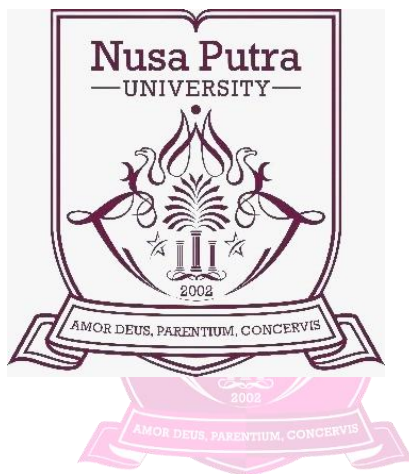


**STUDI NUMERIK PENGARUH VARIASI DEBIT AIR TERHADAP
KARAKTERISTIK DAN POTENSI KAVITASI PADA CONDENSATE
MAKEUP PUMP**

SKRIPSI

MUHAMAD RIVAL TANZIRI

20210110064



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK, KOMPUTER, DAN DESAIN
UNIVERSITAS NUSA PUTRA
SUKABUMI
2025**

**STUDI NUMERIK PENGARUH VARIASI DEBIT AIR TERHADAP
KARAKTERISTIK DAN POTENSI KAVITASI PADA CONDENSATE
MAKEUP PUMP**

SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Dalam Menempuh Gelar Sarjana Program Studi Teknik Mesin*

MUHAMAD RIVAL TANZIRI

20210110064



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS
TEKNIK, KOMPUTER, DAN DESAIN
UNIVERSITAS NUSA PUTRA
SUKABUMI**

2025

PERNYATAAN PENULIS

JUDUL : STUDI NUMERIK PENGARUH VARIASI DEBIT AIR
TERHADAP KARAKTERISTIK DAN POTENSI KAVITASI
PADA CONDENSATE MAKEUP PUMP

NAMA : MUHAMAD RIVAL TANZIRI

NIM : 20210110064

“Saya menyatakan dan bertanggungjawab dengan sebenarnya bahwa Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali cuplikan dan ringkasan yang masing-masing telah saya jelaskan sumbernya. Jika pada waktu selanjutnya ada pihak lain yang mengklaim bahwa skripsi ini sebagai karyanya, yang disertai dengan bukti-bukti yang cukup, maka saya bersedia untuk dibatalkan gelar sarjana teknik saya beserta segala hak dan kewajiban yang melekat pada gelar tersebut”.

Sukabumi, 05 Juli 2025



PERSETUJUAN SKRIPSI

JUDUL : STUDI NUMERIK PENGARUH VARIASI DEBIT AIR
TERHADAP KARAKTERISTIK DAN POTENSI KAVITASI
PADA CONDENSATE MAKEUP PUMP

NAMA : MUHAMAD RIVAL TANZIRI

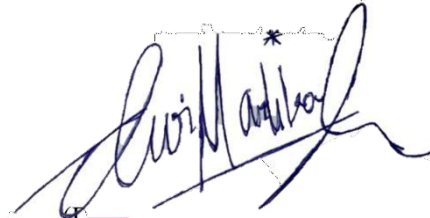
NIM : 20210110064

Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui

Sukabumi, 29 Agustus 2025

Ketua Program Studi
Teknik Mesin

Pembimbing



(Lazuardi Akmal Islami, S.Si., M.Si.)

(Dwi Mardika Lestari, M.Sc.)

NIDN: 0415039402

NIDN. 0424089501



PENGESAHAN SKRIPSI

JUDUL : STUDI NUMERIK PENGARUH VARIASI DEBIT AIR
TERHADAP KARAKTERISTIK DAN POTENSI KAVITASI
PADA CONDENSATE MAKEUP PUMP
NAMA : MUHAMAD RIVAL TANZIRI
NIM : 20210110064

Skripsi ini telah diujikan dan dipertahankan didepan Dewan penguji pada sidang skripsi tanggal 29 Agustus 2025. Menurut pandangan kami, skripsi ini memadai dari segi kualitas untuk tujuan penganugerahan gelar Sarjana Teknik (S.T).

