

**ANALISIS PERBANDINGAN PENGGUNAAN *SOLAR CHARGE*  
CONTROLLER TIPE PWM DAN MPPT DALAM PENGISIAN BATERAI**



Skripsi

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat

Sarjana Teknik (S.T)

Oleh:

Muhammad Rizqy Adi Syahputra


2001010011

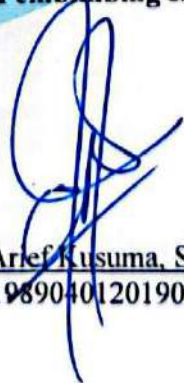
**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI KEMARITIMAN  
UNIVERSITAS MARITIM RAJA ALI HAJI  
TANJUNGPINANG**

**2025**

**ANALISIS PERBANDINGAN PENGGUNAAN *SOLAR CHARGE*  
CONTROLLER TIPE PWM DAN MPPT DALAM PENGISIAN BATERAI**



  
Septia Refly, S.Pd., M.Si  
NIP. 199409092020122007

  
Hollanda Arief Kusuma, S.IK., M.Si.  
NIP. 198904012019031016

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Analisis Perbandingan Penggunaan *Solar Charge Controller* Tipe PWM dan MPPT Dalam Pengisian Baterai  
Nama : Muhammad Rizqy Adi Syahputra  
NIM : 2001010011  
Program Studi : Teknik Elektro

Telah dipertahankan di depan dosen penguji dan dinyatakan lulus  
Pada tanggal 08 juli 2025

### Susunan Tim Pembimbing

Pembimbing : 1. Septia Refly, S.Pd., M.Si (SR)  
: 2. Hollanda Arief Kusuma, S.IK., M.Si. (HAK)

### Susunan Tim Penguji

Ketua Penguji : Tonny Suhendra, S.T., M.Cs. (Tang) 14/7-25  
Anggota penguji : 1. Bavitra, S.Si., M.Si. (Bav)  
: 2. Firman Apriansyah, S.Si., M.T. (Fi)

Tanjungpinang, 08 Juli 2025

Dekan

Fakultas Teknik dan Teknologi Kemaritiman  
Universitas Maritim Raja Ali Haji



Martaleji Bettiza, S.Si., M.Sc.

NI PPPK. 197508282021212006

## SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya mahasiswa yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Rizqy Adi Syahputra

NIM : 2001010011

Tempat /Tanggal Lahir : Sungai Guntung /14 oktober 2002

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang berjudul “ Analisis Perbandingan Penggunaan *Solar Charge Controller* Tipe PWM dan MPPT Dalam Pengisian Baterai ” adalah hasil karya ilmiah saya sendiri. Skripsi ini tidak mengandung unsur penjiplakan atau duplikasi terhadap karya pihak lain, baik sebagian maupun keseluruhan, kecuali pada bagian-bagian yang secara eksplisit dikutip dan dicantumkan sumbernya sesuai dengan kaidah dan ketentuan akademik yang berlaku. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar dan bertentangan dengan peraturan mengenai etika penulisan karya ilmiah dan hak kekayaan intelektual, saya bersedia menerima segala konsekuensi yang ditetapkan, termasuk penarikan ijazah oleh Universitas Maritim Raja Ali Haji serta sanksi lain yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Tanjungpinang, 04 Juli 2025

Yang membuat pernyataan



Muhammad Rizqy Adi Syahputra

2001010011

## KATA PENGANTAR

Peneliti mengucapkan rasa syukur peneliti ucapkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga peneliti mampu menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul “ Analisis Perbandingan Penggunaan *Solar Charge Controller* Tipe PWM dan MPPT Dalam Pengisian Baterai”.

Peneliti menyadari dalam penyusunan skripsi ini tidak akan berlangsung dengan baik tanpa adanya bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas izin-Nya penulis dapat menulis skripsi ini dengan lancar dan penuh pertimbangan.
2. Ibu Martaleli Bettiza, S.Si, M.Sc selaku Dekan Fakultas Teknik Dan Teknologi Kemaritiman Universitas Maritim Raja Ali Haji (UMRAH) Tanjungpinang.
3. Bapak Hollanda Arief Kusuma S.IK., M.Si., Selaku ketua Jurusan Teknik Elektro Dan Informatika Universitas Maritim Raja Ali Haji.
4. Ibu Septia Refly, S.Pd., M.Si., Selaku Dosen Pembimbing I telah senantiasa membimbing dengan rasa tanggung jawab, memberikan arahan dan masukan menyelesaikan Skripsi yang penulis buat.
5. Bapak Hollanda Arief Kusuma S.IK., M.Si., selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah memberikan pikiran serta masukan pada penulis dalam penyusunan skripsi.

