

SKRIPSI

DETEKSI CACAT LINTASAN DALAM BANTALAN BOLA PADA POROS ENKOL (CRANK SHAFT) MESIN VESPA MENGGUNAKAN ANALISIS SPEKTRUM ENVELOPE

**Ditujukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik**



Disusun Oleh:

ADE TYAS SINGGIH PRASETYO

20130130052

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

YOGYAKARTA

2018

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ade Tyas Singgih Prasetyo

NIM : 2013 013 0052

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir yang berjudul **DETEKSI CACAT LINTASAN DALAM BANTALAN BOLA PADA POROS ENKOL (CRANK SHAFT) MESIN VESPA MENGGUNAKAN ANALISIS SPEKTRUM ENVELOPE** 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, 07 September 2018



Ade Tyas Singgih Prasetyo
20130130052

PERSEMBAHAN



Dengan penuh rasa syukur, skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. **Bapak dan Ibuku tercinta, Daryanto dan Martini.** Terimakasih atas didikan, kasih sayang, kesabaran, kepercayaan dan dukunganmu selama ini, sehingga aku mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini. Di masa depan kelak aku akan membuatmu bangga dengan karya - karyaku.
2. **Endi Singgih Prasetyo, Kurniawan Singgih Trilaksono, dan Dewi Yulianingsih** terimakasih kakak dan adikku yang selalu memberikan motivasi untuk jangan pernah menyerah dan terus berjuang untuk meraih cita-cita. Semoga selalu diberi rizki yang halal dan umur yang panjang agar selalu memberikan kebahagiaan kepada orang tua.
3. **Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.M., M.Eng.,Sc, Ph.D dan Dr. Bambang Riyanta, S.T., M.T.** Selaku dosen pembimbing, terimakasih atas bimbingan bapak sehingga saya bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini sampai selesai, semoga ilmu yang sudah diberikan bermanfaat.
4. **Bapak Sudarisman, M.S.Mechs., Ph.D.** Selaku dosen penguji Tugas Akhir, terimakasih telah memberikan evaluasi, koreksi, dan saran yang membangun.
5. **Gunawan Wibisono, dan Hafiz Syahputra.** Sebagai tim seperjuangan Tugas Akhir terimakasih atas kerjasamanya.
6. **Anggi Widya Ningrum, Wili Oki Al-Afdhani, Beni Trimulyadi, Lutfi Khoirul , Dian Triyanto , Ajiono, Arizona Aditya S, Geger Pangayoman, Wisnu K,** Terimakasih teruntuk sahabat-sahabat yang telah memberikan motivasi, perhatian, dan kebersamaanya selama ini.
7. **Teman-teman Teknik Mesin UMY angkatan 2013 dan semua angkatan yang selalu memberi dukungan satu sama lain.**

MOTTO

“Bermimpilah seakan – akan hidup selamanya, hiduplah
seakan – akan mati hari ini”

(Ade)

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah nasib suatu
kaum hingga mereka mengubah diri mereka sendiri”

(Terjemahan Q.S Ar-Ra'd ayat 11)

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“DETEKSI CACAT LINTASAN DALAM BANTALAN BOLA PADA POROS ENGKOL (CRANK SHAFT) MESIN VESPA MENGGUNAKAN ANALISIS SPEKTRUM ENVELOPE**. Penelitian ini menggunakan analisis envelope untuk mendeteksi kerusakan lintasan dalam bantalan bola dengan kondisi yang berbeda yaitu bantalan normal, bantalan cacat sedang dan bantalan cacat parah. Dari ketiga kondisi bantalan yang berbeda akan diuji menggunakan variasi kecepatan yaitu 1500 rpm dan 2000 rpm. Getaran akan di deteksi menggunakan Sensor *accelerometer* (sensor getaran). Sensor *accelerometer* ditempelkan menggunakan magnet pada bagian mesin yang terdekat dengan bantalan dengan arah sumbu vertikal. Respon getaran dari sensor *accelerometer* akan direkam oleh data akuisisi yang terpasang pada *chassis* modul data akuisisi yang kemudian akan disimpan dan ditampilkan di laptop pada *software* matlab. Sinyal getaran dari masing-masing bantalan normal, bantalan cacat sedang, dan bantalan cacat parah dianalisis

Yogyakarta, 07 September 2018

Ade Tyas Singgih Prasetyo

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
MOTO.....	v
INTISARI.....	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR SIMBOL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan masalah	4
1.4 Tujuan	5
1.5 manfaat.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Dasar Teori.....	10
2.2.1 Motor Bakar	10
2.2.2 Prinsip Kerja Motor Bakar	10
2.2.2.1. Motor bakar 4 langkah.....	10
2.2.2.2. Motor bakar 2 langkah.....	12
2.2.3 Sepeda Motor Vespa	13
2.2.3.1 Prinsip Kerja Mesin Vespa	13
2.2.3.2 Komponen Mesin Vespa.....	13
2.2.4 Bantalan (<i>Bearing</i>).....	19
2.2.4.1 Kerusakan Pada Bantalan Bola	22
2.2.5 Maintenance.....	13
2.2.6 Perawatan berbasis getaran	24
2.2.7 Getaran	25
2.2.7.1 Karakteristik Getaran	26
2.2.7.2 Frekuensi Getaran	27
2.2.7.3 Amplitudo	28
2.2.7.4. Fasa	28
2.2.7.5 Penguraian Sinyal Getaran	28
2.2.7.6 Domain Waktu	29
2.2.7.7 Domain Frekuensi	29
2.2.7.8 Harmonik	30
2.2.8 <i>Fast Fourier Transform</i> (FFT).....	31
2.2.9 Envelope Analysis	32
2.2.10 Data Akuisisi	34

2.2.11 Accelerometer	35
2.2.11.1 Jenis-Jenis <i>Accelerometer</i>	37
2.2.11.2 Metode Mounting	37
2.2.12 Sampling Rate	38
2.2.13 Aliasing	38
2.2.14 Amplitudo Modulasi (AM)	39
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Diagram Alir Penelitian	42
3.2 Bahan Penelitian	42
3.3 Alat Penelitian	44
3.4 Prosedur Penelitian	48
3.4.1 Persiapan Alat Uji	48
3.5 Diagram Alir Pengambilan Data	49
3.6 Tahap Analisis Data	52
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Analisis Domain Waktu	54
4.1.1 Plot Domain Waktu	55
4.2. Hasil Domain Frekuensi dan Envelope	57
4.2.1 Domain Frekuensi dan Envelope Bantalan Normal Kecepatan 1500 RPM dan 2000 RPM	58
4.2.2 Domain Frekuensi dan Envelope Bantalan Cacat 0,25 Kecepatan 1500 RPM dan 2000 RPM	60
4.2.3 Domain Frekuensi dan Envelope Bantalan Cacat 0,50 Kecepatan 1500 RPM dan 2000 RPM	63
4.3. Perbandingan Domain Frekuensi dan Envelope	66
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	68
5.2 Saran	69
TERIMAKASIH	70
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sepeda Motor Vespa	13
Gambar 2.2 Karburator	14
Gambar 2.3 Silinder	14
Gambar 2.4 Piston	15
Gambar 2.5 Head silinder	15
Gambar 2.6 Poros engkol	16
Gambar 2.7 Bantalan poros engkol	16
Gambar 2.8 Blok silinder	17
Gambar 2.9 Busi	17
Gambar 2.10 Spul pengapian	18
Gambar 2.11 Coil	18
Gambar 2.12 kipas pendingin	19
Gambar 2.13 Arah Beban Bantalan	20
Gambar 2.14 Bantalan Luncur	20
Gambar 2.15 Bantalan Bola	21
Gambar 2.16 komponen bantalan	21
Gambar 2.17 Getaran pada sistem pegas-massa sederhana	26
Gambar 2.18. Karakteristik getaran	27
Gambar 2.19. Gelombang sinus sinyal domain waktu	29
Gambar 2.20. Gelombang sinyal domain frekuensi	30
Gambar 2.21 Harmonik Getaran	30
Gambar 2.22 Transformasi <i>Fourier</i>	31
Gambar 2.23 Gelombang domain waktu dan domain frekuensi	32
Gambar 2.24 Skema envelope	34
Gambar 2.25 Komponen <i>DAQ System</i>	35
Gambar 2.26 Komponen <i>Accelerometer</i>	35
Gambar 2.27 Metode Pemasangan Pada <i>Accelerometer</i>	38
Gambar 2.28 Aliasing	38
Gambar 2.29 Sinyal Amplitudo Modulasi	39
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian	42
Gambar 3.2 (a) bantalan normal, (b) bantalan cacat 0,25 mm, (c) bantalan cacat 0,50 mm	43
Gambar 3.3 mesin vespa	44
Gambar 3.4 Tool set mekanik	44
Gambar 3.5 Tachometer	45
Gambar 3.6 Accelerometer	45
Gambar 3.7 Modul Data Akuisisi	46
Gambar 3.8 Chassis Modul Data Akuisisi	46
Gambar 3.9 kabel konektor accselerometer	47
Gambar 3.10 Kabel USB	47
Gambar 3.11 Laptop	48
Gambar 3.12 Diagram alir penelitian	49
Gambar 3.13 ilustrasi stuktur data	51
Gambar 3.14 Diagram alir tahap analisis data	52

Gambar 4.1 (a) grafik domain waktu kondisi normal kecepatan 1500 RPM; (b) kecepatan 2000 RPM	55
Gambar 4.2 (a) grafik domain waktu kondisi cacat 0,25 mm kecepatan 1500 RPM; (b) kecepatan 2000 RPM.....	56
Gambar 4.3 (a) grafik domain waktu kondisi cacat 0,50 mm kecepatan 1500 RPM; (b) kecepatan 2000 RPM.....	57
Gambar 4.4 (a) grafik domain frekuensi kondisi normal kecepatan 1500 RPM; (b) grafik domain frekuensi kecepatan 2000 RPM; (c) grafik envelope kondisi normal kecepatan 1500 RPM; (d) grafik envelope kecepatan 2000 RPM	58
Gambar 4.5 (a) grafik plot domain frekuensi kondisi cacat 0,25 kecepatan 1500 RPM; (b) domain frekuensi kecepatan 2000 RPM; (c) grafik plot envelope kondisi cacat 0,25 mm kecepatan 1500 RPM; (d) envelope kecepatan 20000 RPM.	60
Gambar 4.6 (a) grafik plot domain frekuensi kondisi cacat 0,50 mm kecepatan 1500 RPM; (b) domain frekuensi kecepatan 2000 RPM; (c) grafik plot envelope kondisi cacat 0,50 mm kecepatan 1500 RPM; (d) envelope kecepatan 20000 RPM	63

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1.....	44
Tabel 4.1 Hasil frekuensi BPF1 dari perhitungan dan pengukuran cacat bantalan lintasan dalam 0,25 kecepatan 1500 RPM.....	62
Tabel 4.2 Hasil frekuensi BPF1 dari perhitungan dan pengukuran cacat bantalan lintasan dalam 0,25 kecepatan 2000 RPM.....	62
Tabel 4.3 Hasil frekuensi BPF1 dari perhitungan dan pengukuran cacat bantalan lintasan dalam 0,50 kecepatan 1500 RPM.....	65
Tabel 4.4 Hasil frekuensi BPF1 dari perhitungan dan pengukuran cacat bantalan lintasan dalam 0,50 kecepatan 2000 RPM.....	66

DAFTAR SIMBOL

Nb	: Jumlah bola (<i>Number of balls</i>)
Fr	: Frekuensi relatif antara inner race dan outer race
Bd	: Diameter bola (<i>Ball diameter</i>)
Pd	: Diameter Pitch (<i>Pitch diameter</i>)
α	: Sudut kontak (<i>Contact angle</i>) derajat.
FO	: Frekuensi kecepatan poross
SB	: Side Band
mV	: mili volt