



PENGOLAHAN SINYAL SUARA UNTUK MONITORING KONDISI MOTOR

Iradiratu Diah Prahmana Karyatanti

Ardik Wijayanto

Istiyo Winarno

Belly Yan Dewantara

ISBN : 978-602-5595-72-1

PENGOLAHAN SINYAL SUARA UNTUK MONITORING KONDISI MOTOR

Iradiratu Diah Prahmana Karyatanti
Ardik Wijayanto
Istiyo Winarno
Belly Yan Dewantara



Hang Tuah University Press
2025

PENGOLAHAN SINYAL SUARA UNTUK MONITORING KONDISI MOTOR

ISBN: 978-602-5595-72-1

Hak Cipta 2025 pada Penulis

Hak penerbitan pada HANG TUAH UNIVERSITY PRESS. Bagi mereka yang ingin memperbanyak sebagian isi buku ini dalam bentuk atau cara apapun harus mendapatkan izin tertulis dari penulis dan penerbit HANG TUAH UNIVERSITY PRESS.

Penulis:

Iradiratu Diah Prahmana Karyatanti

Ardik Wijayanto

Istiyo Winarno

Belly Yan Dewantara

Desain sampul:

Adistra Shanda Syahputri

Reviewer:

Daeng Rahmatullah

Editor:

Sinung Widiyanto

Penerbit:

HANG TUAH UNIVERSITY PRESS

Jl. Arif Rahman Hakim 150, bukSurabaya Telp. (031) 5946261

E-Mail: uhtpress@hangtuah.ac.id

Hak Cipta dilindungi Undang-undang

All Right Reserved

Cetakan I, _____ 2025

Monitoring adalah suatu tindakan pemantauan sebagai informasi tindakan lanjutan. Seiring dengan lamanya operasional motor maka kerusakan bagian motor tidak dapat dihindari. *Bearing* merupakan bagian penting motor induksi sebagai bagian yang membantu rotor berputar. Kerusakan bearing adalah kerusakan bagian motor yang sering terjadi. Jika *bearing* tetap dioperasikan dalam kondisi rusak maka akan menyebabkan *overheat*, percikan bunga api, ketidakseimbangan putaran rotor, kebisingan, bahkan menurunnya efisiensi motor. Kerusakan motor perlu dicegah dengan cara monitoring kondisi motor secara berkala menggunakan tool monitoring kondisi bearing. Kelebihan teknik *non-invasive* adalah tidak memerlukan kontak langsung dengan bagian motor yang didiagnosis, namun mempunyai kelemahan yaitu sinyal suara mudah bertumpang tindih (*overlapping*) dengan suara dari sumber lain. Penempatan sensor dan pengolahan sinyal yang tepat adalah kunci penting dalam sistem monitoring yang akurat. Buku ini membahas tentang teknik pengolahan sinyal suara untuk monitoring *bearing* dan strategi penempatan sensor yang tepat agar akurasi monitoring tinggi.

Surabaya, _____2025

Reviewer

Puji syukur Alhamdulillah penulis ucapkan kepada Allah S.W.T. yang telah memberikan Rahmat, Taufik dan Hidayah-Nya, sehingga buku ini dapat terselesaikan.

Buku ini menyajikan pengolahan sinyal dan strategi penempatan sensor agar mendapatkan akurasi monitoring yang tinggi berdasarkan pengembangan tool monitoring *bearing* yang telah dirancang. Penulis berharap dapat memberikan pemahaman kepada pembaca dari dasar analisis akurasi monitoring. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka buku ini membahas proses pengambilan data, pengolahan, penentuan hasil monitoring, dan analisis akurasi.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penyusunan buku, oleh karena itu, dengan rendah hati penulis menerima saran dan kritik agar dapat memperbaiki buku ini. Penulis berharap semoga buku yang disusun memberikan manfaat bagi pihak yang berkepentingan.

Surabaya, _____2025

Penulis

KATA PENGANTAR	iii
PRAKATA.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
BAB I MOTOR INDUKSI.....	1
BAB II MONITORING KONDISI MOTOR.....	10
A. Kerusakan <i>bearing</i> motor induksi.....	10
B. Monitoring kondisi mesin.....	17
BAB III ALGORITMA PENGOLAHAN SINYAL UNTUK MONITORING KONDISI MOTOR.....	21
A. <i>Fast Fourier Transform</i> (DFT)	22
B. <i>Short Time Fourier Transform</i> (STFT)	24
C. <i>Wavelet Transform</i> (WT).....	25
BAB IV SINYAL SUARA SEBAGAI DATA MONITORING.....	28
A. Konfigurasi sistem monitoring <i>bearing</i>	29
B. Tahapan Monitoring.....	31
BAB V KEABSAHAN DATA PENGUJIAN.....	37
A. Uji keabsahan data.....	37
B. Analisis hipotesis.....	39
C. <i>Post hoc test</i>	42
BAB VI STRATEGI PENEMPATAN SENSOR SUARA.....	44
A. Karakteristik sinyal suara motor	44
B. Monitoring kondisi bearing motor.....	47