Sukabumi, 29 Agustus 2025

Dosen Pembimbing

Penguji I



(Dwi Mardika Lestari, M.Sc.)

NIDN: 0424089501



(Dr.Eng. Odi Akhyarsi, S.T., M.Eng.)

NIDN: 0425068002

Ketua Program Studi Teknik Mesin

Penguji II



(Heppi Familiana, S.ST., M.T)

NIDN: 0422098102

(Lazuardi Akmal Islami, S.Si., M.Si.)

NIDN: 0415039402

Dekan Fakultas *Engineering, Computer and Design*

(Ir. Paikun S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng)

NIDN: 0402037401

PERSEMBAHAN

Skripsi ini dipersembahkan untuk:

“MY FAMILY”



ABSTRACT

Condensate Makeup Pump (CMP) is a component of a steam power plant (PLTU) that requires optimal performance in its operations. One of the problems that often occurs with a pump is cavitation, which can cause damage to pump components and reduce efficiency. The discharge setting on the pump affects the flow, pressure, and velocity of the fluid in the system, which has the potential to cause cavitation. This study aims to analyze the effect of variations in water discharge on the characteristics and phenomena of cavitation in CMP using the Computational Fluid Dynamics (CFD) method with ANSYS Fluent software which consists of three main stages, namely: Pre-Processing, Processing, and Post-Processing. In the Pre-Processing stage, the creation of geometric and meshing models is carried out, the Processing stage includes solver and simulation settings, and the Post-Processing stage is to display the simulation results. This study focuses on fluid flow simulation in steady and incompressible conditions, with water as the working fluid at a temperature of 30°C. The simulation results show that along with the increase in capacity (Q) can reduce the head value, increase hydraulic power, shaft power and efficiency, at $Q1$ produces a value of $H = 146.559\text{m}$; $WHP = 0.02\text{kW}$; $BHP = 39.54\text{kW}$; and $\eta = 0.05\%$. In condition $Q2$ produces a value of $H = 144.077\text{m}$; $WHP = 6.10\text{kW}$; $BHP = 42.01\text{kW}$ and $\eta = 14.52\%$. While $Q3$ produces a value of $H = 136.585\text{m}$; $WHP = 37.22\text{kW}$; $BHP = 64.57\text{kW}$; and $\eta = 57.64\%$. The potential for the formation of cavitation vapor bubbles at each variation of water discharge occurs at a higher discharge, namely in condition $Q3$ which is observed from the value of the vapor volume fraction, where the value of the vapor volume fraction for $Q1$ is an average of 4%, $Q2 = 0.5\%$ and $Q3 = 31\%$.

Keywords: Cavitation, CMP, CFD, ANSYS Fluent, PLTUs.

ABSTRAK

Condensate Makeup Pump (CMP) merupakan salah satu komponen pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) yang memerlukan kinerja optimal pada operasionalnya. Salah satu masalah yang sering terjadi pada sebuah pompa adalah kavitasi, yang dapat menyebabkan kerusakan pada komponen pompa dan menurunkan efisiensi. Pengaturan debit pada pompa mempengaruhi aliran, tekanan, dan kecepatan fluida dalam sistem, yang berpotensi terjadinya kavitasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi debit air terhadap karakteristik dan fenomena kavitasi pada CMP menggunakan metode *Computational Fluid Dynamics* (CFD) dengan software ANSYS Fluent yang terdiri dari tiga tahap utama yaitu: *Pre-Processing*, *Processing*, dan *Post-Processing*. Pada tahap *Pre-Processing*, dilakukan pembuatan model geometri dan *meshing*, tahap *Processing* mencakup pengaturan solver dan simulasi, serta tahap *Post-Processing* untuk menampilkan hasil simulasi. Penelitian ini berfokus pada simulasi aliran fluida dalam kondisi *steady* dan *incompressible*, dengan air sebagai fluida kerja pada suhu 30°C. Hasil simulasi menunjukkan bahwa seiring dengan peningkatan kapasitas (Q) dapat menurunkan nilai *head*, meningkatkan daya hidrolis, daya poros dan efisiensi, pada Q1 menghasilkan nilai $H = 146,559m$; $WHP = 0,02kW$; $BHP = 39,54kW$; dan $\eta = 0,05\%$. Pada kondisi Q2 menghasilkan nilai $H = 144,077m$; $WHP = 6,10kW$; $BHP = 42,01kW$ dan $\eta = 14,52\%$. Sedangkan Q3 menghasilkan nilai $H = 136,585m$; $WHP = 37,22kW$; $BHP = 64,57kW$; dan $\eta = 57,64\%$. Potensi terbentuknya gelembung uap kavitasi pada setiap variasi debit air terjadi pada debit yang lebih tinggi yaitu pada kondisi Q3 yang diamati dari nilai fraksi volume uap nya, dimana nilai fraksi volume uap untuk Q1 rata-rata 4%, Q2=0,5% dan Q3=31%.

