



**ANALISIS MODIFIKASI GEOMETRI BUCKET
DEBRIS FILTER BERBASIS CFD PADA SISTEM
OPEN CYCLE COOLING WATER PLTU NAGAN
RAYA**

SKRIPSI

Disusun Oleh:
ARFAN MAYSAR RAIS
NIM. 20251331023

Dosen Pembimbing
ILYAS SOFANA, S.Pd., M.T
NIDN. 07.0707.9701

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA
2026**

SKRIPSI
ANALISIS MODIFIKASI GEOMETRI BUCKET DEBRIS
FILTER BERBASIS CFD PADA SISTEM *OPEN CYCLE*
COOLING WATER PLTU NAGAN RAYA



Disusun Oleh :
Arfan Maysar Rais
NIM : 20251331023

Dosen Pembimbing
ILYAS SOFANA, S.Pd., M.T
NIDN. 0707079701

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA
2026

**CFD-BASED ANALYSIS OF DEBRIS FILTER BUCKET
GEOMETRY MODIFICATION IN THE OPEN CYCLE
COOLING WATER SYSTEM OF NAGAN RAYA STEAM
POWER PLANT**



By:
Arfan Maysar Rais
NIM : 20251331023
● Academic Supervisor ●
ILYAS SOFANA, S.Pd., M.T
NIDN. 0707079701

**MECHANICAL ENGINEERING STUDY
PROGRAM FACULTY OF ENGINEERING
MUHAMMADIYAH UNIVERSITY OF SURABAYA
2026**

LEMBAR PENGESAHAN

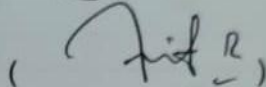
Diajukan kepada Fakultas Teknik untuk memenuhi
persyaratan memperoleh satu gelar Sarjana Teknik
Jurusan S1 Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surabaya

Diajukan dan disahkan oleh :

Dosen Penguji :

1. Ir. Ponidi, ST, MT, IPM, A.Eng
2. Dr. M. Arif Batutah, S.T., M.T., IPM.

()

()

Dosen Pembimbing :

1. Ilyas Sofana, S.Pd., M.T.

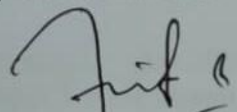
()

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik

Ir. Vippy Dharmawan, M.Ars.

NIDN. 0725096402

Menyetujui,
Kaprodi Teknik Mesin


Dr. M. Arif Batutah, S.T., M.T., IPM.

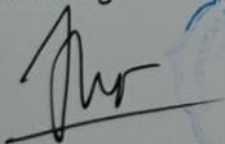
NIDN. 0707067402

BERITA ACARA BIMBINGAN TIGAS AKHIR

Nama : ARFAN MAYSAR RAIS
 NIM : 20251331023
 Jurusan : Teknik Mesin
 Judul : Analisis Modifikasi Geometri Bucket Debris
 Filter Berbasis CFD Pada Sistem *Open Cycle*
 Cooling Water PLTU Nagan Raya

No	Tanggal	Materi	Paraf Pembimbing	Paraf Mahasiswa
1.	28-02-26	Konsultasi Tema Skripsi		
2.	12-03-26	Progress Bab I - III		
3.	07-04-26	Konsultasi Tinjauan Pustaka		
4.	14-04-26	Perbaikan Bab I-III		
5.	28-04-26	Konsultasi Bab IV		
6.	12-05-26	Perbaikan Bab IV		
7.	24-05-26	Konsultasi Bab V		
8.	04-06-26	Konsul Total & PPT		
9.	10-04-26	Acc ujian Skripsi		

Mengetahui,
Pembimbing



Ilyas Sofana, S.Pd., M.T.
NIDN. 0707079701



Menyetujui, Juli 2026
Kaprosdi Teknik Mesin



Dr. M. Arif Batutah, ST, MT, IPM
NIDN. 0707067402

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : ARFAN MAYSAR RAIS
NIM : 20251331023
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi uang berjudul "Analisis Modifikasi Geometri Bucket Debris Filter Berbasis CFD Pada Sistem *Open Cycle Cooling Water* PLTU Nagan Raya" yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dibawah bimbingan dosen Ilyas Sofana, S.Pd., M.T. kecuali kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa skripsi saya ini hasil dari jiplakan maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut sesuai peraturan yang berlaku.



Surabaya, Juli 2026

Arfan Maysar Rais
20251331023

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS MODIFIKASI GEOMETRI BUCKET DEBRIS
FILTER BERBASIS CFD PADA SISTEM *OPEN CYCLE*
COOLING WATER PLTU NAGAN RAYA

ARFAN MAYSAR RAIS
NIM : 20251331023

Telah disetujui dan dinyatakan sah sebagai karya ilmiah yang
berhak diujikan yang telah ditetapkan oleh fakultas.
Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas
Muhammadiyah Surabaya.

Mengetahui,
Pembimbing



Ilyas Sofana, S.Pd., M.T.
NIDN. 0707079701

Menyetujui, Juli 2026
Kaprodin Teknik Mesin



Dr. M. Arif Batutah, ST, MT, IPM
NIDN. 0707067402

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kepada Allah SWT. karena dengan nikmat-Nya, Allah masih memberikan kepada penulis yang dapat menyelesaikan skripsi ini dengan benar dan tepat waktu. Laporan skripsi ini berjudul “Analisis Modifikasi Geometri Bucket Debris Filter Berbasis CFD Pada Sistem *Open Cycle Cooling Water* PLTU Nagan Raya”. Skripsi ini diselesaikan sebagai persyaratan kelulusan dan memperoleh gelar sarjana pada program pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surabaya.

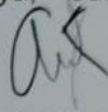
Dalam kesempatan ini penulis juga mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Prof. Dr. Mundakir, S.Kep. Ns., M.Kep. FisQua, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Surabaya.
2. Ir. Vippy Dharmawan. M.Ars, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya.
3. Dr. Moh. Arif Batutah, S.T., M.T., IPM. selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surabaya.
4. Ilyas Sofana, S.Pd., M.T sebagai dosen pembimbing skripsi yang mengawasi serta memberi pengarahan dalam penyusunan laporan ini.
5. Seluruh Dosen yang ada di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surabaya.
6. Keluarga atas dukungan moral dan materi yang diberikan kepada penulis, khususnya istri penulis Haifa Aunur Rahim dan anak penulis Damtsa Azilla Zorayz.
7. Atasan penulis dan seluruh rekan kerja serta teman-teman yang ikut berkontribusi pada laporan ini.
8. Semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan, baik moril maupun materil.

Tentunya masih terdapat kekurangan dalam penyusunan skripsi ini, dan dari segi bahasa tertulis maupun isi, masukan dan kritik yang membangun sangat diperlukan dari segi

keutuhan karya. Demikian semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semuanya.

Surabaya, Juli 2026

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Arfan' followed by a stylized surname.

Arfan Maysar Rais
NIM. 20251331023

Analisis Modifikasi Geometri Bucket Debris Filter Berdasarkan CFD pada Sistem *Open Cycle Cooling Water* PLTU Nagan Raya

Nama : Arfan Maysar Rais
NIM : 20251331023
Program Studi : S1 Teknik Mesin
Dosen Pembimbing : ILYAS SOFANA, S.Pd., M.T

ABSTRAK

Debris filter merupakan komponen penting pada *Open Cycle Cooling Water System* PLTU yang berfungsi sebagai penyaring terakhir air laut sebelum memasuki kondensor. Geometri bucket yang kurang hidrodinamis dapat menyebabkan peningkatan differential pressure, turbulensi aliran, serta beban mekanis pada sistem *backwash*, sehingga berpotensi mengganggu keandalan operasi debris filter. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh modifikasi geometri bucket debris filter terhadap karakteristik aliran fluida menggunakan metode *Computational Fluid Dynamics* (CFD) sebagai dasar rekomendasi perbaikan desain pada PLTU Nagan Raya. Simulasi dilakukan menggunakan metode *Finite Volume Method* dengan model turbulensi standar $k-\epsilon$ pada tiga konfigurasi bucket, yaitu bucket standar, bucket modifikasi dengan radius kelengkungan $R=500$ mm, dan $R=700$ mm. Parameter yang dianalisis meliputi distribusi kecepatan, distribusi tekanan, pola aliran (*pathline*), turbulensi, serta gaya yang bekerja pada bucket. Hasil simulasi menunjukkan bahwa modifikasi bucket berprofil lengkung mampu menghasilkan distribusi aliran yang lebih homogen, mengurangi turbulensi, meningkatkan gaya hisap menuju saluran *backwash*, serta memperbaiki karakteristik gaya yang bekerja pada bucket dibandingkan desain standar. Di antara variasi yang diuji, bucket dengan radius kelengkungan $R=500$ mm menunjukkan performa terbaik berdasarkan karakteristik aliran dan peningkatan gaya tangensial. Oleh karena itu, desain bucket

dengan radius kelengkungan $R=500$ mm direkomendasikan sebagai alternatif perbaikan debris filter pada PLTU Nagan Raya.

Kata Kunci: CFD, debris filter, bucket, turbulensi, backwash, Open Cycle Cooling Water System, PLTU Nagan Raya.



CFD-Based Analysis of Bucket Geometry Modification for a Debris Filter in the Open Cycle Cooling Water System of Nagan Raya Coal-Fired Power Plant

Nama : Arfan Maysar Rais
Nim : 20251331023
Program Studi : Bachelor of Mechanical Engineering
Dosen Pembimbing : ILYAS SOFANA, S.Pd., M.T.

ABSTRACT

The debris filter is a critical component of the Open Cycle Cooling Water System in a coal-fired power plant (CFPP), serving as the final filtration stage for seawater before it enters the condenser. A bucket geometry with poor hydrodynamic characteristics can increase differential pressure, induce flow turbulence, and impose greater mechanical loads on the backwash system, thereby reducing the operational reliability of the debris filter. This study aims to analyze the effect of bucket geometry modification on the fluid flow characteristics of a debris filter using Computational Fluid Dynamics (CFD) as a basis for design improvement recommendations for the Nagan Raya Coal-Fired Power Plant. The simulations were performed using the Finite Volume Method (FVM) with the standard $k-\epsilon$ turbulence model on three bucket configurations: the original bucket, a modified bucket with a curvature radius of $R=500$ mm, and a modified bucket with a curvature radius of $R=700$ mm. The analyzed parameters included velocity distribution, pressure distribution, flow patterns (path lines), turbulence, and forces acting on the bucket. The simulation results indicated that the curved bucket designs provide a more uniform flow distribution, reduce flow turbulence, enhance the suction force toward the backwash channel, and improves the force characteristics acting on the bucket compared to the standard design. Among the configurations evaluated, the bucket with a curvature radius of $R=500$ mm exhibited the best performance based on flow characteristics and the increased tangential

force. Therefore, a bucket design with a curvature radius of $R=500$ mm is recommended as an alternative improvement for the debris filter at Nagan Raya Coal-Fired Power Plant.

Keywords: Computational Fluid Dynamics (CFD), Debris Filter, Bucket, Turbulence, Backwash, Open Cycle Cooling Water System, Nagan Raya Coal-Fired Power Plant.



DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan	iv
Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir	v
Pernyataan Keaslian Tulisan	vi
Lembar Persetujuan	vii
Kata Pengantar	viii
Abstrak	x
Abstract	xii
Daftar Isi	xiv
Daftar Tabel	xviii
Daftar Gambar	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat	5
1.5 Batasan Masalah	5
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	7
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.2 Dasar Teori	9
2.2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)	9
2.2.1.1 Pengertian PLTU	9
2.2.1.2 Prinsip Kerja PLTU	9
2.2.1.3 Komponen Utama PLTU	10
2.2.1.4 Siklus Rankine	11
2.2.2 Kondensor	12
2.2.2.1 Pengertian Kondensor	12
2.2.2.2 Prinsip Kerja Kondensor	13
2.2.2.3 Kondensor sebagai Sistem Pendingin ..	14
2.2.3 <i>Open Cycle Cooling Water System</i>	15
2.2.3.1 Pengertian <i>Open Cycle Cooling Water</i> <i>System</i>	15
2.2.3.2 Komponen <i>Open Cycle Cooling Water</i> <i>System</i>	25

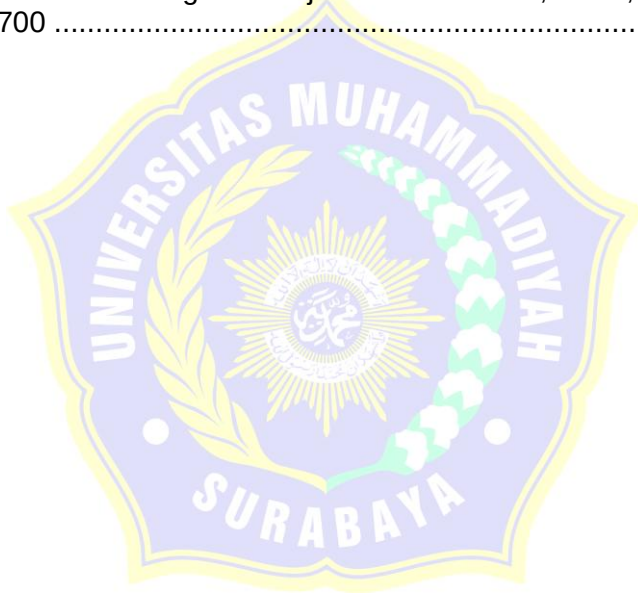
2.2.3.3 Debris Filter dalam <i>Open Cycle Cooling Water System</i>	17
2.2.3.4 Dampak Hambatan Aliran terhadap Sistem Pendingin	17
2.2.4 Debris Filter	18
2.2.4.1 Pengertian dan Fungsi Debris Filter	18
2.2.4.2 Sistem <i>Backwash</i>	19
2.2.4.3 Permasalahan Operasional Debris Filter	20
2.2.5 Bucket Debris Filter	21
2.2.5.1 Fungsi Bucket	21
2.2.5.2 Geometri Bucket Standar	21
2.2.5.3 Kerusakan yang Sering Terjadi pada Bucket	22
2.2.5.4 Modifikasi Geometri Bucket	25
2.2.6 <i>Differential Pressure</i>	27
2.2.6.1 Pengertian <i>Differential Pressure</i>	27
2.2.6.2 Faktor yang Mempengaruhi <i>Differential Pressure</i>	28
2.2.6.3 Dampak <i>Differential Pressure</i> terhadap Operasi Debris Filter	29
2.2.7 Gaya Hidrodinamika pada Bucket	30
2.2.7.1 Gaya Hidrodinamika	30
2.2.7.2 Gaya Aksial (<i>Axial Force</i>)	31
2.2.7.3 Gaya Tangensial (<i>Tangential Force</i>)	31
2.2.7.4 Torsi pada Bucket	32
2.2.8 <i>Computational Fluid Dynamics</i> (CFD)	33
2.2.8.1 Pengertian CFD	33
2.2.8.2 Persamaan Dasar CFD	33
2.2.8.3 <i>Finite Volume Method</i> (FVM)	34
2.2.8.4 Model Turbulensi $k-\epsilon$	34
2.2.8.5 <i>Meshing</i>	35
2.2.8.6 <i>Boundary Condition</i>	35
2.2.8.7 Tahapan Simulasi CFD	35
BAB III METODE PENELITIAN	37
3.1 Metode Penelitian	37
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	37

3.2.1 Lokasi Penelitian.....	37
3.2.2 Waktu Penelitian.....	38
3.3 Data Penelitian	38
3.3.1 Data Operasional	38
3.3.2 Data Geometri	39
3.3.3 Data Pendukung	39
3.4 Perangkat Penelitian.....	39
3.5 Pemodelan Geometri dan Domain Simulasi.....	40
3.5.1 Bucket Standar	40
3.5.2 Bucket Modifikasi R500	41
3.5.3 Bucket Modifikasi R700	41
3.5.4 Domain Simulasi	42
3.6 Pembuatan <i>Mesh</i>	43
3.6.1 Jenis <i>Mesh</i>	43
3.6.2 Jumlah <i>Mesh</i>	44
3.6.3 Kualitas <i>Mesh</i>	44
3.7 Pengaturan Simulasi CFD	46
3.7.1 Sifat Fluida	46
3.7.2 <i>Boundary Condition</i>	47
3.7.3 Model Turbulensi	47
3.7.4 <i>Parameter Solver</i>	47
3.7.5 Kriteria <i>Konvergensi</i>	48
3.8 Tahapan Simulasi CFD	48
3.8.1 <i>Pre-Processing</i>	48
3.8.2 <i>Solving</i>	49
3.8.3 <i>Post-Processing</i>	49
3.9 Teknik Analisis Data	49
3.9.1 Analisis Distribusi Kecepatan	49
3.9.2 Analisis Distribusi Tekanan	49
3.9.3 Analisis Pathline Aliran	50
3.9.4 Analisis Turbulensi	50
3.9.5 Analisis Gaya dan Torsi	50
3.10 Kerangka Berpikir.....	51

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	52
4.1 Kondisi Aktual Debris Filter PLTU Nagan Raya ..	52
4.2 Variasi Geometri Bucket yang Dianalisis	53
4.3 Analisis Distribusi Kecepatan	55
4.3.1 Bucket Standar	55
4.3.2 Bucket Modifikasi R500	56
4.3.3 Bucket Modifikasi R700	56
4.4 Analisis Distribusi Tekanan	58
4.4.1 Bucket Standar	58
4.4.2 Bucket Modifikasi R500	58
4.4.3 Bucket Modifikasi R700	59
4.5 Analisis Pathline Aliran	61
4.5.1 Bucket Standar	61
4.5.2 Bucket Modifikasi R500	62
4.5.3 Bucket Modifikasi R700	63
4.6 Analisis Turbulensi	63
4.6.1 Bucket Standar	63
4.6.2 Bucket Modifikasi R500	64
4.6.3 Bucket Modifikasi R700	65
4.7 Analisis Gaya dan Torsi pada Bucket	66
4.7.1 Distribusi Gaya pada Bucket	66
4.7.2 Perbandingan Gaya dan Torsi	67
4.8 Pembahasan Hasil Simulasi CFD	68
4.9 Penentuan Desain Bucket Terbaik	69
BAB V PENUTUP	71
5.1 Kesimpulan.....	71
5.2 Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN	76

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Variasi Geometri Bucket	39
Tabel 3.2 Perangkat Penelitian	39
Tabel 3.3 Parameter Simulasi CFD	47
Tabel 4.1 Kondisi Aktual Debris Filter PLTU Nagan Raya ..	66
Tabel 4.2 Ringkasan Hasil Simulasi Distribusi Tekanan	60
Tabel 4.3 Ringkasan Hasil Simulasi Turbulensi	66
Tabel 4.4 Perbandingan Gaya dan Torsi Bucket	67
Tabel 4.5 Perbandingan Kinerja Bucket Standar, R500, dan R700	69



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 PLTU Nagan Raya	1
Gambar 2.1 Siklus Rankine	11
Gambar 2.2 Kondensor PLTU	13
Gambar 2.3 <i>Open Cycle Cooling Water System</i>	14
Gambar 2.4 Debris Filter	17
Gambar 2.5 Bagian Utama Debris Filter	19
Gambar 2.6 Bucket Debris Filter Standart	22
Gambar 2.7 Temuan Bekas Gesekan	24
Gambar 2.8 Temuan Sampah di Strainer	25
Gambar 2.9 Geometri Bucket Modifikasi R=500 mm	26
Gambar 2.10 Geometri Bucket Modifikasi R=700 mm	27
Gambar 2.11 <i>Differential Pressure</i> pada Debris Filter	29
Gambar 2.12 Distribusi Gaya pada Bucket akibat Aliran Air Laut	32
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian	38
Gambar 3.2 Bucket Standar	40
Gambar 3.3 Bucket Modifikasi R500	41
Gambar 3.4 Bucket Modifikasi R700	42
Gambar 3.5 Domain Simulasi CFD	43
Gambar 3.6 <i>Mesh</i> isometrik	45
Gambar 3.7 <i>Mesh</i> sampling	45
Gambar 3.8 <i>Mesh</i> depan.....	46
Gambar 3.9 Kerangka Berpikir	61
Gambar 4.1 Bekas Gesekan Bucket dengan Strainer	53
Gambar 4.2 Kondisi Bucket Saat Pemeliharaan	53
Gambar 4.3 Bucket Standar	54
Gambar 4.4 Bucket Modifikasi.....	54
Gambar 4.5 Kontur Kecepatan Bucket Standar	55
Gambar 4.6 Kontur Kecepatan Bucket R500	56
Gambar 4.7 Kontur Kecepatan Bucket R700	57
Gambar 4.8 Kontur Tekanan Bucket Standar	58
Gambar 4.9 Kontur Tekanan Bucket R500	59
Gambar 4.10 Kontur Tekanan Bucket R700	60
Gambar 4.11 <i>Pathline</i> Aliran Bucket Standar	61

Gambar 4.12 <i>Pathline</i> Aliran Bucket R500	62
Gambar 4.13 <i>Pathline</i> Aliran Bucket R700	63
Gambar 4.14 Kontur Turbulensi Bucket Standar	64
Gambar 4.15 Kontur Turbulensi Bucket R500	64
Gambar 4.16 Kontur Turbulensi Bucket R700	65
Gambar 4.17 Distribusi Gaya pada Bucket	67

