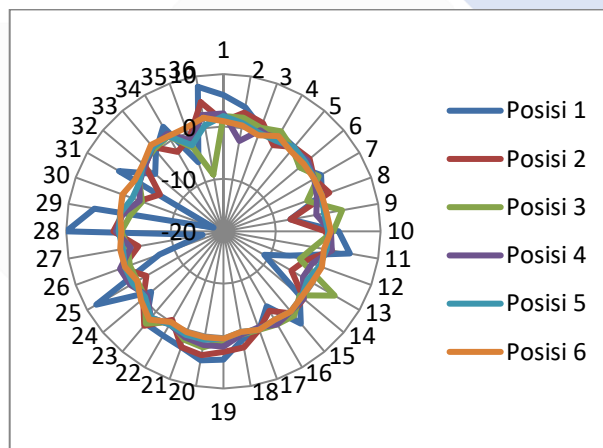
Gambar 4. 11 grafik polar pengujian kebulatan spesimen 8



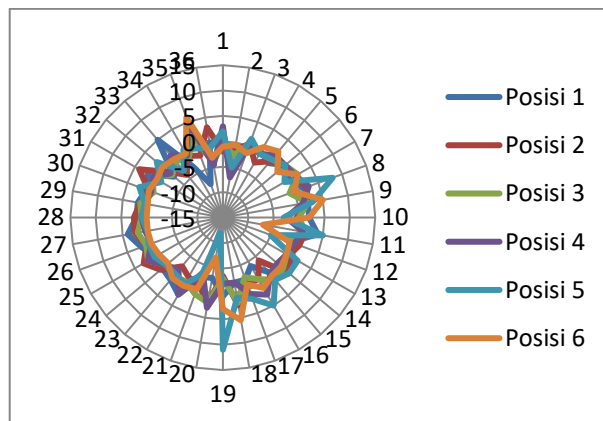
Gambar 4. 12 grafik polar pengujian kebulatan spesimen 9



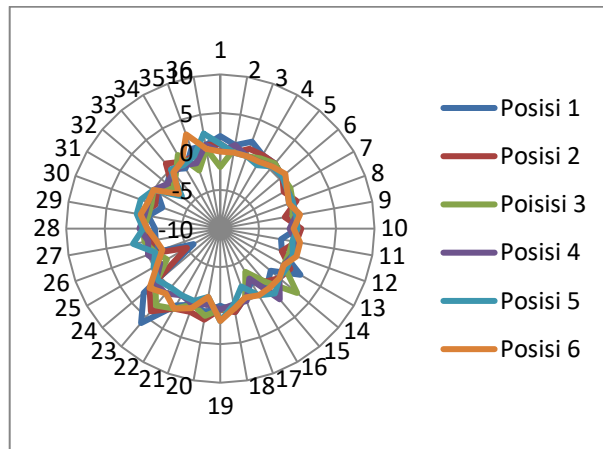
Gambar 4. 13 Grafik polar pengujian kebulatan spesimen 10



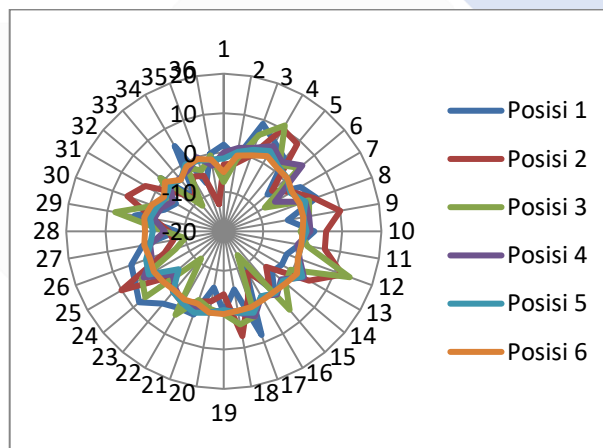
Gambar 4. 14 grafik polar pengujian kebulatan spesimen 11



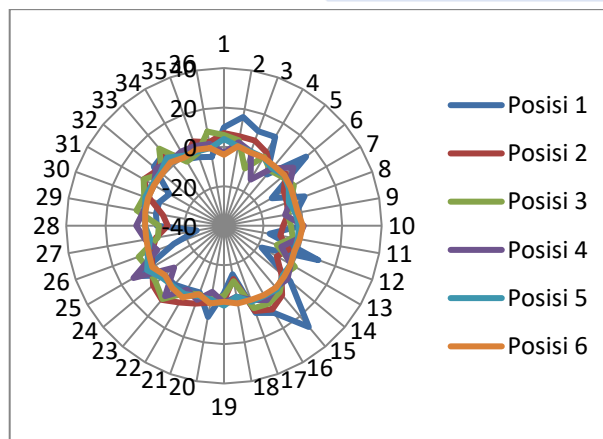
Gambar 4. 15 Grafik polar pengujian kebulatan spesimen 12



Gambar 4. 16 grafik polar pengujian kebulatan spesimen 13



Gambar 4. 17 grafik polar pengujian kebulatan spesimen 14



Gambar 4. 18 grafik polar pengujian kebulatan spesimen 15

Setelah proses tersebut dilakukan analisis ketidakkebulatan pada penelitian ini menggunakan MZC (*Minimum Zone Circle*). Oleh sebab itu, profil jari-jari tertinggi dan profil jari-jari terendah dengan alat bantu *software Microsoft Excel* Setelah itu analisis ketidakbulatan spesimen uji dapat dilakukan. Apabila dinyatakan dalam rumus adalah sebagai berikut.

$$MZC = R_{maks} - R_{min} \dots\dots\dots(4.1)$$

Dimana :

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

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

(Sumber: Muhammad Yanis, 2013)

Nilai profil jari-jari tertinggi dan profil jari-jari terendah seluruh spesimen uji yang telah didapatkan dan proses analisis yang telah dilakukan tertera pada Tabel 4.1 sampai dengan Tabel 4.15 berikut.

Tabel 4. 1 Nilai R_{max} dan R_{min} serta ketidakbulatan spesimen uji 1

No.	Posisi	$R_{max}(\mu\text{m})$	$R_{min}(\mu\text{m})$	Ketidakbulatan(μm)
1.	1	3	-2	5
	2	19	-18	37
	3	18	-15,5	33,5
	4	11	-11	22
	5	7,5	-7,5	15
	6	9	-10	19

Tabel 4. 2 Nilai R_{max} dan R_{min} serta ketidakbulatan spesimen uji 2

No.	Posisi	$R_{max}(\mu\text{m})$	$R_{min}(\mu\text{m})$	Ketidakbulatan(μm)
2.	1	6,5	-8	14,5
	2	3,5	-3	6,5
	3	4	-2	6
	4	18	-10	28
	5	6,5	-6	12,5
	6	7	-18,5	25,5

Tabel 4. 3 Nilai R_{max} dan R_{min} serta ketidakbulatan spesimen uji 3

No.	Posisi	$R_{max}(\mu\text{m})$	$R_{min}(\mu\text{m})$	Ketidakbulatan(μm)
3	1	26,5	-22	48,5
	2	15	-29	44
	3	7,5	-10	17,5
	4	5,5	-7	12,5
	5	3	-5,5	8,5
	6	3,5	-1,5	5

Tabel 4. 4 Nilai R_{max} dan R_{min} serta ketidakbulatan spesimen uji 4

No.	Posisi	$R_{max}(\mu\text{m})$	$R_{min}(\mu\text{m})$	Ketidakbulatan(μm)
4	1	15	-11	26
	2	29,5	-20	49,5
	3	4	-8	12
	4	3	-14	17
	5	5	-8	13
	6	2	-2	4

Tabel 4. 5 Nilai R_{max} dan R_{min} serta ketidakbulatan spesimen uji 5

No.	Posisi	$R_{max}(\mu\text{m})$	$R_{min}(\mu\text{m})$	Ketidakbulatan(μm)
5.	1	5,5	-5	10,5
	2	6	-20,5	26,5
	3	3,5	-2	5,5
	4	11	-14	25
	5	14	-6,5	20,5
	6	10	-11	21

Tabel 4. 6 Nilai R_{max} dan R_{min} serta ketidakbulatan spesimen uji 6

No.	Posisi	$R_{max}(\mu\text{m})$	$R_{min}(\mu\text{m})$	Ketidakbulatan(μm)
6.	1	3	-2	5
	2	1,5	-1,5	3
	3	2	-0,5	2,5
	4	1,5	-3	4,5
	5	11	-2,5	13,5
	6	1	-8	9

Tabel 4. 7 Nilai R_{max} dan R_{min} serta ketidakbulatan spesimen uji 7

No.	Posisi	$R_{max}(\mu\text{m})$	$R_{min}(\mu\text{m})$	Ketidakbulatan(μm)
7.	1	31	-21	52
	2	14	-15	29
	3	18	-19	37
	4	18	-17	35
	5	5	-6	11
	6	4	-5	9

Tabel 4. 8 Nilai R_{max} dan R_{min} serta ketidakbulatan spesimen uji 8

No.	Posisi	$R_{max}(\mu\text{m})$	$R_{min}(\mu\text{m})$	Ketidakbulatan(μm)
8.	1	6,5	-8	14,5
	2	3	-7,5	10,5
	3	3	-3,5	6,5
	4	1,5	-2	3,5
	5	2	-2	4
	6	3,5	-2,5	6

Tabel 4. 9 Nilai R_{max} dan R_{min} serta ketidakbulatan spesimen uji 9

No.	Posisi	$R_{max}(\mu\text{m})$	$R_{min}(\mu\text{m})$	Ketidakbulatan(μm)
9.	1	5	-9	14
	2	4	-2,5	6,5
	3	4	-2,5	6,5
	4	3	-2,5	5,5
	5	3	-8	11
	6	2,5	-4	6,5

Tabel 4. 10 Nilai R_{max} dan R_{min} serta ketidakbulatan spesimen uji 10

No.	Posisi	$R_{max}(\mu\text{m})$	$R_{min}(\mu\text{m})$	Ketidakbulatan(μm)
10.	1	25	-25	50
	2	11	-13	24
	3	14	-21	35
	4	9,5	-8,5	18
	5	8	-7	15
	6	6	-14	20

Tabel 4. 11 Nilai R_{max} dan R_{min} serta ketidakbulatan spesimen uji 11

No.	Posisi	$R_{max}(\mu\text{m})$	$R_{min}(\mu\text{m})$	Ketidakbulatan(μm)
11.	1	10	-18	28
	2	5	-7	12
	3	4,5	-9	13,5
	4	2,5	-3	5,5
	5	2	-2,5	4,5
	6	2	-1	3

Tabel 4. 12 Nilai R_{max} dan R_{min} serta ketidakbulatan spesimen uji 12

No.	Posisi	$R_{max}(\mu\text{m})$	$R_{min}(\mu\text{m})$	Ketidakbulatan(μm)
12.	1	5	-8	13
	2	4	-4	8
	3	2	-4	6
	4	5	-7	12
	5	11	-12	23
	6	6	-7	13

Tabel 4. 13 Nilai R_{max} dan R_{min} serta ketidakbulatan spesimen uji 13

No.	Posisi	$R_{max}(\mu\text{m})$	$R_{min}(\mu\text{m})$	Ketidakbulatan(μm)
13.	1	6	-6	12
	2	4	-5	9
	3	3	-3,5	6,5
	4	2	-2,5	4,5
	5	2,5	-3,5	6
	6	3	-3	6

Tabel 4. 14 Nilai R_{max} dan R_{min} serta ketidakbulatan spesimen uji 14

No.	Posisi	$R_{max}(\mu\text{m})$	$R_{min}(\mu\text{m})$	Ketidakbulatan(μm)
14.	1	9	-9	18
	2	12	-13	25
	3	14	-13	27
	4	6	-5	11
	5	5	-5	10
	6	6	-5	11

Tabel 4. 15 Nilai R_{max} dan R_{min} serta ketidakbulatan spesimen uji 15

No.	Posisi	$R_{max}(\mu\text{m})$	$R_{min}(\mu\text{m})$	Ketidakbulatan(μm)
15.	1	27	-26	53
	2	9	-12,5	21,5
	3	11	-11,5	22,5
	4	13	-13	26
	5	5	-5	10
	6	2	-4	6

Seluruh data nilai ketidakbulatan pada setiap posisi spesimen uji diplot kedalam 1 tabel nilai ketidakbulatan berdasarkan MZC (*Minimum Zone Circle*). Seluruh data nilai tersebut seperti pada Tabel 4.16 berikut.