Kata kunci: Kavitasi, CMP, CFD, ANSYS Fluent, PLTU.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “STUDI NUMERIK PENGARUH VARIASI DEBIT AIR TERHADAP KARAKTERISTIK DAN POTENSI KAVITASI PADA CONDENSATE MAKEUP PUMP”. Shalawat serta salam semoga selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat dan para pengikutnya. Pencapaian ini tentu tidak lepas dari dukungan dari berbagai pihak sehingga dapat terlaksana dengan baik dan lancar, oleh karena itu tidak lupa saya ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya, kepada Yth :

1. Orang tua dan Keluarga yang selalu memberi support secara moral maupun materil, memotivasi dalam menempuh pendidikan.
2. Bapak Dr. Kurniawan ST.,M.Si.,MM selaku Rektor Universitas Nusa Putra.
3. Bapak Lazuardi Akmal Islami, M.Si selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin.
4. Ibu Dwi Mardika Lestari, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing skripsi.
5. Bapak Dr. Eng. Odi Akhyarsi, S.T., M.Eng. dan Ibu Heppi Familiana, S.ST., M.T selaku dosen penguji.
6. Segenap teman-teman satu perjuangan yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari akan keterbatasan ilmu pengetahuan yang dimiliki dalam penyusunan skripsi ini sehingga masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis selalu mengharapkan kritik dan saran demi kesempurnaan dimasa yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca terkhusus bagi penulis.

Sukabumi, 05 Juli 2025

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIK**

Sebagai civitas akademik UNIVERSITAS NUSA PUTRA, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhamad Rival Tanziri

NIM 20210110064

Program Studi : Teknik Mesin

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nusa Putra. **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-Exclusive Royalty- Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

STUDI NUMERIK PENGARUH VARIASI DEBIT AIR TERHADAP KARAKTERISTIK DAN POTENSI KAVITASI PADA CONDENSATE MAKEUP PUMP, beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Nusa Putra berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Sukabumi

Pada tanggal : 05 Juli 2025

Yang menyatakan

(Muhamad Rival Tanziri)

DAFTAR ISI

PERNYATAAN PENULIS	ii
PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iii
PENGESAHAN SKRIPSI	iv
PERSEMBAHAN	v
ABSTRACT	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR SIMBOL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 <i>Condensate Makeup Pump (CMP)</i>	4
2.2 Siklus Air dan Uap.....	6
2.3 Karakteristik Pompa Sentrifugal.....	7
2.4 Kavitasi	10
2.5 <i>Computational Fluids Dynamics (CFD)</i>	12
2.5.1 Persamaan dan Pemodelan Metode CFD	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	19
3.1 Diagram Alir Penelitian	19
3.2 Studi Literatur dan Pengumpulan Data.....	19
3.3 Metode Numerik.....	21
3.3.1 Tahap <i>Pre-Processing</i>	21
3.3.2 Tahap <i>Processing</i>	27
3.3.3 Tahap <i>Post-Processsing</i>	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1 <i>Mesh Independency Test</i>	32

