

SKRIPSI

DETEKSI DAN KLASIFIKASI KAVITASI POMPA SENTRIFUGAL MENGUNAKAN *K-NEAREST NEIGHBORS*

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar
Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

MUHAMMAD AMRAN ULWAN

20160130147

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2020

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Amran Ulwan

Nomor Mahasiswa : 20160130147

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi yang saya susun adalah hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang telah diajukan sebelumnya untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi dan sejauh pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali telah diacu secara tertulis atau disebutkan sumbernya dalam naskah dan daftar pustaka.

Yogyakarta, Oktober 2020



(Muhammad Amran Ulwan)

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“Mahasuci Allah yang menguasai (segala) kerajaan, dan Dia Mahakuasa atas segala sesuatu”

-Q.S. Al-Mulk 67: Ayat 1-

"Kegagalan hanya terjadi bila kita menyerah."

-Prof. Dr. Ing. H. BJ Habibie-

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah mencurahkan segala rahmat dan karunianya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul "Deteksi dan Klasifikasi Kavitasasi Pompa Sentrifugal Menggunakan K-Nearest Neighbors". Shalawat dan salam penulis ucapkan kepada Nabi Muhammad SAW, yang telah memberikan petunjuk menuju kebenaran. Penelitian ini menerapkan dan menganalisa akurasi *classifier k-nearest neighbors* pada fenomena kavitasasi yang terjadi pada pompa sentrifugal.

Penelitian ini disusun sebagai syarat untuk menyelesaikan pendidikan jenjang Strata-1 pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada pihak yang terlibat dalam penyusunan skripsi ini khususnya dosen pembimbing I Bpk. Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.M., M.Eng.Sc., Ph.D. dan dosen pembimbing II Bpk. Krisdiyanto, S.T., M.Eng. yang telah membantu membimbing penyusunan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan dan penyusunan skripsi ini tidak lepas dari ketidaksempurnaan. Oleh sebab itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan untuk memperbaiki ketidaksempurnaan pada penulisan tugas akhir ini. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Yogyakarta, Oktober 2020

Penyusun

(Muhammad Amran Ulwan)

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.....	xi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
INTISARI.....	xiv
ABSTRACT	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	10
2.2.1 Pompa Sentrifugal.....	10
2.2.2 Kavitasi	14
2.2.3 Perawatan Mesin / <i>Maintenance</i>	16
2.2.4 Getaran	19
2.2.5 Akuisisi Data.....	21
2.2.6 <i>Domain Waktu</i>	25

2.2.7	Parameter Statistik Getaran.....	25
2.2.8	Seleksi Parameter Statistik Getaran	30
2.2.9	<i>Machine Learning</i>	31
2.2.10	<i>K-nearest Neighbors Classifiers</i>	36
BAB III METODE PENELITIAN		40
3.1	Alat dan Bahan	40
3.1.1	Alat.....	40
3.1.2	Bahan.....	44
3.2	Pelaksanaan Pengujian	48
3.2.1	Diagram Alir	48
3.2.2	Persiapan Alat Uji Kavitasi.....	51
3.2.3	Pengambilan Data	51
3.3.4	Pengolahan Data.....	53
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		55
4.1	Penerapan <i>Classifier K-Nearest Neighbors</i>	55
4.2	Pemilihan Parameter Statistik.....	66
BAB V PENUTUP.....		73
5.1	Kesimpulan.....	73
5.2	Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA		74
LAMPIRAN.....		76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram sistem penelitian	6
Gambar 2.2 Disc pada penelitian Gohari	9
Gambar 2.3 Seperangkat alat uji pada penelitian Gohari.....	9
Gambar 2.4 Jalur dan arah aliran fluida	10
Gambar 2.5 Pompa sentrifugal.....	11
Gambar 2.6 Pompa volute.....	11
Gambar 2.7 Pompa difuser.....	12
Gambar 2.8 Casing pompa volute	13
Gambar 2.9 Jenis-jenis impeller.....	13
Gambar 2.10 Poros dan Bantalan.....	14
Gambar 2.11 Kondisi normal (kiri), kavitasi (kanan)	15
Gambar 2.12 Konsep getaran.....	20
Gambar 2.13 Perbandingan amplitudo dua gelombang	21
Gambar 2.14 Accelerometer	23
Gambar 2.15 Undersampling	24
Gambar 2.16 Representasi supervised learning	31
Gambar 2.17 Penjelasan matematis 1	32
Gambar 2.18 Penjelasan matematis 2	33
Gambar 2.19 Kerangka supervised learning	33
Gambar 2.20 Binary Classification	33
Gambar 2.21 Multi-class dan Multi-label Classification	34
Gambar 2.22 Clustering	35
Gambar 2.23 Kerangka Unsupervised Learning	35
Gambar 2.24 Ilustrasi klasifikasi K-NN.....	37
Gambar 3.1 Laptop ASUS A455L.....	40
Gambar 3.2 Modul Akuisisi Data	41
Gambar 3.3 Chassis Modul Akuisisi Data	41

