

TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN ALAT INVERTOR SEBAGAI DAYA CADANGAN PADA RUMAH TANGGA

*Diajukan Untuk Memenuhi Tugas-Tugas dan syarat-syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T)*

Oleh :

HENDRI HARUNSYAH

NPM : 1407220035



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018**



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
Jl.kapten mukhtar basri no.3 medan telp.061-66244567

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Hendri Harunsyah
NPM : 1407220035
Pembimbing 2 : Zulfikar, ST, MT.

NO	HARI/TANGGAL	URAIAN	PARAF
1.	27/3-2010	Perbaiki BAB I TUGAS Pemeriksaan Mekanik	J
2.	28/4-2010	Lampir pada buku III	J
3.	Perbaiki 17/7-2010	Perbaiki TUGAS PASTORAL.	J
4.	17/7-2010	Tambahan Tempel & Tampilan Pembuatan. buku Flowchart.	J
5.	3/8-2010	Lampir ke BAB IV	J
6.	17/8-2010	Perbaiki BAB IV. Analisis data. dan data keseluruhan	J
7.	20/8-2010	Perbaiki grafik Sensus dengan data hasil pengujian tanpa skala lampir BAB IV	J
P.			
P.		ACC : Sensus	J

Pembimbing 1

Zulfikar, ST, MT.



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
Jl. kapten mukhtar basri no.3 medan telp.061-66244567

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Hendri Harunsyah
NPM : 1407220035
Pembimbing 2 : Partaonan Harahap, ST, MT.

NO	HARI/TANGGAL	URAIAN	PARAF
1.	26/3/2018.	Perbaiki BABI Tulisan Rensua narekha	J.
2.	26/6/2018.	layut pada BII Tinjapan	J.
3.	11/juli/2018.	perbaiki Tinjapan pada bab lay. BAB III	J.
4.	19/juli/2018.	Buat abstrak untuk bab dan layut BAB IV	J.
5.	1/8/2018.	perbaiki hasil BAB IV tulis kembali Daftar pustaka	J.
6.	20/8/2018.	layutkan pengukuan dan perhitung.	J.
7.	31/8/2018.	layut BAB 5 dan pada bila Florent.	J.
8.	5/9/2018	Dec seminar. layut bingkay kepalaing, I pak Fitra rambal	J.

Pembimbing 2


Partaonan Harahap, ST, MT.

LEMBAR PENGESAHAN
RANCANG BANGUN ALAT INVERTOR SEBAGAI DAYA CADANGAN
PADA RUMAH TANGGA

DISUSUN OLEH :

HENDRI HARUNSYAH

NPM : 1407220035

Dosen Pembimbing I,



Zulfikar S.T., M.T

Dosen Pembimbing II,



Partaonan Harahap, S.T., M.T

Dosen Pembimbing I,



Solly Aryza S.T., M.Eng

Dosen Pembimbing II,



Faisal Irsan Pasaribu, S.T., M.T

Diketahui Oleh
Ketua Jurusan Program Studi Teknik Elektro



Faisal Irsan Pasaribu, S.T., M.T

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah Ini:

Nama : Hendri Harunsyah

NPM : 140720035

Program Studi : Teknik Elektro

Bidang Keahlian : Arus Kuat

Fakultas : Teknik

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir yang berjudul :

“RANCANG BANGUN ALAT INVERATOR SEBAGAI DAYA CADANGAN PADA RUMAH TANGGA”

Dengan sebenar - benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di salah satu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Medan, 28 September 2018

Saya yang menyatakan,



Hendri Harunsyah

ABSTRAK

Perkembangan teknologi dan informasi sangatlah berkembang pesat pada saat ini, menyebabkan beberapa industri menerapkan sistem alat untuk meningkatkan dan mengetahui hasil produksi. Dalam proses penambah energi listrik, masih banyak rumah atau perbengkelan yang menggunakan penambahan atau peningkatan daya dari PLN agar mampu menyalurkan beban-beban yang berlebih pada rumah tangga atau perbengkelan, sehingga untuk proses penambahan daya dari PLN membutuhkan pengeluaran yang lebih untuk menambah daya tersebut. Rancang bangun alat daya cadangan listrik pada rumah tangga di buat dengan menggunakan jenis kapasitor dan kabel nikelin untuk peningkatan star awal dan mengurangi lonjakan arus star pada beban yang berlebih. Beban- beban yang berlebih pada rumah tangga akan dihubungkan pada alat daya cadangan listrik yang dimana input alat penambah energi listrik terhubung dengan mcb, mcb disini yang akan berperan sebagai sakelar untuk pemutus arus jika terdapat beban lebih dan sebagai penentu berhasil atau tidak nya pembuatan alat penambah energi listrik tersebut. Berdasarkan analisa yang telah dilakukan, bahwa sistem daya cadangan listrik ini mampu mengangkat beban yang melebihi kapasitas dari daya mcb 2A atau daya 450 watt.

Kata kunci : **Kapasitor, Sakering (fuse), Resistor, Lampu Indikator, Kabel.**

ABSTRACT

The development of technology and information is very rapidly developing at this time, causing some industries to implement a system of tools to improve and know the results of production. In the process of increasing electricity, there are still many houses or workshops that use additional or increased power from the National Electric Company to be able to channel excess loads on households or workshops, so that the process of adding power from PLN requires more expenditure to increase the power. The design of electricity backup power devices in households is made using nickel capacitors and cables for increasing star start and reducing surge of star currents on excessive loads. Excessive loads on the household will be connected to a power backup power supply wherein the input of an electrical energy booster is connected to mcb, mcb here which will act as a switch for the circuit breaker if there is more load and as a determinant of success electrical energy. Based on the analysis that has been done, that the power backup power system is capable of lifting loads that exceed the capacity of 2A mcb power or 450 watts of power.

Keywords: Capacitors, Sakering (fuse), Resistors, Indicator Lights, Cables.

KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan sebatas ilmu dan kemampuan yang penulis miliki, sebagai tahap akhir dalam menyelesaikan studi pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Dengan perjuangan yang berat dan perilaku akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “ **Rancang Bangun Alat Inverter Sebagai Daya Cadangan Pada Rumah Tangga** ”.

Dalam penyusunan tahap akhir penulis telah banyak menerima bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini penulis dengan setulus hati mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT yang telah menjaga jiwa dan raga saya sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Teristimewa buat Ayahanda Badrun dan Ibunda Halimah yang telah banyak memberikan pengorbanan demi cita-cita bagi kehidupan penulis, serta abang dan adik-adik yang telah banyak memberikan doa, nasehat, materi dan dorongan moril sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar, ST, MT, sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

4. Bapak Faisal Irsan Pasaribu, ST, MT, sebagai Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Partaonan Harahap ST, MT, sebagai Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Zulfikar ST, MT, sebagai Dosen Pembimbing I.
7. Bapak Partaonan Harahap ST, MT, sebagai Dosen Pembimbing II.
8. Seluruh staf pengajar dan pegawai Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Seluruh Mahasiswa Teknik Elektro terkhusus stambuk 2014 yang tulus membantu dalam Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan. Untuk itu, penulis sangat mengharap kritik dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan Skripsi ini dimasa yang akan datang.

Akhirnya kepada Allah SWT penulis berserah diri semoga kita selalu dalam lindungan serta limpahan rahmat-Nya dengan kerendahan hati penulis mudah-mudahan Skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan penulis khususnya.

Medan, 07 September 2018

Penulis,

Hendri Harunyah
1407220035

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Metode Penelitian	4
1.6.1 Studi Literatur	4
1.6.2 Eksperimen	4
1.6.3 Perancangan Sistem	4
1.6.4 Pembuatan Alat Rangkaian.....	5
1.6.5 Pengujian dan Pengambilan Data	5
1.6.6 Bimbingan.....	5
1.7 Sistematika Penulisan	5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka Relevan.....	7
2.1.1 Daya Listrik	12
2.2 MCB (Miniatur Circuit Breaker).....	13
2.2.1 Prinsip Kerja MCB	15
2.2.2 Beberapa manfaat MCB	17
2.2.3 Jenis-Jenis MCB	19
2.3 KWH Meter	20
2.3.1 Jenis-Jenis KWH meter	21
2.3.2 Prinsip Kerja KWH meter	24
2.4 Lampu Indikator	26
2.5 Resistor	28
2.6 Kapasitor.....	29
2.6.1 Cara Kerja Kapasitor	30
2.6.2 Prinsip Pembentukan Kapasitor.....	32
2.6.3 Jenis dan macam-macam kapasitor	32
2.6.4 Tipe-Tipe Kapasitor.....	33

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian	35
3.2 Jalannya Penelitian	35
3.3 Jenis Data Penelitian.....	36
3.4 Peralatan dan Bahan Penelitian	36
3.4.1 Peralatan Penelitian	36
3.4.2 Bahan-bahan Penelitian	37
3.5 Langkah-langkah Perancangan Bahan.....	38
3.5.1 Langkah-langkah Pemasangan Alat ke Beban	39
3.5.2 Kinerja Alat Inverter.....	40
3.6 Prosedur Penelitian	41
3.7 Pengumpulan Data Beban	42
3.8 Diagram Alir	43

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Data Beban Penelitian	44
4.2 Hasil Data Pengukuran Pemakaian Alat Inverter	45
4.2.1 Analisa Hasil Perhitungan Sebelum Pemakaian Alat Inverter	46
4.2.2 Analisa Hasil Perhitungan Sesudah Pemakaian Alat Inverter	49
4.2.3 Grafik Hasil Perhitungan Daya Sebelum dan Sesudah Pemakaian Inverter	52

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan.....	53
5.2 Saran.....	54

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Alat Inverter (Daya Cadangan)	10
Gambar 2.2	Rangkaian Inverter	12
Gambar 2.3	Konstruksi MCB	14
Gambar 2.4	Thermal Tripping	16
Gambar 2.5	Thermal Tripping	17
Gambar 2.6	KWH Meter Analog	22
Gambar 2.7	KWH Meter Digital.....	24
Gambar 2.8	Lampu Indikator	26
Gambar 2.9	Penggunaan Lampu Indikator	27
Gambar 2.10	Kumparan Kontaktor Energize.....	27
Gambar 2.11	Resistor Bahan Alat.....	29
Gambar 2.12	Struktur Kapasitor	30
Gambar 3.1	Rangkaian Elektronik Inverter/sort starter ke beban.....	41

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jalannya Penelitian.....	35
Tabel 3.2 Data Name Plate Penggunaan beban	42
Tabel 4.1 Analisa Data Pada Beban Penelitian.....	44
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Pemakaian Daya Aktif dan Daya Semu	45
Tabel 4.3 Analisa Perhitungan Sebelum Pemakaian Inverter	46
Tabel 4.4 Analisa Perhitungan Sesudah Pemakaian Inverter.....	49

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Listrik merupakan energi yang sangat dibutuhkan bagi keberlangsungan aktivitas manusia baik bagi individu, kelompok masyarakat maupun dunia industri. Kegiatan masyarakat cenderung meningkat dari waktu ke waktu. Peningkatan kegiatan mendorong peningkatan pengoperasian peralatan dengan tenaga listrik. Pemakaian listrik dikelompokkan menjadi kelompok rumah tangga, bisnis, industri dan publik. Perkembangan pemakaian energi listrik tersebut karena peningkatan penggunaan pemakaian daya, sehingga perlu diadakannya peningkatan daya.

Energi listrik juga merupakan energi yang mempunyai sifat-sifat yang banyak menguntungkan di bandingkan energi lain, mudah di bangkitkan (generation), mudah dikirimkan (transmission), mudah di disalurkan (distribution), serta mudah di ubah menjadi energi lain dengan efisiensi tinggi. Untuk membangkitkan energi listrik diperlukan energi lain, sebagai energi penggerak mula (primover), yang ada pada saat ini menggunakan energi fosil.[1]

Di Indonesia pemakaian energi listrik di suplai oleh PLN dan pemakai dikelompokkan menjadi kelompok rumah tangga, bisnis, industri, dan publik. Perkembangan pemakaian karena peningkatan penggunaan pemakain daya sehingga perlu di adakannya peningkatan daya. Klarifikasi listrik rumah tangga 450 watt sepertinya bergeser dan beralih meningkat diatasnya., 900 dan 1300 watt. Dalam penelitian ini peneliti mencoba merancang bangun alat daya

cadangan pada rumah tangga dari daya terpasang mcb 2A 450 watt akan ditingkatkan lebih dari daya tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, perumusan masalah antara lain :

- a) Bagaimanakah merancang bangun alat daya cadangan berdasarkan alat inverter ?
- b) Bagaimana kinerja alat daya cadangan berdasarkan alat inverter, kinerja yang di maksud adalah bagaimana menurunkan dayabeban yang berlebih.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain sebagai berikut :

- a. Untuk mengetahui kemampuan dari sebuah alat inverter (Daya Cadangan)pada rumah tangga dengan daya 450 watt.
- b. Untuk menganalisa hasil kinerja dari alat inverter (Daya Cadangan) berdasarkan beban lebih dari 450 watt.

1.4 Batasan Masalah

Untuk menghindari kesalah pahaman dan meluasnya masalah yang akan diteliti, maka penulis membatasi atau memfokuskan masalah yang berkaitan dengan penelitian ini, antara lain sebagai berikut :

- a. Alat yang digunakan inverator sort star 1300 W.
- b. Mcb dengan daya 450 watt untuk pembatas arus pada beban.
- c. Menghitung daya sebelum dan sesudah pemakaian alat inverator
- d. Menggunakan beban daya pemakaian 410 watt.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini, antara lain sebagai berikut :

- a. Meningkatkan kualitas kerja (*work quality*) berdasarkan penguat alat pada konsumen.
- b. Mempercepat dan mempermudah pekerjaan rumah tangga.
- c. Mampu merancang sebuah alat daya cadangan pada rumah tangga.
- d. Menjadi bahan referensi bagi mahasiswa teknik elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara atau disingkat UMSU.

1.6 Metode Penelitian

Dalam penulisan penelitian ini penulis melakukan penelitian terhadap sistem yang diterapkan. Adapun langkah-langkah penelitian adalah sebagai berikut :

1.6.1 Studi Literatur

Studi literatur yaitu metode yang digunakan dalam perancangan Alat ini menggunakan kajian pustaka agar mendapat tingkat keakuratan data yang baik dan menjadi pertimbangan tersendiri dalam diri penulis. Kajian pustaka sebagai landasan dalam melakukan sebuah penulisan, diperlukan teori penunjang yang memadai, baik mengenai ilmu dasar, metode penelitian, teknik analisis, maupun teknik penulisan. Teori penunjang ini dapat diperoleh dari buku pegangan, jurnal ilmiah baik nasional maupun internasional, serta media online. Teori ditekankan pada perancangan alat emergency back up INVERTOR.

1.6.2 Eksperimen

Eksperimen yaitu dengan langsung melakukan praktek maupun pengujian terhadap hasil pembuatan alat dalam pembuatan tugas akhir ini.

1.6.3 Perancangan Sistem

Perancangan sistem yaitu mengupulkan data kemudian mencari bentuk model yang optimal dari sistem yang akan dibuat dengan mempertimbangkan faktor-faktor permasalahan dan kebutuhan yang telah ditentukan.

