



TEKNOTIKA Vol. 09, No. 02, 2025

Pengaruh Ketidakseimbangan Massa Rotor terhadap Tingkat Getaran Motor Listrik

Moh Azizi Hakim^{1*}, Sony Sukmara², Erik Heriana³, Sidik Susilo⁴, Shamsul Fahmi Mohd Nor⁵

^{1,2,3}Fakultas teknologi dan informatika universitas matlaulanwar banten

⁴Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

⁵Universiti Sains Islam Malaysia

Email: *zeehakim@gmail.com

Abstrak. Ketidakseimbangan rotor merupakan penyebab umum getaran pada mesin berputar dan dapat mempercepat kerusakan bearing, kopling, dan fondasi. Penelitian ini menganalisis pengaruh penambahan massa tidak seimbang 0-20 g terhadap kecepatan getaran RMS motor listrik pada putaran konstan. Massa uji ditempatkan pada radius tetap, sedangkan getaran radial diukur menggunakan vibration meter pada rumah bearing. Data simulasi menunjukkan getaran meningkat dari 0,80 mm/s pada kondisi baseline menjadi 5,15 mm/s pada massa 20 g. Hubungan positif yang kuat konsisten dengan peningkatan gaya sentrifugal akibat ketidakseimbangan. Pemantauan spektrum 1X putaran dan balancing diperlukan untuk membedakan unbalance dari misalignment, looseness, dan kerusakan bearing.

Kata kunci: ketidakseimbangan rotor; getaran; motor listrik; balancing; predictive maintenance.

1 Pendahuluan

Mesin berputar digunakan pada pompa, blower, kompresor, konveyor, dan sistem produksi. Keandalan mesin sangat dipengaruhi oleh kondisi rotor, bearing, kopling, pelumasan, dan fondasi [1].

Ketidakseimbangan terjadi ketika pusat massa rotor tidak berimpit dengan sumbu putar [2]. Massa eksentrik menghasilkan gaya sentrifugal periodik yang berputar bersama rotor. Respons getaran umumnya dominan pada frekuensi 1X putaran, tetapi amplitudonya dipengaruhi kekakuan, redaman, posisi sensor, dan kedekatan terhadap kecepatan kritis [3].

Getaran berlebih meningkatkan beban dinamis pada bearing dan sambungan, menurunkan kualitas proses, menghasilkan kebisingan, dan dapat memicu kegagalan [4]. Condition monitoring menggunakan

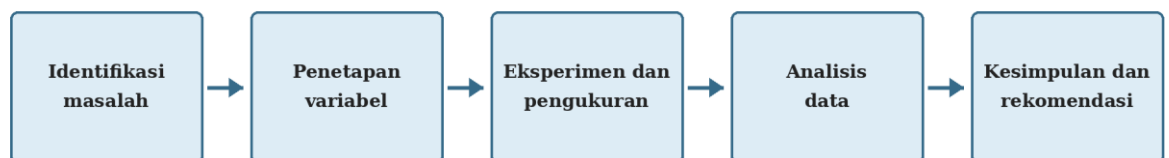
amplitudo RMS, waveform, fase, dan spektrum frekuensi untuk mendeteksi perubahan kondisi [5][6].

Eksperimen rotor dengan massa terkontrol banyak digunakan untuk mengembangkan metode diagnosis unbalance [7]. Meskipun demikian, baseline setiap mesin berbeda sehingga tren historis lebih penting daripada satu nilai Tunggal [8].

Penelitian ini bertujuan menentukan hubungan massa tidak seimbang dengan getaran RMS pada rig motor listrik dan menyusun model awal untuk pembelajaran balancing serta predictive maintenance.

2 Metode penelitian

Penelitian menggunakan metode eksperimen kuantitatif pada bidang dinamika dan perawatan mesin. Variabel bebas adalah massa tidak seimbang (g), sedangkan variabel terikat adalah kecepatan getaran rms (mm/s). Variabel lain yang dapat mengganggu hasil dikendalikan selama pengujian. Alur penelitian diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur pelaksanaan penelitian

2.1 Bahan, Peralatan, dan Prosedur

Rig terdiri atas motor listrik, poros, cakram penyeimbang, bearing, dan fondasi kaku. Motor dioperasikan pada putaran tetap setelah temperatur stabil. Massa 0, 5, 10, 15, dan 20 g dipasang pada radius yang sama pada cakram. Kecepatan getaran RMS radial diukur pada rumah bearing menggunakan vibration meter. Setiap kondisi diulang tiga kali. Posisi sensor, putaran, kekencangan baut, dan kondisi kopling dipertahankan tetap.

Data pada naskah ini merupakan data simulasi untuk menunjukkan rancangan penelitian, metode analisis, dan format artikel. Nilai tersebut

Ketidakseimbangan dan Getaran

bukan hasil pengujian laboratorium. Sebelum publikasi, data harus diganti atau diverifikasi menggunakan pengukuran nyata, sertifikat kalibrasi instrumen, spesifikasi alat, dokumentasi spesimen, dan kondisi lingkungan.

2.2 Formulasi Matematis dan Analisis Data

$$F_u = m e \omega^2 \quad (1)$$

F_u adalah gaya ketidakseimbangan, m massa eksentrik, e radius eksentrisitas, dan omega kecepatan sudut.

$$v_{RMS} = \sqrt{(1/T) \int_0^T v(t)^2 dt} \quad (2)$$

v_{RMS} adalah kecepatan getaran efektif selama periode pengamatan T.

Setiap tingkat perlakuan dihitung nilai rata-rata dan simpangan bakunya. Hubungan antarvariabel didekati menggunakan regresi polinomial orde 1. Kecocokan model dinilai dengan koefisien determinasi R². Model hanya digunakan pada rentang variabel yang diuji.

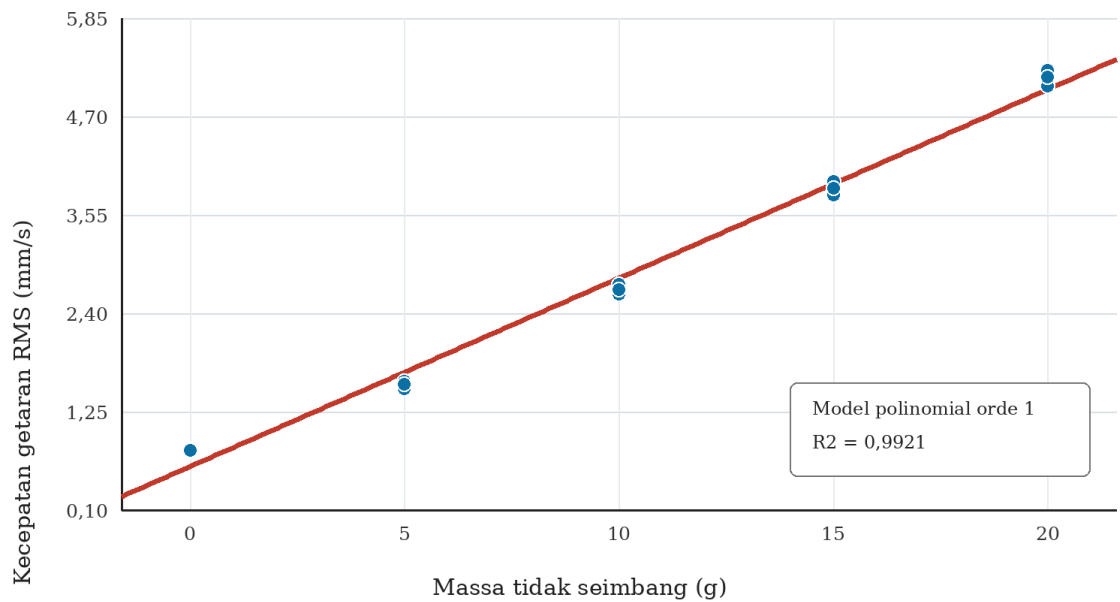
3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Pengujian

Tabel 1. Data massa tidak seimbang dan kecepatan getaran rms

Massa tidak seimbang (g)	U1 (mm/s)	U2 (mm/s)	U3 (mm/s)	Rata-rata (mm/s)	SD (mm/s)
0	0,78	0,82	0,80	0,80	0,02
5	1,52	1,61	1,57	1,57	0,05
10	2,62	2,74	2,68	2,68	0,06
15	3,78	3,94	3,86	3,86	0,08
20	5,05	5,24	5,16	5,15	0,10

Rata-rata kecepatan getaran rms pada perlakuan awal adalah 0,80 mm/s, sedangkan pada perlakuan terakhir sebesar 5,15 mm/s. Nilai simpangan baku berada pada rentang 0,02-0,10 mm/s, yang menunjukkan konsistensi data simulasi pada setiap pengulangan.



Gambar 2. Hubungan massa tidak seimbang dengan kecepatan getaran rms

3.2 Analisis Model

$$y = 0,2199x + 0,6127 \quad (3)$$

Model menghasilkan $R^2 = 0,9921$. Nilai tersebut menunjukkan bahwa perubahan massa tidak seimbang menjelaskan sebagian besar variasi kecepatan getaran rms dalam data simulasi. Interpolasi masih memerlukan validasi, sedangkan ekstrapolasi di luar rentang pengujian tidak direkomendasikan.

