

Deteksi Kerusakan Roda Gigi Dengan Analisis Sinyal Getaran

Zamzamil Amin⁽¹⁾, Ibnu Hajar⁽²⁾

Politeknik Negeri Bengkalis

Jl. Bathin Alam, Sungai Alam, Bengkalis, Riau, Indonesia 28711

Email: zamilamin2@gmail.com, ibnu@polbeng.ac.id

ABSTRAK

Kerusakan roda gigi pada gearbox dapat menimbulkan getaran berlebih yang berpengaruh pada kinerja mesin dan berpotensi menyebabkan kerusakan komponen lainnya. Deteksi dini kerusakan diperlukan untuk mencegah kerugian akibat downtime dan biaya perawatan tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi dan menganalisis kerusakan roda gigi gearbox menggunakan vibration analysis serta mengidentifikasi perbedaan karakteristik getaran pada berbagai kondisi kerusakan. Metode penelitian dilakukan secara eksperimen pada gearbox WPA 50 dengan rasio 1:30, menggunakan alat vibrometer HTI-1201 untuk mengukur parameter velocity, Acceleration, dan displacement pada tiga titik pengukuran (aksial, horizontal, dan vertikal). Data hasil pengukuran dianalisis dan dibandingkan dengan standar ISO 10816 untuk menentukan tingkat keparahan kerusakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi normal memiliki nilai velocity $\leq 0,5$ mm/s, sedangkan pada kondisi aus, patah setengah gigi, dan patah satu gigi terjadi peningkatan signifikan hingga melebihi batas zona “Good” pada ISO 10816. Peningkatan nilai getaran sebanding dengan tingkat kerusakan yang terjadi. Kesimpulannya, metode vibration analysis efektif digunakan untuk mendeteksi kerusakan roda gigi gearbox dan dapat dijadikan acuan dalam penerapan pemeliharaan prediktif (predictive maintenance).

Kata kunci: Roda Gigi, Gearbox, Vibration Analysis, ISO 10816, Deteksi Kerusakan

PENDAHULUAN

Penelitian terdahulu yang relevan dengan kajian ini antara lain dilakukan oleh M. Sabri, Redman Wijaya, dan Harris Kritanto (2016) yang meneliti “Deteksi Dini Kerusakan Transmisi dengan Menggunakan Analisis Vibrasi” dan menemukan bahwa kerusakan gigi transmisi dapat meningkatkan vibrasi, dengan hasil eksperimen menunjukkan kerusakan pada gigi keempat akibat bearing defect, sedangkan hasil simulasi menggunakan analisis modal FEA menguatkan temuan tersebut. Dimas Bagus Setyawan dan Sufianto (2013) dalam penelitian “Metode Vibration Analysis Dalam Aplikasi Perawatan Mesin” menjelaskan bahwa metode vibrasi dapat mendeteksi kerusakan mesin tanpa pembongkaran, dengan studi kasus motor listrik yang mengalami kerusakan bearing inboard tipe SKF NU313 akibat mechanical looseness dan misalignment. Achmad Widodo, Djoeli Satrijo, dan Toni Prahasto (2015) dalam “Deteksi Kerusakan Roda Gigi dengan Analisis Sinyal Getaran” menunjukkan bahwa metode Time Synchronous Averaging (TSA) dan wavelet mampu mendeteksi kerusakan roda gigi serta menentukan lokasi relatif cacat, sedangkan metode cepstrum hanya mampu mendeteksi

frekuensi kerusakan. Gigih Pribadi, Achmad Widodo, dan Djoeli Satrijo (2014) pada penelitian “Deteksi Kerusakan Roda Gigi dengan Analisis Sinyal Getaran Berbasis Domain Frekuensi” menemukan perbedaan amplitudo GMF dan cepstrum pada roda gigi normal, aus, patah setengah gigi, dan patah satu gigi, yang menunjukkan tingkat kerusakan. Rif'an, Achmad Widodo, dan Djoeli Satrijo (2014) dalam “Deteksi Kerusakan Roda Gigi dengan Analisis Sinyal Getaran Berbasis Domain Waktu” juga membuktikan bahwa variasi amplitudo getaran pada putaran 2000 rpm dapat membedakan kondisi roda gigi normal (0,001 V) dengan roda gigi aus (0,17 V), patah setengah gigi (0,19 V), dan patah satu gigi (0,21 V).

