

**PENGARUH KECEPATAN OPERASI POMPA SENTRIFUGAL  
TERHADAP SENSITIFITAS METODE DETEKSI KERUSAKAN  
IMPELLER BERBASIS PARAMETER STATISTIK DOMAIN  
WAKTU**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat  
Strata-1 Pada Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



**Disusun Oleh:**

**IMAM FAELASUF  
20130130228**

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

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Imam Faelasuf

NIM : 20130130228

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang berjudul: *Pengaruh Kecepatan Operasi Pompa Sentrifugal Terhadap Sensitifitas Deteksi Kerusakan Impeller Berbasis Parameter Statistik Domain Waktu* adalah asli 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 ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 24 Mei 2018

Imam Faelasuf  
20130130228

## INTISARI

Salah satu penyebab kinerja pompa menjadi tidak maksimal adalah kerusakan pada impeller. Impeller merupakan komponen pompa sentrifugal yang sangat penting peranannya. Apabila impeller mengalami kerusakan maka akan menyebabkan penurunan performa pompa atau dapat menghasilkan getaran yang dapat mengganggu sistem mekanik lainnya. Dengan demikian kondisi impeller harus senantiasa dipantau untuk menjaga kinerja dari sebuah pompa. Oleh karena itu dibutuhkan metode untuk mendeteksi kerusakan impeller pada pompa sentrifugal.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan pemantauan sinyal getaran (*vibration monitoring*) berbasis parameter statistik domain waktu. Parameter statistik domain waktu yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Root Mean Square* (RMS), *Standard Deviation*, *Variance*, *Kurtosis*, dan *Crest Factor*. Pada penelitian ini menggunakan 3 kondisi impeller, impeller normal, impeller cacat level 1, dan impeller cacat level 2.

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan parameter statistik domain waktu seperti seperti Standar Deviasi, *Root Mean Square* (RMS), dan *Variance* terbukti peka untuk mendeteksi kerusakan impeller pada kecepatan tinggi. Akan tetapi, parameter statistik kurtosis mampu untuk mendeteksi kerusakan impeller pada kecepatan rendah, baik itu pada impeller cacat level 1 maupun impeller cacat level 2. Sedangkan, penggunaan parameter *crest factor* tidak peka untuk mendeteksi kerusakan impeller pada kecepatan rendah maupun kecepatan tinggi.

Kata kunci: pompa sentrifugal, *impeller*, *vibration monitoring*, parameter statistik, domain waktu

## **ABSTRACT**

One cause of pump performance becomes not maximal is damage to impeller. Impeller is a very important component of centrifugal pump. If the impeller is damaged it will cause a decrease in pump performance or can produce vibrations that can interfere with other mechanical systems. Impeller conditions must be constantly monitored to maintain the performance of a pump. Therefore a method is needed to detect impeller damage on the centrifugal pump.

The method used in this research is to use the vibration monitoring based on time domain statistics parameter. Time domain statistics parameters used in this research are Root Mean Square (RMS), Standard Deviation, Variance, Kurtosis, and Crest Factor. In this research, using 3 impeller conditions, normal impeller, impeller defect level 1, and impeller defect level 2.

Based on the results of research show that the use of time domain statistics such as Standard Deviation, Root Mean Square (RMS), and Variance proved sensitive to detecting impeller damage at high speed. However, the statistical parameters of kurtosis are capable of detecting impeller damage at low speeds, either at impeller defect level 1, or an impeller defect level 2. Whereas, the statistical parameters of the crest factor are not sensitive to detect impeller damage at low speed or high speed..

Keywords: centrifugal pump, impeller, vibration monitoring, statistical parameters, time domain

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan judul “PENGARUH KECEPATAN OPERASI (OPERATING SPEED) POMPA SENTRIFUGAL TERHADAP SENSITIFITAS METODE DETEKSI KERUSAKAN IMPELLER BERBASIS PARAMETER STATISTIK DOMAIN WAKTU (TIME DOMAIN)” dapat di selesaikan dengan baik. Adapun tujuan laporan Tugas Akhir ini dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi di Jurusan Teknik Mesin Strata-1 Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat bermanfaat untuk masyarakat umum dan mahasiswa. Penulis juga menyadari dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna sehingga di butuhkan kritik dan saran untuk kedepanya.