Gambar 3.4 Sensor Accelerometer	41
Gambar 3.5 Kabel Connector.....	42
Gambar 3.6 Kabel USB.....	42
Gambar 3.7 Matlab 2018 software.....	43
Gambar 3.8 Perangkat lunak (software) NI MAX	43
Gambar 3.9 Pompa Sentrifugal.....	44
Gambar 3.10 Pipa PVC	45
Gambar 3.11 Katup (valve).....	45
Gambar 3.12 Besi hollow.....	46
Gambar 3.13 Roda rangka.....	46
Gambar 3.14 Tabung vacuum.....	46
Gambar 3.15 Kompresor vacuum.....	47
Gambar 3.16 Pressure gauge dan Flowmeter.....	47
Gambar 3.17 Diagram alir.....	48
Gambar 3.18 Ilustrasi pengambilan data.....	53
Gambar 3.19 Skema pengambilan data.....	53
Gambar 4.1 Kondisi pompa normal	55
Gambar 4.2 Kondisi pompa kavitasi level 1	56
Gambar 4.3 Kondisi pompa kavitasi level 2	56
Gambar 4.4 Kondisi pompa kavitasi level 3	56
Gambar 4.5 Grafik Amplitudo dan time-series file #250	57
Gambar 4.6 Hasil ekstraksi dengan parameter Mean.....	58
Gambar 4.7 Hasil ekstraksi dengan parameter Standar Deviasi	58
Gambar 4.8 Hasil ekstraksi dengan parameter RMS	59
Gambar 4.9 Hasil ekstraksi dengan parameter Kurtosis	59
Gambar 4.10 Hasil ekstraksi dengan parameter Skewness.....	60
Gambar 4.11 Hasil ekstraksi dengan parameter Crest Factor	60
Gambar 4.12 Hasil ekstraksi dengan parameter Shape Factor.....	61
Gambar 4.13 Hasil ekstraksi dengan parameter Clearance Factor	61
Gambar 4.14 Hasil ekstraksi dengan parameter Impulse Factor.....	62
Gambar 4.15 Hasil ekstraksi dengan parameter Peak Value	62

Gambar 4.16 Confusion matrix training classifier 10 parameter.....	64
Gambar 4.17 Confusion matrix testing classifier 7 parameter.....	65

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hasil Pemilihan Feature	26
Tabel 4.1 Variasi Kondisi Pengambilan Data	55
Tabel 4.2 Hasil akurasi classifier dengan kombinasi 9 parameter statistik.....	66
Tabel 4.3 Hasil akurasi classifier dengan kombinasi 8 parameter statistik.....	67
Tabel 4.4 Hasil akurasi classifier dengan kombinasi 7 parameter statistik.....	68
Tabel 4.5 Hasil akurasi classifier dengan kombinasi 6 parameter statistik.....	69
Tabel 4.6 Hasil akurasi classifier dengan kombinasi 5 parameter statistik.....	70
Tabel 4.7 Hasil akurasi classifier dengan kombinasi 4 parameter statistik.....	71
Tabel 4.8 Hasil akurasi classifier penelitian sebelumnya	72

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

F	: gaya eksternal
k	: konstanta pegas
m	: massa
g	: percepatan gravitasi
c	: koefisien redaman
f	: frekuensi
n	: jumlah siklus
t	: waktu
T	: periode
pC	: <i>pico coulomb</i>
Hz	: <i>hertz</i>
\bar{x}	: <i>mean</i> (nilai rata-rata)
N	: jumlah <i>sample</i>
x_i	: <i>sample</i>
σ	: standard deviasi
HP	: <i>horse power</i>

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Script MATLAB Perekaman Data	76
Lampiran 2: Script MATLAB Ekstraksi Parameter.....	78
Lampiran 3: Script MATLAB Split Data.....	82
Lampiran 4: Script MATLAB Binomial Coefficient.....	83
Lampiran 5: Hasil Akurasi Classifier dengan Kombinasi 9 Parameter	84
Lampiran 6: Hasil Akurasi Classifier dengan Kombinasi 8 Parameter	85
Lampiran 7: Hasil Akurasi Classifier dengan Kombinasi 7 Parameter	87
Lampiran 8: Hasil Akurasi Classifier dengan Kombinasi 6 Parameter	92
Lampiran 9: Hasil Akurasi Classifier dengan Kombinasi 5 Parameter	101
Lampiran 10: Hasil Akurasi Classifier dengan Kombinasi 4 Parameter	112