

SKRIPSI

**ANALISIS PENGGUNAAN INVERTOR PADA KELISTRIKAN RUMAH
TINGGAL**



DISUSUN OLEH :

MUH SHAKIEL RIESOI SARADITAMA

MUHAMMAD AKMAL

105821119117

105821109917

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2022



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PENGESAHAN

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

Judul Skripsi : **ANALISIS PENGGUNAAN INVERATOR PADA KELISTRIKAN RUMAH TINGGAL**

Nama : 1. Muhammad Shakiel Riesqi saraditama

2. Muhammad Akmal

Stambuk : 1. 105 82 11101 17

2. 105 82 11099 17

Makassar, 8 Agustus 2022

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Ir. H. Antarissubhi, S.T., M.T.


Adriani, S.T., M.T.

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Elektro


Adriani, S.T., M.T.

NBM : 1044 202



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama **Muhammad Shakiel Riesqi saraditama** dengan nomor induk Mahasiswa 105 82 11101 17 dan **Muhammad Akmal** dengan nomor induk Mahasiswa 105 82 11099 17, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0006/SK-Y/20201/091004/2022, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu, 6 Agustus 2022.

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

Makassar,

10 Muharram 1443 H

08 Agustus 2022 M

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.Ag

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

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

2. Penguji

a. Ketua : Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc

b. Sekretaris : Rahmania, S.T., M.T

3. Anggota

1. Dr. Eng. Ir. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng

2. Dr. Umar Katu, S.T., M.T

3. Dr. Ir. Hj. Hafsah Nirwana, M.T

Mengetahui

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. H. Antarissubhi, S.T., M.T

Adriani, S.T., M.T.

Dekan



Dr. Hj. Nurnawaty, S.T., M.T., IPM

NBM : 795 108

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Segala Puji bagi ALLAH SWT atas limpahan rahmat, kesehatan dan kekuatannya sehingga Tugas akhir dengan judul “**ANALISIS PENGGUNAAN INVERTOR PADA KELISTRIKAN RUMAH TINGGAL**” ini dapat kami selesaikan. Shalawat dan junjungan Nabi Besar Muhammad SAW sebagai uswutan hasanah dan rahmatan lil'alamin.

Adapun kegiatan tugas akhir sebagai salah satu syarat menyelesaikan studi Strata Satu (S-1) di Program Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Tak lupa kami mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan motivasi dalam pelaksanaan Kuliah Kerja Profesi sampai penyusunan laporan ini, terutama kepada :

1. Kedua orang tua kami serta keluarga kami yang telah memberikan dorongan dan motivasi baik secara moral maupun materi.
2. Bapak **Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.Ag.** selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

3. Ibu **Dr. Ir. Hj Nurnawaty, S.T.,M.T., IPM** selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. Ibu **Adriani S.T., M.T.**, selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar
5. Bapak **Dr. Ir. H. Antarissubhi, S.T.,M.T.**, selaku Pembimbing I dan Ibu **Adriani S.T., M.T.**, selaku Pembimbing II.
6. Para dosen dan staff Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
7. Teman-teman kami khususnya Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar, serta teman-teman di kontrakan brader 17, terima kasih atas tempat, saran, motivasi, dukungan dan doanya yang diberikan.

Semoga tugas akhir ini penulis dapat membantu menambah khasanah ke-ilmuan yang bermanfaat bagi banyak orang.

Billahi fisabilhaq fastabiqul khaerat

Wassalamualaikum Wr.Wb

Penulis

Muhammad Shakiel Riesqi Saraditama¹, Muhammad Akmal²

^{1,2}Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar

¹e-mail : muhammadshakielriesqisaraditama@gmail.com

²e-mail : muh.akmal2198@gmail.com

ABSTRAK

Abstrak : Muhammad Shakiel Riesqi Saraditama dan Muhammad Akmal; (2022) Analisis Penggunaan Inverter Pada Kelistrikan Rumah Tinggal (Dibimbing oleh Dr. Ir. H. Antarissubhi, S.T.,M.T dan Adriani S.T., M.T). Inverter merupakan alat penghalus lonjakan arus listrik saat awal dihidupkannya peralatan elektronik untuk mencegah *trip* pada MCB, sekaligus sebagai alat penghemat listrik, yang diutamakan penggunaannya pada golongan listrik rumah tangga dengan kapasitas daya listrik yang kecil, terutama pada masyarakat golongan menengah kebawah, atau yang perekonomiannya kurang dan tidak mampu untuk menambah daya listrik di PLN. Penggunaan alat inverter dalam pemakaian beban juga tetap harus dalam batas wajar, sehingga kecermatan para konsumen dalam penggunaan alat ini juga dibutuhkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat penghematan energi, daya dan biaya konsumsi listrik saat sebelum dan sesudah penggunaan alat inverter. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif pada sebuah rumah tinggal dengan kapasitas daya listrik 450 VA. Alat ukur 6 *in 1* digital power meter AC yang dirangkai langsung dengan MCB dalam rumah setelah kWh meter, digunakan sebagai media ukur saat sebelum dan sesudah penggunaan alat inverter pada beban, sehingga data pengukuran yang didapat, bisa dihitung dan dianalisa. Hasil dari penelitian ini adalah inverter memiliki tingkat penghematan/pengurangan energi dan daya sekitar 20,00, serta biaya konsumsi listrik sekitar 16% jika dibandingkan dengan tanpa penggunaan inverter. Hasil pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa inverter berfungsi sebagaimana mestinya, sehingga memudahkan konsumen listrik dengan kapasitas daya listrik kecil, terutama pada masyarakat golongan menengah kebawah atau yang perekonomiannya kurang dalam hal mengakses peralatan elektronik secara bersamaan/berlebih dan tentunya hemat biaya.

Kata Kunci : *Inverter, Digital power meter, Penghalus lonjakan arus listrik*

Muhammad Shakiel Riesqi Saraditama¹, Muhammad Akmal²

^{1,2}Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, University of Muhammadiyah Makassar

¹e-mail : muhammadshakielriesqisaraditama@gmail.com

²e-mail : muh.akmal2198@gmail.com

ABSTRACT

Abstract : Muhammad Shakiel Riesqi Saraditama, Muhammad Akmal; (2022) Analysis of Using Inverter on dwelling house (Guided by Dr. Ir. H. Antarissubhi, S.T.,M.T and Adriani S.T., M.T). Inverter is instrument of smoothing electricity power surge when electronic equipment is starting to avoid trip on MCB, at once as the instrument of electric saver , which is prioritized for use in the home electricity group with a small electrical power capacity, especially for the middle to lower class people, or poor people and people who are unable to increase the electric power capacity at PLN. The using of the inverter must also remain within reasonable limits, so that the accuracy of consumers in using this inverter is also needed. This study aims to determine the level of energy and power savings, and electricity consumption costs before and after using the inverter. The type of this research is quantitative research at a house with an electric power capacity of 450 VA . The 6 in-1 digital power meter AC which is connected directly to MCB in the house after kWh meter, is used as a measuring instrument before and after using the inverter, so that the measurement data obtained can be calculated and analyzed. The results of this study are the inverter has a level of energy and power savings/reduction of about 20.00 and the cost of electricity consumption is about 16% when compared to without of using inverter. The results of this study can be concluded that the inverter working properly, making it easier for electricity consumers with small electrical power capacity, especially for the middle to lower class people, or poor people, in accessing electronic equipment simultaneously/excessive and of course it can save the cost of electricity consumption.

Keywords : *Softstarter, Digital power meter, Power saver*

DAFTAR ISI

SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
DAFTAR SINGKATAN	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	5
D. Batasan Masalah	5

E. Manfaat Penelitian	6
F. Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
A. Landasan Teori.....	8
1. Listrik Rumah Tangga	8
2. Daya Listrik	10
3. Segitiga Daya.....	12
4. kWh Meter	13
5. <i>Miniature Circuit Breaker</i> (MCB).....	20
6. <i>Fuse</i>	27
7. Kabel Listrik	29
8. Stopkontak	31
9. Saklar	32
10. Inverter.....	34
11. <i>6 In 1 Digital Power Meter AC</i>	39
BAB III METODE PENELITIAN	40
A. Tempat Dan Waktu Penelitian.....	40
1. Tempat	40
2. Waktu.....	40
B. Alat Dan Bahan.....	40
C. Prosedur Penelitian	42
D. Sistem Perancangan Alat	45

1. Rangkaian Instalasi Listrik Rumah Sebelum Penggunaan Inverator.....	45
2. Rangkaian Instalasi Listrik Rumah Saat Penggunaan Dan Saat Pengujian Keefektifan Inverator	48
E. Perancangan Rangkaian	51
1. 6 In 1 Digital <i>Power</i> Meter AC Terhubung Ke Rangkaian Instalasi Listrik Rumah	51
2. Inverator Terhubung Ke Peralatan Elektronik/Beban.....	53
3. Skema Rangkaian Alat.....	55
a. Skema Rangkaian Alat sebelum Penggunaan Inverator	55
b. Skema Rangkaian Alat Saat Penggunaan Dan Saat Pengujian Keefektifan Inverator	56
F. Data Beban.....	57
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	60
A. Data Pengukuran Beban Dan Tanpa Beban.....	60
1. Data Beban.....	60
2. (Hari ke-1) Sebelum Penggunaan Alat Inverator.....	61
3. (Hari ke-2) Saat Penggunaan Dan Pengujian Keefektifan Alat Inverator.....	61
B. Analisa Data Pengukuran Beban Sebelum Penggunaan Alat Inverator	61
1. Data Hasil Pengukuran Beban Sebelum Penggunaan Alat Inverator	62
2. Analisis Daya Listrik Hasil Pengukuran Beban Sebelum Penggunaan Alat Inverator	64
a. Jam 06.00	64

b. Jam 07.00	65
c. Jam 08.00	65
3. Analisis Biaya Konsumsi Listrik Hasil Pengukuran Beban Sebelum Penggunaan Alat Inverator	66
C. Analisa Data Pengukuran Beban Setelah Penggunaan Alat Inverator.....	67
1. Data Hasil Pengukuran Beban Saat Penggunaan Alat Inverator	67
2. Analisis Daya Listrik Hasil Pengukuran Beban Setelah Penggunaan Alat Inverator	69
a. Jam 06.00	69
b. Jam 07.00	70
c. Jam 08.00	70
3. Analisis Biaya Konsumsi Listrik Hasil Pengukuran Beban Setelah Penggunaan Alat Inverator	71
D. Analisa Penghematan Daya Dan Biaya Konsumsi Listrik Saat Sebelum Dan Sesudah Penggunaan Alat Inverator	72
1. Arus (<i>Ampere</i>).....	72
2. Daya Aktif/Nyata (<i>Watt</i>).....	75
3. Daya Semu (<i>VA</i>).....	78
4. Daya Reaktif (<i>VAR</i>).....	81
5. kWh (<i>Kilo Watt/Hour</i>).....	84
6. Biaya (<i>Rp.</i>).....	87
E. Analisa Pengujian Keefektifan Alat Inverator	88
1. Data Hasil Pengukuran Beban Saat Pengujian Keefektifan Alat	

Inverter.....	88
2. Analisis Daya Listrik Hasil Pengukuran Beban Saat Pengujian	
Keefektifan Alat Inverter.....	90
a. Pengujian ke-1.....	90
b. Pengujian ke-2.....	91
c. Pengujian ke-3.....	91
3. Analisis Biaya Konsumsi Listrik Hasil Pengukuran Beban Saat	
Pengujian Keefektifan Alat Inverter.....	92
a. Konsumsi kWh Pada Pengujian ke-1.....	92
b. Konsumsi kWh Pada Pengujian ke-2.....	92
c. Konsumsi kWh Pada Pengujian ke-3.....	92
BAB V PENUTUP.....	94
A. Kesimpulan.....	94
B. Saran.....	95
DAFTAR PUSTAKA.....	96
LAMPIRAN.....	97
SURAT KETERANGAN BEBAS PLAGIAT.....	120

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Penyaluran Tenaga Listrik	9
Gambar 2.2 Segitiga Daya	13
Gambar 2.3 kWh Meter	14
Gambar 2.4 kWh Meter Analog.....	17
Gambar 2.5 kWh Meter Digital	19
Gambar 2.6 MCB.....	21
Gambar 2.7 <i>Thermal Tripping</i>	23
Gambar 2.8 <i>Magnetic Tripping</i>	24
Gambar 2.9 <i>Fuse</i>	28
Gambar 2.10 Kabel Listrik.....	29
Gambar 2.11 Stopkontak	32
Gambar 2.12 Saklar	33
Gambar 2.13 Inverter.....	35
Gambar 2.14 Rangkaian Inverter.....	37
Gambar 2.15 6 In 1 Digital Power Meter AC.....	39

Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> /Diagram Alir Penelitian	42
Gambar 3.2 Sistem Kinerja Rangkaian Instalasi Listrik Rumah Sebelum Penggunaan Inverter	45
Gambar 3.3 Sistem Kinerja Rangkaian Instalasi Listrik Rumah Saat Penggunaan Dan Pengujian Keefektifan Inverter	48
Gambar 3.4 6 <i>In 1</i> Digital <i>Power Meter</i> AC Terhubung Ke Rangkaian Instalasi Listrik Rumah	51
Gambar 3.5 Peralatan Elektronik/Beban Terhubung Ke Stopkontak Melalui Inverter	53
Gambar 3.6 Skema Rangkaian Alat Sebelum Penggunaan Inverter	55
Gambar 3.7 Skema Rangkaian Alat Saat Penggunaan Dan Pengujian Keefektifan Inverter	56
Gambar 4.1 Grafik Penghematan Daya Arus Saat Sebelum Dan Sesudah Penggunaan Alat Inverter	74
Gambar 4.2 Grafik Penghematan Daya Aktif/Nyata Saat Sebelum Dan Sesudah Penggunaan Alat Inverter	77
Gambar 4.3 Grafik Penghematan Daya Semu Saat Sebelum Dan Sesudah	

Penggunaan Alat Inverator	80
Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Daya Reaktif Saat Sebelum Dan Sesudah	
Penggunaan Alat Inverator	83
Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Kwh Saat Sebelum Dan Sesudah	
Penggunaan Alat Inverator	86
Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Biaya Konsumsi Listrik Saat Sebelum	
Dan Sesudah Penggunaan Alat Inverator	87



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kode Huruf Kabel Listrik	30
Tabel 2.2 Keuntungan Dan Kelemahan Jenis-Jenis Kabel Listrik	31
Tabel 3.1 Daftar Beban Energi Listrik.....	57
Tabel 3.2 Jenis-Jenis Daya Listrik Dengan Penjabarannya	57
Tabel 3.3 Tarif Dasar Listrik/ <i>Tariff Adjustment</i> Bulan April-Juni 2022	58
Tabel 4.1 Daftar Beban Energi Listrik.....	60
Tabel 4.2 Pengukuran Tanpa Beban Saat Sebelum Penggunaan Alat Inverter (Hari Pertama)	61
Tabel 4.3 Pengukuran Tanpa Beban Saat Penggunaan Dan Pengujian Keefektifan Alat Inverter (Hari Kedua)	61
Tabel 4.4 Data Pengukuran Beban Sebelum Penggunaan Alat Inverter	62
Tabel 4.5 Data Pengukuran Beban Saat Penggunaan Alat Inverter.....	67
Tabel 4.6 Penghematan Daya Arus Saat Sebelum Dan Sesudah Penggunaan Alat Inverter	72
Tabel 4.7 Penghematan Daya Aktif/Nyata Saat Sebelum Dan Sesudah	

Penggunaan Alat Inverter.....	75
Tabel 4.8 Penghematan Daya Semu Saat Sebelum Dan Sesudah Penggunaan	
Alat Inverter	78
Tabel 4.9 Perbandingan Daya Reaktif Saat Sebelum Dan Sesudah Penggunaan	
Alat Inverter	81
Tabel 4.10 Penghematan Kwh Saat Sebelum Dan Sesudah Penggunaan	
Alat Inverter	84
Tabel 4.11 Penghematan Biaya Konsumsi Listrik Saat Sebelum Dan Sesudah Penggunaan Alat Inverter.....	
	87
Tabel 4.12 Data Pengukuran Beban Saat Pengujian Keefektifan Alat Inverter	88



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Hasil Pengukuran Beban.....	98
Lampiran 2 Analisis Daya Listrik Hasil Pengukuran Beban Sebelum Dan Sesudah Penggunaan Alat Inverter	108
Lampiran 3 Spesifikasi Alat.....	110
Lampiran 4 Pemasangan Alat 6 In 1 Digital Power Meter AC Pada MCB	112
Lampiran 5 Penghidupan Beban Saat Sebelum Dan Sesudah Penggunaan Alat Inverter.....	114
Lampiran 6 Pengambilan Data Pengukuran Selaman 24 Jam/Sehari Pada Pagi, Siang, Sore Dan Malam Hari.....	118
Lampiran 7 Tagihan Biaya Konsumsi Listrik Bulan April Tahun 2022	119

DAFTAR SINGKATAN

AC	<i>Air Conditioning</i>
MCB	<i>Miniature Cicut Breaker</i>
VA	<i>Volt Ampere</i>
PLN	Perusahaan Listrik Negara
JTM	Jaringan Tegangan Menengah
V	Volt
kV	kilo Volt
JTR	Jaringan Tegangan Rendah
TR	Tegangan Rendah
kVA	kilo Volt <i>Ampere</i>
CB	<i>Circuit Breaker</i>
VAR	<i>Volt Ampere Reactive</i>
kWh	kilo Watt Hour
LCD	<i>Liquid Crystal Display</i>
LED	<i>Light Emitting Diodes</i>
A	<i>Ampere</i>
mA	mili <i>Ampere</i>
mV	mili Volt
PVC	<i>Polyvinyl Chloride</i>
mm	mili meter
BC	<i>Bare Cooper</i>
AAAC	<i>All Aluminium Alloy Conductor</i>
ACSR	<i>Aluminium Conductor Steel Reinforced</i>
ACAR	<i>Aluminium Conductor Alloy Reinforced</i>
XLPE	<i>Cross Linked Polyethylene</i>
UTP	<i>Unshielded Twisted Pair</i>
LAN	<i>Local Area Network</i>
SPST	<i>Single Pole Single Throw</i>
SPDT	<i>Single Pole Double Throw</i>
DPST	<i>Double Pole Single Throw</i>
DPDT	<i>Double Pole Double Throw</i>
SP6T	<i>Single Pole Six Throw</i>
PC	<i>Personal Computer</i>
AC	<i>Alternating Current</i>
SR	Sambungan Rumah
Hz	<i>Hertz</i>
TDL	Tarif Dasar Listrik
Rp.	Rupiah

sehingga memiliki kemungkinan *trip* pada MCB juga besar. Tetapi tidak sebesar pada rumah yang memiliki daya listrik kecil.

