

SKRIPSI

**ANALISIS PENGARUH LOKASI AKSELEROMETER TERHADAP
AKURASI DETEKSI DINI FENOMENA KAVITASI BERBASIS
PARAMETER STATISTIK DOMAIN WAKTU**

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



Disusun Oleh:

FAIZAL FIRDAUS

20130130225

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

2020

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Faizal Firdaus

NIM : 20130130225

Prodi/Fakultas : Teknik Mesin/Fakultas Teknik

Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang berjudul **“ANALISIS PENGARUH LOKASI AKSELEROMETER TERHADAP AKURASI DETEKSI DINI FENOMENA KAVITASI BERBASIS PARAMETER STATISTIK DOMAIN WAKTU”** 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, 9 Desember 2020


**METERAI
TEMPEL**
6000
ENAM RIBU RUPIAH
2014CAHF745190576
FAIZAL FIRDAUS
20130130225

MOTTO

“Jangan biarkan rintangan kecil menghalangi jalan menuju kemenangan. Ingatlah bahwa Anda lebih kuat dari tantangan yang dihadapi”

(Cristiano Ronaldo)

“Hidup ini seperti sepeda. Agar tetap seimbang, kau harus terus bergerak”

(Albert Einstein)

“Bermimpilah seakan kau akan hidup selamanya. Hiduplah seakan kau akan mati hari ini”

(James Dean)

“Learn from yesterday, live for today, hope for tomorrow. The important thing is not to stop questioning”

(Aalbert Eistein)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, rahmat, rezeki, dan hidayah atas semua yang saya butuhkan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini dengan baik.

Ibu ku tersayang Amiroh, kakak-kakakku Yulia, Agus, Arif, Reza terimakasih atas doa, motivasi, semangat, cinta, kasih sayang, dan pengorbanan yang telah diberikan.

Dosen pembimbing Bapak Ir. Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.M., M.Eng.Sc, Ph.D. yang selalu bijaksana memberikan bimbingan, nasehat serta waktunya selama penelitian dan penulisan Tugas Akhir ini.

Bapak Mujijana selaku pengurus laboratorium FDM yang dengan sabar melayani dan banyak membantu selama pembuatan alat penelitian dari awal hingga akhir.

Staf Dosen Teknik Mesin – UMY yang telah membekali penulis dengan berbagai ilmu selama mengikuti perkuliahan sampai selesainya penulisan Tugas Akhir.

Rekan-rekan penelitian satu bimbingan yang telah banyak membantu dan memberikan masukan dari awal penelitian hingga akhir penulisan.

Teman-teman “Ludo Squad”, “Posko Reborn” yang selalu mendukung, memberikan semangat, dan selalu mendampingi dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Terima kasih untuk dukungannya.

KATA PENGANTAR



Alhamdulillahirabbil'amin, Segala puji dan syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini. Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurahkan kepada junjungan agung Nabi besar Muhammad SAW, beserta keluarga, para sahabatnya dan para pengikutnya hingga akhir zaman kelak, amin ya rabbal amin. Alhamdulillah atas segala pertolongan dan kemudahan yang telah diberikan-Nya, dimana pada akhirnya penyusun mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **"ANALISIS PENGARUH LOKASI AKSELEROMETER TERHADAP AKURASI DETEKSI DINI FENOMENA KAVITASI BERBASIS PARAMETER STATISTIK DOMAIN WAKTU"** sebagai salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar sarjana S-1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna dikarenakan terbatasnya pengalaman dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu penulis mengharapkan segala bentuk saran serta masukan bahkan kritik yang membangun dari berbagai pihak. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan semua pihak khususnya dalam bidang Teknik Mesin.

Yogyakarta, 4 Desember 2020

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Faizal Firdaus'.

