

PENGUJIAN PENYIMPANGAN RADIAL DAN AKSIAL PADA MESIN BUBUT MAXIMAT V 13 DALAM RANGKA PERAWATAN PREVENTIF DI BENGKEL TEKNIK MESIN PNJ

Hasbul Hadi Aditya¹, Budi Yuwono²

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424^{1,2}
Email: hasbul.hadiaditya.tm19@mhs.wpnj.ac.id¹, budi.yuwono@mesin.pnj.ac.id²

Abstract

Measurement of lathe deviation is a crucial process that aims to accurately determine the extent to which the machine is capable of producing parts with the required precision. Deviations that occur in machines can be caused by various complex factors, including geometric errors in the machine mechanism itself, due to repeated wear and tear of components, as well as the influence of the quality of the materials used in the manufacturing process. In practice, measurement of these deviations is carried out using high-precision measuring instruments, such as measuring clocks or dial indicators, to achieve optimal accuracy. The results of this measurement will then be compared with the specifications set by the engine manufacturer as the expected performance benchmark. If there is a deviation that exceeds the specified specification limits, then the machine may have to be repaired or readjusted immediately so that it can operate optimally again and produce products with the desired level of precision. Thus, measurement of lathe deviation becomes a critical step in the manufacturing process that guarantees the quality and accuracy of the products produced, as well as supports efforts to achieve efficiency and competitive advantage in the manufacturing industry.

Keywords: *lathe, measurement, radial, aksial*

Abstrak

Pengukuran penyimpangan mesin bubut merupakan langkah penting untuk menentukan tingkat presisi mesin dalam menghasilkan bagian-bagian produk. Penyimpangan ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti kesalahan geometris pada mekanisme mesin, keausan komponen yang sudah digunakan, atau kualitas bahan baku. Pengukuran dilakukan dengan alat ukur presisi tinggi seperti jam ukur atau indikator dial untuk mencapai akurasi optimal. Hasil pengukuran dibandingkan dengan spesifikasi yang ditetapkan oleh produsen sebagai tolak ukur performa yang diharapkan. Jika terjadi penyimpangan melebihi batas spesifikasi, mesin harus segera diperbaiki atau disetel ulang agar dapat beroperasi dengan optimal dan menghasilkan produk yang sesuai presisi. Dengan demikian, pengukuran penyimpangan mesin bubut menjadi langkah kritis dalam manufaktur untuk menjamin kualitas produk, efisiensi, dan keunggulan kompetitif di industri manufaktur.

Kata Kunci: *mesin bubut, pengukuran, radial, aksial*

1. PENDAHULUAN (*Introduction*)

Dalam dunia industri, mesin bubut merupakan salah satu peralatan kunci yang digunakan untuk pemotongan dan pembentukan material dalam berbagai jenis dan ukuran. Mesin bubut memiliki peran penting dalam proses produksi berbagai komponen, baik dalam industri manufaktur, otomotif, dirgantara, maupun industri lainnya. Namun, seperti peralatan mekanik lainnya, mesin bubut juga rentan terhadap keausan, kerusakan, dan penurunan kinerja akibat pemakaian yang berkelanjutan. Pentingnya menjaga mesin bubut agar tetap beroperasi dengan efisien dan akurat mendorong pengembangan strategi perawatan yang efektif.

Salah satu pendekatan terbaik dalam menjaga kinerja dan mencegah kerusakan pada mesin bubut adalah melalui perawatan preventif. Perawatan preventif melibatkan serangkaian tindakan perawatan yang dilakukan secara terjadwal untuk menghindari kegagalan mesin, mengurangi risiko kerusakan, meminimalkan waktu henti produksi, dan memperpanjang umur mesin. Dalam konteks ini, artikel ini akan mengulas secara mendalam pengujian penyimpangan radial dan aksial pada Mesin Bubut Maximat V 13, yang menjadi salah satu langkah penting dalam upaya perawatan preventif yang dilakukan di Bengkel Teknik Mesin PNJ.

