

**ANALISIS PENGARUH PANAS BATERAI TERHADAP WAKTU  
PENGISIAN DAYA LISTRIK PADA SEPEDA MOTOR  
LISTRIK HASIL KONVERSI**



**MUHAMMAD FAHRUL GUNAWAN  
NIM: 41319110050**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA 2023**

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS PENGARUH PANAS BATERAI TERHADAP WAKTU  
PENGISIAN DAYA LISTRIK PADA SEPEDA MOTOR  
LISTRIK HASIL KONVERSI



Disusun Oleh:

Nama : Muhammad Fahrul Gunawan  
NIM : 41319110050  
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)  
JUNI 2023

## HALAMAN PENGESAHAN

### ANALISIS PENGARUH PANAS BATERAI TERHADAP WAKTU PENGISIAN DAYA LISTRIK PADA SEPEDA MOTOR LISTRIK HASIL KONVERSI

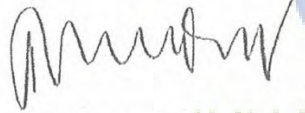
Disusun Oleh:

Nama : Muhammad Fahrul Gunawan  
NIM : 41319110050  
Program Studi : Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui pada tanggal: 16 Juni 2023

Telah dipertahankan di depan penguji,

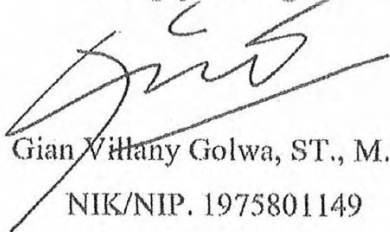
Pembimbing TA



Hadi Pranoto, ST., MT., Ph.D

NIK/NIP. 114730437

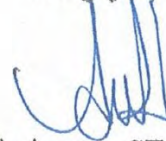
Penguji Sidang II



Gian Villany Golwa, ST., M.Si

NIK/NIP. 1975801149

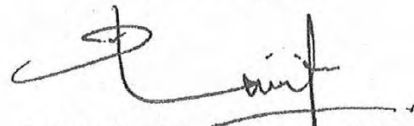
Penguji Sidang I



Dafit Feriyanto, ST., M.Eng., Ph.D

NIK/NIP. 118900633

Penguji Sidang III

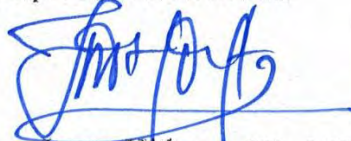


Wiwit Suprihatiningsih, S.Si., M.Si

NIK/NIP. 119800641

Mengetahui,

Kaprodi Teknik Mesin



Dr. Eng. Imam Hidayat, ST., MT.

NIK/NIP. 112750348

Koordinator TA



Gilang Awan Yudhistira, ST., MT.

NIK/NIP. 221900211

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Muhammad Fahrul Gunawan  
NIM : 41319110050  
Jurusan : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Judul Tugas Akhir : Analisis Pengaruh Panas Baterai Terhadap Waktu Pengisian Daya Listrik Pada Sepeda Motor Listrik Hasil Konversi

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.