Penulis dengan tulus ingin mengucapkan terimakasih kepada berbagai pihak yang telah membantu menyelesaikan Tugas Akhir ini sehingga dapat tersusun dengan baik, antara lain kepada :

1. Bapak Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.M., M.Eng.Sc, Ph.D. Selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran, sehingga Tugas Akhir ini dapat terselsaikan.
2. Bapak Sunardi, S.T., M.Eng. Selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran, sehingga Tugas Akhir ini dapat terselsaikan.
3. Bapak Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T., Ph.D. Selaku dosen penguji Tugas Akhir ini.
4. Orang tua saya yang saya sayangi serta keluarga besar, kakak-kakak tercinta yang telah memberikan dukungan moral dan spiritual.

5. Teman-teman seperjuangan, KELAS E 2013 yang telah menemani saya selama empat tahun ini dan selalu memberikan dukungan dan semangat.
6. Teman-teman Futsal (Kadal FC) yang selalu memberikan dukungan dan semangat.

Yogyakarta, 24 Mei 2018

Imam Faelasuf

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iii
<b>INTISARI</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Batasan Masalah .....	4
1.4. Tujuan Penelitian .....	4
1.5. Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI</b> .....	5
2.1. Tinjauan Pustaka.....	5
2.2. Landasan Teori.....	7
2.2.1. Pompa Sentrifugal .....	7
2.2.2. Cara Kerja Pompa Sentrifugal .....	13
2.2.3. Klasifikasi Pompa Sentrifugal.....	13
2.2.4. Impeller.....	18
2.2.5. Kerusakan Impeller.....	20
2.2.6. Teori Getaran.....	21

2.2.7. Karakteristik Getaran.....	22
2.2.8. Sensor Getaran.....	23
2.2.9. Teknik Akuisisi Getaran.....	27
2.2.10. Metode Perawatan.....	29
2.2.11. Teknik <i>Predictive Maintenance</i> .....	30
2.2.12. Teknik Analisis Getaran.....	32
2.2.13. Domain Waktu.....	32
2.2.14. Domain Frekuensi.....	35
2.2.15. <i>Fast Fourier Transform</i> (FFT).....	35
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>37</b>
3.1. Diagram Alir.....	37
3.2. Alat dan Bahan Penelitian.....	39
3.3. Skema Alat Uji Penelitian.....	47
3.4. Pelaksanaan Penelitian.....	48
3.4.1. Tahap Penyiapan Pompa Sentrifugal.....	48
3.4.2. Tahap Pengambilan Data.....	48
3.4.3. Tahap Pengolahan Data.....	50
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>51</b>
4.1. Data Penelitian.....	51
4.2. Analisis Statistik Domain Waktu.....	52
4.2.1 Standar Deviasi.....	55
4.2.2 <i>Variance</i> .....	58
4.2.3 RMS.....	61
4.2.4 Kurtosis.....	64
4.2.5 <i>Crest Factor</i> .....	67



4.3. Ringkasan Hasil .....	70
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	73
5.1. Kesimpulan .....	73
5.2. Saran .....	73
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	74
<b>LAMPIRAN</b> .....	76

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Komponen Pompa Sentrifugal .....	7
Gambar 2.2 <i>Stuffing Box</i> .....	8
Gambar 2.3 <i>Packing</i> .....	8
Gambar 2.4 <i>Shaft</i> .....	9
Gambar 2.5 <i>Shaft sleeve</i> .....	9
Gambar 2.6 <i>Vane</i> .....	10
Gambar 2.7 <i>Casing</i> .....	10
Gambar 2.8 <i>Eye of Impeller</i> .....	11
Gambar 2.9 Impeller .....	11
Gambar 2.10 <i>Wearing Ring</i> .....	12
Gambar 2.11 <i>Bearing</i> .....	12
Gambar 2.12 <i>Discharge nozzle</i> .....	13
Gambar 2.13 Pompa Sentrifugal Aliran Radial .....	14
Gambar 2.14 Pompa Sentrifugal Aliran Aksial .....	15
Gambar 2.15 Pompa Sentrifugal Aliran Campuran .....	15
Gambar 2.16 Pompa Bertingkat Banyak.....	16
Gambar 2.17 Pompa Volut.....	16
Gambar 2.18 Pompa Diffuser .....	17
Gambar 2.19 Pompa Aliran Campur Jenis Volut.....	17
Gambar.2.20 <i>Impeller</i> Terbuka.....	18
Gambar.2.21 <i>Impeller</i> Semi Terbuka.....	19
Gambar 2.22 <i>Impeller</i> Tertutup.....	19
Gambar 2.23 <i>Impeller</i> Cacat Yang Disebabkan Kavitasi .....	21
Gambar 2.24 Getaran Pada Sistem Pegas-Massa Sederhana .....	21
Gambar 2.25 Karakteristik Getaran .....	22
Gambar 2.26 <i>Accelerometer</i> .....	23
Gambar 2.27 <i>Piezoelectric Accelerometer</i> .....	24