2. TINJAUAN LITERATUR (*Literature Review*)

Perawatan preventif adalah pendekatan sistematis terhadap pemeliharaan peralatan yang bertujuan untuk mencegah kegagalan potensial dan mengurangi risiko kerusakan yang tak terduga. Strategi pemeliharaan ini melibatkan inspeksi rutin, layanan berkala, dan penggantian komponen yang aus atau menua sebelum mereka dapat menyebabkan masalah yang serius. Tujuan utama dari perawatan preventif adalah untuk memaksimalkan keandalan dan masa pakai peralatan, sehingga mengurangi downtime yang mahal dan perbaikan yang tidak terjadwal.

Salah satu prinsip dasar dari perawatan preventif adalah pengembangan jadwal perawatan yang terstruktur. Jadwal ini menguraikan tugas-tugas khusus yang harus dilakukan pada interval yang telah ditentukan, baik harian, mingguan, bulanan, atau tahunan, tergantung pada jenis peralatan dan penggunaannya. Kegiatan perawatan preventif umumnya mencakup pelumasan, pembersihan, kalibrasi, dan inspeksi untuk mengidentifikasi dan menangani masalah potensial secara dini. Dengan menjalankan program perawatan preventif yang terencana, organisasi dapat meningkatkan efisiensi peralatan, mengurangi biaya perbaikan, meningkatkan keselamatan, dan memperpanjang masa pakai operasional aset mereka. Pendekatan proaktif terhadap pemeliharaan ini luas diadopsi dalam berbagai industri, mulai dari manufaktur dan penerbangan hingga perawatan kesehatan dan manajemen fasilitas, untuk memastikan bahwa mesin dan sistem kritis beroperasi pada performa terbaik mereka dan mengurangi gangguan dalam operasi.

Pengukuran radial dan axial pada mesin bubut adalah aspek kunci dalam memastikan kinerja yang akurat dan presisi dalam proses pembentukan material. Pengukuran radial berkaitan dengan jarak antara permukaan benda kerja dengan sumbu utama mesin bubut. Ini adalah parameter yang vital dalam memastikan bahwa benda kerja berputar dengan tepat dan pada jarak yang diinginkan dari sumbu. Kualitas akurasi produk yang dihasilkan sangat bergantung pada pengukuran radial yang tepat.

Di sisi lain, pengukuran axial berkaitan dengan posisi benda kerja sepanjang sumbu mesin bubut. Hal ini memiliki peran penting dalam menentukan presisi pemotongan, terutama saat produk yang diproduksi harus memenuhi toleransi yang sangat ketat. Pengukuran axial yang baik memungkinkan pengendalian yang lebih baik terhadap dimensi produk dan hasil akhir yang sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan.

Penggunaan instrumen pengukuran yang tepat sangat penting dalam menjalankan pengukuran ini. Alat-alat seperti indikator dial, mikrometer, atau laser interferometer digunakan untuk memastikan hasil yang konsisten dan akurat. Selain itu, toleransi juga merupakan faktor kunci dalam pengukuran ini. Toleransi yang ketat memerlukan pengukuran yang lebih cermat dan perhatian terhadap detail yang lebih besar.

Penyimpangan dari nilai yang diinginkan sering kali terungkap selama pengukuran ini, baik itu kesalahan akurasi maupun kepresisian. Dalam hal ini, tindakan koreksi perlu diambil untuk mengembalikan mesin atau komponen yang rusak ke performa yang diinginkan. Ini menekankan pentingnya perawatan preventif yang rutin untuk menjaga akurasi dan presisi mesin bubut.

Pengukuran radial dan axial pada mesin bubut adalah landasan utama dalam mencapai tingkat akurasi dan kepresisian yang dibutuhkan dalam berbagai aplikasi industri. Dengan pemahaman yang baik tentang konsep ini, perusahaan dapat memastikan bahwa produk mereka

