

**IDENTIFIKASI KERUSAKAN *BEARING* MOTOR INDUKSI PADA
COMPRESSOR SCREW 11 kW DENGAN MENGGUNAKAN
METODE GETARAN**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2023**

LAPORAN TUGAS AKHIR

IDENTIFIKASI KERUSAKAN MOTOR INDUKSI PADA COMPRESSOR SCREW
11 kW DENGAN MENGGUNAKAN METODE GETARAN



Disusun oleh:

Nama : Erick Yudha Mahendra
Nim : 41315120050
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA SASTRA 1 (S1)
JANUARI 2023

HALAMAN PENGESAHAN

IDENTIFIKASI KERUSAKAN *BEARING* MOTOR INDUKSI PADA *COMPRESSOR SCREW* 11 kW DENGAN MENGGUNAKAN METODE GETARAN

Disusun oleh:

Nama : Erick Yudha Mahendra

Nim : 41315120050

Program Studi : Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing

Pada tanggal: 25 Februari 2023

Mengetahui,

Pembimbing Tugas Akhir



(Subekti, ST.,MT)

NIP.118730612

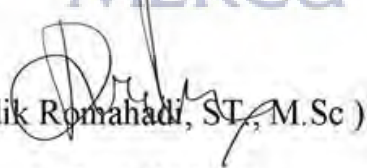
Penguji Sidang I



(Gilang Awan Yudhistira, ST., MT)

NIP.221900211

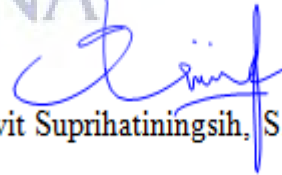
Penguji Sidang II



(Dedik Romahadi, ST., M.Sc)

NIP.116910542

Penguji Sidang III



(Wiwit Suprihatiningsih, S.Si., M.Si)

NIP.119800641

Mengetahui,

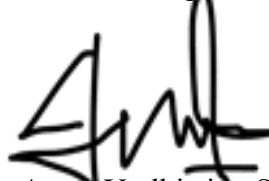
Kaprodi Teknik Mesin



(Muhammad Fitri, M.si, Ph,D)

NIK/NIP. 118690617

Koordinator Tugas Akhir



(Gilang Awan Yudhistira, ST., MT)

NIK/NIP. 221900211

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Erick Yudha Mahendra

NIM : 41315120050

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : Identifikasi Kerusakan *Bearing* Motor Induksi pada *Compressor Screw* 11 kw Dengan Metode Getaran.

Dengan ini menyatakan saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 25 Februari 2023



Erick Yudha Mahendra

PENGHARGAAN

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala kemudahan dan kebahagiaan dalam menyelesaikan Laporan Tugas akhir ini. Laporan Tugas Akhir ini dimaksud untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai gelar sarjana S1. Dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini, penyusun banyak mendapat bantuan, arahan dan dorongan dari banyak pihak, terutama dosen pembimbing, pembimbing lapangan, rekan dan keluarga. Pada kesempatan ini saya sampaikan banyak terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Mawardi Amin, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
2. Bapak Muhammad Fitri, ST., MSi., Ph. D. selaku ketua program studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Gilang Awan Yudhistira ST., MT. selaku ketua koordinator Tugas Akhir dan dosen penguji Tugas Akhir yang telah bersedia meluangkan waktunya.
4. Bapak Subekti ST., MT. sebagai Dosen Pembimbing yang telah banyak membantu dan meluangkan banyak waktu selama proses penyusunan Tugas akhir ini. Terima Kasih atas kesabaran dan ilmu dalam membimbing selama ini.
5. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu memberikan doa dan dukungan terhadap penyusunan sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Istri saya Endah Wulandari S.Pd., yang selalu memberikan doa dan dukungan terhadap penyusunan sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Denny Arif Rahman ST sebagai motivator yang telah banyak meluangkan waktu dan membantu dalam proses penelitian serta penyusunan laporan Tugas akhir.
8. Teman – teman Teknik Mesin Universitas Mercu Buana angkatan 28 yang selalu memberikan pengalaman dan masukan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini.

Laporan Tugas Akhir ini mungkin jauh dari sempurna, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan guna penyempurnaan. Akhirnya semoga laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi penulis dan pembacanya.