Gambar 2.28 <i>Single Ended Compression Accelerometer</i> .....	25
Gambar 2.29 <i>Shear Type Accelerometer</i> .....	25
Gambar 2.30 <i>Piezoresistive Accelerometer</i> .....	26
Gambar 2.31 Contoh gelombang dari rendahnya kecepatan sampel .....	29
Gambar 2.32 Sinyal Domain Waktu .....	33
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	37
Gambar 3.2 Pompa Sentrifugal .....	39
Gambar 3.3 Motor Listrik .....	40
Gambar 3.4 Impeller Kondisi Normal, Cacat level 1, Cacat level 2.....	41
Gambar 3.5 <i>Reservoir</i> .....	42
Gambar 3.6 Pipa Akrilik dan Selang.....	42
Gambar 3.7 <i>Inverter</i> .....	43
Gambar 3.8 <i>Tachometer</i> .....	44
Gambar 3.9 Laptop Data Akuisisi.....	44
Gambar 3.10 Modul data akuisisi .....	45
Gambar 3.11 <i>Accelerometer</i> .....	46
Gambar 3.12 Kabel <i>Connector</i> .....	46
Gambar 3.13 Chassis.....	47
Gambar 3.14 Skema Alat Uji Penelitian .....	47
Gambar 3.15 Skematik pengambilan data .....	49
Gambar 4.1 Sinyal getaran domain waktu pada kecepatan 1000-2400 RPM impeller normal .....	52
Gambar 4.2 Sinyal getaran domain waktu pada kecepatan 1000-2400 RPM impeller cacat level 1.....	53
Gambar 4.3 Sinyal getaran domain waktu pada kecepatan 1000-2400 RPM impeller cacat level 2.....	54
Gambar 4.4 Grafik Standar Deviasi Impeller Normal dengan Cacat Level 1 .....	56
Gambar 4.5 Grafik Standar Deviasi Impeller Normal dengan Cacat Level 2 .....	57
Gambar 4.6 Grafik Variance Impeller Normal dengan Cacat Level 1 .....	59

Gambar 4.7 Grafik Variance Impeller Normal dengan Cacat Level 2 .....	60
Gambar 4.8 Grafik RMS Impeller Normal dengan Cacat Level 1 .....	62
Gambar 4.9 Grafik RMS Impeller Normal dengan Cacat Level 2 .....	63
Gambar 4.10 Grafik Kurtosis Impeller Normal dengan Cacat Level 1 .....	65
Gambar 4.11 Grafik Kurtosis Impeller Normal dengan Cacat Level 2 .....	66
Gambar 4.12 Grafik Crest Factor Impeller Normal dengan Cacat Level 1 .....	68
Gambar 4.13 Grafik Crest Factor Impeller Normal dengan Cacat Level 2 .....	69
Gambar 4.14 Grafik Domain Waktu pada Kurtosis.....	71

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi parameter statistic pada perintah MATLAB .....	50
Tabel 4.1 Hasil kemampuan parameter statistik domain waktu .....	70

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Spesifikasi Akselerometer tipe 4507B seri 30171.....	77
Lampiran 2: Contoh script pengolahan data mentah menjadi plot domain waktu.....	78
Lampiran 3: Contoh script pengolahan data mentah menjadi data statistik domain waktu .....	80
Lampiran 4: Contoh <i>script plotting</i> data statistik.....	80