

PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi ini adalah 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 disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta,.....

M. Sofyan Bagus Pratama

HALAMAN PERSEMBAHAN

Perjuangan saat ini akan menentukan hidup di masa depan. Tetap semangat berusaha, tersenyum dan berdoa, kerja keras, ikhlas dan tuntas. YAKIN USAHA SAMPAI.

Puji syukur ku panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala karunia Nya sehingga saya selalu sehat, semangat dan diberikan jalan kemudahan untuk menyelesaikan tugas akhir perkuliahan ini. Shalawat serta salam tak lupa aku panjatkan kehadiran Rasulullah SAW manusia sempurna yang selalu menjadi inspirasi hidup ku untuk selalu menjadi lebih baik disegala aspek kehidupan.

Segenap kasih sayangku, tugas akhir perkuliahan ku ini spesial ku persembahkan untuk kedua orang tua ku, untuk pahlawan hidupku alm. Bapak Agus Purwanto di surga, anakmu telah selesai menjalankan keinginan yang selalu kita bicarakan dulu. Besar harapan ankmu ini untuk dapat membahagiakan keluarga. Aku bersyukur mempunyai bapak yang hebat seperti nau Bapak. Ibu terimakasih banyak atas peluh yang kau berikan untuk menguliahkan anak mu ini, tugas akhir anak mu ini spesial dipersembahkan untukmu Ibu. Engkau adalah wanita yang terhebat yang ku miliki disepanjang hidupku Ibu.

Terimakasih juga untuk seluruh Keluarga Besar Komisariat Mahasiswa Brebes (KOMABES) atas kebersamaan, pengalaman serta motivasi dalam melaksanakan perkuliahan. Terimakasih telah mengajarkan menjadi mahasiswa yang peduli akan agama, sosial dan lingkungan.

Selalu akan ada dalam ingatan Galih, Azhar, Faisal, Udin, Adi Sulaiman, Fajar, Muslim yang telah mengajarkan arti persahabatan sehingga dapat melewati masa-masa perkuliahan dengan baik dan meninggalkan kenangan yang tak terlupakan. Kang Arif, Kang Da'an, Mas Budi< Bang J serta teman-teman JARJOG lainnya yang telah mengajarkan arti kekeluargaan. Terimakasih atas dukungan dan motivasi untuk menyelesaikan masa perkuliahan.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji dan syukur kehadirat Allah Subhanahu wa ta'ala yang telah melimpahkan segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir dan kegiatan perkuliahan di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Tidak lupa shalawat dan salam senantiasa kepada Baginda Nabi Besar Muhammad Shallahu'alaihi wasallam sehingga kita mendapat syafa'at di akhirat nanti. Alhamdulillah, tugas akhir ini selesai disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana teknik di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Tugas akhir ini yang berjudul “ METODE DETEKSI FENOMENA KAVITASI POMPA SENTRIFUGAL BERBASIS DOMAIN WAKTU DAN DOMAIN FREKUENSI SINYAL GETARAN” pada penelitian ini digunakan sebuah metode yang dapat mendeteksi fenomena kavitasi pada pompa sentrifugal menggunakan sinyal getaran. Penelitian ini menggunakan akselerometer untuk merekam sinyal getaran yang ditimbulkan oleh pompa sentrifugal pada beberapa kondisi operasi pompa. Sinyal getaran yang telah didapat selanjutnya diolah menggunakan MATLAB dan dianalisa dengan berbasis domain waktu dan domain frekuensi. Metode yang digunakan pada penelitian ini akan memberikan informasi kapan fenomena kavitasi pada pompa sentrifugal dapat diamati.

Selama proses penyusunan tugas akhir ini, penyusun memperoleh bantuan, bimbingan, saran, dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penyusun menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Keluarga atas segala dukungan biaya, fasilitas, motivasi, dan yang paling berharga yaitu do'a.
2. Zabir Agusti Maulana dan Kurniady syafutra selaku sahabat seperjuangan dalam masa perkuliahan hingga penyusunan tugas akhir ini selesai. Terimakasih atas kritik dan motivasi yang selalu bermanfaat.

3. Bapak Berli Paripurna Kamiel S. T., M. M., M. Eng Sc., Ph. D. Selaku dosen pembimbing I yang selalu sabar memberikan ilmu, arahan dan bimbingannya bagi penyusun dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Sunardi S. T., M. Eng. Selaku dosen pembimbing II yang selalu sabar memberikan ilmu, arahan dan bimbingannya bagi penyusun dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Bapak Muh. Budi Nur Rahman S. T., M. Eng., sebagai dosen penguji atas segala informasi dan masukan yang berharga.
6. Bapak Jaza'ul Ikhsan, S. T., M. Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
7. Bapak Novi Caroko S. T., M. Eng., selaku Ketua Prodi S-1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
8. Seluruh Dosen Teknik Mesin dan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah membagikan ilmunya serta mendidik kami sehingga dapat menjadi mahasiswa yang cerdas serta berbudi luhur.
9. Pak Mujiana, Pak Joko, Pak Mujiarto selaku laboran Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, terima kasih atas bantuan dan bimbingan dalam proses praktikum dan penggunaan alat lab yang telah diberikan selama ini.
10. Mbak Widy, Mbak Woro, Mbak Adel, Mbak Ana, Mbak Ita dan seluruh staf karyawan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta atas segala bantuan dan Pelayanan akademik.