Tabel 4. 16 Nilai Ketidakbulatan Seluruh Spesimen Uji Berdasarkan MZC

No. Spesimen Uji	Ketidakbulatan μm					
	Posisi 1	Posisi 2	Posisi 3	Posisi 4	Posisi 5	Posisi 6
1.	5	37	33,5	22	15	19
2.	14,5	6,5	6	28	12,5	25,5
3.	48,5	44	17,5	12,5	8,5	5
4.	26	49,5	12	17	13	4
5.	10,5	26,5	5,5	25	20,5	21
6.	5	3	2,5	4,5	13,5	9
7.	52	29	37	35	11	9
8.	14,5	10,5	6,5	3,5	4	6
9.	14	6,5	6,5	5,5	11	6,5
10.	50	24	35	18	15	20
11.	28	12	13,5	5,5	4,5	3
12.	13	8	6	12	23	13
13.	12	9	6,5	4,5	6	6
14.	18	25	27	11	10	11
15.	15	21,5	22,5	26	10	6
Rata-rata	21.73	20,8	15,83	15,33	11,83	10,93

Data keseluruhan telah didapatkan dari pengukuran nilai kebulatan sampai analisis nilai ketidakbulatan spesimen uji menggunakan metode MZC (*Minimum Zone Circle*). Proses pemesinan dilakukan melalui mesin CNC *Turning* SL-25 Mori Seiki dengan variabel kecepatan makan (v_f) = 300 mm/min, putaran spindel 1433 rpm, kedalaman makan 1 mm, dan *feeding* = 0,2 mm/putaran tanpa menggunakan senter tetap.

Berdasarkan data hasil pengukuran kebulatan dan analisis nilai ketidakbulatan pada grafik polar dan tabel bahwa mesin CNC *Turning* SL-25 Mori Seiki tidak lagi memiliki konsistensi dalam melakukan proses terhadap benda kerja. Dapat dilihat data dari 15 spesimen uji tersebut nilai ketidakbulatan pada beberapa titik dan posisi memiliki angka ketidakbulatan yang beragam dengan beberapa titik dan posisi pada spesimen uji memiliki jarak yang signifikan.

Walaupun dari beberapa data yang dihasilkan didapatkan beberapa nilai penyimpangan kebulatan yang tidak merata, namun dari pemaparan tabel dapat dilihat penyimpangan kebulatan terbesar terjadi pada posisi 1 seperti pada posisi 1 spesimen uji nomor 7 yang mencapai angka 52 μm . Pada penelitian Muslih (2004) menyatakan, yang berpengaruh dalam hal tersebut adalah variasi kecepatan potong dan ketebalan potong. Penyimpangan terjadi diakibatkan karena adanya getaran pada saat proses pemesinan sehingga akan mempengaruhi kebulatan.

Seluruh nilai tersebut apabila dirata-ratakan pada setiap posisi dari seluruh spesimen uji posisi 1 adalah posisi yang memiliki penyimpangan kebulatan tertinggi yaitu 21,7 μm yang merupakan posisi terluar spesimen uji dari area pencekaman. Begitu pun sebaliknya posisi 6 yang merupakan posisi terdekat dengan area pencekaman memiliki penyimpangan terkecil dengan rata-rata 10,9 μm . Oleh sebab itu, dapat disimpulkan bahwa pada penelitian posisi pencekaman berpengaruh terhadap kondisi geometri kebulatan spesimen uji. Hal ini sama dengan kondisi penelitian yang dilakukan Muhammad Yanis (2013), pada penelitian tersebut rata-rata kesalahan geometrik (ketidakbulatan) terbesar adalah 44,7 μm yang merupakan posisi terluar dari pencekaman. Pada penelitian tersebut menyatakan bahwa dengan kesalahan geometrik tersebut mesin CNC *turning*

masih bisa dipakai untuk memproduksi komponen yang teliti karena penyimpangan masih dibawah toleransi kebulatan secara umum yaitu 50 μm .

4.4 Analisis Toleransi

Untuk menentukan suatu nilai toleransi pada suatu ISO telah menetapkan 18 kelas toleransi yang digunakan untuk menentukan nilai toleransi dari kondisi mesin. *Grades of tolerance* yang dinamakan toleransi standar tersebut dimulai dari IT 0 s.d IT 16. Dengan standar tersebut dapat menentukan toleransi standar terhadap benda kerja sampai dengan diameter 500 mm seperti di tabel pada Gambar 4.19 dibawah ini (Taufik Rochim, 2001).

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 4. 19 Tabel toleransi standar untuk diameter 500 mm

Besaran nilai penyimpangan tersebut sesuai dengan posisi titik pengujian terhadap pengecaman spesimen uji. Nilai penyimpangan kebulatan tersebut dapat dijadikan acuan bahwa mesin CNC *Turning* SL 25 Mori Seiki dapat memproduksi benda kerja dengan toleransi diatas 21 μm .

Berdasarkan tabel toleransi standar untuk benda kerja maksimal 500 mm, mesin tersebut masuk kedalam grade IT 7 dengan nilai sebesar 21 μm . Berdasarkan penyimpangan dan tabel tersebut dapat dijadikan acuan bahwa mesin CNC *Turning* SL 25 Mori Seiki dapat memproduksi benda kerja dengan toleransi diatas 21 μm . Proses ini pernah dilakukan oleh Yudo dkk (2019).

4.5 Proses *Statistical Quality Control* (SQC)

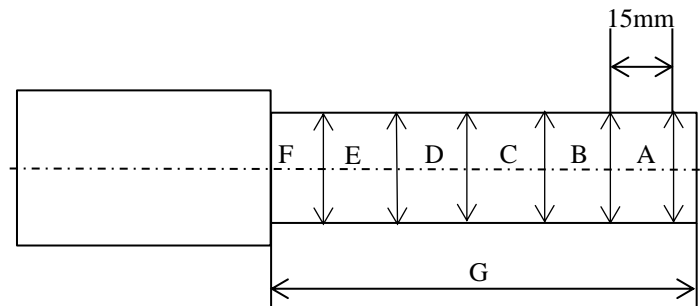
4.5.1 Pembuatan dan Analisis Diagram Kendali Kualitas

Pendekatan SQC dilakukan untuk memperkuat analisis data dalam penelitian. Metode yang dilakukan adalah yang memiliki keterkaitan dengan analisa sebelumnya yaitu metode diagram kendali kualitas dan diagram *fishbone* (diagram sebab-akibat).

Dari 15 jumlah benda yang dilakukan proses pemesinan, dilanjutkan dengan pengolahan agar didapatkan sampel yang akan dianalisa secara statistik melalui diagram kendali. Persamaan penentuan sampel dari populasi tersebut adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} s &= \frac{\gamma^2 \cdot N \cdot P(1-P)}{d^2(N-1) + \gamma^2 \cdot P(1-P)} \dots\dots\dots(4.2) \\ &= \frac{3,841^2 \cdot 15 \cdot 0,5(1 - 0,5)}{0,05^2(15 - 1) + 3,841^2 \cdot 0,5(1 - 0,5)} \\ &= \frac{14,753281 \cdot 7,5(0,5)}{0,0025(14) + 14,753281 \cdot 0,5(0,5)} \\ &= \frac{14,753281 \cdot 3,75}{0,035 + 7,3766405(0,5)} \\ &= \frac{14,753281 \cdot 3,75}{0,035 + 3,68832025} \\ &= \frac{55,32480375}{3,72332025} \\ &= 14,8589968188 \\ &= 14 \text{ sampel} \end{aligned}$$

Setelah jumlah sampel telah didapatkan, langkah selanjutnya adalah mengambil ukuran sampel pada bagian yang telah ditentukan. Posisi-posisi yang akan mengalami proses pengukuran dan gambar prose pengukuran adalah seperti Gambar 4.20 dan Gambar 4.21 dibawah ini.



Gambar 4. 20 Gambar posisi ukur spesimen uji



Gambar 4. 21 Gambar proses pengukuran spesimen uji

Hasil pengukuran pada setiap posisi yang telah ditetapkan menggunakan jangka sorong kecermatan 0,02 mm adalah seperti Tabel 4.17 dibawah ini.

Tabel 4. 17 Data hasil pengukuran spesimen uji (mm)

No.	Posisi A	Posisi B	Posisi C	Posisi D	Posisi E	Posisi F	Posisi G
1.	25,1	25,1	25,11	25,12	25,15	25,1	99,97
2.	25,1	25,11	25,1	25,12	25,1	25,13	100,27
3.	25,11	25,08	25,09	25,1	25,12	25,11	99,39
4.	25,09	25,11	25,12	25,11	25,11	25,13	99,06
5.	25,16	25,17	25,17	25,17	25,18	25,2	99,02
6.	25,16	25,16	25,17	25,15	25,14	25,18	98,63
7.	25,1	25,11	25,1	25,1	25,11	25,1	98,65
8.	25,06	25,05	25,07	25,08	25,98	25,1	92,76

9.	25,24	25,25	25,23	25,32	25,31	25,27	98,85
10.	28,08	25,08	25,09	25,06	25,08	25,1	98,6
11.	25,09	25,1	25,11	25,11	25,12	25,11	99,98
12.	25,02	25,05	25,06	25,05	25,05	25,08	99,68
13.	25,07	25,07	25,1	25,1	25,14	25,13	99,74
14.	25,16	25,13	25,15	25,17	25,18	25,18	100,11
\bar{x}	25,11	25,1121	25,11929	25,1257	25,13357	25,137	98,9078

Pengolahan data dengan *statistical control* dari 14 buah sampel yang dilakukan adalah dengan menggunakan persamaan diagram kendali individual seperti yang dilakukan oleh (Hamdani and Fakhriza 2019) pada setiap posisi ukur yang telah ditentukan. Selanjutnya, komponen yang telah didapatkan diplot ke dalam diagram kendali secara individual sesuai disetiap posisi yang telah ditetapkan. Hal tersebut dilakukan pada setiap posisi yang mengalami proses pengukuran. Perhitungan dan diagram kendali dapat dilihat pada Gambar 4.22 sampai dengan Gambar 4.27 berikut adalah diagram kendali spesimen uji pada posisi A.