1. METODE

1.1 Tahapan Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen untuk mendeteksi kerusakan pada roda gigi gearbox. Alat utama yang digunakan dalam penelitian ini yaitu microlog instrumen dengan sebuah sensor. Microlog sebagai penghubung sensor dengan gearbox akan mengubah sinyal tersebut menjadi betuk digital. Untuk selanjutnya bahan tersebut disimpan sebagai bahan Analisa eksperimental. Dalam

melaksanakan tahap penelitian ini, gearbox akan diperiksa kelengkapan dan kondisinya untuk mencegah gangguan selama penelitian. Adapun tahapan yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mengukur nilai getaran (vibrasi) pada motor dan gearbox menggunakan alat microlog instrumen dan sensor.
2. mengolah data yang diperoleh dengan menggunakan minitab atau matlab untuk melihat karakteristik getarannya
3. Menganalisis data dan membandingkannya dengan standar vibrasi ISO 10816.
4. Menyimpulkan hasil penelitian

2. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan penelitian dan pengambilan data getaran pada Gearbox dengan menggunakan alat *Vibrometer* pada tanggal 20 juni, Adapun tahap pengambilan data dilakukan pada gearbox dengan 2 titik pengambilan data yaitu vertikal dan aksial dan standar getaran yang digunakan dalam penelitian ini merujuk pada standar ISO 10816. Pengujian ini dilakukan pada gearbox untuk mengetahui berapa besar kerusakan yang ditimbulkan pada saat keadaan normal dan pada saat adanya kerusakan pada roda gigi. Pengujian getaran pada gearbox ini dilakukan beberapa tahapan pada saat terjadinya getaran tinggi. Nilai yang diambil yaitu nilai *Acceleration*, *Velocity* dan *Displacement*. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan kecepatan putaran konstan dari motor listrik dan langsung menuju ke gearbox dengan bantuan belting. Pada kecepatan motor setelah dilakukan pengukuran dengan menggunakan tachometer, didapat nilai kecepatannya yaitu 1372,8 Rpm dengan besar pulley pada motor yaitu 2,5 inci sedangkan pada gearbox, dengan menggunakan pulley sebesar 3 inci maka didapat 1143,33 Rpm

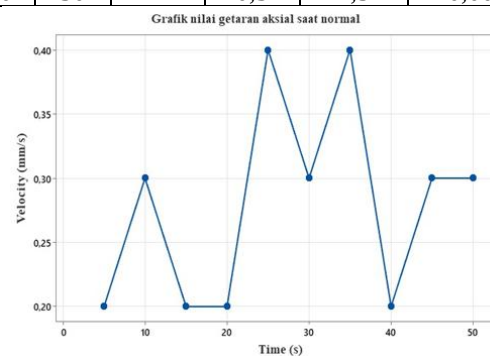
2.1 Nilai getaran pada roda gigi kondisi normal

Dalam pengambilan data getaran terdapat 3 posisi pengambilan yaitu posisi *axial*, Vertikal dan horizontal, dengan melakukan pengambilan data menggunakan *Vibrometer* HTI- 1201, dengan 3 parameter getaran yaitu *Velocity*, *Acceleration* dan *Displacement*.

