

Analisis Kinerja Mesin CNC Turning SL 25 Mori Seiki Ditinjau dari Nilai Kebulatan Benda Kerja di Bengkel Mekanik Polman Babel

Andri Widian¹, Yudi Oktriadi^{1*}, Subkhan¹

¹ Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

*E-mail : yudioktriadi@gmail.com

Received 3 Januari 2023; Received in revised form 19 Januari 2023; Accepted 30 Januari 2023

Abstract

In production machining process is something that must be prioritized. One factor that affects the quality of production is the condition of the machine tool. The Mori Seiki SL 25 CNC Turning Machine is a machine that has existed since 1998 at the Polman Babel Mechanic Workshop and has been used for production processes and learning facilities for approximately 25 years. The use of machine tools at that time can affect the machine's geometric conditions, affecting the quality of the product produced. Roundness is one of these geometric conditions because many components with round cross-sections affect the components' function if deviations occur. Deviations in the roundness value on the machine can be known by testing the roundness value of the machining workpiece. From these tests, geometric errors in the machine and the feasibility of the machine in processing workpieces at specific size tolerances can be seen. The workpiece resulting from the machining process will be measured for its roundness value and then analyzed using the Minimum Zone Center (MZC) method. The test results on the geometric 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 clamping area. The slightest deviation value is at position 6 with an average of 10.9 μm , and the machine can produce workpieces with a tolerance above 21 μm .

Keywords: Geometric; MRZ; Roundness; Turning.

Abstrak

Pada suatu proses pemesinan hasil produksi merupakan suatu hal yang harus diutamakan. Salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas hasil produksi adalah kondisi mesin perkakas. Mesin CNC Turning SL 25 Mori Seiki merupakan salah satu mesin yang ada semenjak tahun 1998 di Bengkel Mekanik Polman Babel yang digunakan untuk proses produksi serta sarana pembelajaran selama kurang lebih 25 tahun. Pemakaian mesin perkakas dengan waktu tersebut dapat berpengaruh terhadap kondisi geometrik mesin sehingga mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan. Kebulatan merupakan salah satu kondisi geometric tersebut karena banyaknya komponen berpenampang bulat sehingga mempengaruhi fungsi dari komponen apabila terjadi penyimpangan. Penyimpangan nilai kebulatan pada mesin dapat diketahui dengan melakukan pengujian nilai kebulatan benda kerja hasil pemesinan. Berdasar pada pengujian tersebut dapat diketahui kesalahan geometrik pada mesin serta kelayakan mesin dalam memproses benda kerja pada toleransi ukuran tertentu. Benda kerja hasil proses pemesinan akan diukur nilai kebulatannya lalu dianalisis dengan metode *Minimum Zone Center* (MZC). Hasil pengujian terhadap kondisi geometrik mesin tersebut adalah penyimpangan kebulatan tertinggi pada posisi 1 dengan rata-rata 21,7 μm yang merupakan posisi terluar dari area pencekaman dan nilai penyimpangan terkecil berada pada posisi 6 dengan rata-rata 10.9 μm . Setelah proses pengujian dan analisa mesin CNC SL-25 Mori Seiki tersebut dapat memproduksi benda kerja dengan toleransi diatas 21 μm .

Kata kunci: Geometrik; MRZ; Kebulatan; Bubut.

1. PENDAHULUAN

Kualitas hasil produksi sangat dipengaruhi oleh kondisi mesin perkakas proses tersebut. Untuk meningkatkan 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 [1]. Apabila penurunan hasil produksi terjadi dapat dipastikan salah satu faktor penyebabnya adalah penurunan kualitas mesin yang diakibatkan pemakaian mesin secara terus-menerus dalam jangka waktu yang panjang. Penyebab lain yang mungkin mempengaruhi hal tersebut adalah oleh jenis dan kondisi alat potong dan pencekamnya, kecepatan potong, *feed* dan *chipsection*, material yang dipotong, bentuk ukuran dan kekakuan benda kerja, peralatan pencekaman, sampai keterampilan operator [2].

Mesin CNC menjadi salah satu mesin perkakas yang saat ini masih sangat sering digunakan dalam dunia perindustrian. 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 [3]. Penggunaan mesin CNC dalam melakukan proses pemesinan memiliki banyak keunggulan daripada penggunaan mesin konvensional pada umumnya. Mesin CNC dapat memproduksi barang secara massal pada waktu yang singkat dengan tetap mengedepankan aspek kualitas pada produk hasil produksi. Walaupun demikian, kesalahan geometrik tidak akan bisa dihindari oleh mesin perkakas termasuk mesin CNC. Hal itu terjadi apabila mesin kurang mendapatkan perawatan yang baik ditambah apabila mesin sudah berumur tua.