Demikian semua yang telah membantu dan berkontribusi dalam penyelesaian tugas akhir ini, semoga menjadi amal baik dan mendapat balasan yang lebih besar dari Allah Subhanahu wa ta'ala. Penyusun menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna yang disebabkan keterbatasan penyusun. Dengan lapang hati penyusun menerima masukan demi perkembangan dan kemajuan pengetahuan di masa mendatang.

Tugas akhir ini diharapkan menjadi ladang kebermanfaatan bagi penyusun dan bagi para pembaca. Amin Allahuma Amin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 7 Juli 2017

M. Sofyan Bagus Pratama

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
INTISARI	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR NOTASI	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
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
BAB II DASAR TEORI	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Pompa Sentrifugal	8
2.2.1 Prinsip Kerja Pompa Sentrifugal	9
2.2.2 Klasifikasi Pompa Sentrifugal	9
2.2.3 Bagian-bagian Utama Pompa Sentrifugal	10
2.3 Kerusakan yang sering terjadi pada pompa sentrifugal	11

2.3.1 Kavitasi	11
2.3.2 Kerusakan Impeler	12
2.3.3 Kerusakan <i>Bearing</i>	13
2.4 Condition Based Monitoring	14
2.5 Sinyal Getaran	14
2.6 Domain Waktu	15
2.7 Domain Frekuensi	17
2.8 Analisa Fast Fourier Transform	18
2.9 Penggunaan Fungsi FFT Pada MATLAB	20
2.10 Sensor	20
2.11 Akselerometer	20
2.12 <i>Velocity Pickup</i>	22
2.13 <i>Proximity Probes</i>	23
2.14 Sampling	23
BAB III SIMULATOR KAVITASI DAN METODE DATA AKUISISI	25
3.1 Simulator Kavitasi Pompa Sentrifugal	25
3.2 Alat dan Bahan	25
3.3 Metode Akuisisi Data	31
3.3.1 Skema Akuisisi Data	33
3.3.2 Akselerometer dan Modul Data Akuisisi	33
3.3.3 Struktur Data	34
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	36
4.1 Analisa.....	36
4.2 Analisa Domain Waktu	39

4.2.1 Analisa Statistik (Mean).....	40
4.2.2 Analisa Statistik (Kurtosis)	43
4.2.3 Analisa Statistik (RMS).....	45
4.2.4 Analisa Statistik (Standar Deviasi).....	48
4.2.5 Analisa Statistik (Varians).....	51
4.2.6 Analisa Statistik (Skewness)	54
4.3 Pembahasan Domain Waktu	56
4.4 Analisa Domain Frekuensi	57
4.4.1 Perbandingan Kondisi Normal dan Kavitasi Level 1.....	58
4.4.2 Perbandingan Kondisi Normal dan Kavitasi Level 2.....	59
4.4.3 Perbandingan Kondisi Normal dan Kavitasi Level 3.....	60
4.4.1 Perbandingan Kondisi Normal dan Kavitasi Level 4.....	62
4.5 Pembahasan Domain Frekuensi.....	63
4.5 Analisa Hasil antara Domain Waktu dan Domain Frekuensi	66
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	76
5.1 SIMPULAN	76
5.2 SARAN	76
DAFTAR PUSTAKA	79

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pompa Rumah Keong.....	8
Gambar 2.2 Pompa Diffuser.....	8
Gambar 2.3 Pompa Turbin	9
Gambar 2.4 Ilustrasi Prinsip Kerja Pompa Sentrifugal	9
Gambar 2.5 Rumah Pompa Sentrifugal.....	10
Gambar 2.6 Fenomena Kavitasi	13
Gambar 2.7 Kerusakan Impeler.....	14
Gambar 2.8 Kerusakan <i>Bearing</i>	14
Gambar 2.9 Domain Waktu.....	16
Gambar 2.10 Domain Frekuensi	19
Gambar 2.11 Proses FFT	20
Gambar 2.12 Akselerometer.....	21
Gambar 2.13 Hubungan Sensitivitas dengan Ukuran Akselerometer	22
Gambar 2.14 Penggunaan <i>Frequency Range</i>	23
Gambar 2.15 <i>Velocity Pickup</i>	24
Gambar 2.16 <i>Proximity Probe</i>	24
Gambar 2.17 <i>Sampling Rate</i>	25
Gambar 3.1 Simulator Kavitasi	26
Gambar 3.2 Pompa Sentrifugal	27
Gambar 3.3 Motor Penggerak	28
Gambar 3.4 <i>Belt Pulley</i>	28
Gambar 3.5 Akselerometer.....	29