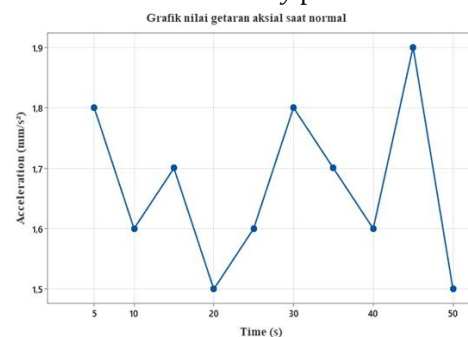
2.1.1 Posisi Axial

Tabel 2.1 Tabel posisi *axial* kondisi normal

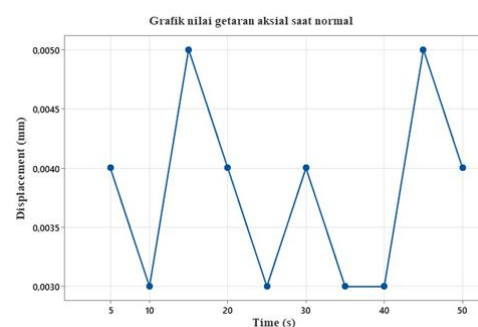
No	Time (s)	Kec. pulley (Rpm)	Parameter getaran		
			Velocity (mm/s)	Acceleration (mm/s ²)	Displacement (mm)
1	5	1143,33	0,2	1,8	0,004
2	10		0,3	1,6	0,003
3	15		0,2	1,7	0,005
4	20		0,2	1,5	0,004
5	25		0,4	1,6	0,003
6	30		0,3	1,8	0,004
7	35		0,4	1,7	0,003
8	40		0,2	1,6	0,003
9	45		0,5	1,9	0,005
10	50		0,3	1,5	0,004



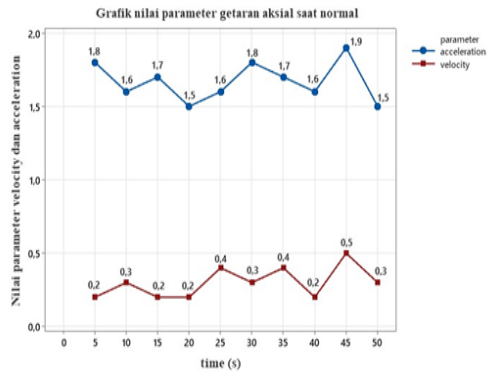
Gambar 2.1 Grafik *velocity* posisi *axial* normal