Mesin CNC *Turning* SL 25 Mori Seiki merupakan mesin keluaran 1998 yang berusia 25 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. Mengajukan teknisi untuk melakukan perawatan,

perbaikan dan perawatan terhadap kerusakan mesin CNC *Turning* SL-25 Mori Seiki untuk menghindari kerusakan yang sama [4]. Dilakukan pengecekan terhadap mesin perkakas yang telah memasuki usia 30-an tahun, dari pengecekan tersebut didapati adanya penyimpangan yang terjadi. Berdasarkan standard yang diizinkan keadaan mesin tersebut telah mendekati batas maksimumnya [5].

Kebulatan menjadi salah kondisi yang dapat berpengaruh apabila terjadi kesalahan geometrik yang terjadi pada mesin perkakas. Banyaknya komponen-komponen mesin yang memiliki penampang yang bulat akan berpengaruh terhadap fungsi dari komponen tersebut. Kebulatan adalah suatu harga yang dapat dihitung berdasarkan profil kebulatan relatif terhadap lingkaran referensinya [6]. Profil kebulatan dapat dilihat dari jarak antara titik-titik pada suatu geometri kebulatan tersebut sama terhadap titik pusatnya. Suatu nilai kebulatan dapat dilihat dengan melakukan pengujian dari hasil proses pemesinan yang dilakukan mesin perkakas. Menyatakan bahwa benda uji hasil proses pemesinan mesin perkakas dapat dijadikan bahan pengujian dalam melakukan pengamatan nilai kebulatan, dimana pengamatan dilakukan dengan cara merubah parameter pemotongan [7]. Nilai kebulatan yang ideal memang sangat sulit didapatkan, tetapi adanya sebuah nilai toleransi yang telah ditetapkan dapat membuat kesalahan geometrik tersebut tidak mempengaruhi fungsi dan tujuan dari komponen.

Penelitian oleh [8] terkait kebulatan pada benda kerja untuk mengetahui penyimpangan geometrik pada sebuah mesin CNC melihat umur yang sudah 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).

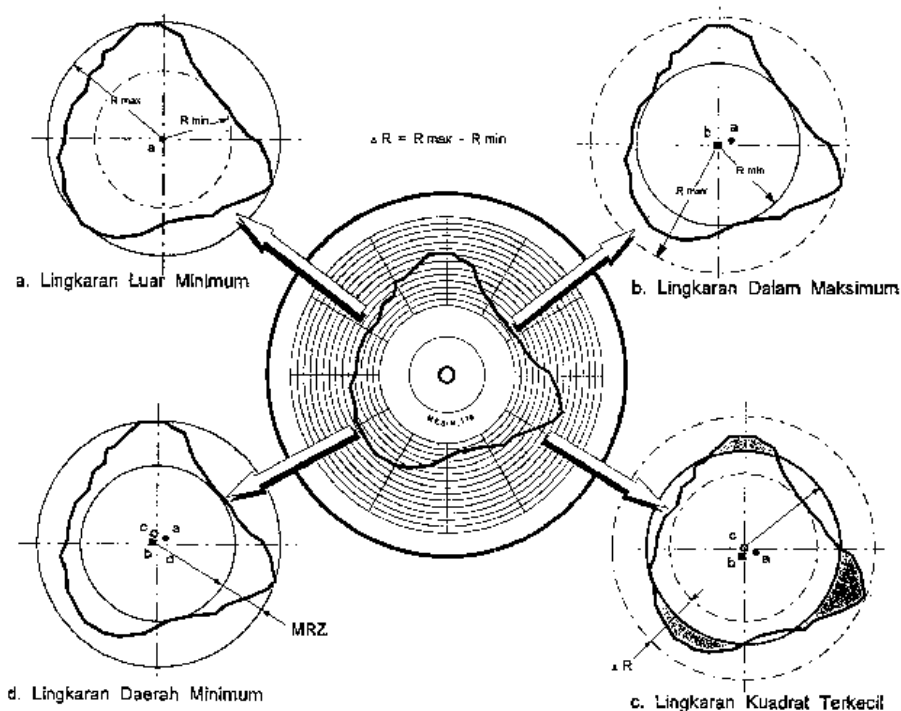
Di Bengkel Mekanik Polman Babel terdapat beberapa mesin bubut manual yang dilakukan penelitian untuk mengetahui

