

LAPORAN SKRIPSI

**ANALISIS TINGGI FLUIDA PADA RESERVOIR INPUT
YANG MENYEBABKAN KAVITASI DI POMPA 853P031
PADA PULP DRYER**

MARCELINUS ALEXANDER FRANTINUS

2410017211060



**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS BUNG HATTA
PADANG
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

**“ANALISIS TINGGI FLUIDA PADA RESERVOIR INPUT
YANG MENYEBABKAN KAVITASI DI POMPA 853P031
PADA PULP DRYER”**

*Diajukan untuk memenuhi persyaratan penyelesaian program S-1 Jurusan Teknik
Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta*

Oleh:

Marcelinus Alexander Frantinus

2410017211060

Disetujui Oleh:

PEMBIMBING I



Duskiardi, S.T., M.T.

NIDN. 1021016701

**DEKAN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

**KETUA
JURUSAN TEKNIK MESIN**



Prof. Dr. Eng. Ir. Reni Desmiarti, S.T., M.T.
NIDN. 1012097403

Prof. Dr. Ir. Hendra Suherman, S.T., M.T.
NIDN. 1001047101

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
LAPORAN SKRIPSI**

**ANALISIS TINGGI FLUIDA PADA RESERVOIR INPUT
YANG MENYEBABKAN KAVITASI DI POMPA 853P031
PADA PULP DRYER**



Oleh :

MARCELINUS ALEXANDER FRANTINUS

2410017211060

Dosen Pembimbing

A handwritten signature in purple ink, appearing to be 'Duskiardi'.

(Duskiardi, S.T., M.T.)

NIP/NIK : 1021016701

Penguji I

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Wenny Marthiana'.

(Ir. Wenny Marthiana, M.T.)

NIP/NIK: 1030036801

Penguji II

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Burmawi'.

(Dr. Burmawi, S.T., M.SI.)

NIP/NIK: 0027126901

LEMBAR PERSEMBAHAN

Untuk Menyembunyikan
Bakat Dan Kemampuan,
Dibutuhkan Bakat Dan
Kemampuan Lainnya

ABSTRAK

Pulp merupakan bahan baku dari beragam produk kebutuhan sehari-hari. Dari itu seiring dengan pertumbuhan penduduk maka keperluan masyarakat terhadap produk berbasis kertas terus meningkat. Untuk menanggapi peningkatan ini PT X meningkatkan produksinya setiap tahun. Salah satunya adalah *mengupgrade* pompa 853P031 dari kapasitas 100 l/s (APP3) menjadi 783 l/s (APP5) yang bertujuan untuk meningkatkan kapasitas penyaluran *pulp*. Namun *pengupgradetan* ini menimbulkan beberapa efek samping negatif seperti kavitasi pada pompa dan peningkatan vibrasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tinggi fluida yang menyebabkan kavitasi pada pompa dan menentukan pengaruh tinggi fluida dengan perhitungan teoritis terhadap NPSH pompa. Banyak alternatif yang bisa dilakukan untuk menghilangkan kavitasi, namun dalam penelitian ini penulis menfokuskan untuk mengetahui tinggi fluida yang menyebabkan kavitasi dan menentukan pengaruh tinggi fluida dengan perhitungan teoritis terhadap NPSH pompa. Tinggi fluida yang menyebabkan kavitasi pada pompa adalah lebih rendah dari 75,513% tinggi total tanki. Jika *level pulp* pada *tank* 80% dan debit aliran pompa maksimal sebesar $0,35\text{m}^3/\text{s}$ maka $\text{NPSH av pompa} > \text{NPSH req pompa}$, jika *level pulp* pada *tank* 85% dan debit aliran pompa maksimal sebesar $0,425\text{m}^3/\text{s}$ maka $\text{NPSH av pompa} > \text{NPSH req pompa}$, jika *level pulp* pada *tank* 90% dan debit aliran pompa maksimal sebesar $0,475\text{m}^3/\text{s}$ maka $\text{NPSH av pompa} > \text{NPSH req pompa}$, jika *level pulp* pada *tank* 95% dan debit aliran pompa maksimal sebesar $0,55\text{m}^3/\text{s}$ maka $\text{NPSH av pompa} > \text{NPSH req pompa}$, dan jika *level pulp* pada *tank* 100% dan debit aliran pompa maksimal sebesar $0,6\text{m}^3/\text{s}$ maka $\text{NPSH av pompa} > \text{NPSH req pompa}$. Sehingga dapat disimpulkan semakin tinggi level pulp pada tank dan semakin kecil debit aliran pompa maka nilai NPSH av semakin besar sehingga kemungkinan terjadinya kavitasi semakin kecil.