1.6.4 Pembuatan Alat Rangkaian

Pembuatan alat rangkaian penulis akan merancang alat inverter berdasarkan beban yang dibutuhkan pada rumah tangga.

1.6.5 Pengujian dan Pengambilan Data

Pengujian dan pengambilan data tahap ini alat yang dibuat dilakukan percobaan, pengujian beban, pengujian modul-modul, pengujian alat. Data yang diambil berupa tegangan, daya, arus dan performa alat. Pengambilan data dilakukan dengan cara pengukuran tegangan, waktu, pengujian alat, rangkaian inverter dan sistem keseluruhan.

1.6.6 Bimbingan

Bimbingan merupakan komunikasi antara penulis terhadap dosen pembimbing guna untuk memperbaiki tulisan penulis bila ada kekurangan maupun kesalahan dalam penulisan.

1.7 Sistematika Penulis

Sistematika penulisan skripsi ini dibagi menjadi lima bab, sesuai dengan sistematika/ketentuan dalam pembuatan skripsi, adapun pembagian bab-bab tersebut adalah :

BAB 1 : PENDAHULUAN

Bab ini menerangkan latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini akan diuraikan mengenai teori-teori dasar yang diperlukan dalam tugas akhir ini.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini akan uraikan mengenai langkah-langkah.

BAB IV : ANALISA DAN HASIL PEMBAHASAN

Disini penulis menguraikan hasil dan pembahasan berdasarkan judul serta dasar teori yang telah dibuat.

BAB V : PENUTUP

Bab terakhir ini berisi tentang kesimpulan dari pembahasan, pengujian dan analisis berdasarkan data hasil pengujian sistem. Untuk meningkatkan hasil akhir yang lebih baik diberikan saran-saran terhadap hasil pembuatan skripsi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka Relevan

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan masyarakat yang sangat penting dan sebagai sumber daya ekonomis yang paling utama yang dibutuhkan dalam berbagai kegiatan. Dalam waktu yang akan datang kebutuhan listrik akan terus meningkat seiring dengan adanya peningkatan dan perkembangan baik dari jumlah penduduk, jumlah investasi, perkembangan teknologi termasuk di dalamnya perkembangan dunia pendidikan untuk semua jenjang pendidikan. Rumah tangga merupakan salah satu yang mengkonsumsi energi listrik rata-rata dengan daya 450 watt. Oleh karena itu menjadi bagian penulis untuk merancang bangun sebuah alat emergency back up pada rumah tangga.

Menurut *Djiteng Marsudi*(2006) untuk keperluan penyediaan tenaga listrik bagi para pelanggan, diperlukan berbagai peralatan listrik. Berbagai peralatan listrik ini dihubungkan satu sama lain yang mempunyai interelasi dan secara keseluruhan membentuk suatu sistem tenaga listrik. Adapun yang dimaksud sistem tenaga listrik disini adalah sekumpulan pusat listrik dan gardu induk (pusat beban) yang satu sama lain dihubungkan oleh jaringan transmisi sehingga merupakan satu kesatuan interkoneksi. Kebutuhan akan tenaga listrik dari pelanggan selalu bertambah dari waktu ke waktu. Untuk tetap dapat melayani kebutuhan tenaga listrik dari pelanggan, maka sistem tenaga listrik harus dikembangkan seiring dengan kenaikan kebutuhan akan tenaga listrik dari para pelanggan. Untuk dapat melakukan hal ini dengan sebaik-baiknya maka hasil-

hasil operasi perlu di rancang sebuah alat dan dievaluasi antara lain diperlukan menambah unit-unit rangkaian penambah daya listrik.[2]

Menurut Agus Suryanto (2011) dalam penelitian implementasi model analisis perbaikan faktor daya listrik rumah tangga dengan simulasi perangkat lunak. Daya adalah energi yang dikeluarkan untuk melakukan usaha, dalam sistem tenaga listrik daya merupakan jumlah energi yang digunakan untuk melakukan kerja atau usaha. Daya listrik biasanya dinyatakan dalam satuan watt atau *horsepower*(HP). Horsepower merupakan satuan daya listrik dimana 1 HP setara dengan 746 watt, sedangkan watt merupakan unit daya listrik dimana 1 watt memiliki daya setara dengan daya yang dihasilkan oleh perkalian arus 1 ampere dan tegangan 1 volt. Dinyatakan dengan :[3]

$$P = V \times I \dots\dots\dots 2.1$$

Dimana: P = Daya (watt)

V = Tegangan (volt)

I = Arus (ampere)

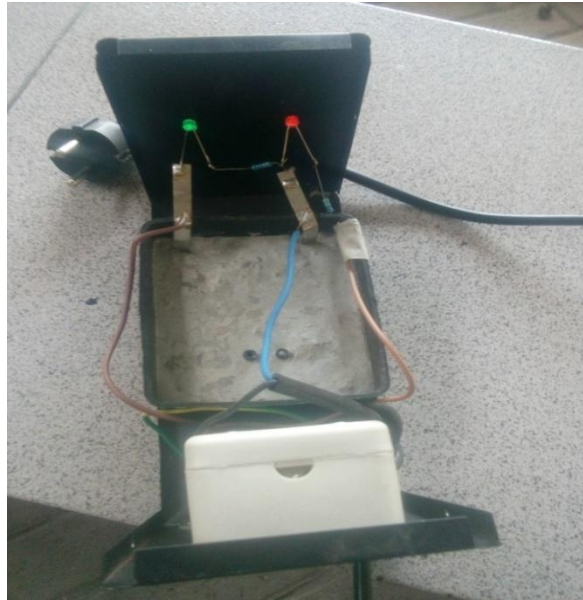
Wiwik Handajadi (2014) dalam penelitian peningkatan kualitas daya listrik dalam pemakaian luminer menggunakan lampu hemat energi (LHE). Energi listrik merupakan energi yang mempunyai sifat-sifat yang banyak menguntungkan dibandingkan energi lain : mudah dibangkitkan (generation), mudah disalurkan (transmission), mudah dibagikan (distribution), serta mudah diubah menjadi energi lain dengan efisiensi tinggi.[4]

Untuk membangkitkan energi listrik diperlukan energi lain, sebagai energi penggerak mula (primover), yang ada pada saat ini kebanyakan menggunakan energi fosil, cadangan energi yang bersumber pada energi fosil saat ini sudah mulai menipis, sedangkan untuk pembangkitan energi listrik masih banyak yang bertumpu pada energi tersebut. Walaupun upaya pembangkitan energi listrik sedang di upayakan banyak cara yang menggunakan energi selain energi fosil dan merupakan proses yang ramah lingkungan (reversible).

Menurut B G Melipurbowo (2016) dalam penelitian pengukuran daya listrik real time dengan menggunakan sensor arus ACS 712. Energi listrik merupakan penggerak bagi semua komponen listrik yang dipakai pada semua kegiatan di instansi maupun industri, harga energi listrik telah banyak mengalami kenaikan sehingga diperlukan program penghematan energi listrik. Ada dua kategori dalam penghematan energi listrik yaitu kebutuhan peralatan dan penerangan.[5]

Inverter adalah alat bantu penguat lonjakan daya listrik, alat ini tidak melanggar ketentuan dari PLN karena tidak mengganggu ataupun mengubah apapun pada meteran PLN. Kapasitas daya listrik yang terpasang pada jaringan rumah akan membatasi penggunaan daya listrik yang mampu disalurkan ke beban. Jika terjadi kelebihan daya maka jaringan listrik akan terputus. Jika diinginkan kapasitas daya yang lebih tinggi maka kapasitas jaringan listrik harus ditingkatkan, meskipun penggunaan listrik saat melebihi kapasitas daya terpasang hanya beroperasi dalam waktu yang tidak terlalu lama. Alternatif emergency back up yang dapat di lakukan untuk mengatasi beban yang melebihi kapasitas daya terpasang adalah dengan menambahkan perangkat inverter untuk

lonjakankelebihan daya. Kelebihan daya listrik pada rumah tangga dengan mcb 2a (450 watt) yang akan di supplay dengan alat inverator akan menjadi topik penelitian ini.



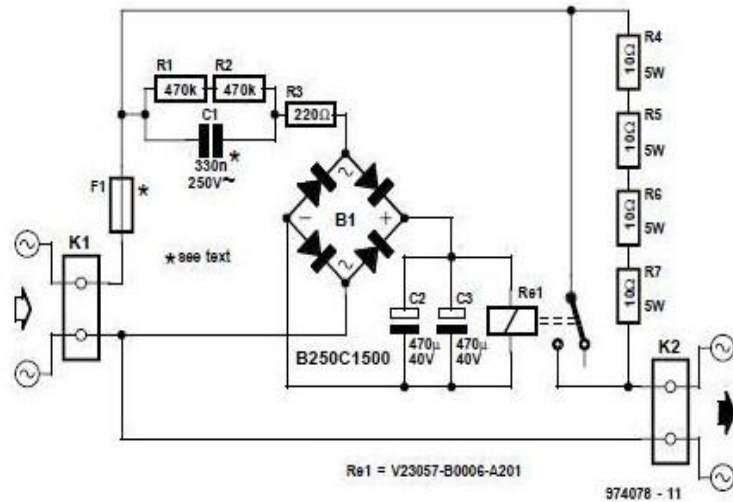
Gambar 2.1 Alat Inverator

Inverator juga di definisikan sebagai peralatan eletronik yang dipergunakan untuk mengatur atau memperhalus lonjakan arus star atau *inrush current* dari beban listrik. Pada umumnya beban listrik yang memiliki karakteristik seperti ini adalah motor listrik, akan tetapi hal ini juga terjadi pada peralatan listrik lainnya yang terdapat capasitor/elco dan dioda atau rangkaian penyearah, seperti power supply pada PC. Alat peningkat daya listrik merupakan peralatan elektronik yang digunakan sebagai media penyalur energi listrik dan meningkatkan daya penggunaan energi listrik. Sesuai dengan prinsip kerja generator listrik, unit ini mampu menghasilkan arus kuat dan tegangan bolak balik (AC) yang bekerja melalui prinsip aktivasi volatase listrik AC.

Alat ini merupakan alat dengan modifikasi penggunaan rangkaian elektronika dengan teknologi baru yang digunakan untuk tujuan akhir sebagai

penghematan penggunaan energi listrik. Melalui sistem induksi elektromagnetik, kelebihan elektron akan meningkatkan potensial listrik. Potensial listrik dengan perbedaan tinggi akan ikut menambah arus listrik terinduksi dan akan meningkatkan daya keluar dari alat peningkat daya listrik. Peningkat daya listrik dapat digunakan pada penghematan kebutuhan energi listrik pada rumah tangga, industri, atau tempat-tempat umum. Pemasangan alat ini bisa dengan diletakkan pada jaringan listrik setelah pemasangan kwh-meter PLN dan sebelum penggunaan instalasi beban listrik. Awal pemakaian sebuah bengkel industri alat dan mesin pertanian terdapat permasalahan pemakain. Permasalahan pada pengaplikasian peningkat daya yakni terjadi penurunan tegangan output yang dihasilkan pada alat. Penurunan tegangan akan sangat merugikan jika terus di aplikasikan pada peralatan elektronika tanpa menggunakan adaptor. Pengaruh tersebut dari penggunaan energi listrik dengan tegangan tidak stabil adalah kerusakan pada peralatan elektronika.

Prinsip kerja dari alat inverter ini adalah menunda sesaat kebutuhan listrik yang di konsumsi saat waktu pertama PC dinyalakan. Ketika PC dinyalakan atau ditekan power switchnya, saat itu juga terjadi tarikan arus listrik yang besar mengisi kekosongan muatan listrik yang ada dalam kapasitor elektrolit (elco) yang terdapat didalam power supply PC setelah rangkaian penyearah atau dioda. Aliran listrik yang tersedot ketika melebihi dari beban listrik yang terpasang di meteran ini akan mengakibatkan MCB meteran trip. Dengan inverter aliran arus dialirkan perlahan sepersekian detik sehingga tidak terjadi tarikan arus yang besar untuk pertama kalinya.



Gambar 2.2 Rangkaian Inverter

2.1.1 Daya Listrik

Watt adalah satuan dari daya (power). Wattmeter adalah alat ukur untuk mengukur daya yang terdapat dalam satu komponen elektronik. Salah satu fungsi mengetahui daya pada suatu rangkaian elektrik adalah hubungannya dengan efisiensi dan hemat energi.[6] Daya listrik dalam perhitungannya dapat di kelompokkan dalam dua kelompok sesuai dengan catu tenaga listriknya, yaitu daya listrik DC dan daya Listrik AC. Daya listrik DC dirumuskan sebagai berikut:

$$P = V \times I \dots\dots\dots 2.2$$

Dimana : P = Daya/Power (watt)

V = Tegangan (volt)

i = Arus (ampere)

Daya listrik AC ada dua macam yaitu daya untuk satu fasa dan daya untuk tiga fasa. Pada sistem satu fasa dirumuskan sebagai berikut:

$$P = V \times i \times \cos \varphi \dots\dots\dots 2.3$$

Dimana : V = Tegangan Kerja (volt)

i = Arus yang mengalir ke beban

$\cos \varphi$ = Faktor Daya

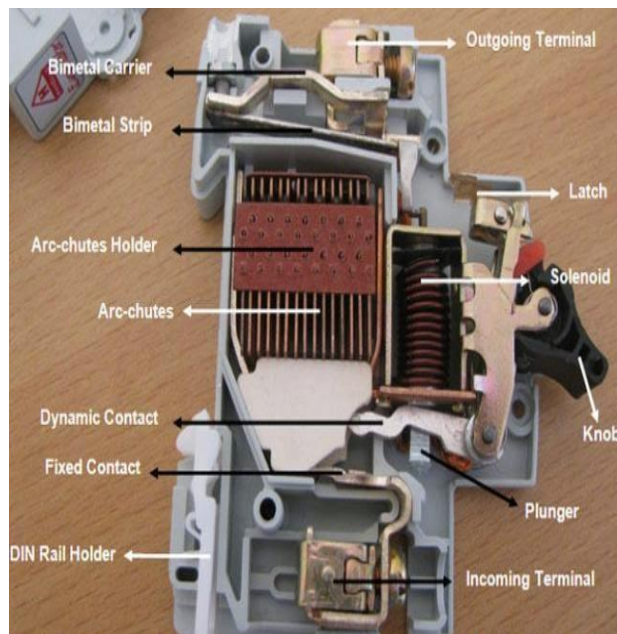
Untuk hambatan listrik yang konstan, besar daya listrik sebanding dengan kuadrat tegangan ataupun kuadrat arus. Hubungan antara watt, joule, dan kilowatt-hour (kWh) adalah $1 \text{ watt} = 1 \text{ joule/detik}$ atau $1 \text{ joule} = 1 \text{ watt} \times \text{sekon}$. Untuk pemakaian energi listrik dalam jumlah besar biasanya satuan energi listrik dinyatakan dalam kilowatt-hour (kWh). Satu kWh adalah energi yang dihasilkan oleh daya 1 kW selama 1 jam. Arus listrik masuk kerumah kita melalui kWh meter dan pembatas daya kWh-meter tersebut mengukur banyaknya energi listrik yang digunakan dalam satuan watt, sedangkan pembatas daya maksimum dengan satuan ampere yang dapat dipergunakan dirumah kita.[7]

2.2 MCB (Miniatur Circuit Breaker)

Miniatur Circuits Breaker (MCB) merupakan suatu alat sistem proteksi yang dapat melindungi kabel terhadap beban lebih dan hubung singkat, melindungi terhadap gangguan isolasi, dan dapat mencapai aliran arus puncak tanpa adanya pemanasan berlebih. Proteksi ini dapat dilakukan oleh MCB karena MCB mempunyai mechanic sistem yang berfungsi untuk membuka dan menutup looping circuit, lembaran bimetal yang berfungsi unntuk pengaman beban lebih. Magnetic trip unit yang berfungsi sebagai pengaman hubunng singkat (short

circuit). Cara mengetahui daya maximum dari MCB adalah dengan mengalikan kapasitas dari MCB tersebut dengan 220v.[8]

MCB biasa diaplikasikan atau digunakan pada instalasi rumah tinggal, pada instalasi penerangan, pada instalasi motor listrik di industri dan lain sebagainya. Bila bimetal ataupun elektromagnet bekerja, maka ini akan memutuskan hubungan kontak yang terletak pada pemadam busur dan membuka saklar. MCB rumah seperti pada rumah pemadam lebur diutamakan untuk proteksi hubungan pendek, sehingga pemakaiannya lebih diutamakan untuk mengamankan instalasi atau konduktornya. Sedangkan MCB pada APP diutamakan sebagai pembawa sebagai pembawa arus dengan karakteristik CL (Current Militer) disamping itu juga sebagai gawai pengaman arus hubung pendek yang bekerja secara seketika.



