



**STUDI ANALISIS SISTEM PENDINGINAN AIR
PADA MESIN DIESEL 1 SILINDER YANMAR
TYPE TF85MR-DI**

SKRIPSI

Disusun oleh :

**MOHAMMAD RAJA ABDILLAH
NIM: 20221331021**

Dosen Pembimbing :

**Ir. PONIDI, ST, MT, IPM, Asean.Eng NIDN.
0703027201**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
SURABAYA
2026**



UMSURA
Universitas Muhammadiyah Surabaya

**STUDI ANALISIS SISTEM PENDINGINAN
AIR PADA MESIN DIESEL 1 SILINDER
YANMAR TYPE TF85MR-DI**

SKRIPSI

Disusun oleh :

MOHAMMAD RAJA ABDILLAH

NIM: 20221331021

Dosen Pembimbing :

Ir. PONIDI, ST, MT, IPM, Asean.Eng
NIDN. 0703027201

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
SURABAYA
2026**



**ANALYSIS STUDY OF THE WATER COOLING
SYSTEM ON A SINGLE CYLINDER YANMAR
TYPE TF85MR-DI**

SKRIPSI

Compiled by:

MOHAMMAD RAJA ABDILLAH

NIM: 20221331021

Advisor :

Ir. PONIDI, ST, MT, IPM, Asean.Eng

NIDN. 0703027201

***BACHELOR OF MECHANICAL ENGINEERING PROGRAM
FACULTY OF ENGINEERING***

MUHAMMADIYAH UNIVERSITY OF

SURABAYA

2026

**STUDI ANALISIS SISTEM PENDINGINAN AIR
PADA MESIN DIESEL 1 SILINDER YANMAR
TYPE TF85MR-DI**

SKRIPSI



Disusun oleh :

MOHAMMAD RAJA ABDILLAH

20221331021

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH

SURABAYA

2026

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PERSETUJUAN
STUDI ANALISIS SISTEM PENDINGINAN AIR
PADA MESIN DIESEL 1 SILINDER YANMAR
TYPE TF85MR DI

MOHAMMAD RAJA ABDILLAH
NIM. 20221331021

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

Surabaya, Maret 2026

Mengetahui,
Dosen Pembimbing



Ir. Ponidi, ST, MT, IPM, Asean.Eng
NIDN. 0703027201



Menyetujui,
Kaprosdi Teknik Mesin



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

PERNYATAAN TIDAK MELAKUKAN PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Mohammad Raja Abdillah

NRP/NIM : 20221331021

Program Studi : S1 Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar – benar tulisan saya, dan bukan merupakan plagiasi baik sebagian atau seluruhnya. Apabila di kemudian hari terbukti melakukan plagiasi, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Surabaya.

Surabaya, Maret 2026

Yang membuat pernyataan

(M^c 35A FAO 059461553 illah)

The image shows a handwritten signature in black ink over a pink revenue stamp. The stamp is a 'METERAI TEMPEL' (revenue stamp) for 20,000 Rupiah, featuring the Garuda Pancasila emblem and the text 'REPUBLIK INDONESIA' and '20 METERAI TEMPEL'. The signature is written in a cursive style, with the name 'Abdillah' clearly visible.

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi ini telah diajukan dan dipertahankan dihadapan tim Penguji dalam sidang pada tanggal oleh Mahasiswa atas nama **Mohammad Raja Abdillah NIM 20221331021** dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima sebagai kelengkapan mendapat gelar Sarjana Teknik dalam Program Studi Teknik Mesin Fakultas Universitas Muhammadiyah Surabaya.