4.2 Analisis Karakteristik Pompa	34
4.2.1 <i>Head</i> Pompa	34
4.2.2 Daya Hidrolis (<i>WHP</i>)	35
4.2.3 Daya Poros (<i>BHP</i>)	36
4.2.4 Efisiensi	37
4.3 Analisis Hasil Simulasi	37
4.3.1 Distribusi Kecepatan	37
4.3.2 Distribusi Tekanan	43
4.4 Analisis Fenomena Kavitasi	45
BAB V PENUTUP	49
5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	50



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Klasifikasi pompa CMP.....	5
Gambar 2. 2. Condensate Makeup Pump.....	5
Gambar 2. 3. Bagian-bagian <i>Condensate Makeup Pump</i>	6
Gambar 2. 4. Diagram T-S Siklus Rankine Sederhana	7
Gambar 2. 5. Siklus air dan uap PLTU Jabar 2 Pelabuhan Ratu.....	7
Gambar 2. 6. Kurva karakteristik utama.....	8
Gambar 2. 7. Kurva karakteristik kerja	8
Gambar 2. 8. kurva Q-H.....	9
Gambar 2. 9. Kurva daya poros pompa.....	10
Gambar 2. 10. Efisiensi pompa	10
Gambar 2. 11. Diagram kesetimbangan fase air.....	11
Gambar 2. 12. Proses terbentuknya gelembung uap	11
Gambar 2. 13. Kavitasi pada impeller.....	12
Gambar 2. 14. Mesh Metric Spectrum	13
Gambar 3. 1. Diagram Alir Penelitian.....	19
Gambar 3. 2. Pengukuran dimensi komponen pompa (dokumentasi pribadi)	22
Gambar 3. 3. Proses pembuatan 3D model (dokumentasi pribadi).....	23
Gambar 3. 4. Explode view model geometri CMP.....	23
Gambar 3. 5. Domain Stationary Inlet.....	24
Gambar 3. 6. Domain rotating.....	25
Gambar 3. 7. Domain stationary outlet	25
Gambar 3. 8. Meshing domain. a) Surface mesh, b) Cell mesh.....	27
Gambar 3. 9. Input Persamaan pada Software Fluent	28
Gambar 3. 10. Input New Expressions.....	29
Gambar 3. 11. Menentukan Surface Plane	29
Gambar 3. 12. Pembuatan XY Plane.....	31
Gambar 4. 1. Grafik mesh independency test.....	34
Gambar 4. 2. Karakteristik pompa: Kurva Q-H.....	35
Gambar 4. 3. Karakteristik Pompa: Q-WHP	36
Gambar 4. 4. Karakteristik Pompa: Q-BHP	36
Gambar 4. 5. Karakteristik pompa: Q- η	37

Gambar 4. 6. Distribusi kecepatan pada pompa. a) Q1 (0,011 m ³ /h), b) Q2 (0,260 m ³ /h), c) Q3 (1,674 m ³ /h)	38
Gambar 4. 7. Vektor kecepatan Q1 (0,011 m ³ /h)	39
Gambar 4. 8. Pathline Velocity Q1	41
Gambar 4. 9. Distribusi tekanan pada pompa. a) Q1 (0,011 m ³ /h), b) Q2 (0,260 m ³ /h), c) Q3 (1,674 m ³ /h)	44
Gambar 4. 10. Line probe pada impeller.....	46



DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1. Data kondisi operasi pompa dan motor penggerak	20
Tabel 3. 2. Data Spesifikasi Material Fluida (Lampiran A).....	21
Tabel 3. 3. Geometri pompa	22
Tabel 3. 4. Data Spesifikasi Kondisi Batas	25
Tabel 3. 5. Parameter Meshing.....	26
Tabel 3. 6. Setup Parameter Simulasi.....	30
Tabel 4. 1. Nilai hasil mesh independency test (Lampiran C)	33
Tabel 4. 2. Detail vektor kecepatan	40
Tabel 4. 3. Pathline kecepatan aliran forward dan backward.....	42
Tabel 4. 4. Volume Fraction Impeller Blade.....	46