Gambar 2.3 Konstruksi MCB

MCB digunakan oleh pihak PLN untuk membatasi arus sekaligus sebagai pengaman dalam suatu instalasi listrik. MCB berfungsi sebagai pengaman hubung singkat (konsleting) dan juga berfungsi sebagai pengaman beban lebih. MCB akan secara otomatis dengan segera memutuskan arus apabila arus yang melewatinya melebihi dari arus nominal yang telah ditentukan pada MCB tersebut. Arus nominal yang terdapat pada MCB adalah 1A, 2A, 4A, 6A, 10A, 16A, 20A, 25A, 32A, dan lain sebagainya. Nominal MCB ditentukan dari besarnya arus yang besar ia hantarkan, satuan dari arus adalah ampere. Jadi jika MCB dengan arus nominal 2 ampere maka hanya perlu ditulis dengan MCB 2A.

Banyak perangkat yang saat ini menggunakan listrik, mulai dari AC, computer/laptop, lampu dan masih banyak lagi. Kebanyakan pelanggan PLN di Indonesia saat ini masih menggunakan daya 450VA (Volt Ampere). Pelanggan yang menggunakan daya 450VA yang perlu kita lakukan hanyalah membagi 450 dengan 220, hasilnya akan 2,04 sehingga kita membutuhkan MCB dengan nominal 2 Ampere.

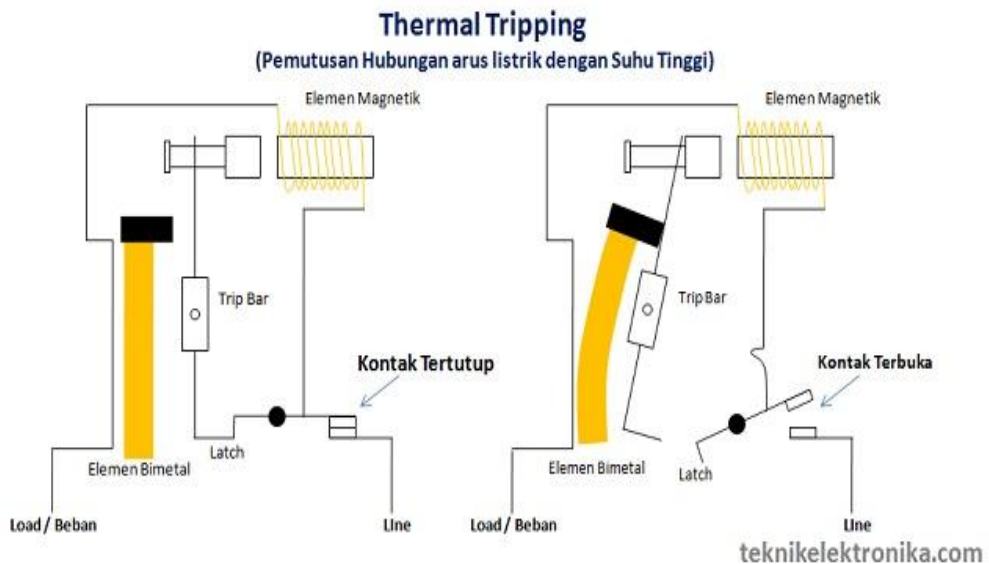
2.2.1 Prinsip Kerja MCB (Miniature Circuit Breaker)

Pada kondisi normal, MCB berfungsi sebagai sakelar manual yang dapat menghubungkan (ON) dan memutuskan (OFF) arus listrik. Pada saat terjadi kelebihan beban (Overload) ataupun hubungan singkat rangkaian (Short Circuit), mcb akan beroperasi secara otomatis dengan memutuskan arus listrik yang melewatinya. Secara visual, kita dapat melihat perpindahan knop atau tombol dari kondisi ON menjadi kondisi OFF. Pengoperasian otomatis ini dilakukan dengan dua cara seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini yaitu dengan cara

Magnetic Tripping (Pemutusan hubungan arus listrik secara magnetik) dan Thermal Tripping (Pemutusan hubungan arus listrik secara thermal/suhu).

- a. Thermal Tripping (Pemutusan Hubungan Arus Listrik Dengan Suhu Tinggi)

Pada saat kondisi overload (Kelebihan Beban), arus yang mengalir bimetal menyebabkan suhu bimetal melengkung sehingga memutuskan kontak MCB (Trip).

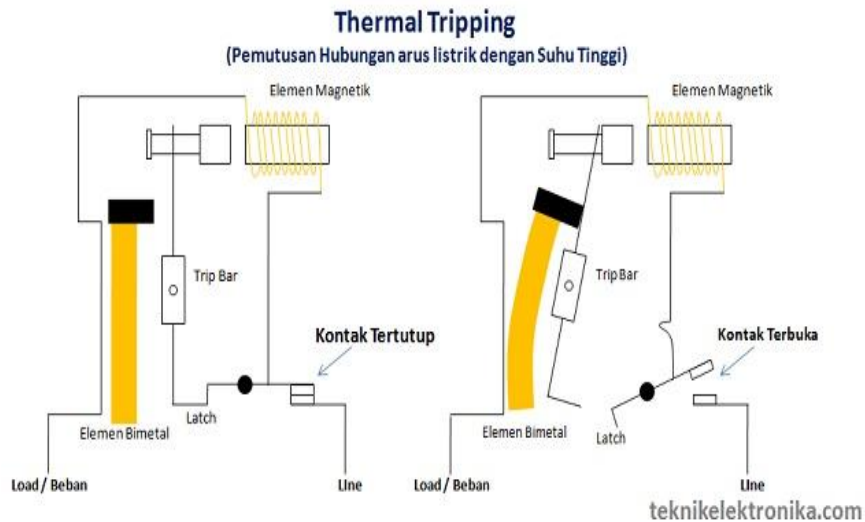


Gambar 2.4 Termal Tripping

- b. Magnetic Tripping (Pemutusan Hubungan Arus Listrik Secara Magnetik)

Ketika terjadi hubung singkat rangkaian (Short Circuit) secara mendadak ataupun kelebihan beban yang sangat tinggi (Heavy Overload). Macnetic Tripping atau pemutusan hubungan arus listrik secara magnetik akan diberlakukan. Pada saat terjadi hubungan singkat ataupun kelebihan beban

berat, medan magnet pada Selenoid MCB akan menarik Latch (palang) sehingga memutuskan kontak MCB (Trip).



Gambar 2.5 Thermal Tripping

Sebagian besar MCB (Miniatur Circuit Breaker) yang digunakan saat ini menggunakan dua mekanisme pemutusan hubungan arus listrik ini (Thermal Tripping dan Magnrting Tripping).

2.2.2 Beberapa manfaat (fungsi MCB).

1. Pengaman Hubung Singkat

Hubung singkat atau konsleting memang kerap sekali terjadi di Indonesia. Tak jarang terdapat rumah atau pasar yang terbakar karena hubung singkat listrik. Ada banyak faktor yang menyebabkan terjadinya hubung singkat, salah satunya adalah tidak digunakannya pengaman hubung singkat. Sebagai contoh saja di pos ojek biasanya mengambil listrik langsung dari tiang listrik, listrik yang diambil tersebut langsung dilewatkan ke sakelar kemudian diteruskan ke lampu dan beberapa perangkat elektronik lain. Jika suatu saat beban melebihi batas

kemampuan kabel dan terjadi hubung singkat maka tak ada pengaman yang terpasang sehingga menyebabkan timbulnya panas dan bunga api, panas dan bunga api inilah yang menimbulkan kebakaran.

2. Mengamankan Beban Lebih

Biasanya pelanggan telah mengontrak listrik dengan PLN, kontrak yang dilakukan adalah beberapa daya yang di kontrak oleh pelanggan. Misalnya pelanggan mengontrak daya 450 maka jika daya yang digunakan sudah melebihi 450 secara otomatis MCB akan trip (putus). Pemasangan instalasi yang dilakukan PLN dirumah pelanggan disesuaikan dengan kontrak yang telah disepakati, misalnya dengan daya 450 maka kabel yang akan di pasang adalah yang sesuai untuk daya 450. Semakin besar daya yang dikontrak maka penyesuaian kabel juga akan dilakukan. Kabel memiliki daya hantar listrik tersendiri, jika kita menghantarkan arus 30A dengan kabel kecil maka kabel tersebut tidak akan kuat dan akhirnya panas dan terbakar.

3. Sebagai Sakelar Utama

MCB yang terpasang dirumah kita selain berfungsi sebagai pengaman dari terjadinya hubung singkat dan beban lebih juga bisa difungsikan sebagai sakelar utama instalasi rumah kita. Jika kita ingin memasang lampu atau memasang kotak-kotak (steker) dirumah kita maka kita hanya perlu menggunakan MCB untuk memutus semua arus listrik didalam rumah. Selain itu MCB juga bias digunakan sebagai pemutus aliran listrik saat anda bepergian dalam waktu yang lama. Pada dasarnya pemutusan aliran listrik yang dilakukan oleh MCB berasal dari dua prinsip yakni prinsip panas dan prinsip elektromagnetik. Prinsip panas digunakan saat MCB memutuskan arus karena beban lebih sedangkan prinsip

elektromagnetik digunakan saat MCB mendeteksi adanya hubung singkat. Pemutusan MCB karena elektromagnetik dilakukan oleh koil yang terinduksi dan mempunyai medan magnet. Akibatnya poros yang terdapat didekatnya akan tertarik dan menjalankan tuas pemutus. Pada saat MCB bekerja karena hubung singkat (konseling) akan terdapat panas yang sangat tinggi, MCB dilengkapi dengan pemadam busur api untuk meredam panas tersebut. Sedangkan pemutus MCB karena panas karena dilakukan karena terdapat beban lebih. Karena beban lebih maka akan menimbulkan panas. Panas ini akan membuat bimetal melengkung dan mendorong tuas pemutus akibatnya MCB akan trip (memutuskan arus).

2.2.3 Jenis-jenis MCB (Miniatur Circuit Breaker)

MCB atau pemutus sirkuit ini dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis utama berdasarkan karakteristik pemutusan sirkuitnya. Tiga jenis utama tersebut adalah MCB tipe B, MCB tipe C dan MCB tipe D.

1. MCB Tipe B

MCB tipe B adalah tipe MCB yang akan trip jika arus beban lebih besar 3 sampai 5 kali dari arus maksimum yang tertulis pada MCB (arus nominal MCB). MCB tipe B ini umumnya digunakan pada instalasi listrik diperumahan ataupun di industri ringan.

2. MCB Tipe C

MCB tipe C adalah tipe MCB yang akan trip jika arus beban lebih besar 5 sampai 10 kali dari arus maksimum yang tertulis pada MCB (arus nominal MCB).

MCB tipe C biasanya digunakan pada industri yang memerlukan arus yang lebih tinggi seperti pada lampu penerangan gedung dan motor-motor kecil.

3. MCB Tipe D

MCB tipe D adalah MCB yang akan trip jika arus beban lebih besar dari 10 hingga 25 kali dari arus maksimum yang tertulis pada MCB (arus nominal pada MCB). MCB tipe D ini biasanya digunakan pada peralatan listrik yang menghasilkan lonjakan arus tinggi seperti mesin sinar x (X-Ray), mesin las, motor-motor besar dan mesin-mesin produksi lainnya. Arus nominal MCB yang umum adalah 6A, 10A, 13A, 16A, 20A, 25A, 32A, 40A, 50A, 80A, 100A, DAN 125A.

2.3 KWH METER

KWH meter adalah alat penghitung pemakaian energi listrik. Alat ini bekerja menggunakan metode induksi medan magnet dimana medan magnet tersebut menggerakkan piringan yang terbuat dari alumunium. Pengukur Watt atau Kwatt, yang pada umumnya disebut watt-meter/kwatt meter disusun sedemikian rupa, sehingga kumparan tegangan dapat berputar dengan bebasnya, dengan jalan demikian tenaga listrik dapat diukur, baik dalam satuan WH (watt jam) ataupun dalam KWH (kilowatt hour).

Pemakaian beban listrik di industri maupun rumah tangga menggunakan satuan kilowatt-hour (KWH), dimana 1 KWH sama dengan 3,6 MJ. Karena itulah alat yang digunakan untuk mengukur beban pada industri dan rumah tangga dikenal dengan wathour meter. Besar tagihan listrik biasanya berdasarkan pada angka-angka yang tertera pada KWH meter setiap bulannya untuk saat ini. KWH

meter induksi adalah satu-satunya tipe yang digunakan pada perhitungan daya listrik rumah tangga. Semakin besar daya yang terpakai, mengakibatkan kecepatan piringan menjadi besar, demikian pula sebaliknya.

2.3.1 Jenis-Jenis KWH Meter

Apabila dilihat dari cara kerjanya, KWH meter dibedakan menjadi :

1) KWH meter Analog

Adapun bagian-bagian utama dari sebuah KWH meter analog antara lain, sebagai berikut :

- a) Kumputan tegangan
- b) Kumputan arus
- c) Piringan aluminium
- d) Magnet tetap
- e) Gear mekanik yang mencatat jumlah perputaran piringan aluminium
- f) Bendera pengereman berfungsi mengatur piringan pengujian beban nol pada tegangan normal.
- g) Lidah pengereman adalah merupakan pasangan dengan bendera
- h) Posisi lidah pengereman dan bendera pengereman harus tepat sehingga:
 - Pada beban nol, tegangan nominal piringan berhenti pada saat posisi mereka berdekatan.
 - Tetapi arus mula (0,5 % I_d) piringan harus dapat berputar >1 putaran.



