

**TEKNIK**

**LAPORAN PENELITIAN HIBAH BERSAING**



**Aplikasi Response Getaran Untuk Menganalisis Fenomena  
Kavitasi Pada Instalasi Pompa Sentrifugal**

**Wijianto, ST.M.Eng.Sc**

**Marwan Effendy, ST. MT.**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**Oktober, 2009**

## HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR

### 1. Judul Penelitian

Aplikasi Response Getaran Untuk Menganalisis Fenomena Kavitasasi Pada Instalasi Pompa Sentrifugal

### 2. Ketua Peneliti

- a. Nama Lengkap : Wijianto, ST.M.Eng.Sc
- b. Jenis Kelamin : Laki-laki
- c. NIK : 788
- d. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
- e. Jabatan Struktural : -
- f. Bidang Keahlian : Getaran
- g. Fakultas/Jurusan : Teknik / Teknik Mesin
- h. Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Surakarta
- i. Tim Peneliti :

No	Nama	Bidang Keahlian	Fakultas/ Jurusan	Perguruan Tinggi
1	Marwan Effendy, ST.M.T	Mekanika Fluida/ Konversi Energi	Teknik / Teknik Mesin	Universitas Muhammadiyah Surakarta

### 3. Pendanaan dan jangka waktu penelitian

- a. Jangka waktu penelitian yang diusulkan : 2 tahun
- b. Biaya total yang diusulkan : Rp. 100.000.000
- c. Biaya yang disetujui tahun 1 : Rp. 44.500.00

Mengetahui,  
Dean Fakultas Teknik  
  
H. H. Widodo, MT.  
NIK. 542

Surakarta, 30 Oktober 2009  
Ketua Peneliti,

  
Wijianto, ST.M.Eng.Sc  
NIK. 788

Menyetujui,  
Ketua LPPM UMS  
  
Dr. Harun Joko Prayitno, M.Hum  
NIP. 132 049 998

## KATA PENGANTAR

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

Puji-pujian hanyalah milik Allah Azza Wajalla semata, yang telah menganugerahkan kami dengan rahmat serta inayah-Nya, sehingga kami bisa menyelesaikan laporan penelitian ini. Shalawat serta salam semoga tetap tercurah kepada junjungan dan sauri tauladan kita Rasulullah Muhammad SAW.

Laporan yang berjudul “Aplikasi Response Getaran Untuk Menganalisis Fenomena Kavitasi Pada Instalasi Pompa Sentrifugal” terlaksana dengan adanya pendanaan dari program Hibah Bersaing Dirjen Dikti tahun 2008 dan juga tidak lepas dari bantuan dan dorongan berbagai pihak. Oleh sebab itu pada kesempatan ini diterima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dr. Harun Joko Prayitno, M.Hum selaku Ketua LPPM-UMS yang telah memberikan dukungan dan motivasi dalam melakukan penelitian.
2. Dirjen Dikti atas dukungan dana untuk penelitian ini.
3. Saudara Firdaus, Wardoyo dan saudara Maskuh atas kerja sama dan kontribusinya dalam membantu pelaksanaan penelitian .
4. Semua pihak yang telah membantu, semoga Allah membalas kebaikanmu.

Tak lepas dari sifat manusiawi, disadari bahwa penulisan Laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu diharapkan adanya kritik dan saran yang bersifat membangun untuk dapat dijadikan pedoman kelak dikemudian hari.

Besar harapan kami semoga laporan ini dapat berguna bagi pembaca dan bagi yang memerlukannya.

والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته

Surakarta,  
Oktober 2009

Penulis  
Wijianto

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
RINGKASAN .....	iii
PRAKATA .....	iv
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR LAMBANG .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Waktu dan Tempat .....	3
1.3. Bahan dan Alat .....	3
1.4. Desain Penelitian .....	4
BAB II TUJIAN DAN MANFAAT .....	6
2.1. Perumusan Masalah .....	6
2.2. Tujuan Penelitian .....	6
2.3. Manfaat Penelitian .....	6
BAB III TINJAUAN PUSTAKA .....	9
3.1. Perumusan Masalah .....	6
3.2. Teori Penunjang .....	14
3.2.1. Kerja Pompa Sentrifugal .....	14
3.2.2. Frekuensi yang dipengaruhi oleh Impeler .....	16
3.2.3. Frekuensi yang dipengaruhi oleh <i>Belt</i> .....	16
3.2.4. Frekuensi Kerusakan Roling Elemen <i>Bearing</i> .....	16
3.2.5. NPSH ( <i>Nett Positif Section Head</i> ) .....	18
3.2.6. NPSH yang Tersedia (NPSHA) .....	19

3.2.7. NPSH yang diperlukan (NPSHR) .....	20
3.2.8. Putaran Spesifik.....	20
3.2.9. Getaran.....	21
3.2.10. Analisis Frekuensi Getaran Pompa .....	22
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN.....	24
4.1. Bahan.....	24
4.2. Alat.....	26
4.2.1 Alat Ukur Instalasi.....	26
4.2.4 Instalasi Pengukur Getaran .....	27
4.3. Cara Kerja.....	28
4.3.1 Desain Eksperimen.....	31
4.3.2 Diagram Alir Eksperimen .....	31
4.3.3. Pelaksanaan Eksperimen .....	33
4.4. Analisis Hasil.....	35
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	36
5.1. Data Hasil Pengujian.....	36
5.2. Perhitungan Frekuensi <i>Input</i> Getaran Instalasi.....	37
5.2.1. Frekuensi <i>belt</i> .....	37
5.2.2. Frekuensi kerusakan <i>ball bearing</i> .....	37
5.2.3. Frekuensi putaran sudu-sudu pompa .....	38
5.3. Analisis Hasil Spektrum Frekuensi.....	38
5.4. Perhitungan Nilai NPSH Instalasi.....	42
5.5. Fase Kavitasasi .....	45
5.5.1. Perbandingan angka kavitasasi terhadap kecepatan spesifik .....	45
5.5.2. Perbandingan spektrum pada hasil pengukuran.....	45
5.5.3. Perbandinagn spektrum variasi sudu bopeng.....	45
BAB VI PENUTUP .....	49
5.1. Kesimpulan .....	49

5.2. Saran .....	50
DAFTAR PUSTAKA.....	51

## DAFTAR LAMBANG

B	= Panjang <i>belt</i> (mm)
Bd	= Diameter bola (mm)
BPFI	= <i>Ball pass</i> frekuensi dari <i>inner race bearing</i> (Hz)
BPFO	= <i>Ball pass</i> frekuensi dari <i>outer race bearing</i> (Hz)
BPF	= Frekuensi putaran sudu-sudu
BSF	= Frekuensi <i>ball spin</i> (Hz)
D	= Diameter pipa <i>elbow</i> (mm)
f	= Koefisien gesek, frekuensi
F <sub>b</sub>	= Frekuensi <i>belt</i> (Hz)
FTF	= Frekuensi fundamental dari sangkar <i>bearing</i> (Hz)
g	= Percepatan gravitasi (m/s <sup>2</sup> )
<i>h<sub>sv</sub></i>	= NPSH yang tersedia (m)
<i>h<sub>ls</sub></i>	= Kerugian <i>head</i> di dalam pipa isap (m)
<i>h<sub>s</sub></i>	= <i>Head</i> isap statis (m)
Nb	= Jumlah bola dari <i>bearing</i>
Nbl	= Jumlah sudu-sudu dari pompa/motor
NPSHA	= Nilai <i>head</i> positif <i>section</i> yang tersedia pada instalasi
NPSHR	= Nilai <i>head</i> positif <i>section</i> yang yang diperlukan.
Pd	= <i>Pitch</i> diameter bola (mm)
P <sub>a</sub>	= Tekanan atmosfer (N/m <sup>2</sup> )
P <sub>v</sub>	= Tekanan uap jenuh (N/m <sup>2</sup> )
Rpm	= Putaran dari <i>pulley</i> (rpm), Putaran poros pompa (rpm)
S	= Kecepatan spesifik pompa (rpm)
Sd	= Diameter <i>pulley</i> (mm)
T	= Periode.
t	= waktu
V	= Kecepatan fluida (m/s)
ρ	= Densitas dari fluida (kg/m <sup>3</sup> )
γ	= Berat zat cair per satuan volume (N/m <sup>3</sup> )

$\sigma$	= Koefisien bilangan kavitasi
$\omega$	= frekuensi sudut (rad/s)
$\varphi$	= beda fasa.
$\theta$	= Sudut kontak (derajat)



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Spektrum getaran pompa kondisi kavitasi .....	2
Gambar 1.2	Kerusakan sudu pompa akibat erosi kavitasi .....	2
Gambar 3.1.	Kavitasi pompa yang diakibatkan karena belokan disisi <i>section</i> pompa .....	9
Gambar 3.2.	Penempatan sensor getaran dan alat ukur pada pompa sentrifugal .....	10
Gambar 3.3.	Karakteristik NPSHR terhadap debit air .....	10
Gambar 3.4.	Spektrum analisis getaran pompa karena kavitasi dengan cara penurunan tekanan isap pompa .....	11
Gambar 3.5.	Prediksi umur pompa dalam waktu 6 tahun .....	11
Gambar 3.6.	Indikasi kavitasi pada perubahan saluran debit 101 m <sup>3</sup> /jam dengan daya 60 kW .....	12
Gambar 3.8.	Peningkatan frekuensi dengan tampilan FFT spektrum <i>wave</i> <i>forms</i> .....	13
Gambar 3.9.	Wilayah kerusakan akibat kavitasi .....	13
Gambar 3.8.	Distribusi tekanan di impeler pompa .....	9
Gambar 3.9.	Frekuensi kavitasi pompa sentrifugal .....	9
Gambar 3.10.	Pompa Sentrifugal. Jenis pompa air sawah model TC 1,5...	14
Gambar 3.11.	Sudu-sudu pompa sentrifugal.....	15
Gambar 3.12.	<i>Belt</i> dan <i>pulley</i> .....	15
Gambar 3.13.	Skema dari <i>ball roller bearing</i> .....	16
Gambar 3.14.	NPSH, bila tekanan atmosfer bekerja pada permukaan air yang dihisap .....	17
Gambar 3.15.	NPSH, bila tekanan uap bekerja didalam tangki air isap	

yang tertutup.....	18
Gambar 3.16. Fungsi Harmonis.....	21
Gambar 3.17. Sistem mekanis pompa sentrifugal .....	22
Gambar 3.18. <i>Spectrum of typical mechanical system</i> .....	22
Gambar 4.1. Instalasi pengukuran getaran.....	27
Gambar 4.2. Alat ukur .....	28
Gambar 4.3. Sketsa instalasi uji pompa sentrifugal.....	30
Gambar 4.4. Alat uji eksperimen.....	30
Gambar 4.5. Skema diagram alir .....	25
Gambar 4.6. Gelembung uap disisi <i>section</i> pompa .....	33
Gambar 4.8. Penempatan transduser pada dinding casing pompa, .....	34
Gambar 5.1. <i>Ball bearing</i> seri SKF 6204 .....	37
Gambar 5.2. Spektrum frekuensi motor listrik.....	39
Gambar 5.3. Spektrum frekuensi motor listrik dan pompa tanpa aliran putaran 2200 rpm.....	39
Gambar 5.4. Spektrum getaran pompa sebelum <i>head</i> statik = 0 .....	40
Gambar 5.5. Spektrum <i>constans cavitation</i> .....	41
Gambar 5.6. Spektrum frekuensi peningkatan amplitudo tertinggi.....	42
Gambar 5.7. Sketsa untuk menentukan nilai head isap static .....	43
Gambar 5.8. Grafik hubungan nilai NPSHA terhadap debit aliran pada variasi katup tekan.....	44
Gambar 5.9. Grafik hubungan nilai NPSHA terhadap debit aliran pada variasi katup tekan.....	44

Gambar 5.10. Grafik parameter bilangan kavitasi Thoma.....	45
Gambar 5.11. Spektrum frekuensi pompa pada putaran pompa 2600 rpm pada sisi vertikal .....	46
Gambar 5.12. Spektrum frekuensi pompa pada putaran pompa 1800 rpm pada sisi horizontal .....	47

## DAFTAR TABEL

Tabel 5.1. Hasil perhitungan untuk putaran 2600 rpm variasi tekan.....	39
---	----