

**DETEKSI CACAT MULTI JENIS PADA BANTALAN TIPE *DOUBLE*
ROW MENGGUNAKAN SINYAL VIBRASI**

Multi Faults Detection On Double Row Bearing With Vibration Signal

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat

Strata-1 Pada Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh:

**Gusnandar Abdi Negara
20130130063**

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

YOGYAKARTA

2018

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Gusnandar Abdi Negara

NIM : 2013 013 0063

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir yang berjudul **Deteksi Cacat Multi Jenis Pada Bantalan Tipe Double Row Menggunakan Sinyal Vibrasi** ini adalah asli hasil karya saya sendiri 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 disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 04 Januari 2018



Gusnandar Abdi Negara

Gusnandar Abdi Negara
20130130063

HALAMAN PERSEMBAHAN

Kepada Tuhan yang Maha Esa, sujud syukur hamba kepada-Mu Ya Allah SWT yang telah mengabulkan berbagai do'a dan memberi keyakinan untuk selalu berusaha, serta karunia-Mu yang luar biasa hebatnya. Shalawat serta salam senantiasa bagi junjungan Nabi Muhammad S.A.W, keluarga, para sahabat, hingga umatnya hingga akhir zaman, aamiin. Tiada henti bersyukur atas keyakinan dan kekuatan yang telah diberikan sehingga pada akhirnya dapat terselesaikan Tugas Akhir ini sesuai dengan harapan.

Saya persembahkan hasil dari pembelajaran dalam masa kuliah ini kepada kedua orang tua yang saya sayangi, Bapak Rostan dan Ibu Gusniah yang selama hidup saya, selalu penuh dukungan, penyemangat, pemberi contoh yang baik, serta kasih penuh sayang terhadap saya. Sebuah kebahagiaan rasanya dimana orang tua selalu ada untuk memotivasi, dan tempat untuk kembali. Hingga sampai Tugas Akhir ini terselesaikan, adalah berkat do'a dan dukungan kedua orang tua saya. Saya berharap dengan terselesaikannya Tugas Akhir ini, bertambah kebahagiaan untuk kedua orang tua saya. Saya juga berdo'a semoga banyak kebahagiaan yang akan muncul bagi kedua orang tua saya.

MOTTO

“Jika Allah sudah menghendaki, maka apapun yang akan terjadi, terjadi lah”

"Jika seseorang bepergian dengan tujuan mencari ilmu, maka Allah akan menjadikan perjalanannya seperti perjalanan menuju surga" (Nabi Muhammad SAW)

“Bacalah dengan (menyebut) nama Tuhan-mu yang Menciptakan. Dia telah Menciptakan manusia dari segumpal darah. Bacalah, dan Tuhan-mulah Yang Maha Mulia. Yang Mengajar (manusia) dengan pena. Dia Mengajarkan manusia apa yang tidak diketahuinya” (QS. Al ‘Alaq 1–5)

“Ilmu pengetahuan itu pahit pada awalnya, tetapi manis melebihi madu pada akhirnya”

DAFTAR ISI

| | |
|-----------------------------------------------------------|----------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI | ii |
| HALAMAN PERNYATAAN | iii |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | iv |
| MOTTO..... | v |
| INTISARI | vi |
| <i>ABSTRACT</i> | vii |
| KATA PENGANTAR..... | viii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR GAMBAR..... | xii |
| DAFTAR TABEL..... | xiv |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Batasan Masalah..... | 4 |
| 1.4 Tujuan..... | 4 |
| 1.5 Manfaat..... | 4 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI | 5 |
| 2.1 Tinjauan Pustaka | 5 |
| 2.2 Bantalan..... | 9 |
| 2.2.1 Klasifikasi Bantalan..... | 9 |
| 2.2.2 <i>Double Row Self Aligning Ball Bearings</i> | 11 |
| 2.2.3 Bantalan Bola..... | 12 |
| 2.2.4 Jenis – Jenis Cacat Bantalan | 14 |
| 2.3 Perawatan (<i>Maintenance</i>)..... | 15 |
| 2.3.1 <i>Condition Based Maintenance (CBM)</i> | 17 |
| 2.3.2 CBM Berbasis Getaran | 18 |
| 2.4 Getaran | 18 |
| 2.5 Karakteristik Getaran | 19 |
| 2.5.1 Sinyal Getaran..... | 20 |

| | | |
|----------------|------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.5.2 | Frekuensi Getaran (<i>Vibration Frequency</i>)..... | 20 |
| 2.5.3 | Amplitudo | 21 |
| 2.5.4 | Harmonik | 21 |
| 2.6 | Analisa Vibrasi | 22 |
| 2.7 | Sinyal Vibrasi | 22 |
| 2.7.1 | Domain Waktu (<i>Time Domain</i>) | 23 |
| 2.7.2 | Domain Frekuensi..... | 24 |
| 2.8 | <i>Fast Fourier Transform</i> (FFT)..... | 25 |
| 2.9 | Analisis <i>Envelope</i> | 26 |
| 2.9.1 | Amplitudo Modulasi (AM)..... | 27 |
| 2.9.2 | Karakteristik Analisis Envelope Cacat Lintasan Dalam (BPFI)..... | 28 |
| 2.9.3 | Karakteristik Analisis Envelope Cacat Lintasan Luar (BPFO) | 29 |
| 2.10 | Data Akuisisi | 29 |
| 2.11 | <i>Accelerometer</i> | 30 |
| 2.12 | <i>Sampling Rate</i> | 32 |
| 2.13 | <i>Aliasing</i> dan <i>Nyquist</i> Frekuensi | 33 |
| BAB III | ALAT UJI DAN METODE PENGAMBILAN DATA | 35 |
| 3.1 | Alat Uji Kerusakan Bantalan..... | 35 |
| 3.2 | Komponen Alat Pendukung | 36 |
| 3.3 | Bentuk Data Rekaman..... | 43 |
| 3.4 | Diagram Alir Akuisisi Data | 43 |
| 3.5 | Metode Pengolahan Data Sinyal Getaran..... | 45 |
| BAB IV | HASIL DAN PEMBAHASAN | 46 |
| 4.1 | Data Penelitian | 46 |
| 4.2 | Sinyal Getaran Pada Bantalan Normal | 47 |
| 4.2.1 | Hasil Plot Domain Waktu | 47 |
| 4.2.2 | Hasil Plot Domain Frekuensi | 48 |
| 4.2.3 | Hasil Plot Analisis envelope (<i>Envelope Analysis</i>)..... | 49 |
| 4.3 | Sinyal Getaran Pada Bantalan Cacat Multi Jenis | 50 |
| 4.3.1 | Hasil Plot Domain Waktu | 50 |
| 4.3.2 | Hasil Plot Domain Frekuensi | 51 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.3.3 Hasil Plot Analisis Envelope (<i>Envelope Analysis</i>) | 52 |
| 4.4 Hasil Perhitungan Analisis Domain Frekuensi dan Analisis <i>Envelope</i> | 53 |
| 4.4.1 Hasil Plot Pada Kecepatan Poros 1000 RPM | 54 |
| 4.4.2 Hasil Plot Pada Kecepatan Poros 1200 RPM | 56 |
| 4.4.3 Hasil Plot Pada Kecepatan Poros 1400 RPM | 59 |
| 4.4.4 Hasil Plot Pada Kecepatan Poros 1600 RPM | 61 |
| 4.5 Perbandingan Grafik Envelope Pada Semua Kecepatan Poros..... | 65 |
| BAB V PENUTUP | 69 |
| 5.1 KESIMPULAN | 69 |
| 5.2 SARAN | 70 |
| DAFTAR PUSTAKA | 76 |
| LAMPIRAN | 75 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1 Arah Beban Bantalan | 10 |
| Gambar 2.3 Bantalan Luncur | 10 |
| Gambar 2.4 Bantalan Bola, (a) Single-row, (b) Double-row | 11 |
| Gambar 2.5 Double Row Self Aligning Ball Bearings | 12 |
| Gambar 2.6 Bantalan Bola | 13 |
| Gambar 2.7 Elemen Bantalan Bola | 13 |
| Gambar 2.8 Dimensi Bantalan | 15 |
| Gambar 2.9 Getaran Pegas | 18 |
| Gambar 2.10 Karakteristik Getaran | 19 |
| Gambar 2.11 Gelombang Amplitudo | 21 |
| Gambar 2.12 Harmonik Getaran | 22 |
| Gambar 2.13 Gelombang Sinus Sinyal Domain Waktu | 24 |
| Gambar 2.14 Gelombang Sinyal Domain Frekuensi | 25 |
| Gambar 2.15 Transformasi Fourier | 26 |
| Gambar 2.16 Skema Envelope | 27 |
| Gambar 2.17 Sinyal Amplitudo Modulasi | 28 |
| Gambar 2.18 Karakteristik Envelope Cacat Lintasan Dalam (BPM) | 28 |
| Gambar 2.19 Karakteristik Analisis Envelope Cacat Lintasan Luar (BPM)..... | 29 |
| Gambar 2.20 Komponen DAQ System..... | 30 |
| Gambar 2.21 Komponen Accelerometer | 31 |
| Gambar 2.22 Sampling Rate | 32 |
| Gambar 2.23 Aliasing | 33 |
| Gambar 2.24 Lipatan Pada Nyquist Frekuensi | 34 |
| Gambar 3.1 Alat Uji Kerusakan Bantalan..... | 35 |
| Gambar 3.2 Motor Penggerak | 36 |
| Gambar 3.3 Bantalan Normal Kondisi..... | 37 |
| Gambar 3.4 Bantalan Kondisi Cacat Multi Jenis | 37 |
| Gambar 3.5 Rumah Bantalan | 38 |
| Gambar 3.6 Poros Besi Pejal..... | 38 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 3.7 Kopel (Coupling) | 39 |
| Gambar 3.8 Inverter | 39 |
| Gambar 3.9 Sensor Akselerometer | 40 |
| Gambar 3.10 Mounting Wax | 41 |
| Gambar 3.11 Instrumen Akuisisi Data dan Chassis Penopang. | 42 |
| Gambar 3.12 Laptop / PC | 42 |
| Gambar 3.13 Skema Waktu Pengambilan Data Dalam 1 Set | 43 |
| Gambar 3.14 Diagram Alir Proses Pengambilan Data | 44 |
| Gambar 3.15 Metode Pengolahan Data | 45 |
| Gambar 4.1 Dimensi Bantalan | 46 |
| Gambar 4.2 Grafik Domain Waktu Bantalan Normal | 48 |
| Gambar 4.3 Grafik Domain Frekuensi Bantalan Normal | 49 |
| Gambar 4.4 Plot Spektrum Envelope Bantalan Normal | 50 |
| Gambar 4.5 Grafik Domain Waktu Cacat Multi Jenis pada Bantalan | 51 |
| Gambar 4.6 Grafik Domain Frekuensi Cacat Multi Jenis pada Bantalan | 52 |
| Gambar 4.7 Plot Spektrum Envelope Cacat Multi Jenis pada Bantalan | 53 |
| Gambar 4.8 Plot Kondisi Bantalan pada Kecepatan 1000 RPM..... | 55 |
| Gambar 4.9 Plot Kondisi Bantalan pada Kecepatan 1200 RPM..... | 57 |
| Gambar 4.10 Plot Kondisi Bantalan pada Kecepatan 1400 RPM..... | 60 |
| Gambar 4.11 Plot Kondisi Bantalan pada Kecepatan 1600 RPM..... | 62 |
| Gambar 4.12 Spektrum Envelope Cacat Multi Jenis Bantalan | 66 |
| Gambar 4.13 Spektrum Envelope Putaran | 68 |

DAFTAR TABEL

| | |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 4.1 Dimensi Komponen Bantalan | 47 |
| Tabel 4.2 Frekuensi Cacat Lintasan Dalam Pada Bantalan | 54 |
| Tabel 4.3 Frekuensi Cacat Lintasan Luar Pada Bantalan | 54 |
| Tabel 4.4 Perbandingan Hasil Perhitungan dengan Hasil Pengukuran..... | 64 |