Kata Kunci : Pompa, Kavitasi, Tinggi Fluida

ABSTRACT

Pulp is a raw material for various daily necessities. Therefore, along with population growth, the public demand for paper-based products continues to increase. To respond to this increase, PT X increases its production annually. One example is upgrading the 853P031 pump from a capacity of 100 l/s (APP3) to 783 l/s (APP5), aiming to increase pulp distribution capacity. However, this upgrade has several negative side effects, such as cavitation in the pump and increased vibration. This study aims to determine the fluid level that causes cavitation in the pump and determine the effect of fluid level on the pump's NPSH using theoretical calculations. Many alternatives can be implemented to eliminate cavitation, but in this study, the authors focused on determining the fluid level that causes cavitation and determining the effect of fluid level on the pump's NPSH using theoretical calculations. The fluid level that causes cavitation in the pump is lower than 75.513% of the total tank height. If the pulp level in the tank is 80% and the maximum pump flow rate is 0.35m³/s then the NPSH av pump > NPSH req pump, if the pulp level in the tank is 85% and the maximum pump flow rate is 0.425m³/s then the NPSH av pump > NPSH req pump, if the pulp level in the tank is 90% and the maximum pump flow rate is 0.475m³/s then the NPSH av pump > NPSH req pump, if the pulp level in the tank is 95% and the maximum pump flow rate is 0.55m³/s then the NPSH av pump > NPSH req pump, and if the pulp level in the tank is 100% and the maximum pump flow rate is 0.6m³/s then the NPSH av pump > NPSH req pump. So it can be concluded that the higher the pulp level in the tank and the smaller the pump flow rate, the greater the NPSH av value so that the possibility of cavitation is smaller.

Keywords : *Pump, Cavitation, Fluid Level*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang maha Esa, karena kasih dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan baik.

Skripsi ini disusun guna memenuhi persyaratan menyelesaikan pendidikan program Strata-1 Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri di Universitas Bung Hatta. Adapun skripsi ini berjudul: “Analisis Tinggi Fluida pada Reservoir Input yang Menyebabkan Kavitasi di Pompa 853P031 pada *Pulp Dryer*”.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis banyak mendapat saran, dorongan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segala hormat dan kerendahan hati perkenankanlah penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa atas berkat yang telah diberikan kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan kerja praktik ini dalam keadaan yang sehat dan tanpa kekurangan apapun.
2. Keluarga yang telah memberikan doa dan dukungan sepenuhnya dalam penyusunan skripsi ini.
3. Ibu Prof. Dr. Reni Desmiarti, S.T, M.T selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.
4. Bapak Prof. Dr. Hendra Suherman, S.T, M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Bung Hatta dan sekaligus Pembimbing yang telah memberikan arahan dan pengetahuan selama penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Duskiardi, S.T, M.T selaku Pembimbing dan Penasehat Akademis.
6. Bapak/ Ibu dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Bung Hatta yang telah memberikan ilmu dan materi di dalam perkuliahan maupun di luar perkuliahan.
7. Bapak Ferdian Kusuma, S.T, M.T selaku *Area Head Condition Monitoring RPL*.
8. *Condition Monitoring RPL Team*.
9. Rekan dan teman seperjuangan dalam menyelesaikan Proposal Skripsi, Teknik Mesin Kelas RPL angkatan 2024. Terimakasih atas dukungan dan terus memberikan semangat serta masukan kepada penulis.
10. Serta semua pihak lain yang telah banyak membantu penulis dalam penyelesaian laporan kerja praktik ini

Penulis menyadari akan kekurangan dari laporan dan proyek Tugas Akhir yang telah dibuat belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun. Akhir kata semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi siapa saja yang membacanya.

Pelalawan, 1 Agustus 2025

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBARAN PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR SIMBOL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Metode Pengumpulan Data	4
1.7 Sistematika Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tinjauan Penelitian.....	6
2.1.1 Pompa.....	6
2.1.1.1 Pengertian.....	6
2.1.1.2 Jenis Pompa.....	6
2.1.1.3 Karakteristik Sistem Pemompaan	7
2.1.1.4 Head Kerugian.....	9
2.1.1.5 NPSH <i>Available</i>	14
2.1.2 Kavitasi.....	16
2.1.2.1 Pengertian.....	16

2.1.2.2	Jenis Kavitasi.....	16
2.1.2.3	Gejala Kavitasi	17
2.1.3	<i>Vibration</i>	18
2.1.3.1	Teori Dasar Vibrasi	18
2.1.3.2	Parameter Utama Vibrasi	21
2.1.3.3	Penyebab Terjadinya Vibrasi	24
2.1.4	Alat Ukur.....	27
2.2	Penelitian Terdahulu / Kajian Pustaka	29
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		32
3.1	Flow Chart.....	32
3.2	Equipment Lay Out / Dimension	33
3.3	Spesifikasi	34
3.3.1	Pompa.....	34
3.3.2	Tank.....	34
3.4	Cara Mengelolah Data yang Telah Dikumpulkan.....	35
3.4.1	Diketahui:	35
3.4.2	Penghitungan Formula:	35
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		38
4.1	Data Hasil Pengujian	38
4.2	Perhitungan Teoritis NPSH Av Pompa 853P031.....	40
4.3	Pembahasan.....	42
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		43
5.1	Kesimpulan.....	43
5.2	Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA		45
LAMPIRAN.....		48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Grafik Moody	12
Gambar 2.2 Rumah Bearing yang Dilambangkan Massa yang Digantung oleh Pegas	18
Gambar 2.3 Massa Mencapai Batas Atas.....	19
Gambar 2.4 Massa Mencapai Batas Bawah.....	19
Gambar 2.5 Tiga Posisi Massa.....	20
Gambar 2.6 Strip Chart Recorder.....	20
Gambar 2.7 Grafik Displacement	21
Gambar 2.8 Kurva Sinusoidal	23
Gambar 2.9 magnetic flow meter.....	27
Gambar 2.10 Differential Pressure Transmitter	28
Gambar 2.11 Microlog.....	29
Gambar 3.1 Flow Chart Penelitian.....	32
Gambar 3.2 Drafting Equipment Sisi Depan	33
Gambar 3.3 Drafting Equipment Sisi Atas	34
Gambar 3.4 Name Plate Pompa 853P031	34
Gambar 3.5 Name Plate Tank 853T001.....	34
Gambar 4.1 Gambar Grafik NPSH _{av} dengan NPSH _{req} pada Pompa 853P031 ..	42

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Viskositas Dinamika Fluida H ₂ O	11
Tabel 2.2 Tabel Kekerasan Absolut Pipa	11
Tabel 2.3 Tabel Koefisien Minor Loss	13
Tabel 2.4 Tabel Uap	15
Tabel 3.1 Tabel Sampel.....	33
Table 3.2 Data Variable yang Diketahui.....	35
Tabel 4.1 Nilai NPSH _{av} dan NPSH _{req} Berdasarkan Pengambilan Data Vibrasi	40
Tabel 4.2 Nilai Data Vibrasi pada Pompa 853P031	40

DAFTAR SIMBOL

Notasi	Arti	Satuan
A	Luas penampang	m ²
a	Panjang radius pergeseran	θ
D	Diameter	m
e	Kekerasan absolute pipa	m
F	Frekuensi	Hz
f	Faktor friksi	-
g	Percepatan grafitasi	m/s ²
H	Head	m
H _L	Head kerugian	m
H _s	Head hisap statis di suction	m
h	Tinggi	m
K	Koefisien kerugian	-
L	Panjang	m
n	Kecepatan putaran	rpm
P _a	Tekanan Atmosfir	kgf/m ²
P _v	Tekanan uap jenuh	kgf/m ²
Q	Debit aliran	m ³ /s
Re	Bilangan Reynold	-
T	Periode	s
t	Waktu	s
V	Kecepatan	m/s

