

SKRIPSI
DETEKSI KAVITASI BERBASIS GETARAN PADA POMPA
SENTRIFUGAL MENGGUNAKAN *PRINCIPAL COMPONENT*
***ANALYSIS* (PCA)**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar
Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

IKHSAN APRIMA KAUSAR

20140130274

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2018

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : **Ikhsan Aprima Kausar**

Nomor Mahasiswa : **20140130274**

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya 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, Agustus 2018



Ikhsan Aprima Kausar

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“Apabila sesuatu yang kamu senangi tidak terjadi, maka senangilah apa yang terjadi”

-Ali Bin Abi Thalib-

Alhamdulillah.. Alhamdulillahirobbil'alamin..

Rasa syukurku kusembahkan kepada Allah SWT yang Maha Agung nan Maha Adil nan Maha Penyayang atas nikmatMu telah menjadikan aku manusia yang berpikir, berilmu, beriman dan bersabar dalam menjalani kehidupan ini.

Kupersembahkan sebuah karya kecil ini untuk Alm.Papa dan Mamaku tercinta yang tiada henti memberikan semangat, doa, nasihat, kasih sayang, materi serta pengorbanan yang tak tergantikan sampai kapanpun. Terimalah bukti kecil ini sebagai tanda keseriusanku untuk membalas pengorbananmu...

Kepada adikku tersayang Afina Aksari dan Vikra alhamda serta Suci Sri Wahyuni yang selalu kusebut dalam doa-doaku, terimakasih telah senantiasa memberikan dukungan, semangat, senyum dan doanya untuk keberhasilan ini, cinta kalian memberikan kobaran semangat yang menggebu, terimakasih dan sayangku untuk kalian.

Sahabat dan teman-teman, tanpa semangat, dukungan dan bantuan kalian semua tak kan mungkin aku sampai disini, terimakasih untuk canda tawa, tangis, dan perjuangan yang kita lewati bersama dan terimakasih untuk kenangan manis selama ini. Dengan perjuangan dan kebersamaan kita pasti bisa! Semangat!!

Terimakasih yang sebesar-besarnya untuk kalian semua, akhir kata saya persembahkan skripsi ini untuk kalian semua, orang-orang yang saya sayangi.

Dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna untuk kemajuan ilmu pengetahuan di masa yang akan datang, Aamiin.

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Wa rahmatullahi Wabarakatu.

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala nikmat dan karunia-Nya sehingga kita selalu diberikan kesehatan sampai saat ini. Shalawat dan salam kita curahkan kepada rasulullah Muhammad SAW yang telah membawa kita dari zaman jahiliyah hingga Islamiyah. *Alhamdulillah robbil 'alamin* saya dapat menyelesaikan **Tugas Akhir : Deteksi Kavitas Berbasis Getaran Pada Pompa Sentrifugal Menggunakan *Principal Component Analysis (PCA)***.

Pompa sentrifugal adalah jenis pompa yang paling umum digunakan di industri. Prinsip kerjanya yang menciptakan perbedaan tekanan, mengakibatkan pompa sentrifugal rentan terhadap kavitas, sehingga diperlukan diagnosis sendiri mungkin. Oleh karena itu dibutuhkan penelitian yang bertujuan untuk menemukan dan mengembangkan sebuah metode yang dapat mendeteksi fenomena kavitas ini pada pompa sentrifugal. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan sinyal getaran berbasis parameter statistik domain waktu dan *Principal Component Analysis (PCA)*.

Penyusun menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari bentuk sempurna, dikarenakan keterbatasan referensi dan waktu yang tersedia untuk penyusunannya. Oleh karena itu penyusun mengharapkan kritik dan saran guna membangun Tugas Akhir yang lebih baik di masa yang akan datang.

Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan digunakan untuk referensi bagi untuk penelitian selanjutnya. Atas perhatiannya saya mengucapkan terimakasih.

Wassalamu 'alaikum Wa rahmatullahi Wabarakatu.

Yogyakarta, Agustus 2018

Penyusun,

(Ikhsan Aprima Kausar)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
INTISARI	xii
ABSTRACT	xiii
BAB I PENDAHULUAN	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
1.6. Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	6
2.1 Tinjuan Pustaka	6
2.2 Dasar Teori	8
2.2.1 Pompa Sentrifugal.....	8
2.2.2 Komponen Pompa Sentrifugal	10
2.2.3 Klasifikasi Pompa Sentrifugal.....	12
2.2.4 Kavitasi	13
2.2.5 Jenis-Jenis Kavitasi	13
2.2.6 Penyebab Terjadinya Kavitasi	14
2.2.7 Pencegahan Kavitasi	15
2.2.8 <i>Maintenance</i>	17
2.2.9 <i>Condition Based Maintenance</i>	17
2.2.10 Getaran	18

