

**SKRIPSI**

**“EFEKTIVITAS BACKUP TIME UPS (UNINTERRUPTIBLE POWER  
SUPPLY) PADA PT. VEKTORDAYA MEKATRIKA MAKASSAR”**



**HAIDIR AKBAR**

105821101018

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR  
2025**

**SKRIPSI**

**“EFEKTIVITAS BACKUP TIME UPS (*UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY*) PADA PT. VEKTORDAYA MEKATRIKA MAKASSAR”**

Tugas Akhir

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh gelar Sarjana  
Teknik Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknik

**HAIDIR AKBAR**

**105821101018**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

**202**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : EFEKTIVITAS BACKUP TIME UPS (UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY) PT. VEKTORDAYA MEKATRIKA MAKASSAR

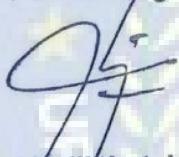
Nama : 1. Haidir Akbar

Stambuk : 1. 105 82 11010 18

Makassar, 04 September 2025

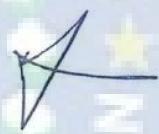
Telah Diperiksa dan Disetujui  
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I



Andi Abd Halik Lateko Tj, S.T.,M.T, Ph.D

Pembimbing II



Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Elektro





## FAKULTAS TEKNIK

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

### PENGESAHAN

Skripsi atas nama **Haidir Akbar** dengan nomor induk Mahasiswa 105 82 11010 18, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0006/SK-Y/20201/091004/2025, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu, 30 Agustus 2025.

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Dr. Ir. H. Abd. Rakhim Nanda, ST.,MT.,IPU

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Eng. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T., ASEAN, Eng. :

12 Rabiuul Awal 1447 H

04 September 2025 M

2. Penguji

a. Ketua : Dr. Ir. Ridwang, S.Kom.,M.T.,IPM

b. Sekertaris : Ir. Rahmania, S.T.,M.T

3. Anggota

: 1. Andi Faharuddin, S.T.,M.T

2. Ir. Abdul Hafid, M.T

3. Lisa Fitriani Ishak, ST.,MT

Mengetahui :

Andi Abd Halik Zatelo Tj, S.T.,M.T, Ph.D

Dr. Ir. Zaini Zainuddin, M.Sc

Pembimbing I

Pembimbing II

Dekan



Gedung Menara Iqra Lantai 3  
Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 584 Makassar 90221  
Web: <https://teknik.unismuh.ac.id/>, e-mail: [teknik@unismuh.ac.id](mailto:teknik@unismuh.ac.id)



## ABSTRAK

**Haidir Akbar, 105821101018 . 2025. Efektivitas Backup Time UPS (Uninterruptible Power Supply) Pada PT. Vektordaya Mekatrika Makassar, Skripsi, dibimbing oleh Andi Abd. Halik Lateko Tj. dan Zahir Zainuddin.**

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif yang bertujuan untuk mengetahui taraf efektivitas *backup time* UPS pada PT. Vektordaya Mekatrika Makassar. Untuk memperoleh data dan informasi dalam penelitian ini digunakan teknik pengumpulan data dengan observasi, dokumentasi dan wawancara tentang *backup time* UPS. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa *backup time* UPS dalam menyuplai daya ke beban saat terjadi gangguan atau pemadaman listrik pada PT. Vektordaya Mekatrika Makassar memiliki taraf efektif yang baik. Hal ini dilihat dari output aktual dalam hal ini *backup time* UPS berdasarkan hasil pengukuran lebih besar dari output target, baik dilihat dari dokumentasi maupun kajian teori (persamaan *backup time*). Pada output aktual, *backup time* UPS 2 jam 53 menit, sedangkan pada output target dari dokumentasi dan kajian teori masing-masing 2 jam 48 menit dan 2 jam 46 menit. Dengan demikian *backup time* UPS memenuhi taraf efektivitas karena output aktualnya berbanding output target lebih besar atau sama dengan 1 (satu).

**Kata Kunci:** *Backup time UPS, pengumpulan data, pemadaman listrik, makassar*

## ***ABSTRACT***

***Haidir Akbar, 105821101018. 2025. Effectiveness of UPS (Uninterruptible Power Supply) Backup Time at PT. Vektordaya Mekatrika Makassar, Thesis, supervised by Andi Abd. Halik Teko Tj. and Zahir Zainuddin.***

*This descriptive study aims to determine the effectiveness of UPS backup time at PT. Vektordaya Mekatrika Makassar. To obtain data and information, this study used observation, documentation, and interviews regarding UPS backup time. The results of this study indicate that the UPS backup time in supplying power to loads during power outages at PT. Vektordaya Mekatrika Makassar has a good level of effectiveness. This is evident from the actual output, in this case, the UPS backup time based on measurements, which is greater than the target output, both from documentation and theoretical studies (backup time equations). The actual output of the UPS backup time was 2 hours and 53 minutes, while the target outputs from the documentation and theoretical study were 2 hours and 48 minutes and 2 hours and 46 minutes, respectively. Therefore, the UPS backup time meets the effectiveness level because the actual output is greater than or equal to the target output.*

***Keywords:*** UPS Backup time, data collection, power outages, makassar.



## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang senantiasa melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal ini dengan sebaik mungkin . Selawat dan salam semoga senantiasa dicurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat dan para pengikutnya.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan yang harus ditempuh dalam rangka penyelesaian program studi pada jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul Proposal kami adalah:  
“EFEKTIVITAS *BACKUP TIME UPS (Uninterruptible Power Supply)*  
PADA PT. VEKTORDAYA MEKATRIKA MAKASSAR”

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini mendapat banyak bantuan, bimbingan, saran-saran dari berbagai pihak, sehingga penyusunan skripsi ini dapat berjalan dengan lancar. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Abd.Rakhim Nanda, ST., MT., IPU Selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Bapak Ir. Muhammad Syafaat S. Kuba, S.T., M.T Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Ibu Ir. Rahmania, S.T., M.T.. Selaku Ketua Prodi Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. Andi Abd Halik Lateko Tj, S.T.,M.T, Ph.D. Selaku Pembimbing I dan Bapak

Zahir Zainuddin , S.T., M.T. selaku Pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktunya dalam membimbing kami.

5. Bapak/ Ibu Dosen serta Staf Fakultas Teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani kami selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
6. Ayah dan ibu tercinta, kami mengucapkan banyak terimakasih yang sebesar-besarnya atas segala limpahan kasih sayang, doa dan pengorbanan terutama dalam bentuk menteri dalam menyelesaikan kuliah.
7. Saudara-saudaraku serta rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknik terkhususnya Koordinat 2018 dan selembaga Fakultas Teknik yang dengan keakraban dan persaudaraan banyak membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Makassar, 15 September 2025

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN SAMPUL.....</b>	i
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	iii
<b>PENGESAHAN.....</b>	iv
<b>ABSTRAK.....</b>	v
<b>ABSTRACT.....</b>	vi
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	vii
<b>DAFTAR ISI.....</b>	ix
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	xi
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Batasan Masalah .....	5
C. Rumusan Masalah.....	6
D. Tujuan Penelitian .....	6
E. Manfaat Penelitian .....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Tinjauan Pustaka .....	7
1. Pengertian Efektifitas.....	7
2. Backup Time .....	8
3. <i>Uninterruptible Power Supply (UPS)</i> .....	9

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

A. Jenis Penelitian .....	33
B. Waktu Dan Lokasi Penelitian .....	33
C. Objek Penelitian .....	34
D. Teknik Pengumpulan Data .....	34
E. Teknik Analisis Data .....	35
F. Blok Diagram .....	35

### **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

A. Hasil Penelitian .....	36
B. Pembahasan .....	53

### **BAB V PENUTUP**

A. Kesimpulan.....	55
B. Saran .....	56

DAFTAR PUSTAKA .....	57
----------------------	----

LAMPIRAN.....	59
---------------	----

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 4.1 Fungsi Tombol PMD.....	37
Tabel 4.2 Indikator LED .....	38
Tabel 4.3 Indikator Load Disconnected Parralel Switch Open.....	40
Tabel 4.4 Indikator Load To Inverter .....	40
Tabel 4.5 Indikator Load Protected .....	41
Tabel 4.6 Indikator Load Off Supply Failure .....	42
Tabel 4.7 Indikator Manual BYP Is Closed .....	43
Tabel 4.8 Indikator Load Off Supply Failure .....	43
Tabel 4.9 Hasil Pengukuran .....	50
Tabel 4.10 Form Uji Backup time.....	51

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Blok Diagram Line interactive UPS .....	12
Gambar 2.2	Blok Diagram On-Line UPS .....	13
Gambar 2.3	Blok Diagram Of-Line UPS .....	15
Gambar 2.4	Power <i>Rectifier</i> 3 Fasa dengan Thyristor .....	17
Gambar 2.5	Power Inverter 3 Fasa .....	21
Gambar 2.6	Power Inverter 1 Fasa .....	22
Gambar 2.7	Saklar Pemindah dengan SCR .....	24
Gambar 2.8	Contactor SPDT .....	24
Gambar 2.9	Saklar pemindah dengan 1 buah Static Switch & 2 buah Contactor SPST .....	25
Gambar 2.10	Bagian-bagian Baterai .....	26
Gambar 2.11	Rangkaian Seri Baterai .....	29
Gambar 2.12	Rangkaian Paralel Baterai .....	29
Gambar 2.13	Rangkaian Kombinasi Seri-Paralel Baterai .....	30
Gambar 2.14	Power Input 110 Volt, sesuai dengan Output UPS .....	31
Gambar 2.15	Power Input 460 Volt .....	32
Gambar 2.16	Blok Diagram .....	35
Gambar 4.1	<i>Power Management Display</i> (PMD).....	37
Gambar 4.2	Dokumentasi <i>Backup Time</i> .....	45
Gambar 4.3	Grafik Arus Battery saat uji backup .....	52
Gambar 4.4	Grafik Tegangan Battery Saat Uji Backup .....	52

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang Masalah**

Pada masa kini, komputer, alat komunikasi, dan berbagai perangkat elektronik lainnya telah menjadi elemen penting yang menunjang kelancaran serta efisiensi berbagai aktivitas di hampir semua wilayah. Perkembangan proses komputerisasi dan modernisasi peralatan terus berlangsung, seiring meningkatnya kebutuhan akan kecepatan dalam menyelesaikan pekerjaan. Pada industri-industri besar seperti industri perbankan, industri penyedia layanan telekomunikasi dan sebagainya memiliki *data center*. *Data center* ini merupakan suatu fasilitas untuk menempatkan sistem komputer dan peralatan-peralatan terkait, seperti sistem komunikasi data dan penyimpanan data.

A. Karpati & rekan (2012) Dalam konferensi IEEE SISY, mereka menjelaskan UPS untuk *data center*, mendefinisikannya sebagai “Perlengkapan daya tak terputus mahal yang hanya layak dipasang jika biaya akibat pemadaman listrik lebih tinggi dibanding biaya instalasi dan operasional.

Sedangkan Neil Rasmussen – Schneider Electric 2007 & 2014 (*Essential Elements of Data Center Facility Operations*) menekankan pentingnya UPS sebagai pertahanan terakhir dari gangguan daya. Ia juga menyoroti pentingnya perawatan dan pengujian rutin agar UPS berfungsi optimal. Tanenbaum & Bos (2015) – *Modern Operating Systems* Mereka juga menekankan bahwa keandalan daya listrik adalah elemen kunci dalam sistem data center. UPS diperlukan untuk

menjaga server tetap menyala saat terjadi pemanjangan listrik, sehingga menghindari kerusakan data dan gangguan layanan.

Dengan demikian, data center dituntut untuk tetap memberikan layanan secara maksimal meskipun menghadapi situasi masalah, agar kelangsungan operasional bisnis perusahaan tetap terjaga dan mampu menghasilkan keuntungan.

Dalam dunia digital dan industri modern, kestabilan daya listrik menjadi faktor krusial untuk menjaga performa dan keamanan data sistem komputer maupun perangkat penting lainnya. Salah satu solusi yang digunakan untuk mengatasi pemanjangan listrik mendadak adalah penggunaan UPS (*Uninterruptible Power Supply*). Namun, efektivitas UPS sangat tergantung pada *durasi backup time* yang mampu diberikan. Banyak institusi menghadapi kendala saat backup time UPS tidak mencukupi untuk menyelesaikan proses shutdown sistem atau transisi ke genset. Oleh karena itu, penting dilakukan evaluasi terhadap efektivitas backup time UPS dalam konteks kebutuhan riil lapangan.

Menurut Sumardi S. (2006), dalam buku "Elektronika Daya", Penerbit Andi. "UPS adalah perangkat elektronik yang menyediakan cadangan daya listrik secara otomatis ketika terjadi kegagalan daya utama (listrik PLN), dengan tujuan menjaga perangkat elektronik tetap menyala dan menghindari kerusakan data atau perangkat keras."

Prawiro, Budi (2010) "Teknik Komputer dan Jaringan Dasar", Erlangga. Juga menjelaskan "Uninterruptible Power Supply (UPS) adalah sistem yang memberikan tenaga listrik cadangan secara langsung dan otomatis untuk menjaga

agar sistem komputer tetap berfungsi meskipun terjadi gangguan pada suplai listrik utama."

Kebanyakan perangkat di dalam data center bersifat sensitif terhadap gangguan kualitas daya listrik, sehingga diperlukan adanya perangkat pendukung yang mampu menjaga kestabilan daya dan mengurangi risiko gangguan, agar mencegah kerusakan pada data maupun komponen perangkat keras. Salah satu perangkat pendukung yang berfungsi melindungi peralatan data center dari gangguan tersebut adalah *Uninterruptible Power Supply (UPS)*.

Randy L. Katz (Professor of Electrical Engineering and Computer Science, University of California, Berkeley) Dalam jurnal dan kuliah-kuliah teknisnya, Katz menyebutkan bahwa: "UPS provides a bridge between the loss of utility power and the start-up of backup generators, while also protecting sensitive equipment from power fluctuations." (*UPS berfungsi sebagai jembatan sementara saat terjadi kehilangan daya listrik hingga genset menyala, sekaligus melindungi perangkat dari fluktuasi daya.*)

Sedangkan James A. Momoh (IEEE Fellow, pakar sistem tenaga listrik) Dalam buku "Smart Grid: Fundamentals of Design and Analysis", disebutkan bahwa: "UPS is critical for maintaining system reliability by providing short-term power backup and power conditioning for mission-critical equipment." (UPS penting untuk menjaga keandalan sistem dengan menyediakan cadangan daya jangka pendek dan menjaga kualitas daya bagi perangkat yang sangat penting.)

UPS memiliki beberapa fungsi utama, antara lain:

1. Menyediakan pasokan listrik sementara ketika sumber daya utama (seperti listrik PLN atau genset) mengalami pemadaman.
2. Memberikan waktu yang cukup untuk menyalakan genset sebagai pengganti sumber listrik utama.
3. Memungkinkan pengguna segera melakukan backup data dan mematikan sistem operasi (OS) secara aman sesuai prosedur saat listrik padam.
4. Melindungi sistem komputer dari gangguan listrik yang dapat merusak perangkat lunak, data, maupun perangkat keras.
5. Menstabilkan tegangan secara otomatis saat terjadi fluktuasi pada input, sehingga komputer menerima suplai listrik yang konsisten dan stabil.
6. Melakukan diagnosis dan manajemen internal untuk membantu pengguna mengantisipasi potensi gangguan sistem.
7. Memungkinkan kontrol UPS melalui jaringan LAN (*Local Area Network*).
8. Memberikan notifikasi kegagalan melalui pengaturan perangkat lunak menggunakan UPS Management.

Menurut H. Wayne Beaty dalam buku "*Electric Power Systems Quality*", UPS adalah sistem cadangan daya yang dirancang untuk menjaga kontinuitas operasional peralatan elektronik yang sensitif terhadap gangguan listrik, terutama komputer dan perangkat komunikasi.

Sementara itu, menurut James A. Momoh dalam "*Smart Grid: Fundamentals of Design and Analysis*", UPS merupakan bagian penting dari sistem distribusi listrik modern yang menjamin keandalan dan stabilitas suplai daya,

terutama pada sistem-sistem kritis seperti pusat data, rumah sakit, dan fasilitas industri.

Dalam perkembangannya kinerja UPS merupakan hal utama yang harus maksimal baik dalam kondisi normal maupun dalam kondisi pemutusan aliran listrik. UPS online memiliki kinerja tertinggi dalam hal reliabilitas dan stabilitas tegangan, karena daya selalu melewati inverter, menurut M.S., & Basha, A.S. 2017(*Design and Implementation of Online UPS System*). Ini membuatnya cocok untuk perangkat sensitif seperti server dan alat medis.

Kinerja UPS dapat dilihat dari dua situasi, yakni saat kondisi normal di mana UPS berfungsi sebagai penstabil terhadap gangguan daya, dan saat kondisi darurat ketika pasokan listrik utama terputus, di mana UPS berperan sebagai sumber daya cadangan sementara. Efektifnya *backup time* (waktu membackup) sebuah UPS dalam menyuplai daya ke beban ketika terjadi gangguan atau pemadaman listrik menjadi bahan pertimbangan tersendiri, sehingga pada penulisan skripsi ini akan difokuskan pada “Efektivitas *Backup Time* UPS (*Uninterruptible Power Supply*) pada PT. Vektordaya Mekatrika Makassar”.

## B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah seberapa efektif *backup time* UPS dalam menyuplai daya ke beban ketika terjadi gangguan atau pemadaman listrik.

### **C. Batasan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah, maka penulis akan memusatkan kajian penelitian pada efektivitas *backup time* UPS (*Uninterruptible Power Supply*) PT. Vektordaya Mekatrika Makassar. Adapun UPS (*Uninterruptible Power Supply*) yang akan diteliti adalah UPS jenis *Online*, tipe modular dengan kapasitas 3 x 30 kVA.

### **D. Tujuan Penelitian**

Tujuan penulis dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui taraf efektivitas *backup time*/waktu backup UPS dalam menyuplai daya cadangan saat terjadi gangguan atau pemandaman listrik.

### **E. Manfaat Penelitian**

Hasil dari penelitian ini diharapkan mampu:

1. Menambah pengetahuan peneliti dalam hal uji efektivitas *backup time* UPS (*Uninterruptible Power Supply*).
2. Menambah referensi penelitian yang lain tentang UPS kepada Jurusan Pendidikan Teknik Elektro.
3. Memberi gambaran kepada pihak PT. Vektordaya Mekatrika tentang Uji efektivitas *backup time* UPS.
4. Menjadi bahan referensi bagi penelitian yang ingin meneliti lebih lanjut tentang UPS.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Tinjauan Pustaka**

##### **1. Pengertian Efektivitas**

Efektivitas berasal dari bahasa inggris yaitu *effective* yang berarti berhasil, tepat atau manjur. Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), kata *efektif* diartikan sebagai: (1) memiliki efek atau pengaruh, (2) mampu memberikan hasil atau berhasil guna. Sedangkan *efektivitas* merujuk pada: (1) keadaan yang memberikan pengaruh atau kesan, dan (2) tingkat keberhasilan suatu tindakan atau upaya.

Menurut Danfar (<http://dansite.wordpress.com/2009/03/28/pengertian-efektifitas/>) secara umum efektivitas menunjukkan sejauh mana suatu tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya dapat dicapai. Pendapat ini sejalan dengan definisi dari Hidayat (1986), yang menyatakan bahwa efektivitas adalah ukuran yang menunjukkan seberapa besar target—baik dari segi kuantitas, kualitas, maupun waktu—dapat dicapai. Semakin tinggi persentase pencapaian target, maka semakin tinggi pula tingkat efektivitasnya.

Schemerhon John R. Jr., efektivitas merupakan pencapaian target output yang diukur dengan membandingkan output yang seharusnya (OA) dengan output aktual atau nyata (OS). Jika  $(OA) < (OS)$ , maka dinyatakan efektif.

Sementara itu, Prasetyo Budi Saksono mendefinisikan efektivitas sebagai tingkat keterkaitan antara output yang dihasilkan dengan output yang diharapkan dari sejumlah input yang digunakan.

Dari kedua pengertian tersebut, dapat disimpulkan bahwa efektivitas adalah ukuran yang menunjukkan sejauh mana target yang telah ditetapkan (meliputi kuantitas, kualitas, dan waktu) dapat dicapai oleh manajemen.

## 2. *Backup Time*

*Backup time* berasal dari bahasa Inggris yang terdiri dari 2 kata yaitu (1) *backup* artinya cadangan, penyokong, dan (2) *time* artinya waktu. Pengertian *backup time* secara umum menunjukkan seberapa lama waktu sesuatu dalam membackup atau menjadi cadangan.

Untuk menentukan *backup time* sebuah UPS, digunakan rumus sebagai berikut:

$$T = \frac{(Ns \times Vb \times Ah \times Np) \cdot Efficiency}{VA}$$

Keterangan :

T : Lama waktu backup  
Ns : Jumlah rangkaian seri baterai

Vb : Tegangan DC baterai

Ah : Ampere hour baterai

Np : Jumlah paralel bank baterai

Efficiency : Efisiensi UPS

VA : Kapasitas daya ups

### **3. *Uninterruptible Power Supply (UPS)***

#### **a. Pengertian UPS**

UPS adalah singkatan dari *Uninterruptible Power Supply*, yang dalam bahasa Indonesia berarti sistem daya yang tahan terhadap gangguan. Prawiro, Budi (2010) "Teknik Komputer dan Jaringan Dasar", Erlangga. "Uninterruptible Power Supply (UPS) adalah sistem yang memberikan tenaga listrik cadangan secara langsung dan otomatis untuk menjaga agar sistem komputer tetap berfungsi meskipun terjadi gangguan pada suplai listrik utama. Sesuai dengan namanya UPS merupakan sistem penyedia daya listrik yang sangat penting dan diperlukan sekaligus dijadikan sebagai benteng dari kegagalan daya serta kerusakan system dan hardware. UPS merupakan sistem yang sangat vital dan dibutuhkan di berbagai perusahaan, terutama yang bergerak di bidang jasa telekomunikasi, informasi, internet, dan sektor layanan lainnya. Bayangkan seberapa besar kerugian yang dapat terjadi apabila sistem tersebut tidak dilindungi oleh UPS saat terjadi kegagalan daya listrik.

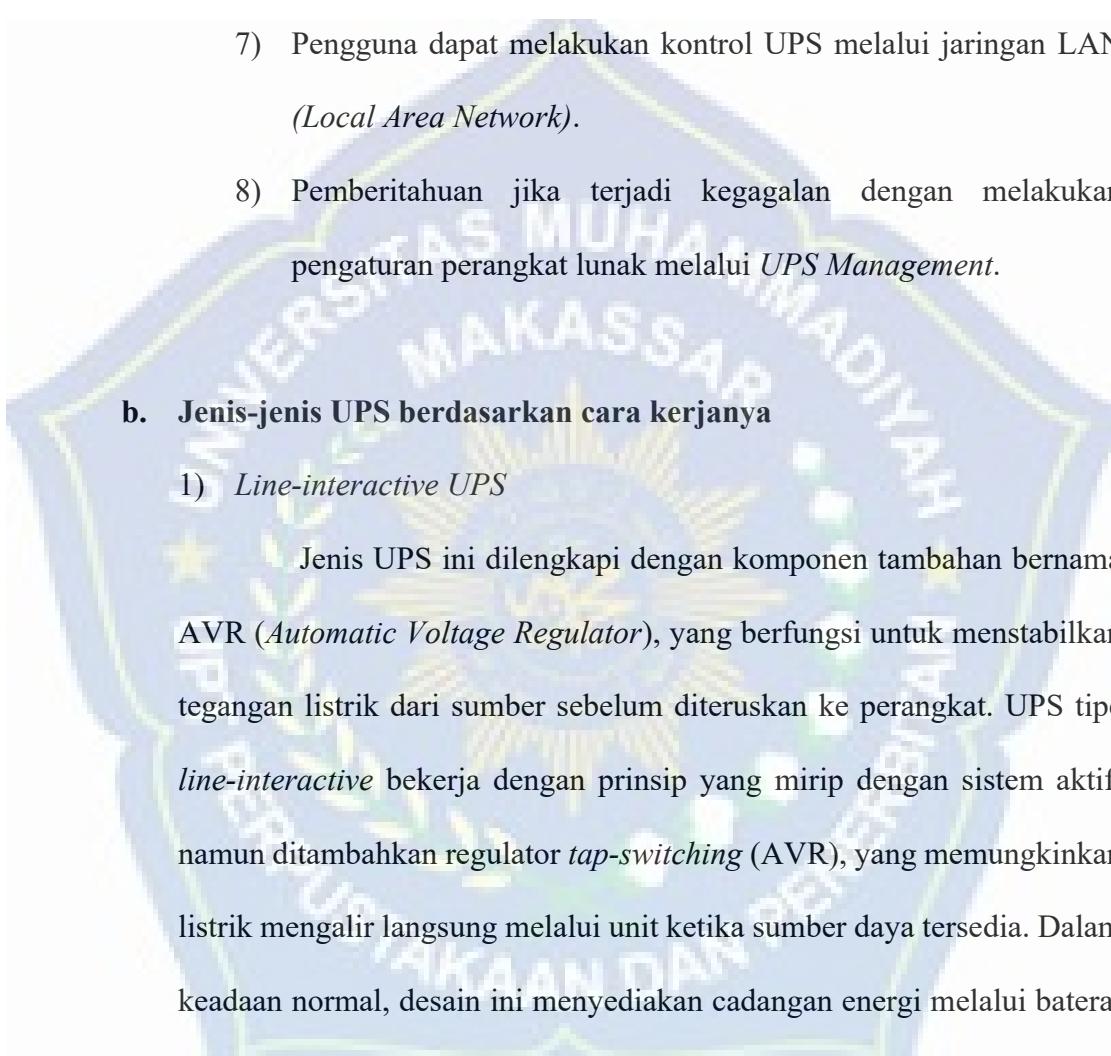
UPS beroperasi berdasarkan sensitivitas terhadap tegangan. Ia mampu mendekripsi penyimpangan pada jalur tegangan listrik (line voltage), seperti lonjakan mendadak, penurunan tegangan, gelombang tidak stabil, maupun gangguan yang muncul akibat penggunaan pembangkit listrik berkualitas rendah. Ketika terjadi penyimpangan tersebut, UPS secara otomatis akan beralih ke mode kerja menggunakan *baterai* (on-battery) untuk melindungi peralatan yang terhubung. Jika kualitas daya buruk, UPS mungkin akan sering beralih ke mode baterai. Namun, jika peralatan tetap dapat berfungsi dengan baik, maka kapasitas

dan umur baterai dapat dipertahankan dengan menurunkan sensitivitas UPS terhadap fluktuasi tegangan.

Sistem UPS terdiri dari catu daya atau *battery charger*, baterai, dan inverter. Baterai cadangan pada UPS berfungsi sebagai sumber daya alternatif yang memastikan suplai listrik tetap stabil dan tidak terputus ke perangkat elektronik. Tegangan dari baterai kemudian diubah menjadi arus bolak-balik (AC) 220V dengan frekuensi 50 Hz, sehingga dapat digunakan oleh perangkat elektronik.

Fungsi utama dari UPS adalah:

- 1) Dapat memberikan energi listrik sementara ketika terjadi kegagalan daya pada listrik utama (listrik PLN atau genset).
- 2) Memberikan kesempatan waktu yang cukup untuk segera menghidupkan genset sebagai pengganti listrik utama.
- 3) Memberikan waktu yang memadai untuk melakukan pencadangan data dan mengamankan sistem operasi (OS) melalui proses shutdown yang sesuai prosedur saat terjadi pemadaman listrik utama.
- 4) Melindungi sistem komputer dari gangguan kelistrikan yang berpotensi menyebabkan kerusakan pada perangkat lunak, data, maupun perangkat keras.
- 5) UPS mampu menstabilkan tegangan secara otomatis ketika terjadi fluktuasi pada tegangan input, sehingga tegangan output yang disalurkan ke sistem komputer tetap stabil.

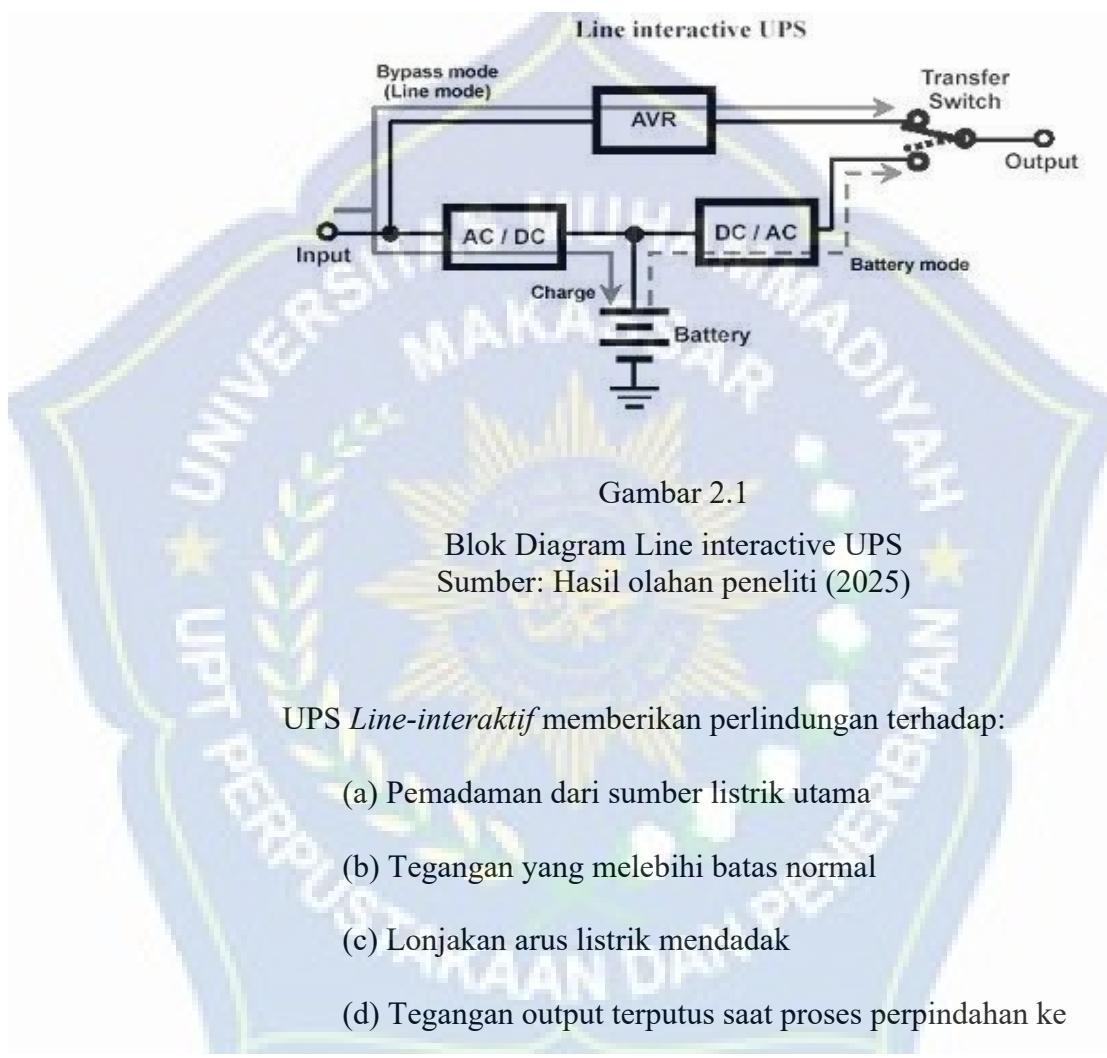
- 
- 6) UPS memiliki kemampuan untuk melakukan diagnosis dan pengelolaan internal secara otomatis, sehingga memudahkan pengguna dalam mengantisipasi kemungkinan gangguan pada sistem.
  - 7) Pengguna dapat melakukan kontrol UPS melalui jaringan LAN (*Local Area Network*).
  - 8) Pemberitahuan jika terjadi kegagalan dengan melakukan pengaturan perangkat lunak melalui *UPS Management*.

**b. Jenis-jenis UPS berdasarkan cara kerjanya**

1) *Line-interactive UPS*

Jenis UPS ini dilengkapi dengan komponen tambahan bernama AVR (*Automatic Voltage Regulator*), yang berfungsi untuk menstabilkan tegangan listrik dari sumber sebelum diteruskan ke perangkat. UPS tipe *line-interactive* bekerja dengan prinsip yang mirip dengan sistem aktif, namun ditambahkan regulator *tap-switching* (AVR), yang memungkinkan listrik mengalir langsung melalui unit ketika sumber daya tersedia. Dalam keadaan normal, desain ini menyediakan cadangan energi melalui baterai dan memberikan perlindungan lebih efektif terhadap lonjakan tegangan sesaat (*transient*). Sistem ini bekerja dengan menyesuaikan tegangan secara otomatis melalui AVR. Saat terjadi penurunan tegangan, AVR akan secara otomatis mengatur saklar transformator untuk meningkatkan tegangan output. Sebaliknya, pada saat tegangan terlalu tinggi, AVR akan

menurunkannya agar tetap dalam batas aman. Umumnya, UPS line-interactive di pasaran saat ini memiliki kemampuan regulasi tegangan output sekitar  $\pm 25\%$ .



Gambar 2.1

Blok Diagram Line interactive UPS

Sumber: Hasil olahan peneliti (2025)

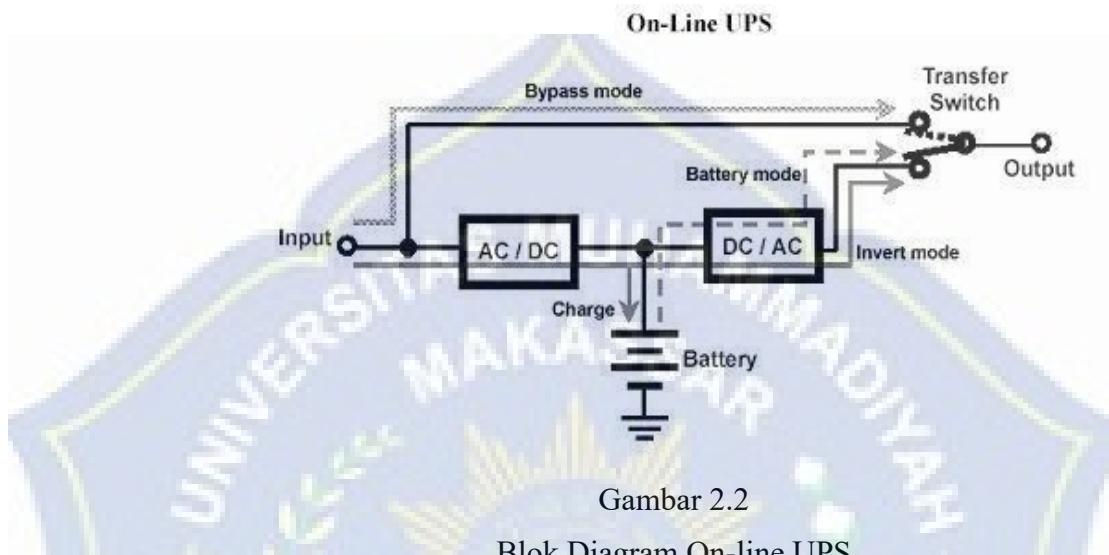
UPS *Line-interaktif* memberikan perlindungan terhadap:

- (a) Pemadaman dari sumber listrik utama
- (b) Tegangan yang melebihi batas normal
- (c) Lonjakan arus listrik mendadak
- (d) Tegangan output terputus saat proses perpindahan ke mode baterai

## 2) UPS ripe On-Line

Pada tipe UPS ini, rectifier dan inverter beroperasi secara terpisah. Dari sisi biaya, sistem ini cenderung lebih mahal dibandingkan dua jenis UPS lainnya. Ketika terjadi gangguan pada pasokan listrik, aliran

daya menuju rectifier akan terputus, lalu arus searah (DC) dari baterai dialirkan ke inverter untuk dikonversi menjadi arus bolak-balik (AC) yang digunakan untuk menyuplai daya ke perangkat..



Gambar 2.2  
Blok Diagram On-line UPS  
Sumber: Hasil olahan peneliti (2025)

Berbeda dengan UPS tipe offline, UPS online bekerja secara terus-menerus untuk menyuplai daya ke perangkat yang terhubung. Sebagai sumber daya cadangan, umumnya digunakan baterai lead-acid. Selama penggunaan, UPS online juga secara otomatis mengisi ulang baterainya agar selalu siap saat dibutuhkan. Jenis UPS ini tidak hanya berfungsi saat terjadi pemadaman listrik total, tetapi juga melindungi perangkat dari berbagai gangguan pada pasokan listrik. Karena alasan tersebut, beberapa UPS online juga berperan sebagai *power conditioner* dan *line conditioner*.

Kebanyakan UPS yang digunakan untuk komputer pribadi

merupakan tipe online, namun penggunaannya tidak terbatas pada PC saja. Perangkat elektronik lain yang sensitif terhadap gangguan listrik, seperti peralatan telekomunikasi, juga memerlukan UPS, karena gangguan daya dapat menimbulkan risiko seperti kecelakaan, terhentinya operasional bisnis, hingga hilangnya data penting.

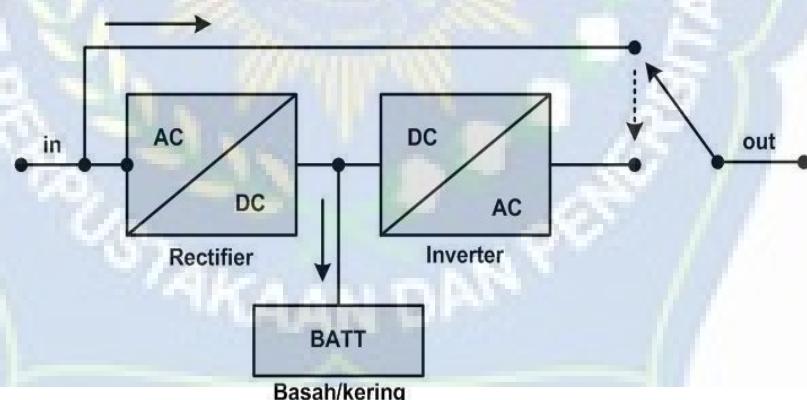
UPS tersedia dalam berbagai jenis, desain, dan kapasitas, mulai dari sekitar 200 VA untuk melindungi PC tanpa monitor, hingga ribuan KVA atau bahkan megawatt untuk kebutuhan pusat data (*data center*). Untuk kapasitas yang sangat besar, UPS biasanya dilengkapi dengan generator agar dapat bekerja secara optimal.

Namun, UPS tetap berbeda secara fungsi dengan *stand by* generator atau sering disebut sebagai genset. Jika generator atau genset tidak mampu melindungi dari gangguan pasokan daya yang bersifat intermiten, maka perannya hanya sebagai sumber daya cadangan pengganti dari penyedia listrik utama (seperti PLN di Indonesia). Generator berfungsi mengantikan suplai daya ketika listrik padam. Namun, proses perpindahan dari sumber listrik utama ke generator tetap menimbulkan jeda waktu yang dapat terlihat jelas, baik pada sistem generator otomatis maupun manual. Dalam lingkungan kerja seperti gedung yang menggunakan genset, UPS tetap difungsikan untuk menyalurkan daya, baik saat menggunakan listrik utama maupun dari generator. Ketika terjadi pemadaman, UPS akan menyediakan suplai daya sementara agar perangkat tetap beroperasi normal hingga generator mulai

berfungsi, baik secara otomatis maupun manual. Penggabungan sistem antara UPS dan generator siaga ini dikenal dengan istilah emergency power systems. Sistem ini umumnya digunakan pada fasilitas penting seperti *data center*, perangkat telekomunikasi strategis, serta rumah sakit, baik secara keseluruhan maupun pada bagian-bagian tertentu saja.

### 3) *Off-line UPS*

Jenis UPS ini merupakan yang paling ekonomis dibandingkan dengan tipe UPS lainnya, karena *rectifier* dan *inverter* digabungkan dalam satu unit. Ketika terjadi gangguan pada pasokan listrik utama, switch akan berpindah secara otomatis, memutus aliran dari sumber utama. Sebagai gantinya, arus searah (DC) dari baterai akan dialirkan ke inverter untuk kemudian dikonversi menjadi arus bolak-balik (AC) guna menyuplai daya ke perangkat.



Gambar 2.3

Blok diagram Off-line UPS  
Sumber: Hasil olahan peneliti (2025)

Pada jenis UPS tipe Off-line ini, aliran listrik langsung melewati unit UPS selama perangkat masih terhubung ke sumber daya utama. UPS

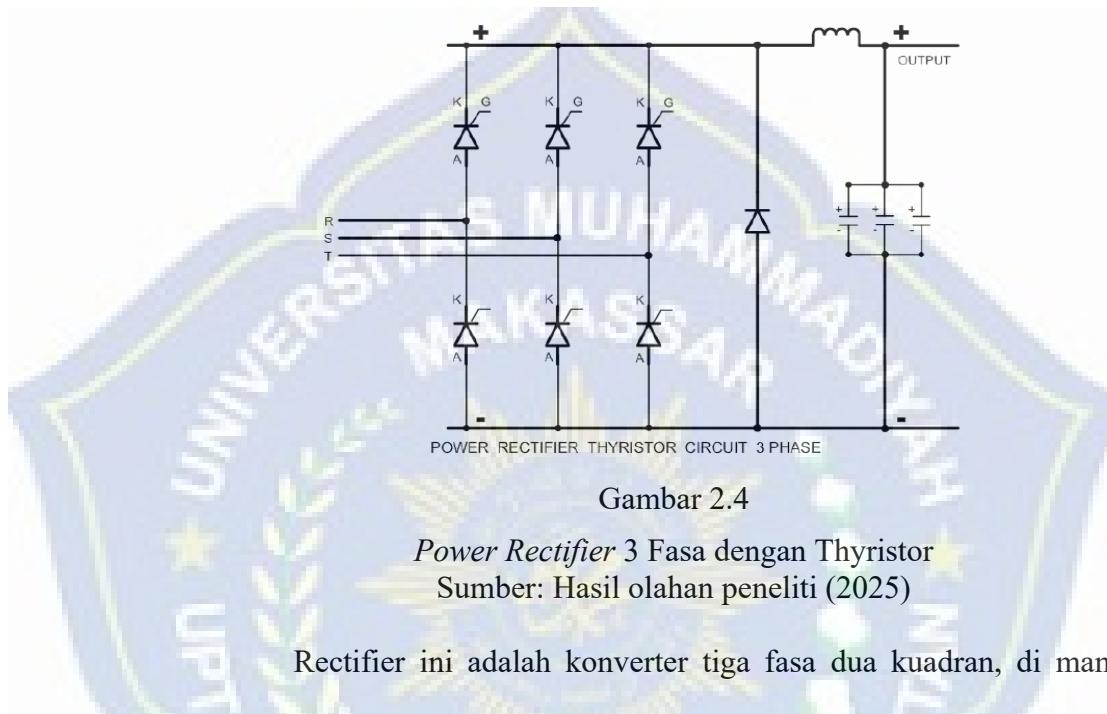
jenis ini akan mengaktifkan inverter DC-AC internal untuk menyuplai daya dari baterai cadangan hanya saat terjadi pemadaman listrik. Umumnya, desain UPS Off-line tidak menghasilkan output berbentuk gelombang sinus (sine wave) dan tidak mendukung penggunaan bank baterai paralel untuk memperpanjang durasi daya cadangan.

### c. Komponen-Komponen UPS

#### 1) *Rectifier (penyearah) – Charger*

Dioda-dioda semikonduktor biasanya digunakan untuk mengkonversi arus bolak-balik (a.c.) menjadi arus searah (d.c.) (M. Yusuf Mappeasse & Abdul Muis Mappalotteng, 2007). Blok rangkaian rectifier-charger berfungsi untuk menyuplai daya yang dibutuhkan oleh inverter saat beban penuh, sekaligus menjaga agar baterai tetap terisi. Selain itu, rangkaian ini harus mampu mengalirkan daya output hingga 125–130% dari kapasitas normalnya. Dalam perancangannya, karakteristik baterai juga harus diperhitungkan, karena jika proses pengisian ulang dilakukan dengan arus yang melebihi batas kemampuan baterai, maka umur pakainya dapat berkurang secara signifikan. Umumnya, arus pengisian baterai pada UPS adalah sekitar 80% dari arus yang dikeluarkan baterai saat berada pada kondisi beban penuh. Menurut standar dari National Electrical Manufacturers Association (NEMA), sistem UPS yang berkualitas harus mampu menyuplai daya secara penuh (100%) secara terus-menerus (**continuous load**) dan mampu menangani beban sebesar 125% selama 2 jam tanpa mengalami penurunan performa atau kerusakan. Sementara itu,

sebuah baterai masih dianggap dalam kondisi layak pakai jika masih mampu menyediakan daya 100% selama 1 jam setelah melalui proses pengisian selama 8 jam, sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan oleh produsen baterai.



Rectifier ini adalah konverter tiga fasa dua kuadran, di mana thyristor dipicu setiap interval  $\pi/3$ . Karena pemicuan dilakukan setiap  $60^\circ$ , frekuensi riak (*ripple*) pada tegangan keluarannya menjadi enam kali frekuensi tegangan sumber. Pada saat  $\omega t = \pi/6 + \alpha$ , thyristor T6 sudah dalam kondisi aktif (*on*), kemudian T1 dinyalakan. Dalam rentang  $\pi/6 \leq \omega t \leq \pi/2$ , T1 dan T6 mulai mengalirkan arus (*konduksi*) ketika tegangan saluran V<sub>ab</sub> muncul pada beban. Selanjutnya, pada  $\omega t = \pi/2 + \alpha$ , thyristor T2 diaktifkan dan T6 berhenti menghantar secara alami melalui proses komutasi alami. Hal ini terjadi karena saat T2 dinyalakan, tegangan saluran pada T6 berubah menjadi positif (V<sub>bc</sub>), sehingga T6 menerima tegangan balik dan terputus. Kemudian, pada interval  $(\pi/2 + \alpha) \leq \omega t \leq (5\pi/6 + \alpha)$ , T2 dan T5 mengalirkan arus (*konduksi*) ketika tegangan saluran V<sub>bc</sub> muncul pada beban. Selanjutnya, pada  $\omega t = (5\pi/6 + \alpha)$ , thyristor T3 diaktifkan dan T5 berhenti menghantar secara alami melalui proses komutasi alami. Hal ini terjadi karena saat T3 dinyalakan, tegangan saluran pada T5 berubah menjadi positif (V<sub>ca</sub>), sehingga T5 menerima tegangan balik dan terputus. Kemudian, pada interval  $(5\pi/6 + \alpha) \leq \omega t \leq (7\pi/6 + \alpha)$ , T3 dan T6 mengalirkan arus (*konduksi*) ketika tegangan saluran V<sub>ca</sub> muncul pada beban. Selanjutnya, pada  $\omega t = (7\pi/6 + \alpha)$ , thyristor T4 diaktifkan dan T6 berhenti menghantar secara alami melalui proses komutasi alami. Hal ini terjadi karena saat T4 dinyalakan, tegangan saluran pada T6 berubah menjadi positif (V<sub>ab</sub>), sehingga T6 menerima tegangan balik dan terputus. Setelah itu, proses berulang kembali.

$+ \alpha$ ), arus dialirkan oleh T1 dan T2, menghasilkan tegangan beban setara dengan tegangan antar saluran (*line-to-line voltage*). Proses konduksi keenam thyristor berlangsung dengan urutan pasangan: T1T2 → T2T3 → T3T4 → T4T5 → T5T6 → T6T1.

Selanjutnya, perhitungan tegangan rata-rata dan tegangan efektif (rms) pada sisi beban dilakukan dengan mendefinisikan tegangan fasa terhadap netral melalui bentuk persamaan tertentu.

$$V_{an} = V_m \sin \omega t \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$V_{bn} = V_m \sin \left( \omega t - \frac{2\pi}{3} \right) \quad \dots \dots \dots (2)$$

$$V_{cn} = V_m \sin \left( \omega t + \frac{2\pi}{3} \right) \quad \dots \dots \dots (3)$$

Sumber: [www.slideshare.net/donnybandit](http://www.slideshare.net/donnybandit)

Hubungan tegangan jaring (line to line voltages) dinyatakan dalam bentuk persamaan:

$$V_{ab} = V_{an} - V_{bn} - \sqrt{3} V_m \sin \left( \omega t + \frac{\pi}{6} \right) \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$V_{bc} = V_{bn} - V_{cn} - \sqrt{3} V_m \sin \left( \omega t + \frac{\pi}{2} \right) \quad \dots \dots \dots (2)$$

$$V_{ca} = V_{cn} - V_{an} - \sqrt{3} V_m \sin \left( \omega t + \frac{\pi}{2} \right) \quad \dots \dots \dots (3)$$

Sumber: [www.slideshare.net/donnybandit](http://www.slideshare.net/donnybandit)

Nilai tegangan keluaran rata-rata (average output voltage) ditentukan dengan persamaan:

$$V_{dc} = \frac{3}{\pi} \int_{\pi/6+\alpha}^{\pi/2+\alpha} V_{ab} d(\omega t) \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$V_{dc} = \frac{3}{\pi} \int_{\pi/6+\alpha}^{\pi/2+\alpha} \sqrt{3V_m} \sin(\omega t + \frac{\pi}{6}) d(\omega t) \quad \dots \dots \dots \quad (2)$$

$$V_{dc} = \frac{\sqrt[3]{3}Vm}{\pi} \cos \alpha \quad \dots \dots \dots \quad (3)$$

Sumber: [www.slideshare.net/donnybandit](http://www.slideshare.net/donnybandit)

Besarnya tegangan maksimum keluaran pada sisi beban diperoleh pada sudut perlambatan penyalaan  $\alpha = 0$ , dan dinyatakan dengan:

$$V_{dm} = \frac{\sqrt[3]{3}Vm}{\pi}$$

Sumber: [www.slideshare.net/donnybandit](http://www.slideshare.net/donnybandit)

Nilai tegangan efektif pada sisi beban ditentukan dengan persamaan:

$$V_{rms} = \left[ \frac{2}{\pi} \int_{\pi/6+\alpha}^{\pi/2+\alpha} \{ \sqrt{3}V_m \sin(\omega t + \frac{\pi}{6}) \}^2 d(\omega t) \right]^{1/2} \quad \dots \dots \dots \quad (1)$$

$$V_{rms} = \sqrt{3} V_m \left\{ \frac{1}{2} + \frac{\sqrt[3]{3}}{4\pi} \cos 2\alpha \right\}^{1/2} \quad \dots \dots \dots \quad (2)$$

Sumber: [www.slideshare.net/donnybandit](http://www.slideshare.net/donnybandit)

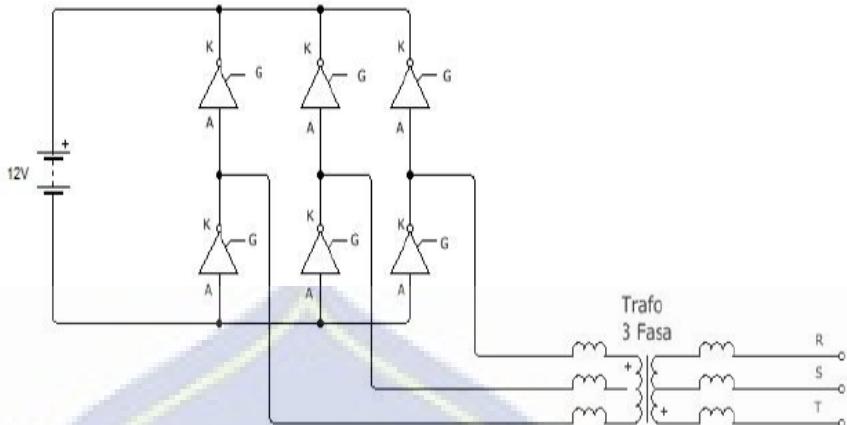
## 2) Inverter

Kualitas inverter menjadi faktor utama yang menentukan mutu daya yang dihasilkan oleh sistem UPS. Inverter merupakan konverter yang mengubah daya dari sistem tegangan arus bolak-balik dengan frekuensi yang dapat diatur (Syamsurijal, 2007). Tegangan keluaran inverter harus stabil, baik dari sisi amplitudo maupun frekuensi, serta memiliki distorsi rendah dan bebas dari tegangan transien. Untuk menjaga kestabilan tegangan tersebut, sistem inverter dilengkapi dengan rangkaian umpan balik (*feedback*) dan pengatur tegangan (*regulator*).

### a) Inverter Tegangan Tinggi ( 3 Fasa )

Secara umum, prinsip kerja inverter tiga fasa serupa dengan inverter satu fasa, yaitu mengubah arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC) dengan frekuensi yang dapat diatur. Tegangan DC tersebut diperoleh dari rangkaian konverter, kemudian dikonversi kembali menjadi arus AC oleh rangkaian inverter.

Inverter tiga fasa menggunakan saklar-saklar layaknya inverter satu fasa, yaitu S1 hingga S6, yang berfungsi membentuk gelombang AC dan mengatur frekuensi keluarannya. Dalam praktiknya, saklar mekanis ini umumnya diganti dengan enam transistor, karena saklar konvensional memiliki kelemahan seperti kecepatan *switching* yang rendah. Jika kecepatan perpindahan saklar tidak stabil pada setiap perubahan tegangan (dari positif ke negatif), maka frekuensi yang dihasilkan juga menjadi tidak stabil. Oleh karena itu, transistor dikendalikan untuk menyala dan mati secara bergantian guna mengoperasikan motor.



Gambar 2.5

Power Inverter 3 Fasa

Sumber: Hasil olahan peneliti (2025)

Hubungan antara tegangan inverter (VRO, VSO, VTO) dan tegangan output (VRS, VST, VTR) dapat diturunkan sebagai berikut:

$$VRS = VRO - VSO \quad \dots \quad (1)$$

$$VST = VSO - VTO \quad \dots \quad (2)$$

$$VTR = VTO - VRO \quad \dots \quad (3)$$

Sumber: [www.slideshare.net/donnybandit](http://www.slideshare.net/donnybandit)

Tegangan fasa (VRN, VSN, VTN) dihasilkan dari tegangan netral pada kumparan stator motor dan muncul sebagai tegangan yang diukur terhadap titik nol pada inverter, dengan besaran sebesar:

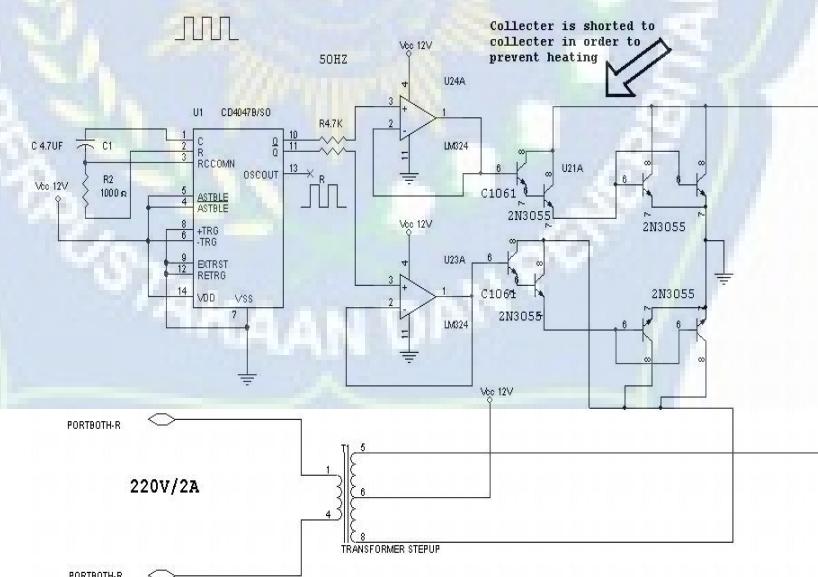
$$VNO = \frac{VRO + VSO + VTO}{3} \neq 0 \quad \dots \quad (4)$$

Sumber: [www.slideshare.net/donnybandit](http://www.slideshare.net/donnybandit)

Pulsa-pulsa pemicu yang sesuai dengan tegangan inverter memiliki frekuensi pulsa (pulse rate) sebesar 1, dengan pergeseran fasa sebesar 120 derajat dan duty cycle sebesar 50%.

### b) Inverter Tegangan Rendah ( 1 Fasa )

Pada dasarnya, inverter adalah perangkat yang berfungsi mengubah tegangan searah (DC) menjadi tegangan bolak-balik (AC) melalui proses pembentukan gelombang tegangan. Namun, tegangan AC yang dihasilkan umumnya berbentuk gelombang persegi, bukan gelombang sinusoidal. Proses pembentukan tegangan bolak-balik ini dilakukan dengan menggunakan dua pasang saklar. Gambar berikut menunjukkan mekanisme kerja inverter dalam menghasilkan gelombang tegangan persegi.



Gambar 2.6  
Power Inverter 1 Fasa  
Sumber: Hasil olahan peneliti (2025)

Berdasarkan gambar di atas, dapat dilihat bahwa untuk menghasilkan arus bolak-balik, setiap transistor yang menerima suplai tegangan DC harus dioperasikan secara bergantian. Pengaturan frekuensi keluaran inverter dilakukan dengan mengontrol durasi ON dan OFF pada masing-masing saklar.

Sebagai ilustrasi, jika saklar S1 dan S4 menyala (ON) selama 0,5 detik, lalu diikuti oleh S2 dan S3 yang juga ON selama 0,5 detik secara bergantian, maka akan terbentuk gelombang AC dengan frekuensi 1 Hz. Umumnya, saklar S1-S4 dan S2-S3 diaktifkan dengan durasi waktu yang sama. Jadi, jika satu siklus penuh (periode)  $T_0 = 1$  detik, maka masing-masing pasangan saklar aktif selama 0,5 detik, sehingga menghasilkan frekuensi 1 Hz.

Frekuensi yang dihasilkan dapat dihitung dengan rumus:

$$F = 1 / T$$

Dengan:

$F$ =Frekuensi(Hertz)

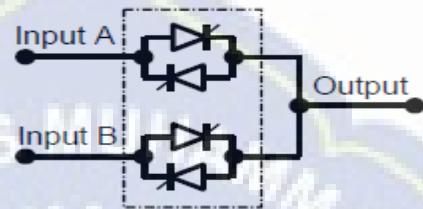
$T$ = Periode (detik)

### 3) Saklar Pemindah (Statich switch)

Terdapat dua jenis saklar pemindah, yaitu saklar elektromekanik dan saklar statik. Saklar elektromekanik beroperasi menggunakan *relay*, di mana salah satu terminal terhubung ke sumber daya utama, sedangkan terminal lainnya tersambung ke sistem UPS. Sementara itu, saklar statis memanfaatkan komponen semikonduktor seperti SCR. Penggunaan SCR

lebih unggul karena proses perpindahan dayanya hanya memerlukan waktu sekitar 3–4 ms, jauh lebih cepat dibandingkan saklar elektromekanik yang membutuhkan 50–100 ms. Berikut ini adalah berbagai jenis *transfer switch*.

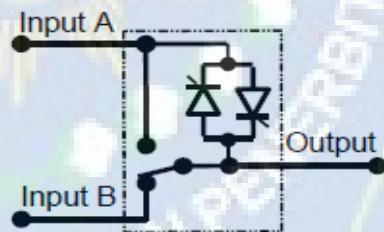
- a) Saklar pemindah berbasis SCR yang terdiri dari dua *Static Switch*.



Gambar 2.7

Saklar Pemindah dengan SCR  
Sumber: Hasil olahan peneliti (2025)

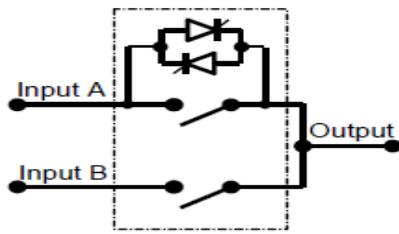
- b) Saklar pemindah yang menggunakan satu *Static Switch* dan satu *Contactor SPDT* (*Single Pole Double Throw*).



Gambar 2.8

Contactor SPDT  
Sumber: Hasil olahan peneliti (2025)

- c) Saklar pemindah yang menggunakan satu *Static Switch* dan dua *Contactor SPST* (*Single Pole Single Throw*).



Gambar 2.9

Saklar pemindah dengan 1 buah Static Switch & 2 buah Contactor SPST

Sumber: Hasil olahan peneliti (2025)

#### 4) Baterai

Baterai atau akumulator merupakan sel listrik yang di dalamnya terjadi proses elektrokimia yang dapat dibalik (reversible) dengan tingkat efisiensi yang tinggi. Proses elektrokimia yang bersifat reversibel berarti baterai dapat melakukan dua fungsi, yaitu mengubah energi kimia menjadi energi listrik saat digunakan (*discharge*), dan sebaliknya, mengubah energi listrik menjadi energi kimia saat diisi ulang, melalui regenerasi elektroda dengan mengalirkan arus listrik ke arah berlawanan.

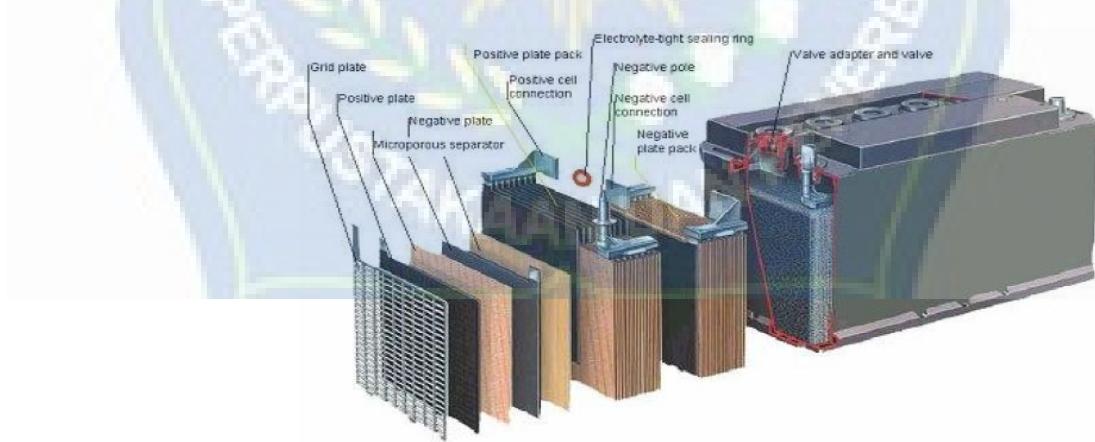
Baterai berfungsi sebagai media penyimpanan sementara energi listrik yang menghasilkan arus searah (DC) dan tersedia dalam berbagai jenis. Secara umum, baterai dibagi menjadi baterai basah dan baterai kering, serta baterai isi ulang dan sekali pakai. Pada sistem UPS, biasanya digunakan baterai kering tipe *Lead Acid* yang dapat diisi ulang.

Perlu diketahui bahwa baterai kering yang kini populer sebenarnya tidak sepenuhnya kering, sebab listrik dihasilkan dari reaksi kimia di dalamnya. Sejak pertengahan tahun 1970, cairan elektrolit pada baterai kering telah diubah menjadi bentuk gel lembab, sehingga meskipun

baterai dimiringkan, tidak terjadi tumpahan elektrolit, berbeda dengan baterai basah yang harus dijaga tetap tegak.

Kemasan baterai kering umumnya tidak sepenuhnya tertutup rapat, melainkan memiliki lubang kecil sebagai saluran keluarnya gas hasil reaksi kimia. Meski demikian, prinsip kerja baterai kering masih serupa dengan baterai basah, yakni melalui reaksi kimia. Namun, gel elektrolit tersebut bisa mengalami pengeringan (dehidrasi) seiring waktu, dan penambahan kembali elektrolit hampir tidak mungkin dilakukan, karena tidak tersedia akses masuk ke dalam baterai.

Karena pemadaman listrik sering terjadi, keberadaan baterai cadangan yang berfungsi optimal menjadi hal yang sangat penting. Oleh sebab itu, pemantauan baterai merupakan solusi efektif untuk memastikan efisiensi dan kapasitasnya tetap maksimal. Selain itu, pemantauan juga menjamin seluruh instalasi dapat beroperasi dengan baik.

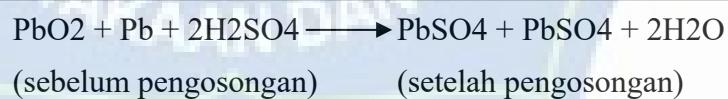


Gambar 2.10  
Bagian-Bagian Baterai

a) Prinsip Kerja Baterai

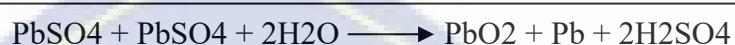
Dalam aki timbal (timah hitam), berlangsung reaksi elektrokimia yang dapat dibalik (reversible), yaitu proses pengisian dan pengosongan energi. Pada proses ini, larutan elektrolit berupa asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) akan terurai menjadi ion hidrogen bermuatan positif ( $2\text{H}^+$ ) dan ion sulfat bermuatan negatif ( $\text{SO}_4^{2-}$ ).

Setiap ion sulfat bermuatan negatif ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) akan bereaksi dengan elektroda katoda (Pb) membentuk timbal sulfat ( $\text{PbSO}_4$ ) sekaligus melepaskan dua elektron. Sementara itu, dua ion hidrogen ( $2\text{H}^+$ ) akan bereaksi dengan anoda ( $\text{PbO}_2$ ) membentuk timbal **sulfat** ( $\text{PbSO}_4$ ). Proses ini dilakukan dengan menyerap dua elektron dan berikatan dengan atom oksigen untuk membentuk molekul air ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Pertukaran elektron, baik pelepasan maupun penerimaannya, menimbulkan perbedaan potensial listrik antara katoda (kutub negatif) dan anoda (kutub positif). Reaksi kimia tersebut dapat dituliskan dalam bentuk persamaan reaksi berikut:



Reaksi kimia ini berlangsung selama proses pengosongan daya pada aki timah hitam, yaitu ketika aki digunakan untuk menyuplai beban. Setelah proses ini selesai, baik pelat negatif maupun positif akan berubah menjadi timbal sulfat ( $\text{PbSO}_4$ ), sementara cairan

elektrolitnya akan berubah menjadi air ( $H_2O$ ), yang menyebabkan penurunan berat jenis larutan. Agar aki dapat digunakan kembali, maka perlu dilakukan proses pengisian ulang dengan mengalirkan arus listrik searah (DC). Tahapan reaksi kimia yang terjadi selama proses pengisian ulang dapat dijelaskan sebagai berikut:

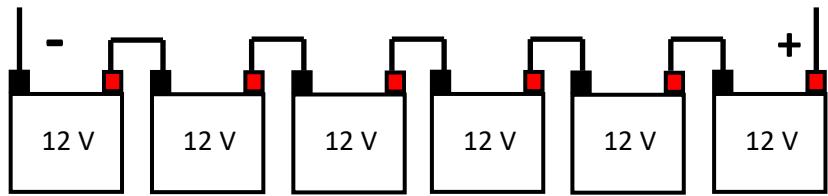


b) Rangkaian Baterai

Dikarenakan tegangan baterai persel terbatas, maka perlu untuk mendapatkan solusi agar tegangan baterai dapat memenuhi atau sesuai dengan tegangan kerja peralatan yang maupun untuk menaikkan kapasitas dan juga kehandalan pemakaian dengan merangkai (meng-koneksi) beberapa baterai dengan cara :

a) Rangkaian Seri

Koneksi baterai secara seri bertujuan untuk meningkatkan tegangan output agar sesuai dengan kebutuhan kerja sistem atau peralatan yang digunakan. Misalnya, jika sebuah unit pembangkit memerlukan tegangan sebesar 240 Volt, maka diperlukan 20 baterai dengan tegangan masing-masing 12 Volt yang dihubungkan secara seri. Namun, kelemahan dari metode ini adalah apabila terjadi kerusakan pada salah satu sel baterai, maka seluruh pasokan daya DC ke beban akan terhenti.

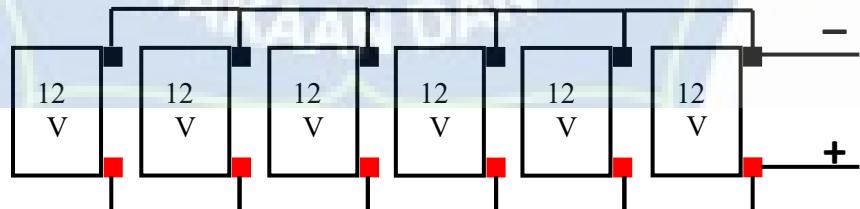


Gambar 2.11

Rangkaian seri Baterai  
Sumber: Hasil olahan peneliti (2025)

b) Rangkaian Paralel

Koneksi baterai dengan hubungan paralel ini dimaksudkan untuk dapat menaikkan kapasitas baterai atau *Ampere hour (Ah)* baterai, selain itu juga dapat memberikan keandalan beban DC pada sistem. Hal ini terjadi karena jika salah satu sel baterai yang terhubung paralel mengalami gangguan atau kerusakan, sel baterai lainnya tetap dapat menyuplai tegangan DC ke beban. Dengan demikian, suplai daya sistem secara keseluruhan tidak terganggu, hanya kapasitas dayanya yang sedikit berkurang, sementara tegangannya tetap stabil.

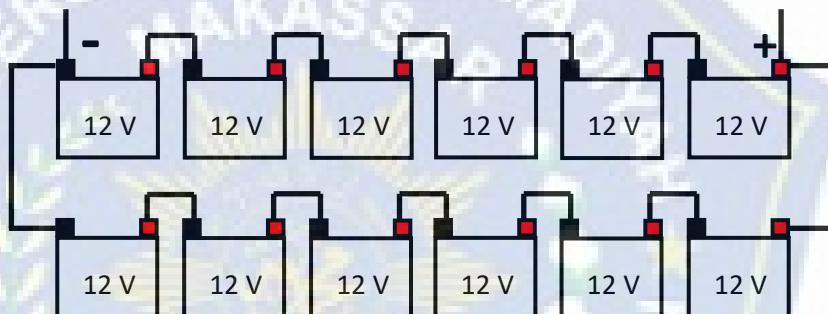


Gambar 2.12

Rangkaian Paralel  
Sumber: Hasil olahan peneliti (2025)

### c) Rangkaian Kombinasi

Pada konfigurasi kombinasi, terdapat dua tipe yaitu seri-paralel dan paralel-seri. Konfigurasi ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan ganda, baik dalam hal tegangan dan arus yang sesuai maupun untuk meningkatkan keandalan sistem. Rangkaian seri berperan menaikkan tegangan, sedangkan rangkaian paralel berfungsi menambah arus serta meningkatkan keandalan sistem.



Gambar 2.13

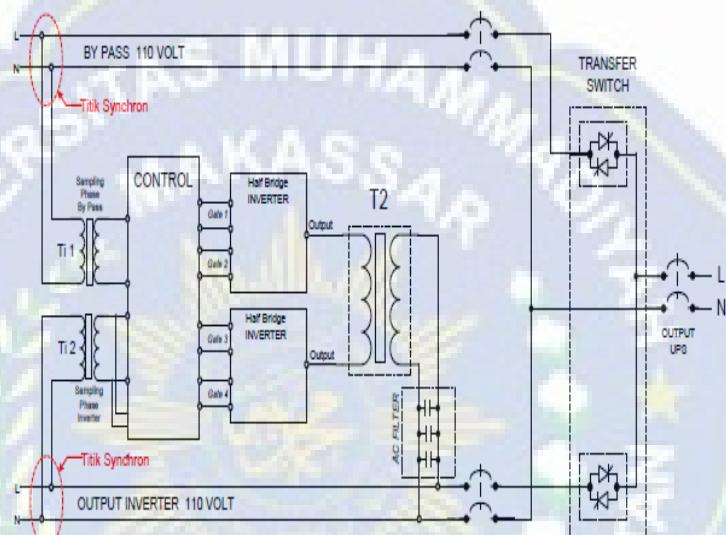
Rangkaian Kombinasi Seri-Paralel.  
Sumber: Hasil olahan peneliti (2025)

### 5) Bypass

Bypass berfungsi sebagai cadangan daya (power reserve) untuk suplai dari output inverter. Sebaiknya, sumber daya untuk jalur bypass tidak berasal dari sumber daya utama (main power bus), agar tetap memungkinkan dilakukan pemeliharaan (maintenance) atau untuk menghindari potensi gangguan pada sumber daya utama tersebut. Untuk sistem UPS dengan output 110 Volt dan frekuensi

50Hz, maka tegangan pada jalur bypass saat proses sinkronisasi harus berada dalam kisaran  $110 \text{ Volt} \pm 5\%$  dan frekuensi  $50\text{Hz} \pm 0,5\text{Hz}$ . Jika nilainya berada di luar batas toleransi ini, UPS kemungkinan tidak akan bisa menyinkronkan dengan baik, yang ditunjukkan dengan status Fail Unsyncron.

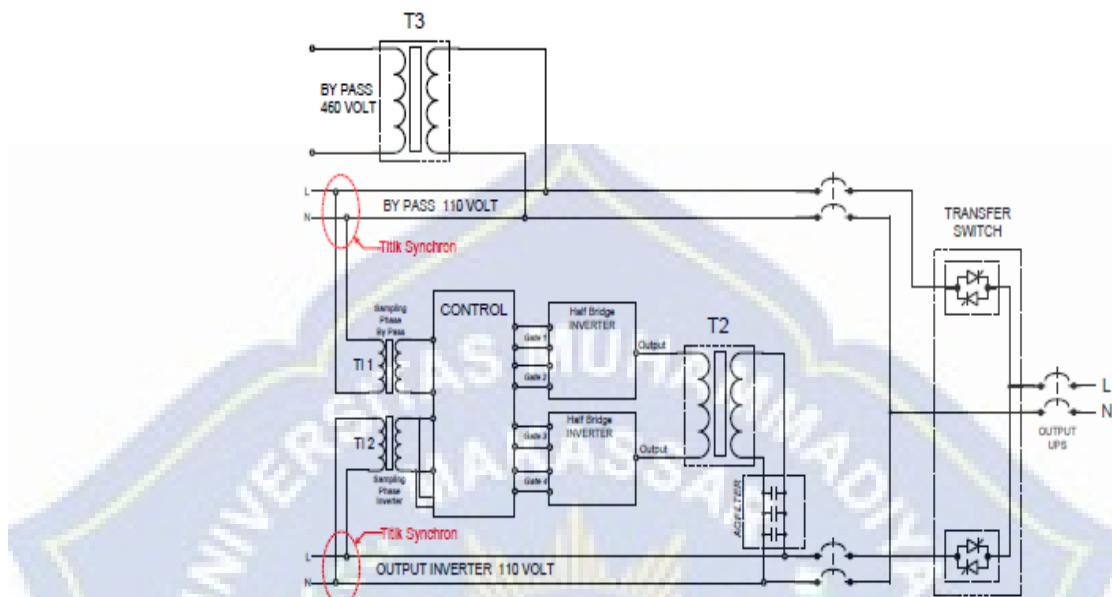
#### POWER BYPASS INPUT 110 VOLT



Gambar 2.14

Power Input 110 Volt, sesuai dengan Output UPS  
Sumber: Hasil olahan peneliti (2025)

## POWER BYPASS INPUT 460 VO



Gambar 2.15

Power Input 460 Volt, harus memalui Isolated Trafo (T3) Step Down dari 460 Volt ke 110 Volt

Sumber: Hasil olahan peneliti (2025)

Ketika sistem beroperasi dalam mode *bypass*, tegangan disuplai langsung dari jaringan *bypass*. Peralihan antara mode normal dan pasokan *bypass* dapat dilakukan secara manual. Apabila daya dari inverter tidak mencukupi, perpindahan akan terjadi secara otomatis tanpa mengganggu stabilitas tegangan.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **A. Jenis Penelitian**

Penelitian ini termasuk dalam kategori penelitian survei deskriptif.

Menurut Hamid Darmadi (2011), penelitian survei adalah kegiatan pengumpulan data pada waktu tertentu dengan tiga tujuan utama, yaitu:

1. Mendeskripsikan kondisi alami yang sedang berlangsung.
2. Mengidentifikasi keadaan saat ini secara terukur untuk tujuan perbandingan.
3. Menentukan hubungan antara hal-hal yang ada dalam peristiwa tertentu.

Sementara itu, Trianto (2010) menjelaskan bahwa penelitian deskriptif berfokus pada masalah-masalah aktual sebagaimana adanya saat penelitian dilakukan. Melalui metode ini, peneliti berupaya menggambarkan peristiwa dan kejadian yang menjadi objek kajian tanpa memberikan perlakuan khusus terhadapnya.

#### **B. Waktu Dan Lokasi Penelitian**

##### **1. Waktu**

Pembuatan dan penelitian tugas akhir ini dilaksanakan pada bulan Juli – Agustus 2025 sesuai dengan jadwal penelitian yang telah direncanakan.

## 2. Tempat

Penelitian ini dilakukan di PT. VEKTORDAYA MEKATRIKA MAKASSAR.

### C. Objek Penelitian

Untuk memperoleh data yang dibutuhkan dalam penelitian, diperlukan suatu objek penelitian. Adapun yang menjadi objek dalam penelitian ini adalah UPS jenis *Online*, tipe modular dengan kapasitas 3 x 30 kVA.

### D. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilaksanakan dengan mengumpulkan metode:

#### 1. Observasi

Observasi adalah metode atau teknik pengumpulan data yang dilakukan melalui pengamatan dan pencatatan langsung terhadap objek penelitian, beserta kondisi atau gejala yang berkaitan dengan topik yang diteliti. Menurut Prof. Dr. Sugiyono (2009), teknik observasi digunakan ketika penelitian berhubungan dengan perilaku manusia, proses kerja, fenomena alam, atau saat jumlah responden yang diamati tidak terlalu banyak. Data yang diperoleh dari observasi ini kemudian digunakan sebagai data awal dalam penelitian.

#### 2. Dokumentasi

Dokumentasi adalah hal yang ditujukan untuk memperoleh data langsung tentang variabel yang diteliti. Peneliti mengadakan pengamatan langsung ke lapangan untuk memperoleh data dan variabel yang akan

diteliti, melalui bahan tertulis atau dokumen-dokumen yang ada hubungannya dengan penelitian dalam kaitannya dengan efektivitas UPS.

### E. Teknik Analisis Data

Untuk menjawab permasalahan penelitian yang telah dirumuskan, diperlukan analisis terhadap data empiris yang dikumpulkan selama proses penelitian. Pada penelitian ini, digunakan teknik analisis data deskriptif, yaitu metode yang bertujuan menggambarkan data yang telah diperoleh. Hasil tersebut dianalisis secara statistis deskriptif dan kemudian menarik kesimpulan secara umum. Data yang diperoleh dijadikan bahan studi untuk mengetahui taraf efektivitas *backup time* UPS yang digunakan.

Untuk menjawab masalah pertama yaitu seberapa efektif *backup time* UPS dalam menyuplai daya ke beban ketika terjadi gangguan atau pemadaman listrik digunakan teknik deskriptif berdasarkan observasi, dokumentasi, dan wawancara.

### F. Blok Diagram



Gambar 2.16

Blok diagram

Sumber : Hasil olahan peneliti (2025)

## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Hasil Penelitian**

##### **1. Analisis Deskriptif Data**

Data dari penelitian ini diperoleh dengan menggunakan teknik observasi, dokumentasi dan wawancara. Teknik wawancara digunakan untuk memperoleh data tentang cara start up, shut down, normal transfer ke mode bypass dan mode bypass transfer ke normal. Adapun teknik dokumentasi digunakan untuk mendapatkan nilai *run time/backup time* (output target) pada display UPS, Sedangkan teknik observasi digunakan mendapatkan nilai *backup time* dengan melakukan simulasi pemadaman listrik dengan menggunakan mode *Perform Batt Test* pada menu yang tertera pada display UPS.

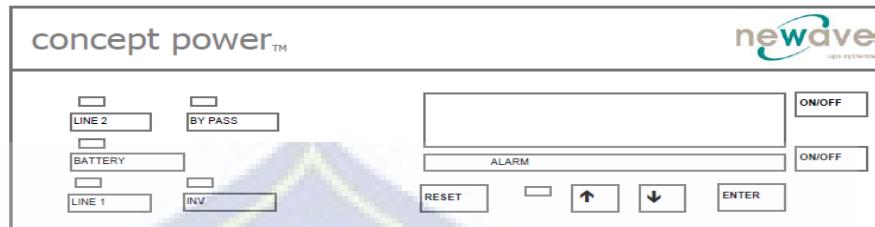
##### **2. Standar Operasional Prosedur (SOP)**

###### **a. Power Managemen Display (PMD) dan Fungsi Tombol**

Dalam pengoperasiannya mengetahui fungsi-fungsi tombol yang terdapat pada display dan indikator-indikator LED pada UPS merupakan hal yang penting agar tidak terjadi kesalahan fatal atau *human error*.

## 1) Display

Bentuk display dan fungsi tombolnya sebagai berikut:



Gambar 4.1  
Power Management Display (PMD)  
Sumber: Hasil Dokumentasi (2025)

Tabel 4.1 Fungsi  
tombol PMD

KEYS	FUNCTION
ON/OFF	- Tekan secara bersamaan untuk menyalakan, atau - Tekan secara bersamaan untuk shutdown UPS
ON/OFF	
UP △	- Tombol kearah atas menu.
DOWN ▽	- Tombol kearah bawah menu.
RESET	- Berfungsi untuk mematikan bunyi alarm, atau - Sebagai tombol untuk kembali ke menu awal (ESC)
ENTER	- Tombol untuk mengonfirmasi item menu yang dipilih.

## 2) Indikator LED

Dibawah ini dijelaskan tentang indikator LED pada display UPS beserta keterangannya.

Tabel 4.2

Indikator LED

INDIKATOR	STATUS	KETERANGAN
ALARM	OFF	Dalam kondisi tidak ada alarm
	RED	Dalam kondisi alarm
LINE 1	GREEN	Input power ke rectifier ada
	RED	Input power ke rectifier tidak ada
LINE 2	GREEN	Input power bypass tersedia
	RED	Input power bypass not OK atau tidak ada
	OFF	UPS dalam posisi OFF
BY-PASS	GREEN	Load on bypass (UPS dalam posisi bypass static)
	OFF	Tidak dalam kondisi bypass (switched-off)
INV	GREEN	Load on inverter (beban tersupply dari inverter)
	RED	Inverter fault atau beban tidak tersupply dari inverter
	OFF	Inverter not operating (switched-off)
BATTERY	GREEN	Battery OK
	RED	Battery fault or battery is discharged
	F. GREEN	Battery in discharge or battery fuse open

### **b. *Startup UPS***

Tiap merek dan tipe UPS mempunyai cara yang berbeda untuk *startup*/menghidupkannya. Adapun langkah-langkah *startup* yang digunakan untuk merek dan tipe UPS yang digunakan pada PT. Vektordaya Mekatrika Makassar adalah sebagai berikut.

- 1) Pastikan breaker yang mencatut UPS pada panel in-out dalam kondisi terbuka (OFF)
- 2) Pastikan semua kabel (Input, Output, Battery, dll) telah terpasang dengan baik dan pada polaritas yang benar termasuk rotasi ke tiga phasanya.
- 3) Periksa dan pastikan kembali posisi parralel isolator pada masing-masing UPS/MODULE (switch IA2-1 untuk module 1, IA2-2 untuk module 2, IA3 untuk Module 3, dan seterusnya) dalam kondisi terbuka (OFF)
- 4) Periksa dan pastikan Maintenance Switch IA1 terbuka dan dalam kodisi OFF
- 5) Pastikan semua Fuse/Sekering/pengaman external battery bank dalam kondisi terbuka
- 6) By pass Fuse pada tiap-tiap module daalam kondisi terpasang
- 7) Setelah Semua dipastikan dalam posisi yang benar, berikutnya masukkan atau ON kan breaker input UPS pada Panel in-out UPS. Pada LED indikator LINE 1 dan Battery akan menyala dengan warna

hijau berkedip Pada LCD Display akan terbaca “ LOAD OFF, SUPPLY FAILURE”

8) UPS Module 1:

Tekan kedua tombol ON-OFF secara bersamaan untuk sekali tekan pada LCD harus terbaca: “LOAD DISCONNECTED PARRALEL SWITCH OPEN” dan pada LED indikator akan seperti dibawah ini:

Tabel 4.3  
Indikator Load Disconnected Parralel Switch Open

LED Indikator	Warna
Line 1	Hijau
Line 2	Hijau
Bypass	Hijau
Inverter	Merah
Battery	Hijau Berkedip

9) Periksa dan lakukan perintah pada menu COMMAND “LOAD TO INVERTER” maka pada LED indikator akan seperti berikut:

Tabel 4.4  
Indikator Load To Inverter

LED Indikator	Warna
Line 1	Hijau
Line 2	Hijau
Bypass	Merah
Inverter	Hijau
Battery	Hijau Berkedip

- 10) Pada Module berikutnya lakukan prosedur yang sama seperti pada module 1
- 11) Periksa polaritass battery apabila telah benar masukkan / ON kan breaker/pengaman batttery

12) Tutup / ON-kan Parallel Isolator switch IA2-1 untuk module 1, IA2-2 untuk module 2, IA3 untuk Module 3, dan seterusnya. Setelah itu maka pada LCD masing-masing module akan terbaca “PARALLEL SW CLOSED”, kemudian pada LCD display akan terbaca “LOAD PROTECTED” saat ini pada terminal blok telah terdapat power dari UPS dan LED indikator akan tampak seperti berikut:

Tabel 4.5  
Indikator Load Protected

LED Indikator	Warna
Line 1	Hijau
Line 2	Hijau
Bypass	Off
Inverter	Hijau
Battery	Hijau

13) Hidupkan breaker/MCCB/MCB distribusi beban yang terdapat pada panel distribusi UPS.

#### c. *Shutdown UPS*

Apabila UPS di shutdown total maka tidak ada suplay daya yang mencatu beban, disarankan apabila akan dilakukan perawatan atau maintenance sebaiknya UPS tidak perlu di shutdown namun di rubah ke posisi “MAINTENANCE BY PASS”.

- 1) Sebelum UPS di shutdown atau dimatikan pastikan semua beban sudah dalam kondisi off.
- 2) Jika semua beban sudah dimatikan tekan secara bersamaan kedua tombol ON-OFF pada panel control tiap-tiap module maka pada

masing-masing LCD akan terbaca “LOAD OFF, SUPPLY FAILURE” dan LED indikator akan nampak sebagai berikut:

Tabel 4.6  
Indikator Load Off Supply Failure

LED Indikator	Warna
Line 1	Hijau
Line 2	Merah
Bypass	Merah
Inverter	Merah
Battery	Hijau

- 3) Buka keseluruhan parralel isolator switch IA2-1, IA2-2 dan IA2-3.
- 4) Buka sekering Battery atau OFF kan Switch Battery pada external battery bank.
- 5) Buka atau OFFkan Breaker input UPS yang terdapat panal Panel In-Out UPS

Setelah ups di matikan masih terdapat tegangan dc yang cukup tinggi pada capacitor DC ups tunggu min 10 menit agar tegangan pada capacitor kosong namun sangat disarankan untuk tidak membuka penutup atau *casing* ups selain teknisi ahli. Sekarang sudah tidak terdapat *supply power* dari ups.

**d. Transfer Beban Dari Mode Inverter ke Maintenance Bypass.**

Sebelum melakukan procedure Maintenance Bypass pastikan bahwa beban memungkinkan untuk di supply langsung oleh catuan listrik input PLN atau genset.

- 1) Dengan menggunakan LCD Panel, buka menu COMMANDS dan pilih “LOAD TO BYPASS” pada salah satu panel control module kemudian pada semua LCD akan terbaca “LOAD NOT PROTECTED” dan LED Bypass akan menyala hijau.
- 2) Tutup IA 1/ *Maintenance Bypass switch* ( posisi ON ) maka pada LCD akan terbaca “MANUAL BYP IS CLOSED” dan LED indikator akan sebagai berikut:

Tabel 4.7  
Indikator Manual BYP Is Closed

<b>LED Indikator</b>	<b>Warna</b>
Line 1	Hijau
Line 2	Hijau
Bypass	Hijau
Inverter	Merah
Battery	Hijau

- 3) Tekan secara bersamaan kedua tombol ON-OFF pada masing-masing Panel control tiap-tiap module maka pada LCD akan terbaca “LOAD OFF, SUPPLY FAILURE” dan LED indikator akan tampak sebagai berikut:

Tabel 4.8  
Indikator Load Off Supply Failure

<b>LED Indikator</b>	<b>Warna</b>
Line 1	Hijau
Line 2	Merah
Bypass	Merah
Inverter	Merah
Battery	Hijau

- 4) Buka semua parralel isolator switch untuk asing-masing module IA2-1,IA2-2 dan IA2-3.
- 5) Buka Fuse Battery atau OFF kan switch battery pada *external batt cabinet*.

### e. Transfer Beban Dari Maintenance Bypass ke Inverter

Kondisi UPS sebelum memulai prosedur transfer ke Inverter, Beban dicatu langsung dari power input PLN atau genset dan pada saat ini UPS dalam kondisi Off.

- 1) Masukkan fuse battery atau ON\_kan switch battery pada *external battery cabinet*.
- 2) Pada LCD akan terbaca “LOAD OFF SUPPLY FAILURE”.
- 3) Tutup atau ON kan parralel isolator untuk asing-masing module maka pada LCD akan terbaca “PARALEL SW CLOSED”
- 4) Tekan secara bersamaan kedua tombol On-Off pada panel control masing-masing Module, maka dalam waktu 60 detik UPS akan hidup secara otomatis.
- 5) Pada salah satu Panel Control LCD buka menu COMMANDS lalu pilih “LOAD TO INVERTER”, maka beban secara otomatis akan ditransfer ke inverter dan pada masing-masing LCD akan terbaca “LOAD PROTECTED”.

### f. Transfer Ke Menu “*Perform Batt Deep Test*”

*Perform batt deep test* merupakan menu untuk pengujian *backup time* UPS, saat pengujian backup berlangsung MCCB pada panel I/O UPS tidak di Off\_kan. Menu ini berfungsi sebagai simulasi pengganti gangguan atau pemadaman listrik. Adapun langkah-langkah pengujian *backup time* UPS dengan menu “*Perform Batt Deep Test*” sebagai berikut:

- 1) Pada menu utama tekan tanda panah arah ke bawah dan pilih menu COMMANDS kemudian tekan tombol enter.
- 2) Pada menu COMMANDS tekan tanda panah ke bawah dan pilih menu PERFORM BATT DEEP TEST lalu tekan enter. LED indikator Battery akan hijau berkedip tanda UPS sedang dalam mode *backup*. Alarm akan berbunyi apabila battery sudah dalam keadaan low dan secara otomatis kembali ke mode normal.

### 3. Analisis Uji *Backup Time*

#### a. Output Target berdasarkan dokumentasi

Berdasarkan lampiran dokumentasi didapatkan output target untuk uji *backup time* UPS pada PT. Vektordaya Mekatrika Makassar yaitu 2 jam 48 menit dengan rata-rata persentase beban 25,33%, seperti yang ditampilkan pada gambar 4.2.



Gambar 4.2  
Dokumentasi *Backup Time*

## b. Output Target Berdasarkan Kajian Teori

Berdasarkan lampiran hasil pengukuran battery form uji tanpa beban dan uji beban, battery dalam keadaan normal dengan pengukuran tanpa beban  $\geq 13$  VDC serta pengukuran dengan beban  $\geq 9$  VDC. Spesifikasi battery sesuai dengan lampiran pengukuran battery adalah 12 V 44 Ah, jumlah keseluruhan battery adalah 150 pcs dengan menggunakan rangkaian seri paralel, 50 pcs x 3 bank.

Untuk mengetahui *backup time*-nya digunakan rumus sesuai yang dipaparkan pada kajian teori yaitu :

$$T = \frac{(Ns \times Vb \times AHb \times Np) \cdot Efficiency}{VA}$$

Diketahui kapasitas UPS adalah 90 KVA ( $3 \times 30$  KVA) dengan efisiensi 0,8 maka hasil *backup time*-nya untuk beban penuh adalah 42,24 menit. Karena beban yang disupply atau digunakan hanya 25,33 % dari kapasitas UPS jadi backup time sebenarnya adalah 2 jam 46 menit.

Adapun detail perhitungannya sebagai berikut:

Diketahui, kapasitas UPS 90 kVA ( $3 \times 30$  kVA), efficiency atau pf 0,8 dengan persentase beban tiap phasanya adalah R = 25%, S = 20% dan T = 31%. Jika UPS menggunakan 150 pcs battery dengan kapasitas 12 VDC 44 Ah, dirangkai seri paralel (seri 50 pcs dan 3 bank paralel) maka *backup time* adalah sebagai berikut:

$$T = \frac{(Ns \times Vb \times Ah \times Np) \cdot Efficiency}{VA}$$

$$T = \frac{(50 \times 12 \times 44 \times 3) \cdot 0,8}{90.000}$$

$$T = 0,704 \text{ hours} = 42,24 \text{ menit}$$

Karena beban yang digunakan adalah masing 25%, 20% dan 31%, maka backup time yang sebenarnya adalah:

$$\text{Daya yang terpakai} = \frac{25+20+31}{3} \% = 25,33\%$$

$$= \frac{25}{100} \times 90 \text{ kVA}$$

$$= 22,797 \text{ kVA}$$

$$T = \frac{90}{22,797} \times 42,24 \text{ menit} = 166,75 \text{ menit} = 2 \text{ jam } 46 \text{ menit}$$

### c. Output Aktual Berdasarkan Hasil Pengukuran (Observasi)

Sebelum melakukan pengujian backup time pada UPS terlebih dahulu melakukan pengambilan data identitas baterai, pengukuran baterai tanpa beban, pengukuran baterai dengan beban dan pengukuran input-output UPS baik tengangan maupun arusnya.

## 1) Identitas Baterai

1	Battery type ( tipe baterai)	<input type="checkbox"/> SLA / VRLA <input type="checkbox"/> NiCd <input type="checkbox"/> Other .....		
2	Brand / Model / Capacity (Merk / model / kapasitas)	<b>VEKTOR / 12 VDC 44 AH</b>		
3	Battery configuration (Konfigurasi baterai)	String : <b>3 (Paralel)</b>	<input type="checkbox"/> common <input type="checkbox"/> separate	Tgl. Pemasangan Battery
		Block : <b>50 (Seri)</b>		( Batt. Installation date )
		Cell :		25 pril 2025

## 2) Hasil Pengukuran Battery Tanpa Beban

STRING No : 1		STRING No : 2		STRING No : 3	
No	VDC	No	VDC	No	VDC
1	13,56	26	13,62	1	13,50
2	13,56	27	13,57	2	13,51
3	13,52	28	13,50	3	13,51
4	13,50	29	13,50	4	13,62
5	13,62	30	13,51	5	13,60
6	13,62	31	13,54	6	13,58
7	13,60	32	13,50	7	13,58
8	13,60	33	13,61	8	13,55
9	13,61	34	13,58	9	13,55
10	13,58	35	13,60	10	13,60
11	13,57	36	13,60	11	13,60
12	13,57	37	13,56	12	13,62
13	13,55	38	13,56	13	13,68
14	13,60	39	13,50	14	13,60
15	13,60	40	13,49	15	13,52
16	13,60	41	13,65	16	13,55
17	13,52	42	13,50	17	13,54
18	13,52	43	13,54	18	13,53
19	13,50	44	13,54	19	13,55
20	13,55	45	13,61	20	13,56
21	13,55	46	13,60	21	13,60
22	13,58	47	13,58	22	13,60
23	13,62	48	13,55	23	13,50
24	13,60	49	13,55	24	13,52
25	13,60	50	13,54	25	13,56

### 3) Hasil Pengukuran Battery Dengan Beban

STRING No : 1			
□Charge (13,0 – 14,0 VDC)			
✓ Discharge (> 9VDC )			
No	VDC	No	VDC
1	10,86	26	11,22
2	10,94	27	11,20
3	10,88	28	11,06
4	11,01	29	10,99
5	11,07	30	10,97
6	11,01	31	11,04
7	10,92	32	11,11
8	10,88	33	11,20
9	10,94	34	11,08
10	11,11	35	11,08
11	11,05	36	10,94
12	10,87	37	10,97
13	10,94	38	10,89
14	10,99	39	10,92
15	11,00	40	10,88
16	11,05	41	10,96
17	11,12	42	11,02
18	11,08	43	11,00
19	10,99	44	11,02
20	10,71	45	11,06
21	10,81	46	11,21
22	11,24	47	11,12
23	11,02	48	10,99
24	11,11	49	10,98
25	11,00	50	11,03

STRING No : 2			
□Charge (13,0 – 14,0 VDC)			
✓ Discharge (> 9VDC )			
No	VDC	No	VDC
1	11,06	26	11,00
2	11,08	27	11,02
3	11,09	28	11,10
4	10,84	29	11,19
5	11,12	30	11,20
6	11,12	31	11,18
7	11,08	32	11,18
8	10,98	33	10,98
9	10,90	34	10,90
10	10,96	35	10,99
11	11,04	36	11,05
12	11,11	37	11,10
13	11,20	38	11,04
14	11,01	39	10,80
15	11,06	40	10,98
16	10,95	41	11,08
17	10,71	42	11,00
18	10,80	43	11,11
19	10,82	44	10,98
20	10,99	45	10,98
21	10,98	46	10,97
22	11,04	47	11,05
23	11,00	48	11,16
24	11,11	49	10,97
25	11,06	50	11,05

STRING No : 3			
□Charge (13,0 – 14,0 VDC)			
✓ Discharge (> 9VDC )			
No	Voltage	No	Voltage
1	10,98	26	11,00
2	11,02	27	11,01
3	10,99	28	10,99
4	11,00	29	11,04
5	11,04	30	11,12
6	11,20	31	10,98
7	11,11	32	10,86
8	10,80	33	10,77
9	10,88	34	11,20
10	10,89	35	11,11
11	11,04	36	11,10
12	11,04	37	11,11
13	11,10	38	10,95
14	11,00	39	10,99
15	11,21	40	10,94
16	11,19	41	10,88
17	11,19	42	11,04
18	11,22	43	11,12
19	11,10	44	11,21
20	11,05	45	11,04
21	10,96	46	10,99
22	10,99	47	10,87
23	11,05	48	10,88
24	11,11	49	11,05
25	11,12	50	10,98

#### 4) Form Pengukuran Ups

##### a) UPS Measurement

PARAMETER		VOLTAGE (AC)						CURRENT			
		R - S	S - T	R - T	R - N	S - N	T - N	N - G	R	S	T
INPUT	Display				219	223	220				
	Fluke	383	384	381	219	222	221	0,94	32,1	30,2	33,4
BYPASS	Display				219	222	221				
	Fluke	383	384	381	219	222	221	0,94	32,1	30,2	33,4
OUTPUT	Display				230	230	230		24,0	19,0	30,0
	Fluke	400	401	400	230	230	230	1,3	24,2	19,4	30,2
FREQUENCY	Display				50 Hz	50 Hz	50 Hz				
	Fluke				50 Hz	50 Hz	50 Hz				

##### b) Output

PARAMETER		R	S	T
KVA	Display	7,5	6	9,3
	Fluke			
KW	Display	6	4,8	7,4
	Fluke			
%	Display	25	20	31
	Fluke			

##### c) Battery

PARAMETER		(+)	(-)
Voltage	Display	338	338
	Fluke	339	339
Charger Current	Display	18,5	16,4
	Fluke	18,0	15,9
Discharger Current	Display	42	42
	Fluke	41,6	42,2

Tabel 4.9

Hasil Pengukuran  
Sumber: Hasil Olahan peneliti (2025)

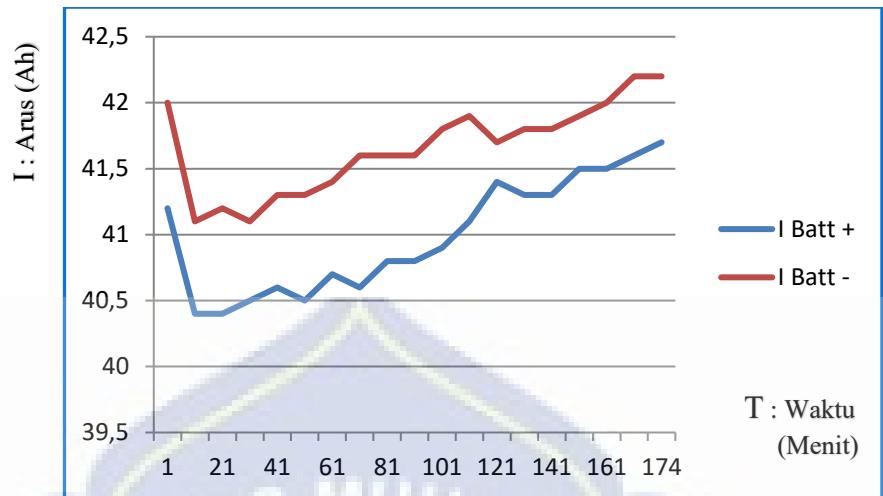
Berdasarkan pada tabel 4.9 dari hasil pengukuran didapatkan output target untuk uji *backup time* UPS pada PT. Vektordaya Mekatrika Makassar yaitu 2 jam 53 menit, pengukuran dilakukan setiap 10 menit sekali dimulai dari menit ke 1 sampai pada menit ke 174.

Berikut form pengukuran uji backup time UPS.

Menit Ke	V Batt. (VDC)		I Batt. (Ah)	
	+	-	+	-
1	311.5	311.2	41.2	42.0
11	311.6	311.4	40.4	41.1
21	310.4	309.9	40.4	41.2
31	308.3	307.6	40.5	41.1
41	307.4	305.6	40.6	41.3
51	305.7	303.9	40.5	41.3
61	303.8	302.9	40.7	41.4
71	302.1	300.7	40.6	41.6
81	300.9	298.8	40.8	41.6
91	299.4	297.4	40.8	41.6
101	298.4	296.4	40.9	41.8
111	296.6	294.8	41.1	41.9
121	295.1	293.1	41.4	41.7
131	293.9	291.9	41.3	41.8
141	290.8	288.3	41.3	41.8
151	289.1	287.1	41.5	41.9
161	287.7	285.7	41.5	42.0
171	285.9	283.9	41.6	42.2
174	283.6	280.6	41.7	42.2

Tabel 4.10  
Form uji *Backup Time*  
Sumber: Hasil olahan peneliti (2025)

Grafik pada gambar 4.3 menunjukkan arus (Ah) baterai cenderung meningkat seiring bertambahnya waktu pengujian backup UPS. Berikut ditampilkan grafik arus baterai pada saat UPS diuji backup time selama 173 menit.



Gambar 4.3  
Grafik Arus Battery saat uji backup  
Sumber: Hasil olahan peneliti (2025)

Grafik pada gambar 4.4 menunjukkan, Tegangan (VDC) baterai semakin menurun seiring bertambahnya waktu uji backup UPS. Berikut ditampilkan grafik tegangan baterai pada saat UPS diuji backup time selama 173 menit.



Gambar 4.4  
Grafik Tegangan Battery Saat Uji Backup  
Sumber: Hasil olahan peneliti (2025)

## B. Pembahasan

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil penelitian pada PT. Vektordaya Mekatrika, maka akan dilakukan analisa data untuk mengetahui taraf efektivitas *backup time* UPS dari segi output aktual berdasarkan hasil pengukuran/observasi langsung berbanding output target berdasarkan dokumentasi maupun kajian teori.

Dari hasil pengukuran (output aktual) diketahui *backup time* UPS adalah 2 jam 53 menit, dengan beban yang digunakan sebesar 25,33% dari kapasitas UPS. Pengukuran backup time dilakukan dari menit ke 1 sampai pada menit ke 174, adapun tegangan battery pada menit ke 174 adalah sebesar +283,6 VDC dan -280,6 VDC dengan arus discharge sebesar +41,7 A dan -42,2 A. Output targetnya ditentukan dari hasil dokumentasi yaitu 2 jam 48 menit dan hasil perhitungan kajian teori yakni 2 jam 46 menit.

Untuk menentukan efektivitas *backup time* UPS pada PT. Vektordaya Mekatrika Makassar, maka digunakan persamaan efektivitas sesuai pada tinjauan pustaka yang telah dipaparkan sebelumnya. Berikut cara untuk mengetahui efektifitas *backup time* UPS nya:

### 1. Berdasarkan Hasil dokumentasi

$$\begin{aligned}\text{Efektivitas} &= \frac{\text{Output Aktual}}{\text{Output Target}} \geq 1 \\ &= \frac{2 \text{ jam } 53 \text{ menit}}{2 \text{ jam } 48 \text{ menit}} \geq 1\end{aligned}$$

$$= \frac{173 \text{ menit}}{168 \text{ menit}} \geq 1$$

$$\text{Efektivitas} = 1,029 \geq 1$$

2. Berdasarkan kajian teori

$$\text{Efektivitas} = \frac{\text{Output Aktual}}{\text{Output Target}} \geq 1$$

$$= \frac{2 \text{ jam } 53 \text{ menit}}{2 \text{ jam } 46 \text{ menit}} \geq 1$$

$$= \frac{173 \text{ menit}}{166 \text{ menit}} \geq 1$$

$$\text{Efektivitas} = 1,042 \geq 1$$

Dari hasil perhitungan di atas diketahui bahwa efektivitasnya lebih dari 1 (satu). Dengan demikian backup time UPS pada PT. Vektordaya Mekatrika Makassar dalam menyuplai daya saat terjadi gangguan atau pemadaman listrik dalam taraf efektif.

## BAB V

### PENUTUP

#### A. Kesimpulan

1. Dari hasil pengukuran (output aktual) diketahui *backup time* UPS adalah 2 jam 53 menit, dengan beban yang digunakan sebesar 25,33% dari kapasitas UPS. Pengukuran backup time dilakukan dari menit ke 1 sampai pada menit ke 174, adapun tegangan battery pada menit ke 174 adalah sebesar +283,6 VDC dan -280,6 VDC dengan arus discharge sebesar +41,7 A dan -42,2 A. Output targetnya ditentukan dari hasil dokumentasi yaitu 2 jam 48 menit dan hasil perhitungan kajian teori yakni 2 jam 46 menit.
2. Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dalam hal ini UPS (*Uninterruptible Power Supply*) yang telah diteliti adalah UPS jenis *Online*, tipe modular dengan kapasitas  $3 \times 30$  kVA. diketahui output aktual dalam hal ini *backup time* UPS berdasarkan hasil pengukuran lebih besar dari output target, baik dilihat dari dokumentasi maupun kajian teori (rumus *backup time*). Dengan demikian, maka dapat disimpulkan bahwa *backup time* UPS pada PT. Vektordaya Mekatrika Makassar dalam taraf efektif (tingkat keberhasilan).
3. UPS terbukti mampu menyediakan suplai daya cadangan sesuai fungsinya, dimana hasil pengujian menunjukkan bahwa perangkat dapat mempertahankan kinerja sistem ketika sumber listrik utama terputus.

4. Durasi backup time UPS bergantung pada kapasitas baterai dan beban yang terhubung. Pada beban ringan, UPS mampu memberikan waktu cadangan yang lebih lama, sedangkan pada beban maksimum, backup time menurun secara signifikan.

## B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini disarankan:

1. Kepada pihak PT. Vektordaya Mekatrika Makassar untuk mengadakan maintenance rutin agar *backup time* UPS tetap efektif dalam menyuplai daya ketika terjadi gangguan atau pemadaman listrik.
2. Bagi peneliti lain yang ingin melanjutkan pengembangan dari penelitian ini, agar lebih mengembangkan penelitiannya pada masalah THD (Total Harmonic Distortion) untuk jenis dan tipe pembebahan UPS.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afriansyah, Dony. 2012. *Sistem Kerja UPS*, [www.slideshare.net/donnybandit/bab-iii-sistem-kerja-ups-uninterruptible-power-system-pada-central-control-room-pabrik-1-b-di-pt-pupuk-sriwidjaja-palembang/](http://www.slideshare.net/donnybandit/bab-iii-sistem-kerja-ups-uninterruptible-power-system-pada-central-control-room-pabrik-1-b-di-pt-pupuk-sriwidjaja-palembang/).
- A. Karpati & rekan (2012) Dalam konferensi IEEE SISY
- Alwi, Hasan, dkk. 2001. *Kamus Besar Bahasa Indonesia Edisi III*, Jakarta: Balai Pustaka.
- Azwar, Saifuddin. 1998. *Metode Penelitian*, Yogyakarta: Penerbit Pustaka Pelajar.
- Danfar. 2009. *Pengertian Efektifitas*, <http://dansite.wordpress.com/2009/03/08/pengertian-efektivitas/>.
- Darmadi, Hamid. 2011. *Metode Penelitian Pendidikan*, Bandung: Penerbit Alfabeta.
- H. Wayne Beaty dalam buku "*Electric Power Systems Quality*"
- James A. Momoh (IEEE Fellow, pakar sistem tenaga listrik) Dalam buku "Smart Grid: Fundamentals of Design and Analysis"
- Neil Rasmussen – Schneider Electric 2007 & 2014 (Essential Elements of Data Center Facility Operations)
- Mappeasse, M. Yusuf, & Mappalotteng, Abdul Muis. 2007. *Rangkaian Elektronika*, Makassar: JPTE FT UNM.
- M.S., & Basha, A.S. 2017(*Design and Implementation of Online UPS System*)
- Prawiro, Budi (2010) "Teknik Komputer dan Jaringan Dasar", Erlangga
- Randy L. Katz (Professor of Electrical Engineering and Computer Science, University of California, Berkeley) Dalam jurnal dan kuliah-kuliah teknisnya

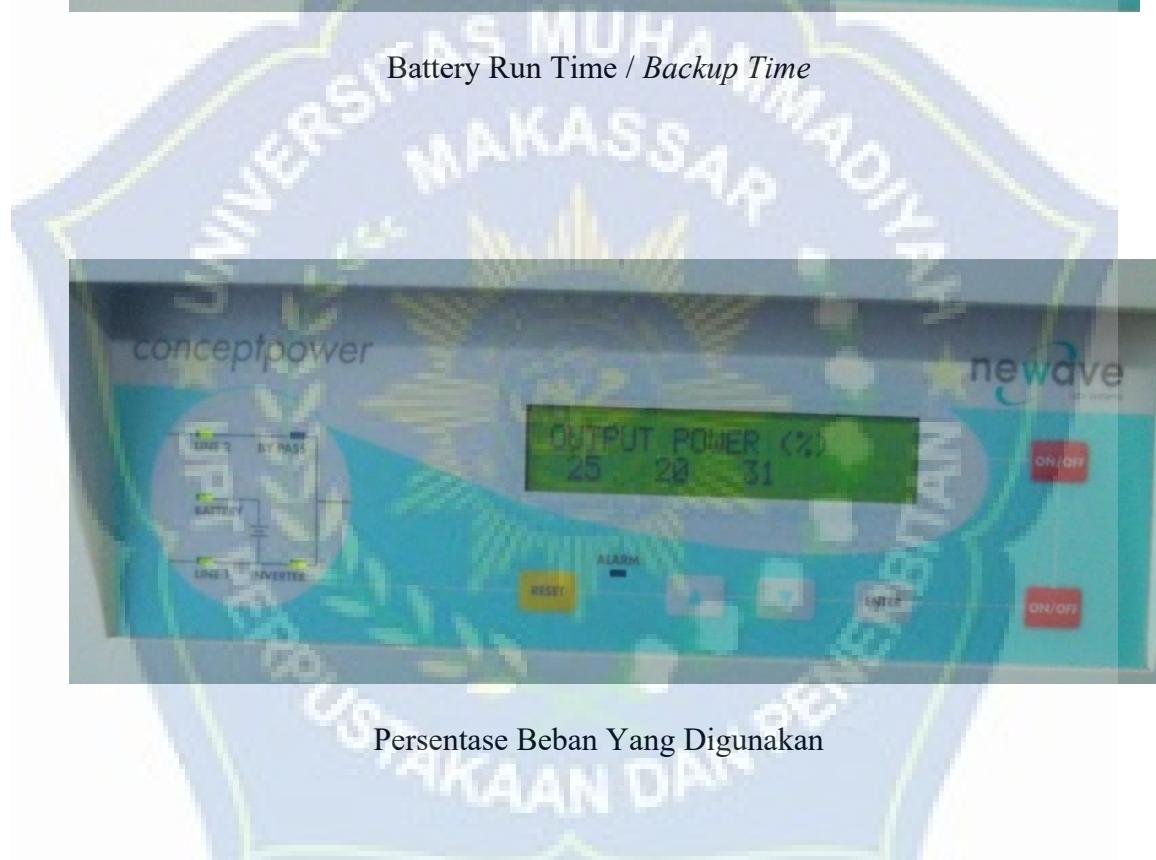
- Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Bisnis*, Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Sumardi S. (2006), dalam buku "Elektronika Daya", Penerbit Andi
- Surjono, Herman Dwi. 2007. *Elektronika Teori dan Penerapan*, Jember: Penerbit Cerdas Ulet Kreatif.
- Syamsurijal. 2007. *Elektronika Daya*, Makassar: JPTE FT UNM.
- Tanenbaum & Bos (2015) – *Modern Operating Systems*
- Tiro, Muhammad Arif, & Sukarna. 2012. *Pengembangan Instrumen Pengumpulan Data Penelitian*, Makassar: Andira Publisher Makassar.
- Trianto.2010. *Pengantar Penelitian Pendidikan bagi Pengembangan Profesi Pendidikan & Tenaga pendidikan*, Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
- Zuhal & Zhanggischan. 2004. *Prinsip Dasar Elektronik*, Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

# LAMPIRAN





Battery Run Time / Backup Time



Persentase Beban Yang Digunakan



UPS dan Bank Battery



Battery Cabinet



AVO Meter



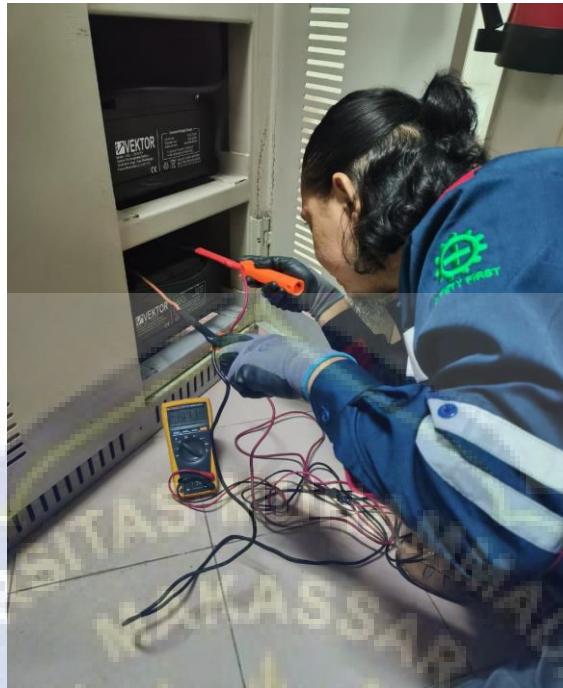
Tang Amphere AC/DC



Kumparan 40 A



Pengukuran Floating Battery (Tanpa Beban)



Pengukuran Discharge Battery



Pengukuran Arus Battery



**MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR  
UPT PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN**

Alamat kantor: Jl. Sultan Alauddin NO.259 Makassar 90221 Tlp.(0411) 866972,881593, Fax.(0411) 865588

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيْمِ

**SURAT KETERANGAN BEBAS PLAGIAT**

**UPT Perpustakaan dan Penerbitan Universitas Muhammadiyah Makassar,  
Menerangkan bahwa mahasiswa yang tersebut namanya di bawah ini:**

Nama : Haidir Akbar

Nim : 105821101018

Program Studi : Teknik Elektro

Dengan nilai:

No	Bab	Nilai	Ambang Batas
1	Bab 1	6%	10 %
2	Bab 2	20%	25 %
3	Bab 3	2%	10 %
4	Bab 4	4%	10 %
5	Bab 5	4%	5 %

Dinyatakan telah lulus cek plagiat yang diadakan oleh UPT- Perpustakaan dan Penerbitan Universitas Muhammadiyah Makassar Menggunakan Aplikasi Turnitin.

Demikian surat keterangan ini diberikan kepada yang bersangkutan untuk dipergunakan seperlunya.

Makassar, 26 Agustus 2025  
Mengetahui,

Kepala UPT- Perpustakaan dan Penerbitan,

  
Nursinah, S.Huk, M.I.P  
NBM. 964 591