

**STUDI KOMPARASI DAYA KELUARAN PANEL SURYA
MONOKRISTALIN DAN POLIKRISTALIN DENGAN
PENAMBAHAN REFLEKTOR DAN SISTEM PENDINGIN**



SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat
Sarjana Teknik (S.T.)

Oleh:

BIMBI ADYTIA WANATIRTA

NIM 2101010017

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

2025

**STUDI KOMPARASI DAYA KELUARAN PANEL SURYA
MONOKRISTALIN DAN POLIKRISTALIN DENGAN
PENAMBAHAN REFLEKTOR DAN SISTEM PENDINGIN**



SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat
Sarjana Teknik (S.T.)

Oleh:

BIMBI ADYTIA WANATIRTA

NIM 2101010017

Disetujui Oleh :

Pembimbing I,

Pembimbing II,

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

Basyaruddin Ismail Harahap, S.Pd., M.T.
NIP.199405152024061001



HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Studi Komparasi Daya Keluaran Panel Surya Monokristalin dan Polikristalin dengan Penambahan Reflektor dan Sistem Pendingin
Nama : Bimbi Adytia Wanatirta
NIM : 2101010017
Program Studi : Teknik Elektro




Telah dipertahankan di depan dosen penguji dan dinyatakan lulus

Pada tanggal, 26 Juni 2025

Susunan Tim Pembimbing

Pembimbing 1 : Septia Refly, S.Pd., M.Si. () 15/07-2025
Pembimbing 2 : Basyaruddin Ismail Harahap, S.Pd., M.T. () 11/07-2025

Susunan Tim Penguji

Ketua Penguji : Rusfa, S.T., M.T () 11/07-2025
Anggota Penguji : 1. Hollanda Arief Kusuma, S.IK., M.Si. () 11/07-2025
2. Doli Bonardo, S.Si., M.Si. () 07/07-2025


Tanjungpinang, Juli 2025

Dekan

Fakultas Teknik dan Teknologi Kemaritiman

Universitas Maritim Raja Ali Haji




Martaleli Bettiza, S.Si., M.Sc.

NI PPPK. 197508282021212006

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya Mahasiswa yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Bimbi Adytia Wanatirta
NIM : 2101010017
Tempat/Tanggal Lahir : Tanjungpinang/16 September 2003

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang berjudul “Studi Komparasi Daya Keluaran Panel Surya Monokristalin dan Polikristalin dengan Penambahan Reflektor dan Sistem Pendingin” adalah hasil karya ilmiah saya sendiri. Skripsi ini disusun tanpa menjiplak atau menduplikasi karya orang lain, baik secara keseluruhan maupun sebagian, kecuali pada bagian-bagian yang secara jelas dikutip dan dicantumkan sumbernya sesuai dengan aturan dan standar akademik yang berlaku. Apabila di kemudian hari terbukti pernyataan ini tidak benar dan melanggar etika penulisan ilmiah serta hak atas kekayaan intelektual, saya bersedia menanggung segala konsekuensi yang berlaku.

Tanjungpinang, 26 Juni 2025
Yang membuat pernyataan



Bimbi Adytia Wanatirta
2101010017

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Segala puji dan syukur dipanjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat, karunia, dan petunjuk-Nya, sehingga penyusunan skripsi yang berjudul "*Studi Komparasi Daya Keluaran Panel Surya Monokristalin dan Polikristalin dengan Penambahan Reflektor dan Sistem Pendingin*" dapat diselesaikan dengan baik. Karya tulis ini disusun sebagai bagian dari persyaratan untuk meraih gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Teknologi Kemaritiman, Universitas Maritim Raja Ali Haji.

Dalam perjalanan penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa berbagai tantangan dan hambatan tidak dapat dihindari. Namun, berkat doa, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak, seluruh rintangan tersebut dapat dilalui dengan baik. Oleh karena itu, dengan tulus penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT atas rahmat dan ridho-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
2. Ayah Agustian dan Ibu Siti Ningsi, serta saudara saya Iqbal Gustianda dan Siti Rahayu Oktaviani, atas doa dan dukungan yang tulus.
3. Ibu Martaleli Bettiza, S.Si., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Teknologi Kemaritiman UMRAH Tanjungpinang, yang telah memberikan dukungan serta memfasilitasi proses akademik penulis selama masa studi.
4. Ibu Septia Refly, S.Pd., M.Si., selaku Dosen Pembimbing I, yang dengan ketulusan dan kesabaran senantiasa membimbing, mengarahkan, serta

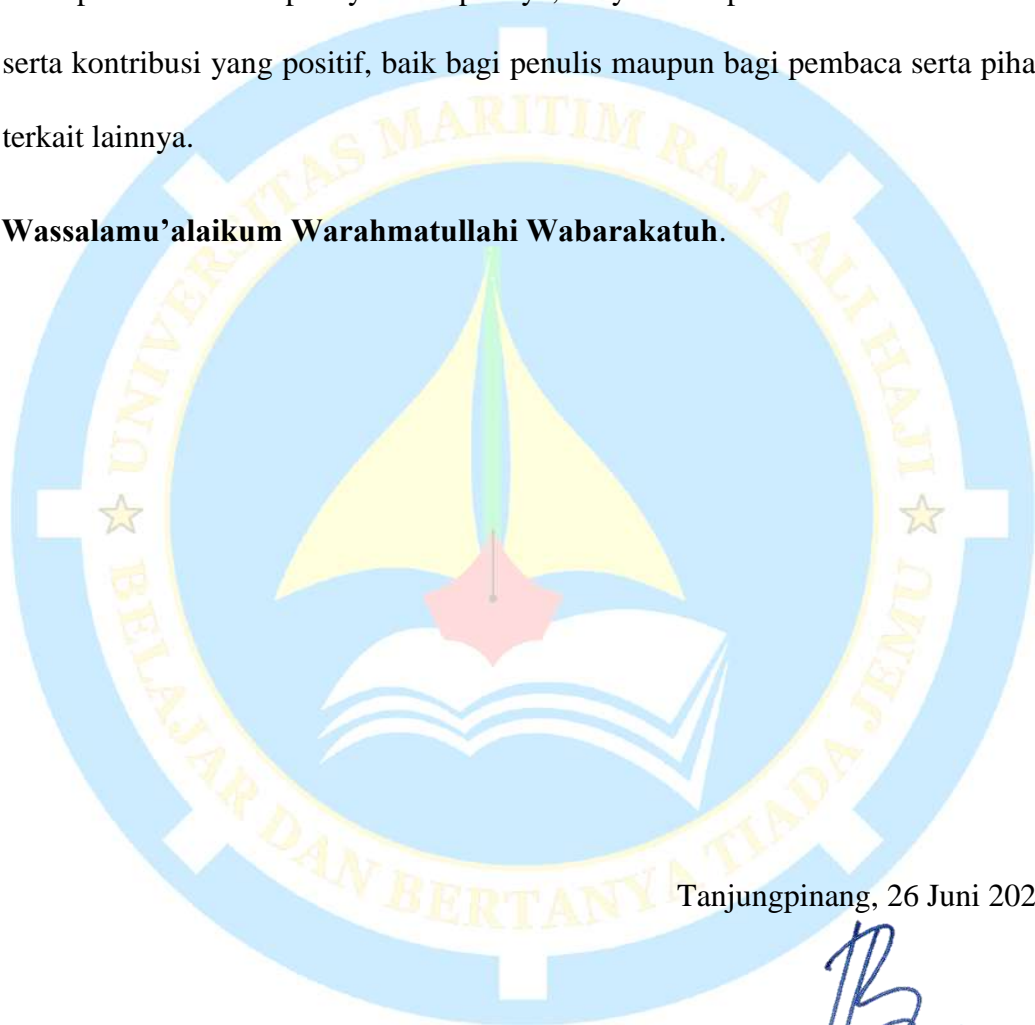
menyalakan semangat dalam setiap langkah penulis hingga skripsi ini terselesaikan.

5. Bapak Basyaruddin Ismail Harahap, S.Pd., M.T., selaku Dosen Pembimbing II, atas bimbingan, arahan, dan dukungan yang telah diberikan selama proses penyusunan skripsi ini.
6. Bapak Hollanda Arief Kusuma, S.IK., M.Si., selaku Ketua Jurusan dan dosen pembimbing akademik, terima kasih atas bimbingan dan peran Bapak yang menjadi pengganti orang tua selama masa studi.
7. Bapak Tonny Suhendra, S.T., M.Cs., selaku Koordinator Program Studi Teknik Elektro, terima kasih atas arahannya serta dedikasi dalam membina dan mengembangkan program studi ini.
8. Teman Seperjuangan WDC Adam, Ridho, Carel, Agus, Dewa, Idham, Azhar, Sandy, Faiz Noor, Faiz Adhim, dan Rahimin yang saling membantu waktu, tenaga, pikiran serta saling mengingatkan dari awal perkuliahan hingga penyelesaian Skripsi ini.
9. Terima kasih kepada seluruh teman Teknik Elektro angkatan 2021. Kebersamaan, dukungan, dan semangat kalian menjadi bagian berharga dalam perjalanan ini. Semoga persaudaraan ini tetap terjalin dan menjadi kenangan indah.
10. Ucapan terima kasih yang tulus juga disampaikan kepada orang-orang baik yang telah hadir dan memberikan dukungan dalam setiap langkah perjalanan hidup, baik melalui nasihat, semangat, maupun bantuan yang tulus. Kehadiran

mereka menjadi bagian berharga dalam proses tumbuh dan berkembang hingga saat ini.