3.3 Pembahasan Teknis

Peningkatan massa tidak seimbang menaikkan gaya eksitasi pada frekuensi putaran. Karena radius dan kecepatan dijaga tetap, gaya secara teoritis berbanding lurus dengan massa, sehingga tren getaran meningkat mendekati linear pada daerah yang jauh dari resonansi.

Amplitudo aktual merupakan respons sistem, bukan hanya besar gaya. Kekakuan fondasi, redaman, kondisi bearing, misalignment, dan kelonggaran dapat memperkuat atau mengubah pola. Pemeriksaan spektrum dan fase diperlukan sebelum menyimpulkan unbalance.

Ketidakseimbangan dan Getaran

Dalam program perawatan, tren getaran harus dibandingkan dengan baseline, batas alarm internal, manual pabrikan, dan standar yang sesuai. Apabila komponen 1X meningkat, lakukan inspeksi kebersihan rotor, kehilangan bobot, penumpukan material, runout, dan balancing.

3.4 Implikasi dan Keterbatasan

Hasil dapat digunakan sebagai rancangan awal praktikum, tugas akhir, atau pengembangan prosedur pengujian. Namun, jumlah perlakuan dan pengulangan masih terbatas. Penelitian nyata perlu menambahkan randomisasi urutan uji, ketidakpastian pengukuran, pemeriksaan asumsi statistik, serta dokumentasi kondisi alat dan bahan.

Keselamatan kerja harus diterapkan sesuai karakter eksperimen, termasuk pelindung mesin, prosedur lockout-tagout, alat pelindung diri, pengawasan putaran atau temperatur, serta kepatuhan terhadap manual peralatan dan standar pengujian.

4 Kesimpulan

Ketidakseimbangan massa meningkatkan tingkat getaran motor listrik. Data simulasi menunjukkan v_{RMS} naik dari 0,80 mm/s pada baseline menjadi 5,15 mm/s pada massa 20 g. Hubungan ini mendukung penggunaan getaran sebagai indikator kondisi rotor. Diagnosis lapangan harus dikonfirmasi melalui spektrum, fase, putaran, pemeriksaan mekanis, dan prosedur balancing yang aman.

5 Daftar pustaka

- [1] E. Heriana, M. A. Hakim, A. Ekoprianto, S. Sukmara, and D. Susanto, "Analisis Kapasitas Baterai Dan Sistem Charger," *Technoma*, vol. 02, no. 01, 2022.
- [2] M. A. Hakim, E. Heriana, A. Ekoprianto, S. Sukmara, and D. Susanto, "Analisis Bangun Rangka Mobil," *Technoma*, vol. 02, no. 01, pp. 3–8, 2022.
- [3] M. A. Hakim, E. Heriana, M. A. Hakim, S. Sukmara, and D. Susanto, "Perancangan kendaraan kampus dengan penggerak motor listrik," *Technoma*, vol. 01, no. 02, pp. 60–66, 2022.
- [4] M. A. Hakim, E. Heriana, A. Ekoprianto, S. Sukmara, and D. Susanto, "RANCANGAN SISTEM PENGEMUDI JENIS RACK AND," vol. 01, no. 02, 2022.
- [5] R. Rizky, M. Ridwan, and Z. Hakim, "Implementasi Metode Forward Chaining Untuk Diagnosa Penyakit Covid 19 Di Rsud Berkah Pandeglang Banten," *J. Teknol. Inf.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–4, 2020.
- [6] S. Wijaya *et al.*, "Program Peningkatan Kecakapan Hidup Berbasis Vocational Skill Untuk Membangun Jawa Wirausaha Mahasiswa Semester Akhir Mahasiswa Universitas Mathla'ul Anwar Banten," *J. Dharmabakti Nagri*, vol. 1, no. 3, pp. 133–139, 2023, doi: 10.58776/jdn.v1i3.81.
- [7] A. M. Yunita, A. H. Wibowo, R. Rizky, and N. N. Wardah, "Implementasi Metode SAW Untuk Menentukan Program Bantuan Bedah Rumah Di Kabupaten Pandeglang," *J. Teknol. Dan Sist. Inf. Bisnis*, vol. 5, no. 3, pp. 197–202, 2023, doi: 10.47233/jteksis.v5i3.835.

- [8] R. Rizky, Z. Hakim, and A. G. Pratama, "SISTEM MONITORING KETINGGIAN PERMUKAAN AIR SUNGAI DI BENDUNGAN MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK BERBASIS IoT DENGAN METODE FUZZY," vol. 5, no. 2, 2016.