

**SKRIPSI**  
**METODE *CEPSTRUM* UNTUK MENDETEKSI CACAT**  
**LINTASAN DALAM BANTALAN BOLA PADA *FAN* INDUSTRI**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar  
Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

**IRAWAN**

**20150130010**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**  
**2019**

## PERNYATAAN

Yang Bertanda Tangan Dibawah Ini :

Nama : Irawan  
Nomor Induk Mahasiswa : 20150130010  
Program Studi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Judul Penelitian : Metode *Cepstrum* untuk Mendeteksi Cacat Lintasan Dalam Bantalan Bola pada *Fan* Industri

Dengan ini saya menyatakan sesungguhnya tugas akhir ini bagian dari penelitian dosen pembimbing Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D., dan tidak ada karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak ada karya yang pernah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang tertulis dan disebutkan dalam sumber naskah dan dalam daftar pustaka. Semua publikasi dari penelitian ini harus mendapat ijin dari dosen yang bersangkutan.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik bila ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Yogyakarta 10 Oktober 2019



## **MOTTO**

"Bermimpilah semaumu dan kejarlah mimpi itu"

"Jika niat sudah terpancang karena Allah, tidak akan ada halangan yang bisa menghentikan "

"Keberhasilan ditentukan oleh diri sendiri dan takdir Allah SWT, bukan oleh orang lain.

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Bismillahirrahmani rahim

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat dan tak lupa juga salawat serta salam kepada junjungan besar sang revolusioner sekaligus engineer terbaik sepanjang masa yaitu nabi Muhammad SAW, sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan semestinya.

Rasa hormat yang paling dalam teruntuk kedua orang tua saya ucapkan terimakasih dalam hati dan ikhlas dari anakmu atas segala dorongan motivasi, doa, keringat untuk putramu. Sekali lagi saya memohon izin dan ridho kepada bapak dan ibu dalam perjuangan kedepannya yang akan dilalui. Serta lantunan doa yang selalu terucap kepada Allah SWT.

Teruntuk para teman-teman kelas dan himpunan yang selalu mendampingi kuucapkan terimakasih atas dukungan selama ini.

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan nikmat, hidayah dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi dengan judul “**Metode *Cepstrum* untuk Mendeteksi Cacat Lintasan Dalam Bantalan Bola pada *Fan* Industri**” dengan baik dan tanpa ada halangan apapun.

Laporan skripsi ini membahas metode deteksi cacat lintasan dalam pada bantalan bola *single row* yang ditujukan untuk memenuhi persyaratan akademis jenjang pada Strata Satu (S1) dalam mata Kuliah Tugas Akhir di Program Studi S1 Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Dalam penyusunan laporan skripsi ini, penulis menyadari bahwa laporan skripsi ini masih jauh dari kata kesempurnaan. Untuk itu penulis menerima kritik dan saran yang membangun demi sebuah karya ilmiah yang lebih baik lagi dari sebelumnya. Semoga laporan skripsi ini bermanfaat bagi penulis dan pembacanya.

Yogyakarta,      Oktober 2019

Irawan

20150130010

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN.....	iii
MOTTO .....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR PERSAMAAN .....	xiii
DAFTAR NOTASI.....	xiv
INTISARI.....	xv
ABSTRACT .....	xvi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II DASAR TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Tinjauan Pustaka .....	5
2.2. <i>Fan</i> atau Kipas.....	8