Gambar 2.2 Grafik *Acceleration* posisi *axial* normal



Gambar 2.3 Grafik *displacement* posisi *axial* normal

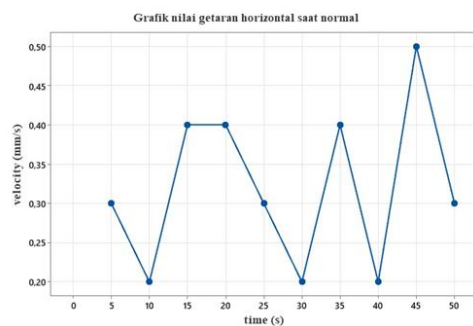


Gambar 2.4 Grafik *velocity* dan *Acceleration* posisi *axial* normal

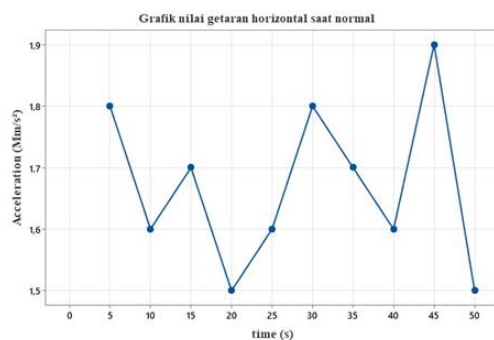
2.2.2 Horizontal

Tabel 2.1 Tabel posisi horizontal kondisi normal

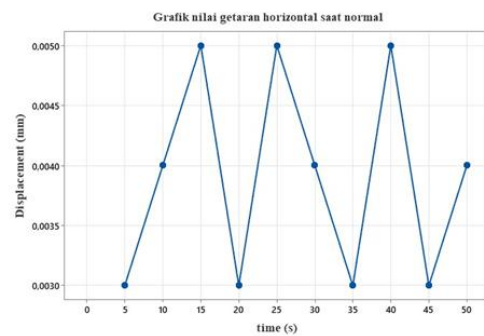
No	Time (s)	Kec. Pull ey (Rp m)	Parameter getaran		
			Velocity (mm/s)	Acceleration (mm/s²)	Displacement (mm)
1	5	1143,33	0,3	1,6	0,003
2	10		0,2	1,7	0,004
3	15		0,4	1,6	0,005
4	20		0,2	1,6	0,003
5	25		0,3	1,7	0,005
6	30		0,2	1,5	0,004
7	35		0,4	1,7	0,003
8	40		0,2	1,8	0,005
9	45		0,5	1,9	0,003
10	50		0,3	1,7	0,004



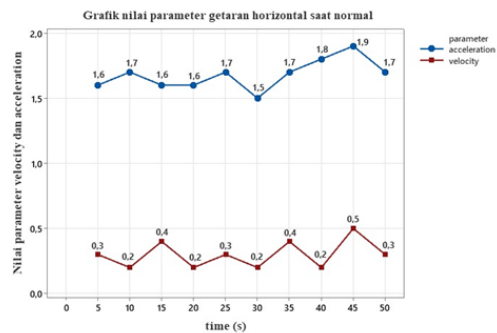
Gambar 2.5 Grafik *velocity* posisi horizontal normal



Gambar 2.6 Grafik *Acceleration* posisi horizontal normal



Gambar 2.7 Grafik *displacement* posisi horizontal normal

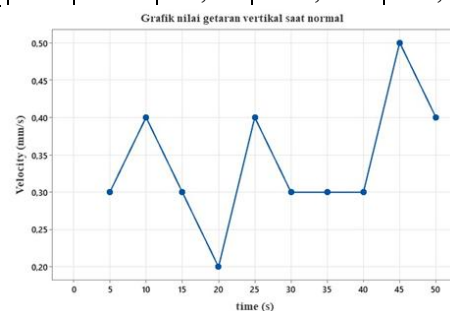


Gambar 2.8 Grafik *velocity* dan *Acceleration* posisi horizontal normal

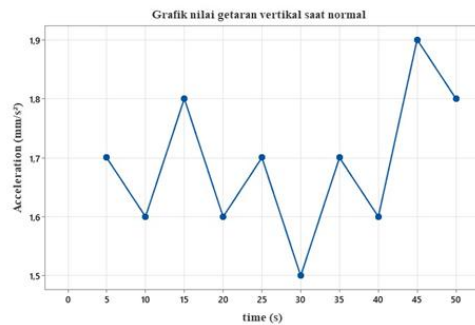
2.2.3 Vertikal

Tabel 2.3 Tabel posisi *vertical* kondisi normal

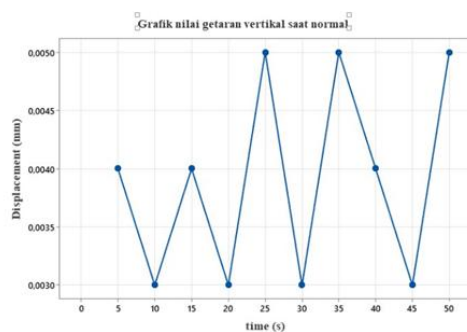
No	Time (s)	Kec. Pull ey (Rp m)	Parameter getaran		
			Velocity (mm/s)	Acceleration (mm/s²)	Displacement (mm)
1	5	1143,33	0,3	1,7	0,004
2	10		0,4	1,6	0,003
3	15		0,3	1,8	0,004
4	20		0,2	1,6	0,003
5	25		0,4	1,7	0,005
6	30		0,3	1,5	0,003
7	35		0,3	1,7	0,005
8	40		0,3	1,6	0,004
9	45		0,5	1,9	0,003
10	50		0,4	1,8	0,005