kesalahan geometrik mesin. Penelitian oleh [9] yang meninjau performansi mesin bubut DoAll LT 13 terhadap penyimpangan kebulatan benda kerja. Penggunaan Mesin bubut Doall LT13 ini sudah mencapai angka 22 tahun, yang mana selama periode tersebut memungkinkan terjadinya penyimpangan geometrik pada mesin. Turunnya kualitas pada produk yang dihasilkan mesin dapat diakibatkan oleh penyimpangan tersebut. Berdasar pada 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.

Dilakukannya penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penyimpangan geometric yang terjadi pada mesin CNC Turning SL 25 Mori Seiki dari umur mesin yang sudah

mencapai 25 tahun dan setelah digunakan untuk proses pendidikan serta memproduksi suku cadang, serta untuk mengetahui kelayakan mesin CNC Turning SL 25 Mori Seiki memproses benda kerja dengan ukuran toleransi tertentu.

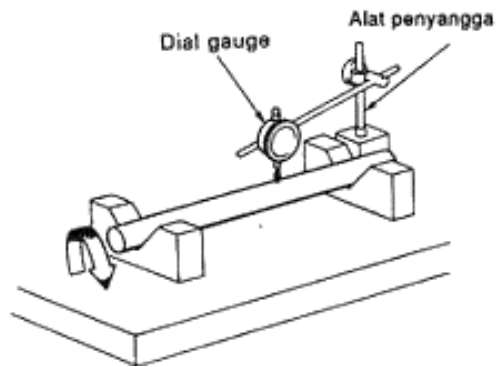
Untuk menentukan suatu parameter kebulatan itu sendiri dapat dihitung berdasarkan profil kebulatan relatif terhadap lingkaran referensinya. Standard ISO mengajurkan untuk menggunakan Lingkaran Daerah Minimum (*Minimum Zone Circle*) karena hasil yang didapatkan dari MRZ ini sesuai dengan definisi toleransi kebulatan tersebut, daripada 3 jenis lainnya yang menurut Taufiq Rochim [6] yaitu lingkaran luar minimum, lingkaran dalam maksimum, dan lingkaran kuadrat terkecil. Parameter suatu kebulatan adalah seperti Gambar 1.



Gambar 1. Grafik polar menentukan parameter kebulatan

Hasil produksi mesin perkakas dapat diuji nilai kebulatannya dengan menggunakan *dial indicator* dan *V-block* walaupun dapat dilakukan dengan berbagai macam cara lainnya. Pengukuran dengan cara ini merupakan cara klasik untuk mengetahui nilai kebulatan tetapi masih sering dilakukan. Seperti yang telah dilakukan oleh Yudo dan Ariyanto [10] terkait kinerja mesin bubut

geminis ditinjau dari kebulatan benda kerja. Penerapan pengukuran kebulatan dengan cara ini juga pernah dilakukan oleh Muhammad Yanis [8] untuk mengukur kebulatan benda hasil proses pemesinan pada mesin bubut CNC. Pengujian kebulatan dengan menggunakan *dial indicator* dan *V-block* ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengukuran dengan *dial indicator* dan *V-block*

2. METODE PENELITIAN

2.1. Alat dan Bahan

Fokus penelitian adalah kondisi geometric mesin yang terdapat di Bengkel Mekanik, Polman Babel seperti yang telah dijelaskan sebelumnya. Mesin yang menjadi objek penelitian tersebut adalah Mesin CNC *Turning* SL 25 Mori Seiki. Dalam penelitian benda kerja yang akan digunakan adalah baja AISI1045. Baja AISI 1045 digunakan karena bahan jenis ini sering dipakai menjadi bahan pembuatan komponen yang berpenampang bulat seperti poros, roda gigi, dan lain-lain. Pada penelitian ini ukuran

baja yang digunakan adalah diameter 30 mm × 150 mm seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Mata potong *insert carbide* CNMG 120408-MA karena memiliki tingkat kekerasan yang tinggi, tahan aus yang baik dan keunggulan lainnya. *Dial indicator* kecermatan 1 μ , *stand holder*, dan *V-block* digunakan sebagai alat ukur kebulatan spesimen uji setelah proses pemesinan dilakukan. Dengan tambahan alat bantu dan bahan lainnya seperti dromus sebagai media pendingin, jangka sorong, spidol, mistar, oli dan lain-lainnya.



