

**ANALISIS SISTEM PENDINGINAN BATERAI PADA MOBIL LISTRIK
UNTUK MENCEGAH OVERHEATING MENGGUNAKAN METODE CFD**



SAIFUL HADI

41321110022

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2025**

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS SISTEM PENDINGINAN BATERAI PADA MOBIL LISTRIK UNTUK MENCEGAH OVERHEATING MENGGUNAKAN METODE CFD



Disusun oleh:

Nama : Saiful Hadi
NIM : 41321110022
Program Studi : Teknik Mesin

**DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Saiful Hadi

NIM : 41321110022

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : ANALISIS SISTEM PENDINGINAN BATERAI PADA MOBIL LISTRIK UNTUK MENCEGAH OVERHEATING MENGGUAKAN METODE CFD

Telah selesai dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata I pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing : Hadi Pranoto, Ir. S.T, M.T, Ph.D

NIDN : 0302077304

Penguji 1 : Nurato, S.T, M.T, Ph.D

NIDN : 0313047302

Penguji 2 : Wiwit Suprihatiningsih, S.Si, M.Si

NIDN : 0307078004

Jakarta,

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik

(Dr. Zulfa Fitrikatrinasari, M.T.)

NIDN. 0307037202

Ketua Program Studi

(Dr. Eng. Imam Hidayat, S.T, M.T.)

NIDN. 0005087502

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Saiful Hadi

NIM : 41321110022

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : ANALISIS SISTEM PENDINGINAN BATERAI PADA MOBIL
LISTRIK UNTUK MENCEGAH OVERHEATING
MENGUNAKAN METODE CFD

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Jakarta, 31 Juli 2025



Saiful Hadi

PENGHARGAAN

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas selesainya Laporan Tugas Akhir yang berjudul “ANALISIS SISTEM PENDINGINAN BATERAI PADA MOBIL LISTRIK UNTUK MENCEGAH OVERHEATING MENGGUNAKAN METODE CFD”. Saya ucapkan terima kasih kepada semua pihak terkait atas dukungan baik moral maupun materi yang diberikan sehingga saya dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Mengetahui bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih dari jauh dari kata sempurna, sehingga saya membutuhkan banyak masukan dari rekan-rekan agar lebih baik lagi.

Dalam kesempatan ini saya ingin menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Dr. Eng. Imam Hidayat S.T, M.T. selaku Kepala Progam Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
4. Gilang Awan Yudhistira S.T, M.T. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
5. Nurato S.T, M.T, Ph.D. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
6. Hadi Pranoto Ir, S.T, M.T, Ph.D. sebagai dosen pembimbing yang selalu bersedia untuk menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membimbing saya dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir.
7. Rahmat Wahyudi dan Nursaini selaku orang tua penulis yang tiada hentinya selalu memberikan doa, semangat, dan dukungannya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir dan penyusunan Laporan Tugas Akhir.
8. Teman-teman Teknik Mesin Universitas Mercu Buana yang memberikan dukungan secara langsung maupun tidak langsung.

9. Teman-teman kerja di Porsmotor yang memberikan dukungan secara langsung maupun tidak langsung.
10. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu penyelesaian tugas akhir ini.

Semoga segala bentuk bantuan serta dukungan dan doa yang diberikan tersebut mendapatkan pahala yang setimpal dari Tuhan Yang Maha Esa. Saya berharap hasil Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan umumnya bagi mahasiswa Teknik Mesin, saya menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini.



Jakarta, 31 Juli 2025

Saiful Hadi

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRAK

Mobil listrik menjadi solusi utama dalam mengurangi emisi gas rumah kaca dan ketergantungan terhadap bahan bakar fosil. Namun, salah satu tantangan utama dalam pengoperasian kendaraan listrik adalah masalah overheating pada baterai lithium-ion. Kenaikan suhu yang berlebihan dapat menyebabkan penurunan efisiensi, percepatan degradasi material elektroda, serta risiko *thermal runaway*, yang berpotensi membahayakan keselamatan pengguna. Oleh karena itu, diperlukan sistem pendinginan yang efektif untuk menjaga suhu baterai dalam rentang optimal guna meningkatkan performa dan umur pakai baterai. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas berbagai metode sistem pendinginan baterai pada mobil listrik menggunakan simulasi numerik berbasis ANSYS Fluent. Model geometri baterai dan sistem pendingin dibuat dalam lingkungan ANSYS DesignModeler, kemudian dilakukan pemodelan perpindahan panas serta aliran fluida untuk mengevaluasi distribusi suhu dan efisiensi pendinginan. Analisis dilakukan terhadap beberapa metode pendinginan, seperti pendinginan udara, pendinginan cairan, dan pendinginan berbasis material perubahan fasa (PCM). Hasil simulasi menunjukkan bahwa metode pendinginan cairan dengan kecepatan aliran sebesar 0,5 m/s memiliki efisiensi termal yang lebih tinggi dibandingkan dengan pendinginan udara, dan PCM dengan perbedaan suhu operasi mencapai 5–15°C lebih rendah. Dari hasil analisis ini, metode pendinginan cairan direkomendasikan sebagai solusi optimal dalam manajemen termal baterai mobil listrik karena memiliki kapasitas pembuangan panas yang lebih baik, menjaga suhu baterai tetap stabil, serta meningkatkan keamanan dan kinerja sistem baterai secara keseluruhan.

Kata Kunci: Mobil listrik, baterai lithium-ion, sistem pendinginan, overheating, CFD, ANSYS Fluent.

U N I V E R S I T A S
M E R C U B U A N A

ANALYSIS OF BATTERY COOLING SYSTEM IN ELECTRIC CARS TO PREVENT OVERHEATING USING CFD METHOD

ABSTRACT

Electric vehicles are a key solution to reducing greenhouse gas emissions and dependence on fossil fuels. However, one of the main challenges in operating electric vehicles is overheating in lithium-ion batteries. Excessive temperature increases can lead to decreased efficiency, accelerated degradation of electrode materials, and the risk of thermal runaway, potentially endangering user safety. Therefore, an effective cooling system is needed to maintain battery temperatures within the optimal range to improve battery performance and lifespan. This study aims to analyze the effectiveness of various battery cooling systems in electric vehicles using ANSYS Fluent-based numerical simulations. Battery and cooling system geometry models were created in the ANSYS DesignModeler environment, followed by heat transfer and fluid flow modeling to evaluate temperature distribution and cooling efficiency. Analysis was conducted on several cooling methods, such as air cooling, liquid cooling, and phase change material (PCM)-based cooling. The simulation results show that the liquid cooling method with a flow velocity of 0.5 m/s has a higher thermal efficiency compared to air cooling, and the PCM with a difference in operating temperature reaches 5–15°C lower. From the results of this analysis, the liquid cooling method is recommended as an optimal solution in the thermal management of electric car batteries because it has a better heat dissipation capacity, maintains a stable battery temperature, and improves the safety and performance of the overall battery system.

Keywords: Electric car, lithium-ion battery, cooling system, overheating, CFD, ANSYS Fluent.

U N I V E R S I T A S
M E R C U B U A N A

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR SIMBOL	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	2
1.3 TUJUAN PENELITIAN	3
1.4 MANFAAT PENELITIAN	3
1.5 RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	4
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 PENELITIAN TERDAHULU	7
2.2 TEORI PERMASALAHAN	11
2.2.1 <i>Overheating</i> pada Baterai Mobil Listrik	11
2.3 KAJIAN TEORI	12
2.3.1 Teknologi Sistem Pendinginan Baterai	12
2.4 DATA KARAKTERISTIK BATERAI	17
2.4.1 Data Karakteristik Baterai Lithium-Ion	17
2.4.2 Data Panas yang Dihasilkan oleh Baterai	18
2.4.3 Peran <i>Geometry</i> dalam Simulasi CFD dengan ANSYS <i>Fluent</i>	20
2.4.4 Peran <i>Mesh</i> dalam Simulasi CFD dengan ANSYS <i>Fluent</i>	21

2.4.5	Peran <i>Setup</i> dalam Simulasi CFD dengan ANSYS Fluent	23
2.4.6	Peran <i>Solution</i> dalam Simulasi CFD dengan ANSYS Fluent	24
2.4.7	Peran <i>Results</i> dalam Simulasi CFD dengan ANSYS Fluent	25
2.4.8	Peran ANSYS dalam Analisis Pendinginan Baterai	25
2.4.9	Parameter Dunia Nyata	26
BAB III	METODOLOGI	29
3.1	ALIR PENELITIAN	29
3.2	JENIS PENELITIAN	31
3.3	METODE ANALISIS	32
3.4	SIMULASI SISTEM PENDINGINAN PADA BATERAI	33
3.4.1	<i>Geometry</i>	34
3.4.2	<i>Meshing</i>	36
3.4.3	<i>Setup</i>	38
3.4.4	<i>Solution</i>	38
3.4.5	<i>Results</i>	39
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1	HASIL PENGUJIAN SISTEM PENDINGINAN UDARA	40
4.2	HASIL PENGUJIAN SISTEM PENDINGINAN CAIRAN	45
4.3	HASIL PENGUJIAN SISTEM PENDINGINAN PCM	49
4.4	SENSITIVITAS TERMAL TERBAIK	53
4.4.1	Sensitivitas Termal Sistem Pendinginan Udara	53
4.4.2	Sensitivitas Termal Sistem Pendinginan Cairan	56
4.4.3	Sensitivitas Termal Sistem Pendinginan PCM	59
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	62
5.1	KESIMPULAN	62
5.2	SARAN	64

