

**ANALISIS SINYAL GETARAN POMPA *COOLING WATER* TIPE SENTRIFUGAL
MENGUNAKAN METODE FFT DAN ISO 10816-3**



TRI WAHYU ADINARTO

NIM: 41321120015

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA 2023

LAPORAN TUGAS AKHIR

**ANALISIS SINYAL GETARAN POMPA *COOLING WATER* TIPE SENTRIFUGAL
MENGUNAKAN METODE FFT DAN ISO 10816-3**



Disusun Oleh:

Nama : Tri Wahyu Adinarto
NIM : 41321120015
Program Studi : Teknik Mesin

**DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
JUNI 2023**

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS SINYAL GETARAN POMPA *COOLING WATER* TIPE SENTRIFUGAL MENGUNAKAN METODE *FFT* DAN *ISO 10816-3*


Disusun Oleh:

Nama : Tri Wahyu Adinarto
NIM : 41321120015
Program Studi : Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui pada tanggal: 17 Juni 2023

Telah dipertahankan di depan penguji,

Pembimbing TA



(Dedik Romahadi, ST., M.Sc)

NIP. 116910542


Penguji Sidang 2



(Gian Villany Golwa, M.Si)

NIP. 1975801149

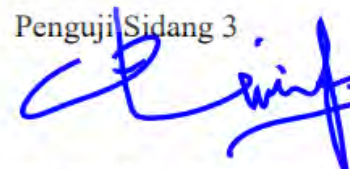
Penguji Sidang I



(Dafit Ferianto M.Eng, Ph.D)

NIP. 118900633

Penguji Sidang 3




(Wiwit Suprihatiningsih, S.Si., M.Si)

NIP. 119800641

Mengetahui,


Kaprodi Teknik Mesin



(Dr.Eng. Imam Hidayat, MT)

NIP. 112750348

Koordinator Tugas Akhir



(Gilang Awan Yudhistira, ST, MT)

NIP. 221900211

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Tri Wahyu Adinarto
NIM : 41321120015
Jurusan : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : **ANALISIS SINYAL GETARAN POMPA
COOLING WATER TIPE SENTRIFUGAL
MENGUNAKAN METODE *FFT* DAN *ISO*
10816-3**

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Jakarta, 26 Februari 2023



(Tri Wahyu Adinarto)


PENGHARGAAN

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT. Karena atas berkat dan limpahan rahmat karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang dimaksudkan untuk memenuhi persyaratan mencapai gelar Sarjana (S-1) di Universitas Mercu Buana. Dalam penyelesaian laporan ini banyak sekali dibantu oleh beberapa pihak, oleh karenanya pada kesempatan ini, penulis mengucapkan rasa terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Andi Adriansyah, M. Eng selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Dr. Zulfa Fitri Ilkatrinasari, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Dr.Eng. Imam Hidayat, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
4. Gilang Awan Yudhistira, ST, MT selaku koordinator Tugas Akhir Teknik mesin Universitas Mercu Buana
5. Dedik Romahadi, ST., M.Sc selaku dosen pembimbing Tugas Akhir Teknik mesin Universitas Mercu Buana.
6. Ibu Aminah, Bapak Sumarso dan Ella selalu memberikan doa dan dukungan terhadap penulis sehingga dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.

Laporan ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu demi meningkatkan kualitas laporan, kritik dan saran dari berbagai pihak akan penulis terima. Akhirnya, semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dengan baik dan kepada semua pihak yang telah terlibat, penulis ucapkan banyak terima kasih.

Jakarta, 15 Juni 2023


(Tri Wahyu Adinarto)

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR SIMBOL	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	3
1.3. TUJUAN	3
1.4. MANFAAT	3
1.5. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	3
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. PENELITIAN TERDAHULU	6
2.2. POMPA SENTRIFUGAL	8
2.2.1. Bagian- Bagian Pompa	9
2.3. PERAWATAN PREDIKTIF	11
2.4. DASAR GETARAN	11

2.4.1. Karakteristik Getaran	12
2.4.2. <i>Transducer</i> Getaran	15
2.4.3. Titik Sensor Getaran	17
2.4.4. Analisis FFT (<i>Fast Fourier Transform</i>)	18
2.4.5. Standar Vibrasi ISO 10816-3	20
2.4.6. Penyebab Vibrasi	22
BAB III METODOLOGI	29
3.1. DIAGRAM ALIR	29
3.2. ALAT DAN BAHAN	30
3.2.1. Alat	30
3.2.2. Bahan	32
3.3. PERHITUNGAN FREKUENSI	35
3.4. DATA HASIL PENGUKURAN <i>OVERALL</i> (RMS) VIBRASI	36
3.5. DATA <i>PHASE</i>	37
3.6. KOMPONEN UTAMA POMPA	38
3.7. DATA SETELAH PERBAIKAN	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1. ANALISIS DATA <i>OVERALL</i> (RMS)	41
4.1.1. Analisis Data <i>Overall</i> RMS Motor	41
4.1.2. Analisis Data <i>Overall</i> RMS Pompa	42
4.2. ANALISIS SINYAL <i>SPECTRUM</i>	43
4.2.1. Analisis Spektrum Motor <i>Outboard</i>	43
4.2.2. Analisis Spektrum Motor <i>Inboard</i>	44
4.2.3. Analisis Spektrum Pompa <i>Inboard</i>	44
4.2.4. Analisis Spektrum Pompa <i>Outboard</i>	45
4.3. ANALISIS <i>PHASE</i>	47
4.4. HASIL ANALISIS SINYAL GETARAN	47

4.5.	ANALISIS AKAR PERMASALAHAN	47
4.6.	DATA SETELAH PERBAIKAN	48
4.6.1.	Nilai <i>Overall Velocity</i> (RMS) Setelah Perbaikan	48
4.6.2.	Analisis Spektrum Motor <i>Outboard</i> Setelah Perbaikan	49
4.6.3.	Analisis Spektrum Motor <i>Inboard</i> Setelah Perbaikan	50
4.6.4.	Analisis Spektrum Pompa <i>Inboard</i> Setelah Perbaikan	50
4.6.5.	Analisis Spektrum Pompa <i>Ouboard</i> Setelah Perbaikan	51
BAB V	PENUTUP	52
5.1.	KESIMPULAN	52
5.2.	SARAN	53
DAFTAR PUSTAKA		54



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Bagian-Bagian Pompa	9
Gambar 2.2. <i>Peak to Peak</i> , <i>Average</i> , dan RMS	13
Gambar 2.3. Simpangan Gelombang Beda Fasa 90 ⁰	14
Gambar 2.4. Simpangan Gelombang Beda Fasa 180 ⁰	14
Gambar 2.5. Simpangan Gelombang Beda Fasa 0 ⁰	14
Gambar 2.6. Sensor <i>Displacement</i>	15
Gambar 2.7. Sensor <i>Velocity</i>	16
Gambar 2.8. Sensor <i>Accelerometer</i>	17
Gambar 2.9. Arah pengukuran vibrasi	17
Gambar 2.10. Posisi/Lokasi Sensor Getaran	18
Gambar 2.11. <i>Domain</i> Waktu	19
Gambar 2.12. <i>Domain</i> Frekuensi	19
Gambar 2.13. Hubungan <i>Domain</i> Waktu dengan <i>Domain</i> Frekuensi	20
Gambar 2.14. Gambaran Spektrum Getaran	20
Gambar 2.15. Standar Vibrasi ISO 10816-3	21
Gambar 2.16. <i>Static Unbalance</i>	22
Gambar 2.17. <i>Couple Unbalance</i>	23
Gambar 2.18. <i>Overhung Rotor Unbalance</i>	23
Gambar 2.19. <i>Paralel Misalignment</i>	24
Gambar 2.20. <i>Angular Misalignment</i>	24
Gambar 2.21. <i>Structural Looseness type A</i>	25
Gambar 2.22. <i>Structural Looseness type B</i>	25
Gambar 2.23. <i>Structural Looseness type C</i>	25
Gambar 2.24. <i>Rolling Element Bearing</i>	26
Gambar 2.25. Karakteristik <i>Blade pass frequency</i>	27
Gambar 2.26. Karakteristik Kavitasi	28
Gambar 3.1. <i>Flowchart</i> Penelitian Tugas Akhir	29
Gambar 3.2. <i>Tool Analyzer</i> VibXpert II	31
Gambar 3.3. Sensor <i>Accelerometer</i> VIB. 6.142	31
Gambar 3.4. Pompa Sentrifugal <i>Cooling Water</i> P9114B	33
Gambar 3.5. Proses <i>Download</i>	33

Gambar 3.6. Pengambilan Data di Lapangan	34
Gambar 3.7. Arah Pengukuran Vibrasi	34
Gambar 3.8. Lokasi Pengukuran Vibrasi	35
Gambar 3.9. Proses <i>Upload</i>	35
Gambar 3.10. Diagram <i>Ishikawa</i>	47
Gambar 4.1. Diagram garis <i>Overall Velocity RMS</i> Motor	41
Gambar 4.2. Diagram garis <i>Overall Velocity</i> Pompa	42
Gambar 4.3. Spektrum Motor <i>Outboard</i> Arah <i>Radial</i>	43
Gambar 4.4. Spektrum Motor <i>Inboard</i> Arah <i>Radial</i>	44
Gambar 4.5. Spektrum Pompa <i>Inboard</i> Arah <i>Radial</i>	45
Gambar 4.6. Spektrum Pompa <i>Outboard</i> Arah <i>Radial</i>	45
Gambar 4.7. Spektrum <i>Acceleration Volute</i> Pompa	46
Gambar 4.8. Diagram Garis <i>Overall RMS</i> Setelah Perbaikan	49
Gambar 4.9. Spektrum Motor <i>Outboard</i> Setelah Perbaikan	49
-Gambar 4.10. Spektrum Motor <i>Inboard</i> Setelah Perbaikan	50
Gambar 4.11. Spektrum Pompa <i>Inboard</i> Setelah Perbaikan	51
Gambar 4.12. Spektrum Pompa <i>Outboard</i> Setelah Perbaikan	51

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu	6
Tabel 2.2. Satuan Pengukur Getaran	13
Tabel 3.1. Frekuensi Elemen <i>Bearing</i> 6314	36
Tabel 3.2. Nilai <i>Overall</i> RMS Motor P9114B	36
Tabel 3.3. Data <i>Overall</i> RMS Pompa P9114B	37
Tabel 3. 4. Nilai Dominan Frekuensi Spektrum <i>Velocity</i>	37
Tabel 3.5. Data Pengukuran <i>Phase</i> Pompa P9114B	38
Tabel 3.6. Komponen Pompa Pompa Yang Rusak	38
Tabel 3.6. Komponen Pompa Pompa Yang Rusak (Lanjutan)	39
Tabel 3.7. Data <i>Overall</i> RMS Motor Setelah Perbaikan	40
Tabel 3.8. Data <i>Overall</i> RMS Pompa Setelah Perbaikan	40
Tabel 4.1. Hasil Analisis Sinyal Getaran	47



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
μ	<i>Displacement</i>
φ	<i>Fase</i>
μ	<i>micron</i>



DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
FFT	<i>Fast Fourier Transform</i>
RPM	<i>Rotation per minute</i>
T	Periode
f	<i>Frekuensi</i>
Hz	<i>Hertz</i>
A	<i>Amplitude</i>
MNDE H	<i>Motor Non Drive End Horizontal</i>
MDE H	<i>Motor Drive End Vertical</i>
MDE A	<i>Motor Drive End Axial</i>
PDE H	<i>Motor Non Drive End Horizontal</i>
PNDE H	<i>Motor Non Drive End Horizontal</i>
MNDE V	<i>Motor Non Drive End Vertical</i>
MDE V	<i>Motor Drive End Vertical</i>
PDE V	<i>Pump Drive End Vertical</i>
PNDE V	<i>Pump Non Drive End Vertical</i>
ISO	<i>International Standardization Organization</i>
CPM	<i>Cycle Per Minutes</i>
s	<i>Second</i>
PdM	<i>Predictive Maintenance</i>
RMS	<i>Root Mean Square</i>
FTF	<i>Fundamental Train Frequency</i>
BPFO	<i>Ball Pass Frequency Outer</i>
BPFI	<i>Ball Pass Frequency Inner</i>
BSF	<i>Ball Spin Frequency</i>
BPF	<i>Blade pass frekuensi</i>