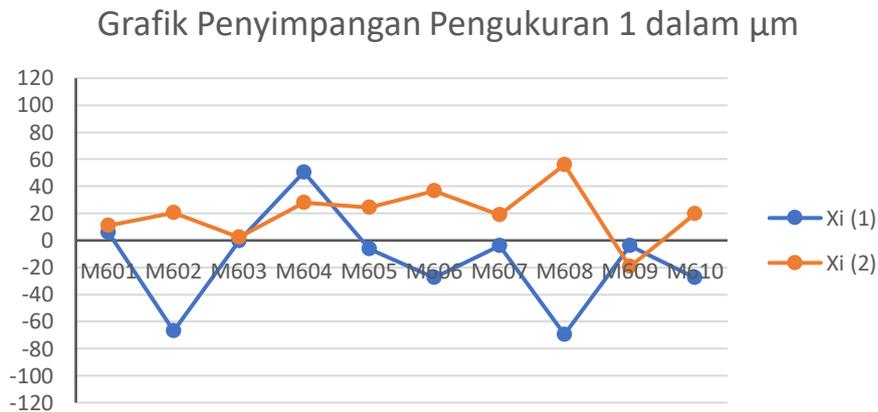
memenuhi standar kualitas yang ketat dan mencapai hasil yang diinginkan dalam proses produksi mereka

3. METODE PELAKSANAAN (*Materials and Method*)

Pengukuran kelurusan mesin bubut dilakukan dengan indikator dial, alat ukur dengan jarum yang menunjukkan penyimpangan dalam mikrometer. Langkah-langkahnya melibatkan persiapan mesin, pemasangan indikator dial pada poros bubut, putaran poros, dan pengukuran kelurusan pada beberapa titik. Jika penyimpangan melebihi spesifikasi, perlu perbaikan atau penggantian. Dalam artikel ini, terdapat 5 pengukuran yang berfokus pada penyimpangan radial pada setiap chuck (Pengukuran 1), kelurusan menggunakan center putar (Pengukuran 2), penyimpangan aksial menggunakan bushing (Pengukuran 3), kelurusan pada drill chuck (Pengukuran 4), dan pengukuran vibrasi mesin (Pengukuran 5).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN (*Results and Discussion*)

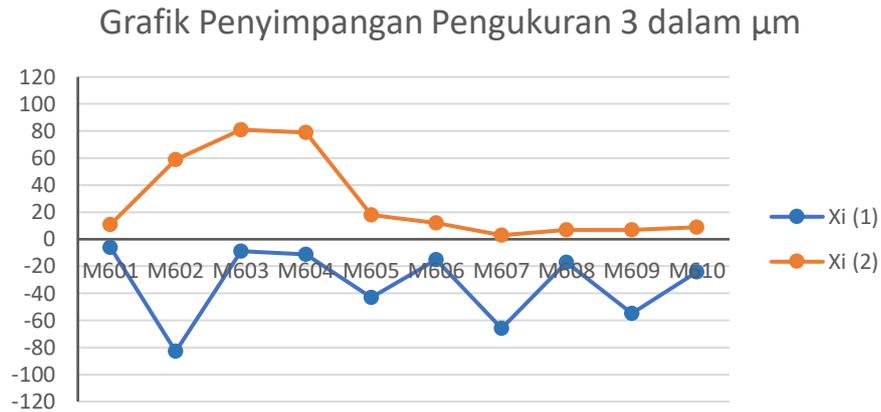
Berikut grafik untuk hasil pengukuran 1 sampai 5 yang telah dilakukan.



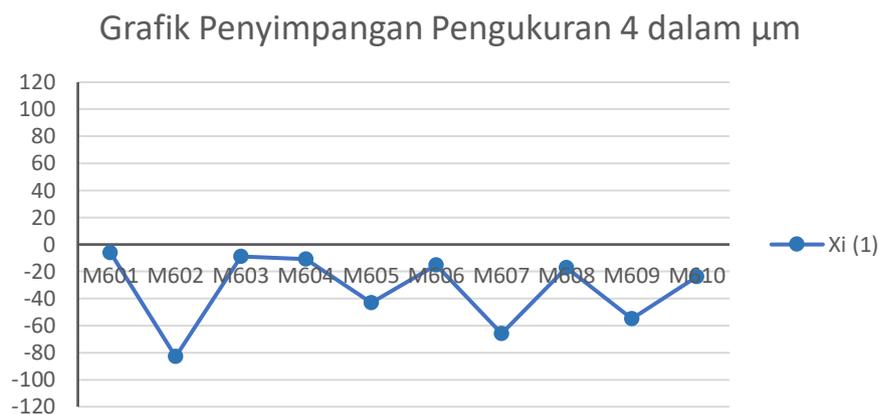
Gambar 1. Grafik penyimpangan pengukuran 1 dalam μm



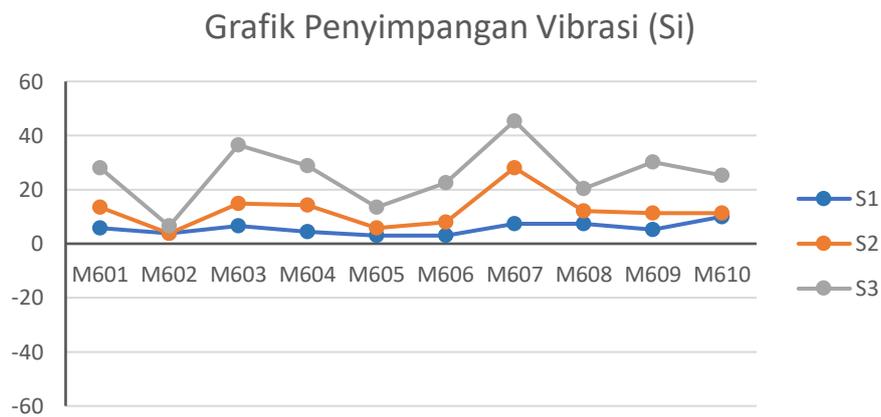
Gambar 2. Grafik penyimpangan pengukuran 2 dalam μm



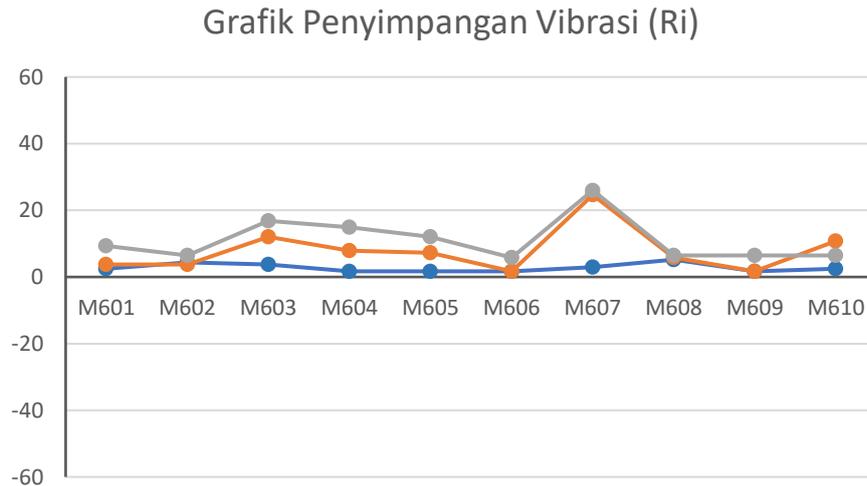
Gambar 3. Grafik penyimpangan pengukuran 3 dalam μm



Gambar 4. Grafik penyimpangan pengukuran 4 dalam μm



Gambar 5. Grafik penyimpangan vibrasi (Si)



Gambar 6. Grafik penyimpangan vibrasi (Ri)

Dari hasil pengukuran yang dilakukan, dapat dihitung nilai rata-rata hasil pengukuran, standar deviasi, batas kontrol atas, dan batas kontrol bawah, dengan rumus berikut ini

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad \sigma_1 = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}} \quad BKA = \bar{x} + 3 \times \sigma \quad BKB = \bar{x} - 3 \times \sigma$$

Keterangan:

\bar{x} = rata-rata data pengukuran

x_i = data pengukuran

σ = standar deviasi

BKA = Batas Kontrol Atas

BKB = Batas Kontrol Bawah

Berdasarkan hasil pengukuran penyimpangan radial pada setiap chuck rata-ratanya adalah sebesar $-15 \mu\text{m}$ dan $19.8 \mu\text{m}$; Batas Kontrol Atas sebesar $-164.05 \mu\text{m}$ dan $93.61 \mu\text{m}$; dan Batas Kontrol Bawah sebesar $-194.05 \mu\text{m}$ dan $-54.01 \mu\text{m}$.

Berdasarkan hasil pengukuran kelurusan menggunakan center putar rata-ratanya adalah sebesar $-18.7 \mu\text{m}$ dan $21.2 \mu\text{m}$; Batas Kontrol Atas sebesar $143.75 \mu\text{m}$ dan $154.23 \mu\text{m}$; dan Batas Kontrol Bawah sebesar $-181.15 \mu\text{m}$ dan $-111.83 \mu\text{m}$. Berdasarkan hasil pengukuran penyimpangan aksial menggunakan bushing rata-ratanya adalah sebesar $-32.9 \mu\text{m}$ dan $28.6 \mu\text{m}$; Batas Kontrol Atas sebesar $44.3 \mu\text{m}$ dan $118 \mu\text{m}$; dan Batas Kontrol Bawah sebesar $-110.11 \mu\text{m}$ dan $60.80 \mu\text{m}$.

Berdasarkan hasil pengukuran kelurusan pada drill chuck rata-ratanya adalah sebesar $-5.9 \mu\text{m}$; Batas Kontrol Atas sebesar $144.82 \mu\text{m}$; dan Batas Kontrol Bawah sebesar $-156.62 \mu\text{m}$.

Berdasarkan hasil pengukuran vibrasi mesin rata-ratanya adalah sebesar 5.63 m/s^2 (S1), 12.31 m/s^2 (S2), 25.71 m/s^2 (S3), 2.8 m/s^2 (R1), 7.94 m/s^2 (R2), dan 11.1 m/s^2 (R3); Batas Kontrol Atas sebesar 11.95 m/s^2 (S1), 31.21 m/s^2 (S2), 57.10 m/s^2 (S3), 6.41 m/s^2 (R1), 27.37 m/s^2 (R2), dan 29.76 m/s^2 (R3); dan Batas Kontrol Bawah sebesar -0.68 m/s^2 (S1), -6.60 m/s^2 (S2), -5.67 m/s^2 (S3), -0.82 m/s^2 (R1), -11.49 m/s^2 (R2), dan -7.56 m/s^2 (R3).

Tabel 1. Ringkasan data penyimpangan per mesin

Mesin	Besaran Penyimpangan dalam Jam (Xi)							Mean	Mean (+)	STD
	Pengukuran 1		Pengukuran 2		Pengukuran 3		Pengukuran 4			
	Xi (1)	Xi (2)	Xi (1)	Xi (2)	Xi (1)	Xi (2)	Xi			
M601	6	11	84	-65	-6	11	-6	5,00	5,00	43,70
M602	-67	20,5	-34	41	-83	59	-83	-20,93	20,93	60,47
M603	-0,5	2,5	-72	13	-9	81	-9	0,86	0,86	44,87
M604	50,5	28	-65	43	-11	79	-11	16,21	16,21	48,39
M605	-6,5	24,5	-45	68	-43	18	-43	-3,86	3,86	43,22
M606	-27,5	36,5	22	10	-15	12	-15	3,29	3,29	23,06
M607	-4	19	60	-37	-66	3	-66	-13,00	13,00	46,34
M608	-69,5	56	-89	90	-17	7	-17	-5,64	5,64	63,76
M609	-4	-19,5	-27	45	-55	7	-55	-15,50	15,50	35,51
M610	-27,5	19,5	-21	4	-24	9	-24	-9,14	9,14	19,33

Dari hasil pengukuran yang dilakukan, dari Tabel 1 dapat disimpulkan bahwa mesin yang memiliki akurasi yang paling baik adalah Mesin 603, 606 dan 605. Sementara itu mesin yang memiliki kepresisian paling baik adalah Mesin 610, 606, 609. Sehingga mesin yang memiliki akurasi dan kepresisian yang paling baik adalah mesin 606.

Tabel 2. Ringkasan data penyimpangan vibrasi per mesin (halus)

Mesin	Pengukuran Penyimpangan Vibrasi dalam			Mean	STD
	m/s^2				
	S1	S2	S3		
M601	5,8	13,5	28,1	15,80	11,33
M602	3,8	3,8	6,5	4,70	1,56
M603	6,5	14,9	36,4	19,27	15,42
M604	4,4	14,2	28,8	15,80	12,28
M605	3	5,8	13,5	7,43	5,44
M606	3	7,9	22,5	11,13	10,14
M607	7,3	28,1	45,4	26,93	19,08
M608	7,3	12,1	20,4	13,27	6,63
M609	5,2	11,4	30,2	15,60	13,02
M610	10	11,4	25,3	15,57	8,46

Tabel 3. Ringkasan data penyimpangan vibrasi per mesin (kasar)

Mesin	Pengukuran Penyimpangan Vibrasi dalam			Mean	STD
	m/s^2				
	R1	R2	R3		
M601	2,4	3,8	9,3	5,17	3,65
M602	4,4	3,8	6,5	4,90	1,42
M603	3,8	12,1	16,9	10,93	6,63
M604	1,7	7,9	14,9	8,17	6,60
M605	1,7	7,3	12,1	7,03	5,21
M606	1,7	1,7	5,8	3,07	2,37
M607	3	24,6	26	17,87	12,89
M608	5,2	5,8	6,5	5,83	0,65

Mesin	Pengukuran Penyimpangan Vibrasi dalam			Mean	STD
	m/s^2				
	R1	R2	R3		
M609	1,7	1,7	6,5	3,30	2,77
M610	2,4	10,7	6,5	6,53	4,15

Berdasarkan Tabel 2 dan Tabel 3, mesin yang memiliki getaran (vibrasi) yang paling halus adalah Mesin 606, 602 dan 605. Jika kita hubungkan dengan data penyimpangan pengukuran, bisa dilihat bahwa kondisi vibrasi mesin akan mempengaruhi kinerja mesin tersebut. Dalam kasus pengukuran ini terlihat Mesin 606 adalah mesin bubut yang memiliki getaran yang paling halus dan performa yang paling baik.

5. KESIMPULAN (*Conclusions*)

Dalam rangkaian penelitian ini, evaluasi terhadap mesin bubut di bengkel PNJ mengungkapkan bahwa secara keseluruhan, mesin-mesin tersebut memiliki tantangan dalam hal akurasi, presisi, dan getaran yang tinggi. Oleh karena itu, langkah-langkah perbaikan yang diterapkan akan membantu mengatasi ketidaksempurnaan ini dan memastikan mesin-mesin ini dapat beroperasi dengan tingkat akurasi yang lebih baik. Preventive maintenance juga menjadi kunci untuk menjaga performa yang optimal. Mesin bubut terbaik yang dapat diandalkan adalah Mesin 606, yang menonjol dalam akurasi, presisi, dan minimnya getaran. Oleh karena itu, rekomendasi penting adalah melanjutkan perawatan preventif dan perbaikan berkala pada mesin-mesin dengan hasil pengukuran di luar standar yang telah ditentukan, guna mendukung produktivitas dan kualitas proses produksi yang lebih baik di masa depan. Dengan implementasi tindakan ini, diharapkan mesin bubut akan tetap berkinerja prima dalam mendukung keberhasilan operasional pada bengkel PNJ.

6. DAFTAR PUSTAKA (*References*)

- Viswanathan, G., et al. "Evaluating the machining parameters for milling P20 HH mould steel using a specific end mill." *Materials Today: Proceedings* 46 (2021): 8248-8253.
- Formula for turning - Technical info/cutting formula. Mitsubishi Materials Corporation. https://www.mmc-carbide.com/in/technical_information/formula/tec_turning_formula
- Sata, T., et al. "Analysis of surface roughness generation in turning operation and its applications." *CIRP annals* 34.1 (1985): 473-476.
- Zhu, Wen-Hong, Martin B. Jun, and Yusuf Altintas. "A fast tool servo design for precision turning of shafts on conventional CNC lathes." *International Journal of Machine Tools and Manufacture* 41.7 (2001): 953-965.