6. Bapak Tony Suhendra, S.T., M.T., Dosen Pembimbing Akademik yang telah senantiasa memberikan masukan dan motivasi kepada peneliti dalam penyusunan skripsi.
7. Seluruh Dosen dan staf Tata Usaha Jurusan Teknik Elektro yang telah memberikan layanan dan bantuan kepada peneliti dalam menyelesaikan penyusunan skripsi.
8. Kedua orang tua peneliti, Bapak Darmadi dan Ibu Rubiah serta saudariku Juweni Lismiyanti yang telah berperan penting dalam hidup peneliti. Terima kasih atas doa, dukungan, cinta dan kasih sayang luar biasa yang selalu dilimpahkan kepada peneliti.
9. Kakak tingkat peneliti, Viki Dima Hofur dan Maulana Anugrah yang senantiasa membantu serta memberikan arahan dalam menyelesaikan penyusunan proposal peneliti.
10. Teman-teman anggota Ex-Kominfo, Kairul Syah, Muhammad Ridwan, Muhazri, dan Widya Amanda Anggryani, yang telah membersamai peneliti sampai selesai.
11. Terima kasih kepada Keluarga besar Teknik Elektro Angkatan 2020 yakni Harmahara Saputra, Ali Susanto, O. Midiyanto, Muhammad Givanda Ariyadi, Wahyudi (Apek), Wahyudi (Dudut), Rama Dicsyah Kabira, Helferdi Wilson, Theddy Kurnia Sandi, Iwanda Fery Setiawan, Muhammad Fajri, Riston Fransisko Togatorop, Reinaldo, Geopani Lelati Panjaitan, Nia Afrianti, Yunita Irnawati, Orien Aprillia, Indah Pramitha, Mutiara, Ira Anggraini, Riri Yulianti

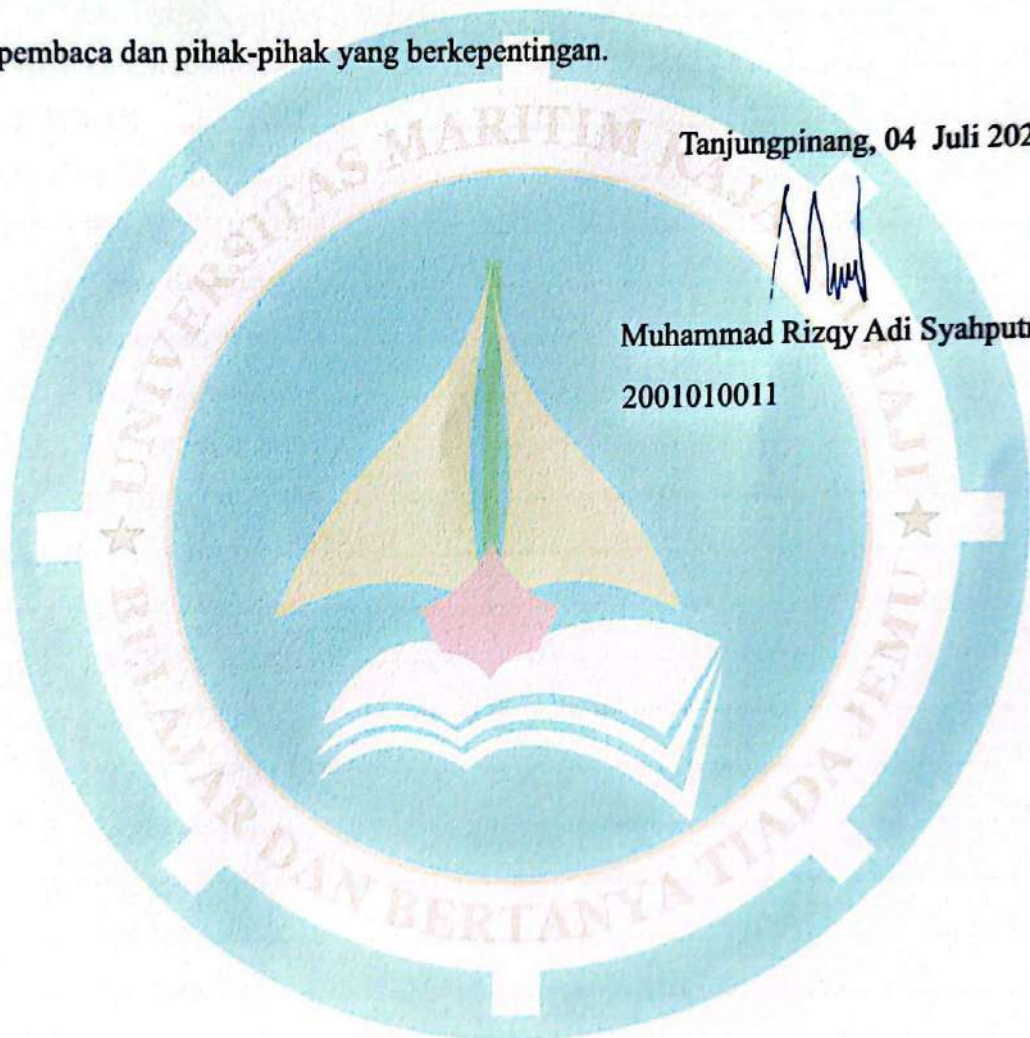
yang selalu menjaga kebersamaan dari awal sampai akhir, untuk mencapai cita-cita sebagai sarjana teknik.