MERCU BUANA

Jakarta, 16 Juni 2023



Muhammad Fahrul Gunawan

## PENGHARGAAN

Segala puji bagi Allah Subhanahu Wa Ta'ala karena atas berkat, rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul, “Analisis Pengaruh Panas Baterai Terhadap Waktu Pengisian Daya Listrik Pada Sepeda Motor Listrik Hasil Konversi”. Tugas ini merupakan salah satu prasyarat kelulusan mata kuliah Tugas Akhir pada program Sarjana Strata Satu (S1) di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana. Selama penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapat bimbingan, bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Andi Adriansyah, M.Eng, selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Dr. Eng. Imam Hidayat, ST., MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
4. Gilang Awan Yudhistira, ST., MT., selaku Sekretaris Program Studi dan Koordinator Tugas Akhir Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
5. Gian Villany Golwa, ST., M.Si., selaku Kepala Laboratorium Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
6. Hadi Pranoto, ST., MT., Ph.D, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah mengarahkan dan memberikan bimbingan kepada penulis hingga menyelesaikan Laporan Tugas Akhir.
7. Bambang Darmono, ST., selaku pembimbing proyek konversi sepeda motor listrik yang telah memberikan pengarahan dalam penelitian ini.
8. Kedua orang tua, kakak, dan adik saya yang selalu memberikan dukungan dan doa dalam perjalanan penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Teman-teman mahasiswa Teknik Mesin Universitas Mercu Buana angkatan ke-35 atas pengalaman dan masukan yang diberikan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
10. Semua pihak yang telah membantu seluruh rangkaian kegiatan Tugas Akhir yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan masukan yang konstruktif untuk kesempurnaan laporan ini.

Jakarta, 16 Juni 2023



Muhammad Fahrul Gunawan



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b>	<b>ii</b>
<b>PENGHARGAAN</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR SIMBOL</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	2
1.3. TUJUAN	3
1.4. MANFAAT	3
1.5. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	4
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>7</b>
2.1. PENELITIAN TERDAHULU	7
2.2. SEPEDA MOTOR LISTRIK	9
2.2.1. Perbedaan Sepeda Motor Listrik dengan Sepeda Motor Konvensional	9
2.2.2. Konversi Sepeda Motor Bakar Menjadi Sepeda Motor Listrik	11
2.2.3. Komponen Utama Sepeda Motor Listrik	12
2.3. BATERAI	15
2.3.1. Penemu Baterai	16
2.3.2. Sejarah Perkembangan Baterai	17
2.4. BATERAI <i>LITHIUM-ION</i>	18
2.4.1. Jenis-Jenis Baterai <i>Lithium-Ion</i>	19

2.4.2.	Konstruksi Baterai <i>Lithium-Ion</i>	21
2.4.3.	Prinsip Kerja Baterai <i>Lithium-Ion</i>	23
2.4.4.	Kelebihan dan Kekurangan Baterai <i>Lithium-Ion</i>	25
2.5.	PANAS PADA BATERAI <i>LITHIUM-ION</i>	27
2.6.	PERPINDAHAN PANAS PADA BATERAI	28
2.7.	KAPASITAS BATERAI	32
2.8.	DAYA TAHAN ( <i>LIFETIME</i> ) BATERAI	32
2.9.	REAKSI REDUKSI DAN OKSIDASI PADA BATERAI	33
2.10.	PENGISIAN DAYA LISTRIK PADA BATERAI	34
2.10.1.	Pengisian Daya Listrik Pada Baterai <i>Lithium-Ion</i>	35
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI</b>	<b>37</b>
3.1.	DIAGRAM ALIR PENELITIAN	37
3.1.1.	Studi Literatur	38
3.1.2.	Pengumpulan Data Teknis	38
3.1.3.	Persiapan Pengujian	38
3.1.4.	Pengujian Pengaruh Panas Baterai	39
3.1.5.	Analisis Pengaruh Panas Baterai	40
3.1.6.	Kesimpulan dan Saran	40
3.2.	DIAGRAM ALIR PENGUJIAN	41
3.2.1.	Pemasangan Alat Ukur	41
3.2.2.	Pengujian Pengaruh Panas Baterai dalam Dua Kondisi Berbeda	42
3.2.3.	Pengambilan Data	44
3.2.4.	Pengolahan Data	46
3.2.5.	Kesimpulan	52
3.3.	ALAT DAN BAHAN	52
3.3.1.	Termometer Digital	53
3.3.2.	<i>DC Multifunction Tester</i>	54
3.3.3.	Pengisi Daya ( <i>Charger</i> )	55
3.3.4.	<i>Table Fan</i>	56
3.3.5.	Anemometer Digital	57
3.3.6.	<i>Smartphone</i>	58
3.3.7.	Baterai <i>Lithium-Ion</i>	59



