

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

Skripsi

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



Oleh :

MARCELINUS ALEXANDER FRANTINUS

2410017211060

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS BUNG HATTA**

2026

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS BUNG HATTA

EXECUTIVE SUMMARY
Reg No : 01/SKRIPSI/TM/FTI/III-2026

Nama : **Marcelinus Alexander Frantinus**

Npm : **2410017211060**

Bagian : **Teknik Mesin**

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

Telah dikonsultasikan dan disetujui oleh pembimbing untuk di upload ke *website*.

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



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

Marcelinus Alexander Frantinus¹, Duskiardi²

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta

Email: marcel910gt@gmail.com, Email: duskiardibahar@gmail.com

ABSTRAK

Pulp merupakan bahan baku dari beragam produk kebutuhan sehari-hari. Seiring dengan pertumbuhan penduduk, keperluan masyarakat terhadap produk berbasis kertas terus meningkat. PT X meningkatkan produksinya setiap tahun dengan mengupgrade pompa 853P031 dari kapasitas 100 l/s (APP3) menjadi 783 l/s (APP5) untuk meningkatkan kapasitas penyaluran pulp. Namun pengupgradetan ini menimbulkan 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 terhadap NPSH pompa melalui perhitungan teoritis. Metode penelitian meliputi pengukuran langsung di lapangan dengan mengambil data level tank, flow fluida, dan vibrasi menggunakan microlog, kemudian dilakukan perhitungan teoritis NPSH available dan dibandingkan dengan NPSH required dari spesifikasi pompa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tinggi fluida yang menyebabkan kavitasi pada pompa adalah lebih rendah dari 75,513% tinggi total tangki. Semakin tinggi level pulp pada tangki dan semakin kecil debit aliran pompa maka nilai NPSH available semakin besar sehingga kemungkinan terjadinya kavitasi semakin kecil. Pada level pulp 80% dengan debit maksimal 0,35 m³/s, level 85% dengan debit 0,425 m³/s, level 90% dengan debit 0,475 m³/s, level 95% dengan debit 0,55 m³/s, dan level 100% dengan debit 0,6 m³/s, nilai NPSH av > NPSH req sehingga pompa aman dari kavitasi.

Kata Kunci: Pompa Sentrifugal, Kavitasi, Tinggi Fluida, NPSH, Vibrasi

ABSTRACT

Pulp is a raw material for various daily necessities. Along with population growth, the public demand for paper-based products continues to increase. PT X increases its production annually by upgrading the 853P031 pump from a capacity of 100 l/s (APP3) to 783 l/s (APP5) 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 through theoretical calculations. The research method includes direct measurement in the field by taking data on tank level, fluid flow, and vibration using a microlog, then theoretical calculations of NPSH available are carried out and compared with NPSH required from pump specifications. The results showed that the fluid level that causes cavitation in the pump is lower than 75.513% of the total tank height. The higher the pulp level in the tank and the smaller the pump flow rate, the greater the NPSH available value so that the possibility of cavitation is smaller. At 80% pulp level with a maximum discharge of

0.35 m³/s, 85% level with a discharge of 0.425 m³/s, 90% level with a discharge of 0.475 m³/s, 95% level with a discharge of 0.55 m³/s, and 100% level with a discharge of 0.6 m³/s, the NPSH av value > NPSH req so that the pump is safe from cavitation.

Keyword: Centrifugal Pump, Cavitation, Fluid Level, NPSH, Vibration

I PENDAHULUAN

Pulp merupakan hasil dari proses pemisahan fiber dan lignin yang menjadi bahan baku dari beragam produk kebutuhan sehari-hari, sehingga seiring dengan pertambahan jumlah penduduk, kebutuhan masyarakat terhadap produk berbasis kertas terus meningkat dan PT X sebagai pabrik pulp and paper terbesar dengan kapasitas produksi 2,8 juta ton per tahun pada 2008 harus meningkatkan target produksinya menjadi 4,1 juta ton pada tahun 2025, sehingga manajemen memutuskan untuk mengupgrade pompa 853P031 dari kapasitas 100 l/s menjadi 783 l/s guna meningkatkan kapasitas penyaluran pulp dari tank menuju screening, namun peningkatan kapasitas ini menimbulkan efek samping negatif berupa kavitasi pada pompa yang mengakibatkan peningkatan vibration yang dapat merusak impeller, bearing, tangki, pipa, dan support pipa serta menyebabkan gasket bocor, clamp terlepas, dan crack pada dinding tank. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tinggi fluida yang menyebabkan kavitasi pada pompa dan menentukan pengaruh tinggi fluida berdasarkan perhitungan teoritis terhadap NPSH pompa dengan batasan masalah bahwa seluruh diameter pipa diasumsikan sama, pompa beroperasi normal, fluida pulp berkonsentrasi 4% dengan massa jenis 1050 kg/m^3 pada temperatur 50°C , tangki berdiameter 7600 mm dengan tinggi 9000 mm dan kapasitas 410 m^3 , serta pompa sentrifugal APP 5 dengan spesifikasi $H=20 \text{ m}$, $Q=783 \text{ l/s}$, $n=990 \text{ rpm}$ yang digerakkan motor listrik 315 kW.