Gambar 3. Benda kerja

2.2. Proses Pemesinan

Untuk mengetahui suatu kesalahan geometrik yang terjadi pada mesin perlu dilakukan proses pemesinan sebanyak 15 benda kerja terhadap mesin tersebut. Parameter pada proses pemesinan adalah konstan dengan menyesuaikan kondisi mesin yang akan digunakan. Sedangkan untuk parameter kecepatan makan sebesar 300 mm/min, putaran spindel 1433 rpm, kedalaman pemakanan 1 mm, dan *feeding* sebesar 0,2 mm/putaran. Benda kerja

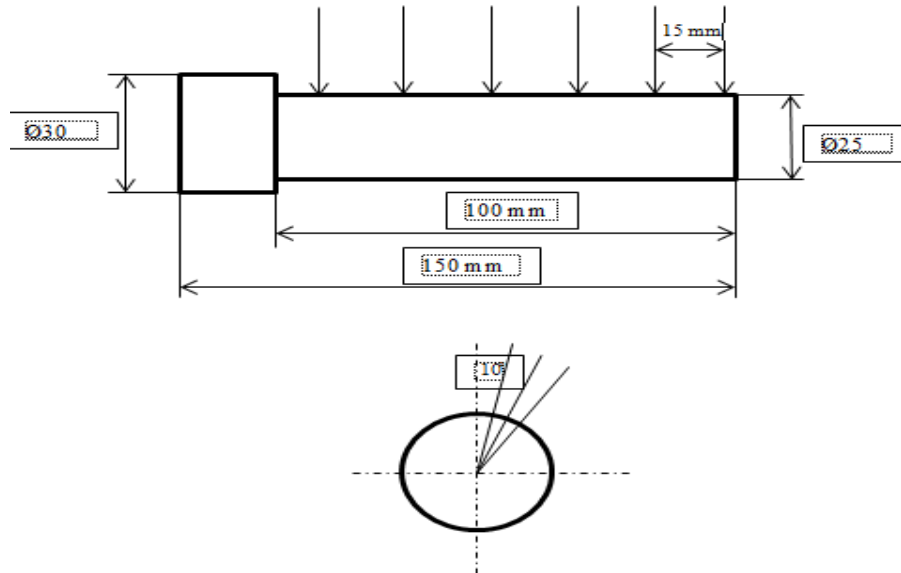
dengan ukuran diameter 30 mm × 100 mm dibubut menjadi ukuran \varnothing 25 mm sepanjang 100 mm tanpa menggunakan senter tetap pada *tailstock*.

2.3. Pengujian Kebulatan

Setelah dilakukan proses pemesinan maka dilakukan pengujian kebulatan untuk memperoleh nilai kesalahan geometri (ketidakbulatan) pada mesin melalui benda kerja hasil proses pemesinan. Pengukuran ketidakbulatan dilakukan dengan menggunakan *dial indicator* dan *V-block*.

Diawali dengan pemberian tanda yaitu titik 10° pada permukaan spesimen uji dan posisi yang akan dilakukan pengukuran (berjarak

setiap 15 mm) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4 berikut ini.



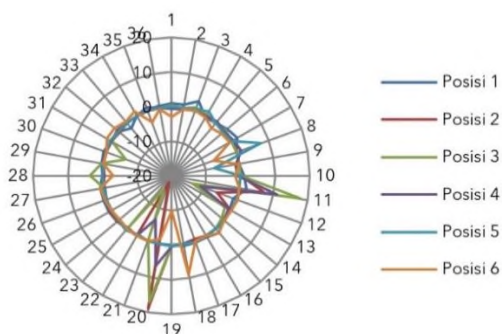
Gambar 4. Posisi pengukuran spesimen uji hasil proses pemesinan

Pengukuran kebulatan dilakukan dengan memposisikan spesimen uji dan alat ukur seperti pada Gambar 3. Selanjutnya letakan sensor *dial indicator* pada permukaan posisi yang akan diukur dan lakukan kalibrasi dengan mengatur ketinggian alat ukur terhadap spesimen uji hasil proses pembubutan dari mesin CNC *Turning* Mori Seiki SL-25. Pengukuran nilai kebulatan dilakukan dengan memutar bagian belakang spesimen uji setiap 10°. Catat nilai yang ada sesuai dengan jarum pada *dial indicator*. Hal yang sama dilakukan pada setiap posisi seluruh spesimen uji.