Rumah dengan kapasitas daya listrik yang kecil seperti 450 VA contohnya, tergolong hampir penuh/jarang dan sulit ditemukan, karena telah banyak ditinggali masyarakat dan beralih ke kapasitas daya yang lebih besar. Namun, kapasitas daya listrik sekecil itu masih ada dan rata-rata masih dipakai oleh masyarakat golongan menengah kebawah atau yang perekonomiannya kurang dan tidak mampu untuk menambah daya listrik di PLN. Sehingga, inverter dapat menjadi *emergency option* untuk permasalahan tersebut. Selain mencegah *trip* pada MCB, inverter juga dapat digunakan untuk menghidupkan beberapa peralatan elektronik secara bersamaan tanpa takut *trip* pada MCB, dan dapat juga digunakan sebagai alat penghemat listrik. Hal tersebutlah yang menjadi sebab dilakukannya penelitian lebih lanjut tentang aspek ekonomis inverter ini, berdasarkan teknis dan biaya serta untuk mencari rasio keuntungan pemakaian berdasarkan konsumsi energi, daya yang dibutuhkan, biaya pemakaian serta efektifitas penggunaannya.

B. Rumusan Masalah

Pokok permasalahan yang didapat, dirumuskan sebagai berikut :

1. Apakah terdapat perbedaan yang signifikan pada tingkat efisiensi energi, daya dan biaya konsumsi listrik saat sebelum dan sesudah penggunaan inverter pada rumah tinggal ?

2. Bagaimanakah penghematan energi, daya dan biaya konsumsi listrik saat sebelum dan sesudah penggunaan inverter pada rumah tinggal ?
3. Apakah tingkat efisiensi penggunaan inverter pada beberapa elemen listrik dapat mencegah *trip* pada MCB ?

C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mencapai tujuan sebagai berikut :

1. Mengetahui signifikansi perbedaan pada tingkat efisiensi energi, daya dan biaya saat sebelum dan sesudah penggunaan inverter pada rumah tinggal.
2. Mengetahui tingkat penghematan energi, daya dan biaya konsumsi listrik saat sebelum dan sesudah penggunaan inverter pada rumah tinggal.
3. Mengetahui efisiensi penggunaan inverter yang dapat mencegah *trip* pada MCB.

D. Batasan Masalah

Ruang lingkup batasan permasalahan yang dibahas pada penelitian ini, yaitu :

1. Penelitian dilakukan pada kelistrikan rumah tinggal dengan hanya daya listrik yang kecil yaitu 450 VA.
2. Penelitian dilakukan dengan konsumsi beban listrik yang sama saat sebelum dan saat penggunaan alat inverter.

3. Penelitian yang dilakukan menggunakan inverter hanya pada peralatan listrik/elektronik dan tidak digunakan pada beban penerangan/lampu.

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Membantu masyarakat kalangan menengah kebawah/golongan tidak mampu khususnya rumah yang menggunakan daya listrik 450 VA agar bisa lebih banyak mengakses peralatan listrik disaat yang bersamaan tanpa takut *trip* pada MCB.
2. Membantu masyarakat kalangan menengah kebawah/golongan tidak mampu khususnya rumah yang menggunakan daya listrik 450 VA agar dapat menghemat biaya konsumsi listrik.
3. Memberikan estimasi biaya konsumsi listrik serta besaran penghematan energi listrik saat sebelum dan sesudah penggunaan alat inverter kepada masyarakat.

F. Sistematika Penulisan

1. BAB I : Pendahuluan penelitian yang membahas tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah penelitian, tujuan penelitian, batasan masalah yang diteliti, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan penelitian.
2. BAB II : Pembahasan penelitian yang membahas tentang data-data yang dijadikan landasan dalam melakukan penelitian.

3. BAB III : Metode penelitian yang membahas tentang waktu, tempat, alur dan langkah-langkah penelitian.
4. BAB IV : Bab ini membahas tentang hasil dan pembahasan yang diteliti.
5. BAB V : Bab ini membahas tentang penutup, yaitu kesimpulan dan saran dari penelitian.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

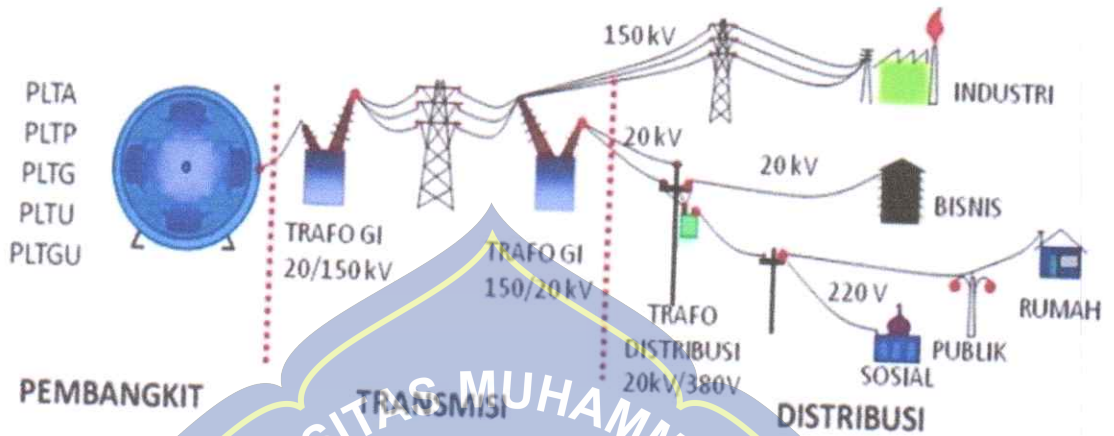
1. Listrik rumah tangga

Energi listrik merupakan kebutuhan pokok rumah tangga yang sangat penting, sebagai sumber daya ekonomis utama yang dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari. Dalam jangka waktu beberapa tahun kedepan, kebutuhan listrik akan terus meningkat seiring dengan adanya peningkatan penduduk, investasi dan perkembangan teknologi.

Untuk tetap dapat melayani kebutuhan listrik pelanggan, sistem tenaga listrik harus terus dikembangkan mengimbangi meningkatnya permintaan kebutuhan listrik. Agar hal ini dapat terlaksana, maka perlunya ada inovasi-inovasi baru yang dirancang menjadi sebuah alat dan dievaluasi untuk menambah rangkaian unit-unit penambah daya tenaga listrik.

Untuk keperluan penyediaan tenaga listrik pada para pelanggan, diperlukan berbagai peralatan listrik yang mumpuni dan dapat mengimbangi permintaan kebutuhan tenaga listrik dari para pelanggan. Berbagai peralatan listrik ini yang dihubungkan satu sama lain dan mempunyai interelasi, kemudian secara keseluruhan membentuk suatu sistem tenaga listrik. Sistem tenaga listrik yang dimaksud adalah sekumpulan gardu induk atau pusat listrik/pusat beban yang secara

keseluruhan terhubung menjadi satu kesatuan interkoneksi yang dihubungkan oleh sistem transmisi.



Gambar 2.1 Sistem penyaluran tenaga listrik

(Sumber : pdkb.id)

Sistem kelistrikan rumah tangga ialah sistem jaringan listrik distribusi yang merupakan tahap akhir dalam penyaluran tenaga listrik, dari sistem transmisi ke konsumen listrik atau kelistrikan rumah tinggal. Sistem jaringan listrik distribusi juga terbagi menjadi 2 bagian sebagai berikut :

- a. Distribusi Primer, yaitu jaringan distribusi paling awal yang dibawa dari sistem jaringan transmisi, dan diturunkan tegangannya di trafo *step down* atau Gardu menjadi tegangan menengah atau JTM sebesar 20 kV. Atau orang awam biasa menyebutnya sebagai tiang listrik.

b. Distribusi Sekunder, yaitu jaringan distribusi paling akhir dari sistem penyaluran tenaga listrik ke pelanggan dengan klasifikasi tegangan rendah atau JTR sebesar 220 V atau 380 V. Kemudian dari jaringan tegangan rendah ini dibagikan pada rumah-rumah pelanggan, dan terciptalah kelistrikan rumah tinggal. Bidang kelistrikan rumah tinggal, adalah bidang kelistrikan yang mengkonsumsi energi listrik rata-rata dengan daya 450 Watt.

Terdapat 6 daftar daya listrik pada golongan kelistrikan rumah tangga atau tegangan rendah, diantaranya sebagai berikut :

- a. Golongan R-1/TR 450 VA
- b. Golongan R-1/TR 900 VA
- c. Golongan R-1/TR 1.300 VA
- d. Golongan R-1/TR 2.200 VA
- e. Golongan R-2/TR 3.500-5.500 VA
- f. Golongan R-3/TR 6.600 VA ke atas
- g. Golongan B-2/TR 6.600 VA-200 kVA

2. Daya Listrik

Daya listrik atau dalam Bahasa Inggris disebut *Electrical Power*, adalah kemampuan peralatan listrik untuk melakukan sebuah usaha akibat terjadinya perubahan energi listrik pada satuan waktu dalam besaran tegangan dan arus. Besarnya daya listrik dipengaruhi oleh

tegangan, kuat arus dan hambatan listrik terhadap waktu di dalam rangkaian listrik tertutup. Ketiga besaran listrik tersebutlah yang menjadi penentu dari daya listrik untuk bekerja secara optimal. Daya listrik terbagi menjadi 3, dengan faktor pendorongnya sebagai berikut :

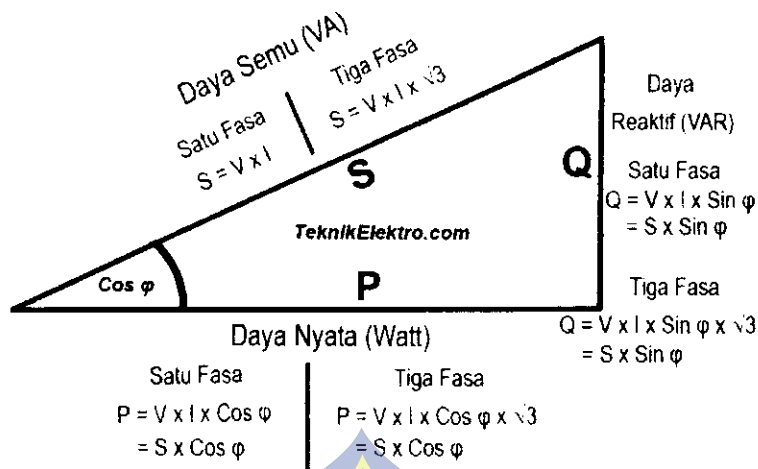
- a. Daya aktif/nyata (P), secara sederhana adalah daya yang dibutuhkan oleh beban resistif. Daya aktif/nyata ialah aliran energi listrik dari pembangkit ke jaringan beban listrik, untuk dapat dikonversikan menjadi energi lain. Sebagai contoh, untuk menyalakan kompor listrik, memerlukan aliran energi listrik (daya nyata) dari sistem jaringan untuk dikonversikan menjadi energi panas oleh elemen kompor listrik tersebut.
- b. Daya reaktif (Q), secara sederhana adalah daya yang dibutuhkan untuk membangkitkan medan magnet pada kumparan-kumparan beban induktif. Sebagai contoh pada trafo, daya reaktif yang membangkitkan medan magnet di kumparan primer berfungsi untuk menginduksi kumparan sekunder agar tercipta medan magnet induksi pada kumparan sekunder.
- c. Daya semu (S), biasa disebut daya total atau juga dikenal dalam Bahasa Inggris *Apparent Power*, ialah resultan antara daya nyata (P) dan daya reaktif (Q), atau hasil perkalian antara tegangan efektif (*root-mean-square*) dengan arus efektif (*root-mean-square*).

- d. Faktor daya atau $\text{Cos } \phi$, adalah rasio nilai perbandingan antara daya aktif (Watt) dan daya nyata (VA), yang menunjukkan besaran daya nyata yang diserap beban resistif dari daya semu pada suatu beban total.

3. Segitiga Daya

Segitiga daya ialah sebuah segitiga siku-siku trigonometri yang digunakan untuk menghitung hubungan antara daya aktif, daya reaktif dan daya semu. Segitiga daya ini menunjukkan hubungan daya energi listrik, yaitu daya aktif, daya reaktif dan daya semu yang terdapat pada jaringan listrik 1 fasa maupun 3 fasa dan dihasilkan untuk sebuah usaha yang terdapat pada beban. Nilai dari ketiga daya ini dipengaruhi oleh Faktor daya atau $\text{Cos } \phi$ ($\text{Cos } \phi$).

Pada listrik PLN biasanya faktor daya ini nilainya ditetapkan sebagai 0,8, penetapan nilai 0,8 ini hanyalah asumsi untuk faktor anan dalam menghitung daya yang dibutuhkan untuk sebuah instalasi listrik rumah. Sehingga dari PLN dapat menurunkan kebutuhan peralatan listriknya seperti kontrak daya antara PLN dengan pelanggan, kapasitas trafo, kapasitas CB, kabel dan lain-lain. Hal ini telah menjadi pertimbangan ekonomis dalam penentuan perancangannya. Idealnya faktor daya pada suatu jaringan listrik ialah 1, atau mendekati 1 pun sudah didapat dikatakan ideal. Persamaan segitiga daya digambarkan dengan rumus sebagai berikut :



Gambar 2.2 Segitiga daya

(Sumber : teknikelektro.com)

Pada hubungan segitiga daya diatas, daya semu (VA) merupakan daya keseluruhan yang disediakan oleh PLN, daya nyata atau daya aktif (Watt) ialah daya yang sebenarnya terpakai, sedangkan daya reaktif (VAR) merupakan rugi-rugi daya atau daya yang tak terpakai yang disebabkan oleh beban induktif karena berbagai macam faktor. Nilai dari ketiga daya ini dipengaruhi oleh Faktor daya atau Cos phi ($\cos \phi$), dengan rumus : $\cos \phi = \text{Daya Aktif (P) / Daya Semu (S)}$.

4. kWh Meter

kWh meter adalah kepanjangan dari kilo Watt *hour* meter yang merupakan alat ukur yang berfungsi untuk mengukur total energi listrik dari konsumsi peralatan listrik rumah tangga langsung dari catu daya utama di rumah. Jika dilihat secara dekat, pada bagian kWh meter ini terdapat beberapa deretan angka maupun digit. Angka-angka inilah

yang menunjukkan besaran energi listrik yang telah dikonsumsi dalam jangka waktu tertentu di rumah.