DAFTAR SIMBOL

H	: head pompa (m)
p_d	: tekanan total pada sisi tekan (Pa)
p_s	: tekanan total pada sisi hisap (Pa)
ρ	: massa jenis fluida (kg/m ³)
g	: percepatan gravitasi (m/s ²)
Q	: kapasitas (m ³ /s)
A	: luas penampang (m ²)
V	: kecepatan aliran (m/s)
$\dot{m}$	: mass flow rate (kg/s)
T	: torsi (Nm)
ω	: kecepatan sudut poros (rad/s)
n	: putaran motor (rpm)
η	: efisiensi (%)
∇	: divergensi
$\vec{V}$	: vektor kecepatan (m/s)
t	: waktu (s)
cv	: control volume
cs	: control surface
ΣF	: jumlah gaya total



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) merupakan salah satu perusahaan yang memiliki peran vital dalam memenuhi kebutuhan listrik nasional yang digunakan dalam berbagai sektor seperti industri, komersial bahkan rumah tangga [1]. Dalam operasional pembangkit listrik, kinerja optimal berbagai komponen menjadi hal yang penting untuk menjaga kelancaran produksi energi salah satunya yaitu *Condensate Makeup Pump* (CMP). Pompa ini merupakan jenis pompa sentrifugal *single stage* yang mempunyai peran penting dalam pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) untuk memasok air demineral atau sebagai *transfer pump* dari *makeup water tank* kedalam sistem kondensat untuk menggantikan atau mengembalikan kehilangan air karena penguapan [2].

Salah satu masalah yang sering terjadi dalam operasional sebuah pompa ialah kavitasi, yaitu fenomena yang terjadi ketika tekanan fluida didalam sistem turun dibawah tekanan uap jenuhnya, sehingga gelembung uap akan terbentuk kemudian pecah pada tekanan tinggi dan akan menyebabkan kerusakan pada komponen pompa seperti *impeller* dan *casing* serta dapat menurunkan efisiensi dan memperpendek umur peralatan [3]. Salah satu faktor yang berpengaruh terhadap terjadinya kavitasi pada pompa adalah penyesuaian debit air dengan mengatur bukaan *valve*, yang berperan penting dalam mengatur aliran, tekanan dan kecepatan fluida didalam sistem.

Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Puji Saksono et al, variasi bukaan valve pada pompa sentrifugal memiliki dampak signifikan terhadap nilai getaran, efisiensi, dan potensi kavitasi. Dalam kondisi operasi dengan bukaan valve 25%, 50%, dan 75%, terjadi perubahan efisiensi secara bertahap, dari 65,03% hingga 80,27%, yang juga mempengaruhi frekuensi kavitasi dan stabilitas aliran fluida dalam pompa [4]. Penelitian ini menunjukkan pentingnya penyesuaian debit air sebagai parameter kontrol kinerja pompa untuk mengetahui risiko kavitasi dan menjaga efisiensi sehingga dapat memastikan peralatan dapat bekerja dengan baik dan optimal.

Saat ini banyak metode untuk memastikan suatu peralatan dapat bekerja dengan baik salah satunya menggunakan analisis numerik *Computational Fluid Dynamic* (CFD). CFD merupakan teknik simulasi numerik untuk mempelajari dinamika fluida, menganalisis serta memvisualisasikan aliran fluida dan transfer panas dalam suatu sistem yang ditampilkan dalam bentuk degradasi warna ataupun plot kontur [5]. Mengingat pentingnya kinerja CMP dalam operasi pembangkit listrik tenaga uap, maka dari itu dilakukan penelitian yang berjudul “Studi Numerik Pengaruh Variasi Debit Air Terhadap Karakteristik Dan Potensi Kavitasasi Pada Condensate Makeup Pump” dengan harapan dapat digunakan untuk menganalisis permasalahan aliran, mengetahui potensi terjadinya kavitasasi serta memastikan pompa bekerja secara optimal dan mengidentifikasi potensi perbaikan untuk meningkatkan efisiensi pada peralatan pembangkit listrik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka yang menjadi rumusan masalah dalam penulisan riset ini yaitu:

1. Bagaimana pengaruh variasi debit air terhadap karakteristik pada *Condensate Makeup Pump* menggunakan metode CFD?
2. Bagaimana pengaruh variasi debit air terhadap distribusi tekanan, kecepatan pada *Condensate Makeup Pump* dapat dianalisis menggunakan metode CFD?
3. Bagaimana pengaruh variasi debit air terhadap fenomena dan potensi terjadinya kavitasasi pada *Condensate Makeup Pump* dapat dianalisis menggunakan metode CFD?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Perhitungan dilakukan dengan metode numerik menggunakan *Ansys Fluent*.
2. Simulasi dilakukan secara 3D dengan asumsi aliran pada pompa dalam kondisi *Steady* dan *Incompressible*.
3. Efek perpindahan panas dan perubahan temperatur pada pompa saat operasi diabaikan.
4. Fluida kerja yang digunakan adalah air dengan suhu operasi 30° dan *density* $\rho = 995,7 \text{ kg/m}^3$

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini mempunyai tujuan yang hendak dicapai untuk dapat memberikan manfaat. Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh variasi debit air terhadap karakteristik pompa pada Condensate Makeup Pump menggunakan metode CFD.
2. Mengetahui pengaruh variasi debit air terhadap distribusi tekanan, kecepatan pada pompa *Condensate Makeup Pump*.
3. Mengetahui pengaruh variasi debit air terhadap fenomena dan potensi terjadinya kavitasi pada *Condensate Makeup Pump*.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Proses simulasi pada pompa CMP menggunakan metode CFD telah dilakukan dengan tiga tahap yaitu *Pre-processing* meliputi input permasalahan kedalam program CFD, *Processing* atau perhitungan solusi numerik sesuai dengan kondisi yang di masukan pada saat *pre-processing*, dan *Post-processing* atau tahap untuk menampilkan hasil perhitungan berupa kontur, *vector*, dan *pathline*. Dengan hasil penelitian yang dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Seiring peningkatan debit air pada pompa CMP dapat menurunkan nilai *head*, meningkatkan daya hidrolis, daya poros dan efisiensi. Pada kondisi Q1 menghasilkan nilai $H = 146,559m$; $WHP = 0,02kW$; $BHP = 39,54kW$; dan $\eta = 0,05\%$. Pada kondisi Q2 menghasilkan nilai $H = 144,077m$; $WHP = 6,10kW$; $BHP = 42,01kW$ dan $\eta = 14,52\%$. Sedangkan Q3 menghasilkan nilai $H = 136,585m$; $WHP = 37,22kW$; $BHP = 64,57kW$; dan $\eta = 57,64\%$.
2. Distribusi tekanan pada setiap variasi debit menunjukan tekanan rendah pada bagian *suction side* dibawah tekanan uap jenuh (4243 Pa) dan tekanan tertinggi pada bagian *discharge*, sedangkan distribusi kecepatan meningkat seiring dengan peningkatan debit pompa.
3. Fenomena kavitasi dapat diamati dari rasio antara volume uap terhadap volume campuran dari *liquid* dan *vapor* (Fraksi volume uap), dimana nilai fraksi volume uap pada Q1 rata-rata 4%, Q2=0,5% dan Q3=31% sehingga potensi terbentuknya gelembung uap kavitasi terjadi pada debit pompa yang lebih tinggi yaitu pada variasi Q3.

5.2 Saran

Perlu dilakukan analisis atau eksperimen lebih lanjut guna mengetahui lebih detail karakteristik dan fenomena terbentuknya kavitasi pada pompa CMP, juga dapat dilakukan analisis dengan menggunakan variabel lain seperti variasi putaran motor.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. B. O. Damara and I. N. M. Yasa, “Analisis Faktor - Faktor Yang Mempengaruhi Permintaan Energi Listrik Di Provinsi Bali,” *E-Jurnal Ekon. Pembang. Univ. Udayana*, vol. 8, no. 1, pp. 211–238, 2019.
- [2] P. P. I. Power, “Turbine Manual Book.”
- [3] O. Glovatsky, R. Ergashev, A. Saparov, M. Berdiev, and B. Shodiev, “Cavitation-abrasive wear working collectors of pumps,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 869, no. 4, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/869/4/042006.
- [4] P. Saksono, Suherna, B. Maryanti, and E. Hidayah, “Analisis Variasi Buka-an Output Valve Pompa Sentrifugal Bertingkat Terhadap Nilai Getaran, Efisiensi dan Kavitasi,” *J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 8, no. 1 mei, 2023.
- [5] M. I. Fermi, “Pemanfaatan Metode Computational Fluid Dynamics (CFD) Dalam Perancangan Kompor Biomassa,” *J. Teknobiologi*, vol. 1, pp. 15–19, 2014.
- [6] M. Suarda, “pompa dan kompressor,” *Univ. udayana*, 2016.
- [7] A. Mahmudi, “Pompa dan kompresor,” *Teknik Mesin Politeknik Negeri Bandung*.
- [8] P. Nikosai TBS and I. Syarief arief, “Optimasi Desain Impeller Pompa Sentrifugal Menggunakan Pendekatan CFD,” *J. SAINS DAN SENI ITS*, vol. 4, no. 2, 2015.
- [9] E. I. Plc, *Radial, Mixed and Axial Flow Pumps.*, no. 2007. The Institution of Mechanical Engineers, The Institution of Chemical Engineers, 1980.
- [10] Liancheng group, *SLZA Series Petro Chemical Process Pump*. Jiangqiao Shanghai, 2008.
- [11] J. Permana and I. Kurniawan, “Analisis Perhitungan Daya Turbin Yang Dihasilkan Dan Efisiensi Turbin Uap Pada Unit 1 Dan Unit 2 Di Pt. Indonesia Power Uboh Ujp Banten 3 Lontar,” *Mot. Bakar J. Tek. Mesin*,

2017, doi: 10.31000/mbjtm.v1i2.731.

- [12] M. Khetagurov, *Marine Auxilary Machinery and System*. moscow: Peace Publisher, 1965.
- [13] W.-G. Li, "Impeller Trimming of an Industrial Centrifugal Viscous Oil Pump," *Int J Adv. Des. Manuf. Technol.*, vol. 5, no. 1, 2011.
- [14] S. Chakraborty, K. Choudhuri, P. Dutta, and B. Debbarma, "Performance prediction of Centrifugal Pumps with variations of blade number," *J. Sci. Ind. Res. (India)*., vol. 72, no. 6, pp. 373–378, 2013.
- [15] B. Ajar, "Bahan Ajar Pompa Dan Kompresor Bagian I : Pompa," 2015.
- [16] Haryono, "Definition Centrifugal Pump and structural," Politeknik Negeri bandung, 2014.
- [17] P. Haasbroek, "Simulation and testing of centrifugal pump cavitation," Stellenbosch University, 2024.
- [18] J. F. Gülich, *Centrifugal Pumps*. New York: Springer Berlin Heidelberg, 2008.
- [19] S. . Dixon, *mekanika fluida termodinamika Mesin turbo*. UI press jakarta.
- [20] S. D.G, *principles of turbomachinery*. Macmillan, Newyork, 1956.
- [21] Michael Smith Engineers, "Useful information on pump cavitation." Accessed: Jul. 08, 2024. [Online]. Available: <https://www.michael-smith-engineers.co.uk/resources/useful-info/pump-cavitation>
- [22] P. I.S, *Cavitation*. Mills & Boon: M&B Monograph ME/10, 1972.
- [23] P. I.S, *Acoustic detection of cavitation. Symposium on vibrations in hidraulic pumps and turbines*. London: Proc. Instn. Mech. engrs.
- [24] J. Jensen and K. Dayton, "Detecting cavitation in centrifugal pumps," *ORBIT* , *Second Quart.*, pp. 25–30, 2000.
- [25] N. Pokharel, A. Ghimire, B. Thapa, and B. S. Thapa, "Wear in centrifugal pumps with causes, effects and remedies: A Review," *IOP Conf. Ser. Earth*