Gambar 2.6 KWH meter Analog

2) KWH Meter Digital

KWH meter digital digunakan untuk mengatasi kelemahan dari KWH meter analog. Adapun kelebihan dari KWH meter digital antara lain sebagai berikut:

- Sistem pembayarannya dengan sistem Prabayar, dengan sistem Prabayar menggantikan cara pembayaran umumnya, dengan menggunakan kartu Prabayar elektronik pengganti tagihan bulanan.
- KWH meter dengan tampilan digital yang menyala dan berukuran cukup besar.
- Akurasi perhitungan KWH, tidak adanya tunggakan pembayaran tagihan listrik, kemudahan memutuskan sambungan listrik pelanggan

yang melakukan tunggakan tagihan dengan menggunakan alat yang bisa di set up dari jarak maksimal 200 meter.

Adapun bagian-bagian utama dari sebuah KWH meter digital antara lain, sebagai berikut :

a. Layar LCD

Berfungsi untuk menampilkan berbagai informasi pada meteran.

b. Lampu LED Indikator

Berfungsi sebagai indikator yang menandakan keadaan tertentu pada meteran.

c. Spesifikasi Meter

Berisi spesifikasi teknis meteran, tipe meteran dan pabrikan yang memproduksinya.

d. Nomor Meter

Nomor yang digunakan unntuk membeli pulsa listrik (token).

e. Optical Prot

Terminal komunikasi meter yang akan digunakan oleh petugas PLN untuk melakukan download data yang tersimpan didalam memory KWH meter.

f. Papan Tombol

Tombol-tombol ini berfungsi untuk melakukan perintah-perintah dengan memasukkan kode tertentu pada meteran.

g. MCB (Miniatur Circuit Breaker)

Alat untuk membatasi daya terpasang dipelanggan dan pengaman terhadap arus hubung singkat yang dapat menyebabkan kebakaran.

h. Penutup terminal

Penutup untuk melindungi terminal. Tindakan untuk membuka atau merusak penutup ini bisa didenda.

i. Penutup Meter

Penutup meter yang disegel menggunakan segel khusus PLN. Tindakan membuka/merusak segel PLN ini bisa didenda.



Gambar 2.7 KWH meter Digital

2.3.2 Prinsip Kerja KWH Meter

Ditinjau dari segi cara bekerjanya maka pengukur ini memakai prinsip *azas Ferraris*. Dan pada umumnya alat pengukur ini digunakan untuk mengukur daya listrik arus bolak-balik. Pada alat ini dipasang sebuah cakera alumunium (alumunium disk) yang dapat berputar, dimuka sebuah kutub magnet listrik (Electro Magnet). Magnet ini di perkuat oleh kumparan tegangan dan kumparan arus. Dengan adanya lapangan magnetik tukar yang berubah-ubah maka cakera

(Disk) aluminium di timbulkan suatu arus bolak-balik, yang menyebabkan cakera tadi mulai berputar dan menggerakkan pesawat hitungnya.

Secara umum perhitungan untuk daya listrik dapat dibedakan menjadi tiga macam, yaitu :

- Daya Semu $S (VA) = V.I.....2.4$
- Daya reaktif $Q (VAR) = V.I \sin \phi.....2.5$
- Daya aktif $P (watt) = V.I \cos \phi2.6$

Dari ketiga daya tersebut yang terukur pada KWH meter adalah daya aktif, yang dinyatakan dengan satuan Watt. Sedangkan daya reaktif dapat diketahui besarnya dengan menggunakan alat ukur Varmeter. Untuk pemakaian pada rumah, biasanya hanya digunakan KWH meter. Pada pembebanan bebas induksi kecepatan berputarnya cakera sangat tergantung pada hasil kali tegangan pada hasil kali dari tegangan (E) x Kuat arus (I) dalam satuan watt, jumlah putaran tergantung pada kecepatan dan lainnya, dengan demikian dapat kita rumuskan sebagai berikut :

$$\text{Tegangan} \times \text{Kuat Arus} \times \text{Waktu} = E \times I \times t \text{ dalam satuan Watt jam (WH)}$$

Untuk alat pengukur kilowatt jam (KWH) arus putar, pada umumnya mempunyai tiga sistem magnet, yang masing-masing dengan sebuah kumparan arus dan tegangan yang bekerja pada sebuah cakera turutan, dimana ketiga cakera itu dipasang pada sumbu yang sama. Pada piringan KWH meter terdapat suatu garis penanda (biasanya berwarna hitam atau merah). Garis ini berfungsi sebagai indikator putaran piringan. Untuk 1 KWH biasanya setara dengan 900 putaran

(ada juga 450 putaran tiap KWH). Saat beban banyak memakai daya listrik, maka putaran piringan KWH ini akan semakin cepat. Hal ini tampak dari cepatnya garis penanda ini melintas.

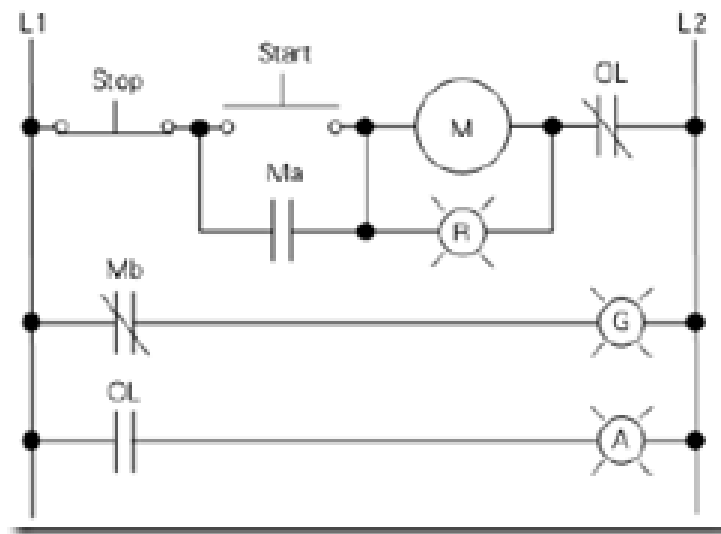
2.4 Lampu Indikator

Lampu-lampu indikator merupakan komponen yang digunakan sebagai lampu tanda. Lampu-lampu tersebut digunakan untuk berbagai keperluan misalnya untuk lampu indikator pada panel penunjuk fasa R, S dan T atau L1, L2 dan L3. Selain itu juga lampu indikator digunakan sebagai indikasi bekerjanya suatu sistem kontrol misalnya lampu indikator merah menyala motor bekerja dan lampu indikator hijau menyala motor berhenti.



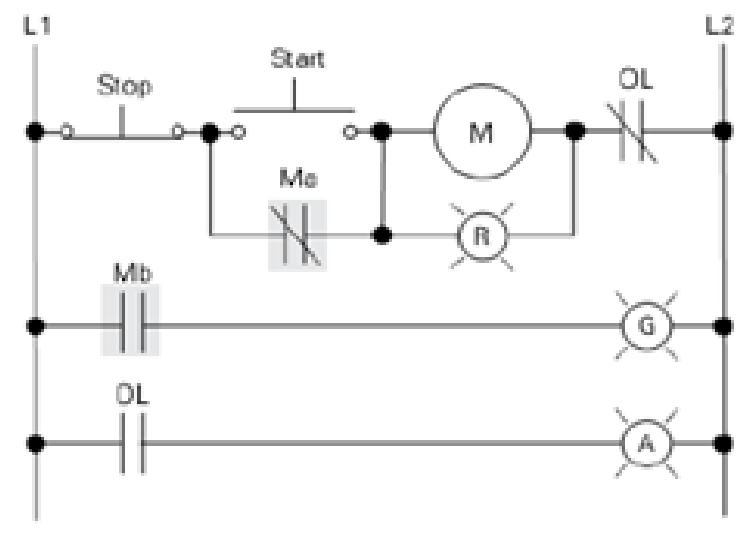
Gambar (2.8) Lampu Indikator

Menurut gambar rangkaian berikut ini, jika motor di stop, kontak normaly close kontaktor Mb tertutup, dan lampu indikator warna hijau menyala.



Gambar 2.9 Penggunaan Lampu Indikator pada rangkaian kontrol

Jika kumparan kontaktor energize, lampu indikator merah menyala mengindikasikan bahwa motor jalan (berputar). Dalam kondisi ini, kontak Mb menjadi terbuka, dan lampu indikator hijau padam. Lampu indikator merah dihubungkan parallel dengan kumparan kontaktor sehingga motor akan berputar terus jika lampu indikator tersebut terbakar.



Gambar 2.10 Kumparan Kontaktor Energize

Jika terjadi beban lebih, kontak normally close OL terbuka, motor berhenti dan lampu indikator merah menyala, kontak Mb terbuka lampu indikator hijau dan kontak normally open OL tertutup, lampu indikator kuning (A) menyala.

2.5 Resistor

Resistor adalah komponen dasar elektronika yang digunakan untuk membatasi jumlah arus yang mengalir dalam satu rangkaian. Sesuai dengan namanya resistor bersifat resistif dan umumnya terbuat dari bahan karbon. Dari hukum ohm diketahui, resistansi berbanding terbalik dengan jumlah arus yang mengalir melaluinya. Satuan resistansi dari suatu resistor disebut ohm atau dilambangkan dengan Ω (Omega). Untuk menyatakan resistansi sebaiknya disertakan batas kemampuan dayanya. Berbagai macam resistor dibuat dari bahan yang berbeda dengan sifat-sifat yang berbeda.

Spesifikasi lain yang perlu diperhatikan dalam memilih resistor pada suatu rancangan selain besar resistansi adalah besar watt-nya. Karena resistor bekerja dengan dialiri arus listrik, maka akan terjadi disipasi daya berupa panas sebesar $W = I^2 \cdot R$ watt. Semakin besar ukuran fisik suatu resistor bisa menunjukkan semakin besar kemampuan disipasi daya resistor tersebut. Umumnya di pasar tersedia ukuran 1/8, 1/4, 1, 2, 5, 10 dan 20 watt. Resistor yang memiliki disipasi daya 5, 10, dan 20 watt umumnya berbentuk kubik memanjang persegi empat berwarna putih, namun ada juga yang berbentuk silinder. Tetapi biasanya untuk resistor ukuran jumbo ini nilai resistansi dicetak langsung dibadannya, misalnya 100 Ω 5W. Resistor dalam teori dan prakteknya ditulis dengan perlambangan huruf R. Dilihat dari ukuran fisik sebuah resistor yang satu dengan yang lainnya tidak

berarti sama besar nilai hambatannya. Nilai hambatan resistor disebut resistansi.[9]



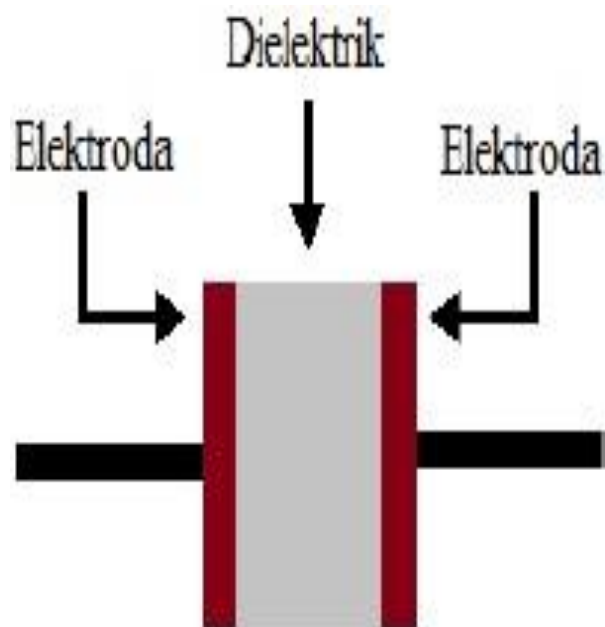
Gambar 2.11 Resistor Bahan Alat

2.6 Kapasitor

Kapasitor adalah komponen elektronika yang mempunyai kemampuan menyimpan elektron-elektron dalam waktu yang tidak tertentu. Kapasitor berbeda akumulator dalam menyimpan muatan listrik terutama tidak terjadi perubahan kimia pada bahan kapasitor, besarnya kapasitansi dari sebuah kapasitor dinyatakan dalam farad. Pengertian lain kapasitor ialah komponen elektronika yang dapat menyimpan dan melepaskan muatan listrik. Struktur sebuah kapasitor terbuat dari dua buah plat metal yang dipisahkan dari suatu bahan dielektrik. Bahan-bahan dielektrik yang umum dikenal misalnya udara vakum, keramik, gelas, dan lain-lain. Jika kedua ujung plat metal diberi tegangan listrik, maka muatan-muatan positif akan mengumpul pada salah satu kaki (*elektoda*) metalnya

dan pada saat yang sama muatan-muatan negatif terkumpul pada ujung metal yang satu lagi.

Muatan positif tidak dapat mengalir menuju ujung kutub negatif dan sebaliknya ujung kutub negatif tidak bisa menuju ke ujung positif, karena terpisah oleh bahan dielektrik yang non-konduktif. Muatan elektrik ini tersimpan selama tidak ada konduksi pada ujung-ujung kakinya. Di alam bebas, fenomena kapasitor ini terjadi pada saat terkumpulnya muatan-muatan positif dan negatif di awan. Kemampuan untuk menyimpan muatan listrik pada kapasitor disebut dengan kapasitansi atau kapasitas.



Gambar 2.12 Struktur Kapasitor

2.6.1 Cara Kerja kapasitor

Cara kerja kapasitor dalam sebuah rangkaian adalah dengan mengalirkan elektron menuju kapasitor. Pada saat kapasitor sudah dipenuhi elektron, tegangan

akan mengalami perubahan. Selanjutnya, elektron akan keluar dari sebuah kapasitor dan mengalir menuju rangkaian yang membutuhkannya. Dengan begitu, kapasitor akan membangkitkan reaktif suatu rangkaian.

Namun tidak dipungkiri, mesti suatu komponen kapasitor memiliki bentuk dan ukuran yang berbeda, tetapi fungsi kapasitor tetap sangat diperlukan dalam suatu komponen elektronika atau bahkan rangkaian elektronika. Adapun kedua keping atau piringan pada kapasitor dipisahkan oleh suatu insulator, pada dasarnya tidak ada elektron yang dapat menyeberang celah diantara kedua keping. Pada saat baterai belum terhubung, kedua keping akan bersifat netral (belum termuati). Saat baterai terhubung, titik dimana kawat pada ujung kutub negatif dihubungkan akan menolak elektron, sedangkan dimana kutub positif terhubung menarik elektron. Elektron-elektron tersebut akan tersebar ke seluruh keping kapasitor. Sesaat, elektron mengalir kedalam keping sebelah kiri pada kondisi ini arus mengalir melalui kapasitor walaupun sebenarnya tidak ada elektron yang mengalir melalui celah kedua keping tersebut.

Setelah bagian luar keping termuati, berangsur-angsur akan menolak muatan baru dari baterai. Karenanya arus pada keping tersebut akan menurun besarnya terhadap waktu sampai kedua keping tersebut berada pada tegangan yang dimiliki baterai. Keping sebelah kanan akan memiliki kelebihan elektron yang terukur dengan muatan $-Q$ dan pada keping sebelah kiri termuati sebesar $+Q$.