Penulis memahami bahwa skripsi ini masih memiliki berbagai kekurangan. Oleh sebab itu, masukan dan kritik yang bersifat membangun sangat diharapkan demi perbaikan ke depannya. Harapannya, karya ini dapat memberikan manfaat serta kontribusi yang positif, baik bagi penulis maupun bagi pembaca serta pihak terkait lainnya.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.



Tanjungpinang, 26 Juni 2025

Bimbi Adytia Wanatirta
21001010017

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
ABSTRAK.....	xv
<i>ABSTRACT</i>	xvi
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian.....	4
D. Batasan Masalah.....	4
E. Manfaat.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Kajian Terdahulu	6
B. Landasan Teori	9
1. Panel Surya	9
2. Panel Monokristalin.....	10
3. Panel Polikristalin	10
4. Teori Pemantulan Cahaya.....	11
5. Reflektor	12
6. Pendingin	13
C. Komponen	14
1. ESP32	14
2. INA219	16
3. DS18B20.....	17

4.	Real-time Clock (RTC).....	18
5.	Modul <i>Micro SD</i>	19
6.	Adaptor DC.....	20
7.	Lampu DC	21
8.	Modul <i>Step down</i>	22
III. METODE PENELITIAN.....		23
A.	Waktu dan Tempat Penelitian	23
B.	Alat dan Bahan	23
C.	Prosedur Penelitian.....	25
D.	Perancangan Sistem.....	28
1.	Perancangan <i>Hardware</i> Desain (3D).....	30
2.	Perancangan Elektrikal	31
3.	Perancangan <i>Firmware</i>	33
E.	Pengolahan dan Analisis Data	34
1.	Kalibrasi Sensor INA219 dan DS18B20	34
2.	★ Perhitungan Daya Listrik	36
3.	Efisiensi Daya Panel Surya.....	37
4.	Regresi Polinomial Suhu Terhadap Daya.....	39
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN		41
A.	Pengembangan <i>Hardware</i>	41
B.	Uji Fungsionalitas.....	56
1.	Sensor INA219	56
2.	Sensor DS18B20.....	57
3.	Modul <i>Real-time-Clock</i> (RTC).....	58
4.	Modul <i>Micro SD Card</i>	59
5.	Pantulan Reflektor	61
C.	Pengembangan Elektrikal	42
D.	Pengembangan <i>Firmware</i>	43
E.	Uji Laboratorium	56
1.	Kalibrasi Sensor INA219.....	62
2.	Kalibrasi Sensor DS18B20	64

F. Uji Keseluruhan Sistem dan Uji Lapang.....	65
G. Analisis Data	67
1. Perbandingan Suhu, Tegangan, Arus, dan Daya Panel Monokristalin	67
2. Perbandingan Suhu, Tegangan, Arus, dan Daya Panel Polikristalin..	82
3. Perbandingan Suhu, Tegangan, Arus, dan Daya Panel Monokristalin dan Polikristalin Dengan Reflektor dan Sistem Pendingin.	95
5. Efisiensi Daya dan Suhu Panel Surya.....	103
F. Pembahasan.....	107
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	113
A. Kesimpulan.....	113
B. Saran.....	114
DAFTAR PUSTAKA	115
LAMPIRAN.....	123