1. Diagram Kendali Posisi A

- Standar Deviasi

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{0,0386}{13}}$$

$$\sigma = \sqrt{0,002969}$$

$$\sigma = 0,054491$$

- *Centre Line* (CL)

$$CL = \bar{x}$$

$$CL = 25,11$$

- *Upper Control Line (UCL)*

$$UCL = \bar{x} + 3\sigma$$

$$UCL = 25,11 + 3(0,054491)$$

$$UCL = 25,11 + 0,163473$$

$$UCL = 25,273473$$

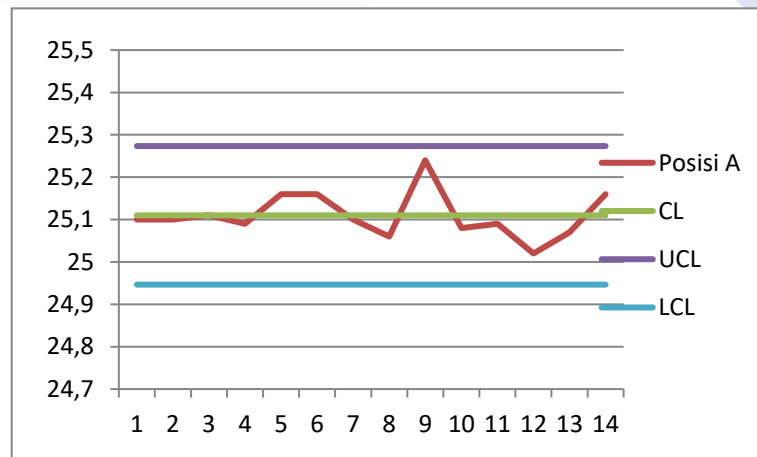
- *Lower Control Line (LCL)*

$$LCL = \bar{x} - 3\sigma$$

$$LCL = 25,11 - 3(0,054491)$$

$$LCL = 25,11 - 0,163473$$

$$LCL = 24,946527$$



Gambar 4. 22 Gambar Diagram Kendali Posisi A

2. Diagram Kendali Posisi B

- Standar deviasi

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{0,036836}{13}}$$

$$\sigma = \sqrt{0,002834}$$

$$\sigma = 0,053231$$

- *Centre Line (CL)*

$$CL = \bar{x}$$

$$CL = 25,11214$$

- *Upper Control Line (UCL)*

$$UCL = \bar{x} + 3\sigma$$

$$UCL = 25,11214 + 3(0,053231)$$

$$UCL = 25,11214 + 0,159692$$

$$UCL = 25,27183$$

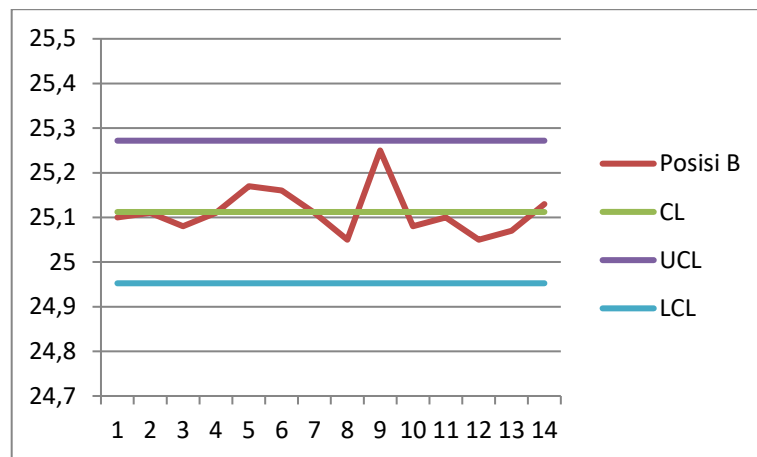
- *Lower Control Line (LCL)*

$$LCL = \bar{x} - 3\sigma$$

$$LCL = 25,11214 - 3(0,053231)$$

$$LCL = 25,11214 - 0,159692$$

$$LCL = 24,95245$$



Gambar 4. 23 Gambar Diagram Kendali Posisi B

3. Diagram Kendali Posisi C

- Standar deviasi

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{0,027292857}{13}}$$

$$\sigma = \sqrt{0,002099451}$$

$$\sigma = 0,045819762$$

- Centre Line (CL)

$$CL = \bar{x}$$

$$CL = 25,11929$$

- Upper Control Line (UCL)

$$UCL = \bar{x} + 3\sigma$$

$$UCL = 25,11929 + 3(0,045819762)$$

$$UCL = 25,11929 + 0,137459285$$

$$UCL = 25,25674929$$

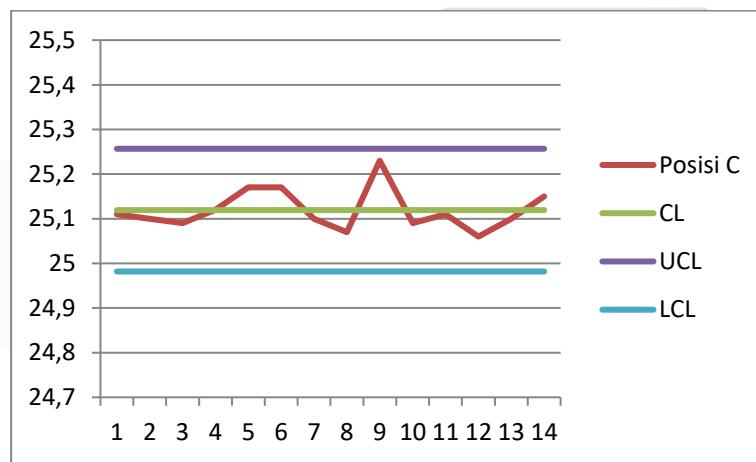
- Lower Control Line (LCL)

$$LCL = \bar{x} - 3\sigma$$

$$LCL = 25,11929 - 3(0,045819762)$$

$$LCL = 25,11929 - 0,137459285$$

$$LCL = 24,98183071$$



Gambar 4. 24 Gambar Diagram Kendali Posisi C

4. Diagram Kendali Posisi D

- Standar deviasi

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{0,0569}{13}}$$

$$\sigma = \sqrt{0,0044}$$

$$\sigma = 0,0662$$

- *Centre Line (CL)*

$$CL = \bar{x}$$

$$CL = 25,126$$

- *Upper Control Line (UCL)*

$$UCL = \bar{x} + 3\sigma$$

$$UCL = 25,126 + 3(0,0662)$$

$$UCL = 25,126 + 0,1986$$

$$UCL = 25,325$$

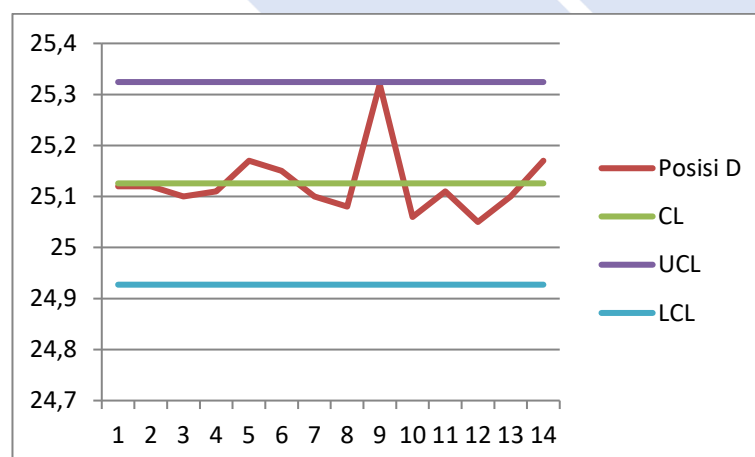
- *Lower Control Line (LCL)*

$$LCL = \bar{x} - 3\sigma$$

$$LCL = 25,126 - 3(0,0662)$$

$$LCL = 25,126 - 0,1986$$

$$LCL = 24,927$$



Gambar 4. 25 Gambar Diagram Kendali Posisi D

5. Diagram Kendali Posisi E

- *Standard deviasi*

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{0,0511}{13}}$$

$$\sigma = \sqrt{0,0039}$$

$$\sigma = 0,0627$$

- *Centre Line (CL)*

$$CL = \bar{x}$$

$$CL = 25,134$$

- *Upper Control Line (UCL)*

$$UCL = \bar{x} + 3\sigma$$

$$UCL = 25,134 + 3(0,0627)$$

$$UCL = 25,134 + 0,1881$$

$$UCL = 25,322$$

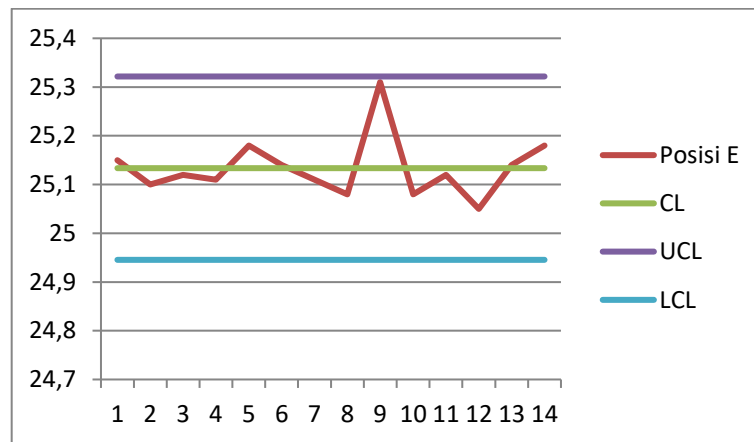
- *Lower Control Line (LCL)*

$$LCL = \bar{x} - 3\sigma$$

$$LCL = 25,134 - 3(0,0627)$$

$$LCL = 25,134 - 0,1881$$

$$LCL = 24,946$$



Gambar 4. 26 Gambar Diagram Kendali Posisi E

6. Diagram Kendali Posisi F

- Standar deviasi

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{0,0357}{13}}$$

$$\sigma = \sqrt{0,0027}$$

$$\sigma = 0,0524$$

- Centre Line (CL)

$$CL = \bar{x}$$

$$CL = 25,137$$

- Upper Control Line (UCL)

$$UCL = \bar{x} + 3\sigma$$

$$UCL = 25,137 + 3(0,0524)$$

$$UCL = 25,137 + 0,1572$$

$$UCL = 25,294$$

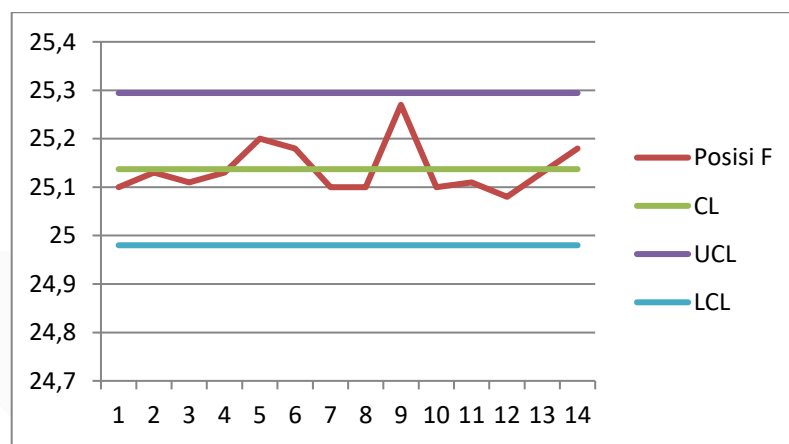
- Lower Control Line (LCL)

$$LCL = \bar{x} - 3\sigma$$

$$LCL = 25,137 - 3(0,0524)$$

$$LCL = 25,137 - 0,1572$$

$$LCL = 24,98$$



Gambar 4. 27 Gambar Diagram Kendali Posisi F

7. Diagram Kendali Posisi G

- Standar deviasi

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{45,173}{13}}$$

$$\sigma = \sqrt{3,4748}$$

$$\sigma = 1,8641$$

- Centre Line (CL)

$$CL = \bar{x}$$

$$CL = 98,908$$

- *Upper Control Line (UCL)*

$$UCL = \bar{x} + 3\sigma$$

$$UCL = 98,908 + 3(1,8641)$$

$$UCL = 98,908 + 5,5923$$

$$UCL = 104,5$$

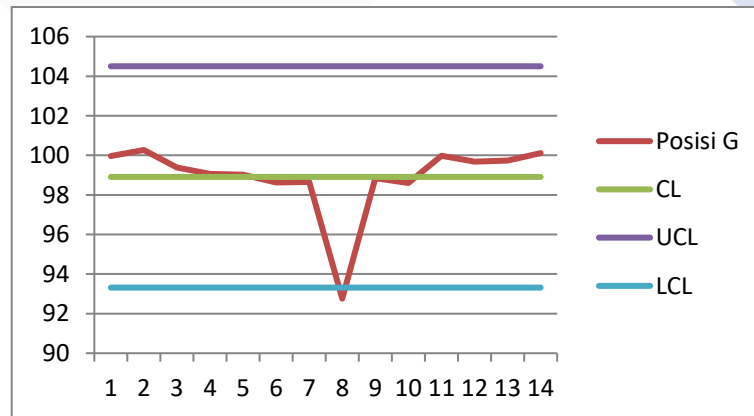
- *Lower Control Line (LCL)*

$$LCL = \bar{x} - 3\sigma$$

$$LCL = 98,908 - 3(1,8641)$$

$$LCL = 98,908 - 5,5923$$

$$LCL = 93,316$$



Gambar 4. 28 Gambar Diagram Kendali Posisi G

Setelah proses diagram kendali dilakukan, didapatkan bahwa tidak terdapat penyimpangan yang melewati batas kendali pada posisi diameter spesimen uji. Hal itu sesuai dengan kondisi pengukuran kebulatan pada kondisi mesin, dimana nilai ketidakbulatan pada analisis sebelumnya masih dibawah nilai toleransi standar. Kondisi ini didukung oleh pernyataan pada (Rochim, 2006) yaitu suatu ketidakbulatan akan berpengaruh pada hasil pengukuran diameter.