Jakarta, 25 Februari 2023



Erick Yudha Mahendra



ABSTRAK

Motor induksi adalah motor elektrik yang paling banyak digunakan dalam dunia industri. Hal tersebut dikarenakan mempunyai desain konstruksi yang sederhana, kokoh, harga relative murah, dan begitu juga proses perawatannya yang mudah. Motor induksi identik dengan kerusakan pada bearing dan belitannya, maka dapat dilakukan pencegahan dengan pengecekan getaran dari motor induksi. Gangguan motor induksi dapat dikategorikan menjadi gangguan bantalan, *Unbalance* bantalan, gangguan stator, gangguan rotor dan gangguan lainnya. Pendeteksian kerusakan motor induksi didalam dunia industri biasanya dengan melakukan pengukuran getaran. Getaran yang dihasilkan motor induksi pada saat dioperasikan menghasilkan sinyal suara. Dan suara yang dihasilkan kemudian akan memberikan informasi mengenai keadaan dan karakteristik pada motor induksi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya sinyal getaran pada bearing motor induksi akibat dari variasi putaran yang diberikan dan mengetahui kondisi bearing motor induksi dengan melalui sinyal getaran, sehingga dapat diidentifikasi tingkat kerusakannya. Pada penelitian ini alat yang digunakan adalah sensor *accelerometer* dan *vibration analyzer*. Penggunaan sensor *accelerometer* Dan *vibration analyzer* untuk mengetahui nilai getaran yang dihasilkan dari putaran motor induksi. Proses pengambilan data dilakukan dengan menempelkan sensor *accelerometer* pada *casing* motor pada sumbu X, Y, dan Z dengan pemberian tiga variasi putaran motor yaitu sebesar 500 rpm, 1000 rpm, dan 1500 rpm. Dari proses pengukuran dan pengambilan data yang diperoleh adalah grafik amplitudo dan frekuensi getaran. Hasil dari proses pengujian pertama pada bearing depan (*fan*) motor dengan tipe FAG 6208 ZZ diperoleh data grafik frekuensi dan grafik amplitude pada variasi putaran sebesar 500 rpm, 1000 rpm, dan 1500 rpm. Adalah 500 rpm : (Sumbu X = 2 Hz, Sumbu Y = 7,19 Hz, Sumbu Z = 69,34 Hz), 1000 rpm : (Sumbu X = 6,34 Hz, Sumbu Y = 16,93 Hz, Sumbu Z = 89,55 Hz), 1500 rpm : (Sumbu X = 11,32 Hz, Sumbu Y = 12,77 Hz, Sumbu Z = 153,79 Hz). Kemudian hasil data grafik frekuensi pada bearing belakang (*shaft*) motor dengan bearing tipe FAG 6308 ZZ dengan pemberian variasi putaran sebesar 500 rpm, 1000 rpm, dan 1500 rpm adalah 500 rpm (Sumbu X = 3,79 Hz, Sumbu Y = 2 Hz, Sumbu Z = 24,71 Hz), 1000 rpm : (Sumbu X = 6 Hz, Sumbu Y = 9,41 Hz, Sumbu Z = 120 Hz), 1500 rpm : (Sumbu X = 7,86 Hz, Sumbu Y = 14,71 Hz, Sumbu Z = 178,32 Hz). Hasil dari analisis data grafik yang diperoleh pada bearing depan (*Fan*) motor induksi dengan tipe FAG 6208 ZZ terdeteksi bahwa grafik amplitudanya mendekati nilai Frekuensi bearing sebesar 2 Hz (2,33 Hz $1 \times$ FTF) pada titik (sumbu X) pada putaran 500 rpm yang berarti terjadi kerusakan pada *cage bearing* (sangkar bola bearing). Kemudian data grafik pada bearing belakang (*shaft*) motor induksi dengan tipe FAG 6308 ZZ terdeteksi bahwa grafik amplitudanya mendekati nilai Frekuensi bearing 2 Hz (2,31 Hz $1 \times$ FTF) pada titik (sumbu Y) pada putaran 500 rpm yang berarti terjadi kerusakan yang sama (*Chasing* motor depan) pada *cage bearing* (sangkar bola bearing).

Kata kunci: Motor induksi, Getaran, *Fast fourier Transform (FFT)*, *Vibration Analyzer*.