II METODE PENELITIAN

Berikut merupakan alur dari penelitian ini dapat kita lihat pada gambar dibawah ini. Penjelasan Flow Chart penelitian pada gambar 1 adalah sebagai berikut:

Gambar 1. Diagram *Flow Chart* Penelitian



Penelitian ini dimulai dengan menentukan lokasi penelitian, yang dilaksanakan di area Pulp Dryer dengan metode pengumpulan data melalui observasi lapangan secara langsung pada *equipment* yang dianalisis, pengukuran data debit aliran dari alat instrumen pada pipa, pengukuran data vibrasi menggunakan microlog pada *bearing drive end* dan *non drive end*, pengukuran level pulp dari PI (Plant Information), serta dokumentasi dan studi literatur dari sumber-sumber terkait, kemudian data yang terkumpul berupa *level tank*, *flow* fluida, dan

vibration diolah secara numerik menggunakan persamaan $NPSH_{av} = P_a/\gamma - P_v/\gamma + H_s - H_L$ dengan $\gamma = \rho g$, dimana nilai tekanan atmosfer dianggap 0 karena bersifat relatif, tekanan uap jenuh fluida dihitung dari tabel uap pada temperatur 50°C, head hisap statis dihitung dari tinggi permukaan pulp dikurangi tinggi center line pipa dari dasar tank, head kerugian major dihitung menggunakan persamaan Darcy Weisbach $H_{Lmajor} = f L/D \times V^2/2g$ dengan nilai f diperoleh dari diagram Moody berdasarkan bilangan Reynold $Re = \rho V D/\mu$ dan kekerasan absolut pipa e/D , head kerugian minor dihitung menggunakan $H_{Lminor} = K \times V^2/2g$ dengan koefisien K dari tabel minor loss, sehingga diperoleh nilai $NPSH_{av}$ yang kemudian dibandingkan dengan $NPSH_{req}$ dari grafik spesifikasi pompa untuk menentukan kondisi kavitasi.

III HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Hasil Pengujian

Penulis melakukan perhitungan dari level 61,787%; 64,308%; 66,074%; 66,864%; 74,649%; 75,513%; 76,004%; 77,767%; 79,989%; 88,711% sehingga diperoleh $NPSH_{av}$ dan dilakukan perbandingan dengan data vibrasi. Data lengkap disajikan pada tabel berikut:

Tabel 1. Nilai $NPSH_{av}$ dan $NPSH_{req}$ Berdasarkan Pengambilan Data Vibrasi

Level Tank (%)	Flow (l/s)	$NPSH_{av}$ (m)	$NPSH_{req}$ (m)	Kondisi
61,787	335,04	3,751	5,29	Kavitasi
64,308	344,55	3,980	5,179	Kavitasi
66,074	376,10	4,132	5,284	Kavitasi
66,864	369,22	4,220	5,005	Kavitasi
74,649	360,99	4,899	5,381	Kavitasi
75,513	354,79	4,986	5,231	Kavitasi
76,004	354,79	5,043	4,994	Non Kavitasi
77,767	356,31	5,194	5,135	Non Kavitasi
79,989	403,13	5,383	5,320	Non Kavitasi
88,711	421,28	6,139	5,758	Non Kavitasi

Tabel 2. Nilai Data Vibrasi pada Pompa 853P031

Level Tank (%)	Flow (l/s)	Vibrasi 3 Vel (mm/s)	Vibrasi 4 Vel (mm/s)	Keterangan
61,787	335,04	3,188	2,257	Kavitasi
64,308	344,55	3,398	1,77	Kavitasi
66,074	376,10	3,07	1,718	Kavitasi
66,864	369,22	3,214	1,883	Kavitasi
74,649	360,99	3,121	1,622	Kavitasi
75,513	354,79	3,427	1,504	Kavitasi
76,004	354,79	2,973	1,518	Non Kavitasi
77,767	356,31	2,121	1,19	Non Kavitasi
79,989	403,13	4,024	1,691	Non Kavitasi
88,711	421,28	2,307	0,886	Non Kavitasi

Dari tabel di atas, terlihat bahwa semakin tinggi level tank, nilai vibrasi cenderung semakin menurun.