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Ilustrasi Cara Kerja Panel Surya.....	9
Gambar 2. Panel Surya Monokristalin	10
Gambar 3. Panel surya polikristalin	11
Gambar 4. Pemantulan Cahaya	12
Gambar 5. Reflektor Pada Panel Surya	13
Gambar 6. Pendingin <i>Heatsink</i>	14
Gambar 7. Pinout ESP32 DEVKIT V1	15
Gambar 8. Sensor INA219	17
Gambar 9. Sensor DS18B20.....	18
Gambar 10. Sensor DS3231 RTC	19
Gambar 11. Modul <i>Micro SD</i>	20
Gambar 12. Adaptor	21
Gambar 13. Lampu DC	21
Gambar 14. Modul Step down LM2596.....	22
Gambar 15. Lokasi Penelitian	23
Gambar 16. <i>Flowchart</i> Prosedur Penelitian	28
Gambar 17. Diagram Blok dan Perancangan Sistem	29
Gambar 18. Desain 3D Sistem	31
Gambar 19. Tampak Bawah Sistem Pendingin.....	31
Gambar 20. Diagram Skematik Perancangan Elektrikal	32
Gambar 21. Diagram <i>Flowchart</i> Firmware.....	33
Gambar 22. Tampilan Keseluruhan Pengembangan <i>Hardware</i>	41
Gambar 23. <i>Heatsink</i> : (a) Pada Panel Surya, (b) Polikristalin dan Pada Monokristalin	42
Gambar 24. Pengembangan Elektrikal	43
Gambar 25. <i>Library</i> yang digunakan.....	44
Gambar 26. Deklarasi Konstanta Pin	45
Gambar 27. Deklarasi Objek Sensor	45
Gambar 28. Deklarasi <i>Variable</i> Sensor	46
Gambar 29. Program Pada Fungsi Setup.....	47

Gambar 30. Fungsi setupRTC	47
Gambar 31. Fungsi setupWifidanNTP	48
Gambar 32. Fungsi setupSensor	49
Gambar 33. Fungsi setupSDCard()	50
Gambar 34. Fungsi Loop	50
Gambar 35. Fungsi updateDateTime	51
Gambar 36. Fungsi baca_Suhu	52
Gambar 37. Fungsi baca_ina219	53
Gambar 38. Fungsi logData	54
Gambar 39. Fungsi handleSensorErrors	54
Gambar 40. Fungsi blinkLED()	55
Gambar 41. Fungsi <i>Micro SD</i>	56
Gambar 42. Rangkaian Pengujian Sensor INA219	57
Gambar 43. Hasil Pembacaan Sensor INA219	57
Gambar 44. Rangkaian Pengujian Sensor DS18B20	58
Gambar 45. Hasil Pembacaan Sensor DS18B20	58
Gambar 46. Rangkaian Pengujian Modul RTC	59
Gambar 47. Hasil Pembacaan Modul RTC	59
Gambar 48. Rangkaian Pengujian Modul <i>Micro SD Card</i>	60
Gambar 49. Hasil Pembacaan Modul <i>Micro SD Card</i>	60
Gambar 50. Pengujian Pantulan Reflektor	61
Gambar 51. Hasil Kalibrasi Tegangan Sensor INA219 : (a) Sensor 1, (b) Sensor 2 (c) Sensor 3 dan (d) Sensor 4	62
Gambar 52. Hasil Kalibrasi Arus Sensor INA219 : (a) Sensor 1, (b) Sensor 2, (c) Sensor 3 dan (d) Sensor 4	63
Gambar 53. Hasil Kalibrasi Suhu Sensor DS18B20 : Sensor 1 (a), Sensor 2 (b), Sensor 3 (c), Sensor 4 (d)	65
Gambar 54. Hasil Performa Alat : (a) Beban Lampu, (b) Indikator Led, (c) Pembacaan data pada <i>SD Card</i>	67
Gambar 55. Uji Lapang	67
Gambar 56. Grafik Suhu 7 Hari Panel Surya Monokristalin	68