- Environ. Sci.*, vol. 1037, no. 1, 2022, doi: 10.1088/1755-1315/1037/1/012042.
- [26] H K versteeg and W Malalasekera, *An Introduction to Computational Fluid Dynamics*, 2nd ed. Edinburgh Gate Harlow Essex CM20 2JE England, 2007.
- [27] ANSYS, “Introduction to ANSYS Meshing: Mesh Quality & Advanced Topics,” in *ANSYS Inc*, 2015, ch. 7.
- [28] D. S. Wahono, “The Numerical Study Of Impeller Backward Type Centrifugal Pump With Rotation and Discharge Pump Variation,” Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, 2016.
- [29] F. M. White, *Mekanika Fluida*, 2nd ed. Jakarta: Penerbit Erlangga, 1988.
- [30] T. Armanto, “ANALISIS COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (CFD) SISTEM PEMANASAN DAN PENDINGINAN BIOREAKTOR FERMENTASI KOPI,” Universitas Tidar, 2024.
- [31] U. Faruk and Kamiran, “Analisis Pengaruh Aliran Turbulen Terhadap Karakteristik Lapisan Batas pada Pelat Datar Panas,” *J. SAINS DAN SENI ITS*, vol. 1, no. 1, 2012.
- [32] Fluent Inc, *Fluent 6.3 User's guide*. Centerra Resource Park 10 Cavendish Court Lebanon, NH 03766, 2006. doi: 10.1016/0167-4048(92)90125-B.
- [33] A. N. Elmekawy, “Fluent Solver Settings”.
- [34] M. Alit, H. Rahman, and M. Silvano Ibrahim, “Pengaruh Nilai Buka-an Valve Terhadap Daya Yang Dihasilkan Oleh Turbin Uap Dalam Waste to Heat Energy System,” in *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta*, Depok, 2022.
- [35] A. Pratama, J. H. Ramdani, K. Makbil, and D. M. Lestari, “Analisis Pengaruh Inlet Temperatur Sistem Pendingin Buatan Terhadap Kenyamanan Termal Kelas Universitas Nusa Putra Dengan Metode Cfd,” *J. Permadi Perancangan, Manufaktur, Mater. dan Energi*, vol. 3, no. 2, pp. 69–87, 2021, doi: 10.52005/permadi.v3i2.50.

- [36] Y. Sanjaya, D. Priambodo, P. Widyasih Sarli, H. D. Setio, and Syariefatunnisa, "Pemodelan Numerik Aliran Angin di Sekitar Gedung Tinggi Menggunakan Metode RANS Standard K- ϵ dengan Program OpenFOAM," *Media Komun. Tek. Sipil*, vol. 28, no. 1, pp. 153–160, 2022.
- [37] A. L. Johanis, "Pemodelan Pembebanan Pada Batang Berongga Dan Pipa Menggunakan Perangkat Lunak Abaqus," vol. 2, no. 1, 2019.
- [38] A. Ramadhan Mohsin Al-Obaidi, "Experimental And Numerical Investigations On The Cavitation Phenomenon In A Centrifugal Pump," University of Huddersfield, 2018.
- [39] A. Hadi Wiyono, "Meningkatkan Kapasitas Dan Efisiensi Pompa Centrifugal Dengan Jet-Pump," *Teknopans*, vol. 3, no. 1, pp. 1–10, 2021.
- [40] Sukatma, Sudarja, and M. Mujadid Ighna Wathon, "Analisis Unjuk Kerja Boiler Feed Pump Turbine Untuk Kapasitas Ketel Uap 2000 Ton / Jam Di PLTU Cirebon Jawa Barat," vol. 18, no. 1, pp. 21–29, 2015.
- [41] S. A. Darmawan, *Pompa Sentrifugal*. 2016.
- [42] A. Muis, Muchsin, and M. H. Bachri, "Karakteristik Kavitasi Pada Pompa Sentrifugal," *J. Mek.*, vol. 10, no. 2, 2019.