Gambar 2.3 kWh meter
(Sumber : twitter.com)

Pembacaan dari kWh meter inilah yang menjadi acuan PLN dalam menentukan besarnya tagihan listrik pada konsumen. Pada umumnya pembacaan pada kWh meter ini bersifat kumulatif, maksudnya adalah untuk menentukan tagihan listrik bulan tertentu, perbedaan antara pembacaan konsumsi bulan ini dan konsumsi bulan sebelumnya dihitung, kemudian nilai yang didapatkan dari perhitungan tersebut ialah tagihan listrik bulan ini.

kWh meter ini bekerja menggunakan metode induksi medan magnet, metode inilah yang menggerakkan piringan aluminium sehingga kumparan tegangan pada *counter* digit/angka pada kWh

terdorong untuk mengukur konsumsi energi listrik. Semakin besar energi listrik dipakai, membuat kecepatan piringan pada kWh bekerja lebih besar, yang membuat tagihan listrik menjadi tinggi dan begitu pula sebaliknya, semakin kecil energi listrik terpakai, kecepatan piringan pada kWh juga bekerja lebih kecil/lambat yang membuat tagihan listrik menjadi rendah. Beberapa fungsi dari kWh meter adalah sebagai berikut :

- a. Menghitung banyaknya besaran konsumsi energi listrik pada waktu tertentu.
- b. Menjadi pembatas daya listrik yang dipakai pelanggan berdasarkan kontrak antara PLN dengan konsumen.
- c. Menjadi saklar otomatis/manual untuk menghubungkan atau memutuskan aliran listrik yang disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya pelanggan yang mengkonsumsi listrik diluar batas wajar atau melebihi kontrak daya listrik dengan PLN, terjadinya korsleting listrik, ataupun saat ada perbaikan kelistrikan.
- d. Mengubah sinyal analog dari token listrik yang dimasukkan pada *keypad* karet menjadi angka digital yang tertera pada layar.
- e. Mendeteksi pulsa listrik yang dimasukkan dari token listrik secara *real time*. Sehingga dapat terdeteksi jika pulsa listrik tersebut akan habis, yang ditandai dengan lampu indikator yang

mati menyala secara berulang-ulang dalam waktu yang cepat, dengan suara seperti alarm yang dihidupkan dan jika telah habis dan masih belum mengisi ulang, maka aliran listrik akan terputus secara otomatis

Jenis-jenis kWh meter terbagi menjadi 2 sebagai berikut :

a. kWh meter analog, merupakan model alat ukur listrik lawas yang memiliki *counter* digit/angka sebagai penunjuk konsumsi energi listrik. Meskipun begitu, alat ukur ini adalah jenis alat ukur yang paling banyak digunakan di Indonesia. Alat ukur listrik konvensional ini menggunakan sistem pascabayar. kWh meter analog ini terdiri dari beberapa bagian utama yang kerjanya saling mendukung satu sama lain, yaitu sebagai berikut :

- Kumparan tegangan
- Kumparan arus
- Piringan aluminium/ elemen penggerak
- Rem magnet penetral piringan aluminium
- Magnet tetap
- *Gear* mekanik/*register* yang berfungsi mencatat jumlah perputaran piringan aluminium
- Terminal *Klemp*

- Name plate



Gambar 2.4 kWh meter analog

(Sumber : shopee.co.id)

Prinsip kerja kWh meter analog dimulai dari arus yang melewati bagian kumparan arus dan memicu terjadinya fluks magnet bolak-balik, kemudian muncullah tegangan *eddy current*. *Eddy current* yang dimaksud adalah perputaran aliran energi listrik yang disebabkan penginduksian oleh pergantiannya medan magnet di dalam konduktor. Kemudian pada bagian atas kumparan penggerak, terdapat elemen putar yang disebut piringan aluminium. Piringan aluminium tersebut bergerak berputar pada porosnya dengan bantalan yang dapat diatur, pergerakan piringan tersebut diberikan oleh gaya pada kumparan. Kecepatan putaran piringan aluminium inilah yang

menunjukkan besarnya konsumsi energi listrik. Semakin besar konsumsi energi listrik yang digunakan, maka perputaran piringan akan semakin cepat. Begitu juga sebaliknya, semakin kecil konsumsi energi listrik yang digunakan, maka perputaran piringan pun juga semakin lambat.

b. kWh meter digital/*smart* meter, merupakan model alat ukur listrik masa kini, yang telah dilengkapi dengan program khusus dan layar LCD/LED yang menyala dan berukuran cukup besar sebagai penunjuk konsumsi energi listrik, serta dapat terhubung dengan layanan internet. Alat ukur kekinian ini menggunakan sistem prabayar menggunakan token/pulsa listrik elektronik pengganti biaya tagihan bulanan. Jadi tidak perlu lagi ada petugas PLN yang datang ke rumah untuk mengambil pembacaan dari meteran. kWh meter digital ini terdiri dari beberapa bagian penting yaitu sebagai berikut :

- Layar LED hijau atau merah
- Layar LCD untuk menunjukkan status kWh
- *Keypad* karet untuk menginput pulsa/token listrik
- Terminal *block* sebagai penghubung antara kabel dengan meteran listrik
- Terminal *cover* sebagai pelindung kabel
- *Port* MCB
- *Name plate* sebagai penunjuk meter seri

- Label *wiring*



Gambar 2.5 kWh meter digital

(Sumber : panellistrikindustri.com)

Prinsip kerja kWh meter digital ini berbeda dengan jenis kWh meter analog, kWh meter digital ini menerapkan sensor khusus untuk mengukur konsumsi energi listrik. Meteran ini memproses masuk input berupa sinyal analog dari token/pulsa listrik agar berubah menjadi sinyal digital pada LCD. Sebelum berubah menjadi sinyal digital pada layar LCD, perhitungan konsumsi listrik yang terpakai tersebut, berubah menjadi data dan masuk ke bagian *microcontroller*. Pada bagian *microcontroller* ini tidak hanya menerima data perhitungan, tetapi juga berfungsi untuk mengurangi saldo pulsa/token

listrik elektronik sesuai penggunaan listrik konsumen itu sendiri. *Microcontroller* ini juga mendeteksi pulsa listrik yang dimasukkan dari token listrik secara *real time*. Sehingga dapat terdeteksi jika pulsa listrik tersebut akan habis, yang ditandai dengan lampu indikator yang mati menyala secara berulang-ulang dalam waktu yang cepat, dengan suara seperti alarm yang dihidupkan, dan jika telah habis dan masih belum mengisi ulang, maka aliran listrik akan terputus secara otomatis oleh bagian *relay*.

5. *Miniature Circuit Breaker (MCB)*

MCB merupakan singkatan dari *Miniature Circuit Breaker* ialah suatu komponen listrik yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran listrik secara otomatis ketika terjadi beban berlebih (*overload*), hubung singkat (*short circuit*), konsleting listrik, ataupun gangguan-gangguan isolasi lainnya. MCB telah menjadi syarat penting dalam segi keamanan. Fungsi MCB ini sama persis dengan fungsi pada sekering/*fuse* sebagai komponen keamanan listrik, namun terdapat perbedaan yang mencolok yaitu ketika terjadi gangguan.

Pada MCB ketika terjadi gangguan, maka MCB akan memutuskan aliran listrik (*trip*) secara otomatis dan MCB masih bisa di *On*-kan lagi atau dihubungkan dengan aliran listrik lagi secara manual ketika rangkaian telah normal. Namun pada sekering (*fuse*) ketika terjadi gangguan, maka arus listrik akan diputus secara otomatis tetapi

sekering tersebut sudah tidak bisa digunakan lagi dan harus diganti dengan yang baru.

MCB secara visual dapat dilihat di lingkungan terdekat kita terutama pada rumah tinggal, karena pada umumnya MCB biasa dipasang pada instalasi rumah, beban penerangan, motor listrik dan sebagainya. Kita juga telah sering melihat cara kerja MCB secara visual, salah satunya yaitu perpindahan tombol atau *knop* secara otomatis dari *On* menjadi *Off*, maupun secara manual dari *Off* menjadi *On*. MCB pada rumah tinggal pada umumnya, untuk memproteksi hubung singkat (*short circuit*) sehingga fungsinya lebih diutamakan untuk mengamankan rangkaian/instalasi, ataupun konduktornya tersebut.



Gambar 2.6 MCB

(Sumber : shopee.co.id)

Pada umumnya, PLN menggunakan MCB untuk membatasi arus yang telah dikontrakkan/disepakati dengan pelanggannya, sekaligus sebagai pengaman untuk para pelanggannya agar tetap dapat menikmati layanan listrik tanpa adanya rasa takut dan khawatir. Arus nominal yang terdapat pada MCB dari PLN adalah 1A, 2A, 4A, 6A, 10A, 13A, 16A, 20A, 25A, 32A dan sebagainya. Nominal arus pada MCB ditentukan dari arus yang dihantarkan pada satuan *ampere*. Jadi jika MCB dengan arus nominal 2 *ampere* maka hanya perlu ditulis MCB 2A. MCB ini sendiri terdiri dari beberapa bagian komponen di dalamnya, Bagian-bagian komponen pada MCB sebagai berikut :

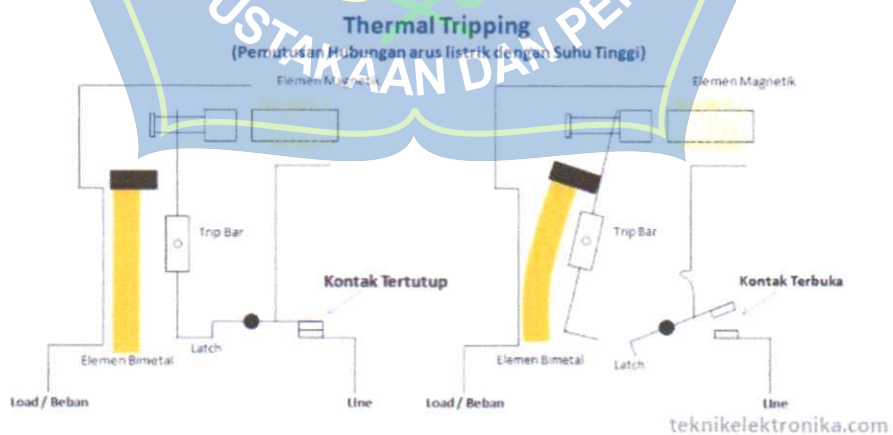
- a. *Actuator Lever* atau *toggle switch*, sebagai *knop* atau tombol untuk meng-*On* *Off*-kan MCB. Dan sebagai tempat diketahuinya MCB dalam keadaan sedang menghubungkan aliran listrik atau tidak.
- b. *Switch mekanis*, komponen yang menjalankan proses mekanik saat terjadi pemutusan arus.
- c. Kontak arus listrik, komponen yang menempel dan merenggang saat terjadinya penghubungan dan pemutusan arus listrik.
- d. Terminal, komponen yang menjadi tempat penyambungan kabel rangkaian dari dan oleh MCB.
- e. Bimetal, komponen *thermal trip* sebagai pemicu kontak untuk memutus aliran arus listrik, dimana komponen ini yang akan

melengkung ketika suhu sangat panas karena arus listrik yang mengalir terlalu tinggi.

- f. Baut kalibrasi, komponen yang telah diatur secara *default* langsung dari pabriknya.
- g. *Solenoid*, sebagai *coil* atau kumparan sebagai *magnetic trip* yang bekerja saat terjadi hubungan arus pendek (*short circuit*).
- h. Pemadam busur api, komponen yang berfungsi untuk mencegah adanya percikan api saat terjadi pemutusan ataupun pengaliran balik arus listrik.

Prinsip kerja MCB ialah pengoperasian secara otomatis dan juga manual. Pengoperasian yang dimaksud ini terbagi dalam dua cara sebagai berikut :

- a. *Thermal Tripping*, yaitu pemutusan aliran arus listrik dengan suhu tinggi.



Gambar 2.7 *Thermal tripping*
(Sumber : Jurnal alat inverator)

Pengoperasian ini menggunakan komponen bimetal yang melengkung ketika suhu sangat panas akibat arus listrik yang mengalir terlalu tinggi saat kelebihan beban. Bimetal yang melengkung ini akan mendorong *trip bar* yang kemudian menarik *switch* menjadi renggang dari sumber arus listrik sehingga arus listrik pun terputus.

- b. *Magnetic Tripping*, yaitu pemutusan aliran arus listrik secara magnetik.

Ketika terjadi gangguan seperti korsleting listrik/hubung singkat (*short circuit*), suhu yang timbul akan lebih panas lagi, sehingga menimbulkan medan magnet pada *solenoid* dan menarik *trip bar* yang membuat *switch* menjadi merenggang dari sumber arus listrik sehingga arus listrik pun terputus.



Gambar 2.8 *Magnetic tripping*

(Sumber : Jurnal alat inverator)

Beberapa manfaat atau fungsi MCB diantaranya sebagai berikut :

a. Sebagai saklar utama untuk memutuskan aliran arus listrik

MCB yang terpasang di instalasi rumah tinggal merupakan sebuah saklar utama instalasi rumah. Salah satu contoh pengaplikasiannya misal jika ada pemasangan, pengerjaan ataupun perbaikan instalasi listrik rumah, maka kita hanya perlu memutus aliran arus listrik dengan MCB untuk mengurangi resiko tersengat arus listrik, dan setelah selesai maka MCB bisa langsung mengaliri aliran listrik secara manual. Selain itu MCB juga dapat menjadi pilihan untuk memutus aliran arus listrik untuk waktu yang lama bagi pemilik rumah yang ingin bepergian dalam waktu yang lama, termasuk kebiasaan orang Indonesia yang melakukan mudik/pulang kampung tiap tahunnya, yang dapat mengurangi beban biaya tagihan listrik.

b. Sebagai pengaman hubung singkat (*short circuit*)/ arus pendek/ konsleting listrik.

MCB ini akan bekerja jika salah satu gangguan yaitu hubung singkat terjadi, biasanya hubung singkat terjadi karena beban melebihi batas kemampuan kabel listrik sehingga timbul reaksi panas dan percikan/bunga api yang memicu kebakaran. Dengan adanya MCB, maka MCB akan melakukan tugasnya yaitu dengan mengamankan rangkaian, agar tidak terjadi

kebakaran dengan cara mendeteksi langsung dengan *Magnetic trip* yang berupa *solenoid*, kemudian komponen ini bereaksi terhadap panas yang tinggi sehingga menimbulkan gaya magnet pada *solenoid* dan secara otomatis menarik *switch* sehingga aliran arus listrik secara otomatis terputus.

c. Sebagai pengaman beban berlebih (*Overload*).

MCB ini akan mengerjakan tugasnya sebagai pengaman rangkaian listrik jika terdeteksi terjadinya beban berlebih, dengan cara komponen bimetal akan mendeteksinya dengan cara suhu panas yang tinggi karena dialiri aliran listrik di luar kapasitasnya, sehingga bimetal akan melengkung dan membuat arus listrik terputus.

Tingkat ketahanan arus pada MCB ini sangat banyak jenisnya, dimulai dari 1A, 2A, 4A, 6A, 10A, 13A, 16A, 20A, 25A, 32A dan sebagainya. Namun jika jenis dari tingkat toleransi batas maksimum ketahanan arusnya terbagi menjadi 3 jenis, salah satunya yaitu MCB tipe B. MCB tipe B memiliki ketahanan arus hingga 3 – 5 kali dari arus maksimum yang tercantum pada *name plate* nya. Misalkan, pada *name plate* nya tertulis 10 A maka ketahanan maksimalnya tidak boleh lebih dari 50 A, jika lebih tinggi dari itu maka secara otomatis akan terputus. MCB tipe B ini biasanya digunakan pada instalasi listrik rumahan atau industri ringan.

MCB juga memiliki jenis yang disesuaikan dengan fasa listriknya, salah satunya yaitu MCB 1 fasa. MCB ini berfungsi sebagai pengaman untuk aliran listrik 1 fasa. Biasanya banyak dijumpai di rumah tinggal yang kebanyakannya memiliki aliran listrik 1 fasa. Jenis MCB 1 fasa ini terdiri dari 1 kabel bertegangan 220 V (kabel fasa/positif) dan 1 kabel netral (negatif).

6. Fuse

Fuse atau sering disebut oleh sebagian orang ialah sekering, merupakan suatu komponen elektronika yang memiliki fungsi sama dengan MCB, yaitu sebagai pengaman dalam rangkaian/instalasi listrik, namun yang membedakan keduanya ialah ketika terjadi gangguan.

Pada MCB ketika terjadi gangguan, akan memutus aliran listrik (*trip*) secara otomatis dan MCB masih bisa dihidupkan/dihubungkan lagi dengan aliran listrik secara manual ketika rangkaian telah normal. Sedangkan pada *fuse* ketika terjadi gangguan, maka arus listrik akan diputus secara otomatis, tetapi *fuse* itu sendiri sudah tidak bisa digunakan lagi dan harus diganti dengan yang baru. Dengan putusnya *Fuse*, aliran listrik yang memiliki gangguan tidak akan dapat masuk ke dalam instalasi/rangkaian elektronika, sehingga tidak akan merusak komponen-komponen yang ada di dalamnya.



Gambar 2.9 Fuse

(Sumber : fluke.com)

Fuse ini sendiri terdiri dari sebuah kawat halus dan pendek yang akan meleleh ataupun terputus apabila dialiri oleh aliran listrik berlebih (*overload*) ataupun hubungan arus pendek (*short circuit*) pada rangkaian/instalasi listrik. Fuse ini memiliki 2 terminal dan dipasang secara seri pada rangkaian/instalasi listrik.

Bentuk fuse yang paling sering ditemukan ialah yang berbentuk tabung (silinder) dan yang berbentuk pisau (*blade*). Fuse yang berbentuk tabung/silinder lebih banyak dijumpai pada instalasi/rangkaian listrik rumah tangga, sedangkan yang berbentuk pisau/*blade* lebih banyak digunakan pada bidang otomotif.

Nilai fuse biasanya tertera pada *name plate* nya ataupun biasanya pada terminalnya, nilai fuse terdiri dari sebagai berikut :

- a. arus listrik dalam satuan *Ampere* (A)
- b. ataupun arus listrik dalam satuan mili*Ampere* (mA)
- c. tegangan dalam satuan Volt(V)
- d. ataupun tegangan dalam satuan milliVolt(mV).

Prinsip kerja dari *fuse* dimulai pada saat aliran listrik melebihi beban/terjadi hubung singkat, maka suhu akan naik menjadi panas, panas itulah yang membuat elemen didalam *fuse* mencair dan membuka rangkaian (*open circuit*) sehingga aliran listrik putus secara otomatis hingga meletus. Hal inilah yang membuat *fuse* hanya bisa sekali pakai.

7. Kabel listrik

Kabel listrik ialah media penghantar aliran energi listrik yang terdiri dari sejumlah *wire* (kawat)/konduktor yang terisolator, menyatu dan membentuk jalur transmisi multikonduktor. Konduktor ialah bagian yang terdapat didalam kabel, biasanya terdiri dari bahan tembaga ataupun aluminium, adapun juga yang terdiri dari perak dan emas, namun jarang ditemukan karna harganya yang sangat mahal. Sedangkan isolator adalah bagian yang terdapat di sisi terluarnya, biasanya terdiri dari bahan *Thermoplastic* atau *Thermosetting* yaitu *polymer*, plastic dan *rubber*/karet.



Gambar 2.10 kabel listrik

(Sumber : shopee.co.id)

Penggunaan kabel listrik ini pun tidak sembarangan, tergantung dari kondisi dan fungsi tertentu yang dibutuhkan, agar penyaluran listrik lebih optimal. Jenis dan fungsi kabel listrik dapat diketahui dari penamaan kabel listrik itu sendiri. Karena nama tersebut memiliki arti berbeda-beda, yang diantaranya terdapat pada tabel berikut :

Tabel 2.1 Kode huruf kabel listrik

(Sumber : kelistrikanaku.com)

Huruf	Arti
Huruf pertama	
N	Kabel berinti tembaga (<i>copper</i>)
A	Kabel berinti aluminium
Huruf kedua	
Y	Isolasi atau bungkus kabel berbahan <i>Polyvinyl Chloride</i> (PVC)
G	Bahan pembungkus (isolasi) kabel dari karet
Huruf ketiga	
A	Kabel berinti tunggal
M	Kabel berinti tunggal lebih dari 1 (multi)
Kode lainnya	
F	Kawat <i>fiber</i> halus (serabut)
F	Pelindung dari plat baja
H	Kabel inti serabut lentur (kawat halus)
R	Pelindung kawat baja bundar
Gb	Lilitan dari plat baja

Dari penamaan kabel listrik pada tabel 2.1, tentunya terdapat juga jenis kabel listrik berdasarkan penamaannya, kondisi dan fungsi tertentu, salah satu contohnya yaitu kabel NYA yang berarti, N = kabel berinti tembaga, Y = Isolasi atau bungkus kabel berbahan *Polyvinyl Chloride (PVC)* dan A = Kabel berinti tunggal. Kabel NYA merupakan kabel berinti tembaga tunggal (konduktor), yang memiliki 1 lapisan PVC (isolator) dan memiliki bentuk kabel yang paling *simple*. Kabel ini biasanya digunakan pada instalasi listrik rumah, maupun instalasi dalam tembok.