4.5.2 Pembuatan dan Analisis Diagram Sebab-Akibat (*Fishbone Chart*)

Proses SQC yang dilakukan setelah metode diagram kendali adalah penggunaan metode diagram *fishbone* (sebab-akibat) dengan melakukan observasi dan melakukan langkah-langkah yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Berdasarkan observasi yang telah dilakukan pada proses pemesinan spesimen uji pada mesin CNC *Turning* SL-25 Mori Seiki di Bengkel Mekanik Polman Babel. Diperoleh bahwa penyebab utama dan sebab turunan lain yang mempengaruhi terjadinya penyimpangan geometrik pada spesimen uji tersebut adalah sebagai berikut.

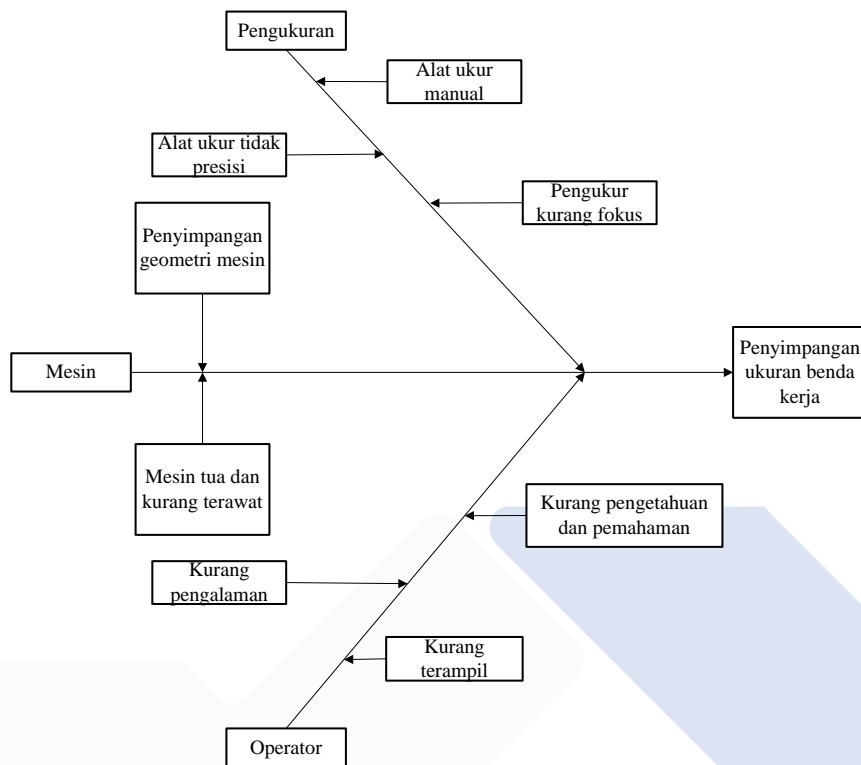
- Mesin: mesin sudah tua, penyimpangan geometri mesin dan kurang perawatan
- Operator: kurang pengetahuan, kurang terampil, serta kurang pengalaman
- Pengukuran: kurang fokus peneliti dan alat ukur yang tidak presisi

Apabila dimasukkan kedalam Tabel 4.18 adalah sebagai berikut.

Tabel 4. 18 Tabel Tree

Mesin	Operator	Pengukuran
Mesin sudah tua dan kurang perawatan	Kurang pengetahuan	Penggunaan alat ukur yang manual
Penyimpangan geometri mesin	Kurang terampil	Alat ukur yang tidak presisi
-	Kurang pengalaman	Kurang fokus peneliti

Setelah pembuatan tabel tersebut, penyebab-penyebab yang memungkinkan menjadi penyebab penyimpangan yang terdapat pada spesimen uji tersebut diplot kedalam diagram sebab-akibat (*fishbone diagram*). Hasil diagram sebab-akibat (*fishbone diagram*) dapat dilihat pada Gambar 4.29 berikut.



Gambar 4. 29 Diagram sebab-akibat

- Mesin: dalam proses observasi yang dilakukan, didapatkan informasi bahwa mesin sudah dalam keadaan tua. Hal itu dapat menjadi sebab yang mempengaruhi kualitas dari spesimen uji hasil proses pemesinan mesin CNC *Turning* SL-25 Mori Seiki. Mesin diragukan untuk dapat memproduksi benda kerja dengan panjang diatas 100 mm. Kurangnya perawatan dan belum dilakukannya proses kalibrasi kembali terhadap mesin membuat kinerjanya menjadi tidak optimal sehingga berimbas terhadap spesimen uji.
- Operator: proses pemesinan penelitian ini dilakukan oleh mahasiswa selaku penguji dengan pengetahuan yang masih sedikit. Ditambah pengalaman serta keterampilan yang masih minim membuat menjadi salah satu penyebab penyimpangan yang terjadi pada spesimen uji.
- Pengukuran: pengukuran kebulatan dan kontrol kualitas yang dilakukan pada penelitian ini dilakukan dengan alat ukur manual yang memungkinkan terjadinya kekeliruan akan cukup besar. Dengan alat ukur

yang jarang digunakan dan tidak dikalibrasi ulang akan membuat persenatase kesalahan semakin besar. Jumlah posisi ukur yang banyak akan membuat peneliti dalam mengukur kekurangan fokus dan akan menjadi sebab dalam penyimpangan spesimen uji.

Dari ketiga penyebab utama tersebut dapat disimpulkan bahwa manusia yang berperan sebagai operator dan pengukur memiliki pengaruh paling signifikan. Hal-hal kesalahn yang disebabkan tersebut memungkinkan menjadi penyebab utama terjadinya penyimpangan kualitas yang terjadi pada hasil proses pemesinan. Dimana pada analisis sebelumnya kondisi geometrik mesin apabila ditinjau dari nilai kebulatan benda hasil proses pemesinan tersebut masih dibawah batas toleransi standar.

Walaupun hal ini telah dilakukan dan hasil telah didapatkan, mesin juga masih menjadi salah satu penyebab penyimpangan pada hasil proses pemesinan. Dalam sebuah penelitian yang dilakukan oleh (Fahira dkk, 2022) bahwa telah terdapat kerusakan pada beberapa kondisi pada mesin CNC Turning SL-25 Mori Seiki di Bengkel Mekanik Polman Babel ini diantaranya kerusakan pada komponen-komponen berupa kerusakan perapat oli, kerusakan en-coder, sekring putus dan kerusakan *switch* pintu depan. Pada penelitian ini menyarankan untuk melakukan pengoptimalan perawatan mesin sesuai dengan petunjuk dan aturan yang berlaku. Sehingga kerusakan tidak berdampak semakin jauh pada mesin terkhsusus pada kondisi geometrik mesin karena akan berpengaruh pada hasil benda kerja yang diproses oleh mesin tersebut.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah penelitian yang berjudul “Analisis Kinerja Mesin CNC *Turning* SL-25 Mori Seiki Ditinjau Dari Nilai Kebulatan Benda Kerja Di Laboratorium Mekanik Polman Babel Dengan Pendekatan SQC” didapatkan kesimpulan bahwa:

1. Penyimpangan geometrik yang terjadi pada mesin CNC *Turning* SL-25 Mori Seiki dari umur mesin yang sudah mencapai 27 tahun dan setelah digunakan untuk proses pendidikan serta memproduksi suku cadang mencapai angka 21,7 μm . Hal itu merupakan penyimpangan rata-rata nilai ketidakbulatan tertinggi dari seluruh spesimen uji yang dilakukan proses pemesinan.
2. Berdasarkan tabel *Grades of tolerance* yang telah ditetapkan ISO, dari 18 kelas toleransi yang digunakan untuk menentukan nilai toleransi dari kondisi mesin, dapat menentukan toleransi standar terhadap benda kerja sampai dengan diameter 500 mm. Mesin CNC *Turning* SL-25 Mori Seiki kedalam *grade* IT 7 dengan nilai sebesar 21 μm . Berdasarkan penyimpangan dan tabel tersebut dapat dijadikan acuan bahwa mesin CNC *Turning* SL 25 Mori Seiki dapat memproduksi benda kerja dengan toleransi diatas 21 μm .

Proses SQC pada metode diagram kendali yang dilakukan sebagai pendukung hasil penelitian ini pun tidak didapatkan adanya penyimpangan yang terjadi pada hasil proses pemesinan tersebut. Penyimpangan hanya terjadi pada posisi G yaitu panjang proses pembubutan. Berdasarkan SQC metode diagram sebab-akibat penyebab utama dari hal tersebut adalah operator/manusia yang melakukan proses pemesinan dan melakukan pengukuran pada spesimen uji.

5.2 Saran

Setelah proses penelitian ini dilakukan, saran yang ingin penulis sampaikan yaitu sebagai berikut.

1. Pengembangan terhadap penelitian dengan metode lainnya sehingga didapatkan hasil yang lebih baik.
2. Melakukan penelitian dengan materi terkait agar cakupan ilmu dan referensi penelitian menjadi lebih luas.
3. Melakukan perawatan terhadap mesin sehingga penyimpangan tidak semakin bertambah dan kondisi mesin tetap baik.



DAFTAR PUSTAKA

- Fahira, Tamimy, Fajar Aswin, and Husman. 2022. "PROSIDING SEMINAR NASIONAL PENERAPAN METODE FAILURE MODE AND EFFECT."
- Hamdani, Hamdani, and Fakhriza Fakhriza. 2019. "Pengendalian Kualitas Pada Hasil Pembubutan Dengan Menggunakan Metode SQC." *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi* 2(1): 1–9. <http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RMME/article/view/3063>.
- Hamdi, Erizal, Dodi Sofyan Arief, and Adhy Prayitno. 2015. "PENGUJIAN KEBULATAN HASIL PEMBUATAN POROS ALUMINIUM MENGGUNAKAN EMCO T.U CNC -2A SMKN2 PEKANBARU DENGAN ROUNDNESS TESTER MACHINE."
- Husman, Ariyanto &. 2017. *PENGUKURAN KESILINDRISAN HASIL PROSES PEMOTONGAN MESIN BUBUT UNTUK MENGETAHUI KEMAMPUAN MESIN MENGHASILKAN SUATU PRODUK*.
- Husman, Ariyanto & Yuli Dharta. 2019. "TINJAUAN PERFORMANSI BUBUT DOALL LT13 TERHADAP."
- Juran. 1993. *Quality Hand Book*.
- Lilih. 2003. "Mesin Turning CNC Tu 3A."
- Marendi Nopiansyah. 2021. "ANALISIS PENGARUH KECEPATAN SPINDLE DAN KEDALAMAN PEMAKANAN TERHADAP TINGKAT KEKASARAN PERMUKAAN BENDA KERJA HASIL PEMESINAN BUBUT CNC PADA BAJA ST41."
- Meldayanoor, Meldayanoor, R. Rizki Amalia, and Muhammad Ramadhani. 2018. "Analisis Statistical Quality Control (SQC) Sebagai Pengendalian Dan Perbaikan Kualitas Produk Tortilla Di UD. Noor Dina Group." *Jurnal Teknologi Agro-Industri* 5(2): 132–40.