<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>61</b>
4.1.	PERPINDAHAN PANAS PADA BATERAI SAAT PROSES PENGISIAN DAYA LISTRIK	61
4.1.1.	Perpindahan Panas Konveksi Tanpa Pendinginan Tambahan	61
4.1.2.	Perpindahan Panas Konveksi Menggunakan Pendinginan Tambahan	62
4.2.	DATA HASIL PENGUJIAN	63
4.2.1.	Hasil Pengujian Tanpa Pendinginan Tambahan	63
4.2.2.	Hasil Pengujian Menggunakan Pendinginan Tambahan	64
4.3.	ANALISIS HASIL PENGUJIAN	64
4.3.1.	Perbedaan Laju Perpindahan Panas dalam Dua Kondisi Pengujian	65
4.3.2.	Perbedaan Waktu Pengisian Daya dalam Dua Kondisi Pengujian	66
4.3.3.	Perbedaan Rata-Rata Suhu Permukaan Baterai dalam Dua Kondisi Pengujian	68
4.3.4.	Perbedaan Daya Tahan ( <i>Lifetime</i> ) Baterai dalam Dua Kondisi Pengujian	69
<b>BAB V</b>	<b>PENUTUP</b>	<b>71</b>
5.1.	KESIMPULAN	71
5.2.	SARAN	71
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>73</b>
	<b>LAMPIRAN</b>	<b>77</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Rancangan Sepeda Motor Listrik Hasil Konversi	11
Gambar 2.2. Baterai <i>Lithium-Ion</i> 72 V 20 Ah	12
Gambar 2.3. Motor BLDC 2 kW	13
Gambar 2.4. Konverter DC ke DC	13
Gambar 2.5. Kontroler Juken 10 BRT	14
Gambar 2.6. Pengisi Daya ( <i>Charger</i> )	14
Gambar 2.7. Konstruksi Baterai <i>Lithium-Ion</i>	21
Gambar 2.8. Proses <i>Discharging</i> yang Terjadi Pada Baterai <i>Lithium-Ion</i>	24
Gambar 2.9. Proses <i>Charging</i> yang Terjadi Pada Baterai <i>Lithium-Ion</i>	24
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	37
Gambar 3.2. Pelepasan Baterai dari Sepeda Motor Listrik	39
Gambar 3.3. Pengukuran Suhu Permukaan Baterai	39
Gambar 3.4. Diagram Alir Pengujian	41
Gambar 3.5. Proses Pemasangan Alat Ukur	42
Gambar 3.6. Pengujian Tanpa Pendinginan Tambahan	43
Gambar 3.7. Pengujian Menggunakan Pendinginan Tambahan	44
Gambar 3.8. Pengukuran Kecepatan Angin	44
Gambar 3.9. Termometer Digital	54
Gambar 3.10. <i>DC Multifunction Tester</i>	55
Gambar 3.11. Pengisi Daya ( <i>Charger</i> )	56
Gambar 3.12. <i>Table Fan</i>	57
Gambar 3.13. Anemometer Digital	58
Gambar 3.14. Pengukuran Waktu Pengisian Daya Baterai	59
Gambar 3.15. Baterai <i>Lithium-Ion</i> 72 V 20 Ah	59
Gambar 4.1. Laju Perpindahan Panas dalam Dua Kondisi Pengujian dari Setiap Percobaan	65
Gambar 4.2. Waktu Pengisian Daya dalam Dua Kondisi Pengujian dari Setiap Percobaan	67
Gambar 4.3. Rata-Rata Suhu Permukaan Baterai dalam Dua Kondisi Pengujian dari Setiap Percobaan	68
Gambar 4.4. <i>Lifetime</i> Baterai dalam Dua Kondisi Pengujian dari Setiap Percobaan	70