2.6.2 Prinsip Pembentukan Kapasitor

1. Jika dua buah plat atau lebih yang berhadapan dan dibatasi oleh isolasi, kemudian plat tersebut dialiri listrik maka akan terbentuk kondensator (isolasi yang menjadi batas kedua plat tersebut dinamakan dielektrikum).

2. Bahan dielektrikum yang digunakan berbeda-beda sehingga penamaan kapasitor berdasarkan bahan dielektrikum. Luas plat yang berhadapan bahan dielektrikum dan jarak kedua plat mempengaruhi nilai kapasitansi nya.

3. Pada suatu rangkaian yang tidak terjadi kapasitor liar. Sifat yang demikian itu di sebutkan kapasitansi parasitic. Penyebabnya adalah adanya komponen-komponen yang berdekatan pada jalur penghantar listrik yang berdekatan dan gulungan-gulungan kawat yang berdekatan.

2.6.3 Jenis dan Macam-macam Kapasitor

Jenis-jenis kapasitor dalam komponen elektronika bermacam-macam di antaranya adalah kapasitor bipolar/non polar. Kapasitor polar memiliki kutub (-/+), walaupun kapasitor ini sama-sama digunakan untuk menyimpan muatan listrik, tapi banyak perbedaan diantara dua macam kapasitor ini, baik dari bahan yang digunakan untuk membuat kapasitor tersebut maupun dalam kegunaannya.

1. Kapasitor Keramik

Kapasitor keramik adalah kapasitor yang dibuat dengan bahan dasar keramik yang digunakan untuk media penyimpanan arus. Cara memasangnya adalah di letakkan diantara pin kaki kapasitor tersebut sedemikian rupa sehingga dapat menyimpan arus listrik.

2. Kapasitor Tantalum

Kapasitor tantalum merupakan jenis-jenis kapasitor elektrolit yang elektrodanya terbuat dari material tantalum. Komponen ini memiliki polaritas, cara membedakannya dengan mencari tanda atau tanda lainnya yang ada pada bodi kapasitor, tanda ini menyatakan bahwa pin dibawahnya memiliki polaritas positif.

3. Kapasitor Multilayer

Kapasitor multilayer terbuat dari bahan material, kapasitor ini sama dengan kapasitor keramik, bedanya hanya terdapat pada jumlah lapisan yang menyusun dielektriknya. Pada jenis ini dielektriknya disusun dengan banyak lapisan atau biasanya disebut dengan layer dengan ketebalan 10 sampai dengan 20 μm dan pelat elektrodanya dibuat dari logam yang murni. Selain itu ukurannya kecil dan memiliki karakteristik suhu yang lebih bagus dari pada kapasitor keramik.

2.6.4 Tipe-tipe Kapasitor

1. Variable kondensor (varco)

Kondensor ini dipakai untuk tuning atau mencari gelombang radio. Jenis ini mempunyai udara sebagai dielektrikum, kapasitor variable mempunyai pelat-pelat yang stasioner (stator) dan pelat-pelat yang digerakkan (rotor), biasanya terbuat dari alumunium. Dengan memutar tombol, luas plat yang berhadapan dapat diatur sehingga kapasitas kapasitor dapat diubah-ubah. Dengan mengubah kapasitor frekuensi dapat disetel.

2. Kapasitor Keramik

Kapasitor ini mempunyai dielektrikum keramik. Kapasitor ini mempunyai oksida logam dan dielektrikumnya terdiri atas campuran titanium oksida dan oksida lain. Kekuatan dielektrikumnya tinggi dan mempunyai kapasitas besar sekali dalam ukuran kecil.

3. Kapasitor Kertas

Kapasitor ini mempunyai dielektrikum kertas dengan lapisan kertas 0,05-0,02 mm antara dua lembar kertas alumunium kapasitas besar sekali dalam ukuran kecil.

4. Kapasitor Mika

Kapasitor ini mempunyai elektroda logam dan lapisan dielektrikum dari polysteryne mylar dan Teflon setebal 0,0064 mm. digunakan untuk koreksi faktor daya, seperti uji visi nuklir.

5. Elektrolit Condensator (Elco)

Kapasitor ini mempunyai dielektrik oksida alumunium dan sebuah elektrolit sebagai elektroda negatif. Elektroda positif terbuat dari logam seperti alumunium dan tantalum tetapi sebuah elektroda negatif terbuat dari elektrolit. Tebal lapisan oksidanya adalah 0,0001. Dalam rangkaian elektronika sebagai perata denyut arus listrik.

BAB III

METODE PENELITIAN





3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di rumah tempat tinggal penulis sendiri jalan Karya Gg Sosro lingkungan 24 Kecamatan Medan Barat.

3.2 Jalannya Penelitian

Penelitian dilakukan dengan cara melalui beberapa tahapan seperti pada Tabel 3.1 di bawah ini.

Tabel 3.1 Jalannya Penelitian

Kegiatan	Jalannya Penelitian			
	Juni	Juli	Agustus	September
Studi Literatur				
Studi Lapangan				
Studi Bimbingan				
Pembahasan dan Penelitian				

3.3 Jenis Data Penelitian

1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari peninjauan dan pengukuran di lapangan atau survey langsung dilapangan.

2. Data Sekunder

Merupakan penunjang dari hasil penelitian yang di peroleh dari lapangan. Pengumpulan data sekunder diambil-dari kantor-kantor instansi pemerintahan lembaga penelitian dan studi yang telah ada sebelumnya. Data tersebut berupa buku-buku, makalah, laporan dan jurnal-jurnal.

3.4 Peralatan dan Bahan Penelitian

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

3.4.1 Peralatan Penelitian

Peralatan penunjang yang digunakan untuk membuat alat emergency back up pada rumah tangga ini yaitu :

1. Solder yang akan digunakan untuk merakit atau menghubungkan rangkaian.
2. Alat ukur listrik yang digunakan untuk mengukur daya masuk dan daya keluar.
3. Hands Tools (alat tangan seperti : Obeng, Tang, Kunci-kunci alat, dan lain sebagainya).

4. Televisi, kipas angin, dan setrika pada rumah tangga yang akan digunakan sebagai pembebanan pada alat.

3.4.2 Bahan-Bahan Penelitian

1. Kabel Listrik berfungsi sebagai penghubung antar rangkaian alat.
2. Kabel Input berfungsi sebagai input saluran daya dari MCB ke alat inverter.
3. Terminal kabel stop kontak pada alat berfungsi sebagai tempat keluar masuknya aliran daya dari alat inverter ke beban.
4. Lampu Indikator berfungsi sebagai indikator penanda bahwa input dan output alat inverter bekerja.
5. Sekering atau Fuse berfungsi sebagai pemutus arus listrik pada saat terjadi hubung singkat pada proses pembebanan.
6. Kapasitor 1000mf/25V berfungsi sebagai :
 - Penyimpan arus atau tegangan listrik
 - Konduktor yang dapat melewatkan arus AC (alternating current).
 - Isolator yang menghambat arus DC (direct current).
 - Filter dalam rangkaian power supply (catu daya).
 - Pembangkit frekuensi dalam rangkaian osilator.
 - Sebagai kopling.
7. Resistor berfungsi sebagai untuk menghambat atau membatasi aliran listrik yang mengalir pada rangkaian.

8. Kawat nichrom/niklin dengan resistansi 5-6 ohm berjumlah 2 buah yang akan dihubungkan secara paralel yang berfungsi sebagai penentuan besar kecilnya voltage/tegangan yang ditahan.
9. Sok skun kabel dengan diameter 1,5mm-2,5mm berfungsi sebagai untuk koneksi antara kawat niklin dan kabel.

3.5 Langkah-langkah perancangan Bahan

Adapun langkah-langkah perancangan bahan yang harus kita perhatikan sebagai berikut :

1. Menghubungkan kawat nikelin dengan sok skun kabel.
2. Lalu meletakkan cor ran semen untuk sebagai pengaman panas pada kawat nikelin.
3. Meletakkan hasil cor ran semen pada box.
4. Menghubungkan fuse atau sekering ke sok skun dan terminal kabel/stop kontak dengan menyolder setiap ujung pada kabel.
5. Menghubungkan resistor ke sok skun
6. Resistor yang sudah terhubung ke sok skun dihubungkan lagi ke lampu indikator pada rangkaian dengan menggunakan solder.
7. Menghubungkan ujung kabel yang satu ke sok skun dan ujung nya yang lain ke terminal stop kontak.
8. Untuk menghubungkan terminal kabel/stop kontak pada box bisa dilakukan dengan lem atau meletakkan baut agar stop kontak tidak goyang atau longgar.
9. Rangkaian selesai.

3.5.1 Langkah-langkah Pemasangan Alat ke Beban

Adapun langkah-langkah pemasangan alat ke beban yang harus diketahui dalam melaksanakan suatu perancangan antara lain sebagai berikut :

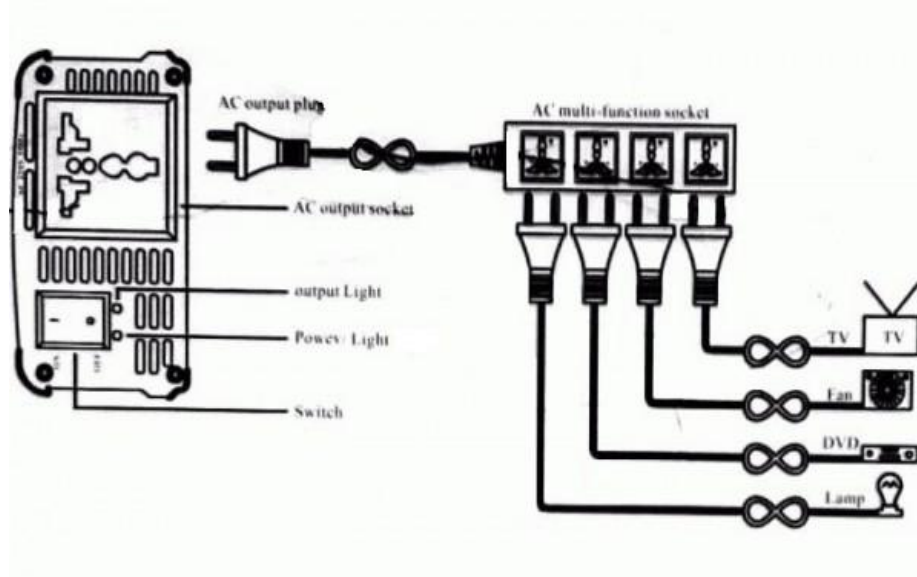
1. Menyiapkan alat dan bahan perancangan.
2. Merangkai bahan-bahan rangkaian sehingga menjadi sebuah alat inverter untuk percobaan penelitian.
3. Menghubungkan input alat inverter ke stopkontak yang terpasang setelah mcb 2A dengan daya 450 watt agar mengetahui kinerja alat inverter dalam mengurangi beban yang melebihi dari kapasitas daya mcb 2A atau 450 watt tersebut.
4. Mempersiapkan beban-beban berupa setrika, kipas angin, televisi untuk mengetahui kinerja alat saat terhubung dengan beban.
5. Menghubungkan input alat ukur (power meter) ke invertersebelum dan sesudah menggunakan alat inverter agar mengetahui berapa nilai daya, arus, tegangan, frekuensi dan $\cos \phi$ yang di keluarkan pada saat sebelum dan sesudah memakai alat inverter.
6. Kemudian mencatat/memfoto nilai hasil pengukuran alat ukur (power meter) sebelum dan sesudah pemakaian alat inverter.
7. Mengamati proses berjalannya beban-beban selama satu jam dengan melihat alat ukur (power meter).
8. Melihat hasil perbandingan yang terjadi sebelum dan sesudah menggunakan alat inverter dari data yang telah di catat atau difoto.
9. Kemudian melepas kembali semua peralatan beban yang digunakan dan merapkannya.

10. Selesai.

3.5.2 Kinerja Alat Inverter

1. Kinerja alat inverter adalah untuk menahan arus starting dari peralatan yang menggunakan listrik disaat mulai menghidupkan peralatan tersebut, yang mana arus atau disaat starting dapat mencapai arus running.
2. Inverter menunda sesaat kebutuhan listrik yang dikonsumsi saat waktu PC dinyalakan. Ketika PC dinyalakan atau ditekan power switchnya, saat itu juga terjadi tarikan arus listrik yang besar mengisi kekosongan muatan listrik yang ada dalam kapasitor electro (elco) yang terdapat power supply Pc setelah rangkaian penyearah atau dioda.
3. Arus listrik yang tersedot ketika melebihi dari beban listrik yang terpasang di meteran ini yang mengakibatkan MCB yang terpasang di meteran trip.
4. Dengan inverter, aliran arus listrik perlahan sepersekian detik sehingga tidak terjadi tarikan arus yang besar untuk pertama kalinya.

3.6 Prosedur penelitian



Gambar 3.1 Rangkaian Elektronik Inverter/soft Starter ke Beban

Keterangan Gambar :

Dari keterangan gambar diatas dapat dijelaskan prinsip kerja dari alat tersebut :

1. MCB : Sebagai pemutus arus listrik ke arah beban.
2. Input Inverter : Sebagai sumber jalur daya dari MCB.
3. Alat Inverter : Sebagai penambah daya pada beban lebih.
4. Output Inverter : Sebagai keluaran jalur daya ke beban beban .
5. Beban : Sebagai pembebanan pada penelitian

Aliran listrik yang mengalir dari PLN ke kwh meter pada rumah tangga yang terhubung dengan mcb akan menjadi sumber tegangan pada percobaan alat inverter (emergency back up).

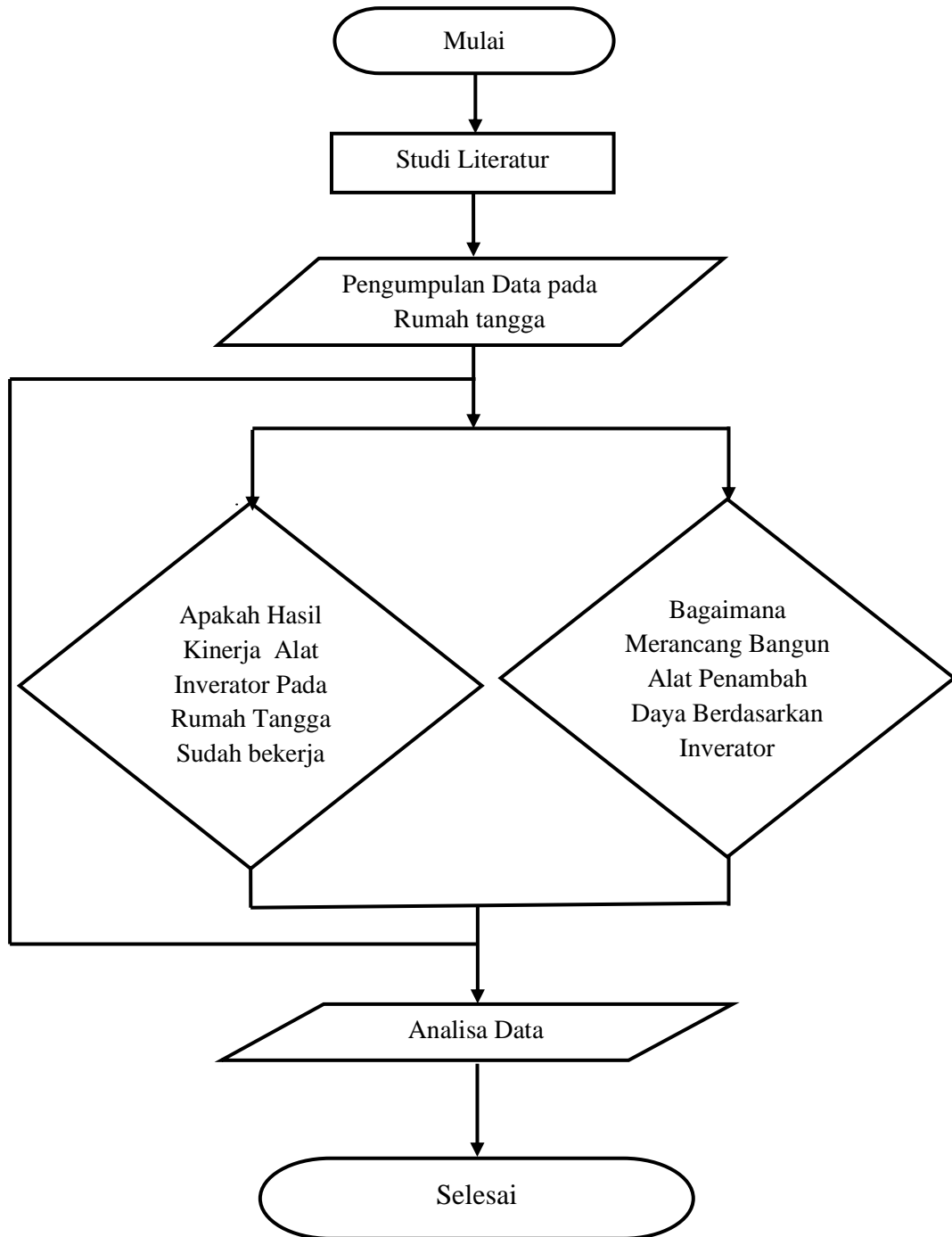
Sistem rangkaian alat inverter akan aktif atau bekerja apabila input yang terdapat pada alat inverter tersebut di hubungkan ke stop kontak pada mcb 2 ampere dengan daya 450 watt. Alat inverter yang sudah terhubung melalui input alat tersebut akan ditandai dengan lampu indikator berwarna merah, kemudian menghubungkan alat beban percobaan yang melebihi kapasitas daya mcb ke output yang terdapat pada alat inverter untuk melihat hasil dari kerja alat inverter ketika mendapatkan beban yang melebihi kapasitas dari daya mcb tersebut. Jika beban-beban yang melebihi kapasitas daya mcb terhubung akan ditandai dengan lampu indikator berwarna hijau.

3.7 Pengumpulan Data Beban

Tabel 3.2 Data Name Plate Penggunaan Beban

NO	NAMA BEBAN	UNIT	DAYA
1	Televisi	1	70 watt
2	Kipas Angin	1	40 watt
3	Setrika	1	300 watt
TOTAL DAYA			410 watt

3.8 Diagram Alir



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Data Beban Penelitian

Mengetahui total daya peralatan rumah tangga yang digunakan dirumah sangat penting, terutama jika kita ingin memasang emergency back up listrik. Dari tabel peralatan rumah tangga yang digunakan tidak mutlak bernilai seperti ditabel, peralatan rumah tangga tersebut ada yang bernilai lebih besar dari tabel tersebut. Listrik pada peralatan rumah tangga satu phasa dengan spesifikasi MCB tegangan 220 volt dengan daya 450 watt, maka penulis ingin memberitahukan hasil dari penelitian yang dilakukan dari pengamatan yang dijalankan bahwa studi dari pengambilan data dilapangan dapat disimpulkan perbedaan yang akan terjadi sebelum dan sesudah pemakaian alat *Inverter*.

Tabel 4.1 Analisa Data Pada Beban Penelitian

No	Nama Beban	Unit	Waktu	Tegangan	Daya Beban
1	Kipas Angin	1	1 jam	220 V	40 watt
2	Televisi	1	1 jam	220 V	70 Watt
3	Setrika	1	1 jam	220 V	300 Watt
				Total Daya	410 Watt

4.2 Hasil Data Pengukuran Pemakaian Alat Inverter


Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Pemakaian Daya Aktif dan Daya Semu

No	Nama Beban	Daya Aktif		Daya Semu	
		Sebelum Pada beban 410 watt	Sesudah Pada beban 410 watt	Sebelum Pada beban 410 watt	Sesudah Pada beban 410 watt
1	Kipas angin				
2	Televisi	407,22 Watt	337,18 Watt	411,20VA	362,95 VA
3	Setrika				

Pada tabel 4.2 hasil pengukuran diatas terlihat bahwa ada penurunan pemakaian daya aktif dan daya semu ketika sebelum dan sesudah pemakaian alat inverter.

4.2.1 Analisa Hasil Perhitungan Sebelum Pemakaian Alat Inverter

Tabel 4.3 Analisa Perhitungan Sebelum Pemakaian Inverter

No	Waktu Percobaan	Power Meter	Data
1	Selasa, 17-Juli-2018 17.17 WIB		Tegangan = 209,8V Arus = 1,96 A Frekuensi = 50,4 Hz Pf = 0,990 Daya (aktif) = 407,22 Watt Daya (semu) = 411,20 VA

1. Daya Aktif (P)

Diketahui : $V = 209,8$ Volt

$I = 1,96$ Ampere

$\cos \phi = 0,990$

Ditanya : $P \dots \dots ?$

$P = V \times I \times \cos \phi$

$= 209,8 \times 1,96 \times 0,990$

$= 407,096$ Watt

2. Daya Semu (S)

Diketahui : $V = 209,8$ Volt

$$I = 1,96 \text{ Ampere}$$

Ditanya : $S \dots\dots?$

$$S = V \times I$$

$$= 209,8 \times 1,96$$

$$= 411,208 \text{ VA}$$

3. Daya Reaktif (Q)

Diketahui : $V = 209,8$ Volt

$$I = 1,96 \text{ Ampere}$$

Ditanya : $Q \dots\dots?$

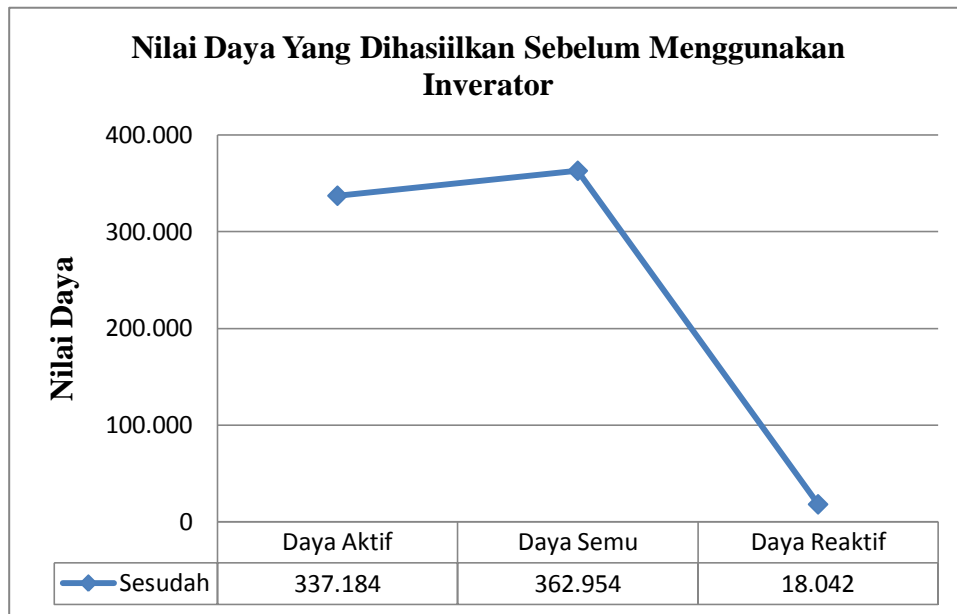
$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

$$= \sqrt{411,208^2 - 407,096^2}$$

$$= \sqrt{3364,8661}$$

$$= 58,016 \text{ VAR}$$


Dari data hasil penelitian perhitungan dengan beban 451 watt diatas terdapat bahwa hasil perhitungan sebelum menggunakan inverator berdasarkan rumus dalam persamaan 2.6 sesuai dengan hasil pengukuran daya aktif dan daya semu dengan menggunakan alat ukur power meter.



Grafik 4.1 Nilai Daya Yang Dihasilkan Sebelum Pemakaian Inverter

4.2.2 Analisa Hasil Perhitungan Sesudah Pemakaian Alat Inverter

Tabel 4.4 Analisa Perhitungan Sesudah Pemakaian Inverter

No	Waktu Percobaan	Power Meter	Data
1	Selasa, 17-Juli-2018 18.17 WIB		Tegangan = 209,8 V Arus = 1,73 A Frekuensi = 50,3 Hz Pf = 0,929 Daya (aktif) = 337,18 Watt Daya (semu) = 362,95 VA

1. Daya Aktif (P)

Diketahui : V = 209,8 Volt

$$I = 1,73 \text{ Ampere}$$

$$\text{Cos } \phi = 0,929$$

Ditanya : P.....?

$$\begin{aligned} P &= V \times I \times \text{Cos } \phi \\ &= 209,8 \times 1,73 \times 0,929 \\ &= 337,184 \text{ Watt} \end{aligned}$$

2. Daya Semu (S)

Diketahui : V = 209,8 Volt

$$I = 1,73 \text{ Ampere}$$

Ditanya : S.....?

$$\begin{aligned} S &= V \times I \\ &= 209,8 \times 1,73 \\ &= 362,954 \text{ VA} \end{aligned}$$

3. Daya Reaktif (Q)

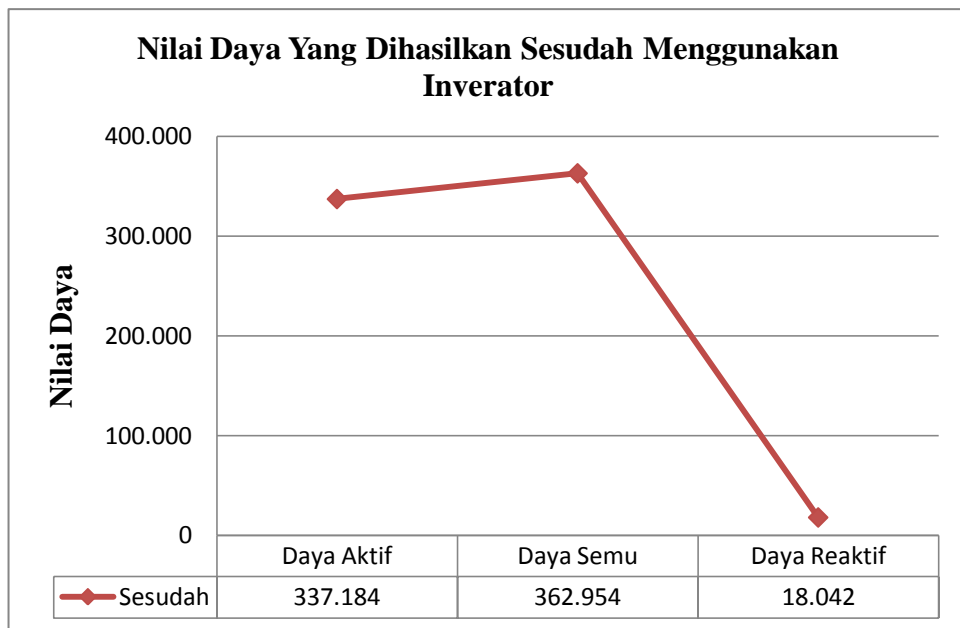
Diketahui : V = 209,8 Volt

$$I = 1,73 \text{ Ampere}$$

Ditannya : Q.....?

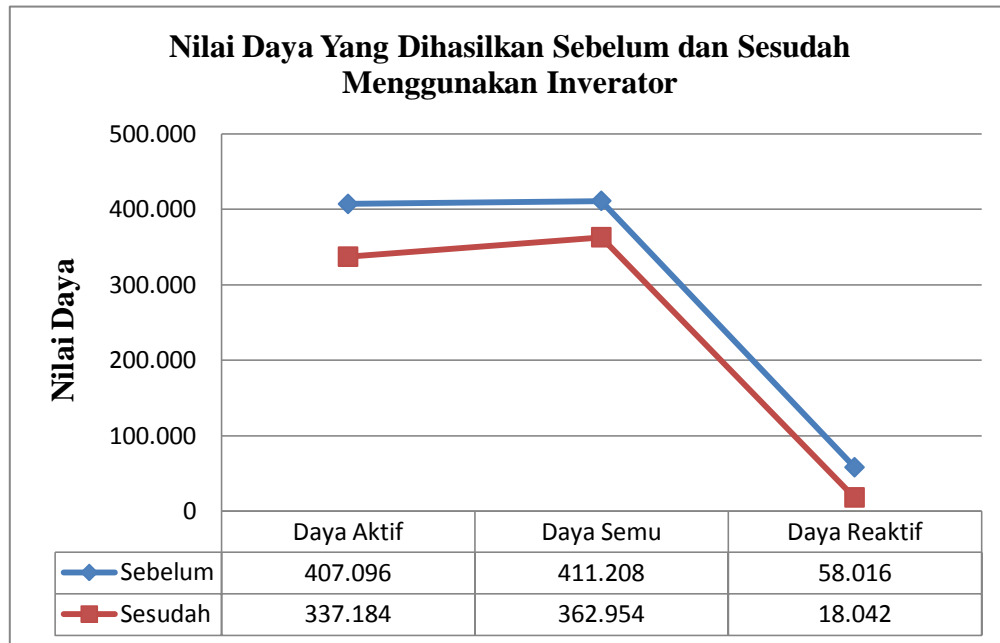
$$\begin{aligned} Q &= \sqrt{S^2 + P^2} \\ &= \sqrt{362,954^2 + 337,184^2} \\ &= \sqrt{18042,5562} \\ &= 18,042 \text{ VAR} \end{aligned}$$

Dari data hasil penelitian perhitungan dengan beban 451 watt diatas terdapat bahwa hasil perhitungan sesudah menggunakan inverator berdasarkan rumus dalam persamaan 2.6 sesuai dengan hasil pengukuran daya aktif dan daya semu dengan menggunakan alat ukur power meter.



Grafik 4.2 Nilai Daya Yang Dihasilkan Sesudah Pemakaian Inverter

4.2.3 Grafik Hasil Perhitungan Daya Sebelum dan Sesudah Pemakaian Inverter



Grafik 4.3 Nilai Hasil Daya Sebelum dan Sesudah Pemakaian Inverter

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan pada halaman sebelumnya maka dapat disimpulkan beberapa hal, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem back up beban pada rumah tangga dapat di buat dengan menggunakan alat inverator. Sebagaimana fungsinya, inverator adalah alat yang dipergunakan unntuk memperhalus lonjakan star atau inrush current dari beban listrik tanpa harus menambah daya dari PLN. Dari analisa data kita juga dapat menyimpulkan bahwa dengan daya beban 410 watt perbedaan antara sebelum dan sesudah pemakaian inverator terjadi perubahan daya. Daya aktif, semu dan reaktif yang terpakai setelah pemakaian alat inverator lebih kecil dari pada daya sebelum pemakaian alat inverator.
2. Hasil kinerja dari alat ini mampu mengurangi lonjakan arus soft star kurang lebih 20% setelah melakukan percobaan dengan beban-beban pada rumah tangga dengan beban 410 watt.

5.2 Saran

Pada penelitian berikutnya, bagi peneliti selanjutnya diharapkan merencanakan cara kerja alat dan diagram alir sehingga dapat menentukan berapa banyak input maupun output untuk menentukan tipe alat serta penyesuaian tegangan dan daya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. N. Bandung, “Jurnal Teknologi Elektro , Universitas Mercu Buana pengembangan kontrol peningkatan daya listrik rumah tangga menggunakan on / off grid tie inverter Hartono BS Jurusan Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Bandung Jurusan Teknik Konversi Energi Politek,” vol. 8, no. 3, pp. 192–199, 2017.
- [2] A. Wahid, “Analisis Kapasitas Dan Kebutuhan Daya Listrik Untuk Menghemat Penggunaan Energi Listrik Di Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura,” *Tek. Elektro UNTAN*, vol. 2, no. 1, 2014.
- [3] A. dan S. Suryanto, “Implementasi Model Analisis Perbaikan Faktor Daya Listrik Rumah Tangga dengan Simulasi Perangkat Lunak,” *J. Kompetensi Tek. Vol. 3, No. 1, Novemb. 2011*, vol. 3, no. 1, pp. 47–56, 2011.
- [4] W. Handajadi, “Peningkatan Kualitas Daya Listrik Dalam Pemakaian Luminer Menggunakan Lampu Hemat Energi (Lhe),” *J. Teknol.*, vol. 7, no. 2, pp. 134–140, 2014.
- [5] B. G. Melipurbowo, “Pengukuran Daya Listrik Real Time

- Dengan Menggunakan Sensor Arus ACS712,” *Orbith*, vol. 12, no. 1, pp. 17–23, 2016.
- [6] H. KUSWANTO, “Alat Ukur Listrik AC (Arus, Tegangan, Daya) Dengan Port Paralel,” *Tugas Akhir*, p. 17, 2010.
- [7] “Makalah_daya,” *Fis. SMA*, vol. 2, no. 1, 2004.
- [8] S. Arus, M. Kapasitor, B. Untuk, P. Daya, and L. Alat, “Perancangan Sensor Arus Menggunakan Kapasitor Bank,” pp. 7–16.
- [9] L. Kamelia, Y. Sukmawiguna, and N. U. Adiningsih, “Rancang Bangun Sistem Exhaust Fan Otomatis Menggunakan Sensor Light Dependent Resistor,” vol. X, no. 1, pp. 154–169, 2017.

J

U

R

N

A

L

RANCANG BANGUN ALAT INVERTOR SEBAGAI DAYA CADANGAN PADA RUMAH TANGGA

Hendri Harunsyah

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Jl.Kapten Mukhtar Basri NO.3 Glugur Darat II. Medan 20238

rinduazurra@gmail.com

Abstrak— Perkembangan teknologi dan informasi sangatlah berkembang pesat pada saat ini, menyebabkan beberapa industri menerapkan sistem alat untuk meningkatkan dan mengetahui hasil produksi. Dalam proses penambah energi listrik, masih banyak rumah atau perbengkelan yang menggunakan penambahan atau peningkatan daya dari PLN agar mampu menyalurkan beban-beban yang berlebih pada rumah tangga atau perbengkelan, sehingga untuk proses penambahan daya dari PLN membutuhkan pengeluaran yang lebih untuk menambah daya tersebut. Rancang bangun alat daya cadangan listrik pada rumah tangga di buat dengan menggunakan jenis kapasitor dan kabel nikelin untuk peningkatan star awal dan mengurangi lonjakan arus star pada beban yang berlebih. Beban- beban yang berlebih pada rumah tangga akan dihubungkan pada alat daya cadangan listrik yang dimana input alat penambah energi listrik terhubung dengan mcb, mcb disini yang akan berperan sebagai sakelar untuk pemutus arus jika terdapat beban lebih dan sebagai penentu berhasil atau tidak nya pembuatan alat penambah energi listrik tersebut. Berdasarkan analisa yang telah dilakukan, bahwa sistem daya cadangan listrik ini mampu mengangkat beban yang melebihi kapasitas dari daya mcb 2A atau daya 450 watt.

Kata kunci : Kapasitor, Sakering (fuse), Resistor, Lampu Indikator, Kabel.

Abstract—The development of technology and information is very rapidly developing at this time, causing some industries to implement a system of tools to improve and know the results of production. In the process of increasing electricity, there are still many houses or workshops that use additional or increased power from the National Electric Company to be able to channel excess loads on households or workshops, so that the process of adding power from PLN requires more expenditure to increase the power. The design of electricity backup power devices in households is made using nickel capacitors and cables for increasing star start and reducing surge of star currents on excessive loads. Excessive loads on the household will be connected to a power backup power supply wherein the input of an electrical energy booster is connected to mcb, mcb here which will act as a switch for the circuit breaker if there is more load and as a determinant of success electrical energy. Based on the analysis that has been done, that the power backup power system is capable of lifting loads that exceed the capacity of 2A mcb power or 450 watts of power.

Keywords: Capacitors, Sakering (fuse), Resistors, Indicator Lights, Cables.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Listrik merupakan energi yang sangat dibutuhkan bagi keberlangsungan aktivitas manusia baik bagi individu, kelompok masyarakat maupun dunia industri. Kegiatan masyarakat cenderung meningkat dari waktu ke waktu. Peningkatan kegiatan mendorong peningkatan pengoperasian peralatan dengan tenaga listrik. Pemakaian listrik dikelompokkan menjadi kelompok rumah tangga, bisnis, industri dan publik. Perkembangan pemakai energi listrik tersebut karena peningkatan penggunaan pemakaian daya, sehingga perlu diadakannya peningkatan daya.

Energi listrik juga merupakan energi yang mempunyai sifat-sifat yang banyak menguntungkan di bandingkan energi lain, mudah di bangkitkan (generation), mudah dikirimkan (transmission), mudah di disalurkan (distribution), serta mudah di ubah menjadi energi lain dengan efisiensi tinggi. Untuk membangkitkan energi listrik diperlukan energi lain, sebagai energi penggerak mula (primover), yang ada pada saat ini menggunakan energi fosil.[1]

Di Indonesia pemakaian energi listrik di suplai oleh PLN dan pemakai dikelompokkan menjadi kelompok rumah tangga, bisnis, industri, dan publik. Perkembangan pemakaian karena peningkatan penggunaan pemakai daya sehingga perlu di adakannya peningkatan daya. Klarifikasi listrik rumah tangga 450 watt sepertinya bergeser dan beralih meningkat diatasnya., 900 dan 1300 watt. Dalam penelitian ini peneliti mencoba merancang bangun alat daya cadangan pada rumah tangga dari daya terpasang mcb 2A 450 watt akan ditingkatkan lebih dari daya tersebut.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Inverter adalah alat yang dipergunakan untuk mengatur atau memperhalus lonjakan arus atau inrush current dari beban listrik.

2.1 MCB (Miniatur Circuit Breaker)

MCB merupakan kependekan dari miniature circuit breaker berfungsi sebagai pengaman hubung singkat/korselet serta mempunyai fungsi pengaman beban lebih.

Banyak perangkat yang menggunakan listrik, mulai dari lampu, Ac, dan lain-lain. Kebanyakan pelanggan PLN di Indonesia masih menggunakan MCB 2A karena banyak pelanggan yang masih menggunakan daya 450 VA (volt ampere).

2.2 Prinsip Kerja MCB

Pada kondisi normal, MCB berfungsi sebagai sakelar manual yang dapat menghubungkan (ON) dan memutuskan (OFF) arus listrik. Pada saat terjadi kelebihan beban (Overload) ataupun hubungan singkat rangkaian (Short Circuit), mcb akan beroperasi secara otomatis dengan memutuskan arus listrik yang melewatinya. Secara visual, kita dapat melihat perpindahan knop atau tombol dari kondisi ON menjadi kondisi OFF. Pengoperasian otomatis ini dilakukan dengan dua cara seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini yaitu dengan cara Magnetic Tripping (Pemutusan hubungan arus listrik secara magnetik) dan Thermal Tripping (Pemutusan hubungan arus listrik secara thermal/suhu).

2.3 KWH METER

KWH meter adalah alat penghitung pemakaian energi listrik. Alat ini bekerja menggunakan metode induksi medan magnet dimana medan magnet tersebut menggerakkan piringan yang terbuat dari aluminium. Pengukur Watt atau Kwatt, yang pada umumnya disebut watt-meter/kwatt meter disusun sedemikian rupa,

sehingga kumparan tegangan dapat berputar dengan bebasnya, dengan jalan demikian tenaga listrik dapat diukur, baik dalam satuan WH (watt jam) ataupun dalam KWH (kilowatt hour).

Pemakaian beban listrik di industri maupun rumah tangga menggunakan satuan kilowatt-hour (KWH), dimana 1 KWH sama dengan 3,6 MJ. Karena itulah alat yang digunakan untuk mengukur beban pada industri dan rumah tangga dikenal dengan watt-hour meter. Besar tagihan listrik biasanya berdasarkan pada angka-angka yang tertera pada KWH meter setiap bulannya untuk saat ini. KWH meter induksi adalah satu-satunya tipe yang digunakan pada perhitungan daya listrik rumah tangga. Semakin besar daya yang terpakai, mengakibatkan kecepatan piringan menjadi besar, demikian pula sebaliknya



Gambar 2.1 KWH Meter

2.4 LAMPU INDIKATOR

Lampu indikator merupakan sebuah penanda atau sebagai indikator pemberitahuan informasi pada sebuah rangkaian, yang mengidentifikasi hasil kerja dari sebuah peralatan. Banyak terdapat juga penggunaan lampu indikator pada kehidupan sehari-hari.



Gambar 2.2 Lampu Indikator

2.5 RESISTOR

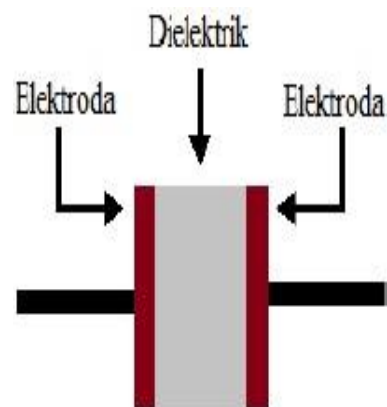
Resistor merupakan komponen elektronik yang memiliki dua pin dan didesain untuk mengatur tegangan listrik dan arus listrik. Karakter utama pada resistor adalah resistansinya dan daya listrik yang dapat dihantarkan.



Gambar 2.3 Resistor

2.6 KAPASITOR

Kondensator atau diebut juga Kapasitor adalah suatu alat yang dapat menyimpan energi didalam medan listrik, dengan cara mengumpulkan ketidakseimbangan internall dari muatan listrik. Kondensator memiliki satuan yang disebut farad dari nama Michael Faraday.



Gambar 2.4 Rangkaian Kapasitor

3. METODE PENELITIAN

3.1 Bahan-bahan Penelitian

10. Kabel Listrik berfungsi sebagai penghubung antar rangkaian alat.
11. Kabel Input berfungsi sebagai input saluran daya dari MCB ke alat inverter.
12. Terminal kabel stop kontak pada alat berfungsi sebagai tempat keluar masuknya aliran daya dari alat inverter ke beban.
13. Lampu Indikator berfungsi sebagai indikator penanda bahwa input dan output alat inverter bekerja.
14. Sekering atau Fuse berfungsi sebagai pemutus arus listrik pada saat terjadi hubung singkat pada proses pembeban.
15. Kapasitor 1000mf/25V berfungsi sebagai :
 - Penyimpan arus atau tahanan listrik
 - Konduktor yang dapat melewatkan arus AC (alternating current).
 - Isolator yang menghambat arus DC (direct current).
 - Filter dalam rangkaian power supply (catu daya).
 - Pembangkit frekuensi dalam rangkaian osilator.
 - Sebagai kopling.
16. Resistor berfungsi sebagai untuk menghambat atau membatasi aliran listrik yang mengalir pada rangkaian.

3.2 Langkah-langkah Perancangan Bahan

Adapun langkah-langkah pemasangan alat ke beban yang harus

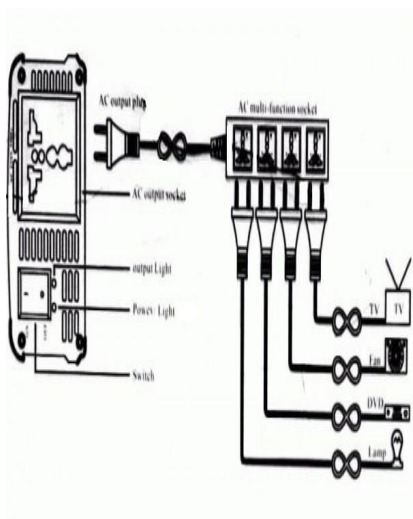
diketahui dalam melaksanakan suatu perancangan antara lain sebagai berikut :

11. Menyiapkan alat dan bahan perancangan.
12. Merangkai bahan-bahan rangkaian sehingga menjadi sebuah alat inverter untuk percobaan penelitian.
13. Menghubungkan input alat inverter ke stop kontak yang terpasang setelah mcb 2A dengan daya 450 watt agar mengetahui kinerja alat inverter dalam mengurangi beban yang melebihi dari kapasitas daya mcb 2A atau 450 watt tersebut.
14. Mempersiapkan beban-beban berupa setrika, kipas angin, televisi untuk mengetahui kinerja alat saat terhubung dengan beban.
15. Menghubungkan input alat ukur (power meter) ke inverter sebelum dan sesudah menggunakan alat inverter agar mengetahui berapa nilai daya, arus, tegangan, frekuensi dan $\cos \phi$ yang di keluarkan pada saat sebelum dan sesudah memakai alat inverter.
16. Kemudian mencatat/memfoto nilai hasil pengukuran alat ukur (power meter) sebelum dan sesudah pemakaian alat inverter.
17. Mengamati proses berjalannya beban-beban selama satu jam dengan melihat alat ukur (power meter).
18. Melihat hasil perbandingan yang terjadi sebelum dan sesudah menggunakan alat inverter dari data yang telah di catat atau difoto.
19. Kemudian melepas kembali semua peralatan beban yang digunakan dan merapkannya.
20. Selesai.

3.3 KINERJA ALAT INVERTOR

5. Kinerja alat inverter adalah untuk menahan arus starting dari peralatan yang menggunakan listrik disaat mulai menghidupkan peralatan tersebut, yang mana arus atau disaat starting dapat mencapai arus running.