2.2.1. Kipas Aksial.....	8
2.2.2. Kipas Sentrifugal .....	8
2.3. Bantalan.....	9
2.3.1. Klasifikasi Bantalan.....	10
2.3.3. Kerusakan pada Bantalan.....	13
2.4. Pengertian Getaran .....	14
2.5. Karakteristik Getaran .....	15
2.5.1. Frekuensi Getaran.....	16
2.5.2. Amplitudo Getaran .....	16
2.5.3. Harmonik .....	16
2.6. Analisa Vibrasi .....	17
2.7. Sinyal Getaran .....	17
2.7.1. Domain Waktu.....	18
2.7.2. Domain Frekuensi.....	19
2.8. <i>Fast Fourier Transform</i> (FFT) .....	20
2.9. Analisis <i>Envelope</i> .....	21
2.10. Analisis <i>Cepstrum</i> .....	21
2.11. Akuisisi Data .....	24
2.12. Accelerometer .....	25
2.13. <i>Sampling Rate</i> .....	26
2.14. Aliasing .....	27
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>29</b>
2.1. Skema Alat Pengujian Kerusakan Bantalan .....	29
2.2. Alat dan Bahan .....	30
2.2.1. Bahan Penelitian.....	30

2.2.2. Alat Penelitian .....	32
3.3 Diagram Alir Penelitian.....	38
3.4 Prosedur Penelitian .....	40
3.5 Alur pengambilan data .....	41
3.6 Tempat dan Waktu Penelitian .....	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	44
4.1. Hasil Perekaman Data Sinyal Getaran .....	44
4.2. Hasil Transformasi Domain Waktu ke Domain Frekuensi (FFT).....	47
4.2.1. Hasil Plotting Domain Frekuensi ( <i>Spectrum</i> ) Bantalan Normal .....	48
4.2.2. Hasil Plotting Domain Frekuensi ( <i>Spectrum</i> ) Bantalan Cacat Lintasan Dalam.....	54
4.3. Hasil Analisa dengan Metode <i>Cepstrum</i> .....	60
4.3.1. Hasil Analisa Metode <i>Cepstrum</i> pada Bantalan Normal .....	60
4.3.2. Hasil Analisa Metode <i>Cepstrum</i> pada Bantalan Cacat Lintasan Dalam .....	62
4.3.3. Perbandingan Hasil Plot Grafik <i>Cepstrum</i> Bantalan Normal dan Bantalan Cacat Lintasan Dalam.....	63
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	66
5.1. Kesimpulan.....	66
5.2. Saran .....	67
UCAPAN TERIMA KASIH.....	68
DAFTAR PUSTAKA .....	70
LAMPIRAN.....	72



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Kipas Aksial.....	8
<b>Gambar 2.2</b> Kipas Sentrifugal .....	9
<b>Gambar 2.3</b> Bantalan Kereta Celtic .....	10
<b>Gambar 2.4</b> Arah Beban Bantalan .....	10
<b>Gambar 2.5</b> Bantalan Luncur .....	11
<b>Gambar 2.6</b> Bantalan Gelinding .....	12
<b>Gambar 2.7</b> Bagian Bantalan.....	12
<b>Gambar 2.8</b> Dimensi Bantalan.....	14
<b>Gambar 2.9</b> Getaran Pegas .....	15
<b>Gambar 2.10</b> Amplitudo Getaran .....	16
<b>Gambar 2.11</b> Harmonik .....	17
<b>Gambar 2.12</b> Grafik domain waktu sinus .....	19
<b>Gambar 2.13</b> Grafik domain frekuensi .....	19
<b>Gambar 2.14</b> Fast Fourier transform .....	21
<b>Gambar 2.15</b> Plotting metode <i>spectrum</i> . .....	23
<b>Gambar 2.16</b> Plotting metode <i>cepstrum</i> . .....	23
<b>Gambar 2.17</b> Sistem DAQ.....	24
<b>Gambar 2.18</b> Akselerometer.....	26
<b>Gambar 2.19</b> Sampling rate .....	27
<b>Gambar 2.20</b> Fenomena Aliasing. ....	28
<b>Gambar 3.1</b> Gambar Alat Uji .....	29
<b>Gambar 3.2</b> Skema Prototipe <i>Fan</i> Industri.....	30
<b>Gambar 3.3</b> Bantalan Normal.....	31
<b>Gambar 3.4</b> Bantalan Cacat Lintasan Dalam.....	31
<b>Gambar 3.5</b> Parameter program wirecut.....	32
<b>Gambar 3.6</b> Konstruksi Motor.....	33
<b>Gambar 3.7</b> Spesifikasi Motor.....	33
<b>Gambar 3.8</b> Sensor Tachometer .....	34
<b>Gambar 3.9</b> Akuisisi Data .....	34

<b>Gambar 3.10</b> Sensor Akselerometer .....	35
<b>Gambar 3.11</b> Kabel Konektor.....	35
<b>Gambar 3.12</b> Modul DAQ.....	36
<b>Gambar 3.13</b> Kabel USB .....	36
<b>Gambar 3.14</b> Kabel Power .....	37
<b>Gambar 3.15</b> Laptop.....	37
<b>Gambar 3.16</b> Matlab.....	38
<b>Gambar 3.17</b> Diagram Alir Secara Umum .....	39
<b>Gambar 3.18</b> Diagram Alir Penelitian.....	41
<b>Gambar 4.1 (a)</b> Plot domain waktu bantalan normal.....	45
<b>Gambar 4.1 (b)</b> Plot domain waktu bantalan cacat lintasan dalam .....	45
<b>Gambar 4.2 (a)</b> Grafik domain waktu bantalan normal.....	46
<b>Gambar 4.2 (b)</b> Grafik domain waktu bantalan cacat .....	46
<b>Gambar 4.3</b> Grafik hasil plot domain frekuensi bantalan normal .....	48
<b>Gambar 4.4</b> Frekuensi poros kipas dan harmoniknya pada <i>spectrum</i> .....	49
<b>Gambar 4.5</b> Frekuensi poros roda gigi dan harmoniknya pada <i>spectrum</i> .....	50
<b>Gambar 4.6</b> Frekuensi sudu kipas pada <i>spectrum</i> .....	51
<b>Gambar 4.7</b> Frekuensi BPFi bantalan normal pada <i>spectrum</i> .....	52
<b>Gambar 4.8</b> Grafik hasil plot domain frekuensi bantalan cacat .....	54
<b>Gambar 4.9</b> Frekuensi poros kipas dan harmoniknya pada <i>spectrum</i> .....	55
<b>Gambar 4.10</b> Frekuensi poros roda gigi dan harmoniknya pada <i>spectrum</i> .....	56
<b>Gambar 4.11</b> Frekuensi sudu kipas bantalan cacat pada <i>spectrum</i> .....	57
<b>Gambar 4.12</b> Frekuensi BPFi bantalan cacat pada <i>spectrum</i> .....	58
<b>Gambar 4.13</b> Plot grafik <i>cepstrum</i> bantalan normal.....	61
<b>Gambar 4.14</b> Plot grafik <i>cepstrum</i> bantalan cacat.....	62
<b>Gambar 4.15 (a)</b> <i>Quefreny</i> BPFi bantalan normal.....	63
<b>Gambar 4.15 (b)</b> <i>Quefreny</i> BPFi bantalan cacat.....	64

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil Perekaman Data Sinyal Getaran .....	44
Tabel 4.2 Hasil Konversi Satuan Kecepatan Putar ke Frekuensi.....	47
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan BPFi Bantalan Normal .....	53
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan BPFi Bantalan Cacat Lintasan Dalam.....	58
Tabel 4.5 Perhitungan BPFi dan harmoniknya.....	59
Tabel 4.6 <i>Quefrensy</i> dari setiap frekuensi pada grafik <i>spectrum</i> .....	61
Tabel 4.7 <i>Quefrensy</i> dari setiap frekuensi pada grafik <i>spectrum</i> bantalan cacat..	62

## DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1 BPI	13
Persamaan 2.2 BPFO	13
Persamaan 2.3 BSFI	13
Persamaan 2.4 FTF	14
Persamaan 2.5 <i>Power cepstrum</i>	22
Persamaan 2.6 Kompleks <i>cepstrum</i>	22
Persamaan 4.1 <i>Quefreny</i>	60