V_d	Kecepatan di saluran tekan	m/s
V_s	Kecepatan di saluran hisap	m/s
Z	Head statis total	m
Z_d	Head statis di bagian tekan	m
Z_s	Head statis di bagian hisap	m

Yunani	Arti	Satuan
μ	Viskositas dinamika fluida	Ns/m ²
γ	Berat jenis fluida	kgf/m ³
ρ	Masa jenis fluida	kg/m ³

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar Assembly Benda Kerja	48
Lampiran 2. Gambar Drafting Benda Kerja.....	49
Lampiran 3 Tabel Nilai NPSH Actual dari Berbagai Level Pulp pada Tank dan Debit Pump 853P031	50
Lampiran 4 Spesifikasi Pump	51
Lampiran 5 <i>Check</i> Turnitin	52

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bubur kertas atau yang lebih dikenal dengan sebutan *pulp* merupakan hasil dari proses pemisahan fiber (serat) dan lignin. Berikut penjelasan singkat pengolahan *pulp* pada PT. X yaitu: kayu diproses di *woodyard* menjadi *chip* lalu diolah di *fiberline* menjadi *slush pulp* dan dikirim ke *pulp dryer* melalui HDT *tank* sehingga menjadi *pulp*. *Pulp* merupakan bahan baku dari beragam produk kebutuhan sehari-hari. Dari itu bersamaan dengan pertambahan jumlah penduduk maka keperluan masyarakat terhadap produk berbasis kertas terus meningkat. PT. X merupakan sebuah pabrik yang memproduksi *pulp and paper* terbesar dan terintegrasi di dunia dengan kapasitas produksi 2,8 juta ton *pulp* pertahun pada tahun 2008 (*internal information*).

Sedangkan target produksi *pulp* pada tahun 2025 sebesar 4,1 juta ton, yang mana *pulp* tersebut akan ditranfer ke HDT *Tower* untuk digunakan oleh *Pulp Dryer* (*internal information*). Untuk memenuhi target produksi, manajemen memutuskan untuk menggunakan *equipment* lain yang tidak digunakan lagi karena *kaizen reduce energy* tapi masih bagus untuk *mengupgrade* pompa 853P031 yang mulanya berkapasitas 100 l/s menjadi 783 l/s untuk meningkatkan kapasitas produksi.

Pompa merupakan mesin fluida yang berfungsi untuk mentransfer fluida dengan memanfaatkan perbedaan tekanan. Perbedaan tekanan mempunyai tujuan untuk menghisap fluida dari *suction* menuju *discharge*.

Pada kasus ini pompa yang digunakan bertipe pompa sentrifugal. Pompa ini mempunyai tujuan untuk menyalurkan *pulp* dari *tank* menuju *screening*. Pompa ini *diupgrade* dari kapasitas 100 l/s ke kapasitas 783 l/s dengan tujuan membesar kapasitas penyaluran *pulp* agar target produksi tercapai. Namun peningkatan pompa ini memunculkan beberapa efek samping negatif. Efek sampingnya berupa kavitasi pada pompa yang menimbulkan peningkatan *vibration* yang dapat merusak *impeller*, *bearing*,

tangki, pipa, *support* pipa. Peningkatan *vibration* pada pipa juga menyebabkan *gasket* bocor dan *clamp* terlepas, sedangkan pada *tank* menyebabkan *tank* mengembang dan mengempis sehingga menimbulkan *crack* pada dindingnya.

Banyak alternatif yang bisa dilakukan untuk menghilangkan kavitasi, seperti *re-engineering*, *re-design* pipa untuk menurunkan gaya gesek sehingga dapat menurunkan *head requier*, *cleaning* pada pipa *suction* untuk menurunkan *flow* fluida sehingga dapat menurunkan *head requier*, dan *control process parameter*. *Re-engineering* tidak dapat dilaksanakan karena anggaran yang terbatas, *re-design* pipa tidak dapat dilakukan karena lokasi *equipment* telah *fix*, *cleaning* pipa telah dilakukan namun hanya mengurangi tingkat kavitasi, sehingga dilakukan *control process parameter* yaitu dengan menurunkan suhu dan atau menaikkan tekanan sisi hisap. Dalam penelitian ini penulis memfokuskan pada menaikkan tekanan pada sisi hisap pompa dengan cara menaikkan *level* permukaan *pulp* pada *tank* untuk menghilangkan / mereduksi masalah yang ditimbulkan kavitasi akibat pompa yang *diupgrade* dari APP 3 ke APP 5. (Muis Abdul, 2019)