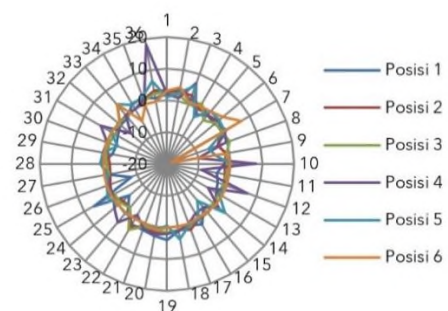
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil proses pemesinan bubut atau spesimen uji yang telah mengalami

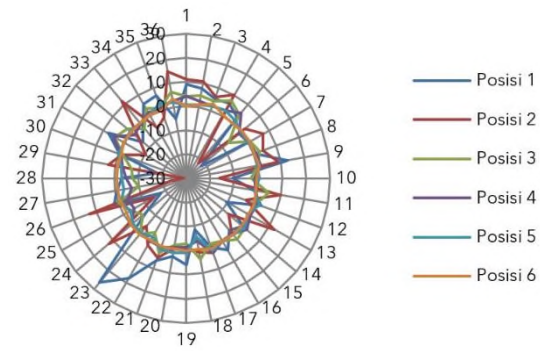
pengukuran nilai kebulatan akan dilakukan proses analisa data. Hal itu dilakukan untuk mengetahui kesalahan geometri pada mesin ditinjau dari spesimen uji hasil pemesinan mesin CNC *turning* tersebut setelah digunakan untuk proses pendidikan serta memproduksi suku cadang selama rentang waktu 25 tahun. Hasil pengukuran ketidakbulatan tersebut diplot ke dalam diagram polar untuk seluruh spesimen uji. Dari grafik polar inilah data tersebut dapat dilakukan analisa untuk mengetahui nilai ketidakbulatan pada spesimen uji setelah dilakukan proses pemesinan dengan mesin CNC SL-25 Mori Seiki. Berikut adalah hasil nilai kebulatan setelah diplot kedalam grafik polar.