Tabel 2.2 Keuntungan dan kelemahan kabel listrik NYA

(Sumber : kelistrikan.com)

Jenis kabel	Keuntungan	Kelemahan
Kabel NYA	Mudah digunakan, mudah menentukan jumlah kabel yang dibutuhkan, serta harga yang tergolong murah dan terjangkau.	Kabel mudah cacat, tidak tahan air dan tidak tahan cuaca.

8. Stopkontak

Stopkontak secara umum dapat diartikan sebagai komponen listrik yang berfungsi mendistribusikan energi listrik dari sumber ke beban/peralatan-peralatan yang memerlukan energi listrik. Secara ilmiah, stopkontak adalah sebuah terminal yang berfungsi sebagai penghubung jalur listrik utama (*main line*) ke beban atau perangkat elektronik agar dapat berfungsi sebagaimana mestinya.

Stopkontak mempunyai 2 komponen kawat yaitu fasa (positif) dan netral (negatif) di dalamnya. Saat peralatan elektronik yang dialiri listrik melalui stopkontak bekerja, maka total arus yang mengalir dalam kedua kawat stopkontak tersebut nilainya sama (tidak ada perbedaan arus). Oleh karena itu, stopkontak dapat bekerja dengan baik dan normal.



Gambar 2.11 Stopkontak
(Sumber : tokopedia.com)

Dalam sebuah rumah tinggal, terdapat banyak lokasi stopkontak yang dibuat, dan tempatnya pun tidak asal sembarang ditempatkan. Biasanya, lokasi stopkontak ditempatkan pada lokasi yang strategis sesuai kebutuhan ataupun ditempat yang mudah dijangkau oleh peralatan listrik.

9. Saklar

Saklar yang dalam Bahasa Inggris-nya disebut *switch*, pada umumnya ialah alat/tombol penghubung atau pemutus aliran listrik.

Secara ilmiah, saklar merupakan suatu komponen atau perangkat listrik yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran listrik.

Saklar merupakan suatu alat listrik yang paling sering dan paling banyak dijumpai. Hampir semua peralatan listrik/elektronika menggunakan saklar. Misalnya pada kWh meter, MCB, lampu penerangan, kipas angin, televisi dan lain sebagainya.



Gambar 2.12 Saklar
(Sumber : importer.co.id)

Saklar pada dasarnya, merupakan tombol yang didalamnya terdiri dari 2 bilah konduktor yang dihubungkan ke sumber listrik/rangkaian eksternal. Saat tombol tersebut di hidupkan (*On*), maka 2 bilah konduktor tersebut akan langsung terhubung dengan sumber listrik dan terjadilah hubungan aliran listrik didalam rangkaian. Begitu pun sebaliknya, jika tombol tersebut dimatikan (*Off*), maka 2 bilah konduktor tersebut akan langsung memutuskan aliran listrik yang terjadi didalam rangkaian dengan sumber listrik.

Berdasarkan kedua keadaan tersebut disebut dengan "state". Saat saklar dihidupkan (*On*) ilmiahnya disebut dengan istilah *Normally Close* (NC) dalam artian, rangkaian pada saklar menjadi tertutup (*Close*) sehingga aliran listrik dapat mengalir dalam rangkaian. Sedangkan pada saat saklar dimatikan (*Off*) ilmiahnya disebut *Normally Open* (NO) dalam artian, rangkaian pada saklar menjadi terbuka (*Open*) sehingga aliran listrik terhambat dan tidak dapat mengalir ke dalam rangkaian.

Saklar memiliki beberapa jenis berdasarkan jumlah kontak dan kondisi yang dimilikinya, biasa disebut dengan "Pole" dan "Throw". Pole adalah banyaknya kontak yang dimiliki oleh saklar dan throw adalah banyaknya kondisi yang dimiliki oleh saklar. Salah satu contohnya yaitu saklar SPST (*Single Pole Single Throw*), yaitu saklar yang paling sederhana dengan hanya memiliki 2 terminal, contohnya saklar pada lampu penerangan. Dan berbagai jenis saklar lainnya tergantung keperluan dan penerapannya.

10. Inverter

Inverter merupakan peralatan elektronik yang berfungsi untuk memperhalus lonjakan arus awal pada saat awal mula dihidupkannya peralatan elektronik/beban, yang pada umumnya langsung menarik daya yang besar saat pertama kali dihidupkan. Salah satu fungsi inverter diantaranya ialah mencegah *trip* pada MCB yang disebabkan oleh lonjakan arus awal pada peralatan elektronik/beban dengan cara

aliran listrik dialirkan secara perlahan sepersekian detik sehingga tidak terjadi lonjakan arus listrik. Pada umumnya, peralatan listrik/beban yang memiliki karakteristik seperti ini adalah motor listrik, kapasitor/*elco*, dioda dan rangkaian penyearah, seperti power supply pada PC.

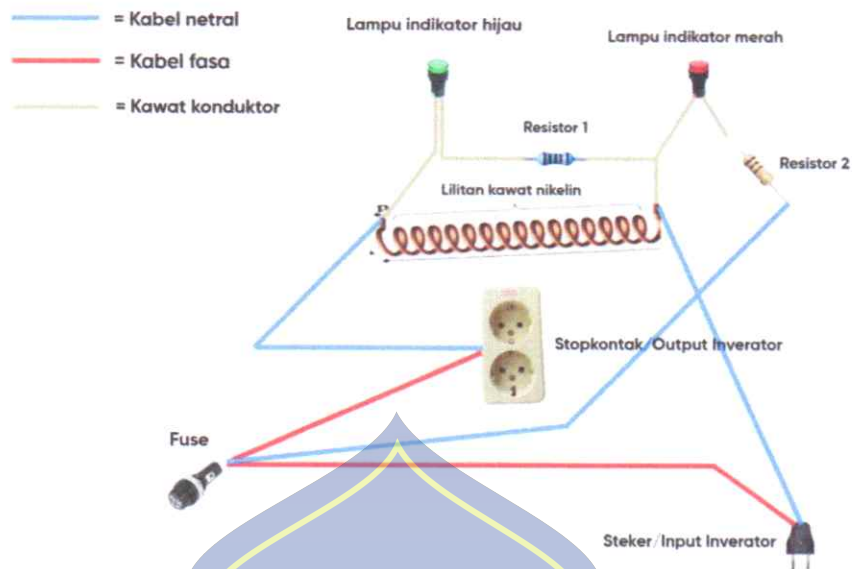


Gambar 2.13 Inverter
(Sumber : tokopedia.com)

Inverter ini sendiri dapat menjadi solusi alternatif bagi pelanggan PLN yang memiliki daya rendah, seperti daya 450/900 VA. Inverter ini hadir di pasaran dengan kisaran daya yang beragam, dan cukup lumayan besar kapasitasnya untuk menghaluskan lonjakan arus dari peralatan elektronik rumah tangga, dimulai dari 1500 Watt, 2000 Watt, 3500 Watt, 4000 Watt dan lain-lain.

Pada umumnya, Inverter ini digunakan untuk mengatasi kejutan arus listrik saat menghidupkan peralatan listrik/beban yang memiliki daya cukup besar, yang membuat *trip* pada MCB karena kemampuannya yang terbatas atau dayanya yang kecil. Namun alat ini

biasa dikenal di pasaran dengan nama inverter, *automatic slow start*, *softstart*, bahkan sebagian orang menyebutnya sebagai alat penambah daya. Meskipun inverter ini disebut sebagai alat penambah daya oleh sebagian orang, namun alat ini tidak melanggar ketentuan dari PLN karena tidak mengganggu dan mengubah apapun pada meteran kWh PLN. Alat ini merupakan hasil modifikasi rangkaian elektronika dengan teknologi baru sebagai alat untuk menghemat energi listrik. Yaitu melalui sistem induksi elektromagnetik. Sistem induksi elektromagnetik ini yang membuat elektron berlebih dan membuat energi potensial listrik meningkat. Kemudian terjadilah perbedaan energi listrik pada elektron dan potensial listrik, yang membuat potensial listrik terus menambah energi listrik yang terinduksi sambil meningkatkan daya keluar dari alat peningkat daya listrik. Dan dari peningkat daya listrik inilah yang dapat digunakan sebagai penghemat energi listrik pada kelistrikan rumah tangga, industri dan lain-lain. Pemasangan alat ini bisa dipasang pada rangkaian/instalasi listrik setelah kWh meter PLN dan MCB, atau bisa juga langsung sebelum penggunaan peralatan listrik/beban.



Gambar 2.14 Skema rangkaian inverter

Cara kerja dari inverter ini yaitu, dengan cara menahan/menunda sesaat aliran arus energi listrik yang dikonsumsi saat *starting*, kemudian aliran arus energi listrik tersebut dialirkan secara perlahan sepersekitan detik saat mengisi muatan listrik pada beban. Dimana, besarnya arus disaat *starting* dapat mencapai 3 kali lipat dari arus *running*.

Jadi pertama-tama, input pada suatu beban misalnya kipas angin, televisi, dan lain-lain akan dicolokkan langsung pada stopkontak/output inverter yang terdapat didalam inverter itu sendiri. Setelah itu, steker/input dari inverter akan dicolokkan pada media stopkontak pada dinding rumah yang terhubung langsung dengan rangkaian instalasi listrik rumah itu sendiri. Kemudian secara otomatis, listrik akan terdistribusi masuk/mengalir pada rangkaian

inverter. Kemudian, aliran energi listrik ini akan dialiri melewati lilitan kawat *nichrome/nikelin*, yang dimana proses penahanan/penundaan sesaat aliran energi listrik ini terjadi. Hal ini terjadi karena, kawat *nichrome/nikelin* adalah jenis kawat yang mempunyai resistansi (ohm) yang lebih besar dari jenis kawat tembaga/kuningan, dan jenis-jenis kawat yang lain. Jadi, besar kecilnya diameter dan panjang pendeknya kawat *nichrome/nikelin* inilah yang menentukan besar kecilnya aliran arus/tegangan listrik yang ditahan/ditunda sesaat. Semakin besar diameter/panjang kawat tersebut, maka semakin besar pula nilai resistansi-nya dan semakin besar arus/tegangan listrik yang ditahan/ditundanya. Begitu juga sebaliknya, semakin kecil diameter/panjang kawat tersebut, maka semakin kecil juga nilai resistansi-nya dan semakin kecil pula arus/tegangan listrik yang ditahan/ditundanya. Kemudian, panjang kawat juga dibuat semacam lilitan yang berputar-putar agar penahanan/penundaan sesaat yang dimaksud bekerja lebih efektif dan tidak memakan banyak tempat. Setelah itu, aliran energi listrik yang telah melewati lilitan kawat, akan di-*supply* langsung ke stopkontak/ouput inverter yang terdapat didalam Inverter, secara perlahan sepersekian detik saat mengisi muatan listrik pada beban. Sehingga lonjakan arus saat *starting* yang dapat membuat *trip* pada MCB dapat dicegah.

11. 6 in 1 Digital power meter AC

6 in 1 Digital power meter AC merupakan peralatan alat ukur listrik yang digunakan untuk mengukur tegangan, arus, frekuensi, faktor daya, watt dan kWh dalam satu media alat ukur pada suatu rangkaian listrik AC. Alat ini dilengkapi dengan layar LCD yang cukup besar jika dibandingkan dengan kWh meter, sebagai penunjuk status dari suatu rangkaian yang terukur dan LED yang bisa menyala berwarna biru dan hitam.



Gambar 2.15 6 in 1 digital power meter AC

(Sumber : shopee.co.id)

6 in 1 Digital power meter AC ini juga memiliki 4 terminal yang terpasang di bagian belakang, guna dirangkai langsung dengan suatu rangkaian listrik AC. Selain itu, alat ini juga dilengkapi dengan tombol *setting* untuk mengatur watt, dan dilengkapi juga dengan alarm penanda beban lebih/*overload* sebagai batas ukur alat ini. Penandanya dengan cara lampu LED yang berwarna biru akan berkedip-kedip (mati-menyala) berwarna hitam.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

1. Tempat

Penelitian ini dilakukan di sebuah rumah tinggal dengan kapasitas daya 450 VA yang berlokasi di BTN Minasa upa Blok M6, No.9, Jl. Minasa Upa No.9, Gn.Sari, Kec.Rappocini, Kota Makassar, Sulawesi Selatan.

2. Waktu

Penelitian ini akan dilakukan dengan kurun waktu yang dibutuhkan kurang lebih selama 5 minggu, untuk mendapatkan pengetahuan dasar yang luas dari berbagai referensi, data hasil pengukuran yang akurat, serta analisa dan perhitungan yang cermat dan teliti.

B. Alat dan Bahan

Daftar alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

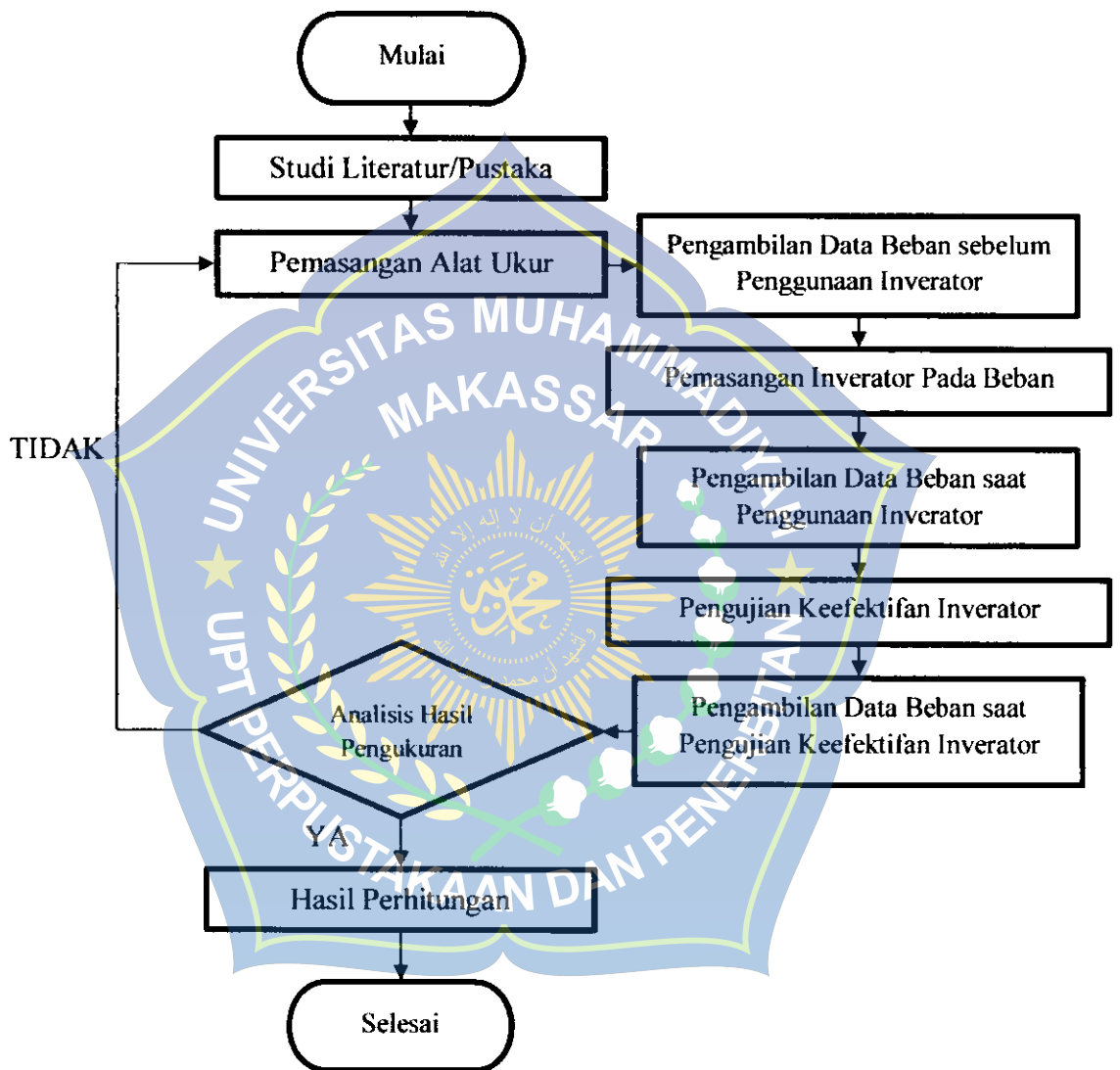
- a. 6 in 1 Digital *Power* meter AC
- b. Inverter 3500 Watt merk *Trillion*
- c. kWh meter
- d. Sekering/*Fuse*
- e. MCB
- f. Kabel listrik

- g. Saklar
- h. Stopkontak
- i. Obeng *plus/min*
- j. Obeng *test pen*
- k. Tang
- l. *Cutter*
- m. Gunting
- n. Isolasi kabel



C. Prosedur Penelitian

Berikut merupakan tahapan penelitian yang digunakan dalam meneliti penggunaan inverter pada kelistrikan rumah tinggal.



