

**ANALISIS *UNBALANCE* PADA *TURBINE* PELTON AKIBAT PERUBAHAN
TEKANAN AIR**



UNIVERSITAS
MERCU BUANA
Ridwan Hafiz Ramadhan
41321010043

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2025

LAPORAN TUGAS AKHIR

**ANALISIS *UNBALANCE* PADA *TURBINE* PELTON AKIBAT
PERUBAHAN TEKANAN AIR**



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Disusun oleh :

Nama : Ridwan Hafiz Ramadhan
NIM : 41321010043
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA
SATU (S1) MARET 2025

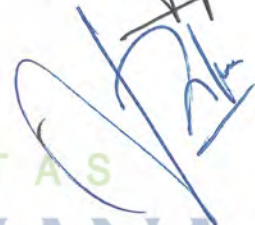
HALAMAN PENGESAHAN

Laporan skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Ridwan Hafiz Ramadhan
NIM : 41321010043
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Laporan Skripsi : Analisis *Unbalance* Pada Turbine Pelton Akibat Perubahan Tekanan Air

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing : Dr. Subekti ST,MT., ()
IPM
NIDN : 0323117307
Penguji I : Sagir Alva, ()
S.Si.,M.Sc.,PhD.
NIDN : 0313037707
Penguji II : Nur Indah, S.ST.,M.T. ()
NIDN : 0313037707

Jakarta, 22 Juli 2025

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Mercu Buana



Dr. Zulfa Fitri Ikartrinasari, S.TP, MT

NIDN 0307037202

Ketua Program Studi Mesin
Universitas Mercu Buana



Dr. Eng. Imam Hidayat, ST. MT

NIDN 0005087502

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertandatangan dibawah ini,

Nama : Ridwan Hafiz Ramadhan
NIM : 41321010043
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Laporan Skripsi : Analisis *Unbalance* Pada *Turbine* Pelton
Akibat Perubahan Tekanan Air

Dengan ini saya menyatakan bahwa pelaksanaan Tugas Akhir ini benar-benar saya lakukan sendiri, dan seluruh isi laporan Tugas Akhir yang saya susun merupakan hasil karya saya sendiri serta dijamin keasliannya. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa laporan ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan dari karya orang lain, maka saya bersedia menerima segala bentuk konsekuensi dan sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya, dalam keadaan sadar, tanpa adanya tekanan atau paksaan dari pihak manapun.

Jakarta, 22 Juli 2025




(Ridwan Hafiz Ramadhan)

PENGHARGAAN

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, karunia, dan berkah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan judul "**Analisis Unbalance pada Turbin Pelton Akibat Perubahan Tekanan Air**" dengan sebaik-baiknya. Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin, Universitas Mercu Buana. Dalam proses penyusunan laporan ini, penulis menyadari adanya keterbatasan baik dalam pengetahuan maupun pengalaman. Namun berkat bantuan, bimbingan, serta dukungan moral dari berbagai pihak, laporan ini akhirnya dapat diselesaikan, meskipun penulis menyadari masih terdapat kekurangan yang perlu diperbaiki di masa mendatang.

Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Andi Adriansyah selaku Rektor Universitas Mercu Buana,
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, S.TP, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Dr. Eng. Imam Hidayat, MT selaku Kepala Program Studi Fakultas Teknik Mesin Universitas Mercu Buana Jakarta.
4. Asep Supriadi dan Yeti Sumiati, selaku orang tua penulis yang selalu mendoakan dan memotivasi penulis untuk segera menyelesaikan tugas akhir.
5. Dr. Subekti, ST, MT, IPM selaku Dosen pembimbing dalam penulisan Laporan Tugas Akhir.
6. Keluarga besar Teknik Mesin 2021 Universitas Mercu Buana yang selalu berbagi pengalaman, arahan dan saran dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir kepada penulis.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat serta menjadi referensi yang berguna bagi pembaca, khususnya dalam bidang teknik mesin.

Penulis

ABSTRAK

Turbin Pelton merupakan salah satu jenis turbin impuls yang banyak digunakan dalam sistem pembangkit listrik tenaga air, di mana kestabilan operasi sangat bergantung pada keseimbangan komponen *runnernya*. Ketidakseimbangan (*unbalance*) yang terjadi dapat menyebabkan peningkatan getaran berlebih yang berdampak pada efisiensi dan umur pakai turbin. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis *unbalance* akibat perubahan tekanan air yang terjadi pada turbin Pelton. Dalam *experiment* ini, pengukuran getaran dilakukan menggunakan alat *FFT Analyzer CF-3600* dengan konfigurasi pengambilan data sebanyak 4096 dengan range frekuensi dari 0 sampai 10 *Kg Hz*. Dalam pengukuran ini menggunakan *Window Hanning*. Uji coba dilakukan pada kondisi tekanan air sebesar 13 psi dan 18 psi yang menghasilkan kecepatan putar rotor sebesar 153 *rpm* dan 300 *rpm*. Dengan metode getaran pada turbin pelton menunjukkan bahwa pada tekanan 13 psi ditemukan adanya frekuensi sebesar 2,5 Hz pada saat 1x *rpm* yang menunjukkan adanya *unbalance* pada *runner turbine pelton*, selain itu dengan tekanan sebesar 18 psi ditemukan frekuensi sebesar 1 x *rpm* atau 5 Hz. Selanjutnya dilakukan penambahan massa pada *runner* turbin pelton dengan sudut 45°. Selanjutnya dilakukan pengukuran ulang dengan *FFT analyzer CF-3600*. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa dengan penambahan massa, dapat menghilangkan terjadinya *unbalance* pada *runner* turbin pelton.

Kata kunci : turbin Pelton, tekanan air, getaran, *unbalance*, *FFT analyzer CF-3600*

UNBALANCE ANALYSIS IN PELTON TURBINE DUE TO CHANGES IN WATER PRESSURE

ABSTRACT

Pelton turbine is one type of impulse turbine that is widely used in hydroelectric power generation systems, where the stability of operation is highly dependent on the balance of its runner components. The imbalance that occurs can cause an increase in excessive vibration that impacts the efficiency and lifespan of the turbine. This study aims to analyze the unbalance due to changes in water pressure that occurs in the Pelton turbine. In this experiment, vibration measurements were carried out using the FFT Analyzer CF-3600 with a data collection configuration of 4096 with a frequency range of 0 to 10 Kg Hz. In this measurement using the Hanning window. The trial was carried out at water pressure conditions of 13 psi and 18 psi which resulted in rotor rotational speeds of 153 rpm and 300 rpm. With the vibration method on the Pelton turbine, it shows that at a pressure of 13 psi, a frequency of 2.5 Hz was found at 1x rpm which indicates an unbalance in the Pelton turbine runner; in addition, with a pressure of 18 psi, a frequency of 1 x rpm or 5 Hz was found. Next, mass was added to the Pelton turbine runner at a 45° angle. Repeated measurements were taken using the CF-3600 FFT analyzer. The results showed that the additional mass eliminated the unbalance in the Pelton turbine runner.

Keywords: *Pelton turbine, water pressure, vibration, unbalance, CF-3600 FFT analyzer*

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	3
1.3 TUJUAN	4
1.4 MANFAAT	4
1.5 BATASAN MASALAH	4
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 PENELITIAN TERDAHULU	6
2.2 TURBIN AIR	8
2.2.1 Turbin Reaksi	10
2.2.2 Turbin Impuls	10
2.3 TURBIN PELTON	10
2.3.1 Cara Kerja Turbin Pelton	11
2.3.2 Efisiensi Turbin	11
2.4 TEORI DASAR ALIRAN (<i>HIDRODINAMIK</i>)	12
2.4.1 Menentukan Kecepatan Aliran	12
2.4.2 Kecepatan Air Keluar Nozzle V^2	12
2.5 GETARAN	13
2.5.1 Perpindahan Getaran (<i>Vibration Displacement</i>)	13
2.5.2 Kecepatan Getaran (<i>Vibration Velocity</i>)	14

2.5.3 Percepatan Getaran (<i>Vibration Acceleration</i>)	14
2.5.4 Tipe Data Getaran	14
BAB III METODOLOGI	18
3.1 DIAGRAM ALIR	18
3.2 TAHAPAN PROSES PENELITIAN	19
3.3 ALAT DAN BAHAN	20
3.3.1 FFT <i>Analyzer</i>	20
3.3.2 Tachometer	21
3.3.3 Objek Pengujian	22
3.4 PROSEDUR PENGUJIAN <i>UNBALANCE</i> MENGGUNAKAN FFT <i>ANALYZER</i> <i>CF-3600</i>	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
4.1 HASIL PENGUKURAN <i>UNBALANCE</i>	25
4.1.1 Hasil Pengujian <i>Unbalance</i> Pada Tekanan Air 13 Psi.....	25
4.1.2 Hasil Pengujian <i>Unbalance</i> Pada Tekanan Air 18 Psi	29
4.2 HASIL PENGUKURAN <i>UNBALANCE</i> SETELAH PERBAIKAN	32
4.2.1 Hasil Pengujian <i>Unbalance</i> Pada Tekanan Air 13 Psi Setelah Perbaikan.....	33
4.2.2 Hasil Pengujian <i>Unbalance</i> Pada Tekanan Air 18 Psi Setelah Perbaikan	35
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	39
5.1 KESIMPULAN	39
5.2 SARAN	39
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perbandingan Karakteristik Turbin	9
Gambar 2.2 Kontruksi lengkap turbin pelton.	11
Gambar 2.3 Sinyal Data Getaran Domain Waktu	15
Gambar 2.4 Sinyal Data Getaran Domain Frekuensi	15
Gambar 2.5 Hubungan domain waktu dan domain frekuensi	16
Gambar 2.6 Gelombang Frekuensi	17
Gambar 2.7 Gelombang Amplitudo	17
Gambar 3.1 Diagram Alir	18
Gambar 3.2 FFT ANALYZER CF-3600	20
Gambar 3.3 Tachometer	21
Gambar 3.4 Turbin Pelton Untuk Pengujian	22
Gambar 3.5 Pengukuran Tekanan air (a) 18 psi, (b) 13 psi	22
Gambar 3.6 sumbu x (a), sumbu y (b), sumbu z (c)	23
Gambar 3.7 Sistematis Pengujian	23
Gambar 4.1 Hasil Pengujian Unbalance Pada Sumbu X Dengan Tekanan 13 Psi.	26
Gambar 4.2 Hasil Pengujian Unbalance Pada Sumbu Y Dengan Tekanan 13 Psi.	27
Gambar 4.3 Hasil Pengujian Unbalance Pada Sumbu Z Dengan Tekanan 13 Psi.	28
Gambar 4.4 Karakteristik Unbalance pada DE Turbine	29
Gambar 4.5 Hasil Pengujian Unbalance Pada Sumbu X Dengan Tekanan 18 Psi.	30
Gambar 4.6 Hasil Pengujian Unbalance Pada Sumbu Y Dengan Tekanan 18 Psi.	31
Gambar 4.7 Hasil Pengujian Unbalance Pada Sumbu Z Dengan Tekanan 18 Psi.	32
Gambar 4.8 Hasil Pengujian Unbalance Pada Sumbu X Dengan Tekanan 13 Psi (setelah perbaikan).	33
Gambar 4.9 Hasil Pengujian Unbalance Pada Sumbu Y Dengan Tekanan 13 Psi (setelah perbaikan)	34
Gambar 4.10 Hasil Pengujian Unbalance Pada Sumbu Z Dengan Tekanan 13 Psi (setelah perbaikan)	35

Gambar 4.11 Hasil Pengujian Unbalance Pada Sumbu X Dengan Tekanan 18 Psi (setelah perbaikan)	36
Gambar 4.12 Hasil Pengujian Unbalance Pada Sumbu Y Dengan Tekanan 18 Psi (setelah perbaikan)	37
Gambar 4.13 Hasil Pengujian Unbalance Pada Sumbu Z Dengan Tekanan 18 Psi (setelah perbaikan)	38



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	6
Tabel 3. 1 Spesifikasi FFT ANALYZER CF-3600	20