3.2 Perhitungan Teoritis NPSH Av Pompa 853P031

Penulis melakukan perhitungan numerik dengan variasi level tank dari 60% hingga 100% dengan interval 5% setiap sampel dan variasi flow dari 0,3 m³/s hingga 0,7 m³/s dengan interval 0,025 m³/s setiap sampel. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa pada pompa APP 5 853P031, kondisi non-kavitasi terjadi pada:

- Level pulp 80% dengan debit aliran pompa maksimal 0,35 m³/s
- Level pulp 85% dengan debit aliran pompa maksimal 0,425 m³/s
- Level pulp 90% dengan debit aliran pompa maksimal 0,475 m³/s
- Level pulp 95% dengan debit aliran pompa maksimal 0,55 m³/s
- Level pulp 100% dengan debit aliran pompa maksimal 0,625 m³/s

3.3 Pembahasan

Dari data pada Tabel 1 dan Tabel 2, nilai data level tank dan flow terlihat acak karena proses produksi pabrik tidak dapat dikontrol, tetapi pengambilan data diusahakan pada saat performa equipment bagus dengan pengaruh gangguan yang minimum seperti unbalance, looseness, missalignment, rubbing, blade pass, dan turbulence flow.

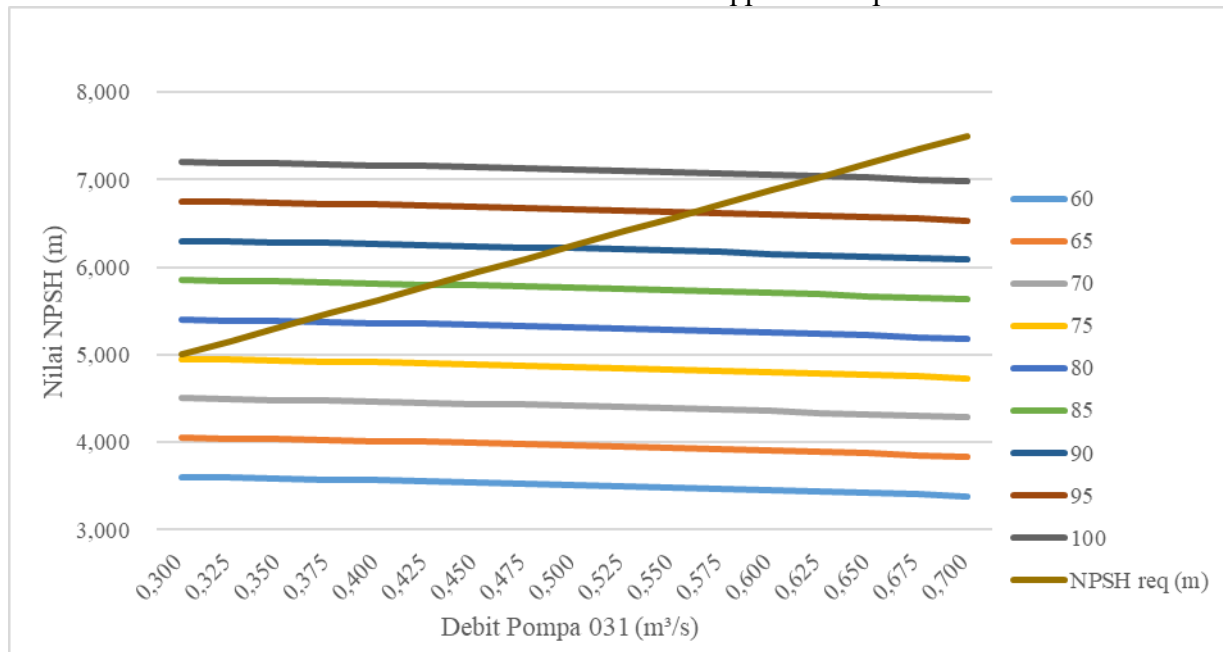
Dari data tersebut dapat dilihat bahwa semakin besar level tank dan semakin kecil nilai flow maka NPSH av semakin besar, sehingga kemungkinan terjadinya kavitasi semakin kecil dan mengakibatkan nilai vibrasi semakin kecil juga. Hal ini sesuai dengan teori bahwa NPSH

available berbanding lurus dengan head hisap statis (H_s) yang merupakan fungsi dari ketinggian fluida dalam tank.