2.2.11	Akuisis Data Sinyal Getaran	20
2.2.12	Analisis Sinyal Getaran.....	24
2.2.13	Parameter Statistik	26
2.2.14	<i>Principal Component Analysis (PCA)</i>	28
2.2.15	Perhitungan <i>Principal Component Analysis (PCA)</i>	29
BAB III TEST-RIG KAVITASI DAN METODE AKUISISI DATA		35
3.1	<i>Test-Rig</i> Kavitasi Pada Pompa Sentrifugal	35
3.1.1	Komponen <i>Test-Rig</i> Kavitasi Pompa Sentrifugal	36
3.2	Metode Penelitian.....	42
3.2.1	Struktur Data	44
3.2.2	Persiapan <i>Test Rig</i> Kavitasi.....	44
3.2.3	Akuisisi Data Sinyal Vibrasi	45
3.2.4	Pengolahan Hasil Data Akuisisi.....	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		48
4.1	Pemilihan Parameter Statistik.....	48
4.2	Data Hasil Penelitian	49
4.2.1	Analisis Parameter Statistik	51
4.2.2	Analisis <i>Principal Component Analysis</i>	55
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		60
5.1	Kesimpulan.....	60
5.2	Saran.....	60
UCAPAN TERIMA KASIH		61
DAFTAR PUSTAKA		63
LAMPIRAN.....		65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Klasifikasi pompa (Thobiani dkk, 2011).....	9
Gambar 2. 2 Pompa Sentrifugal (Syafutra, 2017).....	10
Gambar 2. 3 Komponen pompa sentrifugal (Syafutra, 2017).....	10
Gambar 2. 4 Fenomena kavitasi pada pompa sentrifugal (Syafutra, 2017).....	13
Gambar 2. 5 Koefisien kavitasi dan kecepatan spesifik (Sularso, 1983).....	16
Gambar 2. 6 Gerak Osilasi Suatu Sistem Pegas Massa (Hamid, 2012).....	19
Gambar 2. 7 Kurva-kurva percepatan, kecepatan, displasemen (Hamid, 2012)...	20
Gambar 2. 8 <i>Accelerometer</i> (Scheffer dan Girdhar 2004).....	21
Gambar 2. 9 Fenomena <i>undersampling</i> (Scheffer dan Ghirdar, 2004).....	23
Gambar 2. 10 Plot getaran domain waktu (Ramadhan, 2017).....	25
Gambar 2. 11 Contoh analisis spektrum kavitasi yang mengalami <i>noise</i> dengan <i>broadband</i> (Luo dkk, 2015).....	25
Gambar 2. 12 Contoh data, (a) tidak berkorelasi, (b) berkorelasi (Kamiel, 2015)	33
Gambar 2. 13 Plot <i>principal component</i> , <i>PC1</i> dan <i>PC 2</i> (Kamiel, 2015).....	34
Gambar 2. 14 Data yang ditransformasikan pada 2 <i>principal component</i> (Kamiel, 2015).....	34
Gambar 3. 1 Skema alat uji.....	35
Gambar 3. 2 <i>Test-rig</i> kavitasi pompa sentrifugal.....	35
Gambar 3. 3 Pompa sentrifugal.....	36
Gambar 3. 4 Instalasi pipa PVC.....	37
Gambar 3. 5 <i>Pressure gauge</i>	37
Gambar 3. 6 <i>Vacuum gauge</i>	38
Gambar 3. 7 <i>Flow meter</i>	38
Gambar 3. 8 <i>Valve</i>	39
Gambar 3. 9 <i>Tachometer digital</i>	39
Gambar 3. 10 <i>Accelerometer</i>	40
Gambar 3. 11 Kabel <i>connector</i>	40
Gambar 3. 12 (a) Perangkat data akuisisi (b) Perangkat akuisisi NI 9234 pada <i>chassis NI Compact DAQ-9174</i>	41

Gambar 3. 13 Tangki.....	42
Gambar 3. 14 Diagram alir penelitian.....	43
Gambar 3. 15 Skema Perekaman File Data Sinyal Getaran.....	44
Gambar 3. 16 Diagram alir pengolahan hasil data akuisisi.....	47
Gambar 4. 1 Sinyal Getaran dari kondisi normal dan kavitasi	49
Gambar 4. 2 Visualisasi kavitasi (a) kondisi normal, (b) kavitasi dini, (c) kavitasi menengah, (d) kavitasi lanjut	50
Gambar 4. 3 Perbandingan kondisi normal dan kavitasi menggunakan <i>RMS</i>	51
Gambar 4. 4 Perbandingan kondisi normal dan kavitasi menggunakan <i>standard deviation</i>	52
Gambar 4. 5 Perbandingan kondisi normal dan kavitasi menggunakan <i>peak value</i>	52
Gambar 4. 6 Perbandingan kondisi normal dan kavitasi menggunakan <i>kurtosis</i> .	53
Gambar 4. 7 Perbandingan kondisi normal dan kavitasi menggunakan <i>variance</i>	53
Gambar 4. 8 Perbandingan kondisi normal dan kavitasi menggunakan <i>crest factor</i>	54
Gambar 4. 9 Perbandingan kondisi normal dan kavitasi menggunakan <i>mean</i>	54
Gambar 4. 10 Grafik pareto dari 4 <i>principal component</i>	56
Gambar 4. 11 Plot <i>PC</i> baru setelah di <i>PCA</i> (a) <i>PC 1</i> (b) <i>PC 2</i> (c) <i>PC 3</i> (d) <i>PC 4</i>	57
Gambar 4. 12 Klasifikasi kondisi pompa <i>PC 1</i> dan <i>PC 2</i>	58
Gambar 4. 13 Klasifikasi kondisi pompa <i>PC 1</i> , <i>PC 2</i> dan <i>PC 3</i>	59

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Penggunaan parameter statistik domain waktu dan <i>PCA</i>	48
Tabel 4. 2 Rangkuman jumlah penelitian parameter statistik	49
Tabel 4. 3 Kontribusi parameter statistik pada masing-masing <i>principal component</i>	56

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: <i>Script Matlab</i> Pengambilan Data Akusisi.....	65
Lampiran 2: <i>Script Matlab</i> Pengolahan Data Mentah Menjadi Plot Domain Waktu	66
Lampiran 3: <i>Script Matlab</i> Ekstraksi Parameter Statistik.....	67
Lampiran 4: <i>Script Matlab Principal Component Analysis (PCA)</i>	71