

**RANCANG BANGUN SISTEM MANAJEMEN BEBAN ADAPTIF UNTUK
MENINGKATKAN EFISIENSI ENERGI DAN UMUR BATERAI PADA
SISTEM *HYBRID* ANGIN DAN SURYA**

SKRIPSI



**OLEH :
AGIL RIDHOHAN
NIM. 2202113006**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS PGRI MADIUN
JULI 2026**

**RANCANG BANGUN SISTEM MANAJEMEN BEBAN ADAPTIF UNTUK
MENINGKATKAN EFISIENSI ENERGI DAN UMUR BATERAI PADA
SISTEM *HYBRID* ANGIN DAN SURYA**

SKRIPSI

Diajukan kepada UNIVERSITAS PGRI MADIUN untuk Memenuhi Salah Satu
Persyaratan dalam Menyelesaikan Program Strata 1
Program Studi Pendidikan Teknik Elektro

**OLEH :
AGIL RIDHOHAN
NIM. 2202113006**

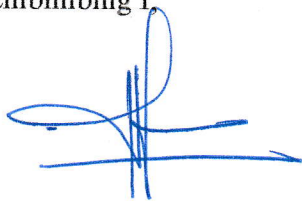
**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS PGRI MADIUN
JULI 2026**

LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING

Skripsi dengan judul – Rancang Bangun Sistem Manajemen Beban Adaptif untuk Meningkatkan Efisiensi Umur dan Umur Baterai pada Sistem *Hybrid* Angin dan Surya oleh Agil Ridhohan telah diperiksa dan disetujui untuk diuji.

Madiun, Juli 2026

Pembimbing I,

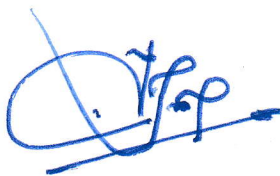
A handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke at the end.

Ihtiari Prastyaningrum, M.Si.

NIDN. 0712048704

Madiun, Juli 2026

Pembimbing II,

A handwritten signature in blue ink, featuring a large circular loop at the beginning followed by several smaller loops and a horizontal stroke.

Ir. Sulistyaning Kartikawati, M.M., M.Pd.

NIDN. 0729096401

LEMBAR PERSETUJUAN DAN PENGESAHAN PANITIA UJIAN

Skripsi oleh Agil Ridhohan telah dipertahankan di depan panitia penguji pada hari Rabu tanggal 22 Juli 2026.

Panitia Penguji



Dr. Darmadi, S.Si., M.Pd.
NIDN. 0711127801

Ketua



Ir. Sulistyaning Kartikawati, M.M., M.Pd.
NIDN. 0729096401

Sekretaris



Ihtiari Prastyaningrum, S.Si., M.Si.
NIDN. 0712048704

Penguji I



Ir. Sulistyaning Kartikawati, M.M., M.Pd.
NIDN. 0729096401

Penguji II



Tri Andari, S.Pd., M.Pd.
NIDN. 0726058402

Penguji III



Mengetahui,
Dekan Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan

Dr. Muh. Waskito Ardhi, S.Pd., M.Pd.
NIDN. 0725028401



Mengetahui,
Kaprodi Pendidikan Teknik Elektro

Dr. Darmadi, S.Si., M.Pd.
NIDN. 0711127801

PERYANTAAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Agil Ridhohan
NIM : 2202113006
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektro
Fakultas : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Judul Skripsi : Rancang Bangun Sistem Manajemen Beban Adaptif untuk Meningkatkan Efisiensi Umur dan Umur Baterai pada Sistem *Hybrid* Angin dan Surya.

Menyatakan dengan sebenarnya, bahwa skripsi yang saya tulis ini benar – benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri. Apabila dikemudian hari terbukti skripsi ini plagiat, maka saya bersedia menerima saksi tersebut.

Madiun, 20 Juli 2026
Yang membuat pernyataan,



Agil Ridhohan
NIM. 2202113006

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

*“Aku membahayakan nyawa ibuku untuk lahir ke dunia
Jadi tidak mungkin aku tidak artinya”*
(Penulis)

*“Hidup bukan saling mendahului, bermimpilah Sendiri – sendiri,
Tak ada yang tahu kapan kau mencapai tuju, dan percayalah bukan
urusanmu untuk menjawab itu”*
(Hindia - Baskara Putra)

*“Pasti do,amu yang lancarkan upayaku, Mesti do,a yang meluncur dari bibirmu
dan yang kutahu kau takkan pernah berhenti, Tumbuhku kini semoga sesuai yang
kau impi”*
(Perunggu – Gemilang)

SKRIPSI INI KUPERSEMBAHKAN KEPADA:

*Untuk kedua orang yang paling kucintai,
Ibu Suyati dan Mbah Sukarti,
sumber kekuatan, kasih sayang, dan panutan dalam hidupku.
Terima kasih atas pengorbanan tanpa pamrih,
dukungan yang tak pernah surut, motivasi, nasihat,
serta doa tulus yang tak pernah putus dipanjatkan
memohon ridho Sang Maha Pencipta agar langkahku selalu diridhoi.
Semoga karya ini menjadi langkah awal membuat Ibu dan Mbah bahagia,
sebagai bukti bahwa cinta dan doa kalian tidak pernah sia-sia*

KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohim

Puji syukur Alhamdulillah saya panjatkan kehadiran Allah SWT, atas limpahan islam, iman, rahmat, taufiq, serta hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Manajemen Beban Adaptif untuk Meningkatkan Efisiensi dan Umur Baterai pada Sistem *Hybrid*” dengan baik dan tepat waktu. Tidak lupa sholawat serta salam saya curahkan kepada junjungan Nabi Agung Muhammad SAW yang telah membawa petunjuk kebenaran hingga dinantikan syafaatnya kelak di Yaumul Qiyamah.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat kelulusan mata kuliah Skripsi di Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas PGRI Madiun. Tidak dapat disangkal bahwa membutuhkan usaha yang keras dalam penyelesaian pengerjaan skripsi ini. Namun, hasil karya ini tidak akan selesai tanpa orang-orang tercinta di sekeliling saya yang berkontribusi dan memegang peran penting.

Terimakasih saya sampaikan kepada :

1. Allah SWT., yang selalu ada, hadir, mendengarkan sekaligus mengabulkan seluruh doa senantiasa memberikan rahmat kepada penulis selama skripsi ini berakhir.
2. Saya mengucapkan banyak terima kasih kepada Mbah Sukarti dan Ibu saya tercinta yaitu Ibu Suyati, orang tua hebat yang menjadi sumber kekuatan, semangat, doa, dan pengorbanan tanpa pamrih. Segala pencapaian ini tak lepas dari cinta dan restu tulus kalian.
3. Dr. H. Supri Wahyudi Utomo, M.Pd selaku Rektor Universitas PGRI Madiun.

4. Dr. Muh. Waskito Ardhi, S.Pd., M.Pd selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan.
5. Dr. Darmadi, S.Si., M.Pd selaku Kepala Program Studi Pendidikan Teknik Elektro.
6. Ihtiari Prastyaningrum, S.Si., M.Si selaku Dosen Pembimbing I dan Ir. Sulistyaning kartikawati, M.M., M.Pd selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran dan ketulusan, serta memberikan arahan dalam menyusun skripsi, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
7. Segenap Dosen Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan yang telah mendidik dan memberikan ilmu selama perkuliahan dan juga seluruh staff yang telah membantu dengan sabar mengenai segala administrasi selama proses perkuliahan dan penelitian ini.
8. Kepada diri saya sendiri, Agil Ridhohan, yang telah berusaha melewati setiap tantangan dalam proses penyusunan skripsi ini dengan penuh kesungguhan dan keikhlasan. Meski dihadapkan pada berbagai keterbatasan dan tekanan yang tetap memilih untuk tidak berhenti. Sebagaimana lirik lagu dari Baskara Putra " Berbagai cobaan dan hal yang buat kau ragu, Jadikan percikan 'tuk menerpa tekadmu, Jalan hidupmu hanya milikmu sendiri, Rasakan nikmatnya hidupmu hari ini " Kutipan ini menjadi pengingat bahwa agar kita menjadikan setiap rintangan dan keraguan sebagai batu loncatan untuk menerpa tekad, karena kendali atas jalan hidup sepenuhnya berada di tangan kita sendiri.