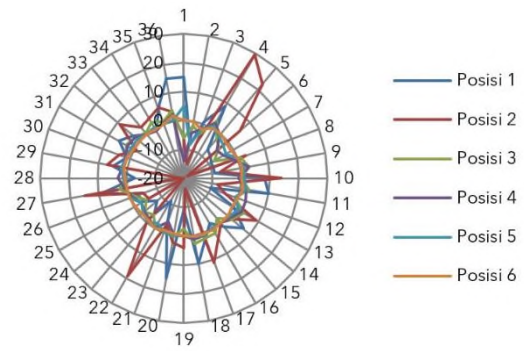
Gambar 5. Grafik polar spesimen uji 1



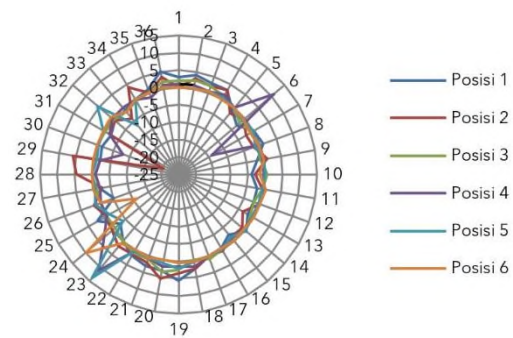
Gambar 6. Grafik polar spesimen uji 2



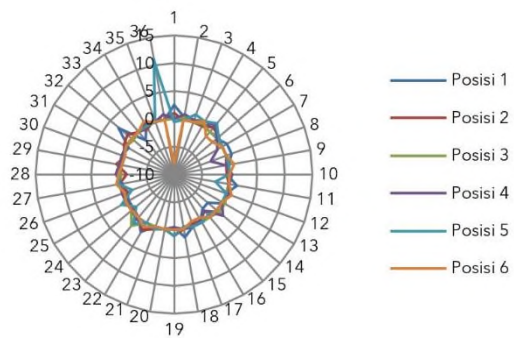
Gambar 7. Grafik polar spesimen uji 3



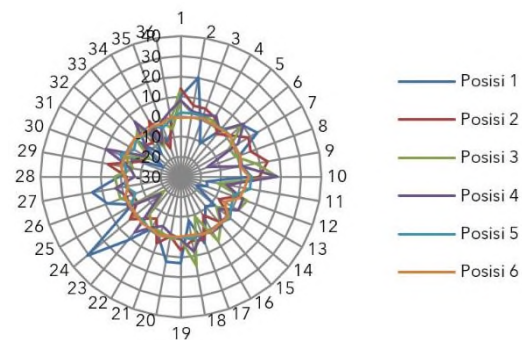
Gambar 8. Grafik polar spesimen uji 4



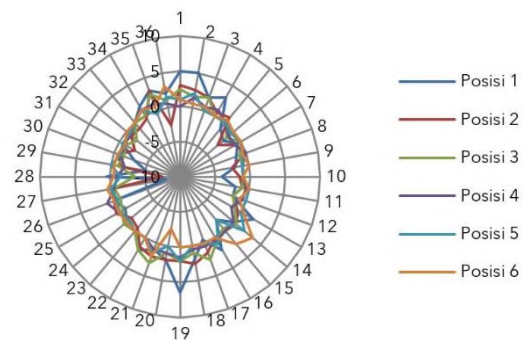
Gambar 9. Grafik polar spesimen uji 5



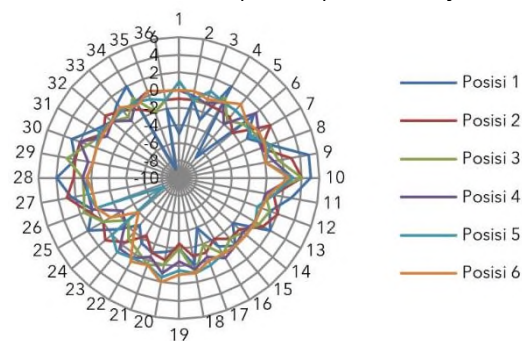
Gambar 10. Grafik polar spesimen uji 6



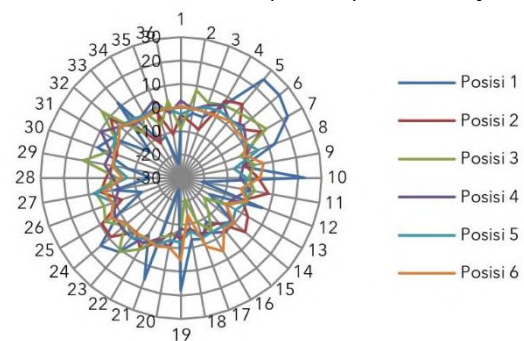
Gambar 11. Grafik polar spesimen uji 7



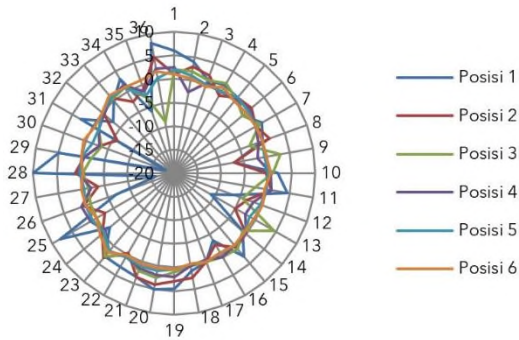
Gambar 12. Grafik polar spesimen uji 8



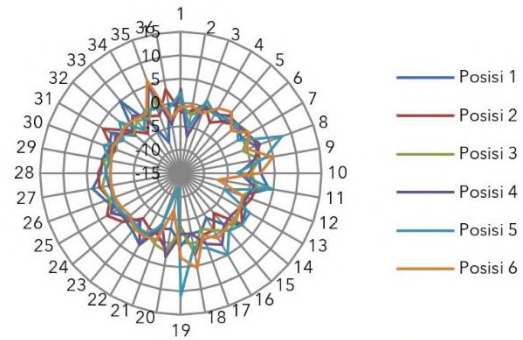
Gambar 13. Grafik polar spesimen uji 9



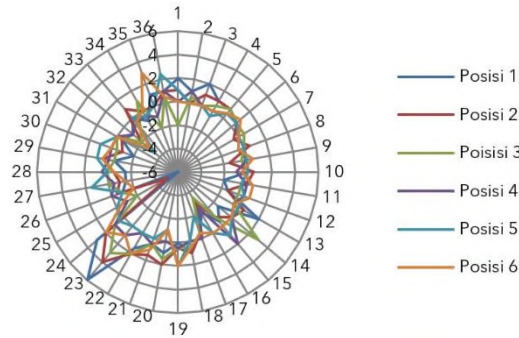
Gambar 14. Grafik polar spesimen uji 10



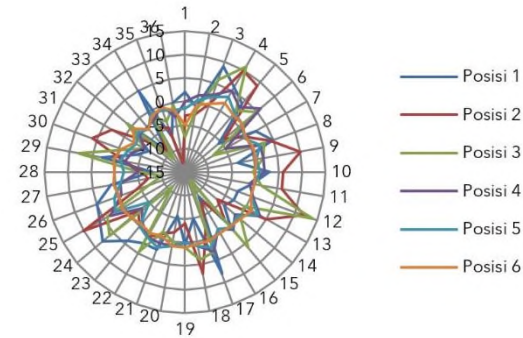
Gambar 15. Grafik polar spesimen uji 11



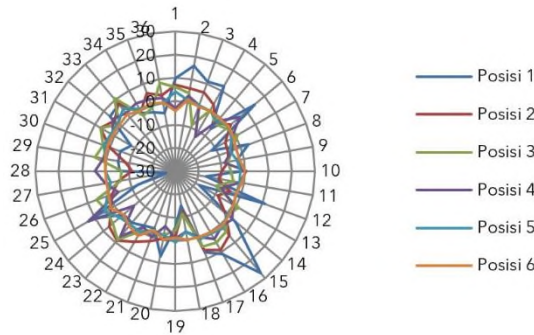
Gambar 16. Grafik polar spesimen uji 12



Gambar 17. Grafik polar spesimen uji 13



Gambar 18. Grafik polar spesimen uji 14



Gambar 19. Grafik polar spesimen uji 15

Proses analisa dilakukan setelah nilai ketidakbulatan spesimen hasil pengujian telah diplot kedalam grafik polar. Dari ke-15 grafik polar dari 15 hasil pengujian spesimen uji dilakukan analisa kebulatan untuk mengetahui nilai ketidakbulatan dengan metode *Minimum Zone Circle* (MZC) atau lingkaran daerah minimum. Jika dinyatakan dalam sebuah persamaan adalah sebagai berikut :

$$MZC = R_{maks} - R_{min} \dots\dots\dots (1)$$

dengan:

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

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

Penyimpangan kebulatan setelah dilakukan analisa nilai ketidakbulatan dapat dilihat dalam Tabel 1.