Gambar 3.6 Modul Akuisisi	29
Gambar 3.7 <i>Chassis</i> Modul Data Akuisisi	30
Gambar 3.8 Modul Data Akuisisi Terpasang Pada <i>Chassis</i>	30
Gambar 3.9 Laptop.....	31
Gambar 3.10 <i>Pressure Gauge</i>	31
Gambar 3.11 Tachometer Digital	32
Gambar 3.12 Diagram Alir Penelitian.....	33
Gambar 3.13 Skema Struktur Data.....	35
Gambar 3.14 Pompa Kondisi Normal	36
Gambar 3.15 Kondisi Variasi Tutupan 1 (Tertutup 20%) Kavitasi Level 1	36
Gambar 3.16 Kondisi Variasi Tutupan 2 (Tertutup 40%) Kavitasi Level 2	37
Gambar 3.17 Kondisi Variasi Tutupan 3 (Tertutup 60%) Kavitasi Level 3	37
Gambar 3.18 Kondisi Variasi Tutupan 4 (Tertutup 80%) Kavitasi Level 4	38
Gambar 4.1 Diagram Skema Akuisisi Data	39
Gambar 4.2 Hasil Plot Domain Waktu.....	40
Gambar 4.3 Plot Statistik Mean	41
Gambar 4.4 Perbandingan Kondisi Normal Dan Level Kavitasi Menggunakan Mean	42
Gambar 4.5 Plot Statistik Kurtosis	43
Gambar 4.6 Perbandingan Kondisi Normal Dan Level Kavitasi Menggunakan Kurtosis	44
Gambar 4.7 Plot Statistik RMS	45
Gambar 4.8 Perbandingan Kondisi Normal Dan Level Kavitasi Menggunakan RMS	46
Gambar 4.9 Plot Statistik Standar Deviasi	47

Gambar 4.10 Perbandingan Kondisi Normal Dan Level Kavitasi Menggunakan Standar Deviasi	49
Gambar 4.11 Plot Statistik Varians	50
Gambar 4.12 Perbandingan Kondisi Normal Dan Level Kavitasi Menggunakan Varians	51
Gambar 4.13 Plot Statistik Skewness.....	52
Gambar 4.14 Perbandingan Kondisi Normal Dan Level Kavitasi Menggunakan Skewness	54
Gambar 4.15 Domain Waktu.....	56
Gambar 4.16 Domain Frekuensi	56
Gambar 4.17 Perbandingan Domain Waktu Kondisi Normal Dan Kavitasi Level 1	57
Gambar 4.18 Perbandingan Domain Frekuensi Kondisi Normal Dan Kavitasi Level 1	58
Gambar 4.19 Perbandingan Domain Waktu Kondisi Normal Dan Kavitasi Level 2	58
Gambar 4.20 Perbandingan Domain Frekuensi Kondisi Normal Dan Kavitasi Level 2	58
Gambar 4.21 Perbandingan Domain Waktu Kondisi Normal Dan Kavitasi Level 3	60
Gambar 4.22 Perbandingan Domain Frekuensi Kondisi Normal Dan Kavitasi Level 3	61
Gambar 4.23 Perbandingan Domain Waktu Kondisi Normal Dan Kavitasi Level 4	61
Gambar 4.24 Perbandingan Domain Frekuensi Kondisi Normal Dan Kavitasi	

Level 4	62
Gambar 4.25 Grafik Perbandingan Amplitudo Dengan Frekuensi	65
Gambar 4.26 Hasil Analisa Domain Waktu (Mean) Dan Domain Frekuensi	67
Gambar 4.27 Hasil Analisa Domain Waktu (Skewness) Dan Domain Frekuensi	69
Gambar 4.28 Hasil Analisa Domain Waktu (Kurtosis) Dan Domain Frekuensi	71
Gambar 4.29 Hasil Analisa Domain Waktu (RMS) Dan Domain Frekuensi	73
Gambar 4.30 Hasil Analisa Domain Waktu (Standar Deviasi) Dan Domain Frekuensi	75
Gambar 4.31 Hasil Analisa Domain Waktu (Varians) Dan Domain Frekuensi	77

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sinyal Getaran yang Diperoleh Pompa Sentrifugal	16
Tabel 2.2 Penelitian Sebelumnya	17
Tabel 2.3 Data Amplitudo Pada Domain Frekuensi.....	65

DAFTAR NOTASI

K = Kurtosis

y = Skewness

μ = Rata – rata

σ = Standar Deviasi

X = Input vektor

N = Jumlah data

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kode <i>Script</i> MATLAB untuk Akuisisi Data Menggunakan National Instrument NI 9234	82
Lampiran 2 Kode <i>Script</i> MATLAB Fast Fourier Transform	83
Lampiran 3 Kode <i>Script</i> MATLAB Parameter Statistik	84