DAFTAR PUSTAKA

65

LAMPIRAN

68



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Sistem Pendinginan Udara Pada Baterai Mobil Listrik.	13
Gambar 2.2. Sistem Pendinginan Cairan Pada Mobil Listrik (EV).	14
Gambar 2.3. Sistem Pendinginan PCM Pada Baterai Mobil Listrik (EV).	15
Gambar 2.4. Contoh Gambar Cell Battery.	17
Gambar 2.5. Contoh Gambar Baterai EV	18
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	29
Gambar 3.2. Desain 3D Geometri Baterai Sistem Pendinginan Udara dan Cairan.	34
Gambar 3.3. Desain 3D Geometri Baterai Sistem Pendinginan PCM.	35
Gambar 3.4. Hasil Meshing Pada Baterai Jenis Udara dan Cairan.	36
Gambar 3.5. Hasil Meshing Pada Baterai jenis PCM.	37
Gambar 4.1. Total Temperatur Sistem Pendinginan Udara	40
Gambar 4.2. Velocity Inlet dan Outlet.	42
Gambar 4.3. Temperatur Wall Cell dan Wall Fluid Zone.	42
Gambar 4.4. Total Heat Transfer.	43
Gambar 4.5. Skala Residual Sistem Pendinginan Udara.	44
Gambar 4.6. Total Temperatur Sistem Pendinginan Cairan	45
Gambar 4.7. Statistik Temperatur Inlet sampai Outlet	46
Gambar 4.8. Velocity Magnnitude Inlet sampai Outlet	47
Gambar 4.9. Skala Residual Cairan	48
Gambar 4.10. Total Temperatur Sistem Pendinginan PCM	49
Gambar 4.11. Liquid Fraction PCM.	51
Gambar 4.12. Temperatur Wall PCM dan Wall Cell.	52
Gambar 4.13. Skala Residual PCM.	52
Gambar 4.14. Hasil simulasi kecepatan inlet 0,5 m/s.	54
Gambar 4.15. Hasil simulasi kecepatan inlet 0,7 m/s.	54
Gambar 4.16. Hasil simulasi kecepatan inlet 1 m/s.	55
Gambar 4.17. Hasil simulasi kecepatan inlet 0,1 m/s.	57
Gambar 4.18. Hasil simulasi kecepatan inlet 0,25 m/s.	57

Gambar 4.19. Hasil simulasi kecepatan inlet 0,5 m/s.	58
Gambar 4.20. PCM dengan Titik Leleh 305 K.	59
Gambar 4.21. PCM dengan Titik Leleh 310 K.	60
Gambar 4.22. PCM dengan Titik Leleh 320 K.	60



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu.	7
Tabel 3.1. Perbandingan Sistem Pendinginan.	33
Tabel 3.2. Parameter Analisis.	33
Tabel 3.3. Dimensi Geometri Baterai.	35
Tabel 3.4. Dimensi Geometri Baterai	36
Tabel 3.5. Kualitas Meshing Pada Baterai.	37
Tabel 3.6. Material Setup Pada Baterai.	38
Tabel 3.7. Kondisi Batas Pada Baterai.	38
Tabel 4.1. Hasil Analisis Sistem Pendinginan Udara.	41
Tabel 4.2. Hasil Analisis Sistem Pendinginan Cairan.	45
Tabel 4.3. Hasil Analisis Sistem Pendinginan PCM.	49



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
°	Derajat
%	Persen



DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
PCM	<i>Phase Change Material</i>
BTMS	<i>Battery Thermal Management System</i>
EV	<i>Electric Vehicle</i>
CFD	<i>Computational Fluid Dynamics</i>
K	<i>Kelvin</i>
C	<i>Celcius</i>

