

HALAMAN JUDUL

**Deteksi Kavitasi Pada Pompa Sentrifugal Menggunakan
Spektrum Getaran dan Spektrum Envelope**

Laporan Tugas Akhir

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar
Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

DEBY ARIKH NAFAKA

20140130273

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2018**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : **Deby Arikh Nafsaka**

Nomor Mahasiswa : **20140130273**

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya "**Deteksi Kavitasi Pada Pompa Sentrifugal Menggunakan Spektrum Getaran dan Spektrum Envelope**" 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, 31 Agustus 2018


Deby Arikh Nafsaka

MOTTO

“INTEGRITAS ADALAH KUNCI KEBERHASILAN KEHIDUPAN”

“Orang yang tinggi adab
walaupun kekurangan ilmu
masih lebih mulia
daripada orang
yang banyak ilmu
tetapi kekurangan adab”

Habib Umar
bin Hafiz

PERSEMBAHAN

Syukur Alhamdulillah saya ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, kemudahan dan kelancaran dalam penulisan skripsi ini. Sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan penuh rasa bangga dan haru.

Skripsi yang telah selesai dibuat ini saya dedikasikan untuk kedua orang tua yang sudah berjuang dan berdo'a untuk kesuksesan saya sampai detik dimana lembar persembahan ini ditulis dan tentunya sampai kapanpun. Tidak lupa saya dedikasikan juga untuk keluarga besar *trah* Mentodhimejo dan *trah* Heri Utomo.

Terima kasih atas segala dukungan dan do'a bagi semua pihak yang memiliki andil dalam penulisan skripsi ini. Semoga kelak suatu saat kita akan bertemu di lain waktu dengan cerita kesuksesan hidup masing-masing. Aamiin ya

Rab'balamiin.

DAFTAR ISI

HALAMAN SKRIPSI	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
INTISARI	xv
ABSTRACT	xvi
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	7
2.2.1 Pompa Sentrifugal.....	7
2.2.2 Klasifikasi Pompa Sentrifugal	8
2.2.3 Bagian-Bagian Pompa Sentrifugal.....	9
2.2.4 Kavitasi	11
2.2.5 Jenis-Jenis Kavitasi.....	12

2.2.6 Penyebab Kavitasi.....	13
2.2.7 NPSH (Net Positive Suction Head)	15
2.2.8 Maintenance	17
2.2.9 Condition Based Monitoring	18
2.2.10 Getaran.....	20
2.2.11 Sensor Getaran.....	22
2.2.12 Domain Waktu, Spektrum Frekuensi dan Spektrum Envelope	23
2.2.13 Fast Fourier Transform (FFT).....	27
2.2.14 <i>Fourier Transform</i> (Transformasi Fourier)	29
2.2.15 Akuisisi Sinyal Getaran	29
2.2.16 Software Matlab.....	31
BAB III	34
<i>Test-Rig</i> Kavitasi Dan Metode Penelitian	34
3.1 <i>Test-Rig</i> Kavitasi Pada Pompa Sentrifugal	34
3.2 Komponen <i>Test-Rig</i> Kavitasi Pompa Sentrifugal.....	35
3.3 Metode Penelitian.....	42
3.3.1 Alur Penelitian Secara Umum	42
3.3.2 Proses Perekaman Data Akuisisi	43
3.3.3 Proses Pengolahan Data Akuisisi	45
3.3.4 Proses Analisis.....	47
3.4 Struktur Data	48
BAB IV	49
HASIL DAN PEMBAHASAN	49
4.1 Data Hasil Penelitian	49
4.2 Analisis.....	54
4.3 Spektrum Dan Spektrum Envelope Pada Bentang Frekuensi Rendah Pompa Kondisi Normal.....	54
4.3.1 Spektrum Bentang Frekuensi Rendah Pada Pompa Kondisi Normal - Kavitasi 1, 2, dan 3.....	55
4.3.2 Spektrum Envelope Bentang Frekuensi Rendah Pada Pompa Kondisi Normal - Kavitasi 1, 2, dan 3	59

4.4	Spektrum Dan Spektrum Envelope Pada Bentang Frekuensi Tinggi Pompa Kondisi Normal	64
4.4.1	Spektrum Bentang Frekuensi Tinggi Pada Pompa Kondisi Normal - Kavitasi 1, 2, dan 3	65
4.4.2	Spektrum Bentang Envelope Frekuensi Tinggi Pada Pompa Kondisi Normal - Kavitasi 1, 2, dan 3	68
4.5	Pembahasan	72
BAB V	.....	75
KESIMPULAN DAN SARAN	.....	75
5.1	Kesimpulan.....	75
5.2	Saran	76
DAFTAR PUSTAKA	.....	77
UCAPAN TERIMA KASIH	.....	80
LAMPIRAN	.....	82

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pompa Sentrifugal	8
Gambar 2.2 Bagian – Bagian Pompa Sentrifugal	11
Gambar 2.3 Pompa Sentrifugal dalam Kondisi Kavitasi	12
Gambar 2.4 Gerak Osilasi Suatu Sistem Pegas Massa.....	20
Gambar 2.5 Kurva Percepatan, Kecepatan, <i>Displacement</i>	21
Gambar 2.6 Domain Waktu	24
Gambar 2.7 Spektrum Frekuensi.....	25
Gambar 2.8 Sinyal Envelope	25
Gambar 2.9 Proses Analisis Envelope.....	26
Gambar 2.10 Spektrum Envelope	26
Gambar 2.11 Skema Spektrum Getaran Dalam FFT.....	28
Gambar 2.12 Transduser <i>Velocity</i>	30
Gambar 2.13 Transduser <i>Displacement</i> (Perpindahan).....	30
Gambar 2.14 Accelerometer	31
Gambar 2.15 Sampling Rate dengan Aliasing	32
Gambar 3.1. Skema Alat Uji.....	34
Gambar 3.2 <i>Test-rig</i> Kavitasi Pompa Sentrifugal	35
Gambar 3.3. <i>Monoblock</i> Pompa Sentrifugal.....	36
Gambar 3.4. <i>Flowmeter</i>	36
Gambar 3.5. Pressure Gauge.....	37
Gambar 3.6. Vacuum Gauge.....	37
Gambar 3.7. <i>Globe Valve</i>	38
Gambar 3.8. Pipa PVC	38
Gambar 3.9. Tangki Penampung Air	39
Gambar 3.10. <i>Accelerometer</i>	39
Gambar 3.11. Kabel <i>Connector</i>	40
Gambar 3.12. (a) Perangkat data akuisisi NI 9234 (b) Perangkat akuisisi pada chassis NI Compact DAQ-9174.....	41
Gambar 3.13. Diagram Alir Penelitian Secara Umum.....	42
Gambar 3.14. Diagram Alir Proses Perekaman Akuisisi Data.....	45
Gambar 3.15. Diagram Alir Proses Pengolahan Data Akuisisi.....	46

Gambar 3.16. Skema Perekaman <i>File</i> Data Sinyal Getaran Untuk Setiap Level Kavitasi.....	48
Gambar 4.1. Visualisasi Kavitasi	49
Gambar 4.2. Sinyal Getaran dari Kondisi Normal dan 3 Level Kavitasi.....	50
Gambar 4.3. (a) Spektrum Dengan Bentang Frekuensi Rendah (b) Spektrum Envelope Dengan Bentag Frekuensi Rendah	51
Gambar 4.4. (a) Spektrum Dengan Bentang Frekuensi Tinggi (b) Spektrum Envelope Dengan Bentag Frekuensi Tinggi.....	51
Gambar 4.5. Spektrum Dan Spektrum Envelope Dengan Bentang Frekuensi Rendah Pada Setiap Kondisi Pompa	52
Gambar 4.6. Spektrum Dan Spektrum Envelope Dengan Bentang Frekuensi Tinggi Pada Setiap Kondisi Pompa.....	53
Gambar 4.7. Spektrum Bentang Frekuensi Rendah Pompa Normal	55
Gambar 4.8. Spektrum Envelope Bentang Frekuensi Rendah Pompa Normal.....	55
Gambar 4.9. Perbandingan Spektrum Dengan Bentang Frekuensi Rendah Pompa Kondisi Normal -Kavitasi 1.....	56
Gambar 4.10. Perbandingan Spektrum Dengan Bentang Frekuensi Rendah Pompa Kondisi Normal - Kavitasi.....	57
Gambar 4.11. Perbandingan Spektrum Dengan Bentang Frekuensi Rendah Pompa Kondisi Normal - Kavitasi.....	59
Gambar 4.12. Perbandingan Spektrum Envelope Dengan Bentang Frekuensi Rendah Kondisi Normal - Kavitasi 1	60
Gambar 4.13. Perbandingan Spektrum Envelope Dengan Bentang Frekuensi Rendah Kondisi Normal - Kavitasi 2	62
Gambar 4.14. Perbandingan Spektrum Envelope Dengan Bentang Frekuensi Rendah Kondisi Normal - Kavitasi 3	63
Gambar 4.15. Spektrum Bentang Frekuensi Tinggi Pompa Normal.....	64
Gambar 4.16. Spektrum Envelope Bentang Frekuensi Tinggi Pompa Normal	64
Gambar 4.17. Perbandingan Spektrum Dengan Bentang Frekuensi Tinggi Kondisi Normal - Kavitasi 1	65
Gambar 4.18. Perbandingan Spektrum Dengan Bentang Frekuensi Tinggi Kondisi Normal - Kavitasi 2	67
Gambar 4.19. Perbandingan Spektrum Dengan Bentang Frekuensi Tinggi Kondisi Normal - Kavitasi 3	68
Gambar 4.20. Perbandingan Spektrum Envelope Dengan Bentang Frekuensi Tinggi Kondisi Normal - Kavitasi 1.....	69

Gambar 4.21. Perbandingan Spektrum Envelope Dengan Bentang Frekuensi Tinggi Kondisi Normal - Kavitasi 2.....	70
Gambar 4.22. Perbandingan Spektrum Envelope Dengan Bentang Frekuensi Tinggi Kondisi Normal - Kavitasi 3.....	71

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sinyal Getaran pada Pompa Sentrifugal	23
---	----

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: <i>Script</i> Matlab Pengambilan Data Akusis	83
Lampiran 2: <i>Script</i> Matlab Pengolahan Data Mentah Menjadi Spektrum dan Spektrum Envelope Dengan Bentang Frekuensi Rendah	84
Lampiran 3: <i>Script</i> Matlab Pengolahan Data Mentah Menjadi Spektrum dan Spektrum Envelope Dengan Bentang Frekuensi Tinggi	87