Gambar 3.1 *Flowchart*/Diagram alir penelitian

Penelitian dilakukan dimulai dengan merumuskan pembahasan yang akan dikaji dalam penelitian, dilanjutkan dengan studi literatur/studi

pustaka pada rumah dengan daya listrik 450 VA sebagai landasan dan pendukung dalam pelaksanaan penelitian. Setelah itu, dilanjutkan dengan urutan prosedur penelitian sebagai berikut :

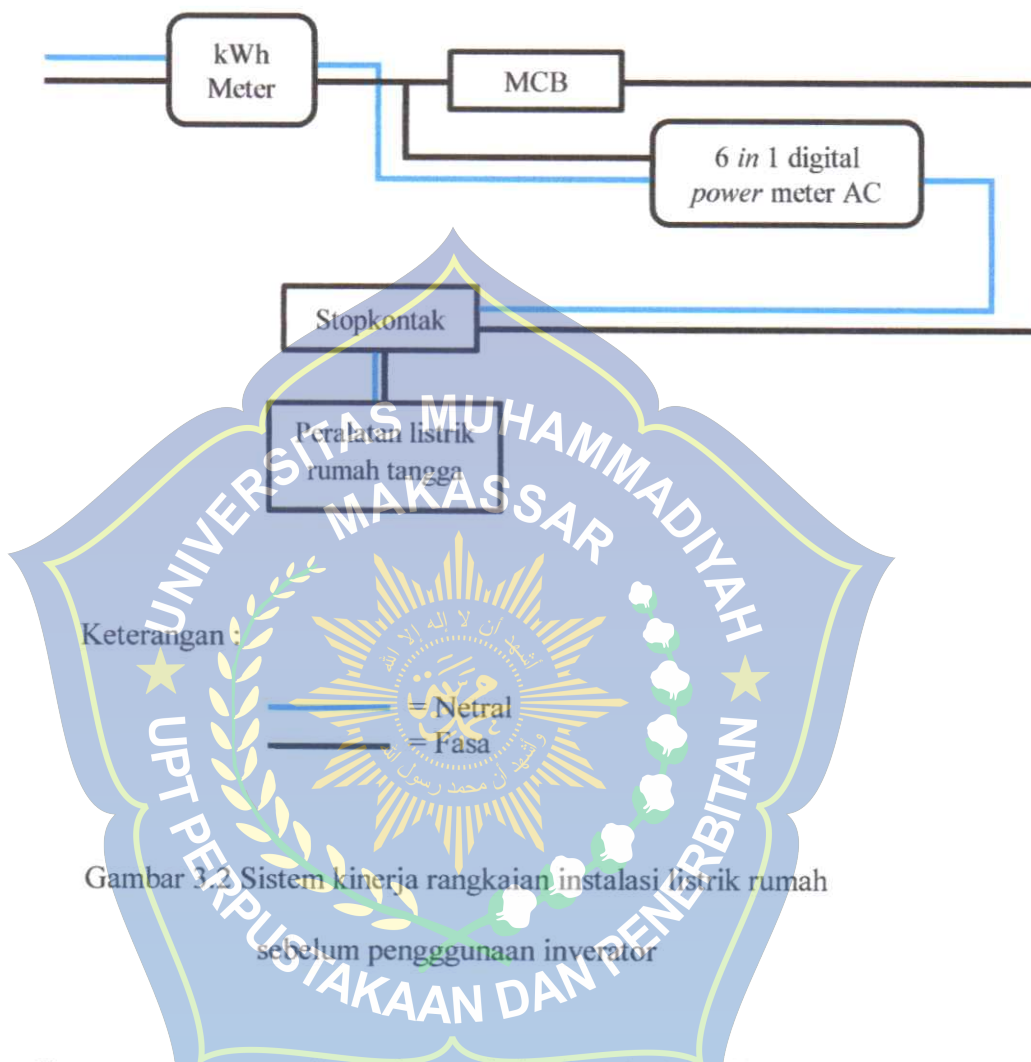
- a. Pemasangan alat 6 in 1 Digital *power* meter AC pada instalasi listrik rumah setelah MCB, sebagai media pengukur beban.
- b. Melakukan pengukuran beban pada keseluruhan rumah dengan konsumsi energi listrik seperti konsumsi sehari-hari pada umumnya di rumah tersebut selama 24 jam sehari saat sebelum penggunaan inverter.
- c. Mengambil data yang terukur tersebut setiap 1 jam sekali dengan kurun waktu dari jam 06.00 pagi pada hari dilakukannya pengukuran, hingga pada jam 06.00 pagi besoknya.
- d. Pemasangan alat inverter pada peralatan listrik rumah tangga yang akan digunakan dengan media stopkontak, kecuali pada lampu/beban penerangan.
- e. Melakukan pengukuran beban pada keseluruhan rumah dengan konsumsi energi listrik seperti konsumsi sehari-hari pada umumnya di rumah tersebut selama 24 jam sehari saat penggunaan inverter.
- f. Mengambil data yang terukur tersebut setiap 1 jam sekali dengan kurun waktu dari jam 06.00 pagi pada hari

dilakukannya pengukuran, hingga pada jam 06.00 pagi besoknya.

- g. Menguji keefektifan penggunaan inverter dengan konsumsi energi listrik seperti konsumsi yang membuat *trip* pada MCB di rumah tersebut, dengan cara memasang alat inverter pada peralatan listrik rumah tangga yang akan digunakan dalam pengujian keefektifan inverter, dengan media stopkontak kecuali pada lampu/beban penerangan.
- h. Melakukan pengukuran beban pada keseluruhan rumah dengan konsumsi energi listrik seperti konsumsi yang tidak biasanya, yaitu yang membuat *trip* pada MCB di rumah tersebut.
- i. Mengambil data yang terukur tersebut pada jam dimana pengujian keefektifan penggunaan inverter itu dilakukan.
- j. Menganalisis hasil pengukuran yang terukur saat sebelum dan sesudah penggunaan inverter, serta hasil pengukuran dari pengujian keefektifan penggunaan inverter.
- k. Menganalisis biaya konsumsi listrik saat sebelum dan sesudah penggunaan inverter, serta dari pengujian keefektifan penggunaan inverter.

D. Sistem Perancangan Alat

1. Rangkaian instalasi listrik rumah sebelum penggunaan inverter



Gambar 3.2 Sistem kinerja rangkaian instalasi listrik rumah sebelum penggunaan inverter

Sistem perancangan alat pada rangkaian instalasi listrik rumah (sebelum penggunaan inverter) ini merupakan rancangan rangkaian sebagai perumusan permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian, yang terbagi dalam beberapa bagian yang saling berintegrasi satu sama lain diantaranya.

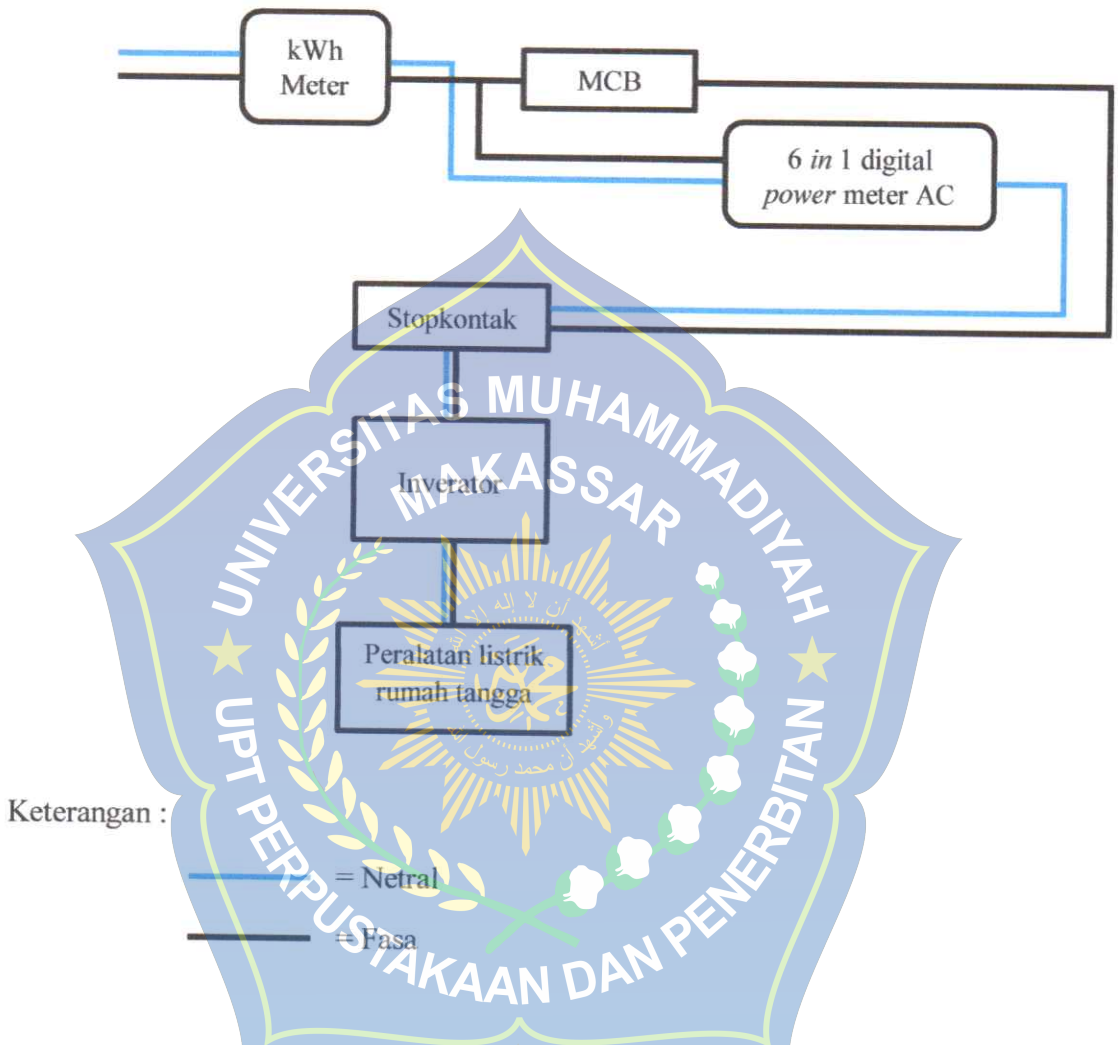
- a. Kabel listrik berperan menjadi media penghantar aliran energi listrik dari kabel SR PLN ke instalasi listrik rumah dengan dua terminal yaitu fasa (positif) dan netral (negatif).
- b. kWh meter ini akan berfungsi meneruskan aliran energi listrik masuk ke dalam rumah melalui media kabel listrik.
- c. Aliran energi listrik yang dialirkan melalui media kabel listrik dari kWh akan masuk ke dalam panel *box* MCB yang kemudian dihubungkan langsung dengan MCB, tetapi hanya kabel fasa-nya saja. Sedangkan kabel netral-nya hanya masuk ke panel *box* MCB, tapi tidak dihubungkan dengan MCB. Yang kemudian *output* MCB-nya hanyalah kabel fasa untuk ke beban/peralatan listrik.
- d. Kabel fasa sebelum masuk ke *input* MCB dan kabel netral yang ada pada panel *box* MCB, akan dikupas dan dibuat bercabang/di *jumper* ke 6 *in* 1 digital *power* meter AC. Yang kemudian *output* dari alat ukur 6 *in* 1 digital *power* meter AC ini hanyalah kabel netral untuk ke beban/peralatan listrik, karena *output* kabel fasanya ada pada MCB.
- e. Stopkontak berfungsi mendistribusikan energi listrik yang dibawa dari MCB dan alat ukur 6 *in* 1 digital *power* meter AC melalui media kabel listrik ke beban/peralatan listrik secara langsung. Pendistribusian energi listrik secara langsung ke beban/peralatan listrik dengan stopkontak ini ialah dengan

cara, *input* pada beban/peralatan listrik dihubungkan/dicolokkan langsung pada terminal *output* stopkontak.

- f. Peralatan listrik rumah tangga merupakan beban energi listrik yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari di rumah berupa kipas angin, televisi, dispenser dan sebagainya. Peralatan listrik rumah tangga ini akan dihubungkan langsung dengan stopkontak, dengan cara mencolokkan *input* pada peralatan listrik dengan terminal *output* pada stopkontak, kemudian aliran energi listrik akan terdistribusi ke peralatan listrik sehingga dapat menyala/hidup dan berfungsi sebagaimana mestinya.



2. Rangkaian instalasi listrik rumah saat penggunaan dan saat pengujian keefektifan inverter



Gambar 3.3 Sistem kinerja rangkaian instalasi listrik rumah saat penggunaan dan saat pengujian keefektifan inverter

Sistem perancangan alat pada rangkaian listrik rumah saat penggunaan dan pengujian keefektifan inverter ini merupakan rancangan rangkaian sebagai perumusan permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian, yang

terbagi dalam beberapa bagian yang saling berintegrasi satu sama lain diantaranya :

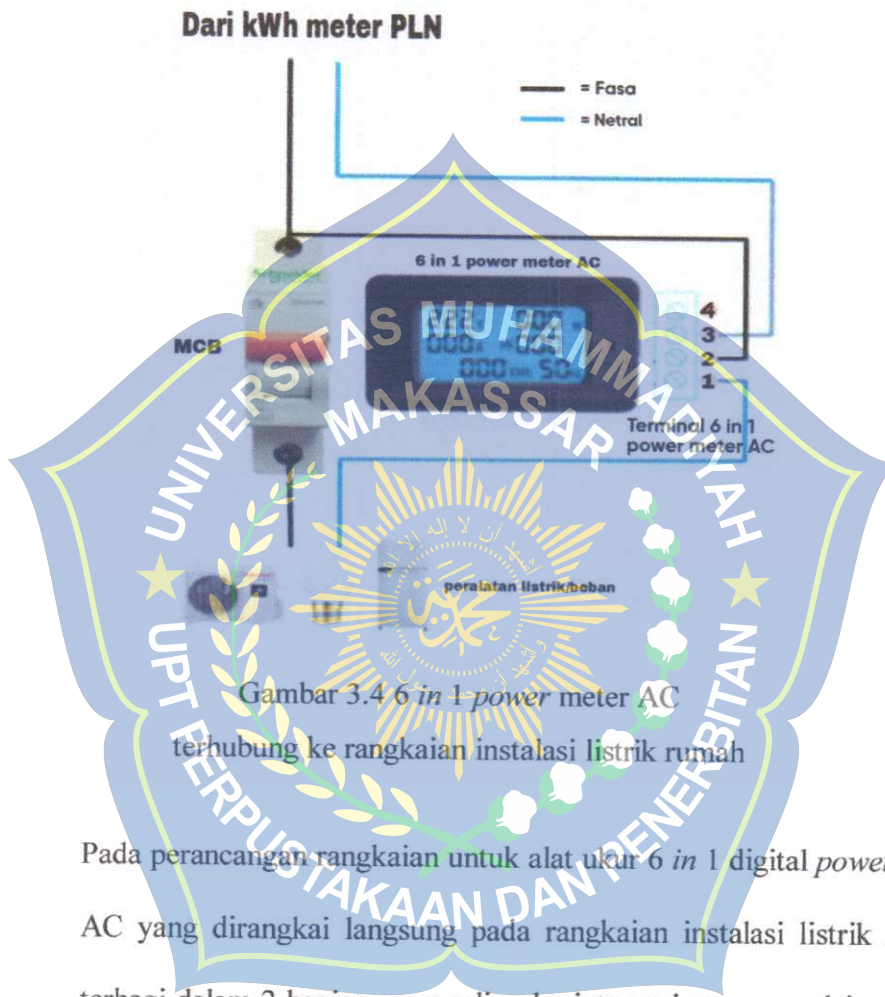
- a. Kabel listrik berperan menjadi media penghantar aliran energi listrik dari kabel SR PLN ke instalasi listrik rumah dengan dua terminal yaitu fasa (positif) dan netral (negatif).
- b. kWh meter berfungsi meneruskan aliran energi listrik masuk ke dalam rumah melalui media kabel listrik.
- c. Aliran energi listrik yang dialirkan melalui media kabel listrik dari kWh akan masuk ke dalam panel *box* MCB yang kemudian dihubungkan langsung dengan MCB, tetapi hanya kabel fasa-nya saja. Sedangkan kabel netral-nya hanya masuk ke panel *box* MCB, tapi tidak dihubungkan dengan MCB. Yang kemudian *output* MCB-nya hanyalah kabel fasa untuk ke beban/peralatan listrik.
- d. Kabel fasa sebelum masuk ke *input* MCB dan kabel netral yang ada pada panel *box* MCB, akan dikupas dan dibuat bercabang/di *jumper* ke 6 in 1 digital *power* meter AC. Yang kemudian *output* dari 6 in 1 digital *power* meter AC ini hanyalah kabel netral untuk ke beban/peralatan listrik, karena *output* kabel fasanya ada pada MCB.
- e. Stopkontak berfungsi mendistribusikan energi listrik yang dibawa dari MCB dan alat ukur 6 in 1 digital *power* meter AC melalui media kabel listrik ke beban/peralatan listrik secara

langsung. Pendistribusian energi listrik secara langsung ke beban/peralatan listrik dengan stopkontak ini ialah dengan cara, *input* pada beban/peralatan listrik dihubungkan/dicolokkan langsung pada terminal *output* stopkontak.

- f. Inverter akan dihubungkan langsung dengan stopkontak, dengan cara *input* pada inverter ini dicolokkan pada *output* dari stopkontak, sehingga alat inverter menyala/hidup karena ada aliran energi listrik yang terdistribusi masuk dan mengalir.
- g. Peralatan listrik rumah tangga ialah beban energi listrik yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari di rumah berupa kipas angin, televisi, dispenser dan sebagainya. Peralatan listrik rumah tangga inilah yang menjadi media utama yang dibahas pada penelitian ini. Peralatan listrik rumah tangga ini, akan dihubungkan langsung dengan inverter yang telah menyala/hidup sebelumnya, dengan cara mencolokkan *input* pada peralatan listrik dengan *output* pada inverter, sehingga peralatan listrik ini menyala/hidup dan berfungsi sebagaimana mestinya.

