

**RANCANG BANGUN SIMULATOR SISTEM MANAJEMEN
PEMBAGIAN BEBAN PENYULANG GARDU
DISTRIBUSI 20KV BERBASIS ESP32**



Laporan Akhir Ini Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan
Pendidikan Diploma III Pada Jurusan Teknik Elektro
Program Studi Teknik Listrik

**OLEH
PUTRI KARTIKA DEWI
062330310526**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2026**

**RANCANG BANGUN SIMULATOR SISTEM MANAJEMEN
PEMBAGIAN BEBAN PENYULANG GARDU DISTRIBUSI
20KV BERBASIS ESP32**



OLEH
PUTRI KARTIKA DEWI
062330310526

Palembang, **JUNI 2026**

Menyetujui,

Pembimbing II

Pembimbing I

Yessi Marniati, S.T., M.T.
NIP. 197603022008122001

Mohammad Saef, S.T., M.T.
NIP. 196505111975021001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi
DIII Teknik Listrik



Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM
NIP. 197907222008011007

Yessi Marniati, S.T., M.T.
NIP. 197603022008122001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
Jalan Srijaya Negara Bukit Besar - Palembang 30139 Telepon (0711) 353414
Laman: <http://polstri.ac.id>, Pos El : info@polstri.ac.id

**BERITA ACARA
PELAKSANAAN UJIAN LAPORAN AKHIR**

Pada hari ini, Rabu tanggal 24 bulan Juni tahun 2026 telah dilaksanakan Ujian Laporan Akhir kepada mahasiswa Program Studi DIII Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya:

Nama : Putri Kartika Dewi
Tempat/Tgl Lahir : Palembang / 15 Februari 2005
NPM : 062330310526
Ruang Ujian : Ruang 2
Judul Laporan Akhir : Rancang Bangun Simulator Sistem Manajemen Pembagian Beban Penyulang 20kV Berbasis ESP32

Team Penguji :

NO	NAMA	JABATAN	TANDA TANGAN
1	YESSI MARNIATI, ST.MT	Ketua	
2	MUTIAR, ST.MT	Anggota	
3	HAIRUL, ST.MT	Anggota	
4	DYAH UTARI Y.W, ST.MT	Anggota	
5		Anggota	

Mengetahui,
Koordinator Program Studi

Yessi Marniati S.T., M.T.
NIP.197603022008122001



Scanned with CamScanner

LEMBAR SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan :

Nama	:	Putri Kartika Dewi
Jenis Kelamin	:	Perempuan
Tempat, Tanggal Lahir	:	Palembang, 15 Februari 2005
Alamat	:	Jl. S. Parman, Lr. Sido Makmur No.4, RT 28, RW 06
NPM	:	062330310526
Program Studi	:	D3 Teknik Listrik
Jurusan	:	Teknik Elektro
Judul Laporan Akhir	:	Rancang Bangun Simulator Sistem Manajemen Pembagian Beban Penyulang Gardu Distribusi 20kV Berbasis ESP32

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

1. Laporan Akhir ini Adalah hasil karya saya sendiri serta bebas dari tindakan plagiasi, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.
2. Dapat menyelesaikan segala urusan terkait pengumpulan revisi Laporan Akhir yang sudah disetujui oleh dewan penguji paling lama 1 bulan setelah ujian Laporan Akhir.
3. Dapat menyelesaikan segala urusan peminjaman/penggantian alat/buku dan lainnya paling lama 1 bulan setelah ujian Laporan Akhir.

Apabila dikemudian hari diketahui adanya pernyataan yang terbukti tidak benar dan tidak dapat dipenuhi, maka saya siap bertanggung jawab dan menerima sanksi tidak di ikutsertakan dalam proses wisuda serta dimasukkan dalam daftar hitam oleh jurusan Teknik Elektro sehingga berdampak tertundanya pengambilan Ijazah & Transkrip (ASLI & COPY). Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya dan dalam keadaan sadar tanpa paksaan.

Palembang, Juni 2026

Yang Menyatakan,



Putri Kartika Dewi

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

"Keberhasilan sebuah sistem tidak hanya ditentukan oleh rancangan yang baik, tetapi juga oleh ketekunan dalam menyempurnakannya"

"Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal itu baik bagimu"
(QS. Al-Baqarah: 216)

Laporan Akhir ini saya persembahkan kepada :

1. Kedua Orang Tua saya Tercinta, Bapak Poniran dan Ibu Nirwana, dua orang yang sangat berjasa di kehidupan saya, yang selalu mendoakan dan memberikan yang terbaik untuk saya. Terima kasih karena tanpa ayah dan ibu, mungkin saya tidak bisa sampai titik ini.
2. Saudari-saudari saya, Mba Tika, Mba Rizka dan Mba Rizki, terima kasih karena selalu memberikan dukungan dan semangat. Terima kasih karena telah memberikan contoh yang baik kepada adiknya.
3. Almarhum Kak Agus, walaupun ragamu sudah tiada terima kasih karena sudah memberikan sedikit arah untuk proses masa depan saya.
4. Kedua Dosen Pembimbing saya, Ibu Yessi Marniati, S.T., M.T., dan Bapak Mohammad Noer, S.ST., M.T., yang telah membimbing hingga terbentuknya Laporan Akhir ini.
5. Kepada sosok jiwa yang berkepala batu, wanita sederhana yang bermimpi besar, **Putri Kartika Dewi**. Terima kasih telah bekerja keras dan bertahan sampai sejauh ini. Untuk setiap malam yang dihabiskan dalam kelelahan dan setiap pagi yang disambut dengan kekhawatiran, namun tetap dijalani dan berhasil dilalui. Terima kasih kepada hati yang tetap ikhlas, meski banyak hal yang terjadi diluar prediksi. Terima kasih kepada jiwa yang terus melangkah, meski berkali-kali hampir menyerah karena kondisi. Teruslah belajar dan mensyukuri nikmat yang Tuhan berikan. Ribuan terima kasih untuk diri sendiri karena sudah mampu

mempertanggung jawabkan semua kepercayaan yang sudah diberikan termasuk menyelesaikan laporan akhir ini sampai selesai dengan jerih payah sendiri.

ABSTRAK
RANCANG BANGUN SIMULATOR SISTEM MANAJEMEN
PEMBAGIAN BEBAN PENYULANG GARDU
DISTRIBUSI 20KV BERBASIS ESP32

(2026 : xvi + 51 Hal + 32 Gambar + 13 Tabel + Lampiran)

Putri Kartika Dewi

062330310526

Jurusan Teknik Elektro

Program Studi Teknik Elektro

Politeknik Negeri Sriwijaya

Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun simulator sistem manajemen pembagian beban penyulang gardu distribusi 20 kV berbasis ESP32 sebagai media pembelajaran skala laboratorium. Simulator mengintegrasikan sensor arus ZMCT103C, sensor tegangan ZMPT101B, relay, LCD 20×4, dan potensiometer untuk memantau serta mengendalikan kondisi pembebanan secara *real-time*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu membaca parameter kelistrikan dengan tingkat akurasi tinggi, ditunjukkan oleh selisih daya aktif sebesar 0,002 W, rugi daya 0,0001 W, dan *drop* tegangan 0,001 V dibandingkan hasil perhitungan teoritis. Algoritma *load balancing* dan *load shedding* bekerja sesuai rancangan dengan mengaktifkan penyulang cadangan saat terjadi *overload* serta mempertahankan kontinuitas penyaluran daya berdasarkan prioritas. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa simulator beroperasi secara otomatis, responsif, dan andal dengan efisiensi 92,40%–97,29%, sehingga layak digunakan sebagai media pembelajaran dan simulasi operasi sistem distribusi tenaga listrik serta mendukung pemahaman konsep manajemen pembagian beban secara komprehensif.

Kata kunci: Beban, Penyulang, Simulator, Gardu Distribusi, ESP32.

ABSTRACT
DESIGN AND CONSTRUCTION OF A MANAGEMENT SYSTEM
SIMULATOR LOAD SHARING OF SUBSTATION FEEDERS 20KV
DISTRIBUTION BASED ON ESP32

(2026 : xvi + 51 Pages + 32 Figure + 13 Tables + Attachments)

Putri Kartika Dewi

062330310526

Departement of Electrical Engineering

Electrical Engineering Study Program

Sriwijaya State Polytechnic

This study aims to design and build a load sharing management system simulator for a 20 kV distribution substation feeder based on ESP32 as a laboratory-scale learning medium. The simulator integrates a ZMCT103C current sensor, a ZMPT101B voltage sensor, a relay, a 20x4 LCD, and a potentiometer to monitor and control loading conditions in real-time. The test results show that the system is able to read electrical parameters with a high level of accuracy, indicated by a difference in active power of 0.002 W, a power loss of 0.0001 W, and a voltage drop of 0.001 V compared to theoretical calculations. The load balancing and load shedding algorithms work as designed by activating backup feeders when an overload occurs and maintaining continuity of power distribution based on priority. Based on these results, it can be concluded that the simulator operates automatically, responsively, and reliably with an efficiency of 92.40%–97.29%, making it suitable for use as a learning medium and simulation of electric power distribution system operations and supporting a comprehensive understanding of load sharing management concepts.

Keywords: Load, Feeder, Simulator, Distribution Substation, ESP32.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya mengucapkan kehadiran Allah SWT atas semua berkat rahmat yang telah diberikannya, tak lupa pula sholawat beriring salam penulis haturkan kepada junjungan kita Nabi Besar Muhammad Sallahua'alaiwassalam beserta keluarga, sahabat, dan para pengikutnya yang senantiasa berjuang demi umatnya.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua dan seluruh keluarga besar yang selalu memberi dukungan dalam bentuk moral dan materi, dan Alhamdulillah syukur atas rahmat dan hidayahnya penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir yang berjudul: **“Rancang Bangun Simulator Sistem Manajemen Pembagian Beban Penyulang Gardu Distribusi 20kV Berbasis Esp32”**.

Laporan Akhir ini dibuat yang bertujuan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan program diploma III pada jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya. Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

Ibu **Yessi Marniati, S.T., M.T.** Sebagai Pembimbing I, dan
Bapak **Mohammad Noer, S.ST.,M.T.** Sebagai Pembimbing II.

Atas bimbingan dan arahan serta bantuan yang telah diberikan dengan ikhlas selama pembuatan Laporan Akhir ini hingga dapat terselesaikan dengan baik.

Dalam menyelesaikan laporan akhir ini, penulis banyak mendapatkan bantuan baik berupa tenaga dan ide dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga dapat selesai dengan baik dan tepat waktu. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. H. Irawan Rusnadi, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M. Kom., IPM selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Ibu Lindawati, S.T., M.T.I., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.

4. Ibu Yessi Marniati, S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Tetew geng yang telah menjadi teman seperjuangan dari awal semester hingga akhir semester ini.
6. Kepada seseorang yang selalu siap untuk membantu dari awal pembuatan Proposal hingga Laporan Akhir ini selesai.
7. Teman-teman Kelas 6 LD yang telah menjadi teman seperjuangan dan yang selalu mensupport.

Dalam penulisan Laporan Akhir ini, penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Semoga Laporan Akhir ini dapat berguna dan bermanfaat bagi banyak orang. Kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan di masa yang akan datang sangat penulis harapkan.

Palembang, Juni 2026

Penulis

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
BERITA ACARA.....	iii
LEMBAR SURAT PERNYATAAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan dan Manfaat	2
1.3.1 Tujuan	2
1.3.2 Manfaat	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Metode Penelitian	4
1.5.1 Metode Literatur	4
1.5.2 Metode Observasi	4
1.5.3 Metode Konsultasi	4
1.5.4 Metode Pengujian dan Validasi.....	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik.....	6
2.2 Mikrokontroler ESP32	6
2.3 Sensor Arus ZMCT103C.....	7
2.4 Sensor Tegangan ZMPT101B	8

2.5	LCD 20x4 + I2C.....	8
2.6	Modul Trafo <i>Step-Down</i> 12V 2A.....	9
2.7	Relay <i>Module</i> 8 Channel	10
2.8	Push Button 12mm.....	10
2.9	Potensiometer / Rheostat	11
2.10	Kapasitor 100nF.....	12
2.11	Resistor	12
2.12	Papan PCB.....	13
2.13	IC 74HC595.....	14
2.14	Adaptor 5V 2A.....	14
2.15	Multimeter	15
2.16	Kabel <i>Jumper</i>	16
2.17	Manajemen Beban Penyulang (Load Management).....	16
2.18	Parameter Daya Distribusi.....	17
2.18.1	Jenis-jenis Daya Utama Listrik	17
2.18.2	Rugi Daya Saluran (P_{loss}).....	19
2.18.3	<i>Drop</i> Tegangan (ΔV).....	19
2.18.4	Persentase Ketidakseimbangan Beban (<i>Unbalance%</i>).....	20
BAB III RANCANG BANGUN.....		22
3.1	Metode Perancangan dan Pembuatan Alat.....	22
3.2	Perancangan Alat.....	22
3.2.1	Perancangan Box Panel	23
3.3	Peralatan dan Bahan Yang Digunakan Pada Rancang Bangun	24
3.3.1	Peralatan Rancang Bangun Alat.....	24
3.3.2	Bahan Rancang Bangun Alat	24
3.3.3	Spesifikasi Peralatan Rancang Bangun Alat	25
3.4	Rancangan Rangkaian Pada Rancang Bangun Alat	26
3.4.1	Perancangan Rangkaian Wiring Pengawatan	26
3.4.2	Perancangan Pemrograman ESP32.....	28
3.5	Deskripsi Kerja.....	30
3.6	Diagram Alir Rancang Bangun Alat	34
BAB IV PEMBAHASAN.....		36
4.1	Hasil Perancangan dan Realisasi Alat.....	36

4.2	Pengujian Catu Daya (<i>Power Supply</i>).....	37
4.3	Pengujian Sensor	38
4.3.1	Pengujian Sensor Tegangan ZMPT101B	38
4.3.2	Pengujian Sensor Arus ZMCT103C.....	38
4.4	Pengujian dan Perhitungan Sistem.....	38
4.4.1	Pengujian Penyulang P1 (Prioritas Utama).....	38
4.4.2	Pengujian Penyulang P2 (Prioritas Cadangan)	41
4.4.3	Pengujian Penyulang P3 (Prioritas Cadangan)	43
4.4.4	Pengujian <i>Load Balancing</i> dan <i>Load Shedding</i>	45
4.5	Analisis Hasil.....	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		50
5.1	Kesimpulan	50
5.2	Saran	51
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2. 1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik.....	6
Gambar 2. 3 Mikrokontroler ESP32.....	7
Gambar 2. 4 Sensor Arus ZMCT103C.....	7
Gambar 2. 5 Sensor Tegangan ZMPT101B.....	8
Gambar 2. 6 LCD 20x4 + I2C	9
Gambar 2. 7 Modul Trafo Step-Down 12V 2A	9
Gambar 2. 8 Relay Module 8 Channel.....	10
Gambar 2. 9 Push Button 12mm.....	11
Gambar 2. 10 Potensiometer / Rheostat	11
Gambar 2. 11 Kapasitor 100nF	12
Gambar 2. 12 Resistor.....	13
Gambar 2. 13 Papan PCB.....	13
Gambar 2. 14 IC 74HC595	14
Gambar 2. 15 Adaptor 5V 2A	15
Gambar 2. 16 Multimeter Analog	15
Gambar 2. 17 Kabel Jumper.....	16
Gambar 2. 18 Segitiga Daya.....	17
Gambar 3. 1 Blok Diagram Perencanaan dan Pembuatan Alat.....	22
Gambar 3. 2 Tampilan Jadi Alat.....	23
Gambar 3. 3 Perancangan Box Panel.....	23
Gambar 3. 4 Rangkaian Wiring Pengawatan	27
Gambar 3. 5 Inisialisasi Coding PIN ESP32	29
Gambar 3. 6 Coding Pemetaan Bit LED	29
Gambar 3. 7 Coding Setup Relay, Push Button dan IC	30
Gambar 3. 8 Diagram Alir Rancang Bangun Alat.....	35
Gambar 4. 1 Hasil Perancangan dan Realisasi Alat	37
Gambar 4. 2 Grafik Beban Terhadap Tegangan, Arus dan Daya pada Penyulang 1	39

Gambar 4. 3 Grafik Beban Terhadap Rugi Daya dan Drop Tegangan Penyulang 1	39
Gambar 4. 4 Grafik Beban Terhadap Tegangan, Arus, dan Daya pada Penyulang 2	41
Gambar 4. 5 Grafik Beban Terhadap Rugi Daya dan Drop Tegangan pada Penyulang 2.....	42
Gambar 4. 6 Grafik Beban Terhadap Tegangan, Arus dan Rugi Daya pada Penyulang 3.....	44

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 3. 1 Peralatan Rancang Bangun Alat	24
Tabel 3. 2 Bahan Rancang Bangun Alat.....	24
Tabel 3. 3 Spesifikasi ESP32 DevKit V1	25
Tabel 3. 4 Spesifikasi Miniature Circuit Breaker (MCB).....	25
Tabel 3. 5 Alamat PIN GPIO ESP32	28
Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Tegangan Pada Layar LCD	37
Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran Pada Komponen Menggunakan Multimeter	37
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Sensor Tegangan ZMPT101B	38
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Sensor Arus ZMCT103C.....	38
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Penyulang 1 / P1	38
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Penyulang 2 / P2	41
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Penyulang 3 / P3	43
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Load Balancing dan Load Shedding	46

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** Lembar Kesepakatan Bimbingan Pembimbing 1
- Lampiran 2** Lembar Kesepakatan Bimbingan Pembimbing 2
- Lampiran 3** Lembar Bimbingan dan Kehadiran Sisak
- Lampiran 4** Dokumentasi Proses Pembuatan Alat
- Lampiran 5** Pengujian Cara Kerja Alat
- Lampiran 6** Dokumentasi Pengambilan Data
- Lampiran 7** Coding Program ESP32
- Lampiran 8** Lembar Rekomendasi Ujian Laporan Akhir
- Lampiran 9** Lampiran Sidang Laporan Akhir (SISAK)