IDENTIFIKASI KERUSAKAN BEARING MOTOR INDUKSI PADA COMPRESSOR SCREW 11 kW DENGAN MENGGUNAKAN METODE GETARAN

ABSTRACT

Induction motors are the most widely used electric motors in the industrial world. This is because it has a simple construction design, sturdy, relatively cheap price, and so is the easy maintenance process. The induction motor is synonymous with damage to the bearings and windings, so prevention can be done by checking the vibration of the induction motor. Induction motor faults can be categorized into bearing faults, bearing unbalance, stator faults, rotor faults and other faults. Detection of induction motor damage in the industrial world is usually by measuring vibration. The vibration generated by the induction motor when it is operated produces a sound signal and the sound produced will then provide information about the state and characteristics of the induction motor. The purpose of this study is to determine the magnitude of the vibration signal on the induction motor bearing as a result of the given rotation variation and to determine the condition of the induction motor bearing through the vibration signal, so that the level of damage can be identified. In this study, the tools used were accelerometer sensors and vibration analyzers. The use of accelerometer sensors and vibration analyzers to determine the vibration value generated from the rotation of the induction motor. The data collection process was carried out by attaching the accelerometer sensor to the motor casing on the X, Y and Z axes by providing three variations of motor rotation, namely 500 rpm, 1000 rpm and 1500 rpm. From the process of measurement and data collection, the graphs of the amplitude and frequency of vibrations are obtained. The results of the first test process on the front bearing (fan) motor with the type FAG 6208 ZZ obtained frequency graph data and amplitude graphs at variations of rotation of 500 rpm, 1000 rpm and 1500 rpm. Is 500 rpm : (X axis = 2 Hz, Y axis = 7.19 Hz, Z axis = 69.34 Hz), 1000 rpm : (X axis = 6.34 Hz, Y axis = 16.93 Hz, Z axis = 89.55 Hz), 1500 rpm : (X-axis 11.32 Hz, Y-axis = 12.77 Hz, Z-axis = 153.79 Hz). Then the results of the frequency graph data on the rear bearing (shaft) of the motor with bearing type FAG 6308 ZZ by providing rotation variations of 500 rpm, 1000 rpm and 1500 rpm are 500 rpm (X axis = 3.79 Hz, Y axis = 2 Hz, Z axis = 24.71 Hz), 1000 rpm : (X axis = 6 Hz, Y axis = 9.41 Hz, Z axis = 120 Hz), 1500 rpm : (X axis = 7.86 Hz, Y axis = 14.71 Hz, Z-axis = 178.32 Hz). The results of the analysis of the graphical data obtained on the front bearing (Fan) of the induction motor with the FAG 6208 ZZ type detected that the amplitude graph was close to the bearing frequency value of 2 Hz (2.33 Hz 1x FTF) at the point (X axis) at 500 rpm rotation which means there is damage to the cage bearing (cage ball bearing). Then the graphical data on the rear bearing (shaft) of the induction motor with the FAG 6308 ZZ type is detected that the amplitude graph is close to the bearing frequency value of 2 Hz (2.31 Hz 1x FTF) at point (Y axis) at 500 rpm rotation, which means the same damage occurs (Chasing the front motor) on the cage bearing (ball bearing cage).

Keywords: Induction motor, Vibration, Fast Fourier Transform (FFT), Vibration analyzer.

DAFTAR ISI

LAPORAN TUGAS AKHIR	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR SIMBOL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	2
1.3. TUJUAN	2
1.5. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	3
1.5. SISTEMATIKA PENULISAN	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. MESIN KOMPRESOR	5
2.2. MESIN KOMPRESOR SEKRUP	5
2.3. JENIS – JENIS KOMPRESOR SEKRUP	5
2.4. KOMPONEN – KOMPONEN PADA KOMPRESOR SEKRUP	7
2.5. CARA KERJA KOMPRESOR SEKRUP	8
2.6. MOTOR INDUKSI	10
2.7. MAINTENANCE	11
2.7.1. Jenis – Jenis Maintenance	11
2.8. GETARAN	12
2.9. JENIS – JENIS GETARAN	12