E. Perancangan Rangkaian

1. 6 in 1 power meter AC terhubung ke rangkaian instalasi listrik rumah



Gambar 3.4 6 in 1 power meter AC terhubung ke rangkaian instalasi listrik rumah

Pada perancangan rangkaian untuk alat ukur 6 in 1 digital power meter AC yang dirangkai langsung pada rangkaian instalasi listrik rumah, terbagi dalam 2 bagian yang saling berintegrasi satu sama lain sebagai berikut :

- a. Alat ukur 6 in 1 digital power meter AC ini mempunyai 4 terminal sebagai *input output*-nya yang dijadikan sebagai media untuk merangkai suatu rangkaian listrik dengan alat ukur ini. Pada perancangan alat ukur ini, terminal 2 dan 3

merupakan *input* dari 2 terminal kabel listrik ke alat ukur, yaitu kabel fasa dari kWh PLN yang dikupas dan dibuat bercabang/*jumper* kabel sebelum masuk ke *input* MCB, dan kabel netral langsung dari kWh PLN. Kemudian, pada terminal 1 alat ukur ini merupakan sebuah *output* dari terminal 3 berupa kabel netral yang dirangkai langsung ke beban.

- b. MCB ini memiliki 2 terminal yaitu *input* dan *output* sebagai media untuk merangkai suatu rangkaian listrik dengan alat ini. Pada *input* MCB ini merupakan masukan kabel fasa langsung dari kWh PLN yang sebelum masuk pada *input* MCB, telah dikupas dan dibuat bercabang ke alat ukur 6 *in* 1 digital *power* meter AC terlebih dahulu baru kemudian, salah satu percabangan tersebut masuk ke *input* MCB. Dan pada *output* MCB merupakan keluaran dari kabel fasa yang dirangkai langsung ke beban, setelah sebelumnya telah dihubungkan langsung pada MCB di bagian *input*-nya.

2. Inverter terhubung ke peralatan elektronik/beban



Gambar 3.5 peralatan elektronik/beban terhubung ke stopkontak melalui inverter

Pada perancangan rangkaian untuk alat inverter yang dihubungkan langsung pada peralatan elektronik/beban dengan media stopkontak sebagai penghubung dengan rangkaian instalasi listrik rumah, terbagi dalam 2 bagian yang saling berintegrasi satu sama lain sebagai berikut.

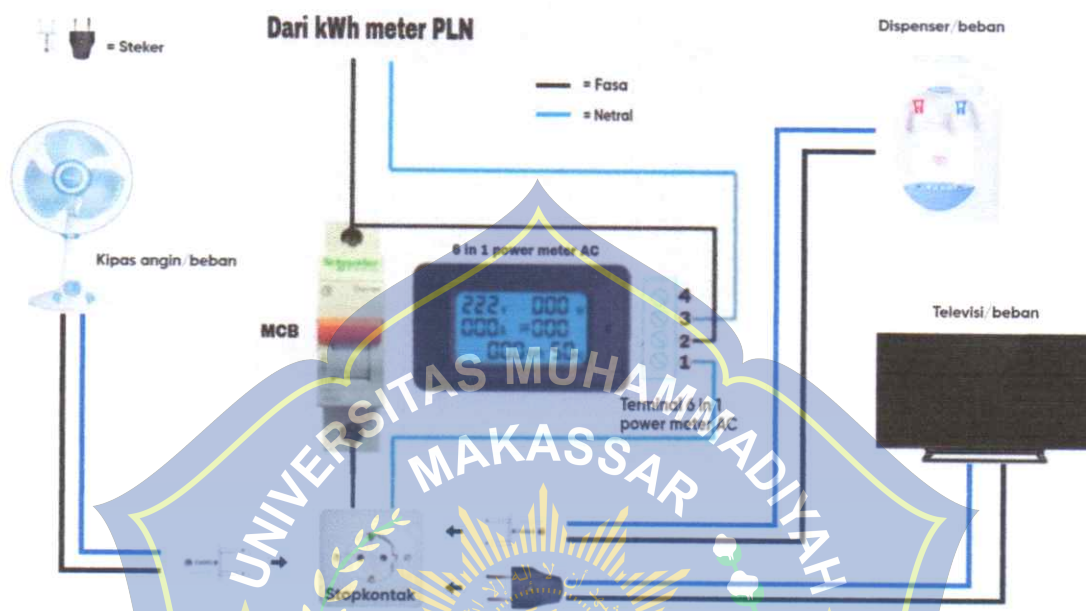
- a. Inverter mempunyai 1 terminal *input* dan 2 terminal *output* yang dijadikan sebagai media penghubung antara inverter itu sendiri, peralatan elektronik, dengan rangkaian instalasi listrik rumah. Pada perancangan ini, inverter dihubungkan langsung dengan stopkontak dengan cara mencolokkan langsung *input*

inverter pada *output* stopkontak sebagai media pendistribusian energi listrik dari rangkaian instalasi listrik rumah ke inverter itu sendiri agar dapat menyala/hidup dan berfungsi sebagaimana mestinya.

- b. Peralatan-peralatan elektronik/beban energi listrik di rumah yang umumnya berupa kipas angin, televisi, dispenser dan sebagainya akan dihubungkan langsung dengan inverter yang telah menyala/hidup sebelumnya. Biasanya pada peralatan listrik rumah memiliki 1 *input* untuk dihubungkan langsung dengan energi listrik. Peralatan-peralatan elektronik tersebut akan dihubungkan ke inverter yang telah menyala/hidup sebelumnya dengan cara *input* pada peralatan-peralatan elektronik akan dicolokkan langsung dengan *output* dari inverter berupa stopkontak, sehingga energi listrik terdistribusi dari rangkaian instalasi listrik rumah ke inverter, kemudian ke peralatan-peralatan elektronik. Sehingga peralatan-peralatan elektronik tersebut dapat menyala/hidup dan berfungsi sebagaimana mestinya.

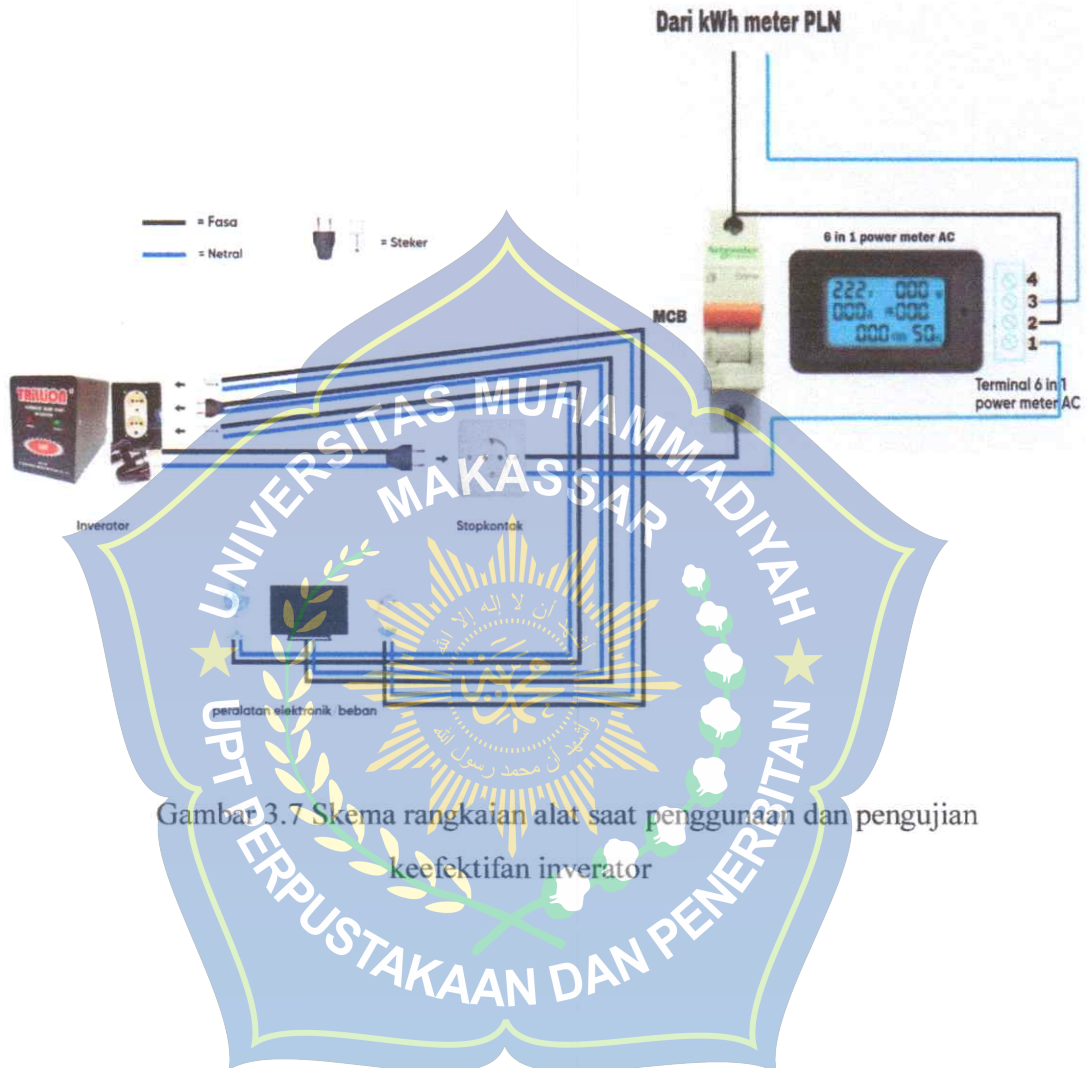
3. Skema Rangkaian Alat

a. Skema rangkaian alat sebelum penggunaan inverter



Gambar 3.6 Skema rangkaian alat sebelum penggunaan inverter

b. Skema rangkaian alat saat penggunaan dan saat pengujian keefektifan inverator



Gambar 3.7 Skema rangkaian alat saat penggunaan dan pengujian keefektifan inverator

F. Data Beban

Daftar masing-masing beban energi listrik dalam penelitian terdapat dalam tabel sebagai berikut :

Tabel 3.1 Daftar beban energi listrik

Jenis beban	Jumlah	Daya beban pada label (Watt)	Daya beban rill yang terukur (Watt)
Lampu	2	10	
Lampu	4	5	
Kipas angin	1	35	
Kipas angin	1	45	
Televisi	1	45	
PS3	1	200	
Magic com	1	350	
Dispenser	1	350	
Speaker	1	15	
Charger Hp	3	8	
Charger Hp	1	5	

Daya listrik yang dikonsumsi pada aliran energi listrik AC yang mengalir, terbagi menjadi 3 yaitu Daya Aktif/Nyata (P), Daya Reaktif (Q) dan Daya Semu (S). Diantara ketiga daya tersebut terdapat satu faktor pendorong dari ketiga daya tersebut, yang biasanya disebut sebagai Faktor Daya atau $\cos \phi$.

Tabel 3.2 Jenis-jenis daya listrik dengan penjabarannya

(Sumber : teknikelektro.com)

Jenis Daya listrik	Lambang	Satuan	Rumus
Daya Aktif/Nyata	P	Watt	$V \times I \times \cos \phi$

Daya Reaktif	Q	VAR	$\sqrt{\text{Daya Semu}^2 + \text{Daya Aktif/Nyata}^2}$
Daya Semu	S	VA	V x I
Faktor Daya	Cos ϕ	-	$\frac{\text{Daya Aktif/Nyata}}{\text{Daya Semu}}$

Daya listrik yang terukur pada alat ukur 6 in 1 digital power meter AC berupa Tegangan (Volt), arus (*Ampere*), frekuensi (Hz), Faktor daya (Cos ϕ), Daya aktif/Nyata (Watt) dan kWh. Dari data Primer atau data yang terukur tersebut inilah yang menjadi landasan dalam mencari/menghitung data Sekunder atau data yang dicari/dihitung berdasarkan rumus pada tabel 3.2.

Kemudian perhitungan penentuan tarif dasar listrik (TDL) berdasarkan data primer yang telah didapat sebelumnya. Pada umumnya TDL ialah penentuan tarif dasar listrik yang digunakan pemerintah melalui PLN sebagai penentuan biaya konsumsi listrik kepada para pelanggan PLN. Berikut merupakan penetapan penyesuaian tarif tenaga listrik (*tariff adjustment*) untuk golongan listrik rumah tangga (tegangan rendah) bulan April-Juni 2022 dari *website* resmi PLN :

Tabel 3.3 Tarif dasar listrik/*tariff adjustment* bulan April-Juni 2022

(Sumber : *pln.co.id*)

No.	Golongan Tarif	Batas Daya	Biaya pemakaian Reguler (Rp/kWh)	Pra Bayar (Rp/kWh)
1.	R-1/TR	450 VA	415,00	415,00
2.	R-1/TR	900 VA	1.352,00	1.352,00
3.	R-1/TR	1.300 VA	1.444,70	1.444,70
4.	R-1/TR	2.200 VA	1.444,70	1.444,70
5.	R-2/TR	3.500 VA s.d. 5.500	1.444,70	1.444,70

		VA		
6.	R-3/TR	6.600 VA ke atas	1.444,70	1.444,70
7.	B-2/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	1.444,70	1.444,70



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Pengukuran Beban Dan Tanpa Beban

1. Data Beban

Daftar masing-masing beban energi listrik dalam penelitian terdapat dalam tabel sebagai berikut :

Tabel 4.1 Daftar beban energi listrik

Jenis beban	Jumlah	Daya beban pada label (Watt)	Daya beban rill yang terukur (Watt)
Lampu	2	10	12,75
Lampu	4	5	7,35
Kipas angin	1	35	36,50
Kipas angin	1	45	47
Televisi	1	45	49,98
PS3	1	200	67,42
<i>Magic com</i>	1	350	354,2
Dispenser	1	350	355,6
Speaker	1	15	16,4
<i>Charger Hp</i>	3	8	6,21
<i>Charger Hp</i>	1	5	3,95

Berdasarkan prosedur penelitian, hasil pengukuran daya listrik di rumah dalam keadaan bertegangan tanpa beban terdiri dari 2 data, yaitu data hari pertama saat sebelum akan dilakukannya pengukuran beban tanpa penggunaan alat inverator, dan data pada hari kedua saat sebelum akan dilakukannya pengukuran beban dengan penggunaan alat inverator.

2. Hari ke-1 : Sebelum Penggunaan Alat Inverter

Tabel 4.2 Pengukuran tanpa beban saat sebelum penggunaan alat inverter (Hari pertama)

Tegangan (Volt)	Daya Aktif/Nyata (Watt)	Arus (Ampere)	Faktor Daya (Power Factor)	Kilo Watt Hour (kWh)	Frekuensi (Hertz)
215	0	0	0	0	50

3. Hari ke-2 : Saat Penggunaan dan Pengujian Keefektifan Alat Inverter

Tabel 4.3 Pengukuran tanpa beban saat penggunaan dan pengujian keefektifan alat inverter (Hari kedua)

Tegangan (Volt)	Daya Aktif/Nyata (Watt)	Arus (Ampere)	Faktor Daya (Power Factor)	Kilo Watt Hour (kWh)	Frekuensi (Hertz)
218	0	0	0	0	50

B. Analisa Data Pengukuran Beban Sebelum Penggunaan Alat Inverter

Menganalisis data pengukuran beban sebelum penggunaan alat inverter, dimulai dari pengukuran beban setiap 1 jam sekali selama sehari penuh 24 jam, yang dimulai dari jam 06.00 pagi tanpa menggunakan alat inverter. Kemudian, dilanjutkan dengan menganalisis daya dan biaya dari hasil pengukuran tersebut.

1. Data Hasil Pengukuran Beban Sebelum Penggunaan Alat Inverter

Berikut hasil Pengukuran beban tanpa penggunaan alat inverter yang diambil setiap 1 jam sekali selama sehari penuh 24 jam, yang dimulai dari jam 06.00 pagi :

Tabel 4.4 Data pengukuran beban sebelum penggunaan alat inverter

Jam	Daftar Beban	Tegangan (Volt)	Daya Aktif/Nyata (Watt)	Arus (Ampere)	Faktor Daya (Power Factor)	Kilo Watt Hour (kWh)	Frekuensi (Hertz)
06.00	<ul style="list-style-type: none"> • Lampu 10 Watt (2) • Lampu 5 Watt (4) • Kipas angin 35 Watt • Kipas angin 45 Watt • Charger Hp 8 Watt (3) • Charger Hp 5 Watt 	215	142,8	0,74	0,90	-	50
07.00	<ul style="list-style-type: none"> • Lampu 5 Watt (3) • Kipas angin 35 Watt • Kipas angin 45 Watt • Charger Hp 8 Watt • Charger HP 5 Watt 	214	93,58	0,47	0,94	0,10	50
08.00	<ul style="list-style-type: none"> • Lampu 5 Watt (2) • Kipas angin 35 Watt • Kipas angin 45 Watt 	218	78,70	0,37	0,98	0,06	50

09.00	<ul style="list-style-type: none"> • Lampu 5 Watt (2) • Kipas angin 35 Watt • Kipas angin 45 Watt 	218	78	0,36	0,98	0,05	50
10.00	<ul style="list-style-type: none"> • Lampu 5 Watt (2) • Kipas angin 35 Watt • Kipas angin 45 Watt 	217	77,47	0,36	0,98	0,04	50
11.00	<ul style="list-style-type: none"> • Lampu 5 Watt (3) • Kipas angin 35 Watt • Kipas angin 45 Watt 	217	81,54	0,38	0,97	0,03	50

(Sambungan hasil pengukuran beban pada lampiran 1 bagian 1)

Tegangan dengan nilai tertinggi terdapat pada jam 08.00-09.00, 17.00-18.00, 01.00 dan 04.00 sebesar 218 Volt, serta nilai terendahnya pada jam 07.00, 20.00-21.00, dan 02.00 sebesar 214 Volt. Daya aktif/nyata dengan nilai tertinggi terdapat pada jam 03.00 sebesar 407,2 Watt, serta nilai terendahnya pada jam 15.00 sebesar 49,59 Watt. Arus dengan nilai tertinggi terdapat pada jam 03.00 sebesar 1,85 A, serta nilai terendahnya pada jam 15.00 sebesar 0,33 A. Faktor daya dengan nilai tertinggi terdapat pada jam 16.00-17.00, 03.00-04.00 sebesar 0,99 serta nilai terendahnya pada jam 15.00 sebesar 0,69. kWh dengan nilai tertinggi terdapat pada jam 17.00 dan 05.00 sebesar 0,17 serta nilai

terendahnya pada jam 12.00, 13.00 dan 16.00 sebesar 0,02. Sedangkan frekuensi merupakan nilai tetap yang sebesar 50 Hertz.