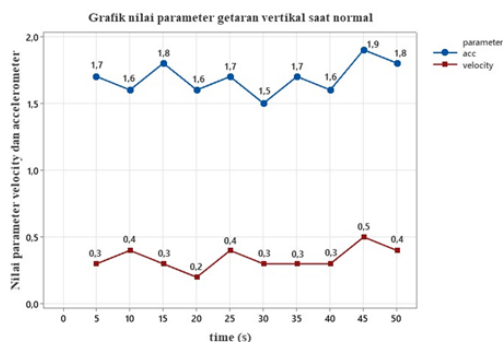
Gambar 2.9 Grafik *velocity* posisi vertikal normal



Gambar 2.10 Grafik *Acceleration* posisi vertikal normal



Gambar 2.11 Grafik *displacement* posisi vertikal normal



Gambar 2.12 Grafik *velocity* dan *Acceleration* posisi vertikal normal

Nilai *velocity* berada di antara 0,2 hingga 0,5 mm/s, dengan nilai maksimum sebesar 0,5 mm/s pada detik ke-25 dan 45. Seluruh nilai yang terukur menunjukkan bahwa getaran vertikal berada pada tingkat rendah dan stabil, sehingga tidak mengindikasikan adanya potensi kerusakan awal. Berdasarkan grafik kedua, nilai *Acceleration* berfluktuasi antara 1,5 hingga 1,9 mm/s² dengan rata-rata sekitar 1,7 mm/s². Nilai tertinggi tercatat pada detik ke-45 sebesar 1,9 mm/s², sedangkan nilai terendah sebesar 1,5 mm/s² terjadi pada detik ke-20 dan 35. Fluktuasi ini tergolong ringan dan stabil, menandakan tidak adanya kejutan mekanis atau beban aksial yang berlebihan pada sistem.

Berdasarkan grafik kedua, nilai *Acceleration* berfluktuasi antara 1,5 hingga 1,9 mm/s², dengan rata-rata berada di sekitar 1,7 mm/s². Nilai tertinggi tercatat pada detik ke-45

sebesar 1,9 mm/s², sedangkan nilai terendah sebesar 1,5 mm/s² terjadi pada detik ke-20 dan 35. Fluktuasi ini masih dalam batas rendah dan stabil, yang menandakan tidak adanya kejutan mekanis atau beban aksial yang berlebihan. Hal ini menunjukkan bahwa komponen roda gigi bekerja secara normal tanpa adanya gangguan getaran yang mencurigakan dari arah vertikal.

Grafik *displacement* menunjukkan nilai yang berkisar antara 0,003 mm hingga 0,005 mm, dengan pola fluktuatif namun tetap berulang dan stabil. Lonjakan *displacement* tidak menunjukkan nilai ekstrem di atas 0,005 mm, yang menandakan tidak adanya kerusakan struktural seperti keausan berat, retakan, atau pelepasan komponen. *Displacement* pada arah vertikal ini juga konsisten dengan kondisi sistem roda gigi yang sehat.

Berdasarkan ketiga parameter getaran (*Acceleration*, *velocity*, dan *displacement*) pada arah vertikal, dapat disimpulkan bahwa roda gigi berada dalam kondisi normal dan beroperasi dengan baik. Getaran yang terukur bersifat rendah, stabil, dan berada dalam batas wajar, sehingga tidak menunjukkan gejala awal kerusakan. Sistem roda gigi dinilai layak untuk terus beroperasi tanpa memerlukan tindakan perbaikan.