Jika terdapat nilai vibrasi pada VEL di pompa saat kavitasi lebih rendah dari data vibrasi saat pompa tidak mengalami kavitasi, hal ini kemungkinan dikarenakan efek samping dari kavitasi sebelumnya yang menyebabkan vibrasi sehingga mungkin menyebabkan unbalance, looseness, misalignment, dan lain-lain.

Pada Tabel 2, terlihat data vibrasi yang mengalami kenaikan tidak normal pada level 79,989% yang disebabkan adanya kerusakan coupling sehingga nilai vibrasinya meningkat, meskipun secara NPSH pompa dalam kondisi non-kavitasi.

Gambar 2. Grafik NPSH av vs NPSH req pada Pompa 853P031



Berdasarkan data pada gambar 2 yang menunjukkan perbandingan antara NPSH available dan NPSH required pompa 853P031 pada berbagai variasi level tank (60-100%) dan debit aliran (0,3-0,65 m³/s), dapat dilihat bahwa nilai NPSH av pompa sangat dipengaruhi oleh ketinggian fluida dalam tank dan besarnya debit aliran, dimana pada level tank yang lebih tinggi dan debit yang lebih kecil, NPSH av cenderung lebih besar dan berada di atas NPSH req sehingga pompa aman dari kavitasi, sementara pada level tank yang lebih rendah dengan debit yang besar, NPSH av turun di bawah NPSH req yang mengindikasikan terjadinya kavitasi, sehingga hasil ini memperkuat kesimpulan sebelumnya bahwa tinggi fluida minimal 75,513% diperlukan untuk menghindari kavitasi dan semakin tinggi level pulp pada tank dengan pengaturan debit yang sesuai akan menjamin nilai NPSH av > NPSH req yang berarti pompa beroperasi aman tanpa kavitasi.

IV KESIMPULAN

Dari analisis dan kalkulasi yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa tinggi fluida yang menyebabkan kavitasi pada pompa 853P031 adalah lebih rendah dari 75,513% tinggi total tangki, dan pengaruh tinggi fluida terhadap NPSH pompa menunjukkan bahwa semakin tinggi level pulp pada tank serta semakin kecil debit aliran pompa maka nilai NPSH av semakin besar sehingga kemungkinan terjadinya kavitasi semakin kecil, dimana pada level pulp 80% debit aman maksimal 0,35 m³/s, level 85% debit aman maksimal 0,425 m³/s, level 90% debit aman maksimal 0,475 m³/s, level 95% debit aman maksimal 0,55 m³/s, dan level 100% debit aman maksimal 0,6 m³/s dengan nilai NPSH av > NPSH req. Saran dari penelitian ini adalah sebelum melakukan pengukuran sebaiknya melakukan kalibrasi alat ukur dan memahami cara pengukuran yang tepat agar data akurat, perlu penelitian lebih lanjut tentang pengaruh penurunan suhu terhadap kavitasi karena dalam penelitian ini suhu diasumsikan konstan, pengambilan data vibrasi sebaiknya juga dilakukan pada pipa karena getaran paling jelas terlihat secara visual, dan perlu penelitian tentang pipe stress untuk menentukan bagian yang memerlukan support serta jenis support yang dibutuhkan.

ACKNOWLEDGEMENTS

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT X atas fasilitas dan dukungannya dalam pelaksanaan penelitian ini, serta kepada Bapak Duskiardi, S.T., M.T. atas bimbingan yang telah diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Fathoni. Teori Dasar Vibrasi. Academia.
- Berli, P., Deby, A., Bambang, R., & Azhim, A. (2019). Deteksi Kavitasi pada Pompa Sentrifugal Menggunakan Spektrum Getaran dan Spektrum Envelope. Jurnal Semesta Teknik, 22(1).
- Fatkur, Rachman. (2022). Modifikasi Pompa Proses Jenis Sentrifugal Terhadap Nilai Vibrasi di PT Z. Jurnal Rama Tekno, 2(2).
- Muis Abdul. (2019). Karakteristik Kavitasi Pada Pompa Sentrifugal.
- Putri & Wibowo. (2022). Penghitungan Design Pipa dan Efisien Pompa (Friksi, Loss, Head) Water Treatment Unit 1 PT. Pabrik Kertas TJIWI Kimia, TBK.
- Sularso. (2000). Pompa dan Kompresor. Jakarta: PT Pertja.
- Training Partner Reads. Vibration Analysis REaDs Systems. Doncaster East: Reads Systems Pty Ltd.