Gambar 57. <i>Boxplot</i> Suhu Panel Monokristalin	69
Gambar 58. Grafik Suhu Panel Monokristalin Hari Ke-2	70
Gambar 59. Grafik Tegangan 7 Hari Panel Surya Monokristalin	71
Gambar 60. Grafik Tegangan Panel Surya Monokristalin Hari Ke-2	71
Gambar 61. <i>Boxplot</i> Tegangan Panel Monokristalin.....	72
Gambar 62. Grafik Arus 7 Hari Panel Surya Monokristalin.	73
Gambar 63. Grafik Arus Panel Surya Monokristalin Hari Ke-2	74
Gambar 64. <i>Boxplot</i> Tegangan Panel Monokristalin.....	75
Gambar 65. Grafik Daya 7 Hari Panel Surya Monokristalin	75
Gambar 66. Bayangan Panel Monokristalin (a) Bayangan pada Pagi Hari, (b) Bayangan pada Sore Hari.....	76
Gambar 67. Grafik Pengaruh Bayangan terhadap daya Pagi dan Sore Hari panel Monokristalin	77
Gambar 68. Grafik Daya Panel Surya Monokristalin Hari Ke-2	78
Gambar 69. <i>Boxplot</i> Daya Panel Monokristalin	79
Gambar 70. Pengaruh Suhu Terhadap Tegangan dan Arus : (a) Panel Mono Tanpa Perlakuan, (b) Dengan Perlakuan	80
Gambar 71. Pengaruh Suhu Terhadap Daya Pada Panel Monokristalin	81
Gambar 72. Grafik Suhu 7 Hari Panel Surya Polikristalin.....	82
Gambar 73. <i>Boxplot</i> Suhu Panel Polikristalin	83
Gambar 74. Grafik Suhu Panel Polikristalin Hari Ke-2	84
Gambar 75. Grafik Tegangan 7 Hari Panel Surya Polikristalin	84
Gambar 76. Grafik Tegangan Panel Polikristalin Hari Ke-2.....	85
Gambar 77. <i>Boxplot</i> Tegangan Panel Polikristalin.....	86
Gambar 78. Grafik Arus 7 Hari Panel Surya Polikristalin	87
Gambar 79. Grafik Arus Panel Polikristalin Hari Ke-2.....	87
Gambar 80. <i>Boxplot</i> Arus Panel Polikristalin.....	88
Gambar 81. Grafik Daya 7 Hari Panel Surya Polikristalin.....	89
Gambar 82. Bayangan Panel Polikristalin (a) Bayangan pada Pagi Hari, (b) Bayangan pada Sore Hari.....	90

Gambar 83. Grafik Pengaruh Bayangan Pagi dan Sore Hari pada panel Polikristalin.....	91
Gambar 84. Grafik Daya Panel Polikristalin Hari Ke-2.....	92
Gambar 85. <i>Boxplot</i> Daya Panel Polikristalin	93
Gambar 86. Perbandingan Suhu Terhadap Tegangan dan Arus Panel Polikristalin : (a) dengan Perlakuan, (b) Tanpa Perlakuan	94
Gambar 87. Pengaruh Suhu Terhadap Daya Panel Polikristalin	95
Gambar 88. Grafik Suhu 7 Hari Panel Surya Monokristalin dan Polikristalin ...	96
Gambar 89. Grafik Suhu Minimum Harian.....	97
Gambar 90. Grafik Suhu Minimum Harian.....	97
Gambar 91. Grafik Tegangan 7 Hari Panel Surya Monokristalin dan Polikristalin	98
Gambar 92. Grafik Tegangan Minimum Harian	99
Gambar 93. Grafik Tegangan Maksimum Harian	99
Gambar 94. Grafik Arus 7 Hari Panel Monokristalin dan Polikristalin	100
Gambar 95. Grafik Arus Minimum Harian	100
Gambar 96. Grafik Arus Maksimum Harian	101
Gambar 97. Grafik Daya 7 Hari Panel Monokristalin dan Polikristalin	101
Gambar 98. Grafik Daya Minimum Harian.....	102
Gambar 99. Grafik Daya Maksimum Harian	102
Gambar 100. Grafik Daya Rata-rata 7 Hari.....	103
Gambar 101. Grafik Efisiensi Daya Harian.....	104
Gambar 102. Grafik Suhu Rata-rata 7 Hari	105
Gambar 103. Grafik Efisiensi Suhu Harian.....	106

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Spesifikasi ESP32	16
Tabel 2. Spesifikasi Sensor INA219	17
Tabel 3. Daftar bahan yang digunakan pada penelitian ini	24
Tabel 4. Daftar Alat yang digunakan pada penelitian	25
Tabel 5. Data persentase <i>error</i> , akurasi, dan RMSE sensor INA219 (Tegangan)	63
Tabel 6. Data persentase <i>error</i> , akurasi, dan RMSE sensor INA219 (Arus)	64
Tabel 7. Data persentase <i>error</i> , akurasi, dan RMSE sensor DS18B20 (Suhu). ...	64
Tabel 8. Suhu Harian Panel Monokristalin	68
Tabel 9. Tegangan Harian Panel Surya Monokristalin	72
Tabel 10. Arus Harian Panel Monokristalin.....	74
Tabel 11. Daya Harian Panel Surya Monokristalin.....	78
Tabel 12. Suhu Harian Panel Polikristalin	83
Tabel 13. Tegangan Harian Panel Polikristalin.....	86
Tabel 14. Arus Harian Panel Polikristalin.....	88
Tabel 15. Daya Harian Panel Polikristalin	93
Tabel 16. Efisiensi Daya.....	104
Tabel 17. Efisiensi Suhu Harian.....	107