Peneliti menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, peneliti mengharapkan saran dari pembaca demi kesempurnaan di masa mendatang. Peneliti berharap semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi pembaca dan pihak-pihak yang berkepentingan.

Tanjungpinang, 04 Juli 2025



Muhammad Rizqy Adi Syahputra  
2001010011



## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
ABSTRAK.....	xii
<i>ABSTRACT</i> .....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	5
C. Batasan masalah.....	5
D. Tujuan Penelitian.....	6
E. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. Kajian Terdahulu.....	7
B. Landasan Teori.....	9
1. Panel Surya.....	9
2. <i>Solar Charge Controller</i> .....	11
3. Baterai.....	16
4. Sensor INA219.....	20
5. ESP32.....	21
6. LCD TFT.....	21
7. Real Time Clock (RTC).....	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	23
A. Waktu dan lokasi penelitian.....	23
B. Alat dan bahan penelitian.....	23
C. Prosedur penelitian.....	24
D. Perancangan Perangkat.....	26
E. Pengolahan Data.....	29

1. Kalibrasi sensor .....	29
2. Pola Arus, Tegangan, dan Daya saat pengisian baterai .....	32
BAB IV .....	34
HASIL DAN PEMBAHASAN .....	34
A. Perancangan perangkat monitoring.....	34
1. Perancangan Elektrikal.....	34
2. Perancangan Mekanik .....	35
3. Pengembangan <i>Firmware</i> .....	36
B. Uji Laboratorium.....	44
1. Uji Fungsionalitas.....	44
2. Kalibrasi Sensor .....	47
C. Uji Keseluruhan Sistem.....	54
D. Uji Lapangan.....	58
1. Tegangan panel dan baterai <i>lead acid</i> .....	58
2. Arus baterai <i>lead acid</i> .....	62
3. Daya baterai <i>lead acid</i> .....	65
4. Tegangan baterai Ion-litium .....	68
5. Arus baterai Ion-litium .....	72
6. Daya baterai Ion-litium .....	75
7. <i>Noise</i> pada grafik perbandingan .....	79
8. Perbandingan daya baterai <i>lead acid</i> dan Ion-litium.....	80
9. Pola pengisian baterai (CC dan CV) .....	81
E. Pembahasan.....	85
BAB V .....	89
KESIMPULAN DAN SARAN.....	89
A. Kesimpulan .....	89
B. Saran.....	90
DAFTAR PUSTAKA .....	91

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Prinsip Kerja Panel Surya .....	10
Gambar 2. Sistem Kontrol Pengisian Baterai Panel Surya .....	11
Gambar 3. SCC PWM.....	12
Gambar 4. Skematik Rangkaian SCC PWM .....	12
Gambar 5. <i>Duty Cycle</i> Modulasi PWM .....	13
Gambar 6. SCC MPPT .....	14
Gambar 7. Komponen SCC MPPT .....	14
Gambar 8. Skematik Rangkaian SCC MPPT.....	15
Gambar 9. Baterai .....	16
Gambar 10. Baterai <i>Lead Acid</i> .....	17
Gambar 11. Proses <i>Discharging</i> dan <i>Charging</i> Baterai <i>Lead acid</i> .....	18
Gambar 12. Baterai Ion-Litium.....	19
Gambar 13. Proses <i>charge</i> dan <i>discharge</i> pada baterai ion-litium.....	20
Gambar 14. Sensor INA219 .....	20
Gambar 15. Pinout Board ESP32.....	21
Gambar 16. LCD TFT .....	22
Gambar 17. <i>Real Time Clock</i> (RTC) .....	22
Gambar 18. LAB EBT FTTK UMRAH Senggarang.....	23
Gambar 19. Diagram Alir Penelitian.....	26
Gambar 20. Perancangan Perangkat .....	27
Gambar 21. Diagram Perancangan Perangkat Monitoring .....	28
Gambar 22. Perancangan elektrikal perangkat monitoring.....	34
Gambar 23. Panel surya pada perancangan mekanik.....	35
Gambar 24. Rangkaian mekanik pengisian dan monitoring .....	35
Gambar 25. <i>Library</i> Setiap Komponen.....	36
Gambar 26. Alamat dan inisialisasi sensor INA219 .....	37
Gambar 27. Pengambilan nilai parameter sensor INA219 .....	38
Gambar 28. Deklarasi RTC DS3231 .....	38
Gambar 29. Mengambil nilai parameter dan menampilkan RTC .....	39
Gambar 30. Variasi warna TFT .....	39
Gambar 31. Pin TFT LCD.....	40
Gambar 32. Tampilan Awal TFT .....	40
Gambar 33. Tampilan utama TFT .....	41
Gambar 34. Tampilan data .....	41
Gambar 35. Program Cek RTC .....	42
Gambar 36. Cek mikro SD.....	43
Gambar 37. Simpan data pada micro SD .....	43
Gambar 38. Rangkaian Uji Fungsionalitas INA219 .....	44
Gambar 39. pengecekan alamat INA219 menggunakan protokol I2C channel....	45
Gambar 40. Hasil uji fungsionalitas INA219.....	45
Gambar 41. Pengecekan alamat TFT LCD .....	46
Gambar 42. Pengecekan RTC .....	46

