

**ANALISIS POLA PENGISIAN BATERAI *LEAD ACID*
MENGUNAKAN PANEL SURYA TIPE *MONOCRYSTALLINE*
DAN *POLYCRYSTALLINE***

TUGAS AKHIR



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI KEMARITIMAN
UNIVERSITAS MARITIM RAJA ALI HAJI
TANJUNGPINANG
2025**

**ANALISIS POLA PENGISIAN BATERAI *LEAD ACID*
MENGUNAKAN PANEL SURYA TIPE *MONOCRYSTALLINE*
DAN *POLYCRYSTALLINE***

Tugas Akhir

Skema Skripsi

Tugas Akhir diajukan sebagai salah satu persyaratan memperoleh gelar Sarjana

Teknik pada Program Studi Teknik Elektro



Hoirul Anam

NIM 2101010048

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI KEMARITIMAN
UNIVERSITAS MARITIM RAJA ALI HAJI
TANJUNGPINANG
2025**

PERNYATAAN MENGENAI TUGAS AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

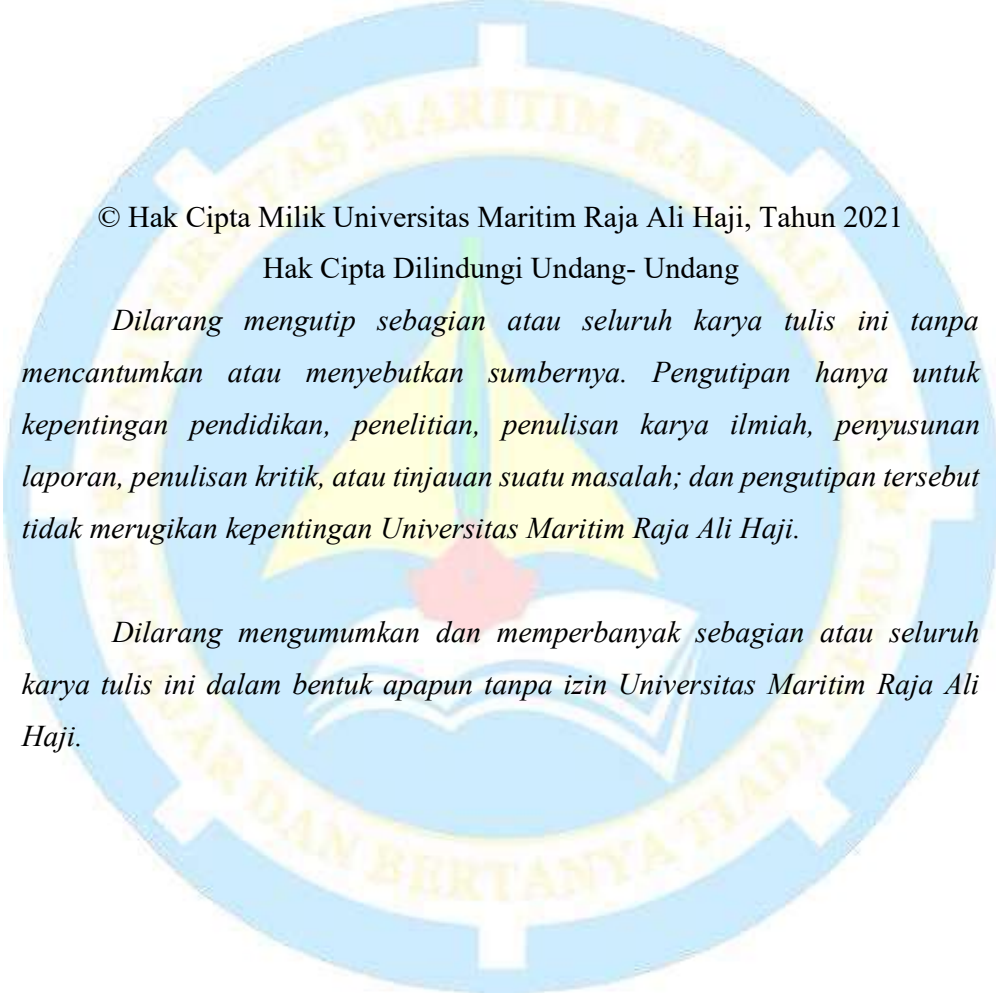
Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir berjudul "Analisis Pola Pengisian Baterai *Lead Acid* Menggunakan Panel Surya Tipe *Monocrystalline* dan *Polycrystalline*" adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Apabila di kemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar dan melanggar peraturan yang berlaku dalam karya tulis dan hak intelektual, maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Maritim Raja Ali Haji dan menerima sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku. Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Universitas Maritim Raja Ali Haji.