6. Inverter menunda sesaat kebutuhan listrik yang dikonsumsi saat waktu PC dinyalakan. Ketika PC dinyalakan atau ditekan power switchnya, saat itu juga terjadi tarikan arus listrik yang besar mengisi kekosongan muatan listrik yang ada dalam kapasitor elektro (elco) yang terdapat power supply Pc setelah rangkaian penyearah atau dioda.
7. Arus listrik yang tersedot ketika melebihi dari beban listrik yang terpasang dimeteran ini yang mengakibatkan MCB yang terpasang di meteran trip.
8. Dengan inverter, aliran arus listrik perlahan sepersekian detik sehingga tidak terjadi tarikan arus yang besar untuk pertama kalinya.



Gambar 3.1 Rangkaian Inverter

Keterangan Gambar :

Dari keterangan gambar diatas dapat dijelaskan prinsip kerja dari alat tersebut : MCB : Sebagai pemutus arus listrik ke arah beban.

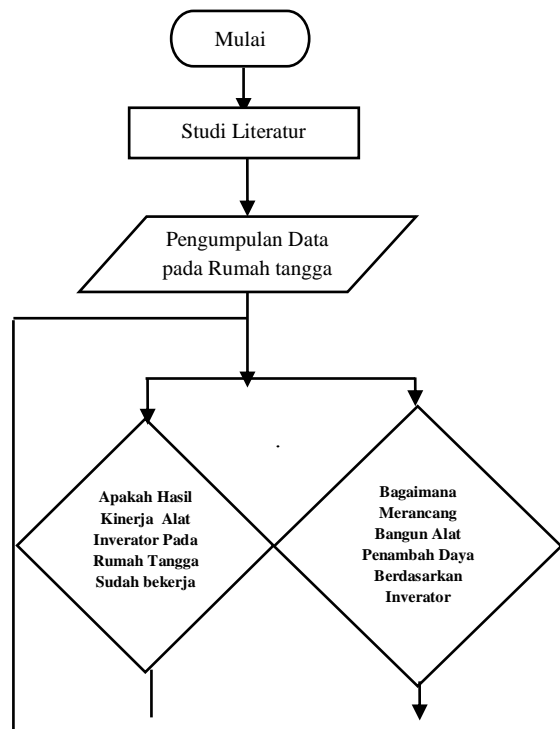
6. Input Inverter : Sebagai sumber jalur daya dari MCB.
7. Alat Inverter : Sebagai penambah daya pada beban lebih.

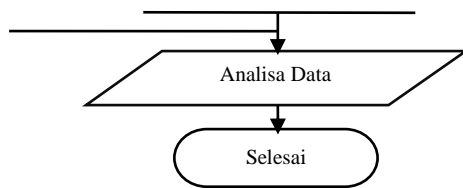
8. Output Inverter : Sebagai keluaran jalur daya ke beban .
9. Beban : Sebagai pembebanan pada penelitian

Aliran listrik yang mengalir dari PLN ke kwh meter pada rumah tangga yang terhubung dengan mcb akan menjadi sumber tegangan pada percobaan alat inverter (emergency back up).

Sistem rangkaian alat inverter akan aktif atau bekerja apabila input yang terdapat pada alat inverter tersebut di hubungkan ke stop kontak pada mcb 2 ampere dengan daya 450 watt. Alat inverter yang sudah terhubung melalui input alat tersebut akan ditandai dengan lampu indikator berwarna merah, kemudian menghubungkan alat beban percobaan yang melebihi kapasitas daya mcb ke output yang terdapat pada alat inverter untuk melihat hasil dari kerja alat inverter ketika mendapatkan beban yang melebihi kapasitas dari daya mcb tersebut. Jika beban-beban yang melebihi kapasitas daya mcb terhubung akan ditandai dengan lampu indikator berwarna hijau.

3.4 Flowchart Sistem





Gambar 3.2 flowchart Sistem

4. ANALISA DAN HASIL PEMBAHASAN

4.1 Analisa Data Beban Penelitian

Mengetahui total daya peralatan rumah tangga yang digunakan dirumah sangat penting, terutama jika kita ingin memasang emergency back up listrik. Dari tabel peralatan rumah tangga yang digunakan tidak mutlak bernilai seperti ditabel, peralatan rumah tangga tersebut ada yang bernilai lebih besar dari tabel tersebut. Listrik pada peralatan rumah tangga satu phasa dengan spesifikasi MCB tegangan 220 volt dengan daya 450 watt, maka penulis ingin memberitahukan hasil dari penelitian yang dilakukan dari pengamatan yang dijalankan bahwa studi dari pengambilan data dilapangan dapat disimpulkan perbedaan yang akan terjadi sebelum dan sesudah pemakaian alat *Inverter*.

Tabel 4.1 Analisa Data Pada Beban Penelitian

No	Nama Beban	Unit	Waktu	Tegangan	Daya Beban
1	Kipas Angin	1	1 jam	220 V	40 watt
2	Televisi	1	1 jam	220 V	70 Watt
3	Setrika	1	1 jam	220 V	300 Watt
Total Daya					410 Watt

4.2 Hasil Data Pengukuran Pemakaian Alat Inverter

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Pemakaian Daya Aktif dan Daya Semu

No	Nama Beban	Daya Aktif		Daya Semu	
		Sebelum Pada beban 410 watt	Sesudah Pada beban 410 watt	Sebelum Pada beban 410 watt	Sesudah Pada beban 410 watt
123	Kipas Angin Televisi Setrika	407,22 Watt	337,18 Watt	411,20 VA	362,95 VA

Pada tabel 4.2 hasil pengukuran diatas terlihat bahwa ada penurunan pemakaian daya aktif dan daya semu ketika sebelum dan sesudah pemakaian alat inverter.

4.3 Analisa Hasil Perhitungan Sebelum Pemakaian Alat Inverter

Tabel 4.3 Analisa Perhitungan Sebelum Pemakaian Inverter

No	Waktu Percobaan	Power Meter	Data
1	Selasa, 17-Juli-2018 17.17 WIB		Tegangan = 209,8 V Arus = 1,96 A Frekuensi = 50,4 Hz Pf = 0,990 Daya (aktif) = 407,22 Watt Daya (semu) = 411,20 VA

dengan menggunakan alat ukur power meter.

4. Daya Aktif (P)

Diketahui : $V = 209,8$ Volt
 $I = 1,96$ Ampere
 $\text{Cos } \varphi = 0,990$

Ditanya : $P \dots\dots\dots?$

$$P = V \times I \times \text{Cos } \varphi$$

$$= 209,8 \times 1,96 \times 0,990$$

$$= 407,096 \text{ Watt}$$

5. Daya Semu (S)

Diketahui : $V = 209,8$ Volt
 $I = 1,96$ Ampere

Ditanya : $S \dots\dots\dots?$

$$S = V \times I$$

$$= 209,8 \times 1,96$$

$$= 411,208 \text{ VA}$$

6. Daya Reaktif (Q)

Diketahui : $V = 209,8$ Volt
 $I = 1,96$ Ampere

Ditanya : $Q \dots\dots\dots?$

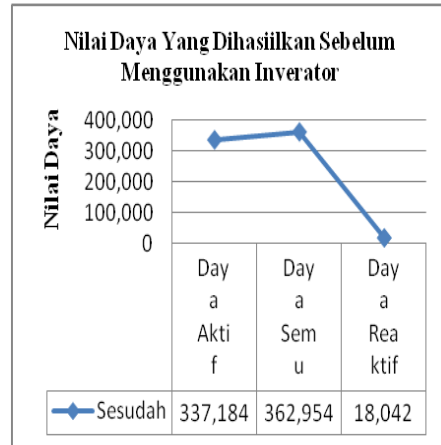
$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

$$= \sqrt{411,208^2 - 407,096^2}$$

$$= \sqrt{3364,8661}$$

$$= 58,016 \text{ VAR}$$

Dari data hasil penelitian perhitungan dengan beban 451 watt diatas terdapat bahwa hasil perhitungan sebelum menggunakan inverter berdasarkan rumus dalam persamaan 2.6 sesuai dengan hasil pengukuran daya aktif dan daya semu



Grafik 4.1 Nilai Daya Yang Dihasilkan Sebelum Pemakaian Inverter

4.4 Analisa Hasil Perhitungan Sesudah Pemakaian Alat Inverter

Tabel 4.4 Analisa Perhitungan Sesudah Pemakaian Inverter

No	Waktu Percobaan	Power Meter	Data
1	Selasa, 17-Juli-2018 18.17 WIB		Tegangan = 209,8 V Arus = 1,73 A Frekuensi = 50,3 Hz Pf = 0,929 Daya (aktif) = 337,18 Watt Daya (semu) = 362,95 VA

4. Daya Aktif (P)

Diketahui : $V = 209,8$ Volt
 $I = 1,73$ Ampere
 $\text{Cos } \varphi = 0,929$

Ditanya : P.....?

$$P = V \times I \times \cos \phi$$

$$= 209,8 \times 1,73 \times 0,929$$

$$= 337,184 \text{ Watt}$$

5. Daya Semu (S)

Diketahui : V = 209,8 Volt

$$I = 1,73 \text{ Ampere}$$

Ditanya : S.....?

$$S = V \times I$$

$$= 209,8 \times 1,73$$

$$= 362,954 \text{ VA}$$

6. Daya Reaktif (Q)

Diketahui : V = 209,8 Volt

$$I = 1,73 \text{ Ampere}$$

Ditanya : Q.....?

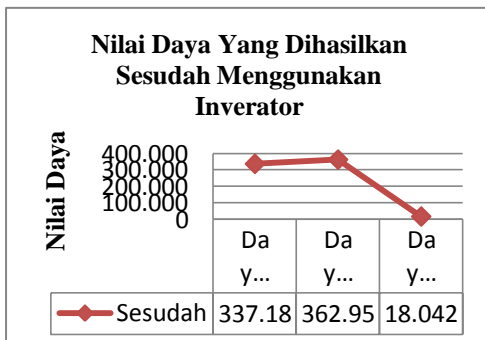
$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

$$= \sqrt{362,954^2 - 337,184^2}$$

$$= \sqrt{18042,5562}$$

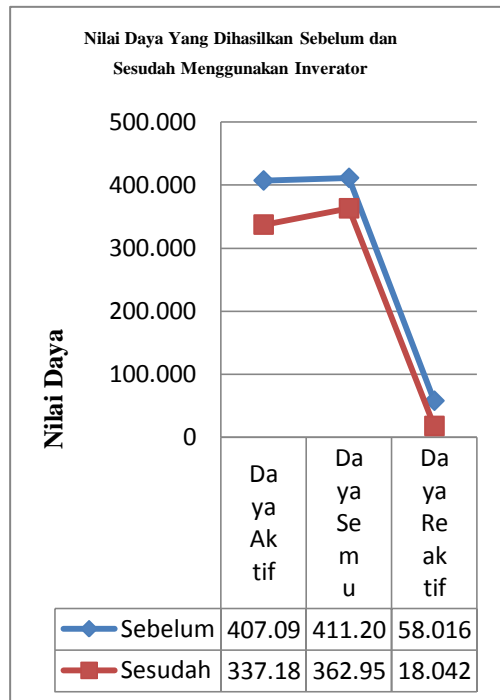
$$= 18,042 \text{ VAR}$$

Dari data hasil penelitian perhitungan dengan beban 451 watt diatas terdapat bahwa hasil perhitungan sesudah menggunakan inverter berdasarkan rumus dalam persamaan 2.6 sesuai dengan hasil pengukuran daya aktif dan daya semu dengan menggunakan alat ukur power meter.



Grafik 4.2 Nilai Daya Yang Dihasilkan Sesudah Pemakaian Inverter

4.5 Grafik Hasil Perhitungan Sebelum dan Sesudah Pemakaian Alat Inverter



Grafik 4.3 Nilai Hasil Daya Sebelum dan Sesudah Pemakaian Inverter

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan pada halaman sebelumnya maka dapat disimpulkan beberapa hal, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

3. Sistem back up beban pada rumah tangga dapat di buat dengan menggunakan alat inverter. Sebagaimana fungsinya, inverter adalah alat yang dipergunakan unntuk memperhalus lonjakan star

atau inrush current dari beban listrik tanpa harus menambah daya dari PLN. Dari analisa data kita juga dapat menyimpulkan bahwa dengan daya beban 410 watt perbedaan antara sebelum dan sesudah pemakaian inverter terjadi perubahan daya. Daya aktif, semu dan reaktif yang terpakai setelah pemakaian alat inverter lebih kecil dari pada daya sebelum pemakaian alat inverter.

4. Hasil kinerja dari alat ini mampu mengurangi lonjakan arus soft start kurang lebih 20% setelah melakukan percobaan dengan beban-beban pada rumah tangga dengan beban 410 watt.

5.2 Saran

Pada penelitian berikutnya, bagi peneliti selanjutnya diharapkan merencanakan cara kerja alat dan diagram alir sehingga dapat menentukan berapa banyak input maupun output untuk menentukan tipe alat serta penyesuaian tegangan dan daya.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. N. Bandung, "Jurnal Teknologi Elektro , Universitas Mercu Buana pengembangan kontrol peningkatan daya listrik rumah tangga menggunakan on / off grid tie inverter Hartono BS Jurusan Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Bandung Jurusan Teknik Konversi Energi Politek," vol. 8, no. 3, pp. 192–199, 2017.
- [2] A. Wahid, "Analisis Kapasitas Dan Kebutuhan Daya Listrik Untuk Menghemat Penggunaan Energi Listrik Di Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura," *Tek. Elektro UNTAN*, vol. 2, no. 1, 2014.
- [3] A. dan S. Suryanto, "Implementasi Model Analisis Perbaikan Faktor Daya Listrik Rumah Tangga dengan Simulasi Perangkat Lunak," *J. Kompetensi Tek. Vol. 3, No. 1, Novemb. 2011*, vol. 3, no. 1, pp. 47–56, 2011.
- [4] W. Handajadi, "Peningkatan Kualitas Daya Listrik Dalam Pemakaian

Lumener Menggunakan Lampu Hemat Energi (Lhe)," *J. Teknol.*, vol. 7, no. 2, pp. 134–140, 2014.

- [5] B. G. Melipurbowo, "Pengukuran Daya Listrik Real Time Dengan Menggunakan Sensor Arus ACS712," *Orbith*, vol. 12, no. 1, pp. 17–23, 2016.
- [6] H. KUSWANTO, "Alat Ukur Listrik AC (Arus, Tegangan, Daya) Dengan Port Paralel," *Tugas Akhir*, p. 17, 2010.
- [7] "Makalah_daya," *Fis. SMA*, vol. 2, no. 1, 2004.
- [8] S. Arus, M. Kapasitor, B. Untuk, P. Daya, and L. Alat, "Perancangan Sensor Arus Menggunakan Kapasitor Bank," pp. 7–16.
- [9] L. Kamelia, Y. Sukmawiguna, and N. U. Adiningsih, "Rancang Bangun Sistem Exhaust Fan Otomatis Menggunakan Sensor Light Dependent Resistor," vol. X, no. 1, pp. 154–169, 2017.