Gambar 43. Grafik perbandingan arus sensor dan kalibrator .....	48
Gambar 44. Grafik eror dan akurasi arus .....	48
Gambar 45. Nilai RMSE arus .....	49
Gambar 46. Nilai standar deviasi arus .....	49
Gambar 47. Grafik linearitas arus sensor INA219.....	50
Gambar 48. Grafik perbandingan tegangan sensor dan kalibrator.....	51
Gambar 49. Grafik eror dan akurasi tegangan .....	52
Gambar 50. Grafik nilai RMSE tegangan.....	52
Gambar 51. Grafik nilai standar deviasi tegangan.....	53
Gambar 52. Grafik linearitas tegangan sensor INA219.....	53
Gambar 53. Uji monitoring pengisian daya baterai .....	55
Gambar 54. Grafik tegangan satu panel.....	56
Gambar 55. Grafik arus dan daya satu panel .....	57
Gambar 56. Grafik tegangan panel baterai lead acid .....	59
Gambar 57. Grafik tegangan baterai lead acid.....	60
Gambar 58. Selisih tegangan MPPT dan PWM pada panel dan baterai.....	61
Gambar 59. Selisih tegangan panel dan baterai pada MPPT dan PWM.....	61
Gambar 60. Grafik arus panel <i>lead acid</i> .....	62
Gambar 61. Grafik arus baterai <i>lead acid</i> .....	63
Gambar 62. Selisih Arus MPPT dan PWM pada panel dan baterai.....	64
Gambar 63. Selisih Arus panel dan baterai pada MPPT dan PWM.....	65
Gambar 64. Grafik daya panel <i>lead acid</i> .....	66
Gambar 65. Grafik daya baterai <i>lead acid</i> .....	67
Gambar 66. Selisih Daya MPPT dan PWM pada panel dan baterai.....	67
Gambar 67. Rugi daya panel dan baterai MPPT dan PWM.....	68
Gambar 68. Grafik tegangan panel Ion-litium.....	69
Gambar 69. Grafik tegangan baterai Ion-litium.....	70
Gambar 70. Selisih tegangan MPPT dan PWM.....	71
Gambar 71. Selisih tegangan panel dan baterai .....	72
Gambar 72. Grafik arus panel Ion-litium.....	73
Gambar 73. Grafik arus baterai Ion-litium.....	74
Gambar 74. Selisih arus MPPT dan PWM.....	74
Gambar 75. Selisih arus panel dan baterai .....	75
Gambar 76. Grafik daya panel Ion-litium.....	76
Gambar 77. Grafik daya baterai Ion-litium.....	77
Gambar 78. Selisih daya MPPT dan PWM.....	78
Gambar 79. Rugi daya panel dan baterai .....	79
Gambar 80. <i>Input</i> daya baterai .....	81
Gambar 81. CC dan CV SCC MPPT di baterai <i>lead acid</i> .....	82
Gambar 82. CC dan CV SCC PWM di baterai <i>lead acid</i> .....	83
Gambar 83. CC dan CV SCC MPPT di baterai Ion-litium .....	84
Gambar 84. CC dan CV SC PWM di baterai <i>lead acid</i> .....	85

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Spesifikasi panel surya <i>monocrystalline</i> .....	10
Tabel 2 Spesifikasi SCC PWM .....	13
Tabel 3 Spesifikasi SCC MPPT.....	16
Tabel 4 Alat Penelitian .....	24
Tabel 5 Bahan Penelitian.....	24
Tabel 6. Komponen, Library, dan hasil uji fungsionalitas .....	47
Tabel 7. Data hasil pengukuran arus sensor INA219 dan kalibrator.....	47
Tabel 8. Data hasil pengukuran tegangan sensor INA219 dan kalibrator.....	51
Tabel 9. Penurunan tegangan dan arus pada SCC MPPT .....	80

