

**SKRIPSI**

**APLIKASI SPEKTRAL KURTOSIS UNTUK DIAGNOSIS  
BANTALAN CACAT LINTASAN LUAR (*OUTER RACE*) PADA  
*GEARBOX* MOTOR BAKAR 4 LANGKAH**

Ditujukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk  
Mencapai Derajat Strata – 1 Pada Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



**UMY**

**UNIVERSITAS  
MUHAMMADIYAH  
YOGYAKARTA**

Unggul & Islami

**Disusun Oleh:**

**Miftaqul Arif**

**20180130056**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2023**

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Miftaqul Arif

Nomor Mahasiswa : 20180130056

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya adalah asli hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu ataupun disebutkan sumbernya dalam naskah dan daftar pustaka.

Yogyakarta, 26 Juni 2023



Miftaqul Arif)

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto :

“Waktu bagaikan pedang. Jika kamu tidak memanfaatkannya dengan baik, maka ia akan memanfaatkanmu.”

-HR Muslim-

“Usaha dan doa tergantung pada cita-cita. Manusia tiada memperoleh selain apa yang telah diusahakannya”

-Jalaludin Rumi-

“Akan selalu ada jalan menuju sebuah kesuksesan bagi siapapun, selama orang tersebut mau berusaha dan bekerja keras untuk memaksimalkan kemampuan yang ia miliki ”

-Bambang Pamungkas-

Persembahan :

Skripsi ini saya niatkan sebagai bagian dari ibadahku kepada Allah SWT. Semoga Allah SWT meridhoi perjuanganku dalam menyelesaikan skripsi ini dan semoga lelahnya menjadi lillah dan berkah. Sekaligus saya ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada : Bapak Mohammad Khatib dan Ibu Kairi Supadiyati yang selalu memberikan motivasi dan inspirasi dalam hidupku, serta Yessy Setiawati yang selalu memberikan dukungan dalam langkahku.

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillahirobil'alamin, puji sukur penulis ucapkan kehadiran Allah swt atas berkat, rahmat dan kenikmatan yang diberikan oleh-Nya kepada penulis sehingga skripsi/tugas akhir ini dapat selesai. Puji sukur penulis ucapkan karena telah berhasil menyelesaikan karya tulis berupa penelitian mengenai “Aplikasi Spektral Kurtosis Untuk Diagnosis Bantalan Cacat Lintasan Luar (*Outer Race*) Pada *Gearbox* Motor Bakar 4 Langkah”. Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Skripsi ini berisi tentang metode deteksi kerusakan pada bantalan gelinding menggunakan metode analisis sinyal getaran dengan algoritma *Spectral Kurtosis*.

Penulis bersyukur karena dapat menyelesaikan skripsi ini yang merupakan syarat bagi penulis untuk mendapatkan gelar sarjana teknik pada Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan peran serta dari berbagai pihak. Tugas akhir ini bukan karya yang sempurna, oleh karena itu penulis berharap kritik dan saran yang membangun bagi pembaca agar menjadi lebih baik dimasa yang akan datang. Penulis berharap agar karya tulis ini bermanfaat bagi pembaca dan calon penulis yang akan menjadikan karya tulis ini sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya. Atas perhatiannya penulis mengucapkan terimakasih.

Wassalamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh.

Yogyakarta, 26 Juni 2023



(Miftaqul Arif)

## UCAPAN TERIMAKASIH

Alhamdulillahirobil'alamin, puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah swt karena atas karunia, berkah, nikmat, dan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulis juga menyadari berkat doa, bantuan, dukungan, serta motivasi dari berbagai pihaklah yang membuat tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Ir. Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng. Sc., Ph.D Selaku Dosen Pembimbing Pertama Tugas Akhir dan Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Sunardi, S.T., M.Eng., Ph.D Selaku Dosen Pembimbing Kedua Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan membimbing saya selama proses perkuliahan.
4. Seluruh staf ruang pelayanan mahasiswa (rpm) yang telah memberikan informasi akademik dan administrasi kuliah di program studi S1 Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
5. Seluruh staf laboran Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan dukungan berupa perizinan tempat dan alat-alat penelitian.
6. Ibu saya Kairi supadiyati dan ayah saya Mohammad Khatib yang telah mendoakan, memberi semangat, dan memberi dukungan berupa moral dan finansial.
7. Yessy Setiawati yang mau menjadikan dirinya sebagai tempat berkeluh kesah, berbagi cerita, memberikan dukungan, memberikan saran, dan semangatnya.
8. Teruntuk teman satu bimbingan (Aok), (Oddoy), (Asep), (Sidik) yang banyak membantu dan memberikan saran dalam penyusunan tugas akhir ini.