- Muhammad Reza Furqoni, 2020. 2020. “Bagian Mesin CNC Turning.” *Furqoni*.
- Muslih. 2004. “Pengaruh Variasi Cutting Speed Dan Variasi Of Cut Terhadap Kesilindrisan Pada Proses Bubut Baja St 70 Tanpa Tail Stock (Pada Uji Roundtest).” *urnal Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Malang*.
- Rahmad Dwi Cahyo, Muhammad Subhan, Indah Riezky Pratiwi. 2021. “Analisis Kekasaran Permukaan Baja Aisi 1045 Pada Proses Pemesinan Bubut Cnc Dengan Metode Taguchi.” 2: 42–48.
- Rochim, Taufic. 2001. *Spesifikasi, Metrologi, Dan Kontrol Kualitas Geometrik 1*.
———. 2006. *Spesifikasi, Metrologi, Dan Kontrol Kualitas 2*.
- Santoso, Kabul, and Suhardiman. 2019. “Pembubutan, Analisa Pengaruh Heat Treatment Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Baja Karbon Rendah Pada Proses Kabul.” *Seminar Nasional Industri dan Teknologi, Politeknik Negeri Bengkalis*: 160–78.
- Satyahadewi, Neva, Hendra Perdana, Prosiding Seminar, and Nasional Penelitian. 2016. “IMPLEMENTASI BAGAN KENDALI INDIVIDUAL MOVING RANGE DALAM EVALUASI PROSES PERKULIAHAN DI.”
- Sidi, Pranowo, and Muhammad Wahyudi. 2013. “Aplikasi Metoda Taguchi Untuk Mengetahui Optimasi Kebulatan Pada Proses Bubut Cnc.” *Rekayasa Mesin* 4(2): pp.101-108.
- Widarto, 2008. 2008. “Teknik Pemesinan, Jakarta, Depdiknas.” *Widarto*.
- Winoto, A. 2011. “Prediksi Umur Pahat Dengan Metode Mesin Pendukung Vektor (Support Vector Machine).”
- Yanis, Muhammad. 2013. “ANALISIS PROFIL KEBULATAN UNTUK MENENTUKAN KESALAHAN GEOMETRIK PADA PEMBUATAN KOMPONEN MENGGUNAKAN MESIN BUBUT CNC.”

Yudo, Eko et al. 2019. 9 Jurnal Integrasi | *KINERJA MESIN BUBUT GEMINIS
DITINJAU DARI KEBULATAN BENDA KERJA.*

Yuhas, Darius, Ade Sumpena, and Dan Rudi Edial. *PENGUKURAN STATIS
KETELITIAN GEOMETRIK MESIN BUBUT MAXIMAT V13 DI BENGKEL
TEKNIK MESIN PNJ MENURUT REFERENSI.*



Lampiran 1

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Andri Widian
Tempat & tanggal lahir : Pemali, Sungailiat 26 Juli 2001
Alamat Rumah : Jalan Kenangan, Desa Pemali
HP: 085788400034
E-mail : andriwidian748@gmail.com
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Agama : Islam

2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 15 Pemali Tahun 2007-2013
SMP Negeri 1 Pemali Tahun 2013-2016
SMA Negeri 1 Pemali Tahun 2016-2019

Pemali, 15 Januari 2023

Lampiran 2

Hasil Pengukuran

- Hasil Pengukuran Kebulatan

Spesmen Uji 1

Derajat	Posisi 1	Posisi 2	Posisi 3	Posisi 4	Posisi 5	Posisi 6
10°	1	0	0.5	-0.5	0	-3
20°	1	0	0	-0.5	0	-0.5
30°	3	0.5	1	0	0.5	0
40°	-0.5	0	0.5	0	1.5	-0.5
50°	0.5	0.5	0	0.5	0	-2
60°	1	0	0.5	0	-0.5	-1
70°	2	0.5	0	0.5	0	-0.5
80°	0	0	0	1.5	7.5	-7
90°	0	0	0	-1	-7.5	0
100°	1	0	0	-1	0	-1.5
110°	2	7	18	11	0	0
120°	-1	-6	-13.5	-11		0.5
130°	-0.5	0	-2	-1	0	0
140°	-0.5	0	-1	0	0	0
150°	1.5	0	0	0	0	1.5
160°	0.5	0	0	0	0	0
170°	0.5	-0.5	0.5	0	0.5	0
180°	0.5	0	0	0	0	9
190°	1.5	0	0	0.5	0.5	-10
200°	0.5	19	17	6.5	0	-1.5
210°	0	-18	15,5	-6.5	0	0
220°	0	0	-15.5	0	-0.5	0
230°	-0.5	0	0	0	0.5	0
240°	0.5	0.5	0	0	0	-0.5
250°	1	0.5	0	0	0	0
260°	1	0	0	0	0	0.5
270°	1	0	0	-0.5	0	1
280°	0	-0.5	3.5	0	0	-3
290°	0.5	0	0.5	0	0	0
300°	1	0	-6	0.5	0	0
310°	0	0	0	0	0.5	1.5
320°	0	-0.5	0	0.5	0	1.5
330°	-2	0	0	0	0	0.5
340°	0	0	0	0	0	1.5
350°	0.5	0	1	1	0.5	-3.5
360°	0.5	0	0	0	0	-0.5

Spesimen Uji 2

Derajat	Posisi 1	Posisi 2	Posisi 3	Posisi 4	Posisi 5	Posisi 6
10°	2	3	2	2	1	3
20°	4	3	2	1	3	4.5
30°	1.5	3	0	7	6	0.5
40°	1.5	0	2	-2	-3	1
50°	0	0	-2	0	1.5	1.5
60°	-0.5	0	0	1	1.5	3
70°	1.5	0	0	1	1	7
80°	-3	-3	1	0	-6	-18.5
90°	-1	-1	-1	-10	-4.5	-1
100°	-2	-2	-1	8	0	0
110°	-4	-1.5	-1	-9	-0.5	-0.5
120°	-3	-1	-1	7	0	0
130°	-2	-1.5	-1	-5	-1	0
140°	0	-0.5	-1	1	4	0
150°	-2	0	0	-2	-5	-0.5
160°	2	0	-0.5	-2	0	-0.5
170°	0.5	2	1	0	0.5	0
180°	1.5	1	1	1.5	4	0
190°	4	2	1.5	2	-0.5	0
200°	3	2	1	2.5	1	1
210°	2	1	1	1.5	0	0
220°	2	3	4	-1.5	0	0
230°	-1	-2	-2	4	0.5	0
240°	-4.5	-2	-1	1.5	0	0
250°	6.5	0	-1	-0.5	1.5	0
260°	-8	-1	0	-0.5	0	0
270°	-1	-2	-1.5	-1	-1	0
280°	0.5	-2	-1	0.5	1	0
290°	-2.5	-1	-0.5	0.5	0.5	0
300°	-3	-0.5	-0.5	0	-3.5	0
310°	-2	-1.5	-1.5	4	0.5	0
320°	-1	-0.5	0	-5	-1	-0.5
330°	-1	0	-0.5	0	4.5	4.5
340°	2	0	0	0	1.5	-4.5
350°	2	1.5	1	1	2.5	0
360°	1	3.5	2.5	18	6.5	0

Spesimen Uji 3

Derajat	Posisi 1	Posisi 2	Posisi 3	Posisi 4	Posisi 5	Posisi 6
10°	9	11	4	4	0.5	0
20°	8	11	5	2.5	1	1
30°	5	6	4	2	2	3
40°	6	10	7.5	2.5	2.5	0.5
50°	3	-22	4.5	5.5	1.5	0
60°	-22	2	-7	-1	0	0.5
70°	0	7	1	0	0	0.5
80°	0	4	2.5	1	0.5	0
90°	13	9	0.5	1.5	0	1
100°	-10.5	-16	-3	-1.5	0.5	-0.5
110°	-1	10	5	-0.5	-1	-0.5
120°	3	-3.5	1	1.5	2.5	0.5
130°	-10.5	12.5	0	1	-0.5	0
140°	1	-7	2	3	2	0.5
150°	-2	0	3	0	0.5	0.5
160°	4.5	0	0	0	0	0
170°	0.5	3	-1	3	2	1
180°	-8.5	1	4	-3.5	-5.5	0
190°	6	-0.5	-3	-1.5	1	0
200°	3	-0.5	-2	-1	1.5	-0.5
210°	6.5	5	3	0.5	1.5	0
220°	18	2	-4	0	-2	-0.5
230°	26.5	-4	0	-0.5	-0.5	0.5
240°	-8.5	12	-6.5	0	-1	0
250°	-18	-14.5	-3.5	-5	-3	-1.5
260°	2	13	0	-4	-1	-1
270°	-0.5	-23.5	-10	-7	-3.5	-1
280°	-3	-29	-7.5	-5	-3	-1
290°	-18	3	-7	-3	-2.5	-1
300°	-0.5	-1.5	-2	-1	0	-1
310°	7.5	-10.5	4.5	5	-0.5	0
320°	-6.5	-4	2	-2	0.5	0
330°	-2	12	-3	-0.5	0	0
340°	5.5	-6	3.5	1.5	0.5	0.5
350°	6.5	-3	1	1	3	0
360°	-5	15	6.5	2.5	2	3.5

Spesimen Uji 4

Derajat	Posisi 1	Posisi 2	Posisi 3	Posisi 4	Posisi 5	Posisi 6
10°	15	-6	-6	-14	5	0
20°	-8	-15	-1.5	-4	-8	0
30°	1	-7	-3.5	-2	-2	-2
40°	9	29.5	3	2	1	0
50°	-7	22.5	-2	-0.5	-1	0
60°	-8	5.5	-4	-5	-2	-1
70°	-9	-18.5	-8	-4	-3	-1
80°	-9	3	1	-1.5	0	0
90°	-9	-7	3	3	1	0.5
100°	8	14	0	-1	1	0
110°	10	-8	3	2	2	1
120°	-10	-5	-1	3	-1	0
130°	0	9	4	3	2	-0.5
140°	7	2	2	1	0.5	0
150°	2	0	-2	0	0	0
160°	-2	4	2	0	0	0.5
170°	2	11	2	1	1	0.5
180°	10	-16.5	3	1.5	0.5	0.5
190°	-9	4	-2.5	0	0	0
200°	15	2.5	0.5	0	0	-0.5
210°	-3	-3	-0.5	-4	0	-1
220°	-11	19	0	0	-2	0
230°	-4	0	-3.5	-1.5	-0.5	-1
240°	-8	-20	-2	-2	-1.5	-1
250°	-4	-6	-5	-3	-3	-0.5
260°	-3	-5	-2	-1	0	0
270°	8	15	2.5	0.5	0	0
280°	-3	-19	0.5	3	1	0.5
290°	5	7	2	1.5	2	1
300°	1	4	1	1.5	1	1
310°	6	-1	3	2.5	1	0
320°	3	9	2	2	1	0
330°	0	3	0.5	0	0	0
340°	-1	4	2.5	-1	0.5	-0.5
350°	6	6	1	0.5	0	0
360°	15	3.5	4	2.5	0.5	2