FAIZAL FIRDAUS
20130130225

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN	iv
MOTTO.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	<u>xi</u>
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I Pendahuluan	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar belakang	Error! Bookmark not defined.
1.2 Rumusan masalah	Error! Bookmark not defined.
1.3 Batasan masalah	Error! Bookmark not defined.
1.4 Tujuan penelitian	Error! Bookmark not defined.
1.5 Manfaat penelitian	Error! Bookmark not defined.
1.6 Sistematika penulisan.....	<u>4</u>
DASAR TEORI	Error! Bookmark not defined.
2.1 Tinjauan Pustaka.....	Error! Bookmark not defined.
2.2 Pompa Sentrifugal	Error! Bookmark not defined.
2.2.1 Pompa Sentrifugal.....	Error! Bookmark not defined.
2.2.2 Cara Kerja Pompa Sentrifugal	Error! Bookmark not defined.
2.2.3 Klasifikasi Pompa Sentrifugal	Error! Bookmark not defined.
2.3 Kavitasi	Error! Bookmark not defined.
2.3.1 Definisi Kavitasi	Error! Bookmark not defined.
2.3.2 Penyebab Kavitasi Pada Pompa	Error! Bookmark not defined.
2.3.3 Kerusakan Pompa Sentrifugal disebabkan Kavitasi. Error! Bookmark not defined.	
2.3.4 Pencegahan Kavitasi	Error! Bookmark not defined.
2.4 <i>Accelerometer</i>	Error! Bookmark not defined.

2.4.1	<i>Accelerometer</i>	Error! Bookmark not defined.
2.4.2	Piezoelectric accelerometer	Error! Bookmark not defined.
2.4.3	Pemasangan <i>accelerometer</i>	Error! Bookmark not defined.
2.4.4	Teknik Akusisi Data.....	Error! Bookmark not defined.
2.4.5	Pengolahan Sinyal Getaran dalam <i>Condition Monitoring</i>	Error! Bookmark not defined.
2.5	Parameter Statistik Domain Waktu.....	Error! Bookmark not defined.
2.5.1	Probability Density Function (PDF)	Error! Bookmark not defined.
2.5.2	Peak Value.....	Error! Bookmark not defined.
2.5.3	Standard Deviation (SD)	Error! Bookmark not defined.
2.5.4	Variance.....	Error! Bookmark not defined.
2.5.5	Root Mean Square (RMS)	Error! Bookmark not defined.
2.5.6	Crest Factor.....	Error! Bookmark not defined.
2.5.7	Kurtosis	Error! Bookmark not defined.
METODOLOGI PENELITIAN.....		Error! Bookmark not defined.
3.1	Pendekatan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.2	Alur Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.3	Desain dan Konstruksi Simulasi Kerusakan Pompa Sentrifugal	Error! Bookmark not defined.
3.3.1	Keperluan Umum.....	Error! Bookmark not defined.
3.3.2	Rig Uji	Error! Bookmark not defined.
3.4	Sistem Pengukuran (Instrumentasi)	Error! Bookmark not defined.
3.4.1	<i>Tachometer Proximity Probe</i>	Error! Bookmark not defined.
3.4.2	<i>Pressure Gauge</i> dan <i>Vacuum Gauge</i>	Error! Bookmark not defined.
3.4.3	<i>Accelerometer Transducer</i>	Error! Bookmark not defined.
3.4.4	Pengatur Kecepatan.....	Error! Bookmark not defined.
3.4.5	Akusisi Data (NI 9234)	Error! Bookmark not defined.
3.4.6	Pompa Sentrifugal.....	Error! Bookmark not defined.
3.5	Skema Pengambilan Data	Error! Bookmark not defined.
3.6	Prosedur Pengambilan Data	Error! Bookmark not defined.
3.7	Model Analisis.....	Error! Bookmark not defined.
HASIL DAN PEMBAHASAN		Error! Bookmark not defined.
4.1	Analisis Domain Waktu	Error! Bookmark not defined.