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu	7
Tabel 2.2. Spesifikasi Sepeda Motor Listrik Hasil Konversi	12
Tabel 2.3. Sejarah Perkembangan Baterai	17
Tabel 3.1. Nilai Properti Udara Pada Tekanan 1 Atmosfer Untuk Suhu 33,35°C	47
Tabel 3.2. Data Hasil Perhitungan Perpindahan Panas Konveksi Tanpa Pendinginan Tambahan	48
Tabel 3.3. Nilai Properti Udara Pada Tekanan 1 Atmosfer Untuk Suhu 31,65°C	49
Tabel 3.4. Data Hasil Perhitungan Perpindahan Panas Konveksi Menggunakan Pendinginan Tambahan	50
Tabel 3.5. Data Hasil Perhitungan <i>Lifetime</i> Baterai Tanpa Pendinginan Tambahan	51
Tabel 3.6. Data Hasil Perhitungan <i>Lifetime</i> Baterai Menggunakan Pendinginan Tambahan	52
Tabel 3.7. Alat dan Bahan	53
Tabel 3.8. Spesifikasi Termometer Digital	54
Tabel 3.9. Spesifikasi <i>DC Multifunction Tester</i>	55
Tabel 3.10. Spesifikasi Pengisi Daya ( <i>Charger</i> )	56
Tabel 3.11. Spesifikasi <i>Table Fan</i>	57
Tabel 3.12. Spesifikasi Anemometer Digital	58
Tabel 3.13. Spesifikasi Baterai <i>Lithium-Ion</i>	60
Tabel 4.1. Hasil Perhitungan Perpindahan Panas Konveksi Tanpa Pendinginan Tambahan	62
Tabel 4.2. Hasil Perhitungan Perpindahan Panas Konveksi Menggunakan Pendinginan Tambahan	62
Tabel 4.3. Data Pengujian Rata-Rata Tanpa Pendinginan Tambahan	63
Tabel 4.4. Data Pengujian Rata-Rata Menggunakan Pendinginan Tambahan	64

## DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
$Q_{konveksi}$	Laju perpindahan panas konveksi [W]
$h$	Koefisien perpindahan panas konveksi [ $W/m^2.K$ ]
$A$	Luas permukaan [ $m^2$ ]
$T_s$	Suhu permukaan [K]
$T_\infty$	Suhu ambien [K]
$Nu$	Bilangan <i>Nusselt</i>
$k$	Konduktivitas termal [ $W/m.K$ ]
$d$	Diameter penampang [m]
$Re$	Bilangan <i>Reynolds</i>
$\rho$	Densitas fluida [ $kg/m^3$ ]
$v$	Kecepatan udara [m/s]
$\mu$	Viskositas dinamis [ $kg/m.s$ ]
$Ra$	Bilangan <i>Rayleigh</i>
$Gr$	Bilangan <i>Grashof</i>
$Pr$	Bilangan <i>Prandtl</i>
$g$	Percepatan gravitasi [ $m/s^2$ ]
$\beta$	Koefisien konduktivitas termal [ $K^{-1}$ ]
$T_h$	Temperatur lokal (panas) [K]
$T_c$	Temperatur lokal (dingin) [K]
$T_f$	Temperatur film [K]
$T_a$	Temperatur aktual [K]

## DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
cc	<i>Cubicle Centimeter</i>
SOC	<i>State of Charge</i>
BLDC	<i>Brushless Direct Current</i>
CVT	<i>Continuously Variable Transmission</i>
V	<i>Volt</i>
Ah	<i>Ampere hour</i>
hp	<i>Horse Power</i>
RPM	<i>Revolutions per Minute</i>
DC	<i>Dirrect Current</i>
LCO	<i>Lithium Cobalt Oxide</i>
LMO	<i>Lithium Manganese Oxide</i>
NMC	<i>Lithium Nickel Manganese Cobalt Oxide</i>
LFP	<i>Lithium Iron Phosphate</i>
NCA	<i>Lithium Nickel Cobalt Aluminium Oxide</i>
LTO	<i>Lithium Titanate</i>
GGL	<i>Gaya Gerak Listrik</i>
Wh	<i>Watt hour</i>