Tanjungpinang, 01 Desember 2025



Hoirul Anam
NIM 2101010048

The logo of Universitas Maritim Raja Ali Haji is a circular emblem. It features a blue outer ring with the university's name in yellow. Inside the ring is a yellow triangle with a red flower-like shape at its base. The text "UNIVERSITAS MARITIM RAJA ALI HAJI" is written in yellow along the top inner edge of the blue ring, and "SILAU DAN BERTANYA TIADA" is written along the bottom inner edge.

© Hak Cipta Milik Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tahun 2021

Hak Cipta Dilindungi Undang- Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah; dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan Universitas Maritim Raja Ali Haji.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Maritim Raja Ali Haji.

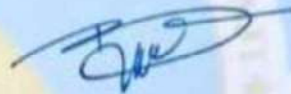
HALAMAN PERSETUJUAN

Judul : Analisis Pola Pengisian Baterai *Lead Acid*
Menggunakan Panel Surya Tipe *Monocrystalline* dan
Polycrystalline
Nama : Hoirul Anam
NIM : 2101010048
Program Studi : Teknik Elektro
Tanggal Persetujuan : 19 Maret 2022

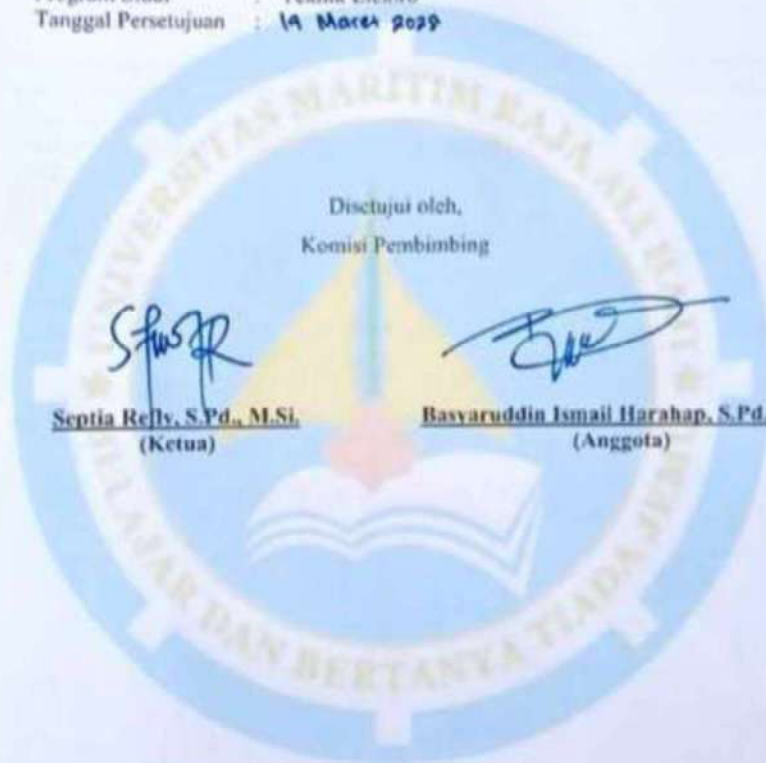
Disetujui oleh,
Komisi Pembimbing



Septia Relly, S.Pd., M.Si.
(Ketua)



Basyaruddin Ismail Harahap, S.Pd., M.T.
(Anggota)



HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Analisis Pola Pengisian Baterai *Lead Acid*
Menggunakan Panel Surya Tipe *Monocrystalline*
dan *Polycrystalline*

Nama : Hoirul Anam

NIM : 2101010048

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Komisi Penguji sebagai bagian persyaratan yang diperlukan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro dan Informatika, Fakultas Teknik dan Teknologi Kemaritiman, Universitas Maritim Raja Ali Haji.

KOMISI PENGUJI

Ketua	: Tonny Subendra, S.T., M.Cs.	(.....) 29/12/2025
Anggota I	: Dr. Eka Putra Ramdhani, S.T., M.Si.	(.....) 29/12/2025
Anggota II	: Rusfa, S.T., M.T.	(.....) 08/01/2026
Anggota III	: Septia Refly, S.Pd., M.Si.	(.....) 30/12/2025
Anggota IV	: Basyaruddin Ismail Harahap, S.Pd., M.T.	(.....) 29/12/2025

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro dan Informatika



Hollandi Arif Husema, S.IK., M.Si
NIP. 198901012019031016

Tanggal Ujian: 18 Desember 2025

Tanggal Lulus: 09 Januari 2026

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Skripsi ini berjudul “Analisis Pola Pengisian Baterai *Lead Acid* Menggunakan Panel Surya Tipe *Monocrystalline* dan *Polycrystalline*”. Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, serta bimbingan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang telah memberikan doa, motivasi, arahan, serta kontribusi selama proses penyusunan skripsi ini, khususnya kepada:

1. Allah SWT atas izin-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar dan penuh keberkahan.
2. Bapak M.Tumin, Ibu Jariyem, Abang Farhan, Abang Saipudin dan Kakak Maya Mairani Putri yang telah mendoakan dan memberikan dukungan selama mengerjakan skripsi ini.
3. Ibu Martaleli Bettiza, S.Si., M.Cs. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Teknologi Kemaritiman Universitas Maritim Raja Ali Haji.
4. Bapak Tonny Suhendra, S.T., M.Cs. selaku Koordinator Program Studi Teknik Elektro Universitas Maritim Raja Ali Haji.
5. Bapak Hollanda Arief Kusuma, S. IK., M.Si. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Maritim Raja Ali Haji.
6. Ibu Septia Refly, S.Pd., M.Si. selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah membimbing dan memberikan arahan kepada penulis dalam penyusunan Skripsi ini.
7. Bapak Basyaruddin Ismail Harahap S.Pd., M.T. selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah membimbing dan memberikan arahan kepada penulis dalam penyusunan Skripsi ini.
8. Rekan-rekan Turu.Dek, Eldi, Rian, Andi, Apuy dan Samuel yang selalu membantu satu sama lain, memberikan dukungan, kebersamaan, serta

semangat selama proses penyusunan Skripsi ini.

9. Rekan-rekan jurusan Teknik Elektro Angkatan 2021 yang selalu mendukung satu sama lain selama proses menyelesaikan Skripsi ini.
10. Siska Maryana yang selalu kebersamai penulis untuk membantu dan memberikan semangat kepada penulis selama proses menyelesaikan Skripsi ini.
11. Rekan satu kos Aidil Fitri yang selalu kebersamai, berbagi cerita, dan memberi semangat selama proses penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Skripsi ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca demi kesempurnaan Skripsi ini.

Tanjung Pinang, 11 Januari 2026


Hoirul Anam

PRAKATA

Puji dan syukur dipanjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga laporan tugas akhir ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam tugas akhir yang akan dilaksanakan pada bulan Maret hingga Desember 2025 ini ialah, dengan judul **“Analisis Pola Pengisian Baterai *Lead Acid* Menggunakan Panel Surya Tipe *Monocrystalline* dan *Polycrystalline*”**.

Terima kasih penulis ucapkan kepada Ibu Septia Refly, S.Pd., M.Si. dan Bapak Basyaruddin Ismail Harahap S.Pd., M.T yang telah banyak memberi saran. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada Kedua Orang Tua dan Keluarga yang selalu mendoakan dan memberikan semangat serta dukungan kasih sayangnya untuk menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat dan menjadi langkah awal yang baik untuk pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknik elektro khususnya.

Tanjungpinang, 01 Desember 2025



Hoirul Anam

DAFTAR ISI

COVER	1
PERNYATAAN MENGENAI TUGAS AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
MOTTO	vi
LEMBAR PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	x
ABSTRAK	xii
ABSTRACT	xiii
PRAKATA	xiv
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I PENDAHULUAN	22
A. Latar Belakang	22
B. Perumusan Masalah	25
C. Batasan Penelitian	25
D. Tujuan Penelitian	25
E. Manfaat Penelitian	26
BAB II KAJIAN LITERATUR	27
A. Tinjauan Pustaka	27
B. Landasan Teori	29
1. Panel Surya	29

2.	Baterai <i>Lead Acid</i>	34
3.	Daya.....	35
C.	Komponen.....	36
1.	Mikrokontroller.....	36
2.	<i>Solar Charge Controller (SCC)</i>	37
3.	Sensor INA219	38
4.	RTC DS3231.....	39
5.	Modul MicroSD.....	39
6.	Lampu DC.....	40
7.	Adaptor DC.....	41
BAB III METODE PENELITIAN		42
A.	Waktu dan Tempat Penelitian.....	42
B.	Bahan dan Alat.....	42
C.	Prosedur Pelaksanaan Penelitian.....	43
D.	Perancangan Sistem	46
1.	Perancangan Mekanik.....	46
2.	Perancangan Elektrikal	48
3.	Perancangan <i>Firmware</i>	49
E.	Analisis Data	50
1.	Kalibrasi Sensor.....	50
2.	Pola Arus, Tegangan dan Daya Saat Pengisian Baterai.....	52
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		45
A.	Pengembangan Mekanik	45
B.	Pengembangan Elektrikal	46
C.	Pengembangan <i>Firmware</i>	46
D.	Uji Fungsionalitas	54

1. Sensor INA219	54
2. Modul <i>Real-Time-Clock</i> (RTC).....	56
3. Modul MicroSD Card	58
4. ESP32.....	59
5. <i>Solar Charge Controller</i> (SCC).....	60
E. Uji Laboratorium.....	61
1. Kalibrasi Sensor INA219.....	61
F. Uji Keseluruhan Sistem dan Uji Lapangan.....	64
G. Analisis Data	66
1. Perbandingan Tegangan, Arus dan Daya Panel Surya <i>Monocrystalline</i> dan <i>Polycrystalline</i>	66
2. Perbandingan Tegangan dan Arus Baterai Panel <i>Monocrystalline</i> dan <i>Polycrystalline</i>	74
3. Kecepatan Waktu Pengisian Baterai Panel <i>Monocrystalline</i> dan <i>Polycrystalline</i>	78
H. Pembahasan.....	80
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	84
A. Simpulan	84
B. Saran.....	84
DAFTAR PUSTAKA	86
LAMPIRAN	92
BIODATA DIRI	101

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Prinsip kerja fotovoltaiik	30
Gambar 2. Panel surya <i>monocrystalline</i>	31
Gambar 3. Panel surya <i>polycrystalline</i>	32
Gambar 4. Struktur Panel Surya <i>Monocrystalline</i> dan <i>Polycrystalline</i>	33
Gambar 5. Ilustrasi Baterai <i>Lead Acid</i>	35
Gambar 6. Baterai <i>Lead Acid</i>	35
Gambar 7. ESP32 DEVKIT V1	37
Gambar 8. <i>Solar Charger Controller</i> (SCC)	38
Gambar 9. Sensor INA219	38
Gambar 10. Konfigurasi PIN INA219	39
Gambar 11. <i>Real Time Clock</i> (RTC)	39
Gambar 12. Modul MicroSD	40
Gambar 13. Lampu DC 12V – 20W	40
Gambar 14. Adaptor 5V – 2A	41
Gambar 15. Peta Lokasi Penelitian	42
Gambar 16. Diagram Alir Penelitian	45
Gambar 17. Diagram Blok Perancangan Sistem	46
Gambar 18. Desain 3D Sistem Tampak Keseluruhan	47
Gambar 19. Desain 3D Bagian Bawah Pada Panel Surya	48
Gambar 20. Skematik Rangkaian Panel Surya <i>Monocrystalline</i>	49
Gambar 21. Skematik Rangkaian Panel Surya <i>Polycrystalline</i>	49
Gambar 22. Diagram Alir <i>Firmware</i>	50
Gambar 23. Tampilan Keseluruhan Mekanik	45
Gambar 24. Tampilan Keseluruhan Konfigurasi Komponen	46
Gambar 25. <i>Flowchart Firmware</i> Sistem Panel Surya	47
Gambar 26. <i>Library</i> yang digunakan	48
Gambar 27. Pin modul, inisialisasi variabel data dan objek sensor	48
Gambar 28. Program Inisialisasi Void Setup	49
Gambar 29. Program Inisialisasi RTC	50
Gambar 30. Program Inisialisasi Sensor INA219	50
Gambar 31. Program Inisialisasi ModulSD	51

Gambar 32. Program Void Loop.....	52
Gambar 33. Program Fungsi Baca Sensor INA219	53
Gambar 34. Program Fungsi Penyimpanan Data Ke SDcard	54
Gambar 35. Rangkaian Sensor INA219.....	55
Gambar 36. Program Cek I2C.....	55
Gambar 37. Hasil Cek Alamat I2C INA219	55
Gambar 38. Program <i>Example Library</i> Sensor INA219.....	56
Gambar 39. Hasil Uji Fungsionalitas Sensor INA219.....	56
Gambar 40. Rangkaian Modul RTC	57
Gambar 41. Program <i>Example Library</i> Modul RTC	57
Gambar 42. Hasil Uji Fungsionalitas Modul RTC	57
Gambar 43. Rangkaian Modul MicroSD	58
Gambar 44. Program <i>Example Library</i> Modul MicroSD	59
Gambar 45. Hasil Uji Fungsionalitas Modul MicroSD	59
Gambar 46. Rangkaian ESP32.....	60
Gambar 47. Hasil Uji Fungsionalitas ESP32	60
Gambar 48. Hasil Uji Fungsionalitas <i>Solar Charge Controller</i> (SCC)	60
Gambar 49. Hasil Linearitas Sensor INA219 dengan Multimeter : (a) Sensor 1, (b) Sensor 2, (c) Sensor 3, (d) Sensor 4	63
Gambar 50. Hasil Linearitas Sensor INA219 dengan <i>Clamp Meter</i> : (a) Sensor 1, (b) Sensor 2, (c) Sensor 3, (d) Sensor 4	64
Gambar 51. Proses Pengambilan Data	66
Gambar 52. Hasil data uji keseluruhan sistem	66
Gambar 53. Grafik Tegangan 7 Hari Panel Surya <i>Monocrystalline</i> dan <i>Polycrystalline</i>	67
Gambar 54. Grafik Tegangan Panel Surya <i>Monocrystalline</i> dan <i>Polycrystalline</i> Hari Ke-2.....	67
Gambar 55. (a) Tegangan Tertinggi Panel Surya, (b) Tegangan Rata-rata Panel Surya	68
Gambar 56. Grafik Arus 7 Hari Panel Surya <i>Monocrystalline</i> Dan <i>Polycrystalline</i>	69

Gambar 57. Grafik Arus Panel Surya <i>Monocrystalline</i> dan <i>Polycrystalline</i> Hari Ke-2.....	70
Gambar 58. (a) Arus Tertinggi Panel Surya, (b) Arus Rata-rata Panel Surya	70
Gambar 59. Grafik Daya 7 Hari Panel Surya <i>Monocrystalline</i> dan <i>Polycrystalline</i>	71
Gambar 60. Grafik Daya Panel Surya <i>Monocrystalline</i> dan <i>Polycrystalline</i> Hari Ke-4.....	72
Gambar 61. (a) Daya Tertinggi Panel Surya, (b) Daya Rata-rata Panel Surya.....	72
Gambar 62. Nilai Rata-rata tegangan dan arus panel surya selama tujuh hari	73
Gambar 63. Grafik Tegangan dan Arus Baterai Panel Surya <i>Monocrystalline</i> dan <i>Polycrystalline</i> : (a) Hari Ke-1, (b) Hari Ke-2, (c) Hari Ke-3, (d) Hari Ke-4, (e) Hari Ke-5, (f) Hari Ke-6, (g) Hari Ke-7	75
Gambar 64. Mode CC Pada Tegangan dan Arus Baterai Hari ke-4	76
Gambar 65. Mode CV Pada Tegangan dan Arus Baterai Hari ke-5	77
Gambar 66. Nilai rata-rata tegangan dan arus baterai selama tujuh hari	77
Gambar 67. Kecepatan waktu pengisian baterai setiap hari selama tujuh hari.....	79

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Program Keseluruhan	93
Lampiran 2. Data Kalibrasi Tegangan Sensor INA219	96
Lampiran 3. Data Kalibrasi Arus Sensor INA219	97
Lampiran 4. Dokumentasi Proses Kalibrasi Sensor INA219	97
Lampiran 5. Dokumentasi Uji Keseluruhan, Uji Lapangan dan proses pembuatan alat	98
Lampiran 6. Data Hasil Penelitian	99
Lampiran 7. Contoh Perhitungan Manual Regresi Linear dan RMSE	100