2.4 Analisis getaran pada roda gigi kondisi aus

2.4.1 Posisi Axial

Tabel 4. 2 Posisi *Axial* Kondisi Aus

No	Time (s)	Kec. Pull ey (Rpm)	Parameter getaran		
			Velocity (mm/s)	Acceleration (mm/s ²)	Displacement (mm)
1	5	1143,33	0,9	3,5	0,008
2	10		0,6	3,3	0,006
3	15		0,7	3,2	0,007
4	20		0,6	3,4	0,007
5	25		0,7	3,5	0,005
6	30		0,5	3,7	0,008
7	35		0,7	3,3	0,007
8	40		0,8	3,5	0,008
9	45		1,1	3,6	0,006
10	50		0,8	3,3	0,007

2.4.2 Posisi Horizontal

Tabel 2.5 Tabel posisi horizontal kondisi aus

No	Time (s)	Kec. Pulley (Rpm)	Parameter getaran		
			Velocity (mm/s)	Acceleration (mm/s ²)	Displacement (mm)

1	5	1143,33	0,7	3,5	0,007
2	10		0,8	3,4	0,008
3	15		0,6	3,6	0,006
4	20		0,5	3,3	0,008
5	25		0,8	3,4	0,006
6	30		0,7	3,5	0,007
7	35		0,6	3,7	0,008
8	40		0,8	3,5	0,008
9	45		1,1	3,8	0,009
10	50		0,9	3,6	0,006

2.4.3 Posisi vertikal

Tabel 2.6 Tabel posisi vertikal kondisi aus

No	Time (s)	Kec. Pulley (Rpm)	Parameter getaran		
			Velocity (mm/s)	Acceleration (mm/s ²)	Displacement (mm)
1	5	1143,33	0,8	3,5	0,008
No	Time (s)	Kec. Pulley (Rpm)	Parameter getaran		
			Velocity (mm/s)	Acceleration (mm/s ²)	Displacement (mm)
2	10	1143,33	0,7	3,4	0,006
3	15		0,9	3,4	0,007
4	20		0,6	3,3	0,008
5	25		0,8	3,5	0,009
6	30		0,7	3,2	0,006
7	35		0,9	3,4	0,007
8	40		0,6	3,5	0,008
9	45		0,9	3,6	0,009
10	50		0,7	3,4	0,009

2.5 Analisis getaran pada kondisi roda gigi patah setengah gigi

Dalam pengambilan data getaran terdapat 3 posisi pengambilan yaitu posisi *axial*, Vertikal dan horizontal, dengan melakukan pengambilan data menggunakan *Vibrometer* HTI- 1201, dengan 3 parameter getaran yaitu *Velocity*, *Acceleration* dan *Displacement*.

2.5.1 Posisi Axial

Tabel 2.3 Tabel posisi *axial* kondisi patah setengah Gigi

No	Time (s)	Kec. Pulley	Parameter getaran		
			Velocity (mm/s)	Acceleration (mm/s ²)	Displacement (mm)
1	5	1143,33	1,7	3,8	0,013
2	10		1,5	3,9	0,012
3	15		1,6	3,9	0,009
4	20		1,8	3,8	0,012

5	25		1,6	3,6	0,011
6	30		1,7	3,7	0,013
7	35		1,7	3,8	0,012
8	40		1,6	3,7	0,013
9	45		1,9	4,1	0,014
10	50		1,6	3,8	0,011

2.5.2 Posisi Horizontal

Tabel 2.8 Tabel posisi horizontal kondisi patah setengah gigi

No	Time (s)	Kec. Pulley (Rpm)	Parameter getaran		
			Velocity (mm/s)	Acceleration (mm/s ²)	Displacement (mm)
1	5	1143,33	1,7	3,8	0,013
2	10		1,5	3,9	0,012
3	15		1,6	3,9	0,009
4	20		1,8	3,8	0,012
5	25		1,6	3,6	0,011
6	30		1,7	3,7	0,013
7	35		1,7	3,8	0,012
8	40		1,6	3,7	0,013
9	45		1,9	4,1	0,014
10	50		1,6	3,8	0,011

2.5.2 Posisi Vertikal

Tabel 2.4 Tabel posisi vertikal kondisi patah setengah gigi

No	Time (s)	Kec. Pulley (Rpm)	Parameter getaran		
			Velocity (mm/s)	Acceleration (mm/s ²)	Displacement (mm)
1	5	1143,33	1,6	3,7	0,011
2	10		1,7	3,8	0,013
3	15		1,8	3,8	0,009
4	20		1,6	3,9	0,01
5	25		1,9	3,6	0,012
6	30		1,8	3,8	0,013
7	35		1,7	3,7	0,013
8	40		1,6	3,6	0,012
9	45		1,9	4,1	0,014
10	50		1,8	3,7	0,013

2.6 Analisis getaran pada kondisi roda gigi patah satu gigi

Dalam pengambilan data getaran terdapat 3 posisi pengambilan yaitu posisi *axial*, Vertikal dan horizontal, dengan melakukan pengambilan data menggunakan *Vibrometer* HTI- 1201, dengan 3 parameter getaran yaitu *Velocity*, *Acceleration* dan *Displacement*.

2.6.1 Posisi Axial

Tabel 2.5 Tabel posisi *axial* kondisi patah satu gigi

No	Time (s)	Kec. Pulley (Rpm)	Parameter getaran		
			Velocity (mm/s)	Acceleration (mm/s ²)	Displacement (mm)
1	5	1143,	1,8	4,4	0,019
2	10	33	1,9	4,2	0,021
No	Time (s)	Kec. Pulley (Rpm)	Parameter getaran		
			Velocity (mm/s)	Acceleration (mm/s ²)	Displacement (mm)
3	15	1143, 33	2,2	4,3	0,018
4	20		1,9	4,1	0,019
5	25		1,8	4,5	0,022
6	30		1,9	4,3	0,021
7	35		2,1	4,0	0,018
8	40		1,8	4,2	0,021
9	45		2,3	4,5	0,022
10	50		2,0	4,4	0,020

2.6.2 Posisi Horizontal

Tabel 4. 6 Tabel posisi horizontal kondisi patah satu gigi

No	Time (s)	Kec. Pull ey (Rp m)	Parameter getaran		
			Velocity (mm/s)	Acceleration (mm/s ²)	Displacement (mm)
1	5	114 3,33	2,1	4,3	0,021
2	10		1,9	4,2	0,019
3	15		2,2	4,1	0,017
4	20		2,3	4,4	0,022
5	25		2,1	4,2	0,020
6	30		2,4	4,3	0,018
7	35		1,8	4,3	0,019
8	40		2,5	4,4	0,021
9	45		2,1	4,5	0,025
10	50		2,0	4,0	0,018

2.6.3 Posisi Vertikal

Tabel 2.7 Tabel posisi vertikal kondisi patah satu Gigi

No	Time (s)	Kec . pull	Parameter getaran		
			Velocity	Acceleration	Displacement

		ey	(mm/s)	(mm/s ²)	(mm)
1	5	114 3,33	1,9	4,2	0,023
2	10		2,1	4,3	0,021
3	15		2,2	4,1	0,019
4	20		2,0	4,0	0,022
5	25		1,9	4,4	0,021
6	30	114 3,33	1,8	4,5	0,024
7	35		2,3	4,3	0,023
8	40		2,0	3,9	0,022
9	45		2,4	4,5	0,023
10	50		2,1	4,3	0,024

3. KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan menganalisis kemampuan metode analisis sinyal getaran (vibration analysis) dalam mendeteksi kerusakan roda gigi pada gearbox tipe WPA 50 dengan rasio 1:30 melalui pengukuran parameter getaran berupa *velocity*, *Acceleration*, dan *displacement* pada tiga posisi pengukuran (aksial, vertikal, dan horizontal) serta perbandingan terhadap standar ISO 10816. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada kondisi normal, nilai parameter getaran di semua arah berada dalam zona aman (Good), sehingga tidak terdapat indikasi kerusakan atau keausan signifikan pada roda gigi. Pada kondisi aus, terjadi peningkatan pada seluruh parameter getaran, khususnya *velocity* yang mulai memasuki zona Satisfactory, menandakan awal keausan dan peningkatan getaran dinamis yang berpotensi menimbulkan kerusakan. Pada kondisi patah setengah gigi, nilai getaran meningkat signifikan hingga mendekati atau melampaui batas zona Unsatisfactory, menunjukkan efektivitas metode ini dalam mendeteksi kerusakan tingkat menengah. Selanjutnya, pada kondisi patah satu gigi, parameter *velocity* dan *Acceleration* melonjak drastis hingga berada pada zona Unacceptable, yang mengindikasikan kerusakan parah pada roda gigi dan berpotensi membahayakan operasi sistem. Secara keseluruhan, pola peningkatan nilai getaran, terutama *velocity*, memiliki korelasi langsung dengan tingkat kerusakan roda gigi, di mana semakin parah kerusakan, semakin besar nilai getaran yang tercatat.

UCAPAN TERIMAKASIH

Dengan penuh rasa syukur, penulis menyampaikan puji dan terima kasih ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Rasa hormat dan terima kasih penulis tujukan kepada Bapak Ibnu Hajar, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah

meluangkan waktu, memberikan arahan, masukan, dan motivasi selama proses penelitian hingga penulisan. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada seluruh dosen dan staf Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bengkalis yang telah memberikan ilmu, bimbingan, dan bantuan. Tidak lupa, apresiasi setinggi-tingginya kepada rekan-rekan mahasiswa atas dukungan dan kebersamaan yang berarti, serta kepada keluarga tercinta yang senantiasa memberikan doa, dukungan moril maupun materil, dan menjadi sumber kekuatan bagi penulis. Penghargaan yang tulus juga penulis berikan kepada semua pihak yang telah membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam penyelesaian karya ilmiah ini. Semoga segala kebaikan yang diberikan mendapat ganjaran pahala yang berlimpah dari Allah SWT.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad Widodo, Djoeli satrijo, dan Toni Prahasto. (2015). Deteksi Kerusakan Roda Gigi dengan Analisis Sinyal Getaran. *Rotasi*, 17(2), 67-75
- Achmad Zainuri. (2011). Elemen Mesin III. Jurnal Teknik Mesin Universitas Mataram, 4-12
- Dimas Bagus Setyawan dan Sufianto. (2013). Metode Vibration Analysis Dalam Aplikasi Perawatan Mesin, *Tranmisi*, 9(2), 921- 930.
- Erwin Rariato. (2016). Analisa Vibrasi untuk Mendeteksi Kerusakan pada Turbin Uap UBB Pabrik III PT. Petrokimia Gresik, 21
- Gigih Pribadi, Achmad Widodo, dan Djoeli Satrijo. (2014). Deteksi Kerusakan Roda Gigi dengan Analisis Sinyal Getaran Berbasis Domain Frekuensi, *Jurnal Teknik Mesin S-1*, 2(3). 175-181
- Herwin Marbun. (2024). Analisa Vibrasi pada Pompa P-048 menggunakan *Analysis Vibration* . Reposytory Politeknik Negeri Bengkalis, 5
- M. Sabri, Redman Wijaya, dan Harris Kritanto (2016) , Deteksi Dini Kerusakan Transmisi dengan Menggunakan Analisis Vibrasi. *Jurnal Teknik Mesin*
- Rif'an, Achmad Widodo, Djoeli Satrijo. (2014). Deteksi Kerusakan Roda Gigi dengan Analisis Sinyal Getaran Berbasis Domain waktu, *Jurnal Teknik Mesin*, 2(3), 182