a) Lokasi akselerometer pada volute pompa.....	Error! Bookmark not defined.
b) Lokasi akselerometer pada inlet pompa.....	Error! Bookmark not defined.
.....	Error! Bookmark not defined.
c) Lokasi akselerometer pada outlet pompa.....	Error! Bookmark not defined.
d) Lokasi akselerometer pada penampang depan volute pompa	Error! Bookmark not defined.
not defined.	
4.2 Analisis Parameter Statistik Domain Waktu.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.1 Standar Deviasi.....	Error! Bookmark not defined.
a. Standar Deviasi, lokasi akselerometer pada volute pompa	Error! Bookmark not defined.
not defined.	
b. Standar Deviasi, lokasi akselerometer pada inlet pompa .	Error! Bookmark not defined.
defined.	
c. Standar Deviasi, lokasi akselerometer pada outlet pompa	Error! Bookmark not defined.
defined.	
d. Standar Deviasi, lokasi akselerometer pada penampang depan volute pompa	Error! Bookmark not defined.
defined.	
4.2.2 RMS (<i>Root Mean Square</i>).....	Error! Bookmark not defined.
a. RMS, lokasi akselerometer pada volute pompa	Error! Bookmark not defined.
defined.	
b. RMS, lokasi akselerometer pada inlet pompa ...	Error! Bookmark not defined.
defined.	
c. RMS, lokasi akselerometer pada outlet pompa .	Error! Bookmark not defined.
defined.	
d. RMS, peletakan akselerometer pada penampang depan volute.....	Error! Bookmark not defined.
defined.	
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	Error! Bookmark not defined.
5.1. Kesimpulan.....	Error! Bookmark not defined.
5.2. Saran	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

<u>Gambar 2. 1 Komponen Pompa Sentrifugal</u>	7
<u>Gambar 2. 2 Pompa aliran campur/mixed-flow</u>	8
<u>Gambar 2. 3 Pompa aksial</u>	9
<u>Gambar 2. 4 Pompa volut</u>	9
<u>Gambar 2. 5 Pompa diffuser</u>	10
<u>Gambar 2. 6 Pompa aliran campur jenis volut</u>	10
<u>Gambar 2. 7 Pompa bertingkat banyak</u>	11
<u>Gambar 2. 8 Proses Kavitasi</u>	12
<u>Gambar 2. 9 Diagram <i>Equilibrium</i></u>	13
<u>Gambar 2. 10 Pembentukan kavitasi karena penurunan tekanan</u>	14
<u>Gambar 2. 11 <i>Accelerometer</i></u>	16
<u>Gambar 2. 12 Accelerometer jenis (a)<i>Uniaxial charge</i>; (b)<i>Triaxial charge</i>; (c)<i>uniaxial</i> (d)<i>Triaxial</i></u>	17
<u>Gambar 2. 13 Contoh gelombang dari rendahnya kecepatan sampel</u>	20
<u>Gambar 2. 14 Aliasing pada spektrum (a) Spektrum original; (b) Distorsi spektrum karena <i>aliasing</i></u>	22
<u>Gambar 2. 15 Hubungan antara domain waktu dan frekuensi</u>	23
<u>Gambar 2. 16 tipikal sinyal domain waktu</u>	23
<u>Gambar 2. 17 Contoh analisis spektrum kavitasi yang mengalami <i>noise</i> dengan <i>broadband</i></u>	24
<u>Gambar 2. 18 Histogram dari PDF</u>	27
<u>Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian</u>	32
<u>Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian (Lanjutan)</u>	33
<u>Gambar 3. 3 Pompa dan motor pada rangka/meja</u>	34
<u>Gambar 3. 4 Spesifikasi motor listrik</u>	34
<u>Gambar 3. 5 simulator atau rig uji</u>	36
<u>Gambar 3. 6 Skema diagram konstruksi rig uji</u>	37
<u>Gambar 3. 7 <i>Thacometer Proximity Probe</i></u>	38
<u>Gambar 3. 8 (a)<i>Vacuum Gauge</i>; (b)<i>Pressure Gauge</i></u>	39
<u>Gambar 3. 9 <i>Accelerometer</i> tipe 4507 B seri 30171</u>	40

<u>Gambar 3. 10 Penempatan <i>accelerometer</i> pada <i>volute, inlet pompa</i>.....</u>	40
<u>Gambar 3. 11 Penempatan <i>accelerometer</i> pada <i>outlet, penampang depan volute pompa</i>.....</u>	40
<u>Gambar 3. 12 Inverter <i>LS_{IS}, SV008iC5-1</i>.....</u>	41
<u>Gambar 3. 13 (a) Modul NI cDAQ-9174; (b) NI 9234 – 4 channel.....</u>	42
<u>Gambar 3. 14 Perangkat akusisi data.....</u>	42
<u>Gambar 3. 15 konstruksi pompa sentrifugal.....</u>	43
<u>Gambar 3. 16 Skematik pengambilan data.....</u>	44
<u>Gambar 3. 17 Skematik pemasangan akusisi data.....</u>	45
<u>Gambar 4. 1 Tipikal getaran pada domain waktu 1000-2400 RPM katup bukaan penuh pada volute pompa.....</u>	47
<u>Gambar 4. 2 Tipikal getaran pada domain waktu 1000-2400 RPM katup bukaan penuh pada inlet pompa.....</u>	48
<u>Gambar 4. 3 Tipikal getaran pada domain waktu 1000-2400 RPM katup bukaan penuh pada outlet pompa.....</u>	48
<u>Gambar 4. 4 Tipikal getaran pada domain waktu 1000-2400 RPM katup bukaan penuh pada penampang depan volute pompa.....</u>	49
<u>Gambar 4. 5 Distribusi nilai standar deviasi getaran pada set data, lokasi akselerometer di volute pompa.....</u>	64
<u>Gambar 4. 6 Grafik hubungan nilai standar deviasi terhadap fungsi kecepatan ...</u>	64
<u>Gambar 4. 7 Distribusi nilai standar deviasi getaran pada set data, lokasi akselerometer di inlet pompa.</u>	
.....	65
<u>Gambar 4. 8 Grafik hubungan nilai standar deviasi terhadap fungsi kecepatan ...</u>	66
<u>Gambar 4. 9 Distribusi nilai standar deviasi getaran pada set data, lokasi akselerometer di outlet pompa.....</u>	67
<u>Gambar 4. 10 Grafik hubungan nilai standar deviasi dengan variasi kecepatan ...</u>	68
<u>Gambar 4. 11 Distribusi nilai standar deviasi getaran terhadap set data, lokasi akselerometer di penampang depan volute pompa.....</u>	69
<u>Gambar 4. 12 Grafik hubungan nilai standar deviasi terhadap fungsi kecepatan .</u>	70

<u>Gambar 4. 13 Distribusi nilai RMS getaran terhadap set data, lokasi akselerometer di volute pompa</u>	71
<u>Gambar 4. 14 Grafik hubungan nilai RMS terhadap fungsi kecepatan</u>	71
<u>Gambar 4. 15 Distribusi nilai RMS getaran pada set data, lokasi akselerometer di inlet pompa</u>	72
<u>Gambar 4. 16 Grafik hubungan nilai RMS terhadap fungsi kecepatan</u>	73
<u>Gambar 4. 17 Distribusi nilai RMS terhadap set data, lokasi akselerometer di outlet pompa</u>	74
<u>Gambar 4. 18 Grafik hubungan nilai RMS terhadap fungsi kecepatan</u>	75
<u>Gambar 4. 19 Distribusi nilai RMS getaran pada set data, lokasi akselerometer di penampang depan volute pompa</u>	76
<u>Gambar 4. 20 Grafik hubungan nilai RMS terhadap fungsi kecepatan</u>	78

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi perpipaan rig uji.....	35
Tabel 3. 2 Komponen teknik dan pengukuran pada rig uji	36
Tabel 3. 3 Spesifikasi pengukuran tekanan	39
Tabel 3. 4 Spesifikasi pengatur kecepatan	41
Tabel 3. 5 Spesifikasi pompa sentrifugal Dong Dong	43