9. Teman-teman seperjuangan (Fikri) dan (Akbar) yang telah memberikan dukungan moral hingga tersusunnya tugas akhir ini.
10. Sobat Ambyar selaku rekan perjuangan selama menempuh studi di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....	i
SURAT PERNYATAAN.....	ii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
UCAPAN TERIMAKASIH.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN .....	xii
INTISARI.....	xiii
<i>ABSTRACT</i> .....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Kajian Pustaka.....	5
2.2 Dasar Teori.....	7
2.2.1 Motor Bakar.....	7
2.2.2 Motor 4 langkah.....	7
2.2.3 Gearbox.....	7
2.2.4 Bantalan .....	8
2.2.5 Jenis Cacat Pada Bantalan Bola.....	9
2.2.6 Getaran.....	10
2.2.7 Karakteristik Getaran.....	11
2.2.8 Sensor Getaran.....	12
2.2.9 Akselerometer.....	14
2.2.10 Data Akuisisi.....	15
2.2.11 <i>Analog to Digital Conversion</i> .....	15

2.2.12 Aliasing .....	16
2.2.13 Frekuensi .....	17
2.2.14 Amplitudo .....	17
2.2.15 Harmonik .....	18
2.2.16 Fase .....	19
2.2.17 Domain Waktu .....	19
2.2.18 Domain Frekuensi .....	20
2.2.19 Metode Analisis Getaran .....	21
2.2.20 Kurtogram .....	24
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>25</b>
3.1 Skema Alat Uji .....	25
3.2 Bahan Penelitian .....	26
3.3 Alat Penelitian .....	26
3.4 Prosedur Penelitian .....	31
3.4.1 Persiapan Alat Uji .....	32
3.5 Diagram Alir Pengambilan Data .....	32
3.6 Tahap Analisis Data .....	35
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>36</b>
4.1 Hasil Penelitian Analisis Spektral Kurtosis .....	37
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>46</b>
5.1 Kesimpulan .....	46
5.2 Saran .....	46
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>47</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>49</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Siklus 4 Langkah.....	7
Gambar 2. 2 Gearbox .....	8
Gambar 2. 3 Bantalan Bola .....	9
Gambar 2. 4 Getaran Pegas.....	11
Gambar 2. 5 Karakteristik Getaran .....	12
Gambar 2. 6 Sampling Rate .....	13
Gambar 2. 7 Sensor Akselerometer .....	14
Gambar 2. 8 Komponen DAQ System.....	15
Gambar 2. 9 Proses Konversi ADC .....	16
Gambar 2. 10 Aliasing .....	16
Gambar 2. 11 Frekuensi .....	17
Gambar 2. 12 Amplitudo.....	18
Gambar 2. 13 Harmonik.....	18
Gambar 2. 14 Fase.....	19
Gambar 2. 15 Gelombang Sinyal Domain Waktu .....	20
Gambar 2. 16 Gelombang Sinyal Domain Waktu .....	21
Gambar 2. 17 Transformasi Fourier.....	22
Gambar 2. 18 Skema Envelope.....	23
Gambar 3. 1 Skema Alat Uji.....	25
Gambar 3. 2 Bantalan Normal (a) dan Bantalan Cacat Lintasan Luar (b).....	26
Gambar 3. 3 <i>Gearbox</i> .....	27
Gambar 3. 4 Tachometer.....	27
Gambar 3. 5 Accelerometer .....	28
Gambar 3. 6 Modul Data Akuisisi .....	29
Gambar 3. 7 <i>Chasis</i> Modul Data Akuisisi .....	29
Gambar 3. 8 Kabel Konektor Accelerometer.....	30
Gambar 3. 9 Laptop.....	30
Gambar 3. 10 Software Matlab .....	31
Gambar 3. 11 Software Ni Max .....	31
Gambar 3. 12 Diagram Alir Pengambilan Data .....	33

Gambar 3. 13 Diagram Alir Analisis Data.....	35
Gambar 4. 1 Script Program Kurtogram .....	37
Gambar 4. 2 Plot Kurtogram Sinyal Getaran Cacat Lintasan Luar.....	38
Gambar 4. 3 Prosedur Bandpass Filter.....	39
Gambar 4. 4 Plot Spektral Kurtosis Bantalan Cacat Lintasan Luar .....	39
Gambar 4. 5 Plot Envelope Spektrum Bantalan Cacat Lintasan Luar .....	41
Gambar 4. 6 Plot Domain Frekuensi Bantalan Normal .....	43
Gambar 4. 7 Plot Domain Frekuensi Bantalan Cacat Lintasan Luar .....	43
Gambar 4. 8 Gabungan Plot Domain Frekuensi Bantalan Normal .....	44

## DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Spesifikasi Bantalan Bola .....	36
Tabel 4. 2 Nilai BPFO dan BPFO Harmonik.....	37
Tabel 4. 3 Envelope Spektrum Bantalan Cacat dengan Spektral Kurtosis .....	40
Tabel 4. 4 Peak Amplitudo Envelope Spektrum.....	42
Tabel 4. 5 Selisih Garis BPFO Harmonik dengan Frekuensi Cacat .....	42

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

FFT	= <i>Fast Fourier Transform</i>
DAQ	= <i>Data Acquisition System</i>
RPM	= <i>Revolution Per Minute</i>
ES	= <i>Envelope Spectrum</i>
SK	= <i>Spectral Kurtosis</i>
PSD	= <i>Power Spectral Density</i>
IMF	= <i>Intrinsic Mode Function</i>
FKDM	= <i>Fast Kurtogram Demodulation Method</i>
EDM	= <i>Electric Discharge Machine</i>
BPFO	= <i>Ball Pass Frequency Outer race</i>
BW	= <i>Bandwidth</i>
Fc	= <i>Center Frequency</i>
dB	= <i>Decibel</i>
f	= <i>Frekwensi</i>
t	= <i>Waktu</i>
g	= <i>Percepatan gravitasi</i>
Hz	= <i>Hertz</i>
T	= <i>Periode</i>
Mm/s	= <i>Milimeter per detik</i>
V/g	= <i>Volt per gram</i>
mV/g	= <i>Milivolts per gravitasi</i>
mV	= <i>Milivolts</i>