9. Kepada seseorang yang tak kalah penting kehadirannya, Fitri Rahmadhani, A.Md.A.B Terimakasih telah menjadi bagian dari perjalanan hidup penulis. Berkontribusi banyak dalam penulisan karya tulis ini, baik tenaga, waktu, dan pemikiran kepada penulis. yang menemani, mendukung ataupun menghibur dalam kesedihan. Mendengar keluh kesah dan selalu memberi semangat untuk penulis pantang menyerah. Semoga segala ketulusan dan kebaikanmu kembali padamu dalam bentuk kebahagiaan yang tak terduga.
10. Teman-teman kos Fajar, Wahyu, Ari, Misransyah, Khorul, dan Akbar terima kasih atas kebersamaan, tawa, dan dukungan yang mewarnai perjalanan pengerjaan skripsi.
11. Seluruh teman seperjuangan S1 Pendidikan Teknik Elektro, khususnya semester 8, terima kasih atas kerjasama dan kenangan indah selama masa kuliah di Universitas PGRI Madiun.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING.....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN DAN PENGESAHAN PANITIA UJIAN.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR RUMUS	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
ABSTRAK	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Batasan Masalah	3
C. Rumusan Masalah	4
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian	5
F. Spesifikasi Produk	6
G. Pentingnya Pengembangan.....	14
BAB II KAJIAN PUSTAKA	16
A. Kajian Teori.....	16
B. Kajian Penelitian yang Relevan.....	32
C. Kerangka Berpikir	34
BAB III METODE PENELITIAN.....	36
A. Jenis Penelitian	36
B. Tempat dan Waktu Penelitian	36
C. Sumber Data	37
D. Teknik Pengumpulan Data	38
E. Instrumen penelitian	39
F. Prosedur Penelitian dan Pengembangan.....	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	50
A. Analisis Kebutuhan	50
B. Perancangan <i>Prototype</i>	51
C. Pembuatan <i>Prototype</i>	54
D. Pengujian dan Pengumpulan data.....	61
BAB V PENUTUP.....	89
A. Kesimpulan.....	89
B. Keterbatasan Produk.....	90
C. Implikasi Hasil Penelitian.....	91
D. Saran	93
DAFTAR PUSTAKA	95
LAMPIRAN.....	98

RIWAYAT HIDUP.....	137
--------------------	-----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 ESP 32	17
Gambar 2. 2 <i>Blynk IOT</i>	18
Gambar 2. 3 <i>Relay 5v 2 Channel</i>	19
Gambar 2. 4 <i>Power supply 12v</i>	19
Gambar 2. 5 <i>Step Down</i>	20
Gambar 2. 6 sensor ACS 712	21
Gambar 2. 7 sensor Tegangan	21
Gambar 2. 8 Inverter	22
Gambar 2. 9 TFT LCD (<i>Thin Film Transistor Liquid Crystal Display</i>) 2.8 inch .	23
Gambar 2. 10 Baterai Aki 12v	27
Gambar 2. 11 Panel Surya 50 Wp	28
Gambar 2. 12 Turbin Angin 400 watt	29
Gambar 2. 13 <i>Charge controller Hybrid</i>	30
Gambar 2. 14 MPPT (<i>Maximum Power Point Tracking</i>)	31
Gambar 2. 15 <i>wind turbine controller</i>	31
Gambar 2. 16 Kerangka berpikir.....	35
Gambar 3. 1 Diagram Blok Prosedur Penelitian	46
Gambar 3. 2 Desain Skematik Manajemen Beban.....	47
Gambar 3. 3 <i>Flowchart</i> sistem kerja alat	48
Gambar 4. 1 Skematik.....	54
Gambar 4. 2 Hasil Perancangan <i>Prototype</i>	54
Gambar 4. 3 Kerusakan pada sensor INA 219	56
Gambar 4. 4 Kerusakan ESP 32	58
Gambar 4. 5 Penambahan Step down	60
Gambar 4. 6 Pembuatan <i>Prototype</i>	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian yang relevan	32
Tabel 3. 1 Rencana Jadwal Penelitian	37
Tabel 3. 2 Penilaian Persamaan Likert 5 Skala	40
Tabel 3. 3 Penilaian Kriteria Hasil Skor Rata – Rata	41
Tabel 3. 4 Penilaian Persamaan Guttman	42
Tabel 3. 5 Penilaian Kriteria Hasil Skor Rata – Rata	42
Tabel 3. 6 Pengambilan Data Efisiensi Energi	43
Tabel 3. 7 Perubahan Efisiensi Energi	43
Tabel 3. 8 Pengujian Umur Baterai	44
Tabel 3. 9 Perubahan Umur Baterai	45
Tabel 4. 1 Hasil Uji Fungsional	62
Tabel 4. 2 Hasil Uji validasi Media	64
Tabel 4. 3 Hasil Penilaian Validator 1	66
Tabel 4. 4 Hasil Penilaian Validator 2	67
Tabel 4. 5 Hasil Penilaian Validator 3	68
Tabel 4. 6 Hasil Penilaian Validator 4	69
Tabel 4. 7 Hasil Penilaian Validator 5	70
Tabel 4. 8 Komentar dan saran dari validator	72
Tabel 4. 9 Hasil Perbandingan Parameter	73
Tabel 4. 10 Data Efisiensi Energi Sebelum Penerapan Sistem	74
Tabel 4. 11 Data Efisiensi Energi Sesudah Penerapan Sistem	76
Tabel 4. 12 Hasil Pengujian Perbandingan Parameter	80
Tabel 4. 13 Data Umur Baterai Sebelum Penerapan Sistem	81
Tabel 4. 14 Data Umur Baterai Sesudah Penerapan Sistem	84