C. Strategi penempatan sensor suara yang optimal untuk monitoring kondisi bearing.....	61
--	----

DAFTAR PUSTAKA	68
-----------------------------	-----------

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Perbandingan Beberapa Teknik Monitoring Kondisi Motor	18
Tabel 3.1. Karakteristik Pengolahan Sinyal Untuk Monitoring Kondisi Mesin	21
Tabel 5.1. Contoh Variabel Independen Dan Level Perlakuan Pengujian Monitoring Kondisi <i>Bearing</i>	39
Tabel 5.2. Tabulasi Data Pengujian	41
Tabel 5.3. Uji Sidik Ragam	42
Tabel 6.2. Frekuensi Bagian Bearing Motor Uji.....	46
Tabel 6.3. Analisis Spectrum Sinyal Suara Motor Induksi	51
Tabel 6.4. Tabulasi Data Analisis Pengaruh Suara Non Mesin Terhadap Akurasi Monitoring Kondisi Bearing.....	56
Tabel 6.5. Uji Anova Pengaruh Suara Non Mesin Terhadap Akurasi Monitoring Kondisi Bearing.....	57
Tabel 6.6. Rekapitulasi Persentase Akurasi Monitoring Bearing Kasus 2.....	60
Tabel 6.7. Perbedaan Rata-Rata Perlakuan Penempatan Sensor Untuk Monitoring Kondisi Bearing	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Bagian Utama Motor Induksi.....	1
Gambar 1.2.	Prinsip Kerja Motor Induksi 3 Fasa	3
Gambar 1.3.	Stator.....	5
Gambar 1.4.	Rotor.....	7
Gambar 1.5.	<i>Bearing</i>	9
Gambar 2.1.	Klasifikasi Kerusakan Motor Induksi (Gangsar & Tiwari, 2020).	11
Gambar 2.2.	Kesalahan Instalasi <i>Bearing</i> (Zhang Et Al., 2020) ...	12
Gambar 2.3.	<i>Bearing</i> (A) Tampak Depan; (B) Tampak Samping (Nirwan & Ramani, 2021).....	13
Gambar 2.4.	Diagnosis Dan Prognosis Monitoring Kondisi Mesin.....	18
Gambar 3.1.	Ilustrasi Sub Sampling Metode Wavelet	26
Gambar 4.1.	Langkah-Langkah Utama Monitoring Kondisi.....	29
Gambar 4.2.	Konfigurasi Monitoring Kondisi <i>Bearing</i>	31
Gambar 4.3.	<i>Monitoring System</i> Hemos-B.01.....	32
Gambar 4.4.	Listing Program Tahap <i>Feature Generation</i>	33
Gambar 4.5.	Listing Program Tahap <i>Feature Extraction</i>	34
Gambar 4.6.	Listing Program Tahap <i>Health Status</i>	34
Gambar 4.7.	<i>Bearing Uji</i> (A) <i>Bearing</i> Sehat, (B) Rekondisi <i>Bearing Uji</i>	35
Gambar 6.1.	Grafik Suara Motor Kondisi Sehat (A) Domain Waktu, (B) Spectrum Frekuensi.	45
Gambar 6.2.	Spectrum Suara Motor Dengan Perlakuan Pengaruh Suara Non Mesin.....	50
Gambar 6.3.	Tampilan <i>Monitoring System</i> Hemos-B.01	59
Gambar 6.4.	Uji Homogenitas Data Uji	60
Gambar 6.5.	Uji Normalitas Data Uji.....	60
Gambar 6.6.	<i>Analisis Of Varian</i> Pengujian Kasus 2.....	61
Gambar 6.7.	Uji Hsd Pengujian Perlakuan Kasus 2	65
Gambar 6.8.	Tampilan <i>Monitoring System</i> Hemos-B.01	66



Monitoring kondisi motor sangat diperlukan untuk menjaga keandalan, menekan biaya perawatan, mempertahankan efisiensi, dan menentukan tindakan lanjutan (pronosis). Sinyal suara adalah salah satu sinyal yang dapat memberikan informasi kondisi motor. Diperlukan pengolahan sinyal suara untuk menentukan lokasi kerusakan motor. Kelemahan sinyal suara adalah mudah *ber-overlapping* dengan sinyal suara dari sumber lain sehingga memungkinkan hasil monitoring menjadi kurang akurat.

Buku ini membahas teknik pengolahan sinyal dan strategi pengambilan data suara agar akurasi monitoring tinggi. Hasil monitoring yang akurat memungkinkan tindakan maintenance motor yang tepat. Buku ini sangat baik sebagai referensi para peneliti dan praktisi dibidang monitoring kondisi motor industri dengan bahasan teknik sederhana dan murah. Pembahasan dari dasar pengambilan data, pengolahan sinyal, analisis sinyal suara dan pengambilan keputusan kondisi motor industri disampaikan dengan detail sehingga pembaca dapat memahami dengan mudah.



Penerbit:
HANG TUAH UNIVERSITY PRESS
E-mail: uht.press@hangtuah.ac.id
Anggota IKAPI