2. Analisis Daya Listrik Hasil Pengukuran Beban Sebelum Penggunaan Alat Inverter

Berdasarkan data dari pengukuran beban tanpa penggunaan alat inverter diatas, didapatkan besaran daya listrik di rumah yaitu daya aktif/nyata, daya semu, daya reaktif, dan faktor daya. Dengan cara menganalisis data yang terukur tersebut sebagai berikut :

a. Jam 06.00

- Daya Aktif/Nyata (P) : 142,8 Watt

- Daya Semu (S) :

$$= V \times I$$

$$= 215 \times 0,74$$

$$= 159,1 \text{ VA}$$

- Daya Reaktif (Q) :

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

$$= \sqrt{159,1^2 - 142,8^2}$$

$$= \sqrt{25312,81 - 20391,84}$$

$$= \sqrt{4920,97} = 70,15 \text{ VAR}$$

- Faktor Daya/Cos ϕ : 0,90

b. Jam 07.00

- Daya Aktif/Nyata (P) : 93,58 Watt

- Daya Semu (S) :

$$= V \times I$$

$$= 214 \times 0,47$$

$$= 100,6 \text{ VA}$$

- Daya Reaktif (Q) :

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

$$= \sqrt{100,6^2 - 93,58^2}$$

$$= \sqrt{10120,36 - 8757,2164}$$

$$= \sqrt{1363,1436} = 36,92 \text{ VAR}$$

- Faktor Daya/Cos ϕ : 0,94

c. Jam 08.00

- Daya Aktif/Nyata (P) : 78,70 Watt

- Daya Semu (S) :

$$= V \times I$$

$$= 218 \times 0,37$$

$$= 80,66 \text{ VA}$$

- Daya Reaktif (Q) :

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

$$= \sqrt{80,66^2 - 78,70^2}$$

$$= \sqrt{6506,0356 - 6193,69}$$

$$= \sqrt{312,3456} = 17,67 \text{ VAR}$$

- Faktor Daya/Cos ϕ : 0,98

(Sambungan perhitungan pada lampiran 2 bagian 1)

3. Analisis Biaya Konsumsi Listrik Hasil Pengukuran Beban Sebelum Penggunaan Alat Inverter

Berdasarkan data dari pengukuran beban tanpa penggunaan alat inverter diatas, didapatkan estimasi biaya konsumsi listrik di rumah selama 1 bulan, dengan cara menganalisis data yang terukur tersebut sebagai berikut :

Untuk pelanggan golongan R-1/TR dengan daya 450 VA dikenakan biaya Rp.415/kWh Jadi,

Biaya Konsumsi Listrik 1 Bulan :

kWh/hari x Rp.415 x 30 hari

$$= (0,10 + 0,06 + 0,05 + 0,04 + 0,03 + 0,02 + 0,02 + 0,12 + 0,11 + 0,02 + 0,17 + 0,15 + 0,08 + 0,10 + 0,06 + 0,08 + 0,14 + 0,13 + 0,12 + 0,08 + 0,09 + 0,13 + 0,17 + 0,03) \text{ kWh/hari x Rp.415 x 30}$$

$$= 2,1 \text{ kWh/hari x Rp.415 x 30}$$

$$= \text{Rp.871,5 x 30}$$

$$= \text{Rp.26.145}$$

C. Analisa Data Pengukuran Beban Setelah Penggunaan Alat Inverter

Menganalisis data pengukuran beban setelah penggunaan alat inverter, dimulai dari pengukuran beban setiap 1 jam sekali selama sehari penuh 24 jam, yang dimulai dari jam 06.00 pagi dengan penggunaan alat Inverter. Kemudian, dilanjutkan dengan menganalisis daya dan biaya dari hasil pengukuran tersebut.

1. Data Hasil Pengukuran Beban Saat Penggunaan Alat Inverter

Berikut hasil Pengukuran beban dengan penggunaan alat inverter yang diambil setiap 1 jam sekali selama sehari penuh 24 jam, yang dimulai dari jam 06.00 pagi :

Tabel 4.5 Data pengukuran beban saat penggunaan alat inverter

Jam	Daftar Beban	Tegangan (Volt)	Daya Aktif/Nyata (Watt)	Arus (Ampere)	Faktor Daya (Power Factor)	Kilo Watt Hour (kWh)	Frekuensi (Hertz)
06.00	<ul style="list-style-type: none">• Lampu 10 Watt (2)• Lampu 5 Watt (4)• Kipas angin 35 Watt• Kipas angin 45 Watt• Charger Hp 8 Watt (3)• Charger Hp 5 Watt	218	128,9	0,66	0,90	-	50

07.00	<ul style="list-style-type: none"> • Lampu 5 Watt (3) • Kipas angin 35 Watt • Kipas angin 45 Watt • <i>Charger</i> Hp 8 Watt • <i>Charger</i> HP 5 Watt 	217	78,18	0,39	0,94	0,09	50
08.00	<ul style="list-style-type: none"> • Lampu 5 Watt (2) • Kipas angin 35 Watt • Kipas angin 45 Watt 	221	61,64	0,29	0,98	0,05	50
09.00	<ul style="list-style-type: none"> • Lampu 5 Watt (2) • Kipas angin 35 Watt • Kipas angin 45 Watt 	221	61,1	0,29	0,98	0,04	50
10.00	<ul style="list-style-type: none"> • Lampu 5 Watt (2) • Kipas angin 35 Watt • Kipas angin 45 Watt 	220	59,77	0,28	0,98	0,02	50
11.00	<ul style="list-style-type: none"> • Lampu 5 Watt (3) • Kipas angin 35 Watt • Kipas angin 45 Watt 	220	63,64	0,30	0,97	0,02	50

(Sambungan hasil pengukuran beban pada lampiran 1 bagian 2)

Tegangan dengan nilai tertinggi terdapat pada jam 03.00 sebesar 224 Volt, serta nilai terendahnya pada jam 07.00, 20.00-21.00, dan 02.00 sebesar 217 Volt. Daya aktif/nyata dengan nilai tertinggi terdapat pada

jam 03.00 sebesar 391,1 Watt, serta nilai terendahnya pada jam 15.00 sebesar 32,39 Watt. Arus dengan nilai tertinggi terdapat pada jam 03.00 sebesar 1,77 A, serta nilai terendahnya pada jam 15.00 sebesar 0,22 A. Faktor daya dengan nilai tertinggi terdapat pada jam 16.00-17.00, 03.00-04.00 sebesar 0,99 serta nilai terendahnya pada jam 15.00 sebesar 0,69. kWh dengan nilai tertinggi terdapat pada jam 17.00 sebesar 0,15 serta nilai terendahnya pada jam 12.00-13.00, 16.00 dan 06.00 sebesar 0,01. Sedangkan frekuensi merupakan nilai tetap yang sebesar 50 Hertz.

2. Analisis Daya Listrik Hasil Pengukuran Beban Setelah Penggunaan Alat Inverter

Berdasarkan data dari pengukuran beban dengan penggunaan alat inverter diatas, didapatkan besaran daya listrik di rumah yaitu daya aktif/nyata, daya semu, daya reaktif, dan faktor daya. Dengan cara menganalisis data yang terukur tersebut sebagai berikut :

a. Jam 06.00

- Daya Aktif/Nyata (P) : 128,9 Watt
- Daya Semu (S) :
 $= V \times I$
 $= 218 \times 0,66$
 $= 143,9 \text{ VA}$
- Daya Reaktif (Q) :

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{S^2 - P^2} \\
 &= \sqrt{143,9^2 - 128,9^2} \\
 &= \sqrt{20707,21 - 16615,21} \\
 &= \sqrt{4092} = 63,97 \text{ VAR}
 \end{aligned}$$

- Faktor Daya/Cos ϕ : 0,90

b. Jam 07.00

- Daya Aktif/Nyata (P) : 78,18 Watt

- Daya Semu (S) :

$$\begin{aligned}
 &= V \times I \\
 &= 217 \times 0,39 \\
 &= 84,63 \text{ VA}
 \end{aligned}$$

- Daya Reaktif (Q) :

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{S^2 - P^2} \\
 &= \sqrt{84,63^2 - 78,18^2} \\
 &= \sqrt{7162,2369 - 6112,1124} \\
 &= \sqrt{1050,1245} = 32,41 \text{ VAR}
 \end{aligned}$$

- Faktor Daya/Cos ϕ : 0,94

c. Jam 08.00

- Daya Aktif/Nyata (P) : 61,64 Watt

- Daya Semu (S) :

$$\begin{aligned}
 &= V \times I \\
 &= 221 \times 0,29
 \end{aligned}$$

$$= 64,09 \text{ VA}$$

- Daya Reaktif (Q) :

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

$$= \sqrt{64,09^2 - 61,64^2}$$

$$= \sqrt{4107,5281 - 3799,4896}$$

$$= \sqrt{308,0385} = 17,55 \text{ VAR}$$

- Faktor Daya/Cos ϕ : 0,98

(Sambungan perhitungan pada lampiran 2 bagian 2)

3. Analisis Biaya Konsumsi Listrik Hasil Pengukuran Beban Setelah Penggunaan Alat Inverter

Berdasarkan data dari pengukuran beban dengan penggunaan alat inverter diatas, didapatkan estimasi biaya konsumsi listrik di rumah selama 1 bulan, dengan cara menganalisis data yang terukur tersebut sebagai berikut :

Untuk pelanggan golongan R-1/TR dengan daya 450 VA dikenakan biaya Rp.415/kWh Jadi,

Biaya Konsumsi Listrik 1 Bulan :

kWh/hari x Rp.415 x 30 hari

$$= (0,09 + 0,05 + 0,04 + 0,02 + 0,02 + 0,01 + 0,01 + 0,11 + 0,09 + 0,01 + 0,15 + 0,14 + 0,06 + 0,08 + 0,05 + 0,07 + 0,12 + 0,11 + 0,10 + 0,06 + 0,08 + 0,12 + 0,16 + 0,01) \text{kWh/hari} \times \text{Rp.415} \times 30$$

No.	Jam	Arus (Ampere) Sebelum Penggunaan Inverter	Arus (Ampere) Sesudah Penggunaan Inverter	Rasio Penghematan Arus (Ampere)
1	06.00	0,74	0,66	0,08
2	07.00	0,47	0,39	0,08
3	08.00	0,37	0,29	0,08
4	09.00	0,36	0,29	0,07
5	10.00	0,36	0,28	0,08
6	11.00	0,38	0,30	0,08
7	12.00	0,36	0,24	0,12
8	13.00	0,78	0,67	0,11
9	14.00	0,75	0,64	0,11
10	15.00	0,33	0,22	0,11
11	16.00	1,72	1,63	0,09
12	17.00	1,55	1,48	0,07
13	18.00	0,54	0,46	0,08

Tabel 4.6 Penghematan daya arus saat sebelum dan sesudah penggunaan alat

dan sesudah penggunaan alat inverter :

Berikut merupakan tabel tingkat penghematan daya arus saat sebelum

1. Arus (Ampere)

penggunaan alat inverter.

Menganalisa penghematan daya dan biaya konsumsi listrik berdasarkan data pengukuran beban sebelum dan sesudah penggunaan alat inverter, dimulai dari daya hingga biaya konsumsi listrik yang berubah dipengaruhi

Sebelum Dan Sesudah Penggunaan Alat Inverter

D. Analisa Penghematan Daya Dan Biaya Konsumsi Listrik Saat

$$= \text{Rp.}21.912$$

$$= \text{Rp.}730,4 \times 30$$

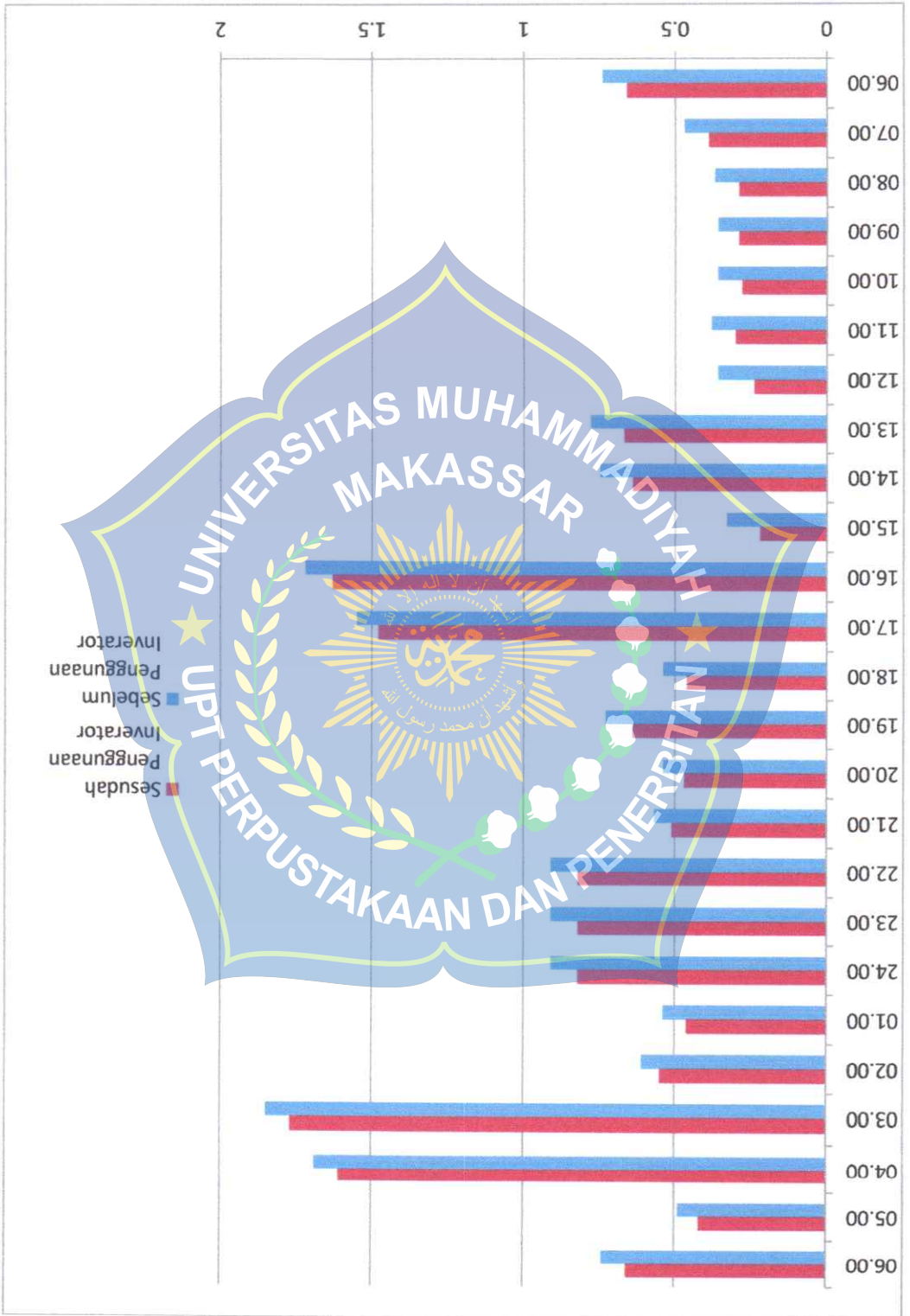
$$= 1,76 \text{ kWh/hari} \times \text{Rp.}415 \times 30$$

Berdasarkan perbandingan daya arus sebelum dan sesudah penggunaan alat inverter diatas, dapat disimpulkan bahwa, inverter bekerja dengan sebagaimana mestinya. Yaitu ditandai dengan sudah penggunaan inverter terdapat penghematan daya arus, dengan berkurangnya nilai arus yang mengalir pada rangkaian instalasi listrik rumah dengan nilai pengurangan atau penghematan tertinggi sebesar 0,12 A pada jam 12 siang dan nilai pengurangan atau penghematan terendahnya sebesar 0,06 pada jam 21.00 dan jam 02.00, serta nilai rata-rata pengurangan atau penghematannya secara keseluruhan sebesar 0,08 A atau sekitar 10%.