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 Efisiensi Energi	24
Rumus 2.2 <i>State of Charge (SoC)</i>	25
Rumus 2.3 Energi <i>Charge</i> dan <i>Discharge</i>	25
Rumus 2.4 Efisiensi Baterai.....	26
Rumus 2.5 <i>Equivalent Full Cycle (EFC)</i>	26
Rumus 3.1 Uji Validasi	40
Rumus 3.2 Pengujian Fungsional Sistem.....	42
Rumus 3.3 Perhitungan Pengujian Efisiensi Energi	43
Rumus 3.4 Perhitungan Umur Baterai	44
Rumus 4.1 Perhitungan energi (Wh) Sebelum.....	74
Rumus 4.2 Perhitungan <i>State of Charge (SoC)</i> Sebelum.....	75
Rumus 4.3 Perhitungan <i>Depth of Discharge (DoD)</i> Sebelum	75
Rumus 4.4 Perhitungan energi (Wh) Sesudah	76
Rumus 4.5 Perhitungan <i>State of Charge (SoC)</i> Sesudah	76
Rumus 4.6 Perhitungan <i>Depth of Discharge (DoD)</i> Sesudah.....	77
Rumus 4.7 Perhitungan <i>Ampere hour (Ah)</i> Sebelum.....	81
Rumus 4.8 Perhitungan <i>Depth of Discharge (DoD)</i> Sebelum	81
Rumus 4.9 Perhitungan Siklus Sebelum	82
Rumus 4.10 Perhitungan <i>Ampere hour (Ah)</i> Sesudah	84
Rumus 4.11 Perhitungan <i>Depth of Discharge (DoD)</i> Sesudah	84
Rumus 4.12 Perhitungan Siklus Sesudah.....	85

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Pembuatan Rancang Bangun.....	98
Lampiran 2 Tampilan Uji Coba Beban	99
Lampiran 3 Permohonan Validator Ahli	100
Lampiran 4 Instrumen Validasi Alat Purwanto, Amd. T	101
Lampiran 5 Lembar Validasi Instrumen Purwanto, Amd. T	104
Lampiran 6 Lembar Wawancara Instrumen Purwanto, Amd. T.....	105
Lampiran 7 Instrumen Validasi Alat Arif Anwar Rosyidin, S.Tr.T., M.Tr.T.....	107
Lampiran 8 Lembar Validasi Instrumen Arif Anwar Rosyidin, S.Tr.T., M.Tr.T..	110
Lampiran 9 Lembar Wawancara Instrumen Arif Anwar Rosyidin, S.Tr.T., M.Tr.T	111
Lampiran 10 Instrumen Validasi Alat Bayu Fandidarma, S.T., M.T.....	113
Lampiran 11 Lembar Validasi Instrumen Bayu Fandidarma, S.T., M.T.	116
Lampiran 12 Lembar Wawancara Instrumen Bayu Fandidarma, S.T., M.T.	117
Lampiran 13 Instrumen Validasi Alat Andi Rahman S.T.	119
Lampiran 14 Instrumen Validasi Alat Denny Hardiyanto, S.T., M.Eng.	122
Lampiran 15 Tabulasi Data Validasi Ahli	125
Lampiran 16 Data Uji Coba Fungsional Alat.....	126
Lampiran 17 Uji Coba Efisiensi Energi	127
Lampiran 18 Data Uji Coba Umur Baterai	130
Lampiran 19 Dokumentasi Bersama Para Ahli.....	134
Lampiran 20 Coding Program Rancang Bangun	135