Dapat dilihat dari data hasil pengukuran ketidakbulatan pada Tabel 1 bahwa konsistensi mesin CNC SL-25 Mori Seiki dalam melakukan proses benda uji sudah berkurang. Diketahui hasil pengukuran terhadap 15 spesimen uji bahwa nilai ketidakbulatan pada beberapa komponen mencapai angka ketidakbulatan yang beragam. Pada spesimen uji nomor 3 posisi 1 yang merupakan posisi terluar benda kerja penyimpangan kebulatan mencapai angka 48,45 μm . Hal yang sama terjadi pada spesimen uji nomor 7 dan 10 yang secara berurutan nilai kebulatannya mencapai angka tertinggi yaitu 52 μm dan 50 μm . Tetapi pada posisi yang sama spesimen uji no 1 dan 6 hanya memiliki penyimpangan kebulatan diangka 5 μm , walaupun pada

posisi yang lain nilai kebulatannya berada
 tersebut dapat dilihat seperti pada tabel 1
 angka yang cukup tinggi. Kondisi kebulatan
 tersebut.

Tabel 1. Nilai ketidakbulatan benda kerja (μm)

| No | No mesin | Posisi | | | | | |
|-----|----------|--------|------|------|------|------|------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1. | BK 1 | 5 | 37 | 33,5 | 22 | 15 | 19 |
| 2. | BK 2 | 14,5 | 6,5 | 6 | 28 | 12,5 | 25,5 |
| 3. | BK 3 | 48,5 | 44 | 17,5 | 12,5 | 8,5 | 5 |
| 4. | BK 4 | 26 | 49,5 | 12 | 17 | 13 | 4 |
| 5. | BK 5 | 10,5 | 26,5 | 5,5 | 25 | 20,5 | 21 |
| 6. | BK 6 | 5 | 3 | 2,5 | 4,5 | 13,5 | 9 |
| 7. | BK 7 | 52 | 29 | 37 | 35 | 11 | 9 |
| 8. | BK 8 | 14,5 | 10,5 | 6,5 | 3,5 | 4 | 6 |
| 9. | BK 9 | 14 | 6,5 | 6,5 | 5,5 | 11 | 6,5 |
| 10. | BK 10 | 50 | 24 | 35 | 18 | 15 | 20 |
| 11. | BK 11 | 28 | 12 | 13,5 | 5,5 | 4,5 | 3 |
| 12. | BK 12 | 13 | 8 | 6 | 12 | 23 | 13 |
| 13. | BK 13 | 12 | 9 | 6,5 | 4,5 | 6 | 6 |
| 14. | BK 14 | 18 | 25 | 27 | 11 | 10 | 11 |

International Organization for Standardization atau ISO telah menetapkan 18 kelas toleransi yang digunakan untuk menentukan nilai toleransi dari kondisi mesin [11]. *Grades of tolerance* yang dinamakan standar toleransi tersebut

dimulai dari IT 0 hingga IT 16. Dengan standar tersebut dapat ditentukan toleransi standar terhadap benda kerja sampai dengan diameter 500 mm seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Toleransi standar untuk diameter 500 mm

| 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 |

4. SIMPULAN

Mesin CNC *Turning* SL-25 Mori Seiki yang dilakukan analisis merupakan mesin tua yang telah digunakan di Bengkel Mekanik Polman Babel sekitar 25 tahun. Setelah dilakukan pengujian terhadap kondisi geometrik mesin tersebut dengan melakukan uji kebulatan benda kerja hasil proses mesin didapatkan penyimpangan kebulatan tertinggi pada posisi 1 dengan

rata-rata 21,7 μm yang merupakan posisi terluar dari area pengecaman. Nilai penyimpangan terkecil berada pada posisi 6 yang merupakan posisi terdekat dari area pengecaman dengan rata-rata 10,9 μm . Pada posisi lain secara berurutan mencapai nilai penyimpangan dengan rata-rata 20,8 μm , 15,8 μm , 15,3 μm , 11,8. Besaran nilai penyimpangan tersebut sesuai dengan posisi titik pengujian terhadap pengecaman specimen uji. Nilai penyimpangan 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

Mesin CNC *Turning* SL-25 Mori Seiki dapat memproduksi benda kerja dengan baik. Dikarenakan masih digunakan untuk proses pembelajaran dan memproduksi suku cadang. Tetapi disarankan untuk senantiasa dilakukan perawatan yang intens terhadap mesin agar senantiasa dalam kondisi yang baik dan nilai penyimpangan geometrik mesin tidak semakin tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Satyahadewi, H. Perdana, P. Seminar, dan N. Penelitian, "Implementasi Bagan Kendali Individual Moving Range Dalam Evaluasi Proses Perkuliahan DI," 2016.
- [2] G. L. Schelesinger, "Testing Machine Tools," 1970.
- [3] 2008 Widarto, "Teknik Pemesinan, Jakarta, Depdiknas," *Widarto*, 2008.
- [4] T. Fahira, F. Aswin, dan Husman, "Prosiding Seminar Nasional Penerapan Metode Failure Mode And Effect," 2022.
- [5] D. Yuhas, A. Sumpena, dan D. R. Edial, "Pengukuran Statis Ketelitian Geometrik Mesin Bubut Maximat V13 Di Bengkel Teknik Mesin Pnj Menurut Referensi."
- [6] I. Rochim., Taufic (Bandung, "Spesifikasi, Metrologi, dan Kontrol Kualitas 2," 2006.
- [7] E. Hamdi, D. S. Arief, dan Adhy Prayitno, "Pengujian Kebulatan Hasil Pembuatan Poros Aluminium Menggunakan Emco T.U CNC -2A SMKN2 Pekanbaru Dengan Roundness Tester Machine," vol. 2, no. 1, pp. 4-8, 2015.
- [8] M. Yanis, "Analisis Profil Kebulatan Untuk Menentukan Kesalahan Geometrik Pada Pembuatan Komponen Menggunakan Mesin Bubut CNC," 2013.
- [9] A. & Y. D. Husman, "Tinjauan Performansi Bubut Doall LT13 Terhadap," 2019.
- [10] E. Yudo, A. T. Mesin, P. Babel, K. Industri, dan A. Kantung, "Kinerja Mesin Bubut Geminis Ditinjau Dari Kebulatan Benda Kerja," 2019.
- [11] I. Rochim., Taufic (Bandung, "Spesifikasi, Metrologi, dan Kontrol Kualitas Geometrik 1," 2001.