Diajukan dan disahkan oleh :

Dosen Penguji

1. Dr. M. Arif Batutah, ST, MT, IPM
2. Ilyas Sofana, S. P.d., M.T.

Tanda Tangan



Dosen Pembimbing :

1. Ir. Ponidi, ST, MT, IPM, Asean.Eng



Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik



Ir. Vippy Dharmawan, M.Ars
MT, IPM NIDN.0725096402

Menyetujui,
Kaprodi Teknik Mesin



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

BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI

NAMA : Mohammad Raja Abdillah

NIM : 20221331021

Jurusan : Teknik Mesin

Judul Skripsi: Studi Analisis Sistem Pendinginan Air Pada Mesin Diesel 1 Silinder YANMAR TYPE TF85MR-Di

No	Tanggal	Materi	Paraf Pembimbing	Paraf Mahasiswa
1	23-Feb-2026	Pengisian cyber yaitu konsultasi mengenai judul skripsi dan sistem pengisiannya melalui zoom oleh Kaprodi		
2	1-Maret-2026	Pengerjaan Bab 1		
3	3-Maret-2026	Pengerjaan Bab 2		
4	15-Maret-2026	Pengerjaan Bab 3		
5	13-April-2026	Pengambilan data dan Pengerjaan Bab 4		

6	3-Mei-2026	Revisi Bab 4		
7	23-Mei-2026	Pengumpulan kembali Bab 4 yang sudah diperbaiki		
8	6-Jun-2026	Pengisian Abstrak		
9	6-Jun-2026	Pengerjaan Bab 5		
10	15-Jun-2026	Daftar Pustaka dan Penginputan Mendeley		

Menyetujui,
Pembimbing

Menyetujui,
Kaprodin Teknik Mesin

Ir. Ponidi, ST, MT, IPM,
Asean.Eng.

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

NIDN. 0703027201

NIDN.0707067402

STUDI ANALISIS SISTEM PENDINGINAN AIR PADA MESIN DIESEL 1 SILINDER YANMAR TYPE TF85MR-DI

Nama : Mohammad Raja Abdillah.
NIM : 20221331021
Jurusan : Teknik Mesin FT-UM Surabaya
Dosen Pembimbing : Ir. Ponidi, ST, MT, IPM, Asean. Eng

ABSTRAK

Beban termal tinggi pada mesin diesel Yanmar TF85MR-di di laboratorium berpotensi menyebabkan overheating, sehingga karakteristik perpindahan panas dan efisiensi sistem pendinginan airnya perlu dievaluasi untuk memastikan keandalan operasi. Metode penelitian melibatkan eksperimen langsung melalui pengukuran temperatur inlet dan outlet radiator menggunakan thermocouple HTi HT-9815, analisis teoritis $Q = \dot{m} \cdot C_p \cdot \Delta T$, serta pendekatan visualisasi termal berbasis kecerdasan buatan (AI-assisted thermal visualization) sebagai pengganti simulasi CFD konvensional untuk memperlihatkan distribusi gradien temperatur pada radiator secara kualitatif. Pengujian dilakukan pada kondisi tanpa beban (600–1524 RPM) dan beban listrik (0–4.000 Watt) pada putaran mesin ± 1.850 RPM. Hasil penelitian menunjukkan laju perpindahan panas (Q) tertinggi dicapai pada kondisi high (1524 RPM) sebesar 9.788,63 Watt, sedangkan efektivitas radiator (ϵ) tertinggi diperoleh pada kondisi idle (600 RPM) sebesar 88,3% dengan ΔT rata-rata $19,54^\circ\text{C}$. Pada kondisi berbeban, efisiensi pendinginan menunjukkan tren penurunan dari 32,0% (0 Watt) hingga 24,5% (4.000 Watt), dengan temperatur fluida pendingin maksimum terukur $75,5^\circ\text{C}$. Sistem pendinginan dinyatakan

aman pada seluruh variasi beban yang diuji karena seluruh nilai temperatur berada jauh di bawah batas kritis operasi 95°C yang ditetapkan pabrikan.

Kata Kunci: Efisiensi pendinginan, Perpindahan panas, Visualisasi Termal AI-Assisted, Sistem pendinginan air, Yanmar TF85MR-di

ANALYSIS STUDY OF THE WATER COOLING SYSTEM ON A SINGLE CYLINDER YANMAR TYPE TF85MR-DI ENGINE

Nama : Mohammad Raja Abdillah.
NIM : 20221331021
Jurusan : Teknik Mesin FT-UM Surabaya
Dosen Pembimbing : Ir. Ponidi,ST, MT, IPM, Asean.Eng

ABSTRACT

High thermal loads on the Yanmar TF85MR-di diesel engine in the laboratory have the potential to cause overheating, so the heat transfer characteristics and efficiency of its water cooling system need to be evaluated to ensure operational reliability. The research method involves direct experiments through measuring the radiator inlet and outlet temperatures using an HTi HT-9815 thermocouple, theoretical analysis of $Q = \dot{m} \cdot C_p \cdot \Delta T$, and AI-assisted thermal visualization as a qualitative support approach to visualize coolant temperature gradient distribution in the radiator. Tests were conducted under no-load conditions (600–1524 RPM) and electrical loads (0–4,000 Watts) at an engine speed of $\pm 1,850$ RPM. The results showed the highest heat transfer rate (Q) was achieved under high-speed conditions (1,524 RPM) at 9,788.63 Watts, while the highest radiator cooling effectiveness (ϵ) was obtained at idle (600 RPM) at 88.3% with an average ΔT of 19.54°C. Under loaded conditions, cooling efficiency showed a consistent downward trend from 32.0% (0 Watts) to 24.5% (4,000 Watts), with a maximum measured coolant temperature of 75.5°C. The cooling system was found to be safe across all tested load variations, as all temperature values remained well below

the critical operating limit of 95°C specified by the manufacturer.

Keywords: Cooling efficiency, Heat transfer, AI-assisted thermal visualization, Water cooling system, Yanmar TF85MR-di

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan Anugerah-Nya sehingga Laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Laporan Tugas Akhir ini berjudul “Studi Analisis Sistem Pendinginan Air pada Mesin Diesel 1 Silinder Yanmar type TF85MR-Di” ditulis untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Teknik Mesin.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penulisan Laporan Tugas Akhir. Ucapan terimakasih tersebut penulis tujukan kepada:

1. Dekan Fakultas Teknik di Universitas Muhammadiyah Surabaya;
2. Wakil Dekan Fakultas Teknik di Universitas Muhammadiyah Surabaya;
3. Bapak Dr. Moh. Arif Batutah, ST., MT. selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surabaya;
4. Bapak Ir. Ponidi, ST, MT, IPM, Asean.Eng selaku Dosen Pembimbing;
5. Para Dosen, Asisten Dosen, dan Para Senior Alumni di Universitas Muhammadiyah Surabaya;
6. Bapak Pardono, S.T., M.T. selaku Kepala Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surabaya yang telah memberikan dukungan, fasilitas, serta bantuan selama pelaksanaan penelitian hingga tersusunnya Tugas Akhir ini.;
7. Rekan-rekan seperjuangan Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surabaya 2026;
8. Almarhum Ayah dan Almarhumah Umih tercinta yang semasa hidupnya telah memberikan kasih sayang, pendidikan, motivasi, dan doa yang menjadi landasan serta semangat dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.;
9. Pasangan saya dan adik kandung saya yang senantiasa memberikan motivasi, dukungan moral, serta semangat selama

- proses penyusunan Tugas Akhir ini;
10. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Dalam penyusunan laporan ini penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan baik isi tulisan maupun dalam penyusunannya. Oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari para pembaca sangat penulis harapkan untuk kesempurnaan laporan ini.

Surabaya, 2026

MOHAMMAD RAJA ABDILLAH

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
PERNYATAAN TIDAK MELAKUKAN PLAGIAT	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
1.6 Sistematika Penulisan	17
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Penelitian Terdahulu yang Relevan	9
2.2 Mesin Diesel	13
2.2.1 Pengertian dan Karakteristik Mesin Diesel	13
2.2.2 Prinsip Kerja Mesin Diesel Empat Langkah	14
2.2.3 Siklus Diesel Ideal	16
2.2.4 Neraca Energi (Heat Balance) pada Mesin Diesel	17
2.3 Sistem Pendinginan Mesin Diesel	18
2.3.1 Sistem Pendinginan Udara	19
2.3.2 Sistem Pendinginan Air	20
2.3.3 Karakteristik Aliran pada Pompa Air (Water Pump)	22
2.4 Perpindahan Panas	23
2.4.1 Perpindahan Panas Secara Konduksi	24
2.4.2 Perpindahan Panas Secara Konveksi	25
2.4.3 Laju Perpindahan Panas pada Fluida Pendingin	25
2.4.4 Keadaan Transien dan Steady-State pada Sistem Termal	27
2.5 Analisis Perpindahan Panas pada Sistem Pendinginan Radiator	28

2.6 Computational Fluid Dynamics (CFD)	30
BAB III METODE PENELITIAN	33
3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian	33
3.2 Objek Penelitian	33
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian	35
3.4 Alat dan Bahan Penelitian	35
3.4.1 Alat Penelitian.....	36
3.4.2 Bahan Penelitian	37
3.5 Variabel Penelitian.....	37
3.6 Prosedur Penelitian	38
3.7 Teknik Pengumpulan Data	40
3.8 Metode Analisis Data.....	41
3.9 Keterkaitan Tujuan dan Metode Penelitian	43
3.10 Diagram Alir Penelitian	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	47
4.1 Hasil Pengujian Temperatur Fluida Pendingin	47
4.1.1 Kondisi Idle (600 RPM)	47
4.1.2 Kondisi Middle (1058 RPM).....	50
4.1.3 Kondisi High (1524 RPM).....	52
4.1.4 Kondisi Pembebanan pada RPM Mesin ± 1850 (RPM Generator 1500 RPM)	54
4.1.4.1 Beban 0 Watt (RPM Mesin Rata-rata 1.847).....	55
4.1.4.2 Beban 1.000 Watt (RPM Mesin 1848).....	56
4.1.4.3 Beban 2.000 Watt (RPM Mesin 1850).....	57
4.1.4.4 Beban 3.000 Watt (RPM Mesin 1855).....	58
4.1.4.5 Beban 4.000 Watt (RPM Mesin 1862).....	58
4.2 Perhitungan Laju Perpindahan Panas.....	59
4.2.1 Kondisi Tanpa Beban (Idle, Middle, High).....	59
4.2.2 Kondisi Pembebanan (RPM Mesin ± 1850 , RPM Generator 1500 RPM)	59
4.3 Analisis Efisiensi Pendinginan	65
4.4 Evaluasi Keamanan Sistem Pendinginan	67
4.5 Rekapitulasi dan Perbandingan Seluruh Hasil Pengujian	75
4.6 Analisis Hasil Visualisasi Termal AI-Assisted.....	78
4.7 Pembahasan.....	78
4.7.1 Pengaruh Putaran Mesin terhadap Temperatur Fluida Pendingin...78	
4.7.2 Analisis Selisih Temperatur (ΔT) pada Radiator.....	79
4.7.3 Analisis Laju Perpindahan Panas (Q) dan Efisiensi Pendinginan....	80

4.7.4 Evaluasi Keamanan Operasi Mesin dengan Pembebanan	80
4.7.5 Analisis Hasil Visualisasi Termal AI-Assisted	81
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	82
5.1 Kesimpulan	82
5.2 Saran	83
DAFTAR PUSTAKA.....	85
LAMPIRAN.....	90
BIODATA PENULIS.....	101

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.2	Diagram Blok Masukan dan Keluaran Sistem PengujianMesinDiesel.....	14
Gambar 2.3	Prinsip Kerja Mesin Diesel 4 Langkah.....	16
Gambar 2.4	(Diagram Siklus Diesel Ideal pada Diagram P-V).....	17
Gambar 2.5	Sistem Pendinginan Udara pada Mesin Diesel.....	20
Gambar 2.6	Sistem Pendinginan Air pada Mesin Diesel.....	21
Gambar 2.7	Mekanisme Perpindahan Panas pada Sistem Pendinginan Mesin Diesel.....	23
Gambar 2.8	Mekanisme Perpindahan Panas pada Radiator Sistem Pendinginan Mesin Diesel.....	27
Gambar 2.9	Skala Gradasi Warna Spektrum Termal Standar pada Distribusi	32
Gambar 3.1	Fluida Pendingin Radiator Coolant TMO Chemical 50/50.....	34
Gambar 3.2	Thermocouple Thermometer Hti HT-9815 sebelum pengujian.....	35
Gambar 3.4	Tiktik Pengukuran Temperatur pada Sistem Pendinginan Mesin Diesel Yanmar TF85MR-di.....	36
Gambar 3.5	Diagram Alir Penelitian.....	39
Gambar 4.1	Pembacaan Tachometer Menunjukkan RPM Awal.....	45
Gambar 4.2	Pembacaan Tachometer Kondisi Middle (1058).....	48
Gambar 4.3	Pembacaan Tachometer Kondisi High (1524).....	50
Gambar 4.8a	Ilustrasi Profil Gradien Temperatur Radiator pada Kondisi Tanpa Beban: (A) Iddle, (B) Middle, (C) High.....	77
Gambar 4.8b	Ilustrasi Profil Gradien Temperatur Radiator pada Kondisi Berbeban: (A) 0 watt, (B) 1000 watt , (C) 2000 watt, (D) 3000 watt, (E) 4000 watt.....	77
Gambar Grafik 4.1	Perbandingan Temperatur Masuk Radiator (Tin) pada Kondisi Idle, Middle, dan High.....	77
Gambar Grafik 4.2	Perbandingan Temperatur Keluar Radiator (Tout) pada Kondisi, Idle, Middle, dan High.....	71
Gambar Grafik 4.3	Perbandingan Laju Perpindahan Panas (Q) pada Kondisi Idle, Middle, dan High.....	70
Gambar Grafik 4.4	Temperatur Masuk Radiator (Tin) pada Variasi	

	Beban Listrik (RPM Mesin ± 1850).....	71
Gambar Grafik 4.5	Temperatur Keluar Radiator (Tout) pada Variasi Beban Listrik (RPM Mesin ± 1850).....	72
Gambar Grafik 4.6	Laju Perpindahan Panas (Q) pada Variasi Beban Listrik (RPM Mesin ± 1850).....	73
Gambar Grafik 4.7	Rekapitulasi Perbandingan Rata-rata Tin, Tout, dan Q Seluruh Kondisi Operasi	74
Gambar Grafik 4.8	Efisiensi Pendinginan (η_{cool}) pada Variasi Beban Listrik.....	64
Gambar Grafik 4.9	Evaluasi Keamanan: Temperatur Maksium vs Batas Aman Sistem Pendinginan.....	67
Gambar Grafik 4.10	Efisiensi Pendinginan (η_{cool}) pada Variasi Tanpa Beban Listrik.....	65
Gambar Grafik 4.11	Perbandingan Efisiensi Termal (η) dan Efektivitas Radiator (ϵ) pada Seluruh Kondisi.....	74

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Penelitian Relevan.....	9
Tabel 4.1	Data Hasil Pengujian Sistem Pendinginan Kondisi Idle (600 RPM).....	48
Tabel 4.2	Data Hasil Pengujian Pendinginan Kondisi Middle (1058 RPM)	50
Tabel 4.3	Data Hasil Pengujian Sistem Pendinginan Kondisi High (1524 RPM)	52
Tabel 4.4	Data Hasil Pengujian Kondisi Beban 0 Watt (RPM Generator 1.500, RPM Mesin Rata-rata 1.847).....	54
Tabel 4.5	Data Hasil Pengujian Kondisi 1000 Watt (RPM Mesin 1848, RPM Generator 1500).....	55
Tabel 4.6	Data Hasil Pengujian Kondisi Beban 2000 Watt (RPM Mesin 1850, RPM Generator 1500).....	56
Tabel 4.7	Data Hasil Pengujian Kondisi Beban 3000 Watt (RPM Mesin 1855, RPM Generator 1500).....	57
Tabel 4.8	Data Hasil Pengujian Kondisi Beban 4000 Watt (RPM Mesin 1862, RPM Generator 1500).....	58
Tabel 4.9	Proyeksi Teoritis Beban Termal Sistem Pendinginan Berdasarkan Pendekatan Diagram Sankey pada Kondisi Berbeban (RPM Mesin ± 1850).....	61
Tabel 4.10	Evaluasi Keamanan Temperatur Maksimum pada Kondisi Pembebanan.....	65
Tabel 4.11	Rekapitulasi Seluruh Hasil Pengujian Sistem Pendinginan.....	67
Tabel 4.12	Kondisi Tanpa Beban.....	75