14	19.00	0,73	0,64	0,09
15	20.00	0,54	0,47	0,07
16	21.00	0,57	0,51	0,06
17	22.00	0,91	0,82	0,09
18	23.00	0,91	0,82	0,09
19	24.00	0,91	0,82	0,09
20	01.00	0,54	0,46	0,08
21	02.00	0,61	0,55	0,06
22	03.00	1,85	1,77	0,08
23	04.00	1,69	1,61	0,08
24	05.00	0,49	0,42	0,07
25	06.00	0,74	0,66	0,08

alat inverter

Gambar 4.1 Grafik penghematan daya arus sebelum dan sesudah penggunaan



No.	Jam	Daya Aktif/Nyala (Watt) Sebelum Penggunaan Inverter	Daya Aktif/Nyala (Watt) Sesudah Penggunaan Inverter	Rasio Penghematan Daya Aktif/Nyala (Watt)
1	06.00	142,8	128,9	13,9
2	07.00	93,58	78,18	15,4
3	08.00	78,70	61,64	17,06
4	09.00	78	61,1	16,9
5	10.00	77,47	59,77	17,7
6	11.00	81,54	63,64	17,9
7	12.00	54,39	36,29	18,1
8	13.00	147	126,5	20,5
9	14.00	142,5	122,2	20,3
10	15.00	49,59	32,39	17,2
11	16.00	372,3	351,5	20,8
12	17.00	337,5	316,8	20,7
13	18.00	109,2	93,1	16,1
14	19.00	141,9	124,1	17,8
15	20.00	102	87,1	14,9
16	21.00	114,3	100,1	14,2
17	22.00	171,2	154,8	16,4
18	23.00	170,1	153,8	16,3
19	24.00	168,9	152,8	16,1
20	01.00	103,1	90,1	13
21	02.00	120,5	108,2	12,3
22	03.00	407,2	391,1	16,1
23	04.00	367,1	350,1	17
24	05.00	76,98	65,08	11,9
25	06.00	143,2	127,8	15,4
26	Total Watt/Hari	3670	3300	370

alat inverter

Tabel 4.7 Penghematan daya aktif/nyala saat sebelum dan sesudah penggunaan

sebelum dan sesudah penggunaan alat inverter :

Berikut merupakan tabel tingkat penghematan daya aktif/nyala saat

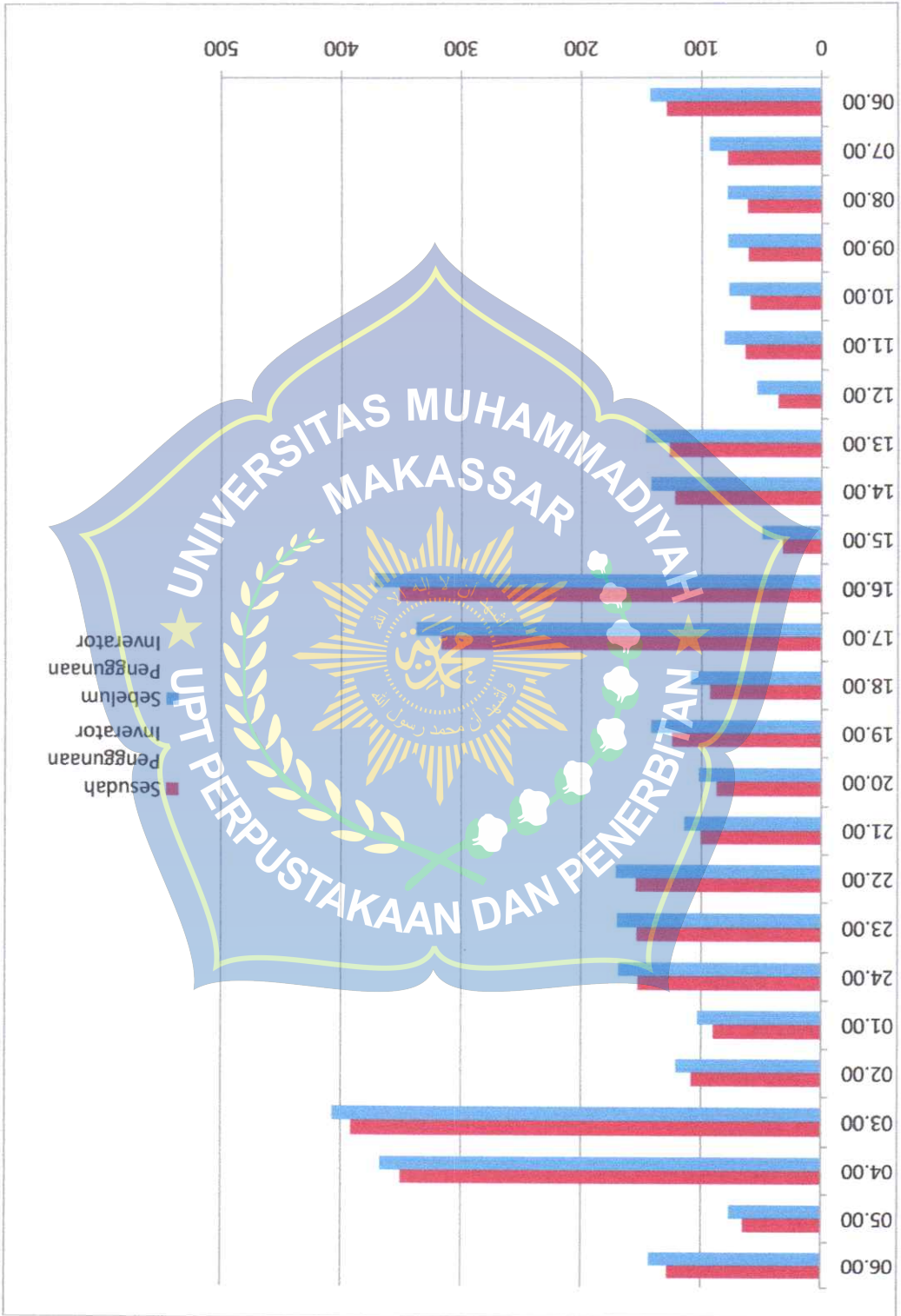
2. Daya Aktif/Nyala (Watt)

Berdasarkan perbandingan daya aktif/nyata sebelum dan sesudah penggunaan alat inverter diatas, dapat disimpulkan bahwa, inverter bekerja dengan sebagaimana mestinya. Yaitu ditandai dengan sudah penggunaan inverter terdapat penghematan daya aktif/nyata, dengan berkurangnya nilai daya yang mengalir pada rangkaian instalasi listrik rumah dengan nilai pengurangan atau penghematan tertinggi sebesar 20,8 Watt pada jam 15.00 dan nilai pengurangan atau penghematan terendahnya sebesar 11,9 Watt pada jam 05.00, serta nilai rata-rata pengurangan atau penghematannya secara keseluruhan sebesar 17 Watt atau sekitar 5%.



penggunaan alat inverter

Gambar 4.2 Grafik penghematan daya aktif/hyata saat sebelum dan sesudah



Berdasarkan perbandingan daya semu sebelum dan sesudah penggunaan alat inverter diatas, dapat disimpulkan bahwa, inverter bekerja dengan

No.	Jam	Daya Semu (VA) Sebelum Penggunaan Inverter	Daya Semu (VA) Sesudah Penggunaan Inverter	Rasio Penghematan Daya Semu (VA)
1	06.00	159,1	143,9	15,2
2	07.00	100,6	86,43	15,97
3	08.00	80,66	64,09	16,57
4	09.00	78,48	64,09	14,39
5	10.00	78,12	61,6	16,52
6	11.00	82,46	66,0	16,46
7	12.00	77,4	52,32	25,08
8	13.00	167,7	146,06	21,64
9	14.00	161,25	139,52	21,73
10	15.00	70,95	47,96	22,99
11	16.00	373,2	358,6	14,6
12	17.00	337,9	322,7	15,2
13	18.00	117,7	101,7	16
14	19.00	156,95	139,5	17,45
15	20.00	115,6	102	13,6
16	21.00	122	110,7	11,3
17	22.00	195,7	178,76	16,94
18	23.00	195,7	178,76	16,94
19	24.00	195,7	178,76	16,94
20	01.00	117,7	101,7	16
21	02.00	130,5	119,35	11,15
22	03.00	408,85	396,5	12,35
23	04.00	368,4	355,8	12,6
24	05.00	105,35	91,56	13,79
25	06.00	159,1	143,9	15,2

Tabel 4.8 Penghematan daya semu saat sebelum dan sesudah penggunaan alat inverter

dan sesudah penggunaan alat inverter :

Berikut merupakan tabel tingkat penghematan daya semu saat sebelum

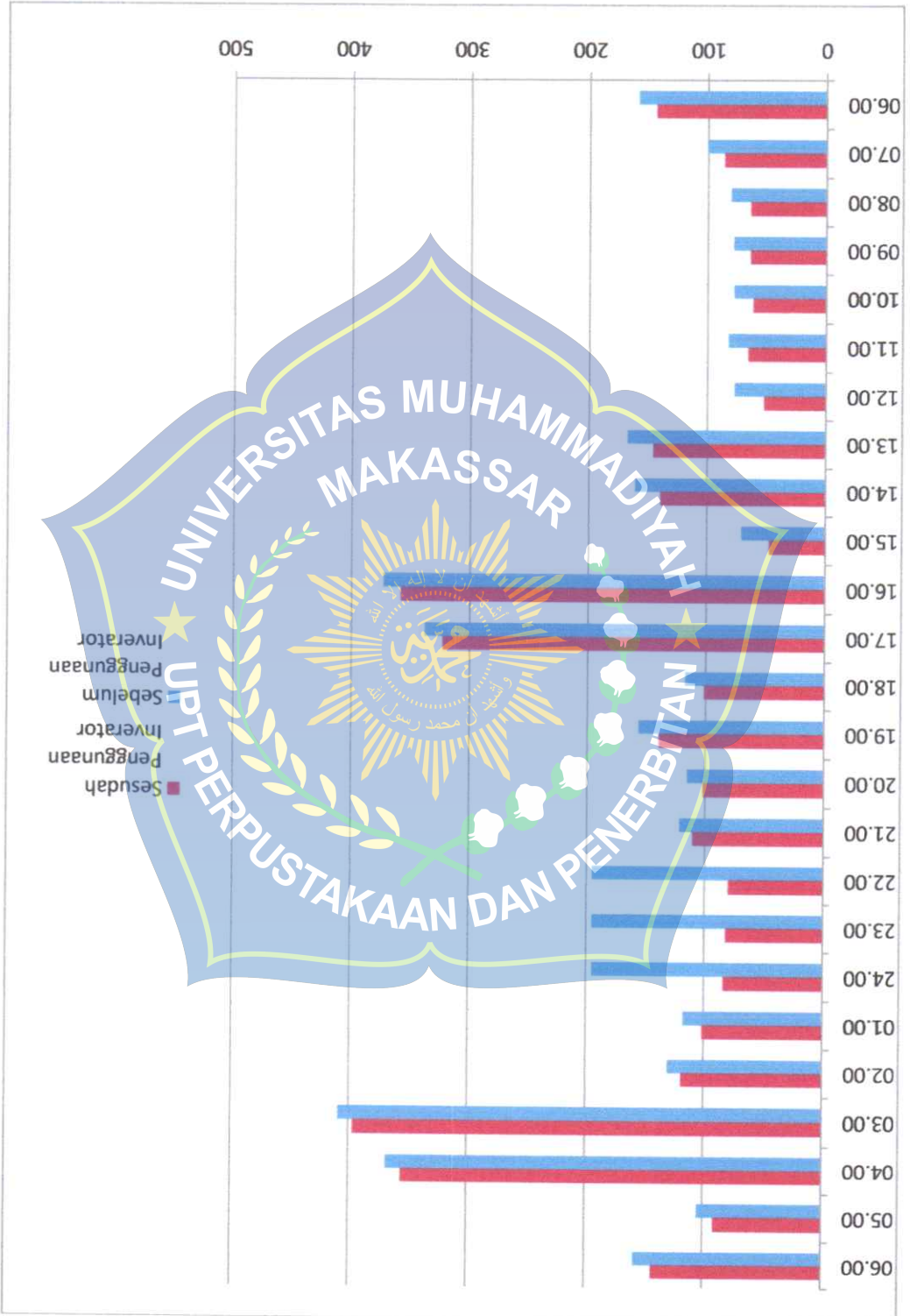
3. Daya Semu (VA)

sebagaimana mestinya. Yaitu ditandai dengan sesudah penggunaan inverter terdapat penghormatan daya semu, dengan berkurangnya nilai daya yang mengalir pada rangkaian instalasi listrik rumah dengan nilai pengurangan atau (penghematan) \ tertinggi sebesar 25,08 VA pada jam 12.00 dan nilai pengurangan atau penghormatan terendah sebesar 11,15 VA pada jam 02.00, serta nilai rata-rata pengurangan atau penghematannya sebesar 16 VA atau sekitar 13%.



penggunaan alat inventor

Gambar 4.3 Grafik penghematan daya saat sebelum dan sesudah



Berdasarkan perbandingan daya reaktif sebelum dan sesudah penggunaan alat inverter diatas, dapat disimpulkan bahwa, inverter tidak bekerja dengan

No.	Jam	Daya Reaktif (VAR) Sebelum Penggunaan Inverter	Daya Reaktif (VAR) Sesudah Penggunaan Inverter	Rasio Penghematan Daya Reaktif (VAR)
1	06.00	70,15	63,97	6,18
2	07.00	36,92	32,41	4,51
3	08.00	17,67	17,55	0,12
4	09.00	8,67	19,35	+10,68
5	10.00	10,06	14,90	+4,84
6	11.00	12,28	17,49	5,21
7	12.00	55,07	37,69	17,38
8	13.00	80,71	73,10	7,61
9	14.00	75,47	67,33	8,14
10	15.00	50,74	35,37	15,37
11	16.00	25,90	71	+45,1
12	17.00	16,44	61,43	+44,99
13	18.00	43,92	40,93	2,99
14	19.00	67,06	63,71	3,35
15	20.00	54,4	53,08	1,32
16	21.00	42,66	47,27	+4,61
17	22.00	94,81	89,40	5,41
18	23.00	96,77	91,11	5,66
19	24.00	98,85	92,78	6,07
20	01.00	56,78	47,17	9,61
21	02.00	50,10	50,37	+0,27
22	03.00	36,13	65,22	+29,09
23	04.00	30,92	63,43	+32,51
24	05.00	71,85	64,40	7,45
25	06.00	69,33	66,14	3,19

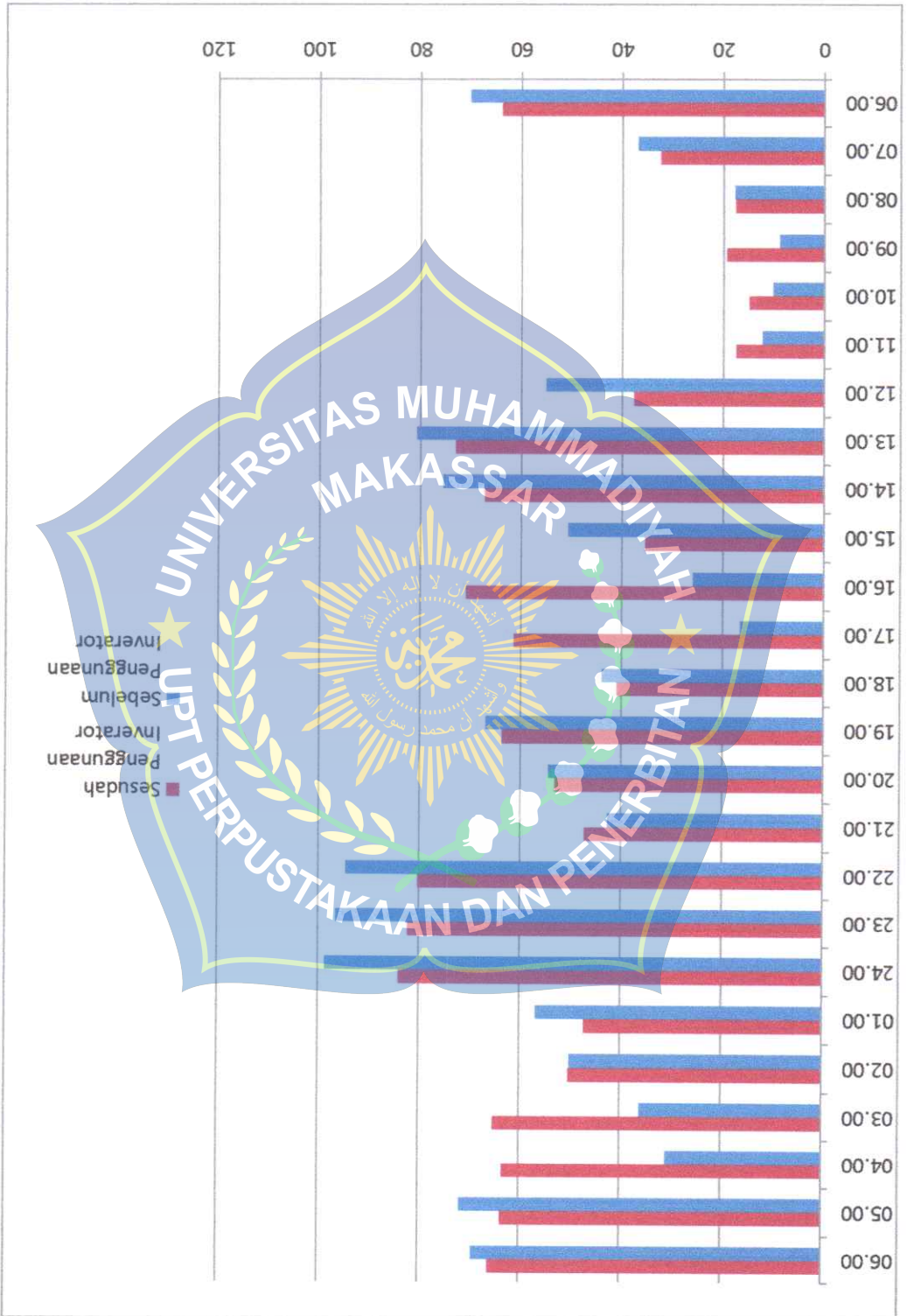
Berikut merupakan tabel tingkat perbandingan daya reaktif saat sebelum dan sesudah penggunaan alat inverter :

Tabel 4.9 Perbandingan daya reaktif saat sebelum dan sesudah penggunaan alat inverter

4. Daya Reaktif (VAR)

sebagaimana mestinya, karena terdapat pengurangan atau penghormatan dan penambahan nilai daya reaktif yang tak tentu atau tidak beraturan, serta tidