



**EMERGENSI ENERGI LISTRIK PADA KAMAR
OPERASI DI RUMAH SAKIT MENGGUNAKAN
*UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLIES (UPS)***

SKRIPSI

disajikan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan
Program Studi S1 Pendidikan Teknik Elektro

Oleh

Ari Mardiyanto

5301410034

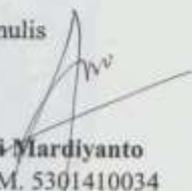
**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2015**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan bahwa yang tertulis dalam skripsi ini adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan dari hasil karya orang lain. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah

Semarang, 26 Maret 2015

Penulis


Ari Mardiyanto
NIM. 5301410034

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul *Emergensi Energi Listrik pada Kamar Operasi di Rumah Sakit Menggunakan Uninterruptible Power Supplies (UPS)* telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada tanggal 26 Maret 2015.

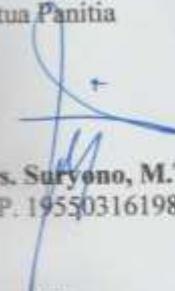
Oleh

Nama : Ari Mardiyanto
NIM : 5301410034
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektro, S1

Panitia:

Ketua Panitia

Sekretaris

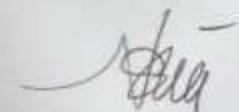

Drs. Suryono, M.T.
NIP. 195503161985031001


Drs. Agus Suryanto, M.T.
NIP. 196708181992031004

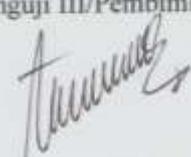
Penguji I

Penguji II

Penguji III/Pembimbing

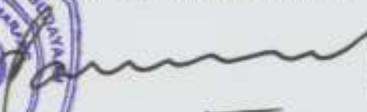

Drs. Said Sunardiyo, M.T. NIP. 196505121991031003


Drs. Yohanes Primadiyono, M.T. NIP. 196209021987031002


Drs. Sutarno, M.T. NIP. 195510051984031001

Mengetahui:
Dekan Fakultas Teknik UNNES




Drs. Muhammad Harlanu, M.Pd.
NIP. 196602151991021001

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

- ❖ Jadi diri sendiri, cari jati diri, dan hidup yang mandiri.
- ❖ Man jadda wa jadda, man shabara zhafira.

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan Kepada:

1. Karya ini saya persembahkan untuk kedua orang tua, kakak, dan adikku.
2. Sahabat ANIDA dan PTE 2010.
3. Almamaterku UNNES.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Emergensi Energi Listrik pada Kamar Operasi di Rumah Sakit Menggunakan Uninterruptible Power Supplies (UPS)*”.

Penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum., Rektor Universitas Negeri Semarang atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menempuh studi di Universitas Negeri Semarang.
2. Drs. Muhammad Harlanu, M.Pd., Dekan Fakultas Teknik, Drs. Suryono, M.T., Ketua Jurusan Teknik Elektro, dan Drs. Agus Suryanto, M.T., Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Elektro yang telah memberi arahan dan bimbingan dengan menerima kehadiran penulis setiap saat disertai kesabaran, ketelitian, masukan-masukan yang berharga untuk menyelesaikan skripsi ini.
3. Drs. Sutarno, M.T., Dosen Pembimbing yang penuh perhatian dan berkenan memberikan bimbingan dan dapat dihubungi sewaktu-waktu disertai kemudahan dalam memberikan bahan dan menunjukkan sumber-sumber yang relevan membantu penulisan skripsi ini.
4. Drs. Said Sunardiyo, M.T. dan Drs. Yohanes Primadiyono, M.T. sebagai Penguji I dan Penguji II yang telah memberi masukan yang berharga berupa saran, ralat, perbaikan, pertanyaan, komentar, tanggapan, menambah bobot dan kualitas skripsi ini.
5. Semua dosen Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan ilmu dan pengalaman selama menempuh studi.
6. Bapak Muazirun dan bapak Dimiyati selaku narasumber di RSUD Dr. M. Ashari kabupaten Pemalang yang bersedia meluangkan waktu untuk membantu peneliti saat observasi.

7. Bapak Suroso yang bersedia membantu peneliti dalam melakukan pengujian di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang.
8. Kedua orang tua, kakak dan adik ku yang selalu menyayangiku, memberikan nasihat, dan mengiringi langkahku dengan doa.
9. Serta semua pihak yang terkait yang telah membantu baik secara langsung ataupun tidak langsung.

Semoga pahala dan amal semua pihak mendapatkan balasan yang lebih baik. Penulis mengharapkan semoga karya ini dapat bermanfaat dan bisa dikembangkan.

Semarang, 26 Maret 2015

Penulis

Ari Mardiyanto

NIM 5301410034

ABSTRAK

Mardiyanto. Ari. 2015. *Emergensi Energi Listrik pada Kamar Operasi di Rumah Sakit Menggunakan Uninterruptible Power Supplies (UPS)*. Skripsi. Pend. Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Drs. Sutarno, M.T.

Kata kunci: Emergensi Energi Listrik, *Uninterruptible Power Supplies*, Kamar Operasi, Rumah Sakit

Kamar Operasi merupakan bagian dari Rumah Sakit yang tidak terpisahkan. Menurut Undang-Undang No. 44 Tahun 2009 tentang Rumah Sakit pasal 10 ayat (2) menyebutkan bahwa persyaratan minimal bangunan rumah sakit diantaranya adalah harus memiliki ruang atau kamar operasi. Energi listrik PLN menjadi sumber energi listrik utama di kamar operasi. Keberadaan kamar operasi sebagai salah satu ruang darurat di rumah sakit menjadikan energi listrik harus selalu ada dan tersalurkan secara baik, namun hingga kini masih dijumpai adanya gangguan-gangguan berupa pemadaman dari energi listrik PLN. Pemadaman dapat mengganggu tindakan pembedahan di kamar operasi, guna mengatasi gangguan ini maka diperlukan emergensi energi listrik. Pada penelitian ini peneliti mencoba mengaplikasikan *Uninterruptible Power Supplies (UPS)* sebagai emergensi energi listrik pada kamar operasi.

Pada penelitian ini peneliti akan membuat *prototype UPS* yang kemudian diuji dan disimulasikan sebagai emergensi energi listrik pada kamar operasi. Hasil pengujian dibahas berdasarkan kesesuaian keadaan energi listrik pada kamar operasi. Dari hasil pengujian mengenai lama perpindahan energi listrik dari PLN ke UPS 270 milidetik dan dari UPS ke PLN 90 milidetik, frekuensi output UPS sebesar 50Hz dengan hasil gelombang output berbentuk gelombang sinus modifikasi, dan pada kapasitas baterai aki 60Ah lama pemakaian UPS secara kontinyu mencapai 2 jam lebih 18 menit untuk beban 350W. Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan bahwa *Uninterruptible Power Supplies (UPS)* dapat memberikan emergensi energi listrik pada kamar operasi di rumah sakit.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
MOTO DAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 <i>Uninterruptible Power Supplies</i> (UPS)	8
2.2 Catu Daya DC	10
2.2.1 Transformator	11
2.2.2 <i>Rectifier</i> (Penyearah)	12

2.2.3 Filter Penghalus	13
2.2.4 Pengatur Tegangan	15
2.3 Baterai Aki	18
2.3.1 Prinsip Kerja Baterai Aki Secara Umum	19
2.3.2 Jenis Baterai Aki	20
2.3.3 Kontruksi Baterai Aki Kering (<i>Maintenance Free / MF</i>)	22
2.3.4 Pengisian Baterai Aki	24
2.3.5 Pemakaian Baterai Aki	25
2.4 Inverter	26
2.4.1 Prinsip Kerja Inverter	27
2.4.2 Bentuk Gelombang Inverter	28
2.5 Komponen Elektronika Pendukung	29
2.5.1 Relay	29
2.5.2 IC NE555	31
2.5.3 Resistor	33
2.5.3.1 <i>Resistor Tetap</i>	33
2.5.3.2 <i>Resistor Tidak Tetap</i>	33
2.5.4 Dioda LED	34
2.5.5 <i>Push Button</i>	35
2.6 Kerangka Berfikir	37
2.7 Hipotesis (alat atau produk yang akan dihasilkan)	40

BAB III PERANCANGAN DAN PENGUJIAN

3.1 Perencanaan Alat	41
----------------------------	----

3.2	Pembuatan Alat	44
3.3	Hasil Realisasi Alat	49
3.4	Pengujian	51
3.4.1	Variabel Pengujian	51
3.4.2	Instrumen Pengujian	53
3.4.3	Teknik Pengambilan Data	54
3.4.4	Tabel Pengambilan Data	58
3.5	Analisis Data	58

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Hasil Pengujian	60
4.1.1	Lama Pengisian Energi Listrik (<i>charge</i>) UPS	60
4.1.2	Pengujian Gelombang dan Frekuensi Output UPS	64
4.1.3	Pengujian UPS dengan Beban sebagai Emergensi Energi Listrik	65
4.1.3.1	<i>Lama Perpindahan Sumber Listrik PLN ke UPS dan UPS ke PLN</i>	65
4.1.3.2	<i>Lama Pemakaian UPS Secara Kontinyu</i>	68
4.1.4	Hasil Spesifikasi UPS	69
4.2	Pembahasan	71
4.2.1	Pembahasan Lama Pengisian Energi Listrik (<i>Charge</i>) UPS	71
4.2.2	Pembahasan Gelombang dan Frekuensi Output UPS	71
4.2.3	Pembahasan Pengujian UPS dengan Beban	72

4.2.3.1 Pembahasan Lama Perpindahan Sumber Listrik PLN ke UPS dan UPS ke PLN	74
4.2.3.2 Pembahasan Lama Pemakaian UPS Secara Kontinyu	77
BAB V PENUTUP	
5.1 Simpulan	79
5.2 Saran	80
DAFTAR PUSTAKA	82
LAMPIRAN-LAMPIRAN	84

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Diagram blok UPS	9
Gambar 2.2 Diagram blok sebuah catu daya DC	10
Gambar 2.3 (a) Transformator : Simbol	11
Gambar 2.3 (b) Transformator : Bentuk fisik	11
Gambar 2.4 Penyearah jembatan	13
Gambar 2.5 Sebuah kapasitor yang telah disambung	14
Gambar 2.6 Gelombang output DC dari penyearah setelah disambungkan kapasitor	15
Gambar 2.7 Pengaturan tegangan oleh dioda zener	16
Gambar 2.8 Catu daya DC dengan pengatur tegangan IC tiga terminal	17
Gambar 2.9 Bentuk baterai aki di pasaran	18
Gambar 2.10 (a) Proses pengosongan (<i>discharge</i>)	19
Gambar 2.10 (b) Proses pengisian (<i>charge</i>)	19
Gambar 2.11 Kontruksi baterai aki kering	22
Gambar 2.12 Bentuk inverter di pasaran	27
Gambar 2.13 Rangkaian inverter sederhana	28
Gambar 2.14 Macam bentuk gelombang inverter	28
Gambar 2.15 Bagian-bagian kontruksi sebuah relay	30
Gambar 2.16 (a) Simbol kontak-kontak relay SPDT	31
Gambar 2.16 (b) Simbol kontak-kontak relay DPDT	31
Gambar 2.17 Bentuk fisik IC NE555	31
Gambar 2.18 Simbol resistor tetap	33
Gambar 2.19 Simbol trimpot	33
Gambar 2.20 Simbol potensiometer	34
Gambar 2.21 (a) Bentuk fisik LED	34
Gambar 2.21 (b) Simbol LED	34
Gambar 2.22 Simbol <i>push button</i> tipe NO	35
Gambar 2.23 Simbol <i>push button</i> tipe NC	36
Gambar 2.24 Simbol <i>push button</i> tipe NC dan NO	36

Gambar 2.25 Diagram alur penelitian	37
Gambar 3.1 Diagram alur perencanaan alat	41
Gambar 3.2 Rangkaian catu daya DC beserta otomatis charger	45
Gambar 3.3 Pin penghubung catu daya DC	46
Gambar 3.4 Penghubungan dengan baterai aki	47
Gambar 3.5 (a) Inverter Suoer SAA-500A	48
Gambar 3.5 (b) Relay AC MK2P-I	48
Gambar 3.6 Penghubungan inverter dan relay AC	49
Gambar 3.7 (a) Bentuk UPS dari dalam	50
Gambar 3.7 (b) Bentuk UPS dari samping	50
Gambar 3.7 (c) Bentuk UPS dari depan	50
Gambar 3.7 (d) Bentuk UPS dari belakang	50
Gambar 3.8 Penghubungan UPS ke MCB	54
Gambar 3.9 Teknik pengambilan data pengujian lama pengisian energi listrik UPS	54
Gambar 3.10 Teknik pengambilan data gelombang dan frekuensi output UPS	56
Gambar 3.11 Teknik pengambilan data pengujian dengan beban	56
Gambar 4.1 Grafik hubungan antara tegangan baterai aki UPS dengan waktu saat pengisian sampai kondisi penuh	62
Gambar 4.2 Grafik hubungan antara arus pengisian UPS dengan waktu saat pengisian sampai kondisi penuh	63
Gambar 4.3 Grafik perubahan tegangan perpindahan dari PLN menuju ke UPS selama 1 detik	66
Gambar 4.4 Grafik perubahan tegangan perpindahan dari UPS menuju ke PLN selama 1 detik	67
Gambar 4.5 Grafik penurunan tegangan UPS	69
Gambar 4.6 Grafik penurunan tegangan baterai aki UPS	69
Gambar 4.7 Definisi gangguan tegangan menurut IEEE 1159:1995	74

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Fungsi masing-masing PIN (kaki) IC NE555	32
Tabel 3.1 Alat dan Bahan	43
Tabel 3.2 Instrumen pengujian	53
Tabel 4.1 Lama pengisian energi listrik (<i>charge</i>) UPS	61
Tabel 4.2 Persentase muatan baterai aki UPS yang terisi dalam per jam selama pengisian	62
Tabel 4.3 Gelombang output UPS	64
Tabel 4.4 Frekuensi output UPS	64
Tabel 4.5 Lama perpindahan PLN ke UPS	66
Tabel 4.6 Lama perpindahan UPS ke PLN	67
Tabel 4.7 Lama pemakaian UPS secara kontinyu	68
Tabel 4.8 Spesifikasi UPS yang telah dirancang	70
Tabel 4.9 Spesifikasi inverter Suoer SAA-500A	73

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Tabel Pengambilan Data
- Lampiran 2. Data Pengujian
- Lampiran 3. Foto – foto Dokumentasi Penelitian
- Lampiran 4. Surat penelitian di Laboratorium Teknik Elektro UNNES
- Lampiran 5. Surat izin observasi di RSUD Dr. M. Ashari Pemalang
- Lampiran 6. Hasil observasi di RSUD Dr. M. Ashari Pemalang
- Lampiran 7. Hasil wawancara dengan narasumber tentang *prototype* UPS peneliti
- Lampiran 8. Surat Usulan Pembimbing
- Lampiran 9. Surat Tugas Pembimbing
- Lampiran 10. Surat Tugas Panitia Ujian Sarjana

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kamar Operasi merupakan bagian dari Rumah Sakit yang tidak terpisahkan. Menurut Undang-Undang No. 44 Tahun 2009 tentang Rumah Sakit pasal 10 ayat (2) menyebutkan bahwa persyaratan minimal bangunan rumah sakit diantaranya adalah harus memiliki ruang atau kamar operasi. Kamar operasi umumnya terdapat dalam satu gedung besar yang dinamakan Instalasi Bedah Sentral (IBS). Fungsi kamar operasi memberikan pelayanan sarana dan prasarana dalam tindakan pembedahan terhadap pasien di rumah sakit. Pada observasi peneliti di RSUD Dr. M. Ashari kabupaten Pematang Jaya tanggal 17 Mei 2014 menyatakan bahwa kamar operasi beroperasi selama 24 jam. Terdapat beberapa peralatan yang harus ada dalam menunjang kamar operasi. Peralatan tersebut meliputi lampu operasi, mesin anestesi dan ventilator, monitor, *X-ray film viewer*, dan *suction pump*. Peralatan-peralatan medis tersebut sangat sensitif karena harus bekerja menggunakan energi listrik. Pada setiap tindakan pembedahan, peralatan-peralatan tersebut harus selalu siap bekerja, sehingga energi listrik harus selalu ada pada kamar operasi supaya setiap tindakan pembedahan dapat berjalan dengan baik.

Kebutuhan energi listrik di kamar operasi disuplai oleh PT. PLN (Persero). Energi listrik dari Perusahaan Listrik Negara tersebut menjadi

sumber energi listrik utama di kamar operasi. Keberadaan kamar operasi sebagai salah satu ruang darurat di rumah sakit menjadikan energi listrik harus selalu ada dan tersalurkan secara baik, namun hingga kini masih dijumpai adanya gangguan-gangguan berupa pemadaman energi listrik dari pendistribusian listrik PT. PLN (Persero). Berdasarkan observasi peneliti di RSUD Dr. M. Ashari kabupaten Pemalang pada tanggal 30 Mei 2014, pemadaman yang terjadi pada bulan September – November 2013 terjadi 6 kali pemadaman. Sedangkan dari bulan Desember 2013 – Mei 2014 terjadi 2 kali pemadaman. Dari keseluruhan rata-rata lama pemadaman mencapai 2 jam. Pemadaman seperti ini dapat mengganggu tindakan pembedahan, guna mengatasi gangguan ini maka diperlukan emergensi energi listrik. Sampai saat ini Generator Set atau dikenal Genset menjadi emergensi energi listrik yang ada di RSUD Dr. M. Ashari kabupaten Pemalang.

Genset adalah mesin yang dapat mengubah tenaga mekanis menjadi tenaga listrik melalui proses induksi elektromagnetik. Genset bisa membangkitkan energi listrik dengan variasi daya yang dibutuhkan. Di setiap rumah sakit, genset digunakan sebagai emergensi energi listrik yang menjadikan energi listrik tetap tersalurkan disaat terjadi gangguan pemadaman. Tetapi disamping keunggulan yang dimiliki, genset juga memiliki beberapa permasalahan. Permasalahan tersebut adalah genset tidaklah ramah lingkungan, dalam pengoperasiannya genset menimbulkan kebisingan. Pada genset terdapat mesin diesel yang tergolong dalam mesin

pembakaran dalam (id.wikipedia.org/wiki/Mesin_pembakaran_dalam). Asap serta gas buang dari mesin pembakaran dalam ini mengandung gas CO (karbon monoksida), CO₂ (karbon dioksida), dan senyawa NO_x (nitrogen oksida) yang berupa NO (nitrogen monoksida) dan NO₂ (nitrogen dioksida) (id.wikipedia.org/wiki/Emisi_gas_buang). Gas-gas beracun tersebut merupakan sumber polusi udara yang menimbulkan dampak tersendiri bagi lingkungan sekaligus manusia. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka diperlukan emergensi energi listrik lain yang penggunaannya relatif aman, tidak bising, dan tidak mengeluarkan asap serta gas buang.

Pada kali ini peneliti mencoba mengaplikasi *Uninterruptible Power Supplies* atau disingkat UPS sebagai emergensi energi listrik pada kamar operasi. Pada aplikasi sehari-hari penggunaan UPS digunakan sebagai emergensi energi listrik pada seperangkat komputer. Berdasarkan aplikasi tersebut UPS akan dikembangkan penggunaannya dalam mengatasi gangguan energi listrik di kamar operasi. Keunggulan dari UPS yaitu dapat menghasilkan energi listrik yang relatif aman serta tidak memakai bahan bakar sehingga tidak mengeluarkan asap dan gas buang. Selain hal itu, tingkat kebisingan dari UPS lebih rendah dibanding dengan genset. Berdasarkan hal tersebut, peneliti akan meneliti tingkat kelayakan dari UPS sebagai emergensi energi listrik pada kamar operasi. Melihat cara kerja dan objek penelitian yang dituju, maka peneliti mengambil judul

“Emergensi Energi Listrik pada Kamar Operasi di Rumah Sakit Menggunakan Uninterruptible Power Supplies (UPS)”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan diatas, maka dalam skripsi ini masalah yang dirumuskan adalah : Apakah *Uninterruptible Power Supplies (UPS)* dapat memberikan emergensi energi listrik pada kamar operasi di rumah sakit ?

1.3 Batasan Masalah

Sebelum menuju kedalam pembatasan masalah, peneliti menyediakan data mengenai kamar operasi berdasarkan observasi di RSUD Dr. M. Ashari kabupaten Pematang tanggal 30 Mei 2014. Kamar operasi terdapat di dalam gedung yang bernama Instalasi Bedah Sentral (IBS). Listrik input IBS menggunakan listrik 3 fasa, namun penggunaannya untuk kamar operasi menggunakan listrik 1 fasa. Peralatan listrik serta peralatan medis yang menunjang tindakan pembedahan di kamar operasi juga menggunakan listrik 1 fasa dengan daya total 3747W.

Berdasarkan data tersebut, peneliti mencantumkan beberapa pembatasan masalah supaya penelitian dapat fokus. Batasan permasalahan dalam skripsi ini adalah :

1. Peneliti akan merancang UPS dengan keluaran listrik 1 fasa.
2. UPS yang dirancang hanya berbentuk *prototype* dengan perencanaan daya keluaran sebesar 500W atau 13,3% dari daya total sebesar

3747W pada salah satu kamar operasi di RSUD Dr. M. Ashari kabupaten Pemalang.

3. Objek pengambilan data sekunder hanya diambil di salah satu kamar operasi RSUD Dr. M. Ashari kabupaten Pemalang.
4. Komponen utama penyusunan UPS yang akan dirancang pada penelitian ini meliputi rangkaian catu daya, baterai aki, dan inverter.
5. Pengujian *prototype* berbentuk simulasi saat terjadi gangguan listrik PLN berupa pemadaman dan bertujuan hanya untuk mengetahui kelayakan UPS sebagai emergensi energi listrik di kamar operasi.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, dapat diketahui tujuan dari penelitian ini yaitu : Mengetahui apakah penggunaan *Uninterruptible Power Supplies* (UPS) sebagai emergensi energi listrik dapat mengatasi gangguan-gangguan energi listrik pada kamar operasi di rumah sakit ?

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu :

1. Bagi Peneliti

Sebagai sarana belajar untuk mengintegrasikan pengetahuan dan keterampilan dengan pembuatan alat *prototype* emergensi energi listrik berupa *Uninterruptible Power Supplies* (UPS) sehingga dapat diteliti kelayakannya apakah bisa mengatasi gangguan-gangguan energi listrik pada kamar operasi.

2. Bagi Mahasiswa atau Calon Peneliti

Sebagai sumber informasi dan referensi dalam pengembangan penelitian yang akan dipilih dan menumbuhkan budaya meneliti supaya tercipta inovasi-inovasi dalam penelitian.

3. Bagi Akademis

Bagi perguruan tinggi, hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dokumen akademik yang berguna untuk dijadikan acuan bagi sivitas akademika.

4. Bagi Instansi Rumah Sakit

Memberikan masukan dan informasi kepada instansi rumah sakit untuk mengembangkan sarana dan prasarana khususnya dalam energi listrik sebagai upaya meningkatkan pelayanan kesehatan bagi para pasien.

1.6 Sistematika Penulisan

Secara garis besar penulisan skripsi ini dibagi menjadi 3 bagian yaitu bagian awal, isi, dan bagian akhir. Bagian awal skripsi terdiri dari judul, lembar pernyataan, pengesahan, persembahan, motto, kata pengantar, abstrak, dan daftar isi serta daftar gambar, daftar tabel dan daftar lampiran.

Bagian isi skripsi disajikan dalam lima bab dengan beberapa sub bab pada tiap babnya.

Bab 1 Pendahuluan bertujuan mengantarkan pembaca untuk memahami terlebih dahulu gambaran mengenai latar belakang masalah,

rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan skripsi.

Bab 2 Landasan Teori mengemukakan tentang landasan teori yang mendukung dalam pelaksanaan penelitian, kerangka berfikir dan hipotesis (alat atau produk yang akan dihasilkan).

Bab 3 Perancangan dan Pengujian berisi tentang urutan cara perancangan alat dan pengujian yang meliputi perencanaan alat, pembuatan alat, hasil realisasi alat, variabel pengujian, instrumen pengujian, teknik pengambilan data, tabel pengambilan data, dan analisis data.

Bab 4 Hasil dan Pembahasan berisi tentang data hasil pengujian dianalisis sesuai dengan analisis data yang telah ditentukan dan selanjutnya dilakukan pembahasan terhadap hasil pengujian tersebut.

Bab 5 Penutup berisikan simpulan dari hasil pengujian dan saran-saran yang relevan dengan penelitian yang telah dilaksanakan.

Bagian akhir skripsi berisikan daftar pustaka dan lampiran-lampiran. Daftar pustaka berisi semua daftar kepustakaan yang telah digunakan dalam pembuatan skripsi. Lampiran dapat berisi gambar, tabel, data pengujian, dan hasil analisis yang merupakan bagian dari isi yang dipisahkan.

BAB II

LANDASAN TEORI

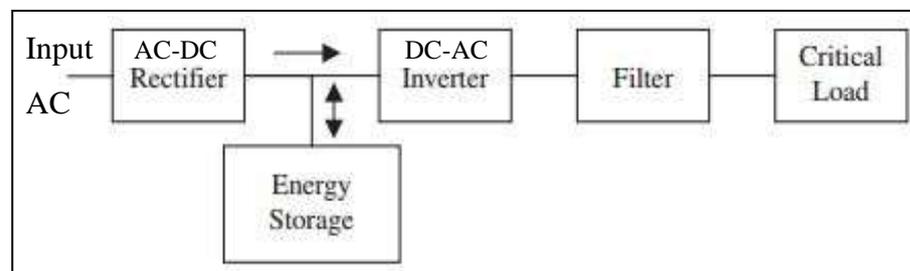
2.1 *Uninterruptible Power Supplies (UPS)*

Penyimpangan daya seperti adanya gangguan listrik dapat menyebabkan dampak yang parah pada beban yang sensitif atau penting dalam sistem kelistrikan. Sistem *Uninterruptible power supplies* atau disingkat UPS dapat diandalkan dalam mengalirkan daya ke beban yang sensitif tanpa terputus dan memiliki kualitas daya yang tinggi sehingga dampak tersebut dapat dikurangi.

Selama gangguan listrik terjadi, UPS menyediakan daya cadangan menjaga sistem peralatan listrik pada beban untuk tetap berjalan dalam waktu yang cukup lama, sehingga sistem peralatan listrik pada beban tersebut dapat dimatikan secara normal. Sistem UPS secara khusus diperlukan di tempat – tempat di mana energi listrik sering terjadi pemadaman (Adel Nasiri, 2011: 627).

Menurut Ned Mohan (2012: 184) “*Uninterruptible power supplies (UPS) are used to provide power to critical loads in industry, business, and medical facilities to which power should be available continuously, even during momentary utility power outages*”. *Uninterruptible power supplies* (UPS) digunakan untuk memberikan energi listrik pada beban kritis/penting dalam industri, bisnis, dan fasilitas medis di mana daya harus tersedia terus menerus, bahkan saat selama pemadaman listrik.

Ned Mohan (2012: 185) menggambarkan diagram blok dari sebuah sistem UPS sebagai berikut :



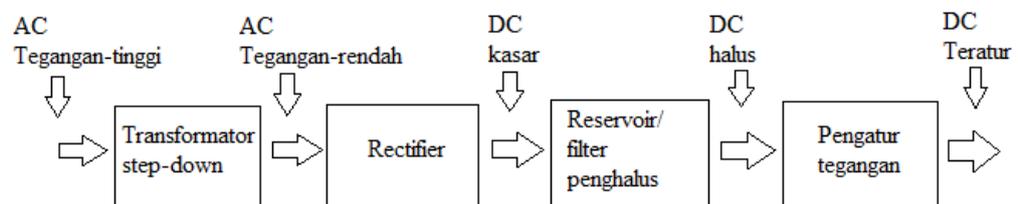
Gambar 2.1 Diagram blok UPS
(Ned Mohan, 2012:185)

Dalam UPS, sarana penyimpanan energi (*Energy Storage*), umumnya adalah baterai. Terdapat dua pengubah tegangan, yaitu penyearah (*Rectifier*) dan Inverter. Penyearah (*Rectifier*) merupakan pengubah tegangan masukan AC menjadi tegangan DC yang umumnya dapat menggunakan rangkaian catu daya DC. Catu daya DC tersebut bertugas mengisi energi listrik ke dalam baterai (*Energy Storage*). Sedangkan Inverter, memberikan fungsi menghasilkan tegangan keluaran berupa tegangan AC dari masukan sumber tegangan DC yang dihasilkan oleh baterai untuk penggunaan kebutuhan beban (*Critical Load*). Blok filter diperlukan jika beban merupakan motor induksi AC. Saat pemadaman listrik terjadi, energi listrik yang tersimpan dari baterai (*Energy Storage*) memberikan energi ke beban (*Critical Load*) secara terus menerus sampai energi dari baterai melemah. Tingkat lama penggunaan UPS dalam mensuplai energi ke beban tergantung dari ukuran kapasitas baterai yang digunakan.

2.2 Catu Daya DC

Catu daya DC merupakan perangkat elektronika yang berfungsi menurunkan dan mengubah tegangan AC (*Alternating Current*) menjadi tegangan DC (*Dirrect Current*) teratur yang dapat digunakan sebagai sumber tenaga dari peralatan elektronika.

Mike Tooley (2003: 107) menggambarkan diagram blok dari sebuah catu daya DC sebagai berikut :



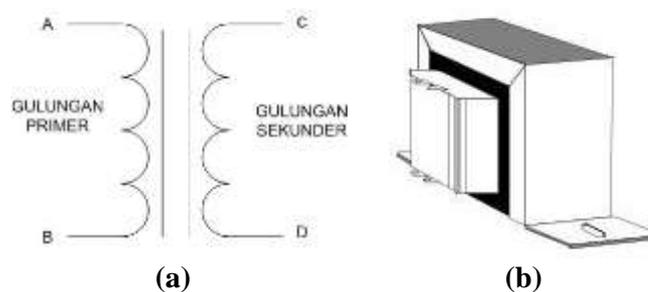
Gambar 2.2 Diagram blok sebuah catu daya DC
(Mike Tooley, 2003:107)

Sumber masukan catu daya DC memiliki tegangan yang relatif tinggi, digunakanlah sebuah *transformator step-down* dengan rasio lilitan yang sesuai untuk mengkonversi ke tegangan rendah. Keluaran AC dari sisi sekunder transformator kemudian disearahkan dengan menggunakan dioda-dioda penyearah (*rectifier*), menghasilkan output DC yang masih kasar (DC berdenyut). Output ini kemudian dihaluskan dan kemudian difilter sebelum disalurkan ke sebuah rangkaian yang akan mengatur/menstabilkan tegangan agar output ini tetap berada dalam keadaan yang relatif konstan dan teratur.

2.2.1 Transformator

Menurut Sutrisno (1986:65), pada dasarnya transformator merupakan suatu komponen pasif dengan empat ujung. Sepasang ujung disebut primer dan pasangan ujung yang lain disebut sekunder. Dalam kata lain transformator adalah komponen pasif yang berfungsi sebagai penurun (*step-down*) atau penaik (*step-up*) pada tegangan bolak-balik AC (*alternating current*).

Transformator digunakan untuk mengubah tegangan bolak-balik pada primer menjadi tegangan bolak-balik pada sekunder dengan menggunakan fluks magnetik. Transformator juga digunakan untuk transformasi atau pengubah impedansi.



Gambar 2.3 Transformator: (a) Simbol, (b) Bentuk Fisik

Dalam skripsi ini transformator yang digunakan adalah transformator penurun tegangan (*step-down*). Transformator ini digunakan sebagai catu daya DC pada tegangan 220 V AC menjadi catu daya DC yang dibutuhkan oleh komponen elektronik misalnya 6 volt, 9 volt, 12 volt, 15 volt sesuai dengan kebutuhan komponen.

2.2.2 *Rectifier* (Penyearah)

Dioda-dioda semikonduktor biasanya digunakan untuk mengkonversi arus bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC), di mana dalam kasus ini rangkaian dioda-dioda ini disebut sebagai penyearah atau *rectifier*. (Mike Tooley, 2003: 108)

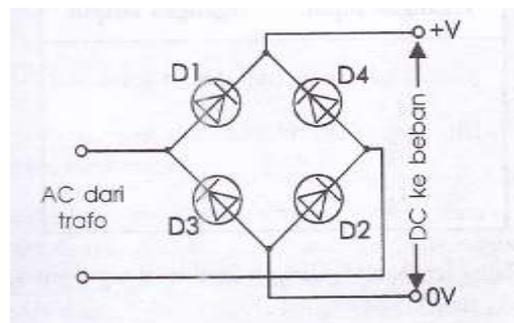
Menurut Mahesh M. Swamy (2002: 155) “*Rectifiers are electronic circuits that convert bidirectional voltage to unidirectional voltage*”. Rectifiers atau penyearah adalah perangkat elektronik yang mengkonversi tegangan dua-arah atau bolak-balik (AC) menjadi tegangan searah (DC).

Berdasarkan hal tersebut, dioda semikonduktor merupakan perangkat elektronik yang disebut sebagai penyearah atau *rectifier* yang berfungsi mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC. Dioda semikonduktor dapat disebut pula sebagai dioda penyearah (*diode rectifiers*).

Dioda penyearah dalam membentuk suatu penyearah dapat diklasifikasikan sesuai aplikasi dan desainnya yaitu penyearah satu fasa (*single-phase rectifier circuits*), penyearah tiga fasa (*threephase rectifier circuits*), penyearah poli fasa (*poly-phase rectifier circuits*), dan penyearah frekuensi tinggi (*high-frequency rectifier circuits*). Penyearah satu fasa dapat dibagi lagi berdasarkan gelombang keluarannya yaitu penyearah setengah gelombang (*half-wave rectifiers*) dan penyearah gelombang penuh (*full-wave rectifiers*). Penyearah gelombang penuh dapat dibagi lagi menjadi 2 jenis yaitu penyearah gelombang penuh dengan trafo center tap

(*full-wave rectifiers with center-tapped transformer*) dan penyearah jembatan (*bridge rectifiers*) (Yim-Shu Lee dan Martin H. L. Chow, 2011: 149).

Gambar 2.4 dibawah ini merupakan rangkaian penyearah jembatan (*bridge rectifiers*).



Gambar 2.4 Penyearah jembatan
(Owen Bishop, 2004:58)

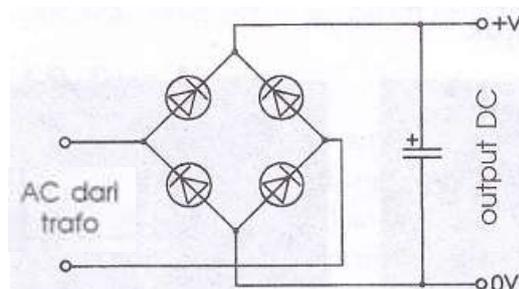
Penyearah jembatan tersusun atas empat buah dioda. Penyearah jembatan memiliki kelebihan pada tiap – tiap setengah-siklus yang bergantian yaitu saat setengah-siklus positif dan setengah-siklus negatif. Pada tiap – tiap setengah-siklus tersebut penyearah jembatan akan tetap menghantarkan arus.

2.2.3 Filter Penghalus

Menurut Yim-Shu Lee dan Martin H. L. Chow (2011: 149) “*Filters are commonly employed in rectifier circuits for smoothing out the dc output voltage of the load. They are classified as inductor-input dc filters and capacitor-input dc filters*”. Filter biasanya digunakan dalam sirkuit penyearah untuk menghaluskan output tegangan DC sebelum ke beban.

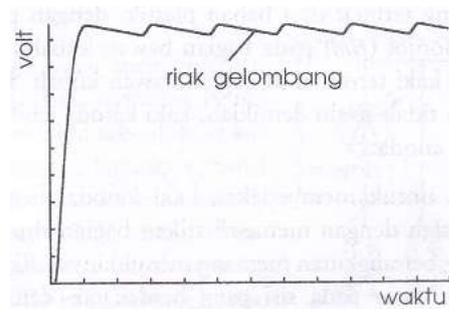
Komponen filter diklasifikasikan menjadi filter induktor dan filter kapasitor.

Owen Bishop (2004: 59) menyatakan output DC yang dihasilkan oleh sebuah rangkaian penyearah, dengan bentuk gelombang yang naik-turun (*pulsing*), tidak dapat digunakan untuk mencatu rangkaian-rangkaian listrik sebelum diratakan. Proses perataan gelombang ini dilaksanakan dengan cara menyambungkan sebuah kapasitor bernilai besar ke output DC dari penyearah tersebut.



Gambar 2.5 Sebuah kapasitor yang telah disambung
(Owen Bishop, 2004:59)

Kapasitor yang digunakan biasanya adalah kapasitor elektrolisis aluminium dan memiliki nilai kapasitansi sebesar 1000 mF atau lebih. Pulsa-pulsa DC yang dihasilkan secara terus menerus akan segera mengisi muatan kapasitor hingga mencapai tegangan puncak. Ketika beban menarik arus dari rangkaian, tegangan pada kapasitor sedikit demi sedikit jatuh dari level puncak, namun tegangan akan segera dikembalikan ke level puncak oleh pulsa berikutnya. Hasilnya adalah sebuah gelombang DC dengan sedikit riak gelombang (*ripple*).

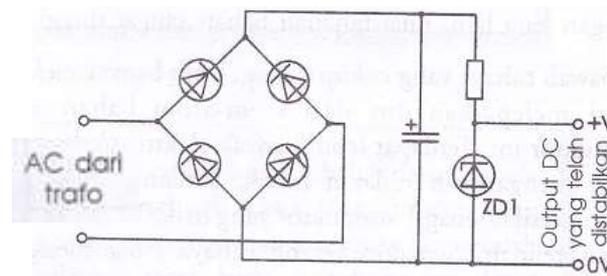


Gambar 2.6 Gelombang output DC dari penyearah setelah disambungkan kapasitor (Owen Bishop, 2004:59)

2.2.4 Pengatur Tegangan

Komponen terakhir dari sebuah catu daya DC adalah komponen pengatur tegangan (*Regulator*). Beban yang menggunakan catu daya, sebagian besar membutuhkan tegangan yang tetap, contohnya pengisian baterai aki (*accumulator*). Oleh karena itu digunakan pengatur tegangan, agar output DC dari penyearah yang sudah diratakan oleh kapasitor menghasilkan output tegangan yang tetap atau konstan.

Dioda Zener digunakan untuk mengatur tegangan output yang dihasilkan oleh sebuah catu daya. Rangkaian pada Gambar 2.7 memiliki bagian penyearah sekaligus mampu meratakan output DC yang dihasilkan, diikuti oleh bagian stabilisator tegangan yang terdiri dari sebuah dioda Zener. Dioda Zener yang digunakan memiliki tegangan Zener yang sama besarnya dengan tegangan output yang diinginkan (Owen Bishop, 2004: 63).



Gambar 2.7 Pengaturan tegangan oleh Dioda Zener
(Owen Bishop, 2004: 63)

Suatu penyearah dengan pengatur tegangan, mempunyai tegangan keluaran yang tetap jika diberi arus beban dalam batas tertentu. Tanpa pengaturan, penurunan tegangan keluaran oleh arus beban dapat terjadi karena penyearah mempunyai hambatan-dalam (impedansi) yang terdiri dari hambatan gulungan transformator dan hambatan-dalam arus dioda. Pada arus beban yang besar terjadi jatuh tegangan pada hambatan-dalam ini, sehingga tegangan keluaran berkurang. Pengatur tegangan dapat dibuat dengan menggunakan dioda Zener (Sutrisno, 1986: 113-114).

Sedangkan untuk pengontrolan/pengaturan tegangan dengan tingkat yang lebih tinggi, dapat menggunakan piranti *regulator* IC tiga-terminal. IC tiga-terminal yang paling populer adalah seri 78xx. Dua digit terakhir mengindikasikan tegangan teregulasi yang dihasilkan. Sebagai contoh IC 7805, menghasilkan +5V (Owen Bishop, 2004: 181).

Terminal – terminal sambungan untuk IC seri 78xx adalah :

- Input

Input ini berasal dari sebuah trafo yang diikuti sebuah penyearah dan kapasitor perata gelombang. Tegangan catu yang digunakan

harus memiliki selisih 2,5V hingga 6V lebih tinggi dari tegangan teregulasi/teratur yang dibutuhkan.

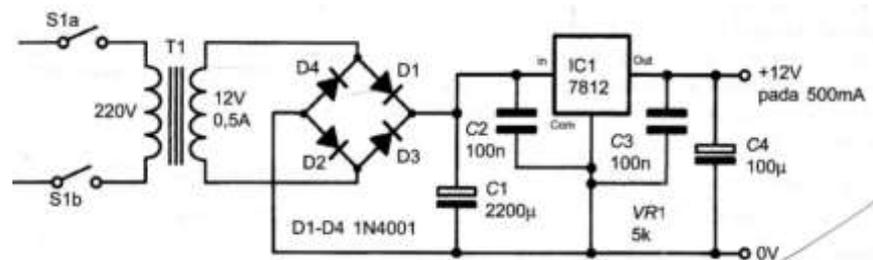
- Common

Jalur catu 0V untuk input dan output.

- Output

Menghasilkan tegangan output teregulasi/teratur.

Mike Tooley (2003: 116) menggambarkan rangkaian catu daya DC praktis memakai IC 7812 sebagai pengatur tegangan adalah sebagai berikut :



Gambar 2.8 Catu daya dengan pengatur tegangan IC tiga terminal (Mike Tooley, 2003:116)

Gambar 2.8 diatas memperlihatkan sebuah catu daya DC yang berbasis sebuah pengatur tegangan rangkaian terpadu IC tiga terminal. Perangkat ini tersedia pada rating tegangan dan arus standar (misal 5V, 12V, 15V pada 1A, 2A, dan 5A) dan memberikan kinerja yang sangat baik dalam hal resistansi output, penghilang riak, dan pengaturan tegangan. Sebagai tambahan, perangkat semacam ini biasanya menyertakan proteksi arus lebih dan dapat bertahan terhadap arus hubung singkat yang tersambung langsung kepada terminal-terminal outputnya. Hal ini merupakan fitur yang sangat penting dalam banyak aplikasi praktis.

2.3 Baterai Aki

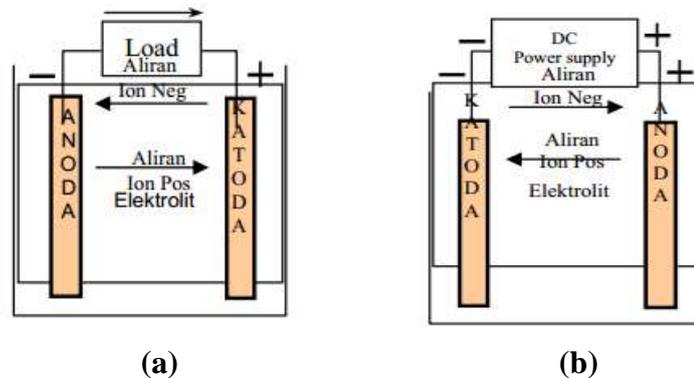
Baterai aki atau bisa disebut dengan aki adalah sebuah alat yang dapat menyimpan energi (umumnya energi listrik) dalam bentuk energi kimia. Fungsi Aki adalah sebagai alat untuk menghimpun tenaga listrik (dipakai pada mesin mobil dsb), penghasil dan penyimpan daya listrik hasil reaksi kimia, dan peranti untuk mengubah tenaga listrik menjadi tenaga kimia atau sebaliknya.

Menurut Aslimeri (2008: 37) Baterai aki atau *accumulator* adalah sebuah sel listrik dimana didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang *reversibel* (dapat berbalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud dengan proses elektrokimia reversibel, adalah didalam baterai dapat berlangsung proses perubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan), dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia, pengisian kembali dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda yang dipakai, yaitu dengan melewati arus listrik dalam arah (polaritas) yang berlawanan didalam sel.



Gambar 2.9 Bentuk baterai aki di pasaran

2.3.1 Prinsip Kerja Baterai Aki Secara Umum



Gambar 2.10 (a) Proses pengosongan (*discharge*)
 (b) Proses pengisian (*charge*)
 (Aslimeri.dkk, 2008:37)

- a. Proses *discharge* pada sel berlangsung menurut skema Gambar 2.10(a). Bila sel dihubungkan dengan beban, maka elektron mengalir dari anoda melalui beban ke katoda, kemudian ion-ion negatif mengalir ke anoda dan ion-ion positif mengalir ke katoda.
- b. Pada proses pengisian menurut skema Gambar 2.10(b), adalah bila sel dihubungkan dengan catu daya maka elektroda positif menjadi anoda dan elektroda negative menjadi katoda dan proses kimia yang terjadi adalah sebagai berikut :
 1. Aliran elektron menjadi terbalik, mengalir dari anoda melalui power suplai ke katoda.
 2. Ion-ion negatif mengalir dari katoda ke anoda.
 3. Ion-ion positif mengalir dari anoda ke katoda.

Jadi reaksi kimia pada saat pengisian (*charging*) adalah kebalikan dari saat pengosongan (*discharging*) (Aslimeri.dkk, 2008: 37-38).

2.3.2 Jenis Baterai Aki

Baterai aki terdiri dari beragam jenis :

a. Aki basah

Hingga saat ini aki yang populer digunakan adalah aki model basah yang berisi cairan asam sulfat (H_2SO_4). Ciri utamanya memiliki lubang dengan penutup yang berfungsi untuk menambah air aki saat kekurangan akibat penguapan saat terjadi reaksi kimia antara sel dan air aki. Sel-selnya menggunakan bahan timbal (Pb). Kelemahan aki jenis ini adalah pemilik harus rajin memeriksa ketinggian level air aki secara rutin. Cairannya bersifat sangat korosif. Uap air aki mengandung hidrogen yang cukup rentan terbakar dan meledak jika terkena percikan api. Memiliki sifat *self-discharge* paling besar dibanding aki lain sehingga harus dilakukan penyetruman ulang saat ia didiamkan terlalu lama.

b. *Accumulator Hybrid*

Pada dasarnya aki *hybrid* tak jauh berbeda dengan aki basah. Bedanya terdapat pada material komponen sel aki. Pada aki *hybrid* selnya menggunakan *low-antimonial* pada sel positif (+) dan kalsium pada sel negatif (-). Aki jenis ini memiliki performa dan sifat *self-discharge* yang lebih baik dari aki basah konvensional.

c. *Accumulator Calcium*

Kedua selnya, baik positif (+) maupun negatif (-) menggunakan material kalsium. Aki jenis ini memiliki kemampuan lebih baik dibanding aki hybrid. Tingkat penguapannya pun lebih kecil dibanding aki basah konvensional.

d. Aki Bebas Perawatan (*Maintenance Free / MF*)

Aki bebas perawatan atau aki MF atau aki kering, Aki jenis ini dikemas dalam desain khusus yang mampu menekan tingkat penguapan air aki. Uap aki yang terbentuk akan mengalami kondensasi sehingga dan kembali menjadi air murni yang menjaga level air aki selalu pada kondisi ideal sehingga tak lagi diperlukan pengisian air aki. Aki jenis ini biasanya terbuat dari basis jenis aki *hybrid* maupun aki kalsium.

Tetapi pada umumnya aki bisa dipilah hanya menjadi tiga jenis. Pertama, aki konvensional atau dikenal dengan istilah aki basah yang memerlukan penambahan air atau elektrolit yang relatif lebih sering. Kedua aki *hybrid* yang tergolong *low maintenance*. Jenis aki ini perawatannya dianggap lebih mudah karena penambahan air aki cukup antara tiga hingga beberapa bulan sekali. Dan ketiga, aki jenis MF atau *maintenance free* yang tidak perlu penambahan air aki sama sekali.

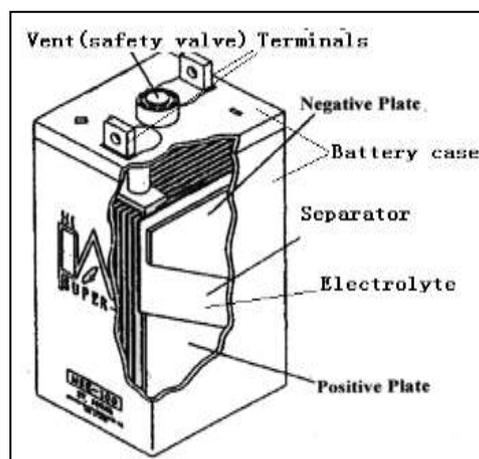
Perbedaan utama dari teknologi ketiga jenis aki tersebut terletak pada intensitas penguapan cairan di dalam aki. Sementara besar-kecilnya penguapan, sangat ditentukan kandungan bahan kimia. Singkatnya,

persentase kandungan antara timbal (Pb) dan kalsium (Ca), inilah yang membedakan jenis aki konvensional, hybrid maupun MF. Penambahan Ca menghasilkan penguapan pada aki dapat ditekan sekecil mungkin. Kalsium memegang peranan penting untuk mengurangi terjadinya penguapan elektrolit secara berlebihan. Perbedaan teknologi dan komposisi itu pula yang menjadikan harga ketiga jenis aki tersebut berbeda. Tipe MF memiliki harga paling mahal dibandingkan jenis lainnya.

Pada teknologi aki konvensional, rata-rata setiap sel positif dan negatif memiliki kandungan timbal (Pb) sebanyak 2,5%. Untuk *hibryd*, kandungan Pb berkurang menjadi 1,7% di sel positifnya. Sedangkan sel negatifnya 1,7% tetapi telah dicampur dengan Ca. Khusus aki MF, kandungan Pb sel positifnya tetap 1,7%, namun sel negatifnya tidak mengandung Pb karena telah digantikan oleh Ca sebanyak 1,7%.

Berdasarkan penjelasan – penjelasan diatas, pada penelitian kali ini peneliti menggunakan aki MF pada UPS.

2.3.3 Kontruksi Baterai Aki Kering (*Maintenance Free / MF*)



Gambar 2.11 Kontruksi baterai aki kering (*Maintenance Free / MF*)
(<http://www.opc3.co.il/OPC//userdata/SendFile.asp?>)

a. *Positive plate*

Positive plate atau Plat positif merupakan plat elektroda yang terbingkai kotak timbal-kalsium (PbCa), memegang timbal dioksida (PbO_2) sebagai bahan aktif.

b. *Negative plate*

Negative plate atau plat negatif merupakan plat elektroda yang terbingkai kotak timbal-kalsium (PbCa), memegang timbal (Pb) sebagai bahan aktif.

c. *Electrolyte*

Electrolyte atau larutan elektrolit yang digunakan adalah larutan asam sulfat (H_2SO_4), digunakan sebagai media untuk menghantarkan ion dalam reaksi elektrokimia dalam aki.

d. *Separator*

Separator atau penyekat Penyekat digunakan sebagai pemisah antara elektroda positif dan negatif guna mencegah hubungan arus pendek di antara kedua lempengan tersebut. Penyekat harus mampu menyerap dan tidak menghantarkan arus. Karena elektroda mempunyai sifat yang bias melebur dengan sendirinya, maka penyekat harus tahan lama secara mekanis dan tahan atas asam serta tidak mencair dan mempengaruhi elektroda. Untuk memenuhi kondisi tersebut, diperlukan bahan yang kuat terbuat dari plastik banyak digunakan sebagai penyekat dalam aki.

e. *Vent*

Vent atau ventilasi terdiri dari katup satu arah yang terbuat dari bahan neoprene. Ketika gas yang dihasilkan dalam pengisian yang salah, kerusakan charger atau kelainan lain, katup terbuka untuk melepaskan tekanan yang berlebihan dalam baterai dan menjaga tekanan gas dalam kisaran tertentu (0,07-0,44 bar).

f. *Positive and negative electrode terminals*

Merupakan kotak terminal dalam aki yaitu terminal negatif dan terminal positif, biasanya kotak terminal ini terbuat dari timah.

g. *Battery case*

Battery case atau kemasan aki terbuat dari plastik, aki 12V berisi 6 sel didalamnya.

2.3.4 Pengisian Baterai Aki

Ada 3 metode pengisian baterai aki :

- a. Pengisian perawatan (*maintenance charging*) digunakan untuk mengimbangi kehilangan isi (*self discharge*), dilakukan dengan arus rendah sebesar 1/1000 dari kapasitas baterai aki. Ini biasa dilakukan pada baterai aki tak terpakai untuk melawan proses penyulfatan. Bila baterai aki memiliki kapasitas 45Ah maka besarnya arus pengisian perawatan adalah 45mA.
- b. Pengisian lambat (*slow charging*) adalah suatu pengisian yang lebih normal. Arus pengisian harus sebesar 1/10 dari kapasitas baterai aki. Bila baterai aki memiliki kapasitas 45Ah maka

besarnya arus pengisian lambat adalah 4,5A. Waktu pengisian ini bergantung pada kapasitas baterai aki, keadaan baterai pada permulaan pengisian, dan besarnya arus pengisian.

- c. Pengisian cepat (*fast charging*) dilakukan pada arus yang lebih besar yaitu mencapai 60 – 100A pada waktu yang singkat kira-kira 1 jam dimana baterai aki akan terisi sebesar tiga per empatnya. Fungsi pengisian cepat adalah memberikan suatu pengisian yang memungkinkannya baterai aki dapat mensuplai motor yang selanjutnya generator memberikan pengisian ke baterai aki.

Secara umum lama pengisian baterai aki dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$Ta = \frac{C}{I}$$

Keterangan :

Ta = Lamanya pengisian arus (*hour*)

C = Besarnya kapasitas baterai aki (*Ah / Amperehour*)

I = Besarnya arus pengisian ke baterai aki (*Ampere*)

2.3.5 Pemakaian Baterai Aki

Apabila dua terminal sel timah penyimpan dihubungkan satu sama lain melalui sebuah beban listrik (misalkan lampu), elektron mengalir dari elektrode negatif melalui beban kemudian ke elektrode positif karena perbedaan potensial antar terminal.

Secara umum lama pemakaian baterai aki dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$Tu = \frac{Vi \times Ii}{P}$$

Keterangan :

Tu = Lama pemakaian baterai aki (*hour*)

Vi = Tegangan baterai aki (Volt)

Ii = Besarnya arus dalam satu jam (Ampere)

P = Besarnya daya beban yang dipakai (Watt)

Misal, baterai aki 12V 75Ah. Secara sederhana berarti baterai aki ini mampu memberikan kuat arus sebesar 75 Ampere dalam satu jam, artinya memberikan daya rata-rata sebesar 900 Watt dan dapat menyuplai alat berdaya 900 Watt selama satu jam atau alat berdaya 90 Watt selama 10 jam (Watt = Voltase x Ampere = 12V x 75A).

2.4 Inverter

Inverter adalah rangkaian listrik yang digunakan untuk mengubah tegangan searah (DC) menjadi tegangan bolak-balik (AC) (A.E. Fitzgerald, 1985: 394).

Inverter sebagai pengubah DC ke AC, pada umumnya output yang dikeluarkan berupa satu fasa dan tiga fasa. Terdapat dua jenis inverter. Jenis inverter yang inputnya adalah sumber tegangan DC dikenal sebagai inverter VSI (*voltage-source inverters*), sedangkan jenis inverter yang inputnya adalah sumber arus DC dikenal sebagai inverter CSI (*current-source inverters*). Pada prakteknya, inverter yang lebih sering digunakan

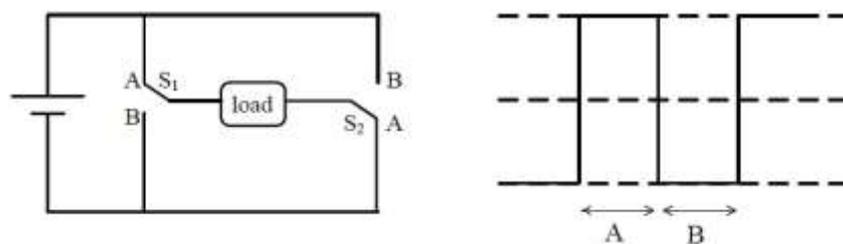
adalah VSI, sedangkan CSI penggunaannya terbatas pada kontrol motor AC dengan daya yang sangat besar (Attila Karpati, 2002: 200).



Gambar 2.12 Bentuk inverter di pasaran

2.4.1 Prinsip Kerja Inverter

Prinsip kerja inverter secara sederhana dapat dijelaskan dengan menggunakan saklar mekanik, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.13 dibawah ini.

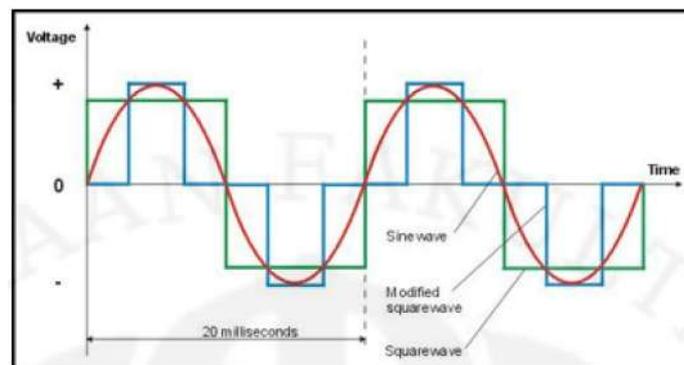


Gambar 2.13 Rangkaian inverter sederhana

Bila kedudukan S1 dan S2 pada A, beban L mendapat tegangan positif, dan sebaliknya jika S1 dan S2 pada B, beban L mendapat tegangan positif dari arah yang berlainan. Dengan demikian jika pemindahan saklar S1 dan S2 secara bergantian akan menghasilkan tegangan bolak-balik, dengan amplitudo ditentukan oleh besarnya sumber, frekuensi ditentukan oleh perpindahan saklar.

Bentuk gelombang tegangan keluaran inverter ideal adalah sinusoidal. Namun dalam prakteknya bentuk gelombang keluaran inverter tidak sinusoidal dan mengandung harmonisa. Seiring dengan dinamika perkembangan teknologi dalam elektronika daya, sering dilakukan penelitian-penelitian untuk memperbaiki kualitas daya yang dihasilkan oleh inverter. Salah satunya adalah dengan menggunakan teknik pensaklaran dengan sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*).

2.4.2 Bentuk Gelombang Inverter



Gambar 2.14 Macam bentuk gelombang inverter

Bentuk gelombang output inverter dapat dibedakan menjadi 3, yaitu :

1. Gelombang kotak (*square wave*)

Beberapa tahun lalu, hanya inverter ini yang tersedia. Namun saat ini sudah sangat jarang ditemukan. Hal ini disebabkan oleh banyaknya peralatan elektronik yang tidak dapat bekerja jika mendapat tegangan input dari inverter dengan bentuk gelombang kotak ini.

2. Gelombang sinus modifikasi (*sine wave modified*)

Bentuk gelombang inverter jenis ini merupakan pilihan masyarakat karena inverter dengan gelombang ini lebih ekonomis dan penggunaannya lebih fleksibel, antara lain peralatan listrik rumah tangga, komputer, dan lain-lain. Namun, bentuk gelombang ini tidak cocok bila digunakan pada alat-alat listrik dengan presisi gelombang sangat tinggi, seperti laser jet, peralatan medis, dan sistem perawatan kesehatan.

3. Gelombang sinus murni (*sine wave*)

Inverter jenis ini memiliki bentuk gelombang keluaran yang paling baik. Bentuk gelombang sinus murni dari inverter ini setara bahkan lebih baik dari kualitas gelombang listrik rumahan yang berasal dari PLN. Penggunaannya sangat cocok untuk diterapkan pada instrumen yang tepat, peralatan medis, dan sistem perawatan kesehatan.

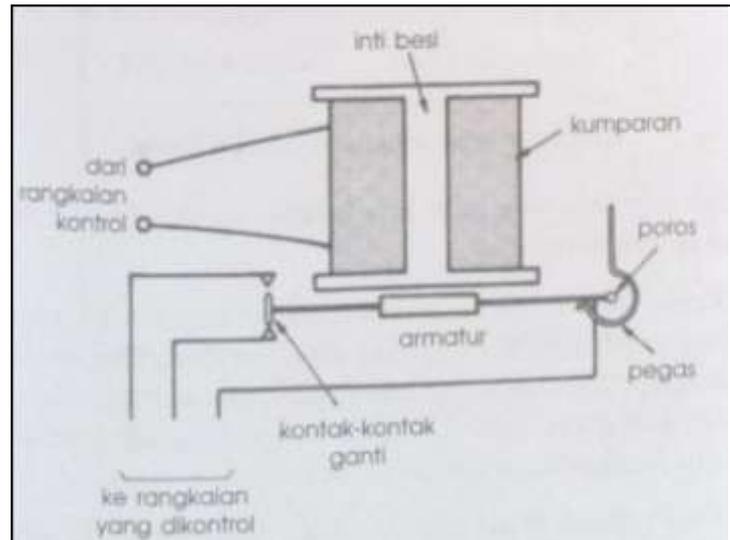
2.5 Komponen Elektronika Pendukung

2.5.1 Relay

Menurut Ph. J Kokelaar (1983: 180), relay adalah saklar yang bekerja atas dasar kemagnetan kumparan, pada umumnya relay bekerja dengan tegangan DC walaupun ada relay yang bekerja dengan tegangan AC.

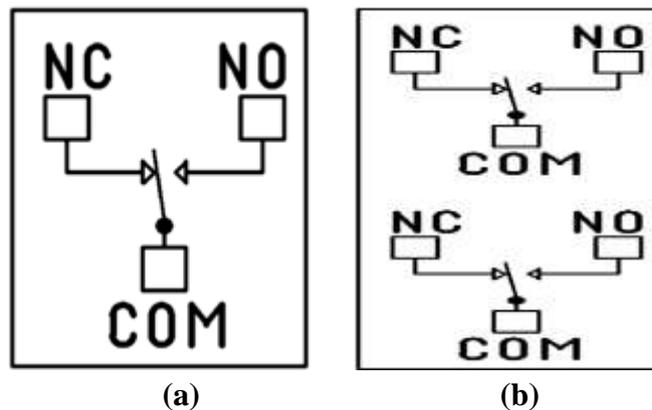
Relay adalah sebuah saklar yang dikendalikan oleh arus listrik. Relay memiliki sebuah kumparan tegangan rendah yang dililitkan pada sebuah inti. Terdapat sebuah armatur besi yang akan tertarik menuju inti

apabila arus mengalir melewati kumparan. Armatur ini terpasang pada sebuah tuas berpegas. Ketika armatur tertarik menuju inti, kontak jalur bersama akan berubah posisinya dari kontak normali-tertutup (NC) ke kontak normali terbuka (NO) (Owen Bishop, 2004: 55).



Gambar 2.15 Bagian-bagian konstruksi sebuah relay (Owen Bishop, 2004:55)

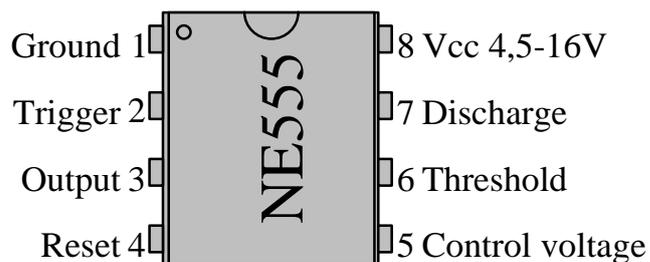
Sebagian besar relay modern dikemas pada sebuah kemasan yang sepenuhnya tertutup rapat. Relay ini kebanyakan memiliki kontak – kontak jenis SPDT (*single-pole, double-throw*) satu-kutub, dua-arah, dan kontak – kontak jenis DPDT (*double-pole, double-throw*) dua kutub, dua arah (Owen Bishop, 2004: 55).



Gambar 2.16 (a) Simbol kontak-kontak relay SPDT, (b) Simbol kontak-kontak relay DPDT
(images.google.com)

2.5.2 IC NE555

IC NE555 atau lebih dikenal dengan IC 555 merupakan IC digital memiliki delapan pin kaki dan cukup dengan tegangan kerja 5 volt IC ini dapat bekerja secara optimal. Dinamakan 555 karena didalam IC ini terdapat 3 buah resistor dengan nilai $5K\Omega$ yang berfungsi sebagai pembagi tegangan..



Gambar 2.17 Bentuk Fisik IC NE555

Untuk keperluan praktis dalam membuat sebuah rangkaian dengan IC NE555, yang perlu diketahui adalah posisi dan fungsi masing-masing kakinya. Untuk posisi pin kaki dapat dilihat pada Gambar 2.17, sedangkan untuk fungsi masing-masing pin kaki dari IC NE555 dapat dilihat pada tabel 2.1.

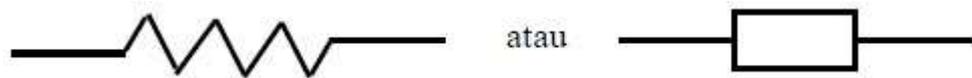
Tabel 2.1 Fungsi Masing-masing PIN (Kaki) IC NE555

Pin ke:	Nama	Fungsi
1	<i>Ground</i>	Input dari tegangan DC paling negatif.
2	<i>Trigger</i>	Input negatif dari lower komparator (komparator B) yang menjaga osilasi tegangan terendah kapasitor pada $1/3 V_{cc}$ dan mengatur RS flip-flop.
3	<i>Output</i>	Keluaran dari IC NE555.
4	<i>Reset</i>	Merest latch didalam IC yang akan berpengaruh untuk merest kerja IC. Pin ini tersambung ke suatu gate transistor bertipe PNP, jadi transistor akan aktif jika diberi logika low. Biasanya pin ini langsung dihubungkan ke V_{cc} agar tidak terjadi reset.
5	<i>Control voltage</i>	Mengatur kestabilan tegangan referensi input negatif (komparator A). Pin ini dapat dibiarkan tergantung atau diabaikan, tetapi untuk menjamin kestabilan referensi komparator A, biasanya dihubungkan dengan kapasitor nonpolar bernilai 10nF ke pin ground.
6	<i>Threshold</i>	Terhubung ke input positif (komparator A) yang akan merest RS flip-flop ketika tegangan pada pin ini mulai melebihi $2/3 V_{cc}$.
7	<i>Discharge</i>	Terhubung ke open kolektor transistor internal yang emitornya terhubung ke ground. Switching transistor ini berfungsi untuk meng-clamp node yang sesuai ground pada timing tertentu.
8	<i>Vcc</i>	Input dari tegangan supply DC paling positif. Biasanya dapat bekerja optimal jika diberi 5V s/d 15V.

2.5.3 Resistor

2.5.3.1 Resistor Tetap

Resistor tetap adalah resistor yang memiliki nilai hambatan yang tetap. Resistor memiliki batas kemampuan daya misalnya : $1/6$ w, $1/8$ w, $1/4$ w, $1/2$ w, 1 w, 5 w, dsb yang berarti resistor hanya dapat dioperasikan dengan daya maksimal sesuai dengan kemampuan dayanya.



Gambar 2.18 Simbol resistor tetap

2.5.3.2 Resistor Tidak Tetap (Variabel)

Resistor tidak tetap atau resistor variabel adalah resistor yang nilai hambatannya dapat diubah-ubah atau tidak tetap. Jenisnya yaitu hambatan geser, Trimpot dan Potensiometer.

a. Trimpot

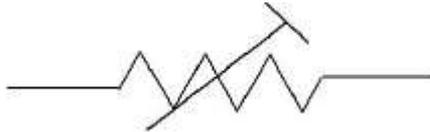
Resistor yang nilai hambatannya dapat diubah-ubah dengan cara memutar porosnya dengan menggunakan obeng. Untuk mengetahui nilai hambatan dari suatu trimpot dapat dilihat dari angka yang tercantum pada badan trimpot tersebut.



Gambar 2.19 Simbol trimpot

b. Potensiometer

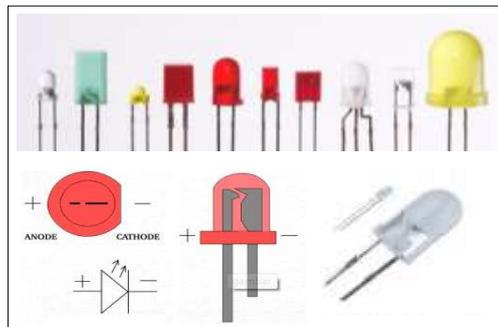
Resistor yang nilai hambatannya dapat diubah-ubah dengan memutar poros yang telah tersedia. Potensiometer pada dasarnya sama dengan trimpot secara fungsional.



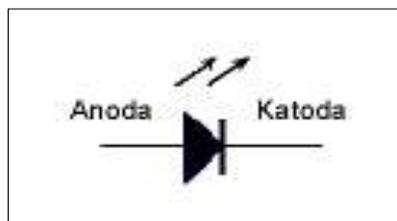
Gambar 2.20 Simbol potensiometer

2.5.4 Dioda LED

LED adalah jenis dioda yang memiliki dua kaki seperti dioda yaitu anoda sebagai kutub positif dan katoda sebagai kutub negatif namun dapat memancarkan cahaya ketika LED dialiri arus listrik dari anoda ke katoda. LED mempunyai berbagai macam warna, warna-warna ini dihasilkan dari bahan pembentuk LED yaitu bahan semikonduktor.



(a) Bentuk fisik LED



(b) Simbol LED

Gambar 2.21 (a) Bentuk fisik LED, (b) Simbol LED

2.5.5 *Push Button*

Push Button merupakan suatu jenis saklar yang banyak dipergunakan dalam rangkaian pengendali dan pengaturan. Saklar ini bekerja dengan prinsip titik kontak NC atau NO saja, kontak ini memiliki 2 buah terminal baut sebagai kontak sambungan.

Sedangkan yang memiliki kontak NC dan NO kontaknya memiliki 4 buah terminal baut. *Push button* akan bekerja bila ada tekanan pada tombol dan saklar ini akan memutuskan atau menghubungkan sesuai dengan jenisnya. Bila tekanan dilepas maka kontak akan kembali ke posisi semula karena ada tekanan pegas.

Push Button pada umumnya memiliki konstruksi yang terdiri dari kontak bergerak dan kontak tetap. Dari konstruksinya, maka push button dibedakan menjadi beberapa tipe yaitu:

a. Tipe *normally open* (NO)

Tombol ini disebut juga dengan tombol start karena kontak akan menutup bila ditekan dan kembali terbuka bila dilepaskan. Bila tombol ditekan maka kontak bergerak akan menyentuh kontak tetap sehingga arus listrik akan mengalir.



Gambar 2.22 Simbol *push button* tipe NO

b. Tipe *normally close* (NC)

Tombol ini disebut juga dengan tombol stop karena kontak akan membuka bila ditekan dan kembali tertutup bila

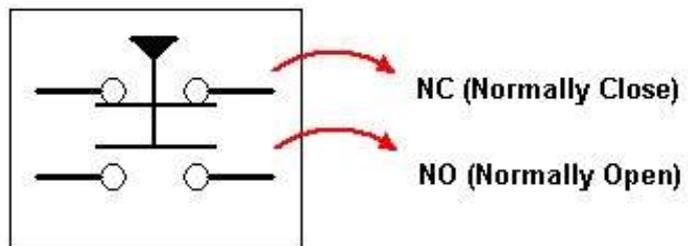
dilepaskan. Kontak bergerak akan lepas dari kontak tetap sehingga arus listrik akan terputus.



Gambar 2.23 Simbol *push button* tipe NC

c. Tipe NC dan NO

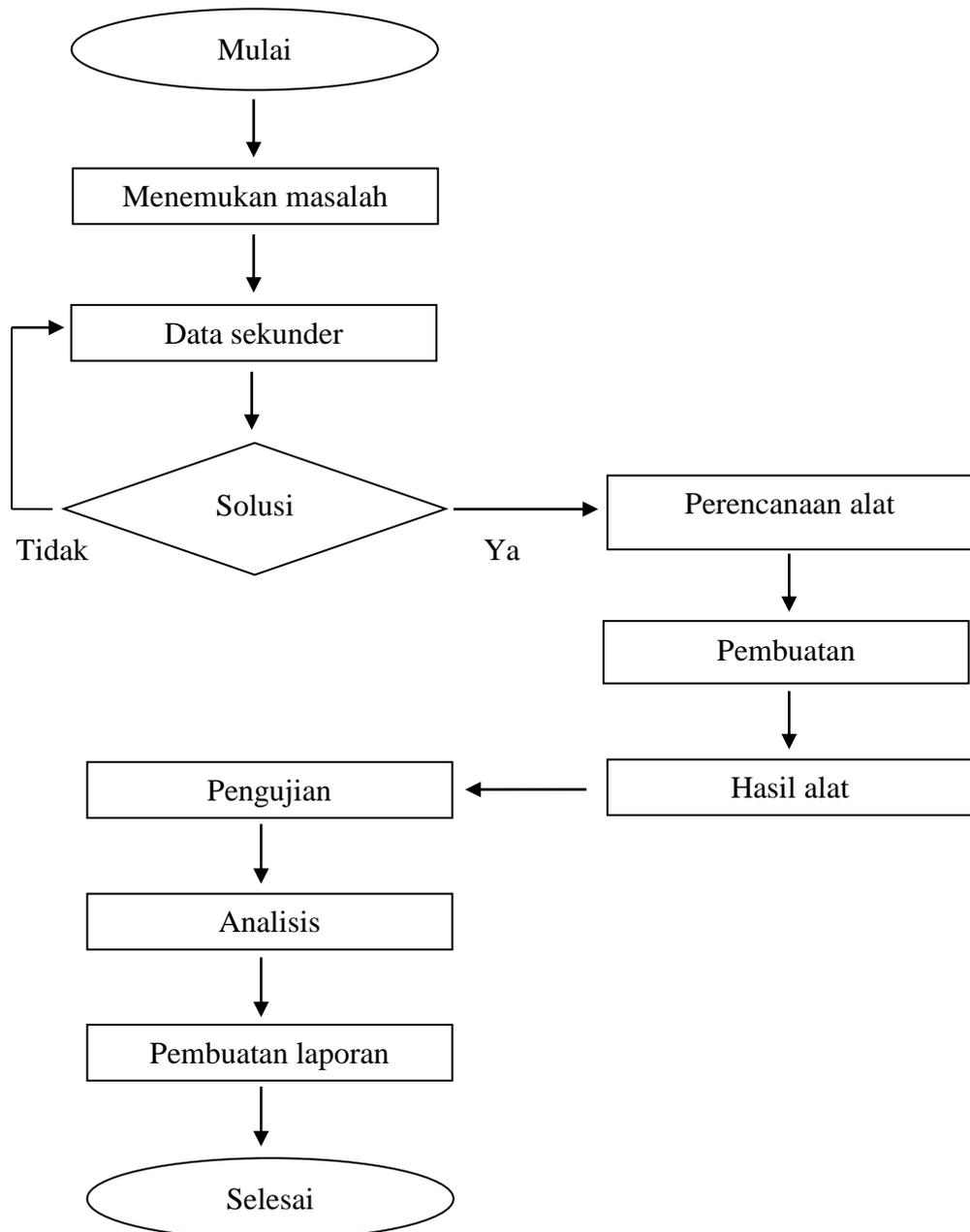
Tipe ini kontak memiliki 4 buah terminal baut, sehingga bila tombol tidak ditekan maka sepasang kontak akan NC dan kontak lain akan NO, bila tombol ditekan maka kontak tertutup akan membuka dan kontak yang membuka akan tertutup.



Gambar 2.24 Simbol *push button* tipe NC dan NO

2.6 Kerangka Berfikir

Diagram alur :



Gambar 2.25 Diagram alur penelitian

Keterangan :

1. Mulai

Penelitian dimulai dengan pengambilan mata kuliah skripsi yang bernilai 6 sks dan menentukan topik dari skripsi. Topik dari skripsi ini adalah mengenai energi listrik.

2. Menemukan masalah

Setelah menentukan topik dari skripsi, peneliti mencari permasalahan dan menemukan masalah tentang energi listrik pada kamar operasi di rumah sakit.

3. Data sekunder

Peneliti melakukan observasi mengenai keadaan energi listrik pada kamar operasi di rumah sakit, kemudian melakukan pencatatan data – data dari hasil obeservasi beserta hasil wawancara pada narasumber yang terkait.

4. Solusi

Peneliti menentukan solusi dari masalah energi listrik pada kamar operasi di rumah sakit tersebut, solusinya yaitu pembuatan alat *Uninterruptible power supplies* atau disingkat UPS yang berguna sebagai emergensi energi listrik pada kamar operasi di rumah sakit tersebut.

5. Perencanaan alat

Setelah solusi dapat diterima, peneliti melakukan perencanaan mengenai pembuatan dari alat UPS tersebut, perencanaannya

adalah perencanaan desain berupa *prototype* UPS sesuai dengan batas permasalahan pada penelitian.

6. Pembuatan

Peneliti melakukan langkah – langkah pembuatan alat berdasarkan perencanaan desain *prototype* UPS yang dibuat.

7. Hasil alat

Setelah dilakukan langkah – langkah pembuatan alat, maka dihasilkan alat berupa *prototype* UPS.

8. Pengujian

Setelah alat telah jadi yaitu *prototype* UPS, peneliti melakukan pengujian terhadap alat yang sudah dibuat tersebut.

9. Analisis

Setelah pengujian, kemudian hasil dari pengujian dianalisis berdasarkan temuan data – data dari hasil observasi dan hasil wawancara yang sudah diperoleh sebelumnya. Peneliti juga melakukan wawancara kembali pada narasumber yang terkait dengan menanyakan pendapat tentang *prototype* UPS peneliti berdasarkan hasil pengujian tersebut.

10. Pembuatan laporan

Setelah hasil pengujian dianalisis dan dibahas, kemudian dilakukan penyusunan laporan berupa laporan skripsi.

11. Selesai

Proses penelitian dinyatakan selesai setelah penyusunan laporan skripsi telah selesai dan telah dipresentasikan dihadapan dosen penguji pada sidang ujian skripsi.

2.7 Hipotesis (Alat atau produk yang akan dihasilkan)

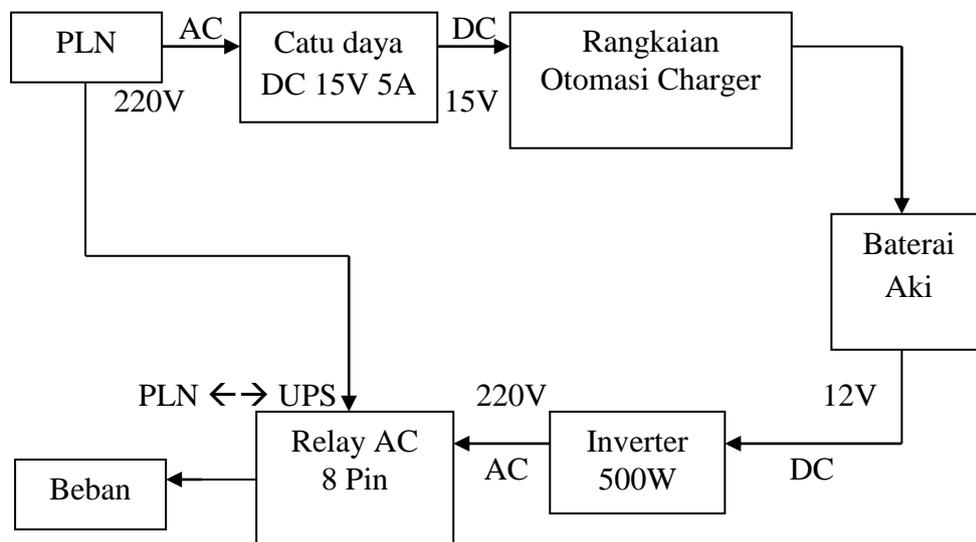
Dari kerangka berfikir dapat dirumuskan suatu produk yang dihasilkan yaitu *Uninterruptible power supplies* (UPS) sebagai emergensi energi listrik dalam mengatasi gangguan energi listrik pada kamar operasi di rumah sakit.

BAB III

PERANCANGAN DAN PENGUJIAN

3.1 Perencanaan Alat

Alur perencanaan pembuatan alat berupa *Uninterruptible Power Supplies* (UPS) dalam penelitian ini digambarkan melalui diagram blok berikut.



Gambar 3.1 Diagram alur perencanaan alat

Berdasarkan diagram blok Gambar 3.1 dapat dijelaskan perencanaan alat UPS sebagai berikut :

- PLN merupakan sumber energi listrik utama dan berperan dalam pengisian energi listrik baterai aki UPS.
- Catu daya DC menurunkan tegangan dari PLN sekaligus mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC untuk pengisian energi listrik baterai aki UPS, dikarenakan dalam pengisian energi listrik baterai aki UPS membutuhkan tegangan DC yang

kecil, maka keluaran tegangan yang direncanakan sebesar 15V dan arus pengisian yang direncanakan sebesar 5A.

- Catu daya DC kemudian terhubung ke rangkaian otomasi charger yang akan dirangkai menjadi satu, rangkaian ini berfungsi sebagai buka tutup arus pengisian energi listrik baterai aki UPS secara otomatis dengan penyesuaian nilai tegangan rendah dan tegangan tinggi pada baterai aki UPS.
- Baterai aki sebagai penyimpan energi listrik UPS sekaligus sebagai sumber energi UPS, dalam perencanaan baterai aki yang digunakan memiliki kapasitas 60Ah dan tegangan 12V.
- Kemudian baterai aki dihubungkan ke inverter. Inverter akan mengubah tegangan DC pada baterai aki menjadi tegangan AC sekaligus menaikkan tegangannya supaya bisa dikonsumsi oleh beban. Pada perencanaan pembuatan UPS akan menghasilkan daya sebesar 500W, maka inverter yang digunakan adalah yang memiliki daya sebesar 500W.
- Relay AC 8 pin berfungsi sebagai otomasi perpindahan sumber energi listrik dari PLN ke UPS dan sebaliknya. Relay AC yang direncanakan menggunakan relay AC merek OMRON tipe MK2P-I.

Dalam perencanaan pembuatan alat UPS, alat dan bahan yang dibutuhkan tertulis pada Tabel 3.1 dibawah ini.

Tabel 3.1 Alat dan Bahan

Alat		
Nama	Jenis / Tipe / Ukuran	Jumlah
Obeng	Positif (+)	1 buah
Obeng	Negatif (-)	1 buah
Tespen	100-500V	1 buah
Tang	Universal	1 buah
Solder listrik	40 watt	1 buah
Atraktor	Standar	1 buah
Tenol	Standar	1 rol
Gunting	Sedang	1 buah
Bor	Listrik	1 buah
Bahan		
Nama	Jenis / Tipe / Ukuran	Jumlah
Inverter	DC – AC 500W	1 buah
Trafo	<i>Step-down</i> 5A	1 buah
Dioda	<i>Bridge</i>	1 buah
Relay AC	MK2P-I 220VAC	1 buah
Socket Relay AC	8 pin	1 buah
IC	NE555	1 buah
Transistor	7805TV	1 buah
Transistor	TIP41C	1 buah
Resistor	1 K	2 buah
Resistor	10 K	2 buah
Resistor Variabel	10 K	2 buah
Kapasitor	1000 μ F	1 buah
Kapasitor	470 μ F	1 buah
Dioda	IN4004	2 buah
Dioda	LDR	1 buah
Relay DC	12VDC	1 buah
Push Button	DC	1 buah
PCB	3 x 5 cm ²	1 buah
Kabel NYAF	4 mm ² 450/750	2 meter
Kabel NYAF	1 mm ² 450/750V	2 meter
Kabel Power	2 X 0,75 mm ² 300/500V	1,5 meter
N\YMHY		

Socket Kabel Power	AC 220V	1 buah
Baterai Aki	12V 60Ah	1 buah
Penjepit tembaga	Jepit buaya	2 pasang
Skun	Diameter 7 mm	10 buah
Banana	Diameter 3,5 mm	2 pasang
Socket banana	Diameter 3,5 mm	2 pasang
Solasi	Hitam	1 rol
Box Besi	29 x 21 x 15 cm ³	1 buah

3.2 Pembuatan Alat

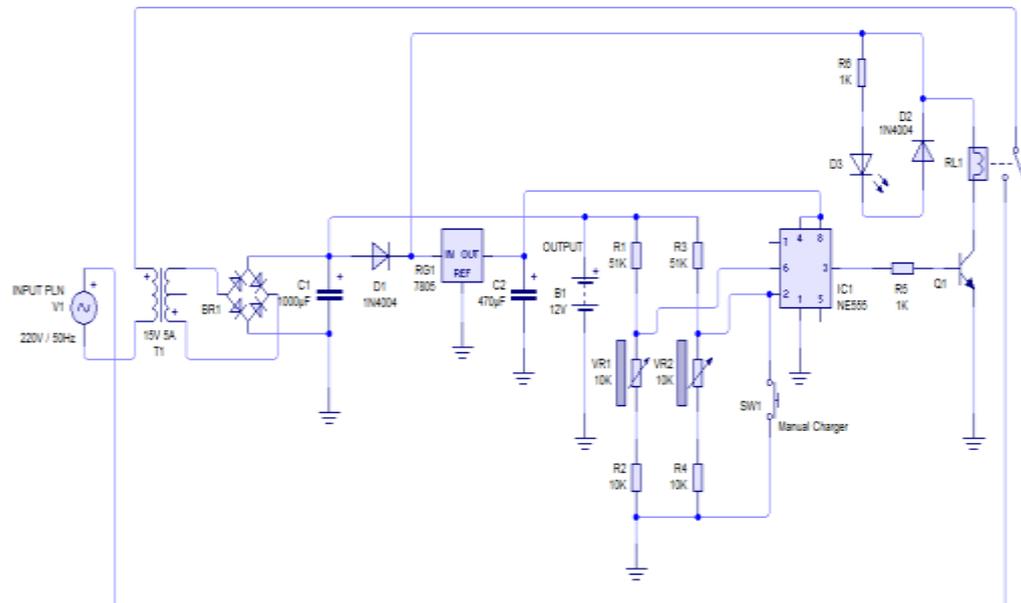
Tahapan pembuatan alat berupa *Uninterruptible Power Supplies* (UPS) dalam penelitian ini terbagi menjadi 3 tahapan, yaitu :

1. Merangkai catu daya DC beserta rangkaian otomasi charger
2. Penghubungan catu daya DC beserta rangkaian otomasi charger ke baterai aki
3. Penghubungan inverter dan relay AC

Penjelasan beserta langkah dari 3 tahapan tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Merangkai catu daya DC beserta rangkaian otomasi charger

Tahapan pertama dalam pembuatan UPS dalam penelitian ini yaitu membuat rangkaian catu daya DC beserta rangkaian otomasi charger. Kedua rangkaian ini akan dirangkai menjadi satu, berikut adalah rangkaian catu daya DC beserta rangkaian otomasi charger.



Gambar 3.2 Rangkaian catu daya DC beserta otomasi charger

Penjelasan rangkaian :

- Untuk mendapatkan catu daya DC bertegangan 15V dengan arus 5A, maka digunakan transformator step-down 5A dari lilitan primer 220V (untuk PLN) dipilih lilitan sekunder 15V.
- Komponen penyearah menggunakan dioda bridge, dikarenakan dioda bridge lebih mudah digunakan sekaligus menghindarkan dari kebutuhan untuk menggunakan dua gulung lilitan sekunder yang terpisah.
- Kapasitor C1 digunakan sebagai penghalus keluaran dari catu daya DC yang dihubungkan setelah dioda bridge.
- Sedangkan pengatur tegangan pada catu daya DC digunakan IC 7805 untuk mendapatkan nilai arus rata-rata 5A.
- Untuk otomasi charger komponen yang digunakan adalah IC NE555 atau IC 555 sebagai timer dalam pengisian energi listrik

UPS dan terhubung ke rangkaian pembagi tegangan resistor variabel serta ke relay sebagai buka tutup arus pengisian. Rangkaian otomasi charger akan mengatur tegangan rendah dan tegangan tinggi dalam buka tutup arus pengisian secara otomatis melalui pengaturan pada resistor variabel.

- Input berasal dari lilitan primer transformator akan terhubung ke PLN, sedangkan outputnya akan dihubungkan ke baterai aki.

Untuk memudahkan penghubungan input dan output rangkaian catu daya DC beserta otomasi charger diatas, maka dibuatkan pin penghubung dengan terdiri dari 6 pin. Berikut gambar dan penjelasannya.



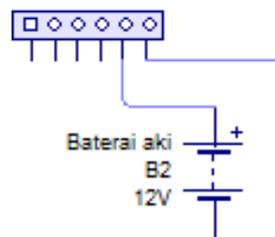
Gambar 3.3 Pin penghubung catu daya DC

Keterangan :

- Pin 1 dan 2 sebagai jalur pemutus dari input catu daya DC untuk dihubungkan ke relay.
- Pin 3 dan 4 sebagai output dioda bridge.
- Pin 5 dan 6 sebagai output catu daya DC yang akan dihubungkan ke baterai aki.

2. Penghubungan catu daya DC beserta rangkaian otomasi charger ke baterai aki

Tahapan kedua dalam pembuatan *Uninterruptible Power Supplies* (UPS) yaitu menghubungkan output rangkaian catu daya DC beserta otomasi charger ke baterai aki. Dari penjelasan Gambar 3.3 maka penghubungannya sebagai berikut.

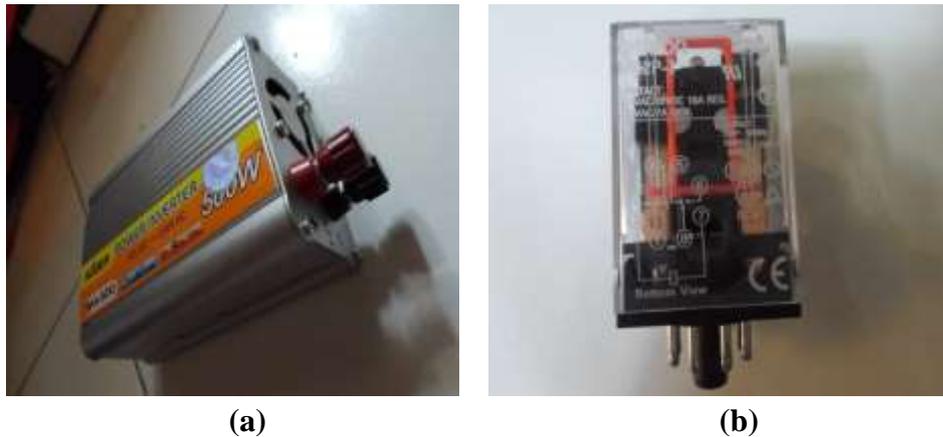


Gambar 3.4 Penghubungan dengan baterai aki

Kutub positif baterai aki akan terhubung di pin 5 dan kutub negatif baterai aki akan terhubung di pin 6 pada output dari rangkaian catu daya DC beserta otomasi charger.

3. Penghubungan Inverter dan Relay AC

Tahapan terakhir dalam pembuatan *Uninterruptible Power Supplies* (UPS) adalah memasang komponen inverter dan relay AC yang telah disiapkan untuk membentuk *prototype* UPS yang lengkap. Bentuk inverter dan relay AC yang digunakan, terlihat pada gambar 3.5(a) dan 3.5(b) dibawah ini.



(a)

(b)

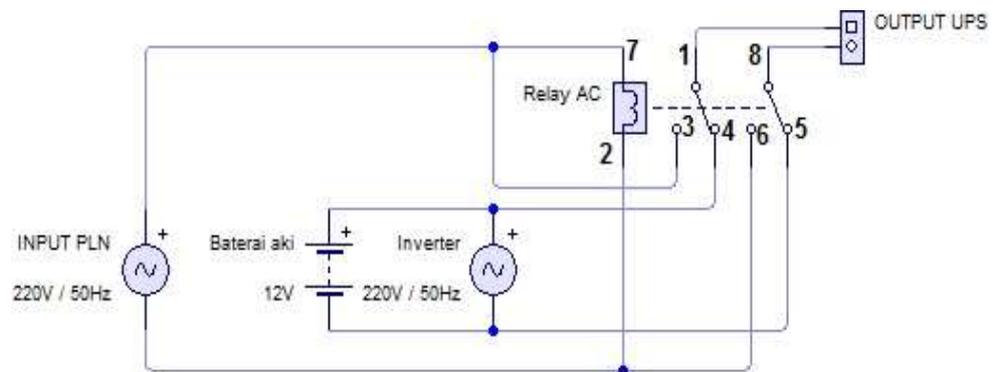
Gambar 3.5 (a) Inverter Suoer SAA-500A

(b) Relay AC MK2P-I

Inverter yang digunakan merupakan inverter merek Suoer tipe SAA-500A, inverter ini memiliki keunggulan berupa proteksi beban penuh (*overload protection*), proteksi input tegangan berlebih (*input over-voltage protection*), proteksi input tegangan rendah (*input low-voltage protection*) atau dalam hal ini tegangan rendah baterai aki, dan proteksi suhu temperatur tinggi (*over-temperature protection*), selain hal tersebut inverter Suoer SAA-500A juga dilengkapi alarm sebagai tanda untuk mengetahui energi baterai aki mulai habis dipergunakan.

Sedangkan untuk relay AC yang digunakan adalah relay AC Omron tipe MK2P-I, memiliki 8 pin dengan jenis kontak DPDT (*double pole double throw*). Relay AC ini digunakan sebagai *switch* perpindahan otomatis dari PLN ke UPS dan sebaliknya.

Berikut penghubungan inverter dan relay AC terdapat pada Gambar 3.6 dibawah ini.



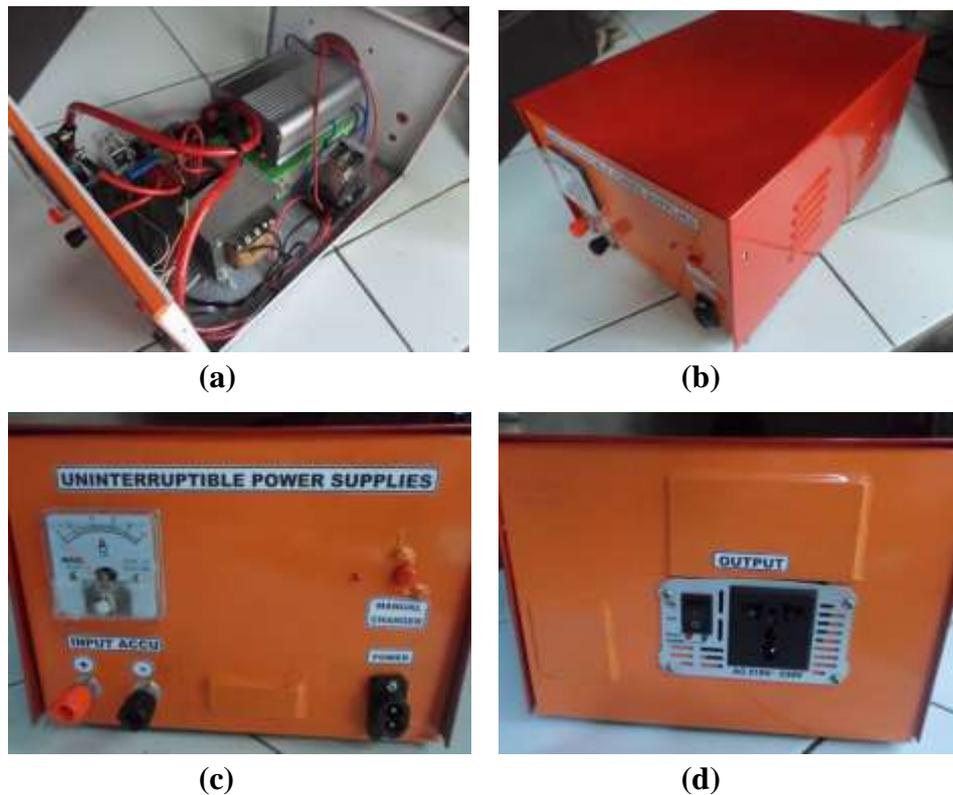
Gambar 3.6 Penghubungan inverter dan relay AC

Keterangan langkah penghubungan inverter dan relay AC :

1. Pada inverter, inputnya dihubungkan langsung dengan baterai aki. Kutub positif inverter dihubungkan di kutub positif baterai aki, kutub negatif inverter dihubungkan di kutub negatif baterai aki.
2. Output dari inverter dihubungkan di pin 4 dan 5 pada relay AC MK2P-I.
3. Pada relay AC MK2P-I memiliki *trigger* (pemicu) di pin 2 dan 7. Pin *trigger* ini dihubungkan ke PLN.
4. PLN sebagai sumber listrik utama juga dihubungkan ke pin 3 dan 6 pada relay AC MK2P-I.

3.3 Hasil Realisasi Alat

Realisasi hasil dari tahapan pembuatan yang sudah dilakukan adalah sebuah *Uninterruptible Power Supplies* (UPS) dengan bentuk sebagai berikut.



Gambar 3.7 (a) Bentuk UPS dari dalam (c) Bentuk UPS dari depan
 (b) Bentuk UPS dari samping (d) Bentuk UPS dari belakang

Pada tampilan depan *Uninterruptible Power Supplies* (UPS) dari Gambar 3.7(c) terdiri dari :

- 1 socket kabel power untuk kabel power ke PLN
- 1 pasang socket banana untuk dihubungkan ke baterai aki UPS, merah positif (+) dan hitam negatif (-)
- 1 push button sebagai tombol manual pengisian baterai aki
- 1 dioda LDR sebagai indikator dari pengisian baterai aki
- 1 Amperemeter analog sebagai panel indikator arus pengisian baterai aki.

Pada tampilan belakang *Uninterruptible Power Supplies* (UPS) dari Gambar 3.7(d) terdiri dari :

- 1 stop kontak untuk beban.
- 1 saklar ON/OFF UPS.
- 2 dioda LDR yang masing-masing warna hijau sebagai indikator menyala normal dan merah sebagai indikator proteksi.

3.4 Pengujian

3.4.1 Variabel Pengujian

Variabel pengujian dalam penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

a. Variabel Bebas (*Independent Variable*)

Variabel bebas adalah merupakan variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel dependen (terikat) (Sugiyono, 2009:39). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah :

1. Pengisian energi listrik (*charge*) UPS

Yaitu untuk mengetahui seberapa lama waktu pengisian energi listrik (*charge*) baterai aki pada UPS dan perubahan tegangan baterai aki saat pengisian serta perubahan arus pengisian yang mengalir.

2. Hasil keluaran UPS tanpa beban

Yaitu untuk mengetahui nilai output frekuensi dan bentuk gelombang output UPS saat keadaan tanpa beban.

3. Perpindahan sumber listrik PLN ke UPS dan UPS ke PLN

Yaitu untuk mengetahui seberapa lama waktu perpindahan saat pergantian sumber listrik dari PLN ke UPS dan dari UPS ke PLN, beserta perubahan tegangan dan arus yang terjadi saat keadaan dengan beban.

4. Lama pemakaian UPS secara kontinyu.

Yaitu untuk mengetahui seberapa lama waktu pemakaian UPS secara kontinyu beserta perubahan tegangan UPS dan baterai aki yang terjadi saat keadaan dengan beban.

b. Variabel Terikat (*Dependent Variable*)

Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat, karena adanya variabel bebas (Sugiyono, 2009:39). Berdasarkan variabel bebas, maka variabel terikat pada penelitian ini adalah :

1. Variabel Bebas : Pengisian energi listrik (*charge*) UPS.

Variabel Terikat : Perubahan waktu lama pengisian energi listrik (*charge*) UPS dengan baterai aki 60Ah, Perubahan tegangan baterai aki, dan perubahan arus pengisian UPS.

2. Variabel Bebas : Perpindahan sumber listrik PLN ke UPS dan UPS ke PLN.

Variabel Terikat : Perubahan waktu lama perpindahan, perubahan tegangan, dan perubahan arus yang terjadi saat perpindahan sumber

listrik PLN ke UPS dan UPS ke PLN saat pengujian UPS dengan beban.

3. Variabel Bebas : Lama pemakaian UPS secara kontinyu.

Variabel terikat : Perubahan waktu lama pemakaian UPS secara kontinyu, perubahan tegangan UPS, dan perubahan tegangan baterai aki saat pengujian UPS dengan beban.

c. Variabel Kontrol

Menurut Sugiyono (2009:41), variabel kontrol adalah variabel yang dikendalikan atau dibuat konstan sehingga hubungan variabel independen terhadap dependen tidak dipengaruhi oleh faktor luar yang tidak diteliti. Variabel kontrol pada penelitian ini adalah:

- Tegangan suplai PLN 220VAC
- Tegangan suplai baterai aki 12VDC
- Kapasitas baterai aki 60Ah
- Transformatos *step-down* 5A

3.4.2 Instrumen Pengujian

Pada penelitian ini instrumen yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.2 dibawah ini.

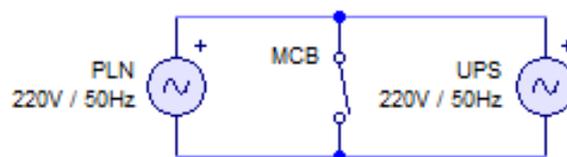
Tabel 3.2 Instrumen Pengujian

Instrumen		
Nama Alat Ukur	Jenis / Tipe	Skala
Multimeter Analog	Sanwa YX360TRF	10/1000VDC 10/750VAC
Voltmeter	Heles CR-45	0 - 250V DC/AC
Amperemeter	Heles CR-45	0 - 5A DC/AC

Clampmeter Digital	Langlois MS332	40/400A DC/AC 4/400VDC 400m/600VAC 5/500Hz 5/150kHz
Power and Harmonics Analyzer	Langlois 6830	Bandwitch 200MHz 20 – 500V DC/AC
Alat Tes Ukur Aki	Kehua FY-54B	2 – 12 VDC 2 – 250 Ah
Stopwatch	Digital	00:00:00:00

3.4.3 Teknik Pengambilan Data

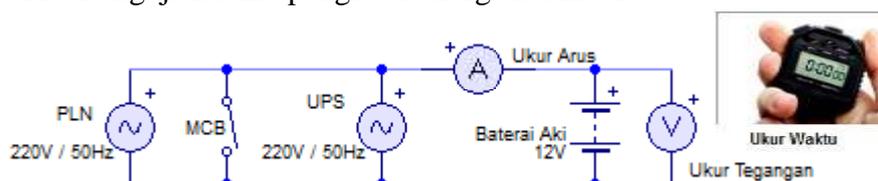
Teknik pengambilan data pada penelitian ini dilakukan melalui pengamatan pada beberapa pengujian terhadap alat yang sudah dibuat. Sebelum melakukan pengujian, kabel power input UPS dihubungkan terlebih dahulu ke MCB. Saklar pada MCB ini bertindak sebagai simulasi perpindahan energi listrik dari PLN ke UPS dan sebaliknya, simulasi tersebut merupakan perwujudan saat energi listrik PLN menyala dan saat energi listrik PLN padam. Berikut penghubungan UPS ke MCB.



Gambar 3.8 Penghubungan UPS ke MCB.

Kemudian beberapa pengujian yang dilakukan dalam penelitian adalah sebagai berikut :

A. Pengujian lama pengisian energi listrik UPS.

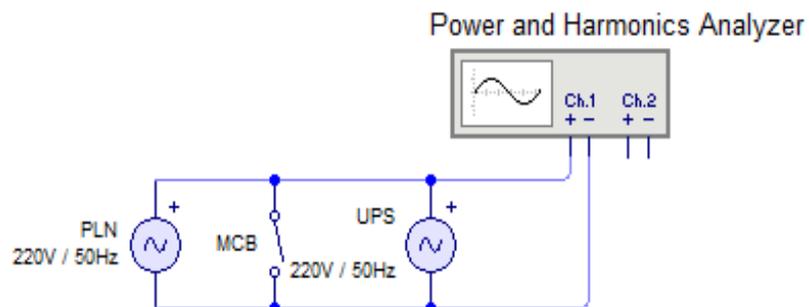


Gambar 3.9 Teknik pengambilan data pengujian lama pengisian energi listrik UPS

Langkah pengambilan data :

1. Siapkan instrumen yang akan digunakan pada pengujian lama pengisian energi listrik UPS.
2. Pastikan baterai aki dalam kondisi kosong atau memerlukan pengisian energi listrik.
3. Hubungkan UPS dengan baterai aki.
4. Rangkai rangkaian pengujian sesuai Gambar 3.9.
5. *Switch ON* kan pada MCB.
6. Ukur lama waktu pengisian dimulai saat UPS melakukan pengisian energi listrik sampai baterai aki kondisi penuh.
7. Ukur perubahan tegangan baterai aki dan arus pengisian setiap jam-nya sampai kondisi baterai aki penuh.
8. Ukur perubahan kondisi baterai aki setiap jam-nya dengan alat tes ukur aki sampai kondisi baterai aki penuh.
9. Catat hasil pengujian setiap jam nya sampai kondisi baterai aki penuh.

B. Pengujian gelombang dan frekuensi keluaran UPS

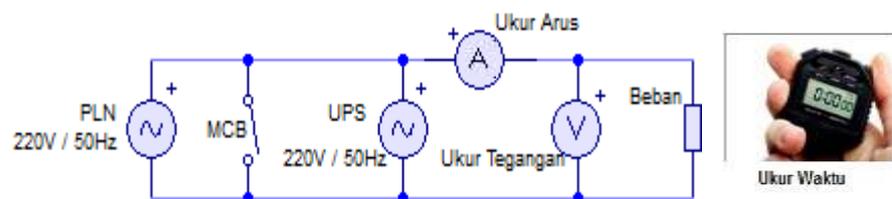


Gambar 3.10 Teknik pengambilan data gelombang dan frekuensi output UPS

Langkah pengambilan data :

1. Siapkan instrumen yang akan digunakan pada pengujian gelombang keluaran UPS yaitu alat ukur *power and harmonics analyzer*.
2. Rangkai rangkaian pengujian sesuai Gambar 3.10.
3. *Switch OFF* kan pada MCB, sehingga menghasilkan simulasi UPS sebagai emergensi energi listrik.
4. Amati gelombang dan frekuensi keluaran UPS melalui tampilan alat ukur *power and harmonics analyzer*.
5. Catat hasil pengujian.

C. Pengujian UPS dengan beban.



Gambar 3.11 Teknik pengambilan data pengujian dengan beban

- Lama perpindahan sumber listrik PLN ke UPS dan UPS ke PLN, langkah pengambilan data :
 1. Siapkan instrumen yang akan digunakan pada pengujian lama perpindahan sumber listrik PLN ke UPS.
 2. Rangkai rangkaian pengujian sesuai Gambar 3.11.
 3. Pada MCB *Switch ON* untuk keadaan listrik PLN kemudian di *Switch OFF* kan, sehingga menghasilkan simulasi UPS sebagai emergensi energi listrik.
 4. Dengan perpindahan *Switch* pada MCB, amati perubahan tegangan, arus, dan waktu saat perpindahan energi listrik PLN menuju ke UPS.
 5. Selanjutnya saat MCB *Switch OFF* untuk keadaan emergensi energi listrik kemudian di *Switch ON* kan, sehingga energi listrik kembali pada PLN.
 6. Dengan perpindahan *Switch* pada MCB, amati perubahan tegangan, arus, dan waktu saat perpindahan energi listrik UPS menuju ke PLN.
 7. Catat hasil pengujian.
- Lama pemakaian UPS secara kontinyu

Setelah pengujian lama perpindahan sumber listrik PLN ke UPS, tahapan selanjutnya adalah mengukur tingkat lama pemakaian UPS secara kontinyu beserta perubahan tegangan dan arus yang terjadi saat pemakaian. Rangkaian

uji sesuai Gambar 3.11 dengan langkah pengambilan data sebagai berikut :

1. Siapkan instrumen yang akan digunakan pada pengujian lama pemakaian UPS secara kontinyu.
2. Ukur lama waktu pemakaian dari awal sampai penggunaan baterai aki habis.
3. Amati perubahan tegangan baterai aki dan UPS serta arus yang mengalir setiap jam-nya.
4. Catat hasil pengujian.

3.4.4 Tabel Pengambilan Data

Tabel pengambilan data dalam penelitian ini dapat dilihat pada Lampiran 1.

3.5 Analisis Data

Dalam menganalisis data peneliti menggunakan metode Penelitian dan Pengembangan (*Research and Development/R&D*). Metode penelitian *Research and Development* yang disingkat menjadi R&D adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut (Sugiyono, 2009:297). Alasan digunakan model pengembangan *Research and Development* karena model ini telah mencakup keseluruhan hal yang berkaitan dengan penelitian dan pengembangan mengenai perancangan *Uninterruptible power supplies* (UPS) sebagai emergensi energi listrik.

Dalam pelaksanaan R&D, ada beberapa metode yang digunakan yaitu metode *deskriptif*, *evaluatif* dan *eksperimental*. Metode penelitian *deskriptif* digunakan dalam penelitian awal untuk menghimpun data tentang kondisi yang ada. Metode *evaluatif* digunakan untuk mengevaluasi proses uji coba pengembangan suatu produk. Dan metode *eksperimen* digunakan untuk menguji kemampuan dari produk yang dihasilkan. Dikarenakan penelitian R&D memerlukan waktu yang lama, peneliti menggunakan metode penelitian *deskriptif* dalam menerapkan *Uninterruptible power supplies* (UPS) sebagai emergensi energi listrik pada kamar operasi.

BAB V

PENUTUP

5.1 Simpulan

Dari hasil pengujian dan pembahasan menunjukkan bahwa kinerja *Uninterruptible power supplies* (UPS) yang dirancang peneliti untuk perpindahan energi listrik dari PLN ke UPS dan UPS ke PLN tidak mengalami gangguan dan mampu bekerja dengan baik. Hasil output UPS menghasilkan frekuensi output yang sama seperti frekuensi output pada PLN yaitu senilai 50Hz, namun pada tahap ini output UPS memiliki kelemahan pada bentuk gelombang output yang dihasilkan yang mana bentuknya masih gelombang sinus modifikasi, sedangkan pada kamar operasi sangat disarankan memakai gelombang sinus murni, akan tetapi hal tersebut lebih disebabkan oleh spesifikasi dari komponen inverter yang digunakan pada perancangan UPS, sehingga dapat diperbaiki dengan menggunakan komponen inverter yang menghasilkan gelombang sinus murni. Sedangkan untuk lama pemakaian UPS, kemampuan UPS telah mencukupi waktu kebutuhan energi listrik pada kamar operasi yang mengalami rata-rata lama pemadaman selama 2 jam. Berdasarkan hasil pembahasan pengujian-pengujian diatas, maka dapat disimpulkan bahwa UPS dapat memberikan emergensi energi listrik pada kamar operasi di rumah sakit.

5.2 Saran

Dalam hasil skripsi kali ini masih terdapat kekurangan, proses penyempurnaan alat yang disarankan adalah sebagai berikut :

1. *Uninterruptible power supplies* (UPS) sebagai emergensi energi listrik pada kamar operasi di rumah sakit disarankan penggunaan komponen inverter harus menghasilkan gelombang sinus murni agar sesuai dengan yang dianjurkan bagi peralatan medis kamar operasi, selain itu daya yang dihasilkan oleh komponen inverter harus lebih tinggi dari daya yang dibutuhkan.
2. Untuk kapasitas baterai aki yang digunakan, disarankan harus sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan mengacu pada tingkat rata-rata lama pemadaman yang terjadi oleh listrik PLN ditempat tersebut dan lebih baik mampu dipakai melebihi rata-rata lama pemadaman tersebut, sedangkan arus pengisian untuk pengisian energi listrik UPS hasilnya harus sesuai oleh kebutuhan waktu yang diinginkan, semakin tinggi arus pengisian semakin cepat pula waktu pengisian energi listriknya.
3. Dalam pengembangan *Uninterruptible power supplies* (UPS) dapat dijadikan *backup* daya sebelum genset sebagai emergensi energi listrik pada kamar operasi. Dikarenakan jika energi listrik pada UPS mulai *low*, sedangkan gangguan pemadaman masih terjadi, genset bisa mem-*backup* dan menggantikan energi listrik pada UPS dalam mengatasi gangguan pemadaman tersebut. Tingkat pemakaian yang seperti ini merupakan yang terbaik dalam mengatasi gangguan energi listrik PLN.

4. Dalam pengembangan *Uninterruptible power supplies* (UPS) untuk otomatisasi perpindahan dari PLN ke UPS dan UPS ke PLN dapat menggunakan komponen magnetik kontaktor (MC) dikarenakan tingkat kapasitas arusnya lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aslimeri, dkk. 2008. *Teknik Transmisi Tenaga Listrik Jilid 1*. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Bishop, Owen. 2004. *Dasar-dasar Elektronika*. Jakarta: Erlangga.
- Drow Enterprise Co., Ltd. Produk.
<http://www.genius.com.tw/id/category/Produk/index.html>. [accessed 05/02/15]
- Fitzgerald, A.E. et al. 1985. *Dasar-dasar Elektroteknik Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Guidebook. 2007. Voltage Sag Solutions for Industrial Customers. A guidebook by Tenaga Nasional Berhad.
- Karpati, Atilla. 2002. The Power Electronics Handbook: Industrial Electronics Series. Timothy L. Skvarenina (ed.). Hlm.200-216.
- Kokelaar, Ph. J. 1983. *Teknik Listrik Jilid 1*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Mibmart. (2012). Genset Generator Set. Online
<http://mibmart.blogspot.com/2012/10/genset-generator-set.html>.
[accessed 03/11/12]
- Mohan, Ned. 2012. *Power Electronics A First Course*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Nasiri, Adel. 2011. Power Electronics Handbook (3rd Ed.). Muhammad H. Rashid (ed.). Hlm.627-641.
- Nugroho, Difi Nuary. 2011. Analisis Pengisian Baterai Pada Rancang Bangun Turbin Angin Poros Vertikal Tipe Savorius Untuk Pencatuan Beban Listrik. Skripsi Universitas Indonesia.
- Saragih, Budiman. 2008. Perbaikan Unjuk Kerja Inverter Satu Fasa dengan Menggunakan Kontrol Sinyal Modulasi Lebar Pulsa. Tugas Akhir Universitas Sumatera Utara.

- Skynet, Zafir. (2012). Cara Buat Listrik PLN dari Aki. Online
<http://mitrabaterai.blogspot.com/2012/05/buat-listrik-220-volt-pln-dari-accu-12.html>. [accessed 03/03/13]
- Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sunnyway. VRLA BATTERY —Technical Specifications.
<http://www.opc3.co.il/OPC//userdata/SendFile.asp?>. [accessed 10/04/15]
- Sutrisno. 1986. *Elektronika Jilid 1: Teori Dasar dan Penerapannya*. Bandung: Penerbit ITB.
- Swamy, Mahesh M. 2002. The Power Electronics Handbook: Industrial Electronics Series. Timothy L. Skvarenina (ed.). Hlm.155-184.
- Tooley, Mike. 2003. *Prinsip dan Aplikasi Rangkaian Elektronika*. Jakarta: Erlangga.
- Yim-Shu Lee dan Martin H. L. Chow. 2011. Power Electronics Handbook (3rd Ed.). Muhammad H. Rashid (ed.). Hlm. 149-181.
- Zabo, Carenina. Analisa Pengaruh Pemasangan Pembangkit Terdistribusi Pada Sistem Jaringan Distribusi Terhadap *Voltage Sag* Dengan Pemodelan ATP/EMTP. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel pengambilan data

1. Pengisian energi listrik UPS

Waktu	Arus Pengisian UPS	Tegangan Baterai Aki UPS	Indikator Alat Tes Aki

2. Pengujian gelombang output UPS

	Tampilan alat ukur
Gelombang output UPS	

3. Pengujian frekuensi output UPS

	Hasil Pengukuran
Frekuensi output UPS	

4. Pengujian UPS dengan beban

a. Perpindahan sumber listrik PLN ke UPS

Sumber listrik	Waktu	Tegangan	Arus
PLN			
Perpindahan PLN ke UPS			
UPS			

b. Perpindahan sumber listrik UPS ke PLN

Sumber listrik	Waktu	Tegangan	Arus
UPS			
Perpindahan UPS ke PLN			
PLN			

c. Lama pemakaian UPS

Waktu	Arus UPS	Tegangan UPS	Arus baterai aki	Tegangan baterai aki

Lampiran 2. Data pengujian

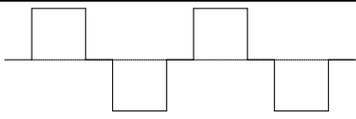
A. Hasil Pengujian

➤ Pengujian Pertama

1. Pengisian energi listrik UPS

Waktu (Jam)	Arus Pengisian UPS (Ampere)	Tegangan Baterai Aki UPS (Volt)	Indikator Alat Tes Aki
0	5,6	10,19	Merah
1	5,4	10,43	Merah
2	5,4	10,77	Merah
3	5,2	11,07	Merah
4	5,2	11,38	Kuning
5	5	11,72	Kuning
6	5	12,03	Kuning
7	5	12,34	Kuning
8	5	12,69	Kuning
9	4,8	13,00	Kuning
10	4,6	13,34	Hijau
11	4,4	13,60	Hijau
12	4,4	13,80	Hijau

2. Pengujian gelombang output UPS

	Tampilan alat ukur
Gelombang output UPS	

3. Pengujian frekuensi output UPS

	Hasil Pengukuran
Frekuensi output UPS	50 Hz

4. Pengujian UPS dengan beban

a. Perpindahan sumber listrik PLN ke UPS

Sumber listrik	Waktu (Milidetik)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)
PLN	0	220	1,4
Perpindahan PLN ke UPS	270	188,6	1,3
UPS	540	218,8	1,4

b. Perubahan tegangan yang terjadi saat perpindahan dari PLN menuju ke UPS selama 1 detik

Waktu (milidetik)	Tegangan
0	220 (PLN)
70	209,6
170	198,4
270	188,6 (PLN ke UPS)
370	198,3
470	208,6
540	218,8 (UPS)
640	218,8
740	218,8
840	218,8
940	218,8
1000	218,8

c. Perpindahan sumber listrik UPS ke PLN

Sumber listrik	Waktu (Milidetik)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)
UPS	0	219,4	1,3
Perpindahan UPS ke PLN	90	210,5	1,4
PLN	130	220	1,4

d. Perubahan tegangan yang terjadi saat perpindahan dari UPS menuju ke PLN selama 1 detik

Waktu (milidetik)	Tegangan
0	219,4 (UPS)
90	210,5 (UPS ke PLN)
130	220 (PLN)
200	220
300	220
400	220
500	220
600	220
700	220
800	220
900	220
1000	220

e. Lama pemakaian UPS secara kontinyu

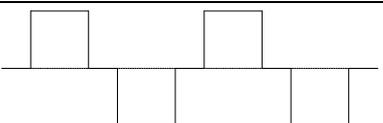
Waktu (menit)	Arus UPS (A)	Tegangan UPS (V)	Arus baterai aki (A)	Tegangan baterai aki (V)
0	1,4	219,4	24,39	13,80
10	1,4	218,6	24,39	13,65
20	1,4	217,8	24,39	13,45
30	1,3	217,1	24,39	13,14
40	1,3	216,4	24,39	12,82
50	1,3	215,7	24,39	12,50
60	1,3	215,0	24,38	12,18
70	1,3	214,4	24,38	11,87
80	1,3	213,8	24,38	11,57
90	1,3	213,2	24,38	11,24
100	1,3	212,6	24,37	10,98
110	1,3	211,6	24,37	10,67
120	1,3	210,9	24,37	10,48
138	1,3	210,1	24,36	10,19

➤ Pengujian Kedua

1. Pengisian energi listrik UPS

Waktu (Jam)	Arus Pengisian UPS (Ampere)	Tegangan Baterai Aki UPS (Volt)	Indikator Alat Tes Aki
0	5,4	10,19	Merah
1	5,4	10,45	Merah
2	5,4	10,80	Merah
3	5,2	11,10	Merah
4	5,2	11,41	Kuning
5	5	11,70	Kuning
6	5	12,01	Kuning
7	5	12,34	Kuning
8	5	12,65	Kuning
9	5	12,97	Kuning
10	4,8	13,29	Hijau
11	4,6	13,57	Hijau
12	4,4	13,82	Hijau

2. Pengujian gelombang output UPS

	Tampilan alat ukur
Gelombang output UPS	

3. Pengujian frekuensi output UPS

	Hasil Pengukuran
Frekuensi output UPS	50 Hz

4. Pengujian UPS dengan beban

a. Perpindahan sumber listrik PLN ke UPS

Sumber listrik	Waktu (Milidetik)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)
PLN	0	220	1,4
Perpindahan PLN ke UPS	270	189,5	1,3
UPS	540	219,4	1,3

b. Perubahan tegangan yang terjadi saat perpindahan dari PLN menuju ke UPS selama 1 detik

Waktu (milidetik)	Tegangan
0	220 (PLN)
70	210,4
170	199,7
270	189,5 (PLN ke UPS)
370	198,8
470	209,4
540	219,4 (UPS)
640	219,4
740	219,4
840	219,4
940	219,4
1000	219,4

c. Perpindahan sumber listrik UPS ke PLN

Sumber listrik	Waktu (Milidetik)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)
UPS	0	219,4	1,3
Perpindahan UPS ke PLN	90	209,7	1,4
PLN	130	220	1,4

d. Perubahan tegangan yang terjadi saat perpindahan dari UPS menuju ke PLN selama 1 detik

Waktu (milidetik)	Tegangan
0	219,4 (UPS)
90	209,7 (UPS ke PLN)
130	220 (PLN)
200	220
300	220
400	220
500	220
600	220
700	220
800	220
900	220
1000	220

e. Lama pemakaian UPS secara kontinyu

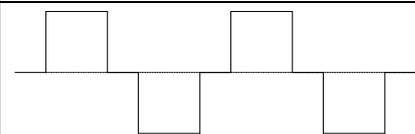
Waktu (menit)	Arus UPS (A)	Tegangan UPS (V)	Arus baterai aki (A)	Tegangan baterai aki (V)
0	1,4	219,4	24,39	13,80
10	1,4	218,5	24,39	13,65
20	1,4	217,7	24,39	13,45
30	1,3	217,0	24,39	13,14
40	1,3	216,3	24,39	12,82
50	1,3	215,6	24,39	12,50
60	1,3	214,9	24,39	12,18
70	1,3	214,3	24,38	11,87
80	1,3	213,7	24,38	11,57
90	1,3	213,1	24,38	11,24
100	1,3	212,5	24,37	10,96
110	1,3	211,5	24,37	10,67
120	1,3	210,8	24,37	10,48
136	1,3	210,0	24,36	10,19

➤ Pengujian Ketiga

1. Pengisian energi listrik UPS

Waktu (Jam)	Arus Pengisian UPS (Ampere)	Tegangan Baterai Aki UPS (Volt)	Indikator Alat Tes Aki
0	5,6	10,19	Merah
1	5,4	10,43	Merah
2	5,4	10,77	Merah
3	5,2	11,09	Merah
4	5,2	11,37	Kuning
5	5	11,70	Kuning
6	5	12,03	Kuning
7	5	12,36	Kuning
8	5	12,68	Kuning
9	4,8	13,00	Kuning
10	4,6	13,31	Hijau
11	4,4	13,58	Hijau
12	4,4	13,80	Hijau

2. Pengujian gelombang output UPS

	Tampilan alat ukur
Gelombang output UPS	

3. Pengujian frekuensi output UPS

	Hasil Pengukuran
Frekuensi output UPS	50 Hz

4. Pengujian UPS dengan beban

a. Perpindahan sumber listrik PLN ke UPS

PLN	Waktu (Milidetik)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)
PLN	0	220	1,4
Perpindahan PLN ke UPS	270	189,5	1,3
UPS	540	219,4	1,3

b. Perubahan tegangan yang terjadi saat perpindahan dari PLN menuju ke UPS selama 1 detik

Waktu (milidetik)	Tegangan
0	220 (PLN)
70	210,4
170	199,7
270	189,5 (PLN ke UPS)
370	198,8
470	209,4
540	219,4 (UPS)
640	219,4
740	219,4
840	219,4
940	219,4
1000	219,4

c. Perpindahan sumber listrik UPS ke PLN

Sumber listrik	Waktu (Milidetik)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)
UPS	0	219,4	1,3
Perpindahan UPS ke PLN	90	210,5	1,4
PLN	130	220	1,4

d. Perubahan tegangan yang terjadi saat perpindahan dari UPS menuju ke PLN selama 1 detik

Waktu (milidetik)	Tegangan
0	219,4 (UPS)
90	210,5 (UPS ke PLN)
130	220 (PLN)
200	220
300	220
400	220
500	220
600	220
700	220
800	220
900	220
1000	220

e. Lama pemakaian UPS secara kontinyu

Waktu (menit)	Arus UPS (A)	Tegangan UPS (V)	Arus baterai aki (A)	Tegangan baterai aki (V)
0	1,4	219,4	24,39	13,80
10	1,4	218,6	24,39	13,64
20	1,4	217,8	24,39	13,44
30	1,3	217,1	24,39	13,13
40	1,3	216,3	24,39	12,80
50	1,3	215,7	24,39	12,49
60	1,3	215,0	24,38	12,17
70	1,3	214,4	24,38	11,86
80	1,3	213,8	24,38	11,57
90	1,3	213,2	24,38	11,25
100	1,3	212,6	24,38	10,95
110	1,3	211,6	24,37	10,66
120	1,3	210,9	24,37	10,46
139	1,3	210,1	24,36	10,19

B. Perhitungan persentase muatan yang terisi oleh baterai aki saat pengisian

Rumus yang digunakan :

$$\% \text{ muatan jam ke } A = \frac{\text{jam ke } A}{\text{total lama pengisian}} \times 100\%$$

- Jam ke 0 (start)

$$\% \text{ muatan jam ke } 0 = \frac{0}{12} \times 100\% = 0\%$$

- Jam ke 1

$$\% \text{ muatan jam ke } 1 = \frac{1}{12} \times 100\% = 8,33\%$$

- Jam ke 2

$$\% \text{ muatan jam ke } 2 = \frac{2}{12} \times 100\% = 16,67\%$$

- Jam ke 3

$$\% \text{ muatan jam ke } 3 = \frac{3}{12} \times 100\% = 25\%$$

- Jam ke 4

$$\% \text{ muatan jam ke } 4 = \frac{4}{12} \times 100\% = 33,33\%$$

- Jam ke 5

$$\% \text{ muatan jam ke } 5 = \frac{5}{12} \times 100\% = 41,67\%$$

- Jam ke 6

$$\% \text{ muatan jam ke } 6 = \frac{6}{12} \times 100\% = 50\%$$

- Jam ke 7

$$\% \text{ muatan jam ke } 7 = \frac{7}{12} \times 100\% = 58,33\%$$

- Jam ke 8

$$\% \text{ muatan jam ke } 8 = \frac{8}{12} \times 100\% = 66,67\%$$

- Jam ke 9

$$\% \text{ muatan jam ke } 9 = \frac{9}{12} \times 100\% = 75\%$$

- Jam ke 10

$$\% \text{ muatan jam ke } 10 = \frac{10}{12} \times 100\% = 83,33\%$$

- Jam ke 11

$$\% \text{ muatan jam ke } 11 = \frac{11}{12} \times 100\% = 91,67\%$$

- Jam ke 12

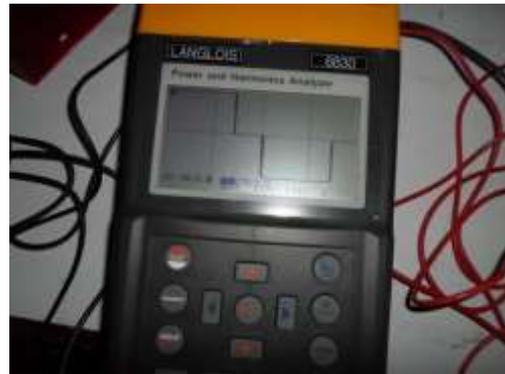
$$\% \text{ muatan jam ke } 12 = \frac{12}{12} \times 100\% = 100\%$$

Lampiran 3. Foto – foto Dokumentasi Penelitian

A. Observasi dan Wawancara Narasumber



B. Dokumentasi Pengujian





Semarang, 21 November 2014

Kepada Yth.
Kepala Laboratorium Teknik Elektro
Jurusan Teknik Elektro FT UNNES

Dengan Hormat,

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ari Mardiyanto
NIM : 5301410034
Prodi : Pendidikan Teknik Elektro S1
Jurusan : Teknik Elektro

Bermaksud meminjam alat laboratorium elektronika berupa:

Nama Alat Ukur	Jenis / Tipe
Multimeter	SANWA YX360TRF ✓
Voltmeter	HELES CR-45 ✓
Amperemeter	HELES CR-45
Digital Clamp Meter	Langlois MS332 ✓ <i>R. Band Penlay</i>
Digital Clamp Meter	Kyoritsu 2007A ✓
Digital Hltester	Hioki 3256 ✓
Digital Osiloskop	ATTEN ADS 1202CML

Peminjaman alat digunakan untuk keperluan membantu pelaksanaan penelitian Skripsi dengan judul **"Emergensi Energi Listrik pada Ruang Operasi di Rumah Sakit Menggunakan UPS (Uninterruptible power supplies)"**.

Kegiatan penelitian rencananya akan dilaksanakan pada:

Hari, Tanggal : Senin, 24 November 2014 s/d Senin, 1 Desember 2014

Tempat : Laboratorium Teknik Elektro Gedung E6 Lantai 1 Fakultas Teknik UNNES

Demikian surat permohonan ini saya buat, atas perhatian dan bantuan dari bapak, kami ucapkan terimakasih.

Mengetahui,

Dosen Pembimbing

Drs. Sutarno, M.T

NIP. 195510051984031001

Pemohon,

Ari Mardiyanto

NIM. 5301410034

Ace
Uku
Savit Gmasbiy
Sama Mas/Bahan akan ditujukan ke lab elektro.

Semarang, 28 November 2014

Kepada Yth.
Kepala Laboratorium Teknik Elektro
Jurusan Teknik Elektro FT UNNES

Dengan Hormat,

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ari Mardiyanto
NIM : 5301410034
Prodi : Pendidikan Teknik Elektro SI
Jurusan : Teknik Elektro

Bermaksud meminjam alat laboratorium elektronika berupa:

Nama Alat Ukur	Jenis / Tipe	Nama Alat	Jenis / Tipe
Multimeter	SANWA YX360TRF	Load Lamp/ Bahan Lampu	400 watt
Voltmeter	HELES CR-45 Analog	Relay	Magnetik Konduktor ✓
Amperemeter	HELES CR-45 Analog		
Digital Clamp Meter	Langlois MS332		
Digital Clamp Meter	Kyoritsu 2007A		
Digital Hitester	Hioki 3256		
Digital Osiloskop	ATTEN ADS 1202CML		

- Peminjaman alat digunakan untuk keperluan membantu pelaksanaan penelitian Skripsi dengan judul *"Emergensi Energi Listrik pada Ruang Operasi di Rumah Sakit Menggunakan UPS (Uninterruptible power supplies)"*.

Kegiatan penelitian rencananya akan dilaksanakan pada:

Hari, Tanggal : ~~Selasa~~ ^{Senin}, 4 Desember 2014 s/d Jumat, 5 Desember 2014

Tempat : Laboratorium Teknik Elektro Gedung E6 Lantai 1 Fakultas Teknik UNNES

Demikian surat permohonan ini saya buat, atas perhatian dan bantuan dari bapak, kami ucapkan terimakasih.

Mengetahui,

Dosen Pembimbing

Drs. Sutarno, M.T

NIP. 195510051984031001

Pada Roro di bantu pemohon,
Ari Mardiyanto
28/11/2014

Ari Mardiyanto

NIM. 5301410034



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

FAKULTAS TEKNIK

Gedung E1 Kampus Sekaran Gunungpati Semarang 50229

Telepon/Fax (024) 8508101 – 8508009

Laman : <http://www.ft.unnes.ac.id>, email: ft_unnes@yahoo.com

Nomor : 2093/UN37.1.5/PP/2014
Hal : Permohonan Izin Observasi

Yth : Pimpinan RSUD Dr. M. Ashari Kab. Pemalang
Jl. Gatot Subroto No. 41 Pemalang

Dengan hormat kami mohonkan ijin untuk mahasiswa berikut :

No	Nama	NIM	Semester	Jurusan
1	Ari Mardiyanto	5301410034	VIII	Teknik Elektro

Agar diperkenankan mengadakan observasi tentang Data Instalasi Listrik Ruang Bedah, yang bertujuan untuk mengumpulkan data dalam rangka penyelesaian studi yang diwajibkan.

Demikian atas dikabulkan permohonan ini, kami ucapkan terima kasih.

Semarang, 8 Mei 2014

A.n. Dekan
Pembantu Dekan Bidang Akademik



Drs. Djoko Adi Widodo, M.T
NIP. 195909271986011001

Tembusan :
Ketua Jurusan TE Fakultas Teknik
Universitas Negeri Semarang

FM-01-AKD-21C

OBSERVASI DI RSUD DR. M. ASHARI KAB. PEMALANG
TANGGAL 30 BULAN 05 TAHUN 2014

Nama Lengkap : MUAZIRUN, Amd-TEM
Jabatan : Ka. IPS medik RSUD Dr. M. Ashari Pemalang

Pertanyaan yang diajukan	Hasil wawancara
1. Pada kamar operasi terdapat beberapa peralatan-peralatan dalam menunjang tindakan pembedahan, peralatan apa saja yang tergolong menggunakan energi listrik dan sensitif dalam menunjang tindakan pembedahan tersebut?	<p>1. - Ventilator - Mesin Anestesi - Lampu Operasi LED - Suction Pump - Monitor - X-ray film Viewer - AC</p> <p>Tanpa Listrik : - Meja Operasi</p>
2. Peralatan tersebut yang disebutkan apakah di input oleh listrik 3 fasa atau 1 fasa?	2. 1 fasa
3. Mengenai instalasi listrik pada kamar operasi, apakah menggunakan listrik 3 fasa atau 1 fasa?	3. Dari Gedung IBS 3 fasa tersalurkan ke kamar Operasi 1 fasa
4. Berapa daya yang dihasilkan jika peralatan - peralatan yang menggunakan listrik dan sensitif yang disebutkan diatas dipakai semua saat sedang tindakan pembedahan?	<p>4. - Mesin anestesi + Ventilator 2240 W - Suction Pump 200 W - Lampu operasi 300 W - X-ray film Viewer 20 W - Monitor 80 W</p>

5. Berapa lama maksimal sebuah tindakan pembedahan pada kamar operasi di RSUD Dr. M. Ashari ?

- AC ruangan 835 W
- Lampu TL 72 W

Jadi Total daya 3747 W
Untuk satu kamar operasi
tindakan pembedahan umum.

5. Dalam tindakan tindakan
skala besar Paling lama
berlangsung 2 Jam

Pemalang, 30 Mei 2014
Mengetahui Narasumber,



MUAZIRUN Amd. Tem

NIP. 197607112010010009

OBSERVASI DI RSUD DR. M. ASHARI KAB. PEMALANG
TANGGAL ...26... BULAN ...05... TAHUN...2014.

Nama Lengkap : DIMYATI
Jabatan : STAF IBS RSUD DR. M. ASHARI

Pertanyaan yang diajukan	Hasil wawancara
1. Dalam setiap RSUD pasti memiliki Instalasi Bedah Sentral (IBS) guna penanganan tindakan pembedahan, di dalam IBS terdapat beberapa ruangan kamar operasi, di RSUD Dr. M. Ashari memiliki berapa Kamar operasi dalam IBS tersebut ?	1. 5 kamar operasi
2. Berapa daya input yang di pakai dalam IBS beserta listrik fasanya ?	2. 33 kW listrik 3 Fasa
3. Berapa daya maksimal yang terpakai dari daya input tersebut saat tiap kamar operasi digunakan ?	3. Bisa mencapai 25 kW Pada Gedung IBS
4. Berapa arus maksimal yang terpakai ?	4. Maksimal mencapai 25A Per fasa nya.
5. Berapa daya maksimal yang terpakai untuk satu kamar operasinya ?	5. 33 kW ± 3800 W
6. Pada tiap kamar operasi apakah menggunakan listrik fasa yang sama seperti pada listrik fasa input IBS ?	6. Untuk input listrik IBS menggunakan 3 fasa, pada pengaturan ke tiap-tiap kamar operasi hanya di input listrik 1 fasa.

7. Berapa tegangan input yang dipakai pada tiap Kamar operasi ?	7. PLN 220 V
8. Berapa arus maksimal yang terpakai untuk satu kamar operasinya ?	8. $\pm 10 A$
9. Apa saja alternatif energi listrik selain dari PLN yang tersambung ke kamar operasi ?	9. ... Genset
10. Berapa daya yang dihasilkan dari alternatif energi listrik tersebut ?	10. ... Genset daya 500 KVA
11. Apakah alternatif energi listrik yang digunakan hanya khusus untuk Kamar operasi atau meliputi ke keseluruhan ruangan yang ada di RSUD Dr. M. Ashari ?	11. ... Mencakup area atau meliputi ke seluruh ruangan yang ada pada RSUD Dr. M. Ashari
12. Bagaimana sistem kerjanya dari alternatif energi listrik yang digunakan ?	12. ... Pelimpahan ^{sumber} bebas Genset secara otomatis pada ATS nya, namun untuk pelimpahan ke setiap ruangan secara manual menggunakan handle atau saklar pada tiap masing-masing ruangan
13. Berapa lama waktu pelimpahan dari energi listrik PLN ke energi listrik alternatif yang digunakan ?	13. ... Selesai saat PLN Padam, Genset bekerja dengan otomatis pada kurun waktu < 5 detik, namun masih ditambah waktu untuk memindah handle atau saklar di setiap ruangan —

<p>14. Rata-rata berapa lama jalannya setiap tindakan pembedahan ?</p>	<p>Sehingga total waktunya bisa mencapai 1 15 detik.</p> <p>14. Untuk tindakan Skala besar mencapai 2 jam. Untuk tindakan pembedahan Skala kecil mencapai 10-15 menit.</p>
<p>15. Apabila terjadi pemadaman listrik PLN baik secara tiba-tiba atau lewat pemberitahuan resmi, seringkali berapa lama terjadinya pemadaman tersebut dan maksimalnya berapa lama ?</p>	<p>15. Paling lama pernah mencapai 2 jam</p>
<p>16. Apakah dengan adanya pemadaman tersebut dapat mengganggu aktifitas pembedahan ?</p>	<p>16. Oborans sangat mengganggu jalannya atau aktivitas tindakan pembedahan, karena beberapa peralatan medis menggunakan Energi listrik.</p>
<p>17. Dalam beberapa bulan terakhir terdapat berapa kali pemadaman ?</p>	<p>17. Dari bulan September - November 2013 mencapai 6 kali pemadaman. Sedangkan dari bulan Desember 2013 - Mei 2014 terjadi 2 kali pemadaman. Pemadaman sering terjadi pada musim hujan.</p>

Pemalang, 30 Mei 2014

Mengetahui Narasumber,


DINA YATI

NIP. 197103102007011907

PENDAPAT NARASUMBER MENGENAI ALAT UPS PENELITI
TANGGAL ...19... BULAN ...01... TAHUN...2015

Nama Lengkap : MUAZIRUN, Amd. TEM
Jabatan : Ka. IPS Medik RSUD Dr. M. Ashari Pematang

Bagaimana pendapat saudara mengenai alat UPS yang dirancang oleh peneliti guna sebagai
emergensi energi listrik pada kamar operasi berdasarkan dari hasil pengujian ?

Peralatan Emergensi Energi Listrik yang dirancang oleh
peneliti dengan perpindahan sumber listrik kurang dari
1 detik dari listrik PLN ke listrik emergensi (UPS)
dan sebaiknya dimana tegangan tidak menuju ke 0 V
saat berpindah, UPS dalam hal ini mampu mengatasi
gangguan-gangguan energi listrik PLN pada kamar operasi,
sehingga peralatan listrik dan peralatan medis pada kamar
operasi tidak mengalami gangguan dan bisa langsung
dioperasikan saat terjadi gangguan-gangguan energi
listrik PLN tersebut.

Pematang ...
Mengetahui Narasumber,



MUAZIRUN, Amd. TEM
NIP. 1976 0711 201001 0009

PENDAPAT NARASUMBER MENGENAI ALAT UPS PENELITI
TANGGAL ...19... BULAN ...01... TAHUN...2015

Nama Lengkap : DIMYATI
Jabatan : STAF IPS RSUD Dr. ASHAFI

Bagaimana pendapat saudara mengenai alat UPS yang dirancang oleh peneliti guna sebagai
emergensi energi listrik pada kamar operasi berdasarkan dari hasil pengujian ?

Alat UPS peneliti bisa mengatasi permasalahan lama
backup daya pada kamar operasi di RSUD Dr. M. Ashari
karena geset di RSUD Dr. M. Ashari dan pemindahan energi
listrik untuk menyediakan energi listrik geset ke ruang-
ruang ruang yang sudah menggunakan cara manual dengan
memindahkan siklus panel pada masing-masing ruangan 24
jamnya bisa pada kamar operasi selang waktu yang
diperlukan untuk pemindahan energi listrik menggunakan
waktu yang lebih lama sekitar +/- 15 detk. Alas karena
itu dengan adanya UPS mungkin bisa permasalahan tersebut

Pemalang, 19 Januari 2015

Mengetahui Narasumber,



DIMYATI
NIP. 1971 0310 2007 011007



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Gedung E6 lt 2, Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229

Telepon: 8508104

Laman: www.te.unnes.ac.id, surel:

Nomor : 167/TE/V/2014
Lamp. :
Hal : Usulan Pembimbing

Yth. Dekan Fakultas Teknik
Universitas Negeri Semarang

Merujuk Keputusan Rektor Unnes Nomor 164/O/2004 tentang Pedoman Penyusunan Skripsi Mahasiswa Program S1 pasal 7 mengenai penentuan pembimbing, dengan ini saya usulkan

Nama : Drs Sutarno, M.T
NIP : 195510051984031001
Pangkat/Golongan : IV/B
Jabatan Akademik : Lektor Kepala
Sebagai Dosen Pembimbing

Dalam penyusunan Skripsi/Tugas Akhir untuk mahasiswa

Nama : ARI MARDIYANTO
NIM : 5301410034
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektro, S1
Topik : EMERGENSI ENERGI LISTRIK PADA RUANG BEDAH DI RUMAH SAKIT
MENGUNAKAN CATU DAYA

Untuk itu, mohon diterbitkan surat penetapannya.

Semarang, 8 Mei 2014
Ketua Jurusan
Drs. Salyono, M.T.
NIP: 195503161985031001





KEPUTUSAN
DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Nomor: 348/FT-UNNES/2014

Tentang

PENETAPAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI/TUGAS AKHIR SEMESTER
GASAL/GENAP
TAHUN AKADEMIK 2013/2014

Menimbang : Bahwa untuk memperlancar mahasiswa Jurusan/Prodi Teknik Elektro/Pend. Teknik Elektro Fakultas Teknik membuat Skripsi/Tugas Akhir, maka perlu menetapkan Dosen-dosen Jurusan/Prodi Teknik Elektro/Pend. Teknik Elektro Fakultas Teknik UNNES untuk menjadi pembimbing.

Mengingat : 1. Undang-undang No.20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional (Tambahan Lembaran Negara RI No.4301, penjelasan atas Lembaran Negara RI Tahun 2003, Nomor 78)
2. Peraturan Rektor No. 21 Tahun 2011 tentang Sistem Informasi Skripsi UNNES
3. SK. Rektor UNNES No. 164/O/2004 tentang Pedoman penyusunan Skripsi/Tugas Akhir Mahasiswa Strata Satu (S1) UNNES.
4. SK Rektor UNNES No.162/O/2004 tentang penyelenggaraan Pendidikan UNNES.

Menimbang : Usulan Ketua Jurusan/Prodi Teknik Elektro/Pend. Teknik Elektro Tanggal 8 Mei 2014

MEMUTUSKAN

Menetapkan :

PERTAMA :

Menunjuk dan menugaskan kepada:

Nama : Drs Sutarno, M.T
NIP : 195510051984031001
Pangkat/Golongan : IV/B
Jabatan Akademik : Lektor Kepala
Sebagai Pembimbing

Untuk membimbing mahasiswa penyusun skripsi/Tugas Akhir :

Nama : ARI MARDIYANTO
NIM : 5301410034
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro/Pend. Teknik Elektro
Topik : EMERGENSI ENERGI LISTRIK PADA RUANG BEDAH DI RUMAH SAKIT MENGGUNAKAN CATU DAYA

KEDUA :

Keputusan ini mulai berlaku sejak tanggal ditetapkan.

Tembusan
1. Pembantu Dekan Bidang Akademik
2. Ketua Jurusan
3. Petinggal



5301410034
FN-23-4KD-24/Rev. 00

DITETAPKAN DI : SEMARANG

PADA TANGGAL : 8 Mei 2014

DEKAN



Drs. Muhammad Harlanu, M.Pd.
NIP. 195602151991021001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK

Gedung E6-It 2, Kampus Selatan, Gunungpati, Semarang 50229
Telepon: 8508104
Laman: www.te.unnes.ac.id, unnes1

No. *2016/UM52.1-S/TE/2016*
Lamp.
Hal. Soal Tugas Panitia Ujian Sarjana

Dengan ini kami tetapkan bahwa ujian Sarjana Fakultas Teknik UNNES untuk jurusan Teknik Elektro adalah sebagai berikut:

- I. Susunan Panitia Ujian
- | | |
|---------------------|---|
| a. Ketua | Drs. Suryono, M.T |
| b. Sekretaris | Drs. Agus Suryanto, M.T |
| c. Pembimbing Utama | Drs. Sutarno, M.T |
| d. Pengajar | 1. Drs. Saed Sunardiyo, M.T
2. Drs. Johannes Primadyono, M.T |
- II. Calon yang diuj:
- | | |
|---------------------------|---|
| Nama | ARI MARDIYANTO |
| NIM/Jurusan/Program Studi | 5301410234/Teknik Elektro
Pendidikan Teknik Elektro, 51 |
| Judul Skripsi | EMERGENSI ENERGI LISTRIK PADA KAMAR OPERASI DI RUMAH SAKIT MENGGUNAKAN UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLIES (UPS) |
- III. Waktu dan Tempat Ujian:
- | | |
|--------------|-----------------------|
| Hari/Tanggal | Kamis / 26 Maret 2016 |
| Jam | 11:00:00 |
| Tempat | EB 302 |
| Pakaian | _____ |

Terbitan
1. Ketua Jurusan Teknik Elektro
2. Calon yang diuj



5301410234