2.11.	KETIDAKSEIMBANGAN (<i>UNBALANCE</i>) PADA MOTOR INDUKSI	15
2.12.	JENIS – JENIS KETIDAKSEIMBANGAN (<i>UNBALANCE</i>)	15
2.13.	<i>FAST FOURIER TRANSFORM (FFT)</i>	15
2.14.	ANALISIS GETARAN	17
2.15.	ANALISIS KERUSAKAN MOTOR INDUKSI DENGAN MENGUNAKAN METODE GETARAN	17
BAB III METODOLOGI		19
3.1.	DIAGRAM ALIR	19
3.2.	METODOLOGI PENELITIAN	20
3.3.	ALAT DAN BAHAN	24
3.3.1.	Alat	24
3.3.2.	Bahan	26
BAB IV PEMBAHASAN		38
4.1.	HASIL DAN DATA PENELITIAN	38
4.2.	HASIL PERHITUNGAN FREKUENSI <i>BEARING</i>	38
4.3.	DATA SETELAH DILAKUKAN PERBAIKAN	44
BAB V PENUTUP		47
5.1	KESIMPULAN	47
5.2	SARAN	48
DAFTAR PUSTAKA		49
LAMPIRAN A		51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mesin Kompresor Sekrup Menggunakan Oli / Pelumas.	6
Gambar 2.2 Mesin Kompresor Tidak Menggunakan Oli / Pelumasan .	6
Gambar 2.3 Komponen pada Kompresor Sekrup (<i>Compressor Screw</i>).	7
Gambar 2.4 Tahap Hisap pada Kompresor Sekrup.	8
Gambar 2.5 <i>Volume</i> Udara pada Ulir Mencapai Maksimum.	8
Gambar 2.6 Udara yang Terperangkap Mencapai Tekanan Tinggi.	9
Gambar 2.7 Tahap Awal Pengisian Udara Bertekanan (<i>Discharge</i>).	9
Gambar 2.8 Tahap Akhir Pengisian Udara Bertekanan (<i>Discharge</i>).	9
Gambar 2.10 Deskripsi Vibrasi Sederhana.	13
Gambar 2.11 Grafik dari Area Waktu dan Frekuensi.	13
Gambar 2.12 Arah Pengukuran Getaran	14
Gambar 3.1. Diagram Alir	19
Gambar 3.3 Penempatan Sensor <i>Accelerometer</i> pada Setiap Sumbu	21
Gambar 3.4 Contoh Konversi Data Menjadi Grafik pada MATLAB.	23
Gambar 3.6 Alat Sensor <i>Accelerometer</i>	24
Gambar 3.8 Alat Inventer	26
Gambar 3.9 <i>Compressor Screw</i>	27
Gambar 3.10 Tabel Spesifikasi pada <i>Compressor Screw</i>	27
Gambar 3.11 Motor Induksi 3 Phase	28
Gambar 3.11 Spesifikasi Motor Induksi 3 phase.	29
Gambar 3.13 <i>Bearing Deep Groove Ball 6208 ZZ</i>	30
Gambar 3.14 <i>Bearing Deep Groove Ball 6308 ZZ</i>	34
Gambar 4.1 Grafik Sinyal Getaran Sumbu X, Y, dan Z pada Putaran 500 rpm.	39
Gambar 4.2 Grafik Sinyal Getaran Sumbu X,Y, dan Z Putaran 1000 rpm.	40
Gambar 4.3 Grafik Sinyal Getaran Sumbu X, Y, dan Z pada Putaran 1500 rpm.	40
Gambar 4.4 Data Grafik Sinyal Getaran Titik Sumbu X pada Putaran 500 rpm.	41
Gambar 4.5 Grafik Sinyal Getaran Sumbu X,Y, dan Z pada Putaran 500 rpm	43
Gambar 4.6 Grafik Sinyal Getaran Sumbu X, Y, dan Z pada Putaran 1000 rpm.	43

Gambar 4.7 Grafik Sinyal Getaran Sumbu X, Y, dan Z pada Putaran 1500 rpm.	43
Gambar 4.8 Data Grafik Sinyal Getaran Titik Sumbu Y pada Putaran 500 rpm.	44



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komponen Yang Mempengaruhi Kerusakan Pada <i>Bearing</i> .	18
Tabel 3.1. Hasil Data Pengukuran dari vibration analyzer	23
Table 3.1 Spesifikasi Sensor <i>Accelerometer</i> .	25
Tabel 3.2 Spesifikasi <i>Vibration analyzer</i> .	26
Table 3.3 Spesifikasi Mesin <i>Compressor Screw</i>	28
Tabel 3.4 Spesifikasi Motor Induksi 3 phase pada Kompresor sekrup 11 kW.	29
Tabel 3.5 Spesifikasi <i>Bearing Deep Groove Ball 6208 ZZ</i> .	30
Tabel 3.6 Perhitungan Frekuensi Bearing Tipe FAG 6208 ZZ pada 500 rpm.	31
Tabel 3.7 Perhitungan Frekuensi Bearing Tipe FAG 6208 ZZ pada 1000 rpm.	32
Tabel 3.8 Perhitungan Frekuensi Bearing Tipe FAG 6208 ZZ pada 1500 rpm.	33
Tabel 3.9 Spesifikasi <i>Bearing Deep Groove Ball 6308 ZZ</i> .	34
Tabel 3.10 Perhitungan Frekuensi Bearing Tipe FAG 6308 ZZ pada 500 rpm.	35
Tabel 3.11 Perhitungan Frekuensi Bearing Tipe FAG 6308 ZZ pada 1000 rpm.	36
Tabel 3.12 Perhitungan Frekuensi Bearing Tipe FAG 6308 ZZ pada 1500 rpm.	37
Tabel 4.1 Data Perhitungan Frekuensi <i>Bearing Deep Groove Ball 6208 ZZ</i>	38
Tabel 4.2 Data Perhitungan Frekuensi <i>Bearing Deep Groove Ball 6308 ZZ</i>	41

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan Simbol
Nb	Jumlah bola (<i>Number of ball</i>)
Fr	Frekuensi putaran kerja pompa (Hz)
Bd	Diameter bola (<i>Ball diameter</i>) mm
Pd	Diameter Pitch (<i>Pitch diameter</i>) mm
α	Sudut kontak (<i>Contact angle</i>) derajat