Berdasarkan latar belakang sebelumnya, penulis tertarik untuk mengkaji dari *control parameter* yang aman akan menjadi laporan akhir dengan judul “**Analisis Tinggi Fluida pada Reservoir Input yang Menyebabkan Kavitasi di Pompa 853P031 pada Pulp Dryer**”.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian di atas dapat dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut:

1. Berapa tinggi fluida yang dapat menyebabkan kavitasi pada pompa?
2. Apa pengaruh tinggi fluida berdasarkan perhitungan teoritis terhadap NPSH pompa?

1.3 Batasan Masalah

1. Asumsikan seluruh diameter pipa sama.
2. Pompa beroperasi dalam keadaan normal.
3. Fluida yang ditransfer adalah pulp dengan konsentrasi 4% dengan masa jenis 1050 kg/m^3 . (Internal Information)
4. Asumsikan temperatur fluida dari *tank* menuju pompa melalui pipa tidak mengalami perubahan temperatur yaitu 50°C .
5. Pada penelitian ini kavitasi diselesaikan dengan control proses parameter yaitu tinggi fluida dalam reservoir input / *tank*.
6. Pada penelitian ini tanki yang dianalisis mempunyai spesifikasi nama LC Tank, diameter 7600 mm, tinggi 9000 mm, dan kapasitas 410m^3 .
7. Pada penelitian ini pompa yang digunakan berjenis pompa sentrifugal APP 5 dengan spesifikasi $H = 20 \text{ m}$, $Q = 783 \text{ l/s}$, $n = 990 \text{ rpm}$, dan digerakkan oleh motor listrik dengan *power* 315 kW.
8. Perhitungan untuk nilai diagram Moody dan NPSH req pompa dilakukan dengan metode interpolasi

1.4 Tujuan Penelitian

1. Untuk menentukan tinggi fluida yang menyebabkan kavitasi pada pompa.
2. Untuk menentukan pengaruh tinggi fluida dengan perhitungan teoritis terhadap NPSH pompa.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat laporan akhir adalah penulis dan pembaca dapat mengetahui tinggi fluida pada reservoir input yang menyebabkan kavitasi pada pompa.

1.6 Metode Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data penulis menggunakan metode sebagai berikut:

1. Observasi Lapangan

Metode yang dilakukan dengan cara pengamatan langsung pada *equipment* yang dianalisis.

2. Pengukuran Data

Pengukuran data debit aliran diambil dari alat yang dipasang oleh orang instrumen pada pipa, pengukuran data vibrasi diambil dengan *microlog*, dan pengukuran *level pulp* pada *tank* diperoleh dari PI (*Plant Information*).

3. Dokumentasi atau Referensi

Metode yang dilaksanakan dengan cara pengambilan data melalui dokumen tertulis maupun referensi yang tersedia dari PT. X.

4. Studi Literatur

Metode yang dilaksanakan dengan cara pengumpulan sumber-sumber literatur dari *equipment* yang berkaitan dengan laporan ini.

1.7 Sistematika Penelitian

Laporan skripsi ini disusun dalam beberapa bab terdiri dari:

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini terdiri atas latar belakang penelitian, rumusan masalah penelitian, batasan masalah penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metode pengumpulan data, dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi mengenai kajian pustaka dan landasan teori yang digunakan dalam pembahasan dan teori pendukung tentang pompa, kavitasi, *vibration*, NPSH.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Pada bab ini berisi metode penelitian laporan akhir ini dan tentang *layout equipment*, spesifikasi *equipment*, penghitungan dengan formula.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisikan pembahasan terhadap topik / bidang yang diamati dengan membahas suatu permasalahan/objek berdasarkan pengumpulan data yang nantinya dapat dianalisis dengan teori yang ada.

BAB 5 SIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari keseluruhan pembahasan dari pengerjaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN