



PERANCANGAN SISTEM UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY (UPS) UNTUK BACKUP BEBAN RUMAH TANGGA DAN UMKM BERDASARKAN VARIASI DURASI PEMADAMAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains Dan Teknologi



UIN SUSKA RIAU

Oleh :

ALFERI MUSKAMSI
12250511538

UIN SUSKA RIAU

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU

PEKANBARU

2026

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PERSETUJUAN

PERANCANGAN SISTEM *UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY* (UPS) UNTUK *BACKUP* BEBAN RUMAH TANGGA DAN UMKM BERDASARKAN VARIASI DURASI PEMADAMAN

TUGAS AKHIR

Oleh:

ALFERI MUSKAMSI
12250511538

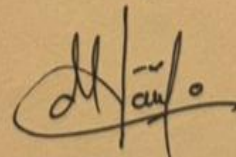
Telah diperiksa dan disetujui sebagai Laporan Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro
di Pekanbaru, Pada Tanggal 13 Maret 2026

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Dr. Hj. Liliana, S.T., M.Eng
NIP: 19781012 200312 2 004

Pembimbing



Marhama Jelita, S.Pd., M.Sc
NIP: 19851101 202521 2 004

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PENGESAHAN

PERANCANGAN SISTEM *UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY* (UPS) UNTUK *BACKUP* BEBAN RUMAH TANGGA DAN UMKM BERDASARKAN VARIASI DURASI PEMADAMAN

TUGAS AKHIR

Oleh :

ALFERI MUSKAMSI
12250511538

Telah dipertahankan di depan Sidang Dewan Penguji
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
di Pekanbaru, pada tanggal 13 Maret 2026

Pekanbaru, 13 Maret 2026

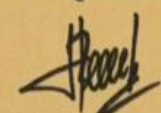
Mengesahkan,



Dekan Fakultas Sains dan Teknologi


Dr. Yuslenita Muda, S.Si., M.Sc.
NIP. 19770103 200710 2 001

Ketua Program Studi Teknik Elektro


Dr. Hj. Liliana, ST., M.Eng.
NIP. 19781012 200312 2 004

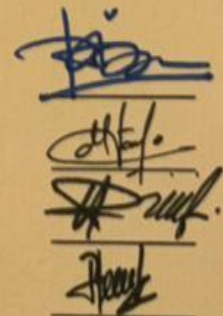
Dewan Penguji :

Ketua : Dr. Dian Mursyitah, S.T., M.T.

Sekretaris : Marhama Jelita, S.Pd., M.Sc

Anggota I : Dr. Kunaifi, ST, PgDipEnst, M.Sc

Anggota II : Dr. Liliana, ST, M.Eng



- Hak Cipta Diindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

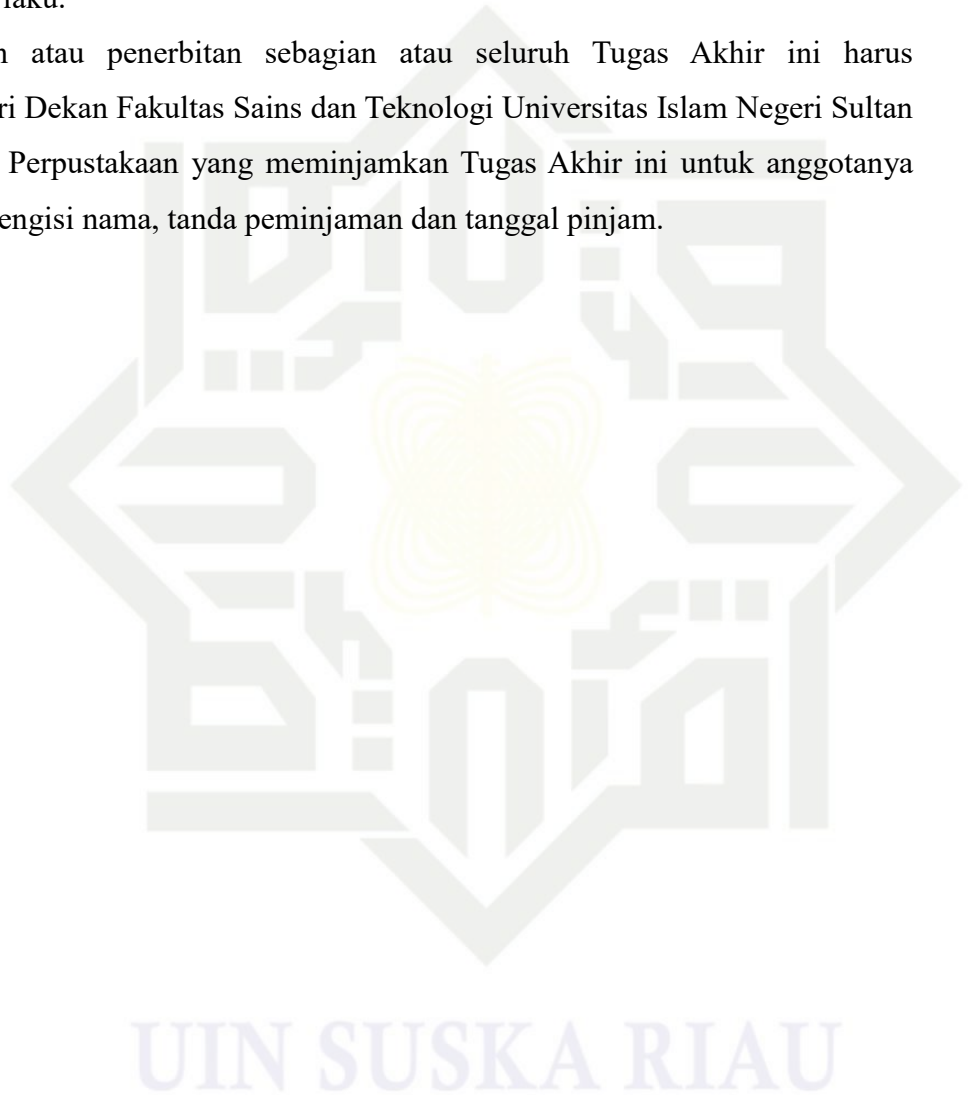
HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

Tugas Akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan dengan mengikuti kaidah pengutipan yang berlaku.

Penggandaan atau penerbitan sebagian atau seluruh Tugas Akhir ini harus memperoleh izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan Tugas Akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam.

Hak Cipta Ditertarikan UIN Suska Riau

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Alferi Muskamsi
Nim : 12250511538
Tempat/ Tgl.Lahir : Taratak Bancah / 10 Maret 2003
Fakultas : Sains dan Teknologi
Prodi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Perancangan Sistem Uninterruptible Power Supply (UPS) Untuk Backup Beban Rumah Tangga Dan Umkm Berdasarkan Variasi Durasi Pemadaman

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa:

1. Penulisan skripsi dengan judul sebagaimana tersebut di atas adalah hasil pemikiran dan penelitian saya sendiri
2. Semua kutipan pada karya tulis saya ini sudah disebutkan sumbernya.
3. Oleh karena itu skripsi saya ini saya nyatakan bebas dari plagiat.
4. Apa bila dikemudian hari terdapat plagiat dalam penulisan skripsi saya tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan perundang-undangan

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan dari pihak manapun juga.

Pekanbaru, 13 april 2026

Yang membuat pernyataan



Alferi Muskamsi
Nim.12250511538



LEMBAR PERSEMBAHAN

Alhamdulillah Rabbil ‘Alamin, puji syukur yang mendalam saya panjatkan ke hadirat Allah SWT. yang telah melimpahkan karunia, kemudahan, serta kekuatan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Karya ini pertama-tama saya persembahkan untuk diri saya sendiri, Alferi Muskamsi, sebagai apresiasi atas ketangguhan, kerja keras, dan kesabaran yang telah dikerahkan selama ini. Terima kasih telah bertahan dan tidak menyerah meski jalan yang dilalui tidak selalu mudah, tetap melangkah maju dengan doa dan usaha yang lebih kuat untuk masa depan.

Penghormatan dan rasa terima kasih yang mendalam saya sampaikan kepada dosen pembimbing saya, Ibu Marhama Jelita, S.Pd., M.Sc, atas segala bimbingan, arahan, dan ilmu yang telah diberikan dengan penuh kesabaran. Arahan beliau bukan hanya sekadar tuntunan akademis, melainkan inspirasi bagi saya dalam menyelesaikan penelitian ini.

Lembar persembahan ini juga merupakan ungkapan kasih sayang paling tulus kepada kedua orang tua saya, Bapak Musdiarto dan Ibu Kamisnar. Skripsi ini adalah buah dari doa doa sunyi yang kalian langitkan serta dukungan tanpa batas yang menjadi pelita dalam setiap langkah saya.

Terakhir, terima kasih kepada semua pihak yang telah hadir memberikan semangat dan bantuan dalam bentuk apa pun yang sangat berarti hingga saya sampai di titik ini.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

PERANCANGAN SISTEM *UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY* (UPS) UNTUK *BACKUP* BEBAN RUMAH TANGGA DAN UMKM BERDASARKAN VARIASI DURASI PEMADAMAN

ALFERI MUSKAMSI

NIM.12250511538

Tanggal Sidang:

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Sains Dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sultan Syarif kasim Riau

Jl.Soebrantas No.155, Pekanbaru

ABSTRAK

Ketersediaan listrik yang stabil merupakan kebutuhan fundamental bagi rumah tangga dan operasional bisnis. Kondisi PT PLN wilayah Riau dengan SAIDI 3,79 jam/pelanggan dan SAIFI 1,50 kali/pelanggan, sehingga menghadirkan solusi perancangan UPS *offline* 1 fasa dengan durasi *back up* 1–5 jam. Metode dilakukan secara teknis dan ekonomis melalui perhitungan beban kritikal rumah tangga sebesar 1.760 VA dan UMKM 2.693,9 VA, menggunakan inverter 4 kVA. Hasilnya, kapasitas baterai meningkat linier mulai dari 200–1.100 Ah. Biaya modal awal UPS rumah tangga Rp17,39–54,34 juta dengan harga jual Rp20,87–65,21 juta, sedangkan UMKM Rp17,58–80,64 juta estimasi harga jual Rp21,10–96,78 juta. Sistem UPS hasil rancangan mampu memenuhi kebutuhan daya listrik pada berbagai durasi pemadaman untuk kedua jenis beban dan menghasilkan biaya energi per kWh yang lebih ekonomis dibandingkan UPS pabrikan yang tersedia di pasaran.

Kata Kunci: *Uninterruptible Power Supply* (UPS), Beban Kritikal, Durasi Pemadaman, Rumah Tangga, UMKM

- Hak Cipta Diindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**DESIGN OF AN UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY (UPS) SYSTEM FOR
HOUSEHOLD AND SME LOAD BACKUP BASED ON
VARIATIONS IN OUTAGE DURATION**

ALFERI MUSKAMSI

NIM.12250511538

Date of Examination:

*Department of Electrical Engineering
Faculty of Science and Technology
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. Soebrantas No. 155, Pekanbaru*

ABSTRACT

Stable electricity availability is a fundamental necessity for households and business operations. In the Riau region, PT PLN's conditions, marked by an SAIDI of 3.79 hours/customer and an SAIFI of 1.50 times/customer, necessitate the Design of a 1-phase offline UPS system with a 1–5 hour backup duration. The methodology involves technical and economic analyses based on critical load calculations of 1,760 VA for households and 2,693.9 VA for SMEs, utilizing a 4 kVA inverter. Results show that battery capacity increases linearly from 200 to 1,100 Ah. Initial capital cost of a household UPS is IDR 17.39–54.34 million with a selling price of IDR 20.87–65.21 million, while for SMEs, costs range from IDR 17.58–80.64 million with an estimated selling price of IDR 21.10–96.78 million. The designed UPS system is capable of meeting electrical power demands for various outage durations for both types of loads and provides a more economical energy cost per kWh compared to commercially available UPS systems.

Keywords: *Uninterruptible Power Supply (UPS), Critical Load, Outage Duration, Household, MSME*

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



KATA PENGANTAR



Assalamu 'alaikum wr.wb

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat, karunia serta hidayahnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan *Tugas Akhir* ini dengan waktu. Atas karunia Allah SWT, *Tugas Akhir* dengan judul **“PERANCANGAN SISTEM UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY (UPS) UNTUK BACKUP BEBAN RUMAH TANGGA DAN UMKM BERDASARKAN VARIASI DURASI PEMADAMAN”** dapat diselesaikan penulis tepat waktu.

Dalam penulisan *Tugas Akhir* ini, bimbingan dan pengarahan diberikan oleh orang-orang yang memiliki pengetahuan, wawasan, dan pengalaman luar biasa, sehingga penulisan *Tugas Akhir* ini dapat diselesaikan dengan penuh kesederhanaan. Dalam proses penyelesaian *Tugas Akhir* ini, penulis menerima banyak bantuan, dorongan, dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penghargaan dan ucapan terima kasih yang tak terhingga disampaikan kepada :

1. Kepada Allah SWT, dengan rahmat-Nya dan hidayah-Nya, telah memberikan yang terbaik sehingga penyusunan laporan ini dapat berjalan dengan lancar.
2. Kepada kedua orang tua ayahanda Musdiarto dan ibunda Kamisnar. Terimakasih telah selalu mendoakan dan semua pengorbanan, kepercayaan, dan nasehat yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan *Tugas Akhir* ini.
3. Kepada kedua saudara kandung saya Mala Sasmita dan Kenzy Gasta. Terimakasih atas segala doa, motivasi, dan semangat nya dalam proses penulisan *Tugas Akhir* ini.
4. Ibu Prof. Dr. Leny Nofianti MS., S.E., M. Si., Ak selaku Rektor UIN Suska Riau beserta kepada seluruh staf dan jajarannya..
5. Ibu Dr. Yuslenita Muda, M.Sc selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Suska Riau beserta kepada seluruh Staf dan jajarannya.
6. Ibu Dr. Liliana, S.T., M.Eng selaku Kepala Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Uin Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

7. Bapak Kunaifi, ST, PgDipEnst, M.SC selaku dosen mata kuliah PSET yang mengajarkan penulis dalam merancang system energi terbaru,
8. Ibu Marhama Jelita,S.Pd.,M.Sc selaku dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu serta pemikirannya dengan ikhlas dalam memberikan penjelasan dan masukan yang sangat berguna sehingga penulis menjadi lebih mengerti dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini.
9. Bapak Sutoyo,S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik selama perkuliahan penulis dari awal semester hingga akhir semester.
10. Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada diri sendiri, atas usaha keras dan keteguhan untuk bertahan sejauh ini. Kemampuan dalam mengatur waktu, tenaga, dan pikiran memungkinkan penyelesaian Tugas Akhir ini tepat waktu.
11. Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada Adelia Putri Suhesya S.T yang telah berpartisipasi secara langsung dalam memberikan ide, masukan, serta menjadi sumber semangat bagi penulis dalam proses penyusunan tugas akhir ini.
12. Teman-Teman seperjuangan dalam Konsentrasi Energi 2022 serta teman-teman teknik elektro angkatan 2022 lainnya yang juga telah memberikan banyak dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Sebagai manusia biasa penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan dan jauh dari kata sempurna karena keterbatasan ilmu pengetahuan, kemampuan dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Semua kekurangan hanya datang dari penulis dan kesempurnaan hanya milik Allah SWT, hal ini yang membuat penulis menyadari bahwa dalam pembuatan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaa.

Wassalamu'alaikum wr.wb

Pekanbaru, 13 Maret 2026
Penulis

Alferi Muskamsi
NIM.12250511538



DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN i

LEMBAR PENGESAHAN ii

HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL iii

SURAT PERNYATAAN iv

LEMBAR PERSEMBAHAN v

ABSTRAK vi

ABSTRACT vii

KATA PENGANTAR viii

DAFTAR ISI x

DAFTAR GAMBAR xiii

DAFTAR TABEL xiv

DAFTAR RUMUS xvi

DAFTAR LAMBANG xvii

DAFTAR SINGKATAN xviii

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang I-1

1.2 Rumusan Masalah I-4

1.3 Tujuan Penelitian I-4

1.4 Batasan Masalah I-4

1.5 Manfaat penelitian I-5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait II-1

2.2 Dasar Teori II-3

2.2.1 Sistem Kerja *Uninterruptible Power Supply* (UPS) II-3

2.2.2 Jenis Jenis Ups II-3

2.2.3 Komponen Utama Dari UPS *Offline* II-6

2.2.4 Perancangan Sistem UPS II-12

2.2.5 Beban Kritisal II-13

2.2.6 Perhitungan Profil Beban II-14

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



2.2.7	Perhitungan Baterai.....	II-15
2.2.8	Perhitungan <i>Charger</i>	II-17
2.2.9	Perhitungan Inverter.....	II-17
2.2.10	Pemilihan dan Perhitungan Kebutuhan Kabel	II-18
2.2.11	Pemilihan Proteksi	II-20
2.2.12	Perhitungan Biaya dan Harga Jual Sistem UPS.....	II-22

BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Jenis Penelitian	III-1
3.2	Lokasi Penelitian	III-1
3.3	Tahapan Penelitian.....	III-2
3.4	Pengumpulan Data.....	III-2
3.4.1	Data Karakteristik Beban Kritis.....	III-3
3.4.2	Data Teknis Komponen Sistem UPS	III-4
3.4.3	Data Harga Komponen.....	III-7
3.5	Perhitungan Konsumsi Daya dan Desain Energi Beban	III-8
3.6	Perancangan Sistem UPS	III-10
3.7	Perhitungan Biaya Perancangan	III-12
3.8	Analisa Hasil	III-13
3.9	Kesimpulan dan Saran.....	III-13

BAB IV HASIL DAN ANALISA

4.1	Perhitungan Konsumsi Daya Dan Desain Energi Beban.....	VI-1
4.2	Perancangan Dan Perhitungan Sizing Komponen Sistem UPS.....	VI-4
4.2.1	Ukuran Baterai	VI-4
4.2.2	Ukuran <i>Charger</i>	VI-6
4.2.3	Ukuran Inverter.....	VI-8
4.2.4	Ukuran Kabel	VI-9
4.2.5	Ukuran Proteksi	VI-11
4.2.6	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Komponen	VI-13
4.3	Perhitungan Biaya Perancangan Dan Harga Jual UPS.....	VI-16

4.4 Analisa HasilVI-18

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan..... V-1
 5.2 Saran V-2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Topologi <i>Offline</i> UPS.....	II-4
Gambar 2.2 UPS <i>Line interactive</i>	II-5
Gambar 2.3 UPS <i>Online</i>	II-5
Gambar 2.4 <i>Charger</i> Baterai	II-6
Gambar 2.5 Inverter.....	II-7
Gambar 2.6 Baterai VRLA	II-8
Gambar 2.7 Baterai Lithium-ion	II-9
Gambar 2.8 Baterai Nickel-Cadmium	II-10
Gambar 2.9 Baterai Nickel-Metal Hydride	II-10
Gambar 2.10 <i>Automatic Transfer Switch</i> (ATS)	II-11
Gambar 2.11 Proteksi Sistem UPS	II-12
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian	III-2
Gambar 4.1 Grafik konsumsi beban.....	IV-19
Gambar 4.2 Grafik perancangan system UPS.....	IV-20
Gambar 4.3 Grafik biaya perancangan system UPS.....	IV-22

- Hak Cipta dan Hak Scritamlik UIN Suska Riau
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kemampuan Hantar Arus (KHA) Kabel.....	II-
Tabel 3.1	Daftar Alat Beban Kritisal.....	III-
Tabel 3.2	Nilai Faktor Desain.....	III-
Tabel 3.3	Data Perhitungan Baterai.....	III-
Tabel 3.4	Data Perhitungan <i>Charger</i>	III-
Tabel 3.5	Data Pehitungan Inverter.....	III-6
Tabel 3.6	Data Perhitungan Kabel dan Proteksi.....	III-
Tabel 3.7	Daftar Harga Peralatan.....	III-8
Tabel 4.1	Hasil Pengukuran Beban.....	IV-1
Tabel 4.2	desain beban sistem UPS.....	IV-
Tabel 4.3	Energi Cadangan Sistem UPS.....	IV-
Tabel 4.4	Ukuran Dan Konfigurasi Baterai.....	IV-
Tabel 4.5	Ukuran <i>Charger</i>	IV-
Tabel 4.6	Ukuran Inverter.....	IV-8
Tabel 4.7	Hasil Perhitungan Kabel.....	IV-
Tabel 4.8	Hasil Perhitungan Proteksi.....	IV-
Tabel 4.9	Rekapitulasi Perhitungan Semua Komponen Beban Rumah Tangga.....	IV-
Tabel 4.10	Rekapitulasi perhitungan semua komponen Beban UMKM.....	IV-



DAFTAR RUMUS

Hak Cipta dan Hak Penjualan oleh UIN Suska Riau

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- 2.1 Rumus desain Daya daya beban
- 2.2 Rumus energi beban dalam jam
- 2.3 Rumus Desain Permintaan Energi
- 2.4 Rumus Kapasitas Baterai Minimum
- 2.5 Rumus waktu pengisian baterai
- 2.6 Rumus Arus keluaran inverter
- 2.7 Rumus Pemilihan inverter
- 2.8 Rumus Arus Beban AC
- 2.9 Rumus Arus Beban DC
- 2.10 Rumus *safety factor*
- 2.11 Rumus Arus pembulatan kabel
- 2.12 Rumus Arus sisi AC
- 2.13 Rumus Arus sisi DC baterai
- 2.14 Rumus *Rating* proteksi
- 2.15 Rumus *safety factor* kabel
- 2.16 Rumus ATS
- 2.17 Rumus *safety factor* ATS
- 2.18 Rumus Total biaya perancangan sistem UPS

DAFTAR LAMBANG

- n Efisiensi sistem
- f Faktor persentase biaya operasional dan pemeliharaan



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta dilindungi Undang-undang
 UPS
 UMKM
 AC
 DC
 VA
 VAh
 Ah
 Wh
 kWh
 BMS
 ATS
 MCB
 MCCB
 CAPEX
 EPC
 SAIDI
 SAIFI
 DOD
 KHA

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR SINGKATAN

- : *Uninterruptible Power Supply*
- : Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah
- : *Alternating Current* (Arus Bolak-Balik)
- : *Direct Current* (Arus Searah)
- : *Volt-Ampere*
- : *Volt-Ampere hour*
- : *Ampere-hour*
- : *Watt-hour*
- : *kilo Watt-hour*
- : *Battery Management System*
- : *Automatic Transfer Switch*
- : *Miniature Circuit Breaker*
- : *Molded Case Circuit Breaker*
- : *Capital Expenditure*
- : *Engineering, Procurement, Construction*
- : *System Average Interruption Duration Index*
- : *System Average Interruption Frequency Index*
- : *Depth of Discharge*
- : Kemampuan Hantar Arus



BAB 1 PENDAHUAN

1.1 Latar Belakang

Ketersediaan listrik yang stabil merupakan kebutuhan fundamental bagi masyarakat modern dan kelangsungan operasional berbagai jenis bisnis, termasuk rumah tangga dan usaha kecil. Sebagian besar konsumen listrik di Indonesia mengandalkan pasokan dari PT PLN (Persero) sebagai penyedia utama listrik di wilayah nasional. Berdasarkan laporan tahunan PLN, konsumsi energi listrik di Indonesia menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Menurut Badan Pusat Statistik menunjukkan bahwa pertumbuhan konsumsi listrik meningkat pada semester I-2025 sebesar 5,13% secara tahunan untuk sektor rumah tangga, sementara pertumbuhan konsumsi listrik di sektor industri tercatat sebesar 2,66% [1]. Kondisi ini menggambarkan adanya pertumbuhan kebutuhan listrik yang terus meningkat, sehingga menimbulkan tantangan dalam menjaga kestabilan dan kontinuitas pasokan listrik di seluruh wilayah pelayanan PLN [2].

Dengan meningkatnya konsumsi energi listrik di Indonesia menyebabkan ketidakseimbangan antara permintaan dan kapasitas pasokan dari PT PLN (Persero), sehingga beban puncak sering kali melebihi kemampuan jaringan distribusi yang tersedia. Kondisi ini memaksa PLN untuk melakukan pemadaman listrik bergilir (*load shedding*) sebagai upaya menjaga stabilitas sistem kelistrikan secara keseluruhan. Penerapan pemadaman bergilir tersebut berdampak pada terganggunya kontinuitas pasokan listrik di berbagai wilayah, yang berimplikasi pada penurunan kualitas pelayanan kelistrikan serta meningkatnya risiko gangguan terhadap aktivitas sosial dan ekonomi masyarakat [3].

Provinsi Riau juga menjadi salah satu wilayah yang terdampak pemadaman listrik tersebut. Pemadaman tidak hanya dipicu oleh tingginya konsumsi energi listrik, tetapi juga oleh berbagai gangguan teknis seperti kerusakan trafo, kegiatan pemeliharaan jaringan distribusi, serta faktor lingkungan misalnya cuaca ekstrem yang dapat mengganggu kestabilan sistem. Kondisi ini tercermin dari kinerja jaringan distribusi PT PLN UP2D Pekanbaru, di mana nilai SAIDI tercatat sebesar 3,79 jam/pelanggan dan nilai SAIFI sebesar 1,50 kali/pelanggan [2]. Artinya, dalam satu tahun rata-rata setiap pelanggan di wilayah tersebut mengalami pemadaman listrik selama 3,79 jam dengan



frekuensi sekitar 1,5 kali, yang menunjukkan bahwa masalah kontinuitas pasokan listrik masih cukup terasa bagi masyarakat.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa pemadaman listrik berulang memberikan dampak nyata baik bagi sektor usaha maupun rumah tangga. Pada sektor usaha kecil seperti kafe, gangguan listrik menyebabkan berhentinya operasional peralatan utama (mesin kopi, kulkas, freezer, sistem kasir, pencahayaan), sehingga menurunkan kapasitas pelayanan, mengurangi kenyamanan pelanggan, dan berujung pada penurunan pendapatan harian. Di sisi lain, pada tingkat rumah tangga, pemadaman berulang mengganggu aktivitas dasar seperti penerangan, penyimpanan bahan makanan di lemari es, dan penggunaan perangkat elektronik. Penelitian tentang jaringan distribusi juga menunjukkan bahwa nilai SAIDI dan SAIFI yang masih di atas target layanan berkorelasi dengan meningkatnya keluhan pelanggan, risiko kerusakan peralatan elektronik akibat fluktuasi tegangan, dan dorongan konsumen untuk mencari solusi mandiri seperti penggunaan genset, sistem PLTS rumah tangga, ataupun UPS sebagai sumber cadangan untuk menjaga kontinuitas suplai listrik [4].

Dengan permasalahan tersebut maka diperlukan suatu alat yang dapat menyimpan energi listrik sekaligus berfungsi sebagai penstabil tegangan, yaitu *Uninterruptible Power Supply* (UPS). UPS merupakan perangkat yang digunakan untuk membackup aliran listrik ketika terjadi pemadaman sehingga peralatan operasional dan elektronika tidak langsung mati saat listrik terputus secara tiba-tiba. Di dalam UPS terdapat baterai yang akan terisi secara otomatis ketika listrik dari PLN mengalir ke UPS, dan baterai inilah yang kemudian menjadi sumber energi cadangan ketika pasokan listrik utama dari PLN padam [5]. Dibandingkan Solusi yang lain seperti genset dan PLN, UPS lebih sesuai untuk kebutuhan *backup* singkat karena tidak memerlukan bahan bakar, tidak menimbulkan kebisingan dan emisi, serta tidak membutuhkan waktu start-up sehingga daya cadangan dapat diberikan hampir seketika. Sementara itu, sistem PLTS memerlukan investasi awal yang jauh lebih besar karena membutuhkan panel surya, inverter, dan baterai dalam kapasitas besar sehingga kurang ekonomis jika tujuan utamanya hanya menyediakan energi cadangan saat pemadaman sesekali [6].

UPS secara umum memiliki tiga topologi utama, yaitu *offline*, *line interactive*, dan *online*, yang dibedakan dari cara penyaluran daya ke beban dan cara merespons gangguan listrik. Pada *offline* UPS beban sehari-hari langsung disuplai dari PLN sementara UPS hanya mengisi baterai dan baru berpindah ke mode inverter ketika terjadi pemadaman atau



tegangan turun drastis, sehingga masih terdapat jeda perpindahan beberapa milidetik. *Line interactive* bekerja mirip *offline*, tetapi dilengkapi rangkaian *Automatic Voltage Regulator* (AVR) yang dapat menaikkan atau menurunkan tegangan saat terjadi fluktuasi tanpa harus menggunakan baterai, sehingga tegangan ke beban lebih stabil dan waktu perpindahan ke baterai umumnya lebih cepat. Sementara itu, *online* UPS atau double conversion selalu mengubah listrik PLN menjadi arus searah (DC) untuk mengisi baterai, kemudian setiap saat mengonversinya kembali menjadi arus bolak-balik (AC) ke beban, sehingga beban tidak pernah terhubung langsung ke PLN, tidak ada waktu perpindahan ketika terjadi pemadaman, dan kualitas tegangannya paling bersih serta stabil, namun biayanya lebih mahal dan efisiensinya lebih rendah dibanding dua topologi lainnya, dari ketiga jenis UPS tersebut penelitian ini hanya akan menggunakan jenis UPS *offline* [7][5].

Meskipun UPS dipandang lebih praktis dan layak secara teknis untuk kebutuhan *backup* listrik jangka pendek pada rumah tangga dan usaha kecil seperti kafe, hingga saat ini masih belum banyak kajian yang secara spesifik menjelaskan seberapa besar biaya yang harus dikeluarkan jika sistem UPS diterapkan pada skala tersebut. Informasi mengenai estimasi biaya perancangan awal, biaya penggantian baterai, serta perkiraan biaya energi per kWh jika UPS digunakan sebagai sumber cadangan utama masih terbatas dan belum dibandingkan secara jelas dengan opsi lain seperti genset maupun PLTS [8]. Keterbatasan gambaran biaya ini menimbulkan keraguan bagi pemilik rumah dan pelaku usaha kecil dalam menilai apakah penggunaan UPS benar-benar menguntungkan dari sisi ekonomi, sehingga diperlukan penelitian yang mengkaji tentang biaya sekaligus perancangan teknis sistem UPS *offline* sebagai sumber cadangan energi pada rumah dan UMKM.

Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan, penelitian ini adalah merancang sistem UPS untuk mem *backup* energi dan biaya perancangan sistem dan harga jual yang diperlukan untuk perancangan sistem ini. Perancangan sistem UPS sebagai sumber cadangan energi listrik pada skala rumah tangga dan usaha kecil menengah, mencakup kapasitas baterai, inverter, dan perangkat pendukung lainnya berdasarkan variasi durasi pemadaman listrik. Hipotesis awal yang diajukan adalah bahwa sistem UPS yang dirancang sesuai kebutuhan beban dan pola durasi pemadaman mampu memberikan solusi cadangan energi yang lebih murah dari segi biaya dibandingkan penggunaan alternatif yang lain untuk kebutuhan *backup* jangka pendek pada rumah tangga dan UMKM [9].



Perancangan sistem UPS untuk *mengbackup* kebutuhan energi ketika pemadaman listrik dengan menghitung konsumsi beban listrik. Konsumsi beban listrik yang dihitung hanya beban kritikal saja yang berasal dari dua sampel, yaitu beban rumah tangga dan beban UMKM yaitu beban cafe Barak di provinsi riau. Durasi pemadaman pada penelitian ini juga divariasikan dengan variasi durasi pemadaman dari 1 jam hingga 5 jam pemadaman. UPS yang dirancang untuk *mengbackup* konsumsi listrik dengan menggunakan UPS 1 fase dikerenakan sebagian besar peralatan elektronik cafe dan listrik di rumah tangga dirancang untuk beroperasi menggunakan suplai listrik 1 fasa standar yang disediakan oleh perusahaan listrik dan perancangan ini menggunakan jenis UPS *offline*, hasil dari pernacangan UPS ini akan mendapatkan kapasitas baterai, inverter, *Charger* dan sistem proteksi, lalu selanjutnya melakukan menghitung biaya perancangannya.

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa besar konsumsi listrik pada beban Rumah tangga dan UMKM berdasarkan durasi pemadaman listrik?
2. Bagaimana rancangan sistem UPS yang mampu menyediakan *backup* listrik dengan variasi durasi pemadaman tertentu pada UMKM dan rumah tangga?
3. Berapa besar biaya yang diperlukan untuk merancang sistem UPS pada setiap variasi durasi pemadaman tersebut?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis konsumsi listrik pada beban Rumah tangga dan UMKM berdasarkan durasi pemadaman listrik.
2. Merancang sistem UPS sebagai sumber cadangan energi berdasarkan variasi waktu pemadaman yang ditentukan.
3. Menghitung biaya perancangan sistem UPS untuk setiap variasi durasi pemadaman yang digunakan dalam perancangan.

1.4 Batasan Masalah

1. Objek beban yang dikaji dibatasi pada satu unit kafe (Cafe Barak) dan satu unit rumah tangga dengan karakteristik beban yang sudah ditentukan.
2. Sistem cadangan energi yang dianalisis hanya menggunakan UPS berbasis baterai.
3. Variasi durasi pemadaman yang digunakan dalam perancangan dibatasi, pada rentang 1–5 jam sesuai data/pola pemadaman yang diasumsikan.



4. Perancangan sistem UPS dilakukan dengan menggunakan pola beban yang diasumsikan konstan untuk setiap variasi durasi pemadaman.
5. Analisis biaya difokuskan pada biaya perancangan awal dan aspek *cost benefit* dari sistem ini, tanpa membahas aspek finansial lanjutan seperti inflasi, pajak, dan skema pendanaan.
6. Analisis teknis difokuskan pada perhitungan kapasitas baterai, pemilihan daya inverter, dan perangkat pendukung utama lainnya yang relevan dengan kebutuhan *backup*, tanpa mempertimbangkan komponen komponen sekunder lainnya.

1.5 Manfaat penelitian

1. Bagi pemilik rumah dan pelaku usaha kecil seperti kafe, memberikan informasi kuantitatif mengenai kebutuhan energi dan estimasi biaya penerapan sistem UPS untuk *backup* listrik jangka pendek.
2. Bagi kalangan akademisi dan peneliti, menyediakan model perancangan sistem UPS berbasis variasi durasi pemadaman yang dapat dijadikan referensi atau dikembangkan lebih lanjut pada penelitian sejenis.
3. Bagi pihak terkait di bidang energi dan kelistrikan, memberikan gambaran awal mengenai potensi UPS sebagai alternatif solusi peningkatan kestabilan suplai listrik pada skala rumah tangga dan usaha kecil menengah.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



memberikan cadangan listrik selama ± 1 jam 10 menit dengan kapasitas baterai 9 Ah. UPS dapat menyalakan beban induktif dan resistif dengan tegangan keluaran stabil pada 220 V AC, serta tegangan pengisian dari PLN sebesar 12,55 V DC. Secara keseluruhan, sistem bekerja baik dalam menjaga kontinuitas pasokan listrik bagi beban rumah tangga saat terjadi pemadaman [11].

Penelitian [12] bertujuan merancang serta mengimplementasikan sistem catu daya cadangan berbasis *Uninterruptable Power Supply* (UPS) pada MTs Al Mubasysyirun, Lombok Utara. Fokus penelitian adalah mengatasi ketidaksinambungan pasokan listrik PLN yang mengganggu proses belajar mengajar dan ujian nasional berbasis komputer. Penelitian ini menggunakan metode terapan di bidang teknik elektro dengan pendekatan perancangan dan implementasi sistem. Tahapannya meliputi penentuan kapasitas daya (900–4400 VA), pemilihan UPS tipe *line interactive* yang ekonomis dan mudah diperoleh, serta instalasi sistem pada panel distribusi listrik sekolah sesuai standar SNI. Uji coba dilakukan untuk memastikan keamanan, keandalan, dan kemudahan perawatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem UPS berfungsi efektif sebagai sumber listrik cadangan saat terjadi pemadaman PLN. Sistem ini memiliki waktu perpindahan cepat, tidak menimbulkan kebisingan maupun emisi gas buang, serta lebih hemat biaya dibanding genset. Dengan demikian, UPS dinilai layak diterapkan sebagai solusi alternatif penyediaan energi cadangan di lingkungan pendidikan [12].

Penelitian [14] dilakukan dengan tujuan untuk mencegah kerusakan pada peralatan Gas Chromatograph (GC) di laboratorium PT. XYZ yang sering terjadi akibat pemadaman listrik mendadak saat alat masih berada pada suhu operasi tinggi, serta untuk merancang sistem *Uninterruptible Power Supply* (UPS) yang mampu menjaga suplai daya sementara sehingga proses pendinginan dan penyimpanan data dapat berlangsung aman. Metode penelitian dilakukan melalui analisis kebutuhan daya alat GC, perhitungan kapasitas dan konfigurasi UPS yang diperlukan, serta evaluasi kinerja sistem yang dirancang. Berdasarkan hasil perancangan, UPS *online* half-redundant dengan kapasitas 55 kVA dinilai mampu memenuhi kebutuhan operasional alat GC, menjaga kestabilan daya saat terjadi gangguan listrik, dan secara signifikan mengurangi risiko kerusakan komponen pembakar maupun modul elektronik. Implementasi UPS tersebut terbukti meningkatkan keandalan pasokan listrik laboratorium dan menjamin keamanan pengoperasian perangkat Gas Chromatograph [14].

- Hal ini dapat diartikan sebagai berikut:
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan serta hasil kajian dari penelitian-penelitian sebelumnya, diketahui bahwa penelitian [14] merupakan penelitian yang memiliki keterkaitan paling relevan dengan penelitian ini. Namun, penelitian ini memiliki kontribusi yang berbeda dan bersifat pengembangan (novelty), yaitu tidak hanya melakukan perancangan sistem *Uninterruptible Power Supply* (UPS) sebagaimana dilakukan pada penelitian [14], tetapi juga melakukan analisis biaya awal dan perancangan sistem UPS untuk dua studi kasus beban konsumsi, yaitu beban rumah tangga dan beban usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM) pada objek Kafe Barak.

Selain itu, penelitian ini juga membahas analisis biaya dan perancangan sistem UPS berdasarkan variasi durasi pemadaman listrik, mulai dari 1 jam hingga 5 jam pemadaman. Adapun alasan dilakukannya pengembangan ini adalah untuk mengetahui perbandingan kebutuhan biaya perancangan sistem UPS berdasarkan dua jenis beban tersebut, serta untuk menganalisis besarnya biaya yang diperlukan pada setiap variasi waktu pemadaman. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai aspek teknis dan biaya dari penerapan sistem UPS dalam meningkatkan kestabilan pasokan listrik di sektor rumah tangga dan UMKM.

2.2 Dasar Teori

Dasar teori merupakan teori yang relevan yang digunakan untuk menjelaskan tentang variabel yang akan diteliti dan sebagai dasar untuk memberi jawaban sementara terhadap rumusan masalah yang diajukan (hipotesis), dan penyusunan instrument penelitian

2.2.1 Sistem Kerja *Uninterruptible Power Supply* (UPS)

Uninterruptible Power Supply (UPS) atau biasa disebut dengan catu daya tak terputus (continuous power sources) adalah suatu sistem catu daya listrik yang bisa memberikan tenaga listrik secara independen dalam jangka waktu tertentu tanpa harus adanya sumber catu daya primer atau sekunder atau sumber catu daya tersebut sedang dalam gangguan. UPS merupakan sumber tenaga alternatif sementara yang menggantikan supply tenaga listrik yang utama, dalam hal ini sumber listrik PLN. UPS sendiri merupakan suatu sistem yang berdiri sendiri tanpa sistem supply tenaga listrik PLN.

2.2.2 Jenis Jenis Ups

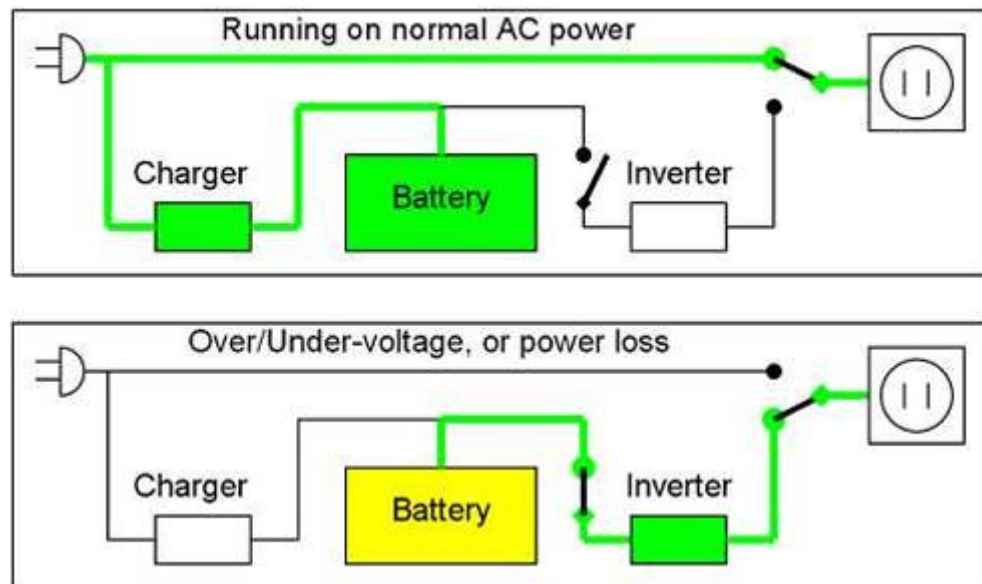
UPS terbagi menjadi tiga jenis utama, yaitu *Offline* atau Standby UPS, *Line-Interactive* UPS, dan *Online* atau Double Conversion UPS.

1) *Offline* atau Standby UPS.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Topologi UPS *offline* menjadikan tegangan PLN sebagai sumber tegangan primer(utama), sementara baterai sebagai sumber tegangan skunder(kedua). Prinsip kerjanya, pada saat PLN sebagai sumber tegangan utama normal, maka saklar transfer (transfer switch) akan meneruskan arus Listrik menuju peralatan seperti computer, sementara blok rangkaian rectifier (regulator) akan menyalakan baterai *Charger* untuk mengisi baterai – posisi stand-by. Ketika sumber tegangan utama atau bermasalah atau padam maka saklar transfer secara otomatis (diatur kontroler) akan berpindah mengambil tegangan dari inverter yang mengubah tegangan DC menjadi AC agar bisa menghidupkan komputer dari sumber tegangan kedua yaitu baterai (garis putus-putus pada gambar) – posisi *backup*[5].



Gambar 2.1 Topologi *offline* UPS[5].

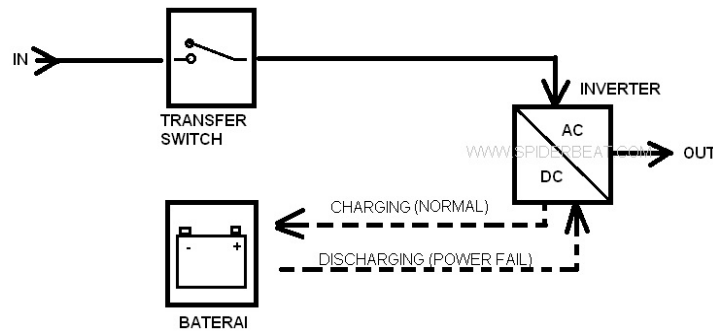
2) Line-Interactive UPS

Dalam topologi UPS *line interactive*, baterai dan inverter DC ke AC selalu terhubung ke jalur output UPS yang menuju ke beban. Inverter didesain bisa bekerja secara terbalik, yaitu pada saat tegangan input AC jala-jala normal, inverter akan mengalirkan arus untuk mengisi baterai. Dan ketika input AC jala-jala terputus atau ada masalah, maka saklar transfer akan terputus dan arus mengalir dari baterai ke output UPS kemudian ke beban. Dengan inverter yang selalu terhubung ke jalur output, topologi ini juga menyediakan filter tambahan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

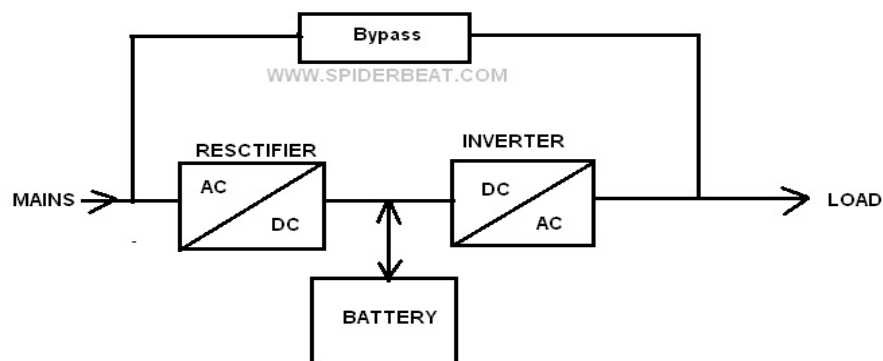
untuk mengurangi transien *switching*. Selain itu, UPS line Interaktif juga biasanya menggabungkan transformator pengubah tap. Ini merupakan regulator tegangan tambahan yang bekerja dengan cara menyesuaikan tap trafo oleh tegangan input yang tidak stabil [13].



Gambar 2.2 UPS *line interactive* [13]

3) *Online* atau Double Conversion UPS

UPS *online* menggunakan metode konversi ganda. Pertama tegangan AC input diubah menjadi DC pada blok *rectifier* untuk disimpan kedalam baterai. Tegangan DC ini kemudian diubah menjadi tegangan AC oleh blok inverter dan diberikan ke beban atau komputer. Sistem ini lebih mahal karena baterai dan konverter akan menghantar secara terus-menerus. Pada saat input AC/ tegangan jala-jala normal, blok *rectifier* akan bekerja dan menghasilkan arus DC yang langsung menuju inverter. Oleh karena itu, sistem ini UPS *online* juga dikenal sebagai UPS konversi ganda. Untuk mencegah baterai mengalami *over-charge* karena listrik menghantar secara terus-menerus pada saat sumber tegangan skunder normal, maka untuk itu sistem *Charger* baterai UPS *online* dilengkapi dengan *auto-cut-off* [15].



Gambar 2.3 UPS *online* [15].

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2) Inverter

Kualitas inverter merupakan sebuah penentu dari kualitas daya yang akan dihasilkan oleh suatu sistem UPS. Inverter berfungsi sebagai pengubah tegangan Dcdari rangkaian *rectifier-Charger* menjadi tegangan AC yang berupa sinyal sinus setelah melewati pembentukan gelombang dan rangkaian filter. Tegangan output yang dihasilkan harus stabil baik amplitudo tegangan maupun frekuensinya, distoris yang rendah, tidak terdapat tegangan transien. Selain hal itu, sistem inverter perlu adanya rangkaian umpan-balik (*feedback*) dan rangkaian regulator untuk menjaga agar dapat menghasilkan tegangan yang konstan dan stabil [17].



Gambar 2.5 Inverter [17]

3) Baterai

Baterai menyimpan energi listrik sebagai cadangan utama untuk suplai DC ke inverter selama gangguan. Jenis yang umum adalah VRLA (Valve Regulated Lead Acid) untuk ketahanan siklus tinggi dan lithium-ion untuk densitas energi lebih baik serta umur pakai panjang. Prinsip kerjanya berdasarkan reaksi elektrokimia di mana energi kimia dikonversi menjadi listrik saat discharge, dan sebaliknya saat charge. Baterai memastikan kontinuitas dengan menyediakan daya instan saat transfer switch aktif, dirangkai seri-paralel untuk menyesuaikan tegangan dan durasi *backup*

berikut adalah beberapa jenis baterai yang biasa digunakan pada sistem UPS [18].

a) Baterai Valve Regulated Lead Acid (VRLA)

Baterai VRLA merupakan tipe baterai timbal-asam tertutup yang dirancang agar tidak memerlukan perawatan rutin (*maintenance-free*). Energi disimpan melalui

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

reaksi kimia antara timbal dioksida (PbO_2) pada elektroda positif, timbal (Pb) pada elektroda negatif, dan elektrolit berbasis asam sulfat (H_2SO_4). Baterai ini menggunakan sistem ventilasi satu arah (*valve regulated*) yang memungkinkan gas hasil reaksi dikondensasikan kembali menjadi cairan, sehingga mencegah kehilangan elektrolit. baterai VRLA banyak digunakan pada sistem UPS berkapasitas kecil hingga menengah karena biaya yang rendah, kemudahan pemasangan, serta kemampuan menyediakan arus tinggi dalam waktu singkat. Terdapat dua jenis utama baterai VRLA, yaitu: Absorbent Glass Mat (AGM) dan Gel Cell . Kelemahan utama baterai VRLA adalah sensitivitas terhadap suhu tinggi dan penurunan efisiensi pada siklus pengisian-pengosongan berulang. Umur pakainya berkisar antara 3 hingga 5 tahun, tergantung pada frekuensi pemakaian dan kondisi lingkungan operasi [18].



Gambar 2.6 Baterai VRLA [18]

Baterai Lithium-ion (Li-ion)

Baterai Lithium-ion (Li-ion) merupakan teknologi penyimpanan energi modern yang bekerja berdasarkan perpindahan ion litium antara elektroda positif (biasanya lithium cobalt oxide atau lithium iron phosphate) dan elektroda negatif (grafit) melalui elektrolit cair atau padat. Jenis baterai ini memiliki densitas energi tinggi, waktu pengisian cepat, dan umur pakai panjang, menjadikannya pilihan unggul untuk sistem UPS generasi baru. penerapan baterai Li-ion pada sistem UPS berkapasitas tinggi (48–96 V) mampu meningkatkan efisiensi pengisian dan pengosongan energi hingga 20% dibandingkan VRLA, sekaligus mengurangi ukuran fisik sistem dan kebutuhan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

daya *Charger*. Selain itu, Li-ion memiliki kemampuan mempertahankan performa meskipun pada suhu ekstrem dan siklus pengisian yang tinggi. Kelebihan utama baterai ini adalah umur siklus yang panjang (hingga 10 tahun) dan perawatan minimal, namun kekurangannya terletak pada biaya awal yang lebih tinggi serta perlunya sistem Battery Management System (BMS) untuk mengontrol suhu, tegangan, dan arus demi menjaga keselamatan dan kestabilan operasi [19].



Gambar 2.7 Baterai Lithium-ion [19]

c) Baterai Nickel-Cadmium (Ni-Cd)

Baterai Nickel-Cadmium (Ni-Cd) merupakan jenis baterai sekunder dengan elektrolit berbasis larutan kalium hidroksida (KOH). Energi dihasilkan dari reaksi kimia antara nikel oksida hidroksida (NiOOH) sebagai elektroda positif dan kadmium (Cd) sebagai elektroda negatif. Jenis ini dikenal memiliki ketahanan luar biasa terhadap suhu ekstrem dan siklus pengisian yang panjang, sehingga banyak digunakan pada UPS industri dan fasilitas kritis seperti rumah sakit atau pusat data. baterai Ni-Cd memiliki karakteristik stabil terhadap pelepasan energi mendadak, toleransi tinggi terhadap kelebihan pengisian, dan umur pakai yang dapat mencapai 10 hingga 15 tahun. Namun, penggunaan Ni-Cd mulai berkurang karena tingginya harga material kadmium serta dampak lingkungan yang signifikan akibat sifat toksiknya. Selain itu, Ni-Cd memiliki *memory effect*, yaitu penurunan kapasitas bila tidak diisi dan dikosongkan secara penuh secara berkala [20].

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2. 8 Baterai Nickel-Cadmium [20]

d) Baterai Nickel-Metal Hydride (Ni-MH)

Baterai Nickel-Metal Hydride (Ni-MH) dikembangkan sebagai alternatif ramah lingkungan dari Ni-Cd dengan mengganti material cadmium pada elektroda negatif menjadi paduan logam hidrid. Baterai ini memiliki densitas energi lebih tinggi, namun umur siklus sedikit lebih pendek dibandingkan Ni-Cd.

Menurut Rashid 2025, Ni-MH masih digunakan pada sistem UPS berukuran kecil dan aplikasi portabel karena kemampuan memberikan daya stabil dengan risiko kebocoran elektrolit yang rendah. Kelebihannya terletak pada keamanan dan kemudahan daur ulang, namun efisiensinya menurun pada kondisi beban tinggi atau temperatur ekstrem [21].



Gambar 2.9 Baterai Nickel-Metal Hydride [21]

4) Automatic Transfer Switch (ATS)

Automatic Transfer Switch (ATS) adalah saklar otomatis yang berfungsi memindahkan sumber suplai listrik secara cepat dari sumber utama (PLN) ke sumber cadangan (inverter dan baterai pada UPS *offline*) saat terjadi gangguan atau pemadaman listrik, sehingga memastikan kontinuitas pasokan listrik tanpa gangguan yang berarti pada beban. ATS bekerja dengan mendeteksi kondisi tegangan real-time menggunakan sensor, kemudian kontroler seperti PLC atau mikrokontroler menerapkan logika pengalihan untuk mengaktifkan relay atau solid-state switch dalam waktu sangat singkat, biasanya kurang dari 10 milidetik. Fungsi utama ATS meliputi pengalihan otomatis antara sumber daya, proteksi terhadap tegangan berlebih atau rendah, serta pengaturan delay untuk menghindari *switching* berulang pada kondisi fluktuasi sementara. ATS yang digunakan pada UPS *offline* biasanya memiliki rating arus sesuai beban, misalnya 40A untuk sistem 6 kVA 1-fase, dengan tipe switch elektromekanis, statis, atau berbasis PLC untuk memudahkan monitoring dan kontrol. Tanpa ATS, perpindahan sumber harus dilakukan secara manual dan dapat menyebabkan gangguan pada peralatan listrik, sehingga ATS menjadi komponen krusial dalam sistem UPS *offline* untuk menjaga stabilitas pasokan listrik rumah tangga atau usaha kecil [22].



Gambar 2.10 ATS [22]

5) Proteksi

Proteksi melindungi seluruh sistem dari kerusakan akibat arus lebih, hubung singkat, atau lonjakan tegangan. Jenis utama adalah MCB (thermal-magnetic), fuse (cepat putus), dan surge protector (penyerap lonjakan). Prinsip kerjanya mendeteksi anomali melalui sensor arus/tegangan lalu memutus sirkuit secara

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



spesifikasi. Sakelar statis dipilih untuk memastikan transfer daya yang cepat dan stabil antara sumber PLN, UPS, dan beban tanpa menyebabkan gangguan tegangan [24].

2.2.5 Beban Kritisal

Beban kritisal merupakan kelompok beban listrik yang harus tetap memperoleh suplai daya ketika terjadi gangguan atau pemadaman pada sumber listrik utama. Keberadaan beban kritisal berkaitan langsung dengan keberlangsungan fungsi utama suatu sistem, keselamatan pengguna, serta potensi kerugian teknis dan ekonomi apabila suplai daya terhenti. Dalam perancangan sistem *Uninterruptible Power Supply* (UPS), identifikasi beban kritisal menjadi dasar utama karena kapasitas UPS tidak dirancang untuk melayani seluruh beban, melainkan hanya beban yang diprioritaskan untuk tetap beroperasi selama pemadaman listrik.

Berdasarkan rekomendasi IEEE 446, beban kritisal adalah beban yang memiliki toleransi gangguan suplai daya yang rendah dan memerlukan tingkat kestabilan tinggi. Beban jenis ini umumnya sensitif terhadap kehilangan tegangan secara tiba-tiba, fluktuasi tegangan, serta jeda waktu perpindahan suplai. Oleh karena itu, beban kritisal biasanya dihubungkan dengan sistem catu daya cadangan seperti UPS untuk menjaga kontinuitas operasi. Pada skala rumah tangga, beban kritisal umumnya mencakup peralatan yang menunjang aktivitas dasar dan tidak dapat dimatikan dalam waktu lama, seperti penerangan utama dan peralatan pendingin. Sementara itu, pada skala usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM), beban kritisal berkaitan langsung dengan proses operasional dan pelayanan, misalnya peralatan produksi, sistem pendingin bahan baku, dan perangkat pendukung transaksi. Terhentinya suplai daya pada beban tersebut dapat mengakibatkan gangguan operasional dan kerugian ekonomi.

Dalam perancangan UPS, hanya beban yang telah diklasifikasikan sebagai beban kritisal yang digunakan sebagai dasar perhitungan kapasitas daya dan energi sistem. Pendekatan ini bertujuan untuk menghasilkan desain UPS yang lebih efisien dan ekonomis, tanpa mengurangi kestabilan suplai daya pada peralatan prioritas. Dengan demikian, penentuan beban kritisal yang tepat menjadi faktor kunci dalam keberhasilan perancangan sistem UPS untuk kebutuhan rumah tangga dan UMKM.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



2.2.6 Perhitungan Profil Beban

Tahap ini mengharuskan perancang merujuk pada metode perhitungan profil beban untuk mengetahui bagaimana karakteristik beban berubah dalam rentang waktu operasi. Profil beban digunakan untuk menghitung besarnya beban desain dan energi yang harus disediakan UPS. Dalam sistem UPS AC, penentuan profil beban umumnya menggunakan metode autonomy, yaitu metode yang mendefinisikan berapa lama beban harus tetap tersuplai selama terjadi pemutusan daya dari jaringan. Durasi autonomy ini biasanya ditetapkan oleh pengguna atau pemilik fasilitas berdasarkan standar operasional mereka.

Standar IEEE 446 memberikan panduan mengenai praktik terbaik untuk sistem daya cadangan pada instalasi industri dan komersial, termasuk ketentuan mengenai penentuan waktu autonomy yang diperlukan. Dalam beberapa kasus, satu nilai autonomy digunakan untuk keseluruhan beban UPS, sehingga proses perhitungan profil beban menjadi lebih sederhana. Tahap ini sangat penting karena akan menentukan ukuran kapasitas UPS dan baterai yang diperlukan agar sistem mampu mempertahankan operasi selama periode gangguan listrik sesuai kebutuhan [24] [25].

Hitung desain beban beban rancangan adalah beban sesaat yang harus diperangkat untuk perangkat konversi, distribusi dan proteksi daya, misalnya rectifiers, inverter, fuse, circuit breakers, dan lain lain. Beban rancang dapat dihitung sebagai berikut [24]:

$$S_d = S(1 + kg)(1 + kc) \quad (2.1)$$

Keterangan:

S_d = desain daya beban

S = daya nyata beban puncak, yang diperoleh dari profil beban (VA)

Kg = pertumbuhan beban (%)

Kc = margin desain (%)

Merupakan hal yang umum untuk mempertimbangkan pertumbuhan beban dimasa mendatang (biasanya antara 5-20%), agar beban di masa mendatang dapat ditopang. Sedangkan margin desain digunakan untuk mempertingkan potensi ketidakakuratan dalam memperkirakan beban, kondisi operasi yang kurang optimal akibat perawatan yang tidak tepat. Untuk menghitung konsumsi energi berdasarkan variasi durasi pemadaman, digunakan persamaan dasar energi sebagai hasil perkalian antara daya dan waktu operasi, yaitu:



$$E_t = S \times t \quad (2.2)$$

di mana

- E_t = energi beban (VAh),
- S = daya semu beban (VA),
- t = durasi pemadaman (jam).

Selanjutnya Desain permintaan energi digunakan untuk menentukan ukuran perangkat penyimpanan energi. Dari profil beban, total energi (dalam VAh) dapat dihitung dengan mencari luas daerah dibawah kurva profil beban (yaitu :dengan mengintegrasikan daya terhadap waktu selama periode otonomi atau 24 jam). Desain Permintaan energi dapat dihitung dengan persamaan berikut [24]:

$$E_d = E_t(1 + kg)(1 + kc) \quad (2.3)$$

Keterangan:

- E_d = Desain Permintaan Energi
- E_t = total beban energi (VAh)
- Kg = pertumbuhan beban (%)
- Kc = margin desain (%)

2.2.7 Perhitungan Baterai

Penentuan ukuran baterai (battery sizing) harus dilakukan dengan mempertimbangkan berbagai faktor teknis sesuai rekomendasi IEEE, meliputi karakteristik fisik baterai seperti dimensi, berat, material wadah, koneksi antarsel, dan terminal; umur rancang dan umur pakai sel; frekuensi serta kedalaman pengosongan (depth of discharge); kondisi suhu lingkungan; karakteristik pengisian; kebutuhan perawatan dan ventilasi; orientasi pemasangan sel terutama pada baterai lead-acid tertutup dan NiCd; serta faktor seismik seperti guncangan dan getaran. Setelah tipe baterai ditetapkan, data teknis dari pabrikan harus dikumpulkan, termasuk kapasitas sel dalam ampere-hour (Ah), suhu operasi sel, densitas elektrolit pada kondisi penuh untuk baterai lead-acid, tegangan float, dan tegangan akhir pelepasan (end-of-discharge voltage/EODV). Seluruh parameter ini diperlukan untuk memastikan proses perhitungan kapasitas berlangsung akurat dan



menghasilkan konfigurasi penyimpanan energi yang andal, aman, serta sesuai dengan kebutuhan operasional sistem pembangkit listrik tenaga hibrida [24].

Tegangan nominal baterai atau DC link umumnya telah ditentukan oleh pabrikan UPS AC. Namun, jika tegangan ini perlu ditetapkan dalam proses perancangan, maka beberapa faktor berikut harus diperhatikan:

- 1) Rentang tegangan keluaran DC dari rectifier – rectifier harus mampu menghasilkan tegangan DC link yang ditentukan.
- 2) Rentang tegangan masukan DC pada inverter – tegangan DC link harus berada dalam batas toleransi masukan inverter. Tegangan akhir pelepasan baterai (end-of-discharge voltage) juga harus berada dalam rentang toleransi tersebut.
- 3) Jumlah sel baterai yang dirangkai secara seri – jumlah sel akan memengaruhi dimensi keseluruhan dan ukuran rak baterai. Jika ruang fisik terbatas, jumlah sel seri yang lebih sedikit dapat menjadi pilihan.
- 4) Total arus DC link (pada beban penuh) – arus ini akan memengaruhi ukuran kabel DC serta koneksi antar sel baterai. Semakin kecil arusnya, semakin baik untuk efisiensi sistem [24].

Penentuan kapasitas baterai:

Kapasitas baterai minimum yang diperlukan untuk menamoung beban desain selama waktu otonomi yang di tentukan dapat dihitung sebagai berikut [24]:

$$C_{min} = \frac{E_d (K_a \times K_t \times K_c)}{V_{dc} \times K_{dod}} \quad \#(2.4)$$

Keterangan:

C_{min} = kapasitas baterai minimum

E_d = desain energi selama waktu otonomi (VAh)

V_{dc} = tegangan baterai nominal

K_a = Faktor penuaan baterai (%)

K_t = faktor suhu (%)

K_c = faktor rating kapasitas (%)

K_{dod} = rating DOD baterai (%)

$$I_{DC} = \frac{P}{V_{DC}} \quad (2.9)$$

di mana:

- P = daya aktif beban (W)
- V_{AC} = tegangan AC (V)
- V_{DC} = tegangan DC sistem (V)

Setelah diketahui arus pada system selanjutnya mengalikan dengan *safety factor* untuk memastikan instalasi aman dan mencegah risiko kebakarankibat *overheating* (panas berlebih) umumnya digunakan yaitu 125% atau 1,25, dapat dilihat pada rumus 2.10.

Berikut

$$I \times 1,2 \quad (2.10)$$

maka ukuran kabel bisa ditentukan sesuai tabel kemampuan hantar arus pada kabel, berikut Adalah KHA dari brand kabel yang digunakan pada perancangan ini yaitu Wilson cable dilihat pada tabel 2.1 Berikut

Tabel 2.1 Nilai KHA

No	Luas Penampang (mm ²)	Ampere yang Digunakan (A)
1	0.75 mm ²	12, A
2	1 mm ²	15 A
3	1.5 mm ²	18 A
4	2.5 mm ²	26 A
5	4 mm ²	34 A
6	6 mm ²	44 A
7	10 mm ²	61 A
8	16 mm ²	82 A
9	25 mm ²	108 A
10	35 mm ²	135 A
11	50 mm ²	168 A
12	70 mm ²	207 A

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumbernya.
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

dengan keterangan:

- I_{DC} arus sisi DC (A)
- P daya aktif beban (W)
- V_{DC} tegangan sistem DC (V)

Rating proteksi ditentukan berdasarkan prinsip koordinasi proteksi:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad (2.14)$$

dengan keterangan:

- I_b arus beban
- I_n arus nominal proteksi
- I_z kemampuan hantar arus kabel

Untuk menghindari pemutusan saat kondisi operasi normal, rating proteksi dapat dipilih dengan margin pengaman (*safety factor*) sebesar 125% sesuai dengan standar, maka persamaannya sebagai berikut:

$$I_n = 1,25 \times I_b \quad (2.15)$$

Selain proteksi arus lebih, sistem UPS juga dilengkapi dengan *Automatic Transfer Switch* (ATS) untuk memindahkan suplai dari PLN ke inverter saat terjadi pemadaman. Kapasitas ATS ditentukan berdasarkan arus sisi AC sistem:

$$I_{ATS} \geq I_{AC} \quad (2.16)$$

Untuk memberikan margin keamanan dalam pemilihan rating standar di pasaran digunakan pendekatan:

$$I_{ATS} = 1,25 \times I_{AC} \quad (2.17)$$

Dengan pendekatan tersebut, pemilihan proteksi dan ATS dilakukan secara konsisten dengan perhitungan daya desain pada Bab IV dan memenuhi prinsip koordinasi proteksi pada instalasi tegangan rendah.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak Cipta Ditampilkan UIN Suska Riau



2.2.12 Perhitungan Biaya dan Harga Jual Sistem UPS

Perhitungan biaya dalam rancangan sistem UPS (Uninterruptible Power Supply) untuk *backup* energi skala UMKM dan rumah tangga sangat penting untuk menilai kelayakan finansial dari sistem yang direncanakan. Dua aspek utama yang dianalisis adalah total biaya perancangan awal sistem UPS (initial investment *cost* atau CAPEX). Pendekatan ini mengikuti standar internasional dari NREL dan IRENA untuk analisis techno-ekonomi sistem penyimpanan energi [26].

1) Total Biaya Perancangan Awal (*Initial Investment Cost*)

Total biaya perancangan awal merupakan akumulasi seluruh biaya yang diperlukan untuk membeli dan memasang komponen-komponen UPS, termasuk inverter, baterai, pengontrol, serta biaya instalasi dan pengujian. Standar perhitungan CAPEX yang lebih komprehensif menggunakan dekomposisi per komponen dengan faktor EPC (engineering, procurement, construction) dan *soft costs*. Manum Secara umum untuk mengitung biaya sistem UPS , dapat disederhanakan menjadi [26]:

$$C_{initial} = C_{inverter} + C_{battery} + C_{charger} + C_{other} \quad (2.18)$$

di mana:

$C_{inverter}$	= biaya pembelian inverter,
$C_{battery}$	= biaya pembelian baterai,
$C_{charger}$	= biaya pembelian <i>Charger</i>
C_{other}	= biaya lain-lain

2) Harga jual sistem UPS

Setelah total biaya sistem diperoleh, langkah berikutnya adalah menentukan harga jual sistem UPS dengan mempertimbangkan biaya operasional dan margin keuntungan. Dalam praktik rekayasa sistem energi dan proyek EPC (*Engineering, Procurement, Construction*), harga jual sistem biasanya dihitung dengan menambahkan faktor *overhead* dan *profit* terhadap biaya sistem. Persamaan yang digunakan dapat dituliskan sebagai berikut:

$$C_{sell} = C_{system} \times (1 + f) \quad (2.19)$$



di mana:

C_{sell}

= harga jual sistem UPS (Rp)

C_{system}

= total biaya sistem UPS (Rp)

f

= faktor biaya tambahan (overhead dan margin keuntungan)

Faktor biaya tambahan f mencerminkan biaya operasional, transportasi, administrasi, serta margin keuntungan dari penyedia sistem. Berdasarkan praktik umum pada proyek sistem energi skala kecil dan menengah, nilai faktor ini biasanya berada pada rentang 0,10–0,30 atau 10–30% dari biaya sistem.

Pendekatan penambahan faktor margin terhadap biaya sistem ini banyak digunakan dalam penelitian analisis ekonomi sistem energi, khususnya pada studi techno-economic untuk sistem penyimpanan energi dan sistem tenaga skala kecil. Metode tersebut juga sejalan dengan pendekatan estimasi biaya proyek teknik yang digunakan pada standar analisis biaya proyek EPC, di mana harga sistem dihitung dari total biaya perancangan yang ditambah margin keuntungan untuk menentukan nilai jual produk atau sistem yang dirancang.

Dengan menggunakan metode ini, hasil perancangan sistem UPS tidak hanya menghasilkan spesifikasi teknis sistem seperti kapasitas inverter dan baterai, tetapi juga memberikan estimasi harga jual yang realistis apabila sistem tersebut direalisasikan dalam bentuk produk atau instalasi pada skala rumah tangga maupun UMKM.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

© a t a c i p t a m l i k U I N S u s k a R i a u

S t a t e I s l a m i c U n i v e r s i t y o f S u l t a n S y a r i f K a s i m R i a u

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian kuantitatif dengan pendekatan perancangan teknis dan analisis biaya perancangan. Pendekatan kuantitatif digunakan karena penelitian ini berfokus pada perhitungan numerik untuk memperoleh hasil yang terukur dan objektif terkait perancangan sistem *Uninterruptible Power Supply* (UPS) *offline* sebagai sumber cadangan energi listrik. Perancangan teknis dilakukan untuk menentukan kebutuhan kapasitas komponen utama, seperti baterai, inverter, dan *Charger*, berdasarkan variasi durasi pemadaman antara 1 hingga 5 jam..

Selain itu, penelitian ini bersifat komparatif, yaitu membandingkan hasil rancangan sistem UPS dengan kondisi eksisting yang hanya bergantung pada pasokan listrik dari PLN. Analisis perbandingan dilakukan dari dua sisi utama, yaitu aspek teknis (kapasitas, durasi *backup*, dan efisiensi sistem) serta aspek biaya (biaya perancangan awal). Dengan kombinasi dua pendekatan tersebut, penelitian ini menghasilkan gambaran kuantitatif tentang kelayakan teknis dan biaya dari sistem UPS *offline* pada skala rumah tangga dan UMKM dengan mengambli sample Cafe Barak di Pekanbaru.

3.2 Lokasi Penelitian

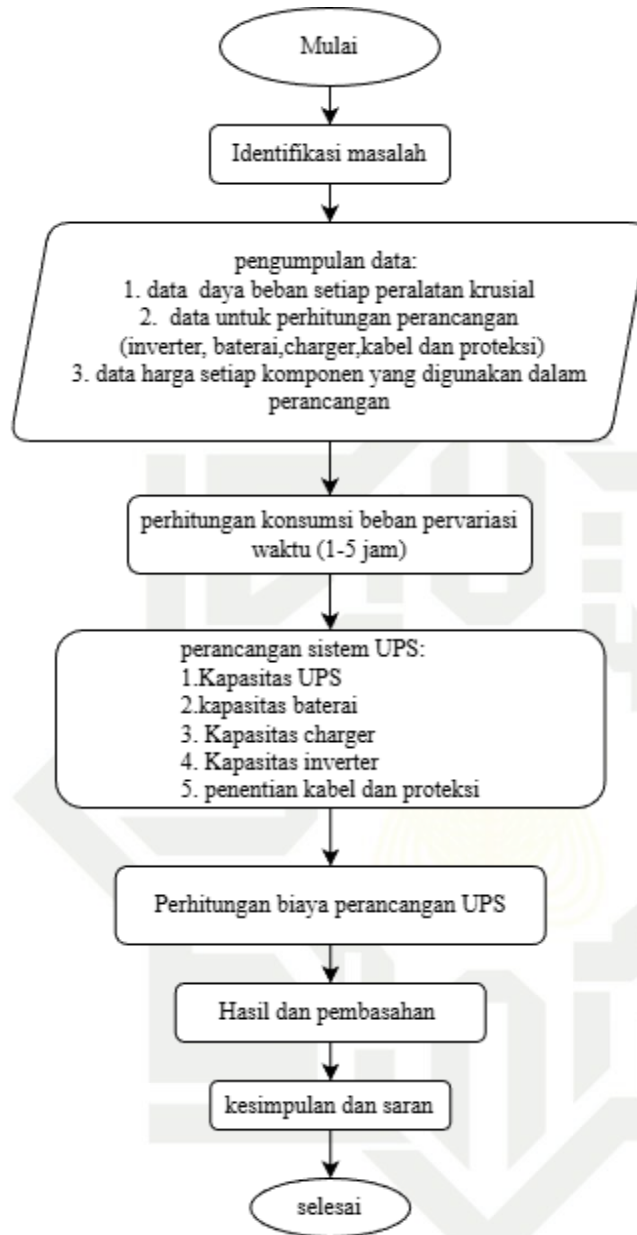
Penelitian dilakukan pada dua objek beban, yaitu satu unit rumah tangga dan satu unit UMKM (Café Barak) yang berlokasi di Kota Pekanbaru. Pemilihan kedua lokasi ini dilakukan karena keduanya merupakan representasi beban konsumen yang sering terdampak pemadaman listrik serta memiliki kebutuhan peralatan kritikal yang harus tetap bekerja ketika suplai dari PLN terputus.

UIN SUSKA RIAU

3.3 Tahapan Penelitian

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.1 Flowchart penelitian

3.4 Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan secara sistematis untuk memperoleh informasi teknis dan nonteknis yang diperlukan dalam proses perancangan sistem UPS. Data yang dikumpulkan mencakup karakteristik beban, parameter teknis peralatan, serta informasi biaya. Seluruh data diperoleh melalui kombinasi pengukuran langsung, studi literatur, dan wawancara singkat. Tahapan pengumpulan data dijelaskan sebagai berikut:

3.4.1 Data Karakteristik Beban Kritisal.

Penentuan beban kritisal merupakan tahapan awal dalam perancangan sistem UPS, karena kapasitas UPS tidak dirancang untuk melayani seluruh beban listrik, melainkan hanya beban yang diprioritaskan untuk tetap beroperasi saat terjadi gangguan atau pemadaman pada sumber listrik utama. Identifikasi beban kritisal dilakukan dengan menyusun daftar peralatan listrik yang digunakan pada rumah tangga dan UMKM (café/barak), dengan mengacu pada definisi beban kritisal menurut IEEE 446, yaitu beban yang memiliki toleransi rendah terhadap gangguan suplai daya dan memerlukan tingkat kestabilan tinggi.

Beban yang diklasifikasikan sebagai beban kritisal meliputi peralatan yang berfungsi menunjang kontinuitas aktivitas dasar, dan operasional usaha. Pada rumah tangga, beban kritisal difokuskan pada penerangan utama dan peralatan pendingin untuk menjaga keamanan serta mencegah kerusakan bahan makanan selama pemadaman. Pada UMKM (café/barak), beban kritisal mencakup peralatan yang berkaitan langsung dengan proses pelayanan dan penyimpanan bahan baku, seperti mesin kopi, mesin pengaduk kopi, kulkas, dan freezer. Pembatasan ini bertujuan menghasilkan desain UPS yang efisien dan ekonomis tanpa mengurangi kestabilan suplai daya pada peralatan prioritas, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Daftar Alat Beban Kritisal

jenis beban	Nama alat/item	jumlah
rumah tangga	Ricecooker	1
	AC 1 pk	1
	AC 1/2 pk	2
	kulkas 1	1
	kulkas 2	1
	lampu	4
UMKM(café barak)	Lampu LED	16
	Mesin kopi	1
	AC	1
	Freezer	1
	Pemanas air	1



Blader kopi 1	1
Mesin pengaduk kopi	1
kulkas	1
kipas angin	7

3.4.2 Data Teknis Komponen Sistem UPS

Data ini mencakup parameter teknis yang digunakan dalam perhitungan kapasitas baterai, inverter, *Charger*, dan komponen pendukung lainnya. Sumber data meliputi standar teknis seperti SNI, IEC, dan rekomendasi IEEE, serta datasheet dari pabrikan untuk memperoleh nilai efisiensi inverter, karakteristik pengosongan baterai (depth of discharge), faktor penuaan, faktor suhu, tegangan nominal baterai, serta batasan arus yang aman. Data tersebut digunakan sebagai dasar dalam menerapkan rumus-rumus perhitungan pada Bab 2 sehingga rancangan UPS dapat dilakukan secara akurat dan sesuai kaidah rekayasa listrik.

Dalam penentuan daya desain beban beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan dalam perhitungan yaitu terdapat pada tabel berikut

Tabel 3.2 Nilai Faktor Desain

Parameter	Nilai	Keterangan
Kg	10%	Pertumbuhan Beban
Kc	10%	Margin Desain

Berdasarkan tabel tersebut, parameter Kg digunakan sebagai faktor pertumbuhan beban untuk mengantisipasi kemungkinan penambahan peralatan listrik selama umur operasi sistem UPS, sedangkan parameter Kc berfungsi sebagai margin desain yang mempertimbangkan ketidakpastian perhitungan, variasi karakteristik beban, serta toleransi komponen utama seperti inverter dan baterai, sehingga penerapan kedua parameter ini menghasilkan daya desain yang lebih konservatif, andal, dan sesuai dengan prinsip perancangan sistem kelistrikan pada skala rumah tangga dan UMKM.

Pada penentuan baterai juga menggunakan beberapa parameter dan asumsi yang digunakan dalam perhitungan untuk mendapatkan hasil ukuran baterai yang sesuai untuk system perancangan, dapat dilihat pada tabel berikut



Tabel 3.3 Data Perhitungan Baterai

parameter	nilai	keterangan
Vdc (V)	24	tegangan barerai yang dipilih
ka	1,25	faktor penuaan baterai
kt	1	faktor suhu
kc	1	faktor rating kapasitas
kdod	0,8	rating DOD baterai
V_Lifopo4	24	tegangan baterai LiFO
A_bat_lifepo4	100	arus baterai LiFePO ₄ yg terpilih
A_bat_lifepo4	200	arus baterai LiFePO ₄ yg terpilih
Cycle baterai	3500-500	Siklus pemakaian baterai

Parameter Vdc merupakan tegangan DC nominal sistem baterai yang dipilih sebesar 24 V, disesuaikan dengan konfigurasi sistem UPS dan karakteristik inverter yang digunakan. Faktor penuaan baterai ka ditetapkan sebesar 1,25 untuk merepresentasikan cadangan kapasitas sebesar 25% sebagai antisipasi penurunan performa baterai akibat degradasi selama umur operasi. Faktor suhu kt bernilai 1, yang menunjukkan bahwa perancangan diasumsikan pada kondisi suhu referensi baterai sehingga tidak diperlukan koreksi kapasitas akibat pengaruh temperatur lingkungan. Faktor rating kapasitas kc juga ditetapkan sebesar 1, yang berarti kapasitas baterai yang digunakan sesuai dengan rating nominal pabrikan tanpa penambahan margin tambahan.

Parameter kdod sebesar 0,8 menunjukkan bahwa kedalaman pengosongan baterai dibatasi hingga 80% dari kapasitas nominal guna menjaga umur pakai dan keandalan baterai. Tegangan baterai LiFePO₄ ditetapkan sebesar 24 V sesuai dengan konfigurasi sistem yang digunakan, sedangkan kapasitas baterai LiFePO₄ yang dipilih divariasikan pada nilai 100 Ah dan 200 Ah. Variasi kapasitas ini digunakan untuk menganalisis kesesuaian kapasitas baterai terhadap kebutuhan energi dan durasi *backup* yang direncanakan pada sistem UPS skala rumah tangga dan UMKM.

Selanjutnya, pada penentuan kapasitas *Charger* digunakan beberapa parameter perancangan yang berkaitan dengan proses pengisian baterai. Salah satu parameter utama dalam perhitungan kapasitas *Charger* adalah faktor efisiensi pengisian (K_i), yang digunakan untuk memperhitungkan rugi-rugi selama proses pengisian. Rugi-rugi tersebut



dapat berasal dari efisiensi konversi daya pada *Charger* maupun karakteristik elektrokimia baterai.

Tabel 3.4 Data *Charger*

parameter	nilai	keterangan
Ki	1,1	faktor koreksi pengisian
V_ <i>Charger</i>	24 V	tegangan baterai yang dipilih
A_ <i>Charger</i> 1	20 A	arus baterai yang dipilih
A_ <i>Charger</i> 2	50 A	arus baterai yang dipilih

nilai Ki sebesar 1,1 menunjukkan bahwa proses pengisian baterai memerlukan tambahan energi sekitar 10% dari kapasitas nominal untuk mengompensasi rugi-rugi pada sistem pengisian, baik yang berasal dari efisiensi *Charger* maupun karakteristik elektrokimia baterai. Tegangan *Charger* ditetapkan sebesar 24 V, disesuaikan dengan tegangan nominal sistem baterai yang digunakan pada perancangan UPS. Arus *Charger* divariasikan menjadi dua nilai, yaitu 20 A dan 50 A, untuk menyesuaikan kapasitas baterai dan target waktu pengisian pada setiap skenario durasi pemadaman. Penggunaan dua tingkat arus pengisian ini memungkinkan waktu pemulihan baterai tetap berada dalam batas operasional yang wajar, tanpa melampaui batas arus pengisian yang direkomendasikan oleh pabrikan maupun batas proteksi sistem UPS.

Selanjutnya Penentuan kapasitas inverter didasarkan pada nilai daya semu desain beban, baik untuk rumah tangga maupun UMKM, yang merepresentasikan kebutuhan daya maksimum yang harus disuplai oleh inverter pada kondisi operasi normal. Terdapat pada tabel dibawah

Tabel 3.5 Data Inverter

Parameter	Keterangan
Sd_RT	desain beban rumah tangga
Sd_UMKM	desain beban UMKM
Volt AC	tegangan AC
$S_{inv} \geq S_d$	ketentuan pemilihan



Parameter tegangan AC ditetapkan sebesar 220 V sesuai dengan standar tegangan sistem satu fasa. Kriteria pemilihan inverter ditentukan dengan ketentuan bahwa daya nominal inverter harus lebih besar atau sama dengan daya desain beban ($S_{inv} \geq S_d$), sehingga inverter mampu menyuplai beban secara kontinu tanpa bekerja pada kondisi kelebihan beban. Pendekatan ini digunakan untuk menjamin kestabilan dan kontinuitas suplai daya pada sistem UPS.

Pada Perhitungan kabel dan proteksi juga menggunakan beberapa parameter yang perlu di pertimbangkan untuk menentukan kabel dan proteksi agar system berjalan dengan baik dan aman, berikut adalah tabel parameter yang perlu di pertimbangkan,

Tabel 3.6 Data Kabel dan Proteksi

Parameter	Nilai	Keterangan
P_load RT	1730	daya aktif beban UMKM
P_load UMKM	2640	daya aktif beban RT
V_DC	24	Tegangan baterai
V_AC	220	tegangan sistem AC
SF	1,25	<i>Safety factor</i>

Parameter pada tabel tersebut digunakan sebagai dasar dalam perhitungan arus kerja, penentuan ukuran kabel, serta pemilihan rating proteksi pada sistem UPS. Daya aktif beban rumah tangga sebesar 1.730 W dan beban UMKM sebesar 2.640 W digunakan untuk menghitung arus sisi DC pada baterai dengan mempertimbangkan efisiensi inverter sebesar 0,9. Tegangan sistem DC ditetapkan sebesar 24 V sesuai dengan konfigurasi baterai yang digunakan, sedangkan tegangan sistem AC sebesar 220 V mengacu pada standar suplai satu fasa. Selain itu, penerapan *safety factor* sebesar 1,25 digunakan untuk memberikan margin pengaman terhadap variasi beban dan kondisi operasi, sehingga ukuran kabel dan rating proteksi yang dipilih mampu bekerja secara andal dan aman sesuai dengan ketentuan instalasi listrik tegangan rendah.

3.4.3 Data Harga Komponen.

Data biaya komponen UPS diperoleh melalui survei harga dari distributor dan toko penyedia peralatan listrik. Komponen yang dicari meliputi baterai, inverter, *Charger*, kabinet UPS, pelindung arus lebih, saklar, kabel, serta biaya instalasi tambahan jika diperlukan. Informasi biaya digunakan untuk menghitung total biaya perancangan awal



sistem UPS dan melakukan analisis biaya pada masing-masing skenario durasi pemadaman. Daftar harga dicari secara *online* dengan menggunakan web resmi dari brand dan distributor melalui aplikasi *E-commerce*. Berikut adalah tabel hasil pencarian harga setiap komponen terdapat pada Tabel 3.7 berikut

Tabel 3.7 Daftar Harga Peralatan

Nama	Spesifikasi	Harga	Brand	Jumlah
Baterai	24v 100ah	Rp8.070.400	Cubebatt	1 Unit
	24v 200ah	Rp13.058.020	Cubebatt	1 Unit
Inverter	4000 W	Rp1.652.900	Taffware	1 Unit
Charger	24a 50a	Rp4.418.900	Delong	1 Unit
	24a 25a	Rp1.653.700	Catoda.Id	1 Unit
Kabel Ac	2,5 Mm2	Rp460.520	Wilson Cables - Nym 2x2,5 Mm ²	25 Meter
	4 Mm2	Rp892.038	Wilson Cables - Nym 2x4 Mm ²	26 Meter
Kabel Dc	25 Mm2	Rp81.664	Nyaf 1x25 Mm ² Supreme	1 Meter
	35 Mm2	Rp114.596	Nyaf 1x35 Mm ² Supreme	1 Meter
Proteksi	Mcb Ac 10a	Rp117.331	Schneider	1 Buah
	Mcb Ac 16a	Rp117.331	Schneider	1 Buah
	Mcb Dc 100a	Rp114.200	Tomzn	1 Buah
	Mcb Dc 150a	Rp272.000	Taxnele	1 Buah
Ats	Ats 64a	Rp252.000	Tomzn	1 Buah
	Ats 64a	Rp252.000	Tomzn	1 Buah

Harga pada tabel diatas adalah harga per bulan maret 2026 dan harga telah termasuk biaya pajak dan ongkos pengiriman.

3.5 Perhitungan Konsumsi Daya dan Desain Energi Beban

Perhitungan konsumsi beban rumah tangga dan UMKM yaitu beban cafe barak berdasarkan variasi waktu merupakan tahap penting dalam perancangan sistem UPS karena menentukan besarnya energi yang harus disediakan oleh baterai selama pemadaman listrik. Pada penelitian ini, durasi pemadaman yang dianalisis terdiri dari lima variasi waktu, yaitu 1 jam, 2 jam, 3 jam, 4 jam, dan 5 jam. Perhitungan dilakukan dengan mendasarkan nilai beban kritikal yang telah diidentifikasi pada tahap pengumpulan data. Seluruh proses perhitungan dilakukan secara berurutan sebagaimana dijelaskan berikut.

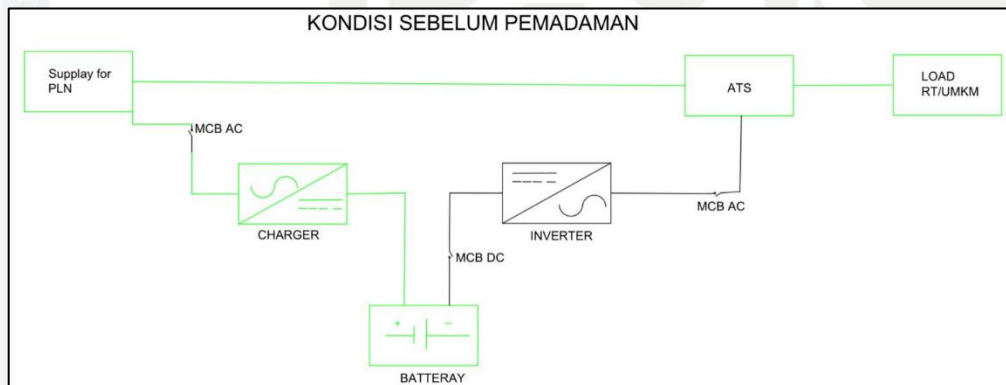
1. Penentuan konsumsi daya beban

Seluruh hasil perhitungan energi untuk lima variasi durasi pemadaman kemudian disusun dalam bentuk tabel agar memudahkan proses analisis pada tahap perancangan baterai dan inverter.

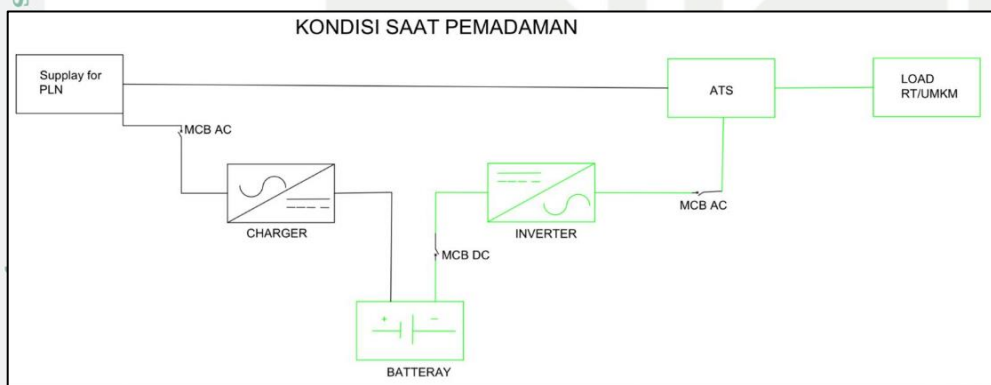
3.6 Perancangan Sistem UPS

Perancangan sistem UPS dilakukan melalui beberapa tahapan yang mengacu pada rumus-rumus teknis yang telah dijelaskan dan ditetapkan pada Bab 2. Tujuan utama dari tahap ini adalah menentukan kapasitas komponen sistem UPS yang sesuai dengan kebutuhan beban rumah tangga dan UMKM berdasarkan variasi durasi pemadaman listrik.

Berikut adalah SLD dari perancangan sistem ups, dengan menggunakan topologi *offline* dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut



Gambar 3.1 SLD sistem UPS sebelum pemadaman



Gambar 3.2 SLD sistem UPS saat pemadaman

Sistem UPS yang akan dirancang adalah sistem UPS topologi off-line yang mana sistem ini bekerja dengan prinsip bahwa selama pasokan listrik utama (PLN) normal, daya

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



dari sumber AC langsung disalurkan ke beban, sementara baterai diisi melalui *Charger* dan inverter berada dalam kondisi siaga. Ketika pemadaman Listrik maka sistem otomatis mengalihkan suplai daya dari PLN ke inverter yang mendapat energi dari baterai, sehingga beban tetap mendapat pasokan listrik tanpa jeda signifikan. Setelah tegangan PLN kembali normal, sistem kembali ke mode awal, di mana inverter berhenti bekerja dan *Charger* kembali mengisi baterai.

Proses perancangan dijabarkan sebagai berikut.

1. Perancangan kapasitas UPS

Tahap pertama dimulai dengan menentukan total daya beban yang harus disuplai oleh UPS. Nilai daya semu dihitung berdasarkan data hasil pengukuran, kemudian dikoreksi menggunakan faktor pertumbuhan beban dan faktor margin desain. Seluruh perhitungan mengikuti persamaan. Hasil koreksi tersebut menghasilkan kapasitas UPS yang diperlukan untuk menjamin kestabilan suplai ketika terjadi beban puncak atau penambahan beban di masa mendatang.

2. Perancangan kapasitas baterai

Energi yang dibutuhkan selama pemadaman pada setiap variasi durasi dihitung sebagai dasar untuk menentukan kapasitas baterai. Perhitungan kapasitas mempertimbangkan faktor kondisi lingkungan, penuaan baterai, serta batas aman pengosongan baterai. Seluruh parameter koreksi merujuk pada rumus komprehensif yang telah dijelaskan pada Bab 2. Hasil perhitungan ini digunakan untuk menentukan jumlah baterai dalam konfigurasi seri dan paralel.

3. Penentuan arus pengisian baterai

Arus pengisian ditentukan berdasarkan kapasitas baterai dan waktu pengisian yang ditargetkan. Perhitungan mengikuti persamaan yang telah dicantumkan pada Bab 2. Arus ini menjadi dasar untuk menentukan kapasitas minimum *Charger* agar pengisian ulang dapat berlangsung aman dan sesuai waktu yang direncanakan.

4. Perhitungan kebutuhan arus DC pada UPS

Pada bagian ini dihitung kebutuhan arus DC yang harus disuplai *Charger* ke inverter selama kondisi operasi normal. Penjumlahan antara arus beban dan arus pengisian menentukan kapasitas total *Charger*. Semua perhitungan mengacu pada persamaan pada Bab 2.

5. Perancangan kapasitas inverter



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Kapasitas inverter ditentukan berdasarkan kebutuhan arus keluaran AC yang diperlukan untuk melayani beban. Penentuan nilai arus keluaran dan kapasitas inverter mengacu pada formula dalam Bab 2, dengan mempertimbangkan lonjakan arus sesaat dan efisiensi inverter. Pemilihan kapasitas inverter dilakukan agar perangkat bekerja dalam kondisi stabil pada seluruh variasi beban.

6. Perancangan sistem proteksi dan kabel

Proteksi arus lebih, hubung singkat, dan pengaman sisi AC maupun DC dirancang berdasarkan hasil perhitungan arus pada tahapan sebelumnya. Standar yang digunakan termasuk SNI dan IEC. Kabel ditentukan berdasarkan rating arus UPS agar perpindahan sumber energi berjalan cepat tanpa menyebabkan gangguan pada beban. Pemilihan komponen proteksi mengikuti prinsip selektivitas dan keandalan.

7. Rekapitulasi hasil perhitungan

Seluruh tahapan perhitungan dan pemilihan komponen disusun dalam bentuk tabel untuk memastikan bahwa proses perancangan dilakukan secara sistematis. Tabel ini juga berfungsi sebagai pedoman untuk memperhitungkan biaya perancangan dari semua variasi perncangan dan jenis beban.

Tahapan-tahapan ini memastikan bahwa sistem UPS yang dirancang sesuai dengan kebutuhan energi, memenuhi standar teknis, dan memiliki tingkat kestabilan yang memadai untuk diterapkan pada skala rumah tangga maupun UMKM.

3.7 Perhitungan Biaya Perancangan

Tahap ini bertujuan untuk menghitung biaya perancangan awal yang dibutuhkan dalam perancangan sistem *Uninterruptible Power Supply* (UPS) pada dua objek studi, yaitu rumah tangga dan usaha mikro (Café Barak). Perhitungan dilakukan dengan pendekatan biaya komponen, yang mencakup biaya baterai, inverter, *Charger*, serta komponen pendukung seperti panel kontrol, proteksi, kabel, *Automatic Transfer Switch* (ATS). Data harga diperoleh melalui survei pasar *online* (*E-commerce*) hasil perhitungan mencerminkan kondisi aktual.

Hasil perhitungan digunakan untuk menentukan total biaya sistem UPS pada berbagai variasi durasi pemadaman listrik, dari 1 hingga 5 jam. Analisis dilakukan untuk melihat pengaruh durasi cadangan energi terhadap peningkatan kapasitas dan biaya sistem, serta menilai efisiensi biaya terhadap energi yang dapat disuplai. Tahap ini memberikan gambaran menyeluruh dari sisi ekonomis sistem UPS bagi rumah tangga dan UMKM.



3.8

Analisa Hasil

Tahap ini bertujuan untuk menyajikan analisis hasil akhir perancangan sistem UPS, yang mencakup kapasitas komponen utama seperti baterai, inverter, dan *Charger* serta total biaya perancangan pada setiap variasi durasi pemadaman listrik. Data hasil perhitungan disusun dalam bentuk tabel untuk memperlihatkan hubungan antara durasi cadangan energi dan besarnya biaya sistem UPS. Dengan demikian, hasil yang diperoleh dapat menggambarkan kebutuhan teknis sistem secara menyeluruh sesuai karakteristik beban rumah tangga dan usaha mikro (Café Barak). Output utama dari tahap ini adalah mengetahui besarnya biaya penggunaan sistem UPS untuk masing-masing jenis beban pada setiap variasi durasi pemadaman, mulai dari satu hingga lima jam. Hasil tersebut kemudian akan menjadi gambaran teknis dan biaya untuk konsumen rumah tangga dan umkm dalam penerapan sistem UPS.

3.9

Kesimpulan dan Saran

Bagian kesimpulan dan saran memuat rangkuman umum mengenai tujuan perancangan sistem UPS untuk kebutuhan *backup* beban rumah tangga dan UMKM, serta gambaran umum mengenai capaian yang diharapkan dari proses analisis teknis yang dilakukan. Pada bagian ini juga disampaikan rekomendasi yang dapat dijadikan acuan untuk pengembangan penelitian selanjutnya, termasuk pentingnya evaluasi performa sistem melalui pengujian langsung, pertimbangan aspek biaya jangka panjang, serta peluang peningkatan efisiensi dan kestabilan sistem cadangan energi. Dengan demikian, bagian ini berfungsi memberikan arahan menyeluruh mengenai hasil akhir penelitian dan langkah pengembangan yang disarankan.

- Ha-ipta Diidurji Uidand-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



tersebut terutama dipengaruhi oleh kebutuhan kapasitas baterai yang semakin besar untuk memenuhi kebutuhan energi cadangan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk pengembangan lebih lanjut.

1. Menambahkan sistem komunikasi dan monitoring berbasis Internet of Things (IoT) pada sistem UPS sehingga parameter operasi seperti tegangan, arus, kapasitas baterai, dan status sistem dapat dipantau secara real-time.
2. Melakukan pengujian sistem UPS secara langsung pada kondisi operasional nyata untuk mengevaluasi kinerja sistem terhadap variasi beban, efisiensi konversi energi, serta stabilitas tegangan keluaran inverter.
3. Melakukan analisis ekonomi yang lebih mendalam dengan mempertimbangkan biaya operasional, umur komponen, serta perbandingan dengan teknologi sumber cadangan energi lainnya seperti genset atau sistem penyimpanan energi berbasis energi terbarukan.

Hak Cipta Didukung Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Republik Indonesia, “No Title,” Badan Pusat Statistik (BPS).
 PLN, “Statistics pln 2024,” 2024.
- [1] N. Septiawan, R., & KN, “UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY (UPS) PORTABEL SEBAGAI CADANGAN DAYA BERBASIS IOT PADA SMART HOME,” *J. Teknol. Ind.*, 2023, doi: <https://doi.org/10.35968/jti.v12i2.1117>.
- [2] F. Eksandy, “ANALISIS PENGARUH NILAI SAIDI DAN SAIFI TERHADAP RUGI-RUGI DAYA PADA GARDU INDUK COMAL 150/20 Kv,” 2024.
- [3] M. Shawwal, M. Rawi, R. Baharom, M. Amran, and M. Radzi, “Uninterruptible Power Supply Topology Based on Single-Phase Matrix Converter with Active Power Filter Functionality,” 2024.
- [4] C. P. Abaricia, “Development of Uninterruptible Power Supply (UPS) with Power Saving Features,” vol. 7, pp. 1109–1124, 2023, doi: 10.25147/ijcsr.2017.001.1.92.
- [5] A. M. A. Malkawi, M. I. Alawneh, and A. Bashaireh, “Results in Engineering A seamless start-up for a hybrid uninterruptible power supply based on a diesel generator and supercapacitor energy storage,” *Results Eng.*, vol. 24, no. November, p. 103418, 2024, doi: 10.1016/j.rineng.2024.103418.
- [6] D. Bitew, T. Ferede, and Y. Gebru, “Heliyon Feasibility and techno-economic analysis of PV-battery priority grid tie system with diesel resilience : A case study,” *Heliyon*, vol. 9, no. 9, p. e19387, 2023, doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e19387.
- [7] A. Feriansah, “RANCANG BANGUN UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY (UPS) BERKAPASITAS DAYA 1500 WATT DENGAN SISTEM SOFT START Studi Kasus : Laboratorium Sistem Kelistrikan SMSI,” vol. 5, no. 1, pp. 32–45, 2020.
- [8] P. E. Pambudi, A. Duniawan, and S. Fahmi, “Vol . 12 No . 1 Agustus 2019 ISSN : 1979-8415 PENENTUAN WAKTU OPERASIONAL UPS PADA SISTEM CATU DAYA OTOMATIS TRANSISI PLN-GENSET Vol . 12 No . 1 Agustus 2019 ISSN : 1979-8415,” vol. 12, no. 1, pp. 1–7, 2019.
- [9] M. Agung, F. Rigoursyah, E. K. S. T, S. Yuwono, F. T. Elektro, and U. Telkom, “Perancangan ups berbasis sumber energi listrik terbarukan dan pln termonitor perangkat iot,” vol. 7, no. 3, pp. 8730–8741, 2020.
- [10] T. E. Saputra, Y. Apriani, and M. Hurairah, “UPS (UNINTERRUPTIBLE POWER



SUPPLY) 1000 WATT BERBASIS PANEL SURYA Dosen Tetap Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang 2,” pp. 45–51, 2017.

[13] Warindi, Budi Darmawan, Cahyo Mustiko O. Muvianto, Suthami Ariessaputra and Syafaruddin, “INSTALASI CATU DAYA CADANGAN BERBASIS UNINTERRUPTABLE POWER SUPPLY (UPS) PADA GEDUNG SEKOLAH/MADRASAH,” vol. 2, no. 2, pp. 54–58, 2021.

[14] P. Gunawan, Fendi Ardi and A. S. Wardhana, “Perancangan Pemasangan Ups Untuk Peralatan Gas Chromatograph Di Laboratorium Pt. Xyz,” 2021.

[15] O. E. Handayani, E. P. Hidayat, U. Mudjiono, and B. Esensial, “ANALISIS KINERJA UPS (UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY) BEBAN GEDUNG TERMINAL DENGAN BEBAN AIRFIELD,” vol. 7, no. 1, 2022.

[16] A. Switch and B. Esensial, “SISTEM AUTOMATIC SWITCH REDUNDANT UPS UNTUK BEBAN,” vol. 5, no. 1, pp. 35–45, 2019.

[17] I. Lee, “ScienceDirect Robust Tracking Control of a Three-Phase of a a Application Unbalanced Inverter for Application Unbalanced DC-AC Inverter for UPS Application under Unbalanced Load Load Conditions Conditions,” *IFAC-PapersOnLine*, vol. 49, no. 27, pp. 278–283, 2016, doi: 10.1016/j.ifacol.2016.10.704.

[18] J. Susanto, M. Mulyadi, and L. Wijayanti, “Pengukuran Backup Time Uninterruptible Power Supply Untuk Penentuan Kapasitas Baterai VRLA,” vol. 18, no. 1, 2025.

[19] H. A. MUNGgaran, “ANALISIS EFISIENSI BATERAI PADA SISTEM UPS UNTUK BEBAN CCTV LAB LISTRIK PNJ,” 2025.

[20] D. K. Pragati Chauhan, Rekha Sharma, Sapna Nehra, Hari Shanker Sharma, *Advanced Materials for Nickel-Cadmium Batteries*. 2024.

[21] N. A. Rohman, N. Farahaida, and A. Rahman, “Characteristics of lead-acid and nickel metal hydride batteries in uninterruptible power supply operation,” vol. 10, no. 3, pp. 1520–1528, 2019, doi: 10.11591/ijpeds.v10.i3.pp1520-1528.

[22] R. Ramasito, “ANALISA PENGARUH PENAMBAHAN UPS 2000 VA TERHADAP KINERJA AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS),” *Dr. Diss. Politek. Negeri Sriwij.*, 2021.

[23] B. Morris and H. Kilis, “Penerapan Sistem Proteksi Arus Bocor pada Instalasi

Hak Cipta Didukung Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



- Listrik Rumah Tinggal,” vol. 1, no. 2, 2021.
- [24] Fuji Electric, *UPS Sizing Calculation and Battery Sizing Guide, Technical Application Note*.
- [25] G. Stromme, “Multiple Levels and Classifications of Emergency Electrical Power Systems,” *IEEE Trans. Ind. Appl.*, vol. 17, no. 5, pp. 469–472, 1981.
- [26] M. Obi, S. M. Jensen, J. B. Ferris, and R. B. Bass, “Calculation of leveled costs of electricity for various electrical energy storage systems,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 67, pp. 908–920, 2020.
- [27] S. Zhang, “Reliability and economic evaluation of energy storage as backup and load regulation power supply in data centers,” no. January, pp. 4101–4115, 2024, doi: 10.1002/ese3.1865.



LAMPIRAN

Lampiran A

Hasil Pengukuran Beban Rumah Tangga Dan Umkm (Cafe Barak)

Hasil Pengukur Beban Rumah Tangga

DATE	TIME	TEGANGAN [V]	ARUS [A]	DAYA AKTIF/P [W]	DAYA SEMU/S[VA]	PF	FREKUENSI [Hz]
24/12/2025	17:46:00	220	7,85	1.690	1.720	0,98	50
24/12/2025	17:46:01	220	7,87	1.690	1.720	0,98	50
24/12/2025	17:46:02	220	7,79	1.680	1.710	0,98	50
24/12/2025	17:46:03	220	7,85	1.690	1.720	0,98	50
24/12/2025	17:46:04	220	7,82	1.690	1.710	0,98	50
24/12/2025	17:46:05	220	7,81	1.680	1.710	0,98	50
24/12/2025	17:46:06	220	7,87	1.700	1.720	0,98	50
24/12/2025	17:46:07	220	7,82	1.680	1.710	0,98	50
24/12/2025	17:46:08	220	7,79	1.680	1.710	0,98	50
24/12/2025	17:46:09	220	7,89	1.700	1.730	0,98	50
24/12/2025	17:46:10	220	7,78	1.680	1.700	0,98	50
24/12/2025	17:46:11	220	7,78	1.670	1.700	0,98	50
24/12/2025	17:46:12	220	7,91	1.700	1.730	0,98	50
24/12/2025	17:46:13	220	7,81	1.680	1.710	0,98	50
24/12/2025	17:46:14	220	7,87	1.690	1.720	0,98	50
24/12/2025	17:46:15	220	7,9	1.700	1.730	0,98	50
24/12/2025	17:46:16	220	7,83	1.680	1.710	0,98	50
24/12/2025	17:46:17	220	7,87	1.690	1.720	0,98	50
24/12/2025	17:46:18	220	7,87	1.690	1.720	0,98	50
24/12/2025	17:46:19	220	7,79	1.670	1.700	0,98	50
24/12/2025	17:46:20	220	7,91	1.700	1.730	0,98	50
24/12/2025	17:46:21	220	7,84	1.680	1.710	0,98	50
24/12/2025	17:46:22	220	7,85	1.690	1.720	0,98	50
24/12/2025	17:46:23	220	7,9	1.690	1.730	0,98	50
24/12/2025	17:46:24	220	7,82	1.680	1.710	0,98	50
24/12/2025	17:46:25	220	7,9	1.700	1.730	0,98	50
24/12/2025	17:46:26	220	7,92	1.700	1.730	0,98	50
24/12/2025	17:46:27	220	7,82	1.680	1.710	0,98	50
24/12/2025	17:46:28	220	7,85	1.690	1.720	0,98	50
24/12/2025	17:46:29	220	7,91	1.700	1.730	0,98	50
24/12/2025	17:46:30	220	7,82	1.680	1.710	0,98	50
24/12/2025	17:46:31	220	7,83	1.680	1.720	0,98	50
24/12/2025	17:46:32	220	7,83	1.680	1.720	0,98	50



24/12/2025	17:46:33	220	7,76	1.670	1.700	0,98	50
24/12/2025	17:46:34	220	7,87	1.690	1.720	0,98	50
24/12/2025	17:46:35	220	7,9	1.700	1.730	0,98	50
24/12/2025	17:46:36	220	7,76	1.670	1.700	0,98	50
24/12/2025	17:46:37	220	7,87	1.690	1.730	0,98	50
24/12/2025	17:46:38	221	7,86	1.690	1.720	0,98	50
24/12/2025	17:46:39	220	7,83	1.690	1.720	0,98	50
24/12/2025	17:46:40	220	7,88	1.700	1.730	0,98	50
24/12/2025	17:46:41	220	7,9	1.700	1.730	0,98	50
24/12/2025	17:46:42	220	7,83	1.680	1.710	0,98	50
24/12/2025	17:46:43	220	7,86	1.690	1.720	0,98	50
24/12/2025	17:46:44	220	7,8	1.680	1.710	0,98	50
24/12/2025	17:46:45	220	7,85	1.690	1.720	0,98	50
24/12/2025	17:46:46	220	7,89	1.700	1.730	0,98	50
24/12/2025	17:46:47	220	7,84	1.690	1.720	0,98	50
24/12/2025	17:46:48	221	7,86	1.690	1.720	0,98	50
24/12/2025	17:46:49	220	7,88	1.700	1.730	0,98	50
24/12/2025	17:46:50	220	7,85	1.690	1.720	0,98	50
24/12/2025	17:46:51	220	7,88	1.690	1.720	0,98	50
24/12/2025	17:46:52	220	7,81	1.680	1.710	0,98	50
24/12/2025	17:46:53	220	7,84	1.690	1.720	0,98	50
24/12/2025	17:46:54	220	7,91	1.700	1.730	0,98	50
24/12/2025	17:46:55	220	7,85	1.690	1.720	0,98	50
24/12/2025	17:46:56	220	7,83	1.680	1.710	0,98	50
24/12/2025	17:46:57	220	7,87	1.690	1.720	0,98	50
24/12/2025	17:46:58	220	7,82	1.680	1.710	0,98	50
24/12/2025	17:46:59	220	7,82	1.680	1.710	0,98	50
24/12/2025	17:47:00	220	7,88	1.690	1.720	0,98	50
24/12/2025	17:47:01	220	7,82	1.680	1.710	0,98	50
24/12/2025	17:47:02	220	7,86	1.690	1.720	0,98	50
24/12/2025	17:47:03	220	7,87	1.690	1.720	0,98	50
24/12/2025	17:47:04	220	7,8	1.680	1.710	0,98	50
24/12/2025	17:47:05	220	7,85	1.690	1.720	0,98	50
24/12/2025	17:47:06	220	7,85	1.690	1.720	0,98	50
24/12/2025	17:47:07	220	7,8	1.680	1.710	0,98	50
24/12/2025	17:47:08	220	7,88	1.690	1.730	0,98	50
24/12/2025	17:47:09	220	7,8	1.680	1.710	0,98	50
24/12/2025	17:47:10	221	7,83	1.680	1.710	0,98	50
24/12/2025	17:47:11	221	7,86	1.690	1.720	0,98	50
24/12/2025	17:47:12	221	7,82	1.680	1.710	0,98	50
24/12/2025	17:47:13	221	7,79	1.680	1.710	0,98	50
24/12/2025	17:47:14	221	7,94	1.710	1.740	0,98	50
24/12/2025	17:47:15	221	7,88	1.700	1.730	0,98	50
24/12/2025	17:47:16	221	7,85	1.690	1.720	0,98	50

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

24/12/2025	17:47:17	221	7,91	1.710	1.730	0,98	50
24/12/2025	17:47:18	221	7,89	1.700	1.730	0,98	50
24/12/2025	17:47:19	221	7,91	1.700	1.730	0,98	50
24/12/2025	17:47:20	221	7,92	1.700	1.740	0,98	50
24/12/2025	17:47:21	221	7,94	1.720	1.740	0,99	50
24/12/2025	17:47:22	220	7,96	1.720	1.750	0,98	50
24/12/2025	17:47:23	220	7,99	1.720	1.750	0,98	50
24/12/2025	17:47:24	221	7,96	1.720	1.750	0,98	50
24/12/2025	17:47:25	221	8,01	1.730	1.760	0,98	50
24/12/2025	17:47:26	221	8,04	1.730	1.760	0,98	50
24/12/2025	17:47:27	221	7,93	1.710	1.740	0,98	50
24/12/2025	17:47:28	221	8,03	1.730	1.760	0,98	50
24/12/2025	17:47:29	221	7,93	1.710	1.740	0,98	50
24/12/2025	17:47:30	221	7,97	1.720	1.750	0,98	50
24/12/2025	17:47:31	221	8,05	1.730	1.760	0,98	50
24/12/2025	17:47:32	221	7,94	1.710	1.740	0,98	50
24/12/2025	17:47:33	221	7,97	1.720	1.750	0,98	50
24/12/2025	17:47:34	221	8,03	1.730	1.760	0,98	50
24/12/2025	17:47:35	221	7,96	1.720	1.740	0,98	50
24/12/2025	17:47:36	221	7,99	1.720	1.750	0,98	50
24/12/2025	17:47:37	221	7,95	1.710	1.740	0,98	50
24/12/2025	17:47:38	221	7,92	1.710	1.740	0,98	50
24/12/2025	17:47:39	221	8,01	1.730	1.760	0,98	50
24/12/2025	17:47:40	221	7,96	1.720	1.750	0,98	50
24/12/2025	17:47:41	221	7,92	1.710	1.740	0,98	50

Hasil Pengukuran Beban UMKM (Cafe Barak)

DATE	TIME	TEGANGAN [V]	ARUS [A]	DAYA AKTIF/P [W]	DAYA SEMU/S [VA]	PF	FREKUENSI [Hz]
05/02/2026	11:20:00	220	11,92	2570	2622,4	0,98	50
05/02/2026	11:20:01	221	11,96	2590	2642,9	0,98	50
05/02/2026	11:20:02	220	12,06	2600	2653,1	0,98	50
05/02/2026	11:20:03	220	11,87	2560	2612,2	0,98	50
05/02/2026	11:20:04	220	12,06	2600	2653,1	0,98	50
05/02/2026	11:20:05	221	12,05	2610	2663,3	0,98	50
05/02/2026	11:20:06	221	11,82	2560	2612,2	0,98	50
05/02/2026	11:20:07	221	12	2600	2653,1	0,98	50
05/02/2026	11:20:08	220	11,97	2580	2632,7	0,98	50
05/02/2026	11:20:09	220	11,97	2580	2632,7	0,98	50
05/02/2026	11:20:10	220	11,97	2580	2632,7	0,98	50
05/02/2026	11:20:11	220	11,87	2560	2612,2	0,98	50
05/02/2026	11:20:12	221	12,1	2620	2673,5	0,98	50



- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

05/02/2026	11:20:13	221	12,14	2630	2683,7	0,98	50
05/02/2026	11:20:14	221	12,14	2630	2683,7	0,98	50
05/02/2026	11:20:15	220	12,15	2620	2673,5	0,98	50
05/02/2026	11:20:16	221	12,05	2610	2663,3	0,98	50
05/02/2026	11:20:17	221	12,05	2610	2663,3	0,98	50
05/02/2026	11:20:18	221	11,91	2580	2632,7	0,98	50
05/02/2026	11:20:19	221	11,91	2580	2632,7	0,98	50
05/02/2026	11:20:20	220	12,15	2620	2673,5	0,98	50
05/02/2026	11:20:21	220	11,97	2580	2632,7	0,98	50
05/02/2026	11:20:22	221	11,87	2570	2622,4	0,98	50
05/02/2026	11:20:23	221	11,91	2580	2632,7	0,98	50
05/02/2026	11:20:24	220	11,87	2560	2612,2	0,98	50
05/02/2026	11:20:25	220	11,92	2570	2622,4	0,98	50
05/02/2026	11:20:26	220	12,24	2640	2693,9	0,98	50
05/02/2026	11:20:27	220	11,97	2580	2632,7	0,98	50
05/02/2026	11:20:28	220	12,06	2600	2653,1	0,98	50
05/02/2026	11:20:29	221	11,91	2580	2632,7	0,98	50
05/02/2026	11:20:30	220	12,06	2600	2653,1	0,98	50
05/02/2026	11:20:31	221	12,05	2610	2663,3	0,98	50
05/02/2026	11:20:32	221	12,1	2620	2673,5	0,98	50
05/02/2026	11:20:33	220	12,15	2620	2673,5	0,98	50
05/02/2026	11:20:34	221	12,19	2640	2693,9	0,98	50
05/02/2026	11:20:35	221	12,14	2630	2683,7	0,98	50
05/02/2026	11:20:36	221	11,96	2590	2642,9	0,98	50
05/02/2026	11:20:37	221	11,82	2560	2612,2	0,98	50
05/02/2026	11:20:38	220	11,83	2550	2602	0,98	50
05/02/2026	11:20:39	221	12,05	2610	2663,3	0,98	50
05/02/2026	11:20:40	221	11,91	2580	2632,7	0,98	50
05/02/2026	11:20:41	220	12,01	2590	2642,9	0,98	50
05/02/2026	11:20:42	221	12,05	2610	2663,3	0,98	50
05/02/2026	11:20:43	221	11,96	2590	2642,9	0,98	50
05/02/2026	11:20:44	221	11,87	2570	2622,4	0,98	50
05/02/2026	11:20:45	221	12,05	2610	2663,3	0,98	50
05/02/2026	11:20:46	220	12,15	2620	2673,5	0,98	50
05/02/2026	11:20:47	221	11,87	2570	2622,4	0,98	50
05/02/2026	11:20:48	221	11,96	2590	2642,9	0,98	50
05/02/2026	11:20:49	220	12,01	2590	2642,9	0,98	50
05/02/2026	11:20:50	221	11,91	2580	2632,7	0,98	50
05/02/2026	11:20:51	221	12,19	2640	2693,9	0,98	50
05/02/2026	11:20:52	220	12,06	2600	2653,1	0,98	50
05/02/2026	11:20:53	221	12,14	2630	2683,7	0,98	50
05/02/2026	11:20:54	221	12,1	2620	2673,5	0,98	50
05/02/2026	11:20:55	221	11,91	2580	2632,7	0,98	50
05/02/2026	11:20:56	220	12,11	2610	2663,3	0,98	50



2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UN Suska Riau.
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UN Suska Riau.

05/02/2026	11:20:57	221	12,1	2620	2673,5	0,98	50
05/02/2026	11:20:58	220	11,83	2550	2602	0,98	50
05/02/2026	11:20:59	220	11,97	2580	2632,7	0,98	50
05/02/2026	11:21:00	220	11,87	2560	2612,2	0,98	50
05/02/2026	11:21:01	221	11,77	2550	2602	0,98	50
05/02/2026	11:21:02	220	12,01	2590	2642,9	0,98	50
05/02/2026	11:21:03	221	12	2600	2653,1	0,98	50
05/02/2026	11:21:04	220	11,83	2550	2602	0,98	50
05/02/2026	11:21:05	221	11,87	2570	2622,4	0,98	50
05/02/2026	11:21:06	220	11,97	2580	2632,7	0,98	50
05/02/2026	11:21:07	220	11,83	2550	2602	0,98	50
05/02/2026	11:21:08	221	12	2600	2653,1	0,98	50
05/02/2026	11:21:09	220	12,2	2630	2683,7	0,98	50
05/02/2026	11:21:10	221	11,91	2580	2632,7	0,98	50
05/02/2026	11:21:11	221	11,82	2560	2612,2	0,98	50
05/02/2026	11:21:12	221	11,77	2550	2602	0,98	50
05/02/2026	11:21:13	220	12,11	2610	2663,3	0,98	50
05/02/2026	11:21:14	220	11,97	2580	2632,7	0,98	50
05/02/2026	11:21:15	220	12,06	2600	2653,1	0,98	50
05/02/2026	11:21:16	220	11,92	2570	2622,4	0,98	50
05/02/2026	11:21:17	220	12,2	2630	2683,7	0,98	50
05/02/2026	11:21:18	221	11,82	2560	2612,2	0,98	50
05/02/2026	11:21:19	220	12,06	2600	2653,1	0,98	50
05/02/2026	11:21:20	220	12,24	2640	2693,9	0,98	50
05/02/2026	11:21:21	221	12,19	2640	2693,9	0,98	50
05/02/2026	11:21:22	220	12,15	2620	2673,5	0,98	50
05/02/2026	11:21:23	220	12,2	2630	2683,7	0,98	50
05/02/2026	11:21:24	220	12,11	2610	2663,3	0,98	50
05/02/2026	11:21:25	220	12,2	2630	2683,7	0,98	50
05/02/2026	11:21:26	220	11,92	2570	2622,4	0,98	50
05/02/2026	11:21:27	221	12,1	2620	2673,5	0,98	50
05/02/2026	11:21:28	220	12,01	2590	2642,9	0,98	50
05/02/2026	11:21:29	221	11,82	2560	2612,2	0,98	50
05/02/2026	11:21:30	220	11,92	2570	2622,4	0,98	50
05/02/2026	11:21:31	220	12,2	2630	2683,7	0,98	50
05/02/2026	11:21:32	221	12	2600	2653,1	0,98	50
05/02/2026	11:21:33	221	11,77	2550	2602	0,98	50
05/02/2026	11:21:34	220	11,83	2550	2602	0,98	50
05/02/2026	11:21:35	220	12,01	2590	2642,9	0,98	50
05/02/2026	11:21:36	221	11,91	2580	2632,7	0,98	50
05/02/2026	11:21:37	221	11,77	2550	2602	0,98	50
05/02/2026	11:21:38	221	12,19	2640	2693,9	0,98	50
05/02/2026	11:21:39	220	12,01	2590	2642,9	0,98	50
05/02/2026	11:21:40	220	11,87	2560	2612,2	0,98	50



05/02/2026	11:21:41	221	12,14	2630	2683,7	0,98	50
05/02/2026	11:21:42	221	12,1	2620	2673,5	0,98	50
05/02/2026	11:21:43	220	11,97	2580	2632,7	0,98	50
05/02/2026	11:21:44	221	12	2600	2653,1	0,98	50
05/02/2026	11:21:45	221	12	2600	2653,1	0,98	50
05/02/2026	11:21:46	221	12,05	2610	2663,3	0,98	50
05/02/2026	11:21:47	220	11,87	2560	2612,2	0,98	50
05/02/2026	11:21:48	221	12,14	2630	2683,7	0,98	50
05/02/2026	11:21:49	220	11,83	2550	2602	0,98	50
05/02/2026	11:21:50	221	11,82	2560	2612,2	0,98	50
05/02/2026	11:21:51	220	12,06	2600	2653,1	0,98	50
05/02/2026	11:21:52	220	11,83	2550	2602	0,98	50
05/02/2026	11:21:53	220	11,83	2550	2602	0,98	50
05/02/2026	11:21:54	221	11,82	2560	2612,2	0,98	50
05/02/2026	11:21:55	221	12,1	2620	2673,5	0,98	50
05/02/2026	11:21:56	221	11,96	2590	2642,9	0,98	50
05/02/2026	11:21:57	221	12	2600	2653,1	0,98	50
05/02/2026	11:21:58	220	12,01	2590	2642,9	0,98	50
05/02/2026	11:21:59	220	12,2	2630	2683,7	0,98	50

Dilarang menjiplak, menyalin, atau menyalin sebagian atau seluruhnya tanpa izin dari pihak UIN Suska Riau.

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





Lampiran B

Rincian Biaya Sistem Ups

Rincian biaya sistem UPS Rumah tangga

Tabel 4.10 biaya desain 1 jam pemadaman

NO	komponen	spesifikasi	jumlah	Harga satuan	total
1	Baterai	24V 200Ah	1	Rp13.058.020	Rp13.058.020
2	Charger	24A 20A	1	Rp1.653.700	Rp1.653.700
3	inverter	4000 w	1	Rp1.652.900	Rp1.652.900
4	proteksi	MCB AC 10A	1	Rp117.331	Rp117.331
		MCB DC 100A	1	Rp114.200	Rp114.200,0
5	kabel AC	2,5 mm2	1	Rp460.520	Rp460.520,0
6	kabel DC	25 mm2	1	Rp81.664	Rp81.664
7	ATS	ATS 64A	1	Rp252.000	Rp252.000
Total Biaya					Rp17.390.335

Tabel 4.11 biaya desain 2 jam pemadaman

NO	komponen	spesifikasi	jumlah	Harga satuan	total
1	Baterai	24V 100Ah	1	Rp8.070.400	Rp8.070.400
		24V 200Ah	1	Rp13.058.020	Rp13.058.020
2	Charger	24A 20A	1	Rp1.653.700	Rp1.653.700
3	inverter	4000 w	1	Rp1.652.900	Rp1.652.900
		MCB DC 100A	1	Rp114.200	Rp114.200,0
5	kabel AC	2,5 mm2	1	Rp460.520	Rp460.520,0
6	kabel DC	25 mm2	1	Rp81.664	Rp81.664
7	ATS	ATS 64A	1	Rp252.000	Rp252.000
Total Biaya					Rp25.460.735

Tabel 4.12 biaya desain 3 jam pemadaman

NO	komponen	spesifikasi	jumlah	Harga satuan	total
1	Baterai	24V 200Ah	2	Rp13.058.020	Rp26.116.040
2	Charger	24A 20A	1	Rp1.653.700	Rp1.653.700
3	inverter	4000 w	1	Rp1.652.900	Rp1.652.900
4	proteksi	MCB AC 10A	1	Rp117.331	Rp117.331
		MCB DC 100A	1	Rp114.200	Rp114.200,0
5	kabel AC	2,5 mm2	1	Rp460.520	Rp460.520,0
6	kabel DC	25 mm2	1	Rp81.664	Rp81.664
7	ATS	ATS 64A	1	Rp252.000	Rp252.000
Total Biaya					Rp30.448.355

1. Dilarang menyalin, mengutip, atau melakukan tindakan lain yang merugikan tanpa izin dari Universitas Islam Sumatera Utara. Dilarang menyalin, mengutip, atau melakukan tindakan lain yang merugikan tanpa izin dari Universitas Islam Sumatera Utara.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

Tabel 4.13 biaya desain 4 jam pemadaman

No	Komponen	Spesifikasi	Jumlah	Harga Satuan	Total
1	Baterai	24V 200Ah	3	Rp13.058.020	Rp39.174.060
2	Charger	24A 50A	1	Rp4.418.900	Rp4.418.900
3	inverter	4000 w	1	Rp1.652.900	Rp1.652.900
4	proteksi	MCB AC 10A	1	Rp117.331	Rp117.331
		MCB DC 100A	1	Rp114.200	Rp114.200,0
5	kabel AC	2,5 mm ²	1	Rp460.520	Rp460.520,0
6	kabel DC	25 mm ²	1	Rp81.664	Rp81.664
7	ATS	ATS 64A	1	Rp252.000	Rp252.000
Total Biaya					Rp46.271.575

Tabel 4.14 biaya desain 5 jam pemadaman

NO	komponen	spesifikasi	jumlah	Harga satuan	total
1	Baterai	24V 100Ah	1	Rp8.070.400	Rp8.070.400
		24V 200Ah	3	Rp13.058.020	Rp39.174.060
2	Charger	24A 50A	1	Rp4.418.900	Rp4.418.900
3	inverter	4000 w	1	Rp1.652.900	Rp1.652.900
4	proteksi	MCB AC 10A	1	Rp117.331	Rp117.331
		MCB DC 100A	1	Rp114.200	Rp114.200,0
5	kabel AC	2,5 mm ²	1	Rp460.520	Rp460.520,0
6	kabel DC	25 mm ²	1	Rp81.664	Rp81.664
7	ATS	ATS 64A	1	Rp252.000	Rp252.000
Total					Rp54.341.975

Rincian Biaya Sistem UPS UMKM (Cafe Barak)

Tabel 4.15 biaya desain 1 jam pemadaman beban UMKM

NO	komponen	spesifikasi	jumlah	Harga satuan	total
1	Baterai	24V 200Ah	1	Rp13.058.020	Rp13.058.020
2	Charger	24A 20A	1	Rp1.653.700	Rp1.653.700
3	inverter	4000 w	1	Rp1.652.900	Rp1.652.900
4	proteksi	MCB AC 16A	1	Rp117.331	Rp117.331
		MCB DC 150A	1	Rp272.000	Rp272.000,0
5	kabel AC	2,5 mm ²	1	Rp460.520	Rp460.520,0
6	kabel DC	35 mm ²	1	Rp114.596	Rp114.596
7	ATS	ATS 64A	1	Rp252.000	Rp252.000
Total					Rp17.581.067

1. Dilarang menyalin sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 4.16 biaya desain 2 jam pemadaman beban UMKM

No	Komponen	Spesifikasi	Jumlah	Harga Satuan	Total
1	Baterai	24V 100Ah	1	Rp8.070.400	Rp8.070.400
		24V 200Ah	2	Rp13.058.020	Rp26.116.040
2	Charger	24A 20A	1	Rp1.653.700	Rp1.653.700
3	inverter	4000 w	1	Rp1.652.900	Rp1.652.900
4	proteksi	MCB AC 16A	1	Rp117.331	Rp117.331
		MCB DC 150A	1	Rp272.000	Rp272.000,0
5	kabel AC	2,5 mm ²	1	Rp460.520	Rp460.520,0
6	kabel DC	35 mm ²	1	Rp114.596	Rp114.596
7	ATS	ATS 64A	1	Rp252.000	Rp252.000
Total					Rp38.709.487

Tabel 4.17 biaya desain 3 jam pemadaman beban UMKM

NO	komponen	spesifikasi	jumlah	Harga satuan	total
1	Baterai	24V 100Ah	1	Rp8.070.400	Rp8.070.400
		24V 200Ah	3	Rp13.058.020	Rp39.174.060
2	Charger	24A 50A	1	Rp4.418.900	Rp4.418.900
3	inverter	4000 w	1	Rp1.652.900	Rp1.652.900
4	proteksi	MCB AC 16A	1	Rp117.331	Rp117.331
		MCB DC 150A	1	Rp272.000	Rp272.000,0
5	kabel AC	2,5 mm ²	1	Rp460.520	Rp460.520,0
6	kabel DC	35 mm ²	1	Rp114.596	Rp114.596
7	ATS	ATS 64A	1	Rp252.000	Rp252.000
Total					Rp54.532.707

Tabel 4.18 biaya desain 4 jam pemadaman beban UMKM

NO	komponen	spesifikasi	jumlah	Harga satuan	total
1	Baterai	24V 100Ah	1	Rp8.070.400	Rp8.070.400
		24V 200Ah	4	Rp13.058.020	Rp52.232.080
2	Charger	24A 50A	1	Rp4.418.900	Rp4.418.900
3	inverter	4000 w	1	Rp1.652.900	Rp1.652.900
4	proteksi	MCB AC 16A	1	Rp117.331	Rp117.331
		MCB DC 150A	1	Rp272.000	Rp272.000,0
5	kabel AC	2,5 mm ²	1	Rp460.520	Rp460.520,0
6	kabel DC	35 mm ²	1	Rp114.596	Rp114.596
7	ATS	ATS 64A	1	Rp252.000	Rp252.000
Total					Rp67.590.727

1. Dituangkan meneliti sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa menambahkan dan menyebutkan sumber.
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 4.19 biaya desain 5 jam pemadaman beban UMKM

NO	komponen	spesifikasi	jumlah	Harga satuan	total
1	Baterai	24V 100Ah	1	Rp8.070.400	Rp8.070.400
		24V 200Ah	5	Rp13.058.020	Rp65.290.100
2	Charger	24A 50A	1	Rp4.418.900	Rp4.418.900
3	inverter	4000 w	1	Rp1.652.900	Rp1.652.900
4	proteksi	MCB AC 16A	1	Rp117.331	Rp117.331
		MCB DC 150A	1	Rp272.000	Rp272.000,0
5	kabel AC	2,5 mm2	1	Rp460.520	Rp460.520,0
6	kabel DC	35 mm2	1	Rp114.596	Rp114.596
7	ATS	ATS 64A	1	Rp252.000	Rp252.000
Total					Rp80.648.747

1. Ditanggung meneliti sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

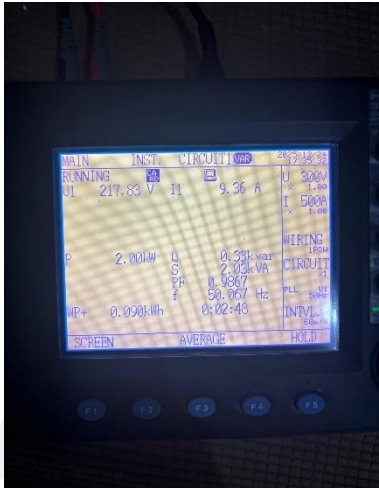


FOTO PERALATAN YANG DI UKUR



- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



1. Dilarang menyalahgunakan sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.