Spesimen Uji 5

Derajat	Posisi 1	Posisi 2	Posisi 3	Posisi 4	Posisi 5	Posisi 6
10°	3	0	2	1	0	0
20°	4	3	2.5	1	0	0
30°	3	2	2	0.5	0.5	0.5
40°	3	3	1	1.5	0.5	0
50°	-1	-2	0	0	0	0
60°	-3	-0.5	-2	11	-1	-0.5
70°	0	-2.5	-0.5	-14	0	-1
80°	1	-2	-1	-0.5	-1.5	-0.5
90°	-2	1	-1	-0.5	0	0
100°	-4	-3	0.5	-0.5	0	-1.5
110°	-2	-0.5	-0.5	0	-0.5	0.5
120°	-2	0	-2	-0.5	-0.5	0
130°	-2	-3.5	-1	-0.5	-0.5	0
140°	0.5	-1	0	-0.5	0	-0.5
150°	-2.5	-1.5	-1	-1	-1.5	0
160°	-0.5	0.5	0	-0.5	0	-0.5
170°	0	0	1	0	0	0
180°	2.5	2.5	0	2	0.5	0.5
190°	5.5	3.5	2.5	1.5	2	0.5
200°	3	5.5	3.5	2	1	0
210°	3	2	1	0.5	0.5	0.5
220°	2	1.5	1	0.5	0.5	0
230°	0	2	0	11	14	1
240°	-3	0	-1	3	-4	10
250°	2	-1	-1	-1	-2	-11
260°	-5	1	-1	-1	0.5	-1
270°	-2	-2.5	-1	-2	-0.5	0
280°	-1	4.5	0	-1	0	0
290°	-2	6	-1	-2	-1	0
300°	-1.5	-20.5	0	-8	-0.5	0
310°	-2.5	-2	-0.5	-2	0	0
320°	-1	-1	-0.5	0	5.5	0.5
330°	-1	-4	-1.5	0	-6.5	-1.5
340°	0	4	-0.5	0	0	0
350°	1	0	0	-1.5	0	0
360°	5	3.5	2	1	0.5	0.5

Spesimen Uji 6

Derajat	Posisi 1	Posisi 2	Posisi 3	Posisi 4	Posisi 5	Posisi 6
10°	2.5	1	0	0	-0.5	-8
20°	0.5	0	0.5	1	0	0
30°	0.5	0	0	0.5	1.5	0
40°	0	0	0.5	1	1	1
50°	2	1	0	1.5	2	-1
60°	0	0.5	0.5	0	0.5	-1
70°	1	0	0	-1	0	0
80°	1	0	0	-3	0	0
90°	0	-0.5	0	-0.5	0	1
100°	-0.5	-0.5	0	0.5	0	0
110°	1.5	0	0	0	-2.5	0
120°	0	0	0	0.5	0	1
130°	0.5	0.5	0.5	0	0	0
140°	-2	0.5	0.5	1.5	0	0
150°	-2	-1.5	0	-1.5	-0.5	0
160°	-0.5	-0.5	0	-0.5	0	-1
170°	0	-0.5	0	0	0	-1
180°	1.5	0	0	0	-0.5	0
190°	-0.5	1	0	-0.5	1	0
200°	0	0	0	0	0	0
210°	0	0.5	0	0	0.5	0
220°	2	1.5	0	1	0	1
230°	0	0	2	0.5	1.5	0
240°	-0.5	-0.5	0	0	-1	0
250°	-0.5	0	0	0	1	0
260°	-1	-1	0	0	-2	-0.5
270°	-0.5	0	0	-0.5	0	0.5
280°	0	-1.5	-0.5	0.5	0	0
290°	-0.5	0.5	0	0	-0.5	-0.5
300°	0	-0.5	0	0	-0.5	-0.5
310°	-0.5	0.5	0	0	0	0
320°	3	1	-0.5	0	0	0
330°	-2	0	0	0	0	0
340°	0	-0.5	0	0.5	0	1
350°	0	0.5	0	0	0	0
360°	0	0	0	1	11	0

Spesimen Uji 7

Derajat	Posisi 1	Posisi 2	Posisi 3	Posisi 4	Posisi 5	Posisi 6
10°	10	14	8	8	2	-0.5
20°	20	6	2	3	2	0
30°	-1	6	3	3	2	1
40°	-11	4	2	5	0	0.5
50°	0	-2	1	0	2	1
60°	10	2	9	11	2	2
70°	14	9	-2	3	1	0.5
80°	1	7	-1	-16	1	1.5
90°	1	14	8	1	0	0
100°	5	9	18	18	5	4
110°	-17	-6	-11	-7	5	2
120°	-16	-1	5	3	-2	1
130°	-21	-8	3	3	-1	-5
140°	-8	2	-7	-5	2	1
150°	-11	-1	1	1.5	0	0
160°	-6	-8	7	1.5	1	1
170°	5	3.5	-9	0.5	0.5	0.5
180°	-8	2	15	7.5	1.5	-0.5
190°	13	6.5	1	1	0	0
200°	13	0	1	-1	0.5	0
210°	2	5	-1	-4	1	1
220°	7,5	-6	-1	-1	0.5	0
230°	11.5	-3	-6	6	-1	0
240°	31	3	-19	-17	-1	-1
250°	-2	-5	-4	0.5	-1	-0.5
260°	9	-4	2	-1.5	-6	-0.5
270°	15	-2	2	3	-2	-3
280°	1	-3	3	-7	-2	-2
290°	-5	7	-6	-4	-2	0.5
300°	-4	-8	0	10	2	-0.5
310°	-20	-11	-12	-9	-3	-1
320°	-3	-6	-1	-8	-1	0
330°	-15	-8	3	6	-3	-2
340°	-1	2	-13	-11	-1	-1
350°	-11	-15	0	-1	-4	-2
360°	-6	-1	-6	3	-1	0

Spesimen Uji 8

Derajat	Posisi 1	Posisi 2	Posisi 3	Posisi 4	Posisi 5	Posisi 6
10°	5	3	2.5	0	1	1
20°	5	2.5	1.5	1.5	2	0.5
30°	2	2	2	0.5	0	0.5
40°	3	0.5	0	1	0	0
50°	-1	1	0.5	0	0	0.5
60°	-2	-3	-1.5	-1	-0.5	0
70°	-0.5	-1	0	-1	0	0
80°	-1.5	0	-1	0	-0.5	-0.5
90°	-2	-2.5	-1	-1	-1	0
100°	-4	-1.5	-1	-1	-1	-1
110°	-2	-1	-1	-0.5	0	0
120°	-2	-2	-2	-0.5	0	-1
130°	2	-0.5	-1	-1.5	0	0.5
140°	0	0.5	0.5	0	2	3.5
150°	-2	0	-0.5	0	-2	2.5
160°	2	0	0.5	0.5	1	0
170°	-0.5	1.5	2.5	0.5	0	0
180°	2	2.5	1	0.5	0	0
190°	6.5	2	2	1.5	2	0
200°	2	2	1	1	0	-2.5
210°	1	2	3	1	1.5	2
220°	2	1.5	2	0	0	0
230°	0	-0.5	0	0	0	0
240°	0	-1	0.5	0	-0.5	0
250°	-1	0.5	-0.5	0	0	0
260°	0	0	-1	1	-0.5	0
270°	-8	-0.5	-0.5	-0.5	0	0.5
280°	0.5	-7.5	-3.5	-1	-1.5	-0.5
290°	-5	-1.5	-1	-2	0	-0.5
300°	-3	-0.5	-1.5	-1	-1	-0.5
310°	-0.5	-2.5	-1	-1	-0.5	-1
320°	-1	-1	-2	-0.5	-0.5	0
330°	0	-1	0	0	0	0
340°	1.5	-0.5	0	1	1	1
350°	3	3	2.5	1	-0.5	0.5
360°	2	-2.5	1	0.5	1.5	3

Spesimen Uji 9

Derajat	Posisi 1	Posisi 2	Posisi 3	Posisi 4	Posisi 5	Posisi 6
10°	-5	-1	1	0	1	0
20°	-1	-1	-1	-0.5	-1	0
30°	-3	-1	-1	-1	0.5	-0.5
40°	2	-1	0.5	0	0	0
50°	-7	-1	-1.5	-2	0	1
60°	1	-2	-0.5	1.5	0	0
70°	-1	2	0	0.5	-0.5	0.5
80°	1	0	1	0	1	0.5
90°	5	3	1.5	1	0	0
100°	5	4	4	3	3	2.5
110°	3	1	0	0	1	0.5
120°	1	2	1	0	-0.5	0
130°	2	1	0.5	0	0	0
140°	-2	-1	-0.5	-0.5	0	0
150°	0	-1	-1	0	0	0
160°	-1	-2	0	0.5	0	0
170°	-4	-1	-2	-0.5	0.5	0
180°	0	-1	1	0.5	1	1
190°	-2	-2.5	-2	-0.5	0.5	1
200°	-1.5	-0.5	0	1	1.5	2
210°	-1	-1	0.5	-0.5	0.5	0.5
220°	-1.5	-2.5	-0.5	0.5	0.5	1
230°	-3	-0.5	-1	0.5	1	-2
240°	-1	1	-2.5	-2	0	-4
250°	2	0	0	-2.5	-8	-1
260°	0.5	1	1.5	0.5	0	0
270°	2.5	3	1	0.5	0.5	0
280°	4	2	1	1	0.5	0.5
290°	2	2	3	0.5	0	0
300°	3	2	1	2	0	0
310°	1	0	0	-0.5	0.5	0
320°	0	1	0	0	0	0
330°	1	0	-1	-1.5	0	0.5
340°	2	-1	0.5	0	0	-0.5
350°	-9	-2	-2	0.5	-0.5	0.5
360°	-2	-1	-1	0	-1	0

Spesimen Uji 10

Derajat	Posisi 1	Posisi 2	Posisi 3	Posisi 4	Posisi 5	Posisi 6
10°	-6	-3	-9	3	-3	0.5
20°	-2	-6	8	0	0	0
30°	-2.5	-8	4	3	2	0
40°	5.5	8	6	6	3	0.5
50°	25	11	7	2	2.5	2
60°	25	2.5	9	5	3	1
70°	22.5	9.5	12	2	0.5	2
80°	12.5	-0.5	-3	0	5	-1
90°	-3	-1.5	2	-3	-7	6
100°	23	3	-1	-4.5	-2	4
110°	-21	8	2	0	-2	-4
120°	7	-2	-1	-5.5	0	0
130°	-16	3	-7	-7.5	-3	-8
140°	-1	6	-17	-2.5	-1	-0.5
150°	-4.5	-5	-12	0	-3	-1.5
160°	-8.5	-6	-4	-3	-3.5	6
170°	-2.5	-4	-10	-5	-3	1
180°	-3.5	-8	-21	-7	-7	-14
190°	18	-4	-8	-8.5	-2.5	5
200°	-25	-6	-5	0	-3	0
210°	16	-1	-3	-2.5	0	1
220°	-2	5	5	2	0	-0.5
230°	11	0	11	3	3	0.5
240°	15	9	1.5	3	0	0.5
250°	1	9	7.5	2.5	4.5	4.5
260°	-12	-3	5	0.5	0.5	1
270°	-1	5	7	-3	8	3.5
280°	-17	2	-2.5	-1	-7	-5
290°	-7	0	12.5	3	-1	0
300°	8	-1	3	2	0.5	0.5
310°	4	2	2	9.5	3	1
320°	-13	9	14	4	4	4
330°	12	-3	-5	0.5	2.5	1
340°	-12	-13	2.5	2	1	0
350°	-11	-1	-6	5	2	1
360°	-24	-11	3.5	-2	0	0

Spesimen Uji 11

Derajat	Posisi 1	Posisi 2	Posisi 3	Posisi 4	Posisi 5	Posisi 6
10°	6	1	2	2.5	2	1
20°	4	3	2	-2.5	1	0.5
30°	1	2	1	0.5	0	-0.5
40°	1.5	-1	2	0	0	1
50°	1	1	0.5	0.5	1	0
60°	-1	1.5	-1	1	0.5	0
70°	1.5	0	1	0	0	0
80°	0	1.5	-3	-1	0	0
90°	-7	-7	3	-2	-0.5	0
100°	2	-0.5	1	0.5	0	0.5
110°	4.5	1	-2.5	1	0	-0.5
120°	-6.5	-3.5	-4.5	-2	-0.5	0
130°	-11	-5	4.5	-2.5	-1.5	-0.5
140°	-1	0	-1	0	-0.5	-0.5
150°	3	0.5	1	0	0	0
160°	-3.5	-2.5	0.5	0.5	-0.5	-0.5
170°	0.5	0	0	-0.5	0	0
180°	1	2.5	0	0	-0.5	-0.5
190°	4.5	3	1	2	0.5	0.5
200°	5	4	2.5	2	1	0.5
210°	3.5	3.5	2	1.5	1	0.5
220°	3	-0.5	0	0.5	0.5	0
230°	3	3.5	3	1.5	1.5	2
240°	-2	0	-0.5	-1	-0.5	0.5
250°	8	-3	-1	0.5	0	-1
260°	-7	0.5	-1	1	0	0
270°	-16	-3.5	-1.5	-2	-0.5	0
280°	10	1	-0.5	0.5	0	-0.5
290°	5	-0.5	-2	-0.5	0	0
300°	-18	-3	-3.5	-3	-1.5	0.5
310°	3	-6	-1.5	-1.5	-1.5	-0.5
320°	-3	-0.5	0	-0.5	0	0
330°	0	1	0.5	1	1	1.5
340°	3	-2.5	1	1.5	1	1
350°	-6	-1	-3	-1.5	-2.5	1
360°	8	5	-9	2.5	0.5	2

Spesimen Uji 12

Derajat	Posisi 1	Posisi 2	Posisi 3	Posisi 4	Posisi 5	Posisi 6
10°	-1	-2	-0.5	3	2	-1
20°	-2.5	-1.5	-2.5	-7	-5	-0.5
30°	-0.5	0.5	0.5	0	1.5	-1.5
40°	0	-2.5	-0.5	-0.5	-0.5	1
50°	-1	-0.5	0	1	0	2
60°	1	1	1	1	1	-1
70°	0	1.5	2	1.5	-1	2
80°	2	2.5	-1	3	8	0
90°	2	2	2	1	3	5
100°	2	-0.5	0	-2.5	-3	2
110°	4	1.5	1.5	1	5	-7
120°	-1	1	-1	0	-5	-1
130°	1	0	-0.5	-0.5	2	-0.5
140°	2	2	0.5	-1	2	0
150°	-1	-4	1	-0.5	1	0
160°	-4	-1	-1	2.5	5	1
170°	-2	-1	-2.5	1	2	-1
180°	-2	2.5	2	-2	1	5.5
190°	0.5	-3.5	-3	-2	11	3
200°	-3	2	2	3	-12	-7
210°	-2.5	-1	1	-3.5	-3	0
220°	2.5	-1.5	-0.5	2.5	0	0.5
230°	1	-2.5	0	-1.5	-0.5	0.5
240°	0.5	1	-0.5	-0.5	-0.5	-1
250°	0.5	3	2	2	0.5	-0.5
260°	2	1	1	0	0.5	0
270°	4	2.5	2	0.5	0	0
280°	2	2.5	1	1	1	0
290°	2	1.5	1.5	0.5	0.5	0
300°	1	0.5	-0.5	0	2.5	0.5
310°	2	4	1	1	-1	0
320°	-2.5	-1	-2	-1.5	2	0.5
330°	5	-4	-0.5	1	-3	0
340°	-3.5	-1	-1.5	-1	0.5	-0.5
350°	-8	-2	2	5	-0.5	6
360°	0	3	-4	-4.5	-1	-3

Spesimen Uji 13

Derajat	Posisi 1	Posisi 2	Posisi 3	Posisi 4	Posisi 5	Posisi 6
10°	2	1	-2	0	1	0
20°	1	0	0.5	1	0	0
30°	2	1	0	0	0	0
40°	1	1	0.5	0	-0.5	0
50°	1	1	1	0.5	0.5	0.5
60°	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1
70°	0	-0.5	0.5	0	0	0
80°	-0.5	0.5	0	0	0	-0.5
90°	0	-1.5	-0.5	0	0	0.5
100°	0	0.5	0	-1	0	-0.5
110°	-2	0	-0.5	0	-0.5	0.5
120°	-1.5	-1.5	-0.5	0	0	0.5
130°	2	0.5	-0.5	-0.5	0	-0.5
140°	-1.5	0	3	0	0	0
150°	-0.5	-1	-1	2	1	0
160°	-2	-3	-3.5	-2.5	0	0
170°	-0.5	-0.5	-0.5	0	-2	-0.5
180°	1	1	0.5	0	0	0.5
190°	0	0.5	0.5	0.5	2	2
200°	1	2	1.5	0	-1	-1
210°	0.5	1.5	0.5	0.5	0	1
220°	1.5	2	2	0	0	2
230°	6	4	3	1	0	1
240°	3	2	1	1	0.5	2
250°	-6	-5	-2	-1	0	-0.5
260°	-1	-0.5	-1	0	-1	-2
270°	-1.5	-1	0	-0.5	1.5	-1.5
280°	-1.5	-0.5	0	0.5	0	-0.5
290°	-0.5	0.5	-0.5	0	1	0.5
300°	-2	-1	-0.5	0	1	0
310°	-0.5	-0.5	0	0	0	0
320°	-1	-2	-2	-1	-3.5	-3
330°	0	1	-1	-0.5	0	-0.5
340°	-1	0	1	-0.5	-0.5	0
350°	1	0	-2	-1	0	3
360°	1	1	0.5	1	2.5	0.5

Spesimen Uji 14

Derajat	Posisi 1	Posisi 2	Posisi 3	Posisi 4	Posisi 5	Posisi 6
10°	2	-3	-7.5	0	-1.5	-5
20°	-1	-2.5	-1.5	1.5	0.5	-0.5
30°	9	0.5	6	2.5	2	0.5
40°	6	10	11	5	3.5	2
50°	4	9	2	3	1.5	1
60°	-5.5	-4	5	6	1	1
70°	2.5	0.5	-8	-5	-0.5	0
80°	5	4.5	3	2	2	0.5
90°	-3.5	10	2	2	0.5	0.5
100°	3	6	-0.5	2	1	0
110°	-0.5	6	1.5	-1	0	0
120°	-3	12	14	0.5	0	0
130°	-3	5	-0.5	3.5	3	1.5
140°	-4	-6	0.5	-1	-0.5	0.5
150°	0	-2	6	1	0.5	0
160°	-9	-8	-13	-1	-1	0
170°	8	-2	3	3	2	0.5
180°	-5	7	4	1	1	0.5
190°	0.5	-4	1	0	0	1
200°	-5.5	-2	0	1	1	1
210°	2.5	-1	-1.5	1	2	-0.5
220°	2.5	1	4.5	1	1	0
230°	4	0	-11	-1	0	-0.5
240°	8	-2	6	-3	-5	0
250°	6	10	4	3.5	2	0.5
260°	5	-4	-7	-0.5	1	0
270°	1	-7	-10	-1	-1	0.5
280°	-8	-6	-5	-5	-2	0
290°	3	-2	8	-2	-1	0.5
300°	-4	6	-1	-3	-2	-0.5
310°	-6	3	-5	-5	-3	-2.5
320°	1	-5	1	-2.5	-2	-0.5
330°	-9	-9	-11.5	-2.5	-3	-3
340°	5	-4	-1.5	-2	-0.5	-1
350°	-7	-5	-3.5	0	-1	-0.5
360°	0	-13	-0.5	-3	-1.5	-1.5

Spesimen Uji 15

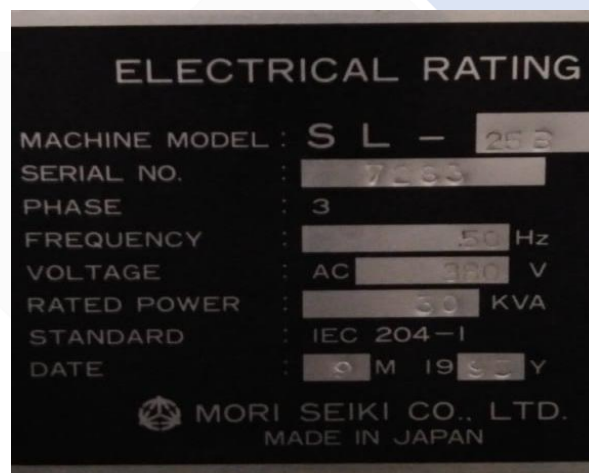
Derajat	Posisi 1	Posisi 2	Posisi 3	Posisi 4	Posisi 5	Posisi 6
10°	10	7	6	-3	4	-4
20°	16	6	4	3	1	1
30°	11	6	-9	0	0	-0.5
40°	12	3	0.5	-13	0	0
50°	-6	-3	-3.5	-2	-2	-0.5
60°	14.5	1	-1.5	6	0	0
70°	-12	-5	1	-2	-2	-1
80°	3.5	-6	-4	-4	-5	-2
90°	-3	-7	-7	-8.5	-3	-2
100°	-0.5	-10	-6	0.5	-2	0
110°	-16.5	-11	-4.5	-2	-2	-1
120°	11	-5	-11.5	-9	-2	-2
130°	-18	-9	1.5	-1	-1	-1
140°	4	-2	-1	2	-1	0
150°	27	6	4	1	2	1
160°	11	9	5.5	3.5	1	0.5
170°	7	6	4.5	0	1	0
180°	-15	-12.5	-11.5	-3.5	-3.5	0
190°	-6	-2	-4.5	-1	0.5	-1.5
200°	7	-0.5	-2	-6	-2	0
210°	-4	2	-3	0	-2	-3
220°	-3	5	-0.5	-2.5	0	2
230°	-1	9	8.5	6.5	0	1
240°	-1	7	5	-7	1	-1
250°	11	2	4	13	5	2
260°	-13	-1	6	-4	1	0.5
270°	-26	-5	-6	0.5	-2	0
280°	-6	-11.5	-7	4.5	0	0
290°	-5	-8.5	5	1.5	0.5	0.5
300°	-5	0	3	1.5	2.5	1
310°	-8	7	7	1	2	1
320°	6.5	4	1	5	2	1
330°	7.5	8	11	2.5	5	2
340°	-1	-0.5	-2.5	3.5	1	0
350°	-3	5.5	-1	3	0	1
360°	-4.5	3	8.5	2	0	0

- Hasil Pengukuran SQC

NO	UKUR	A	B	C	D	E	F	G
4	1	25.1	25.1	25.12	25.1	25.1	25.1	99.98
	2	25.1	25.1	25.1	25.14	25.2	25.1	99.96
	μ	25.1	25.1	25.11	25.12	25.15	25.1	99.97
12	1	25.1	25.1	25.1	25.14	25.1	25.14	100.26
	2	25.1	25.12	25.1	25.1	25.1	25.12	100.28
	μ	25.1	25.11	25.1	25.12	25.1	25.13	100.27
14	1	25.12	25.08	25.08	25.1	25.12	25.12	99.38
	2	25.1	25.08	25.1	25.1	25.12	25.1	99.4
	μ	25.11	25.08	25.09	25.1	25.12	25.11	99.39
5	1	25.1	25.12	25.12	25.12	25.1	25.14	99.08
	2	25.08	25.1	25.12	25.1	25.12	25.12	99.04
	μ	25.09	25.11	25.12	25.11	25.11	25.13	99.06
13	1	25.18	25.18	25.18	25.18	25.18	25.2	99.02
	2	25.14	25.16	25.16	25.16	25.18	25.2	99.02
	μ	25.16	25.17	25.17	25.17	25.18	25.2	99.02
1	1	25.14	25.16	25.18	25.14	25.14	25.18	98.46
	2	25.18	25.16	25.16	25.16	25.14	25.18	98.8
	μ	25.16	25.16	25.17	25.15	25.14	25.18	98.63
11	1	25.1	25.12	25.1	25.1	25.1	25.1	98.84
	2	25.1	25.1	25.1	25.1	25.12	25.1	98.46
	μ	25.1	25.11	25.1	25.1	25.11	25.1	98.65
9	1	25.06	25.04	25.08	25.06	25.08	25.1	92.68
	2	25.06	25.06	25.06	25.1	25.08	25.1	92.84
	μ	25.06	25.05	25.07	25.08	25.08	25.1	92.76
10	1	25.2	25.2	25.18	25.3	25.28	25.28	98.9
	2	25.28	25.3	25.28	25.34	25.34	25.26	98.8
	μ	25.24	25.25	25.23	25.32	25.31	25.27	98.85
2	1	25.06	25.08	25.06	25.04	25.08	25.08	98.76
	2	25.1	25.08	25.12	25.08	25.08	25.12	98.44
	μ	25.08	25.08	25.09	25.06	25.08	25.1	98.6
6	1	25.08	25.1	25.1	25.1	25.12	25.12	100
	2	25.1	25.1	25.12	25.12	25.12	25.1	99.96
	μ	25.09	25.1	25.11	25.11	25.12	25.11	99.98
3	1	25.04	25.04	25.06	25.04	25.04	25.08	99.56
	2	25	25.06	25.06	25.06	25.06	25.08	99.8
	μ	25.02	25.05	25.06	25.05	25.05	25.08	99.68
15	1	25.08	25.08	25.1	25.1	25.16	25.12	99.82
	2	25.06	25.06	25.1	25.1	25.12	25.14	99.66
	μ	25.07	25.07	25.1	25.1	25.14	25.13	99.74
7	1	25.2	25.16	25.18	25.2	25.2	25.18	99.96
	2	25.12	25.1	25.12	25.14	25.16	25.18	100.26
	μ	25.16	25.13	25.15	25.17	25.18	25.18	100.11

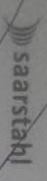
Lampiran 3

Dokumentasi Penelitian









Verkauf Neuböhrchen
 Tel: +49 (0) 68 98 10 87 00
 Fax: +49 (0) 68 98 10 87 01
 E-Mail: verkaufneuboehrchen@saarstahl.com

Verkauf Birbeckt Stahl
 Tel: +49 (0) 68 98 10 80 00
 Fax: +49 (0) 68 98 10 80 65
 E-Mail: verkaufbirbeckt@saarstahl.com

Verkauf Nuwuvler
 Tel: +49 (0) 68 98 10 42 00
 Fax: +49 (0) 68 98 10 42 02
 E-Mail: verkaufnuwuvler@saarstahl.com

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

Ingestion No : 0830726804
 Order No : 512302288
 Specification : 1.1045c
 Customer : DMN COL LTD

INSPECTION CERTIFICATE / ABNEMERBERICHT





Charge No	Size	Length	Quantity	Mass	Spec		Chemische Analyse (Schmelze)		Grain Size								
					Result	Spec	CU	MO	Cr	Ni	Mn	Si	P	S			
A97298	30	6000	100	121	0.00750	0.00750	0.2	0.2	0.50-0.100	0.15-0.40							
Hardness (End Quenching Methode)																	
Distance		Hardness															
Spec :																	
Result		Tensile Test		Bend Test		Hardness Supplied HB		Impact Test								Oleasantic test : Good No Repair Welding Micro Stucke : Good Free From Mercury Contamination	
Spec :		YP	TS	EL	R.A	HB		1000									
Result		0.20%	(%)	(%)	(%)												




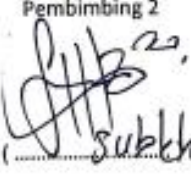
Lampiran 4

Form Monitoring

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

 <p style="text-align: center;">FORM MONITORING PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2022 2023</p>			
JUDUL		<p><i>Analisis Kinerja Mesin CNC Turning Sk-25 Mori Seiki Ditinjau Dari Nilai Keuletan Benda Kerja Di Bengkel Mekanik Polman Babel Dengan Pendekatan SQC</i></p>	
Nama Mahasiswa		<p>1. <i>Andri Luthron</i> /NIM: <i>1091935</i> 2. _____ /NIM: _____ 3. _____ /NIM: _____ 4. _____ /NIM: _____ 5. _____ /NIM: _____</p>	
Monitoring ke	Tanggal	Progress Alat	Paraf Pembimbing
1.	<i>02/11-2022</i>	<i>Evaluasi Persiapan Sidang Proyek Akhir</i>	
2.	<i>09/01-2023</i>	<i>Evaluasi Persiapan Sidang Proyek Akhir</i>	
3.	<i>18/01-2023</i>	<i>Evaluasi Persiapan Sidang Proyek Akhir.</i>	


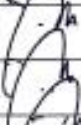
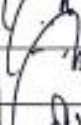



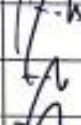
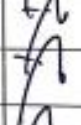
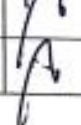
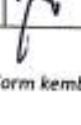

KESIAPAN ALAT UNTUK SIDANG: SIAP /~~BEUM~~ (coret salah satu)

Mengetahui		
Pembimbing 1  (<i>Yudi Oktaviani</i>)	Pembimbing 2  (<i>Subkhan</i>)	Pembimbing 3 (.....)

Lampiran 5

Form Bimbingan Proyek Akhir

FORM-PPR-3- 4: Bimbingan Proyek Akhir

 FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2022 / 2023			
JUDUL	Analisis Kinerja Mesin CNC Turning SL 25 Merit Siki Ditinjau Dari Kebutuhan Benda Kerja Di Bengkel Teknik Polman Babel Dengan Pendekatan SQC		
Nama Mahasiswa	Antri Untalan NIM: 1091955		
Nama Pembimbing	1. <u>Yudi Oktavio, S.T., M.Eng.</u> 2. <u>Sebastian, M.T.</u> 3. _____		
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
1	05/10/2022	Evaluasi tingkat tuntutan Seminar Proposal PA	
2	13/05-2023	Perkembangan BAB I dan BAB II Skripsi PA	
3	20/05-2023	Proses peratapan alat dan bahan PA	
4	23/06-2023	Menanggapi kekhawatiran SK Perbandingan & Perincian dan Angkasan PA	
5	1/07-2023	Esensi Pola Pikir Uniax dalam tugas akhir	
6	29/07-2023	Perkembangan BAB I, BAB II dan BAB III	
7	18/08-2023	Konsultasi PA ke Bab II BAB I - II	
8	21/09-2023	Perkembangan Revisi BAB I - II	
9	3/01-2023	Konsultasi PA ke Bab II BAB I - II + Jurnal	
10	14/01-2023	Pertepatan Sudang PA	


Catatan:

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

Lampiran 6

Form Revisi Laporan Proyek Akhir

FORM-FPR-3-8 Form Revisi Laporan Akhir


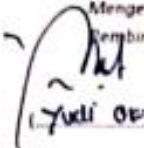
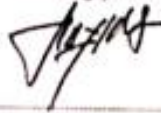


FORM REVISI LAPORAN AKHIR
TAHUN AKADEMIK
2023 / 2025


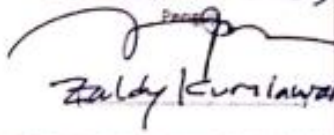
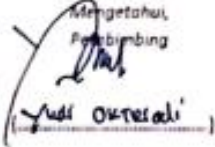
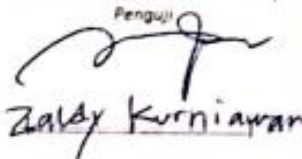
JUDUL : _____

Nama Mahasiswa :


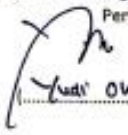
1	_____	NIM	_____
2	<u>ANORI WIDIAN</u>	NIM	<u>1011955</u>
3	_____	NIM	_____
4	_____	NIM	_____
5	_____	NIM	_____

Bagian yang direvisi	Halaman
<u>Di mana saat Revisi</u>	
Sungailiat, <u>26-09-2023</u> Penguji  (_____)	
Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa	
Mengetahui, Pembimbing  (<u>Yuli Octaviani</u>)	Sungailiat, <u>02-02-2025</u> Penguji  (_____)

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

		FORM REVISI LAPORAN AKHIR TAHUN AKADEMIK 2022, 2023	
JUDUL :	Analisis Kinerja Mesin CNC Turning S2-25 Menyeiki Ditingkatkan dari Nilai Keahlian Berada Kerja di Rumpun Mekanik Polma Bab 6 Bagian pendukung S20		
Nama Mahasiswa :	1	NIM	
	2	NIM	1041035
	3	NIM	
	4	NIM	
	5	NIM	
Bagian yang direvisi		Halaman	
Bab 1			
1		} cek dinakalder	
Bab 5			
kesimpulan		} TA	
Sungailiat, 27-01-2023  Zaldy Kurniawan			
Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa			
Mengetahui, Pembimbing  (Yudi Oksesali)		Sungailiat, 31-01-2023 Penguji  Zaldy Kurniawan	

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

	FORM REVISI LAPORAN AKHIR TAHUN AKADEMIK <u>2022, 2023</u>	
	JUDUL : <u>Analisa Kinerja RSM CKE Turun 5L-2F</u> <u>versi CKEI dihapus dan revisi schedule</u> <u>di bagian mekanik pada level daya paku</u>	
Nama Mahasiswa :	1. <u>Andri Wudon</u>	NIM: <u>1091935</u>
	2. _____	NIM: _____
	3. _____	NIM: _____
	4. _____	NIM: _____
	5. _____	NIM: _____
Bagian yang direvisi		Halaman
1. <u>Cat Penguji 1</u>		
2. <u>Cat Penguji 2</u>		
Sungailiat, <u>16 Januari 2023</u> Penguji  (..... <u>Yudi Oktadi</u>)		
Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa		
Mengetahui, Pembimbing (.....)	Sungailiat, Penguji (..... <u>Yudi Oktadi</u>)	

SAC

Lampiran 7

Bukti Bukan Plagiarisme

Document Viewer

Turnitin Originality Report

Processed on: 18-Jan-2023 09:38 WIB
ID: 1994508601
Word Count: 13012
Submitted: 1

**ANALISIS KINERJA MESIN CNC
TURNING SL-25 MORI... By
Andri Widian**

Similarity Index
9%

Similarity by Source

Internet Sources:	9%
Publications:	0%
Student Papers:	0%

include quotedinclude bibliographyexcluding matches < 2%mode:

quickview (classic) report ▼printrefreshdownload

3% match (Internet from 28-Sep-2022) http://repository.polman-babel.ac.id	✕
2% match (Internet from 13-Apr-2022) http://repository.polman-babel.ac.id	✕
2% match (Internet from 28-Sep-2022) http://repository.polman-babel.ac.id	✕
2% match (Internet from 19-Apr-2021) https://jurnal.polibatam.ac.id/index.php/JI/article/download/1167/690/	✕

Lampiran 8

Bukti Submit Jurnal



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

e-ISSN : xxx-xxxx

SURAT KETERANGAN
Nomor : 004/PL.28.C/PB/2023

Dengan ini menerangkan bahwa artikel yang berjudul :

“ANALISIS KINERJA MESIN CNC *TURNING* SL 25 MORI SEIKI DITINJAU DARI NILAI KEBULATAN BENDA KERJA DI BENGKEL MEKANIK POLMAN BABEL”

Atas nama :

Pemulis : **ANDRI WIDIAN, YUDI OKTRIADI**

Afiliasi : **POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG**

Telah mengirimkan artikel dengan status *Submit* di Jurnal Inovasi Teknologi Terapan (JITT) Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung pada Tanggal 6 Januari 2023.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Sungailiat, 9 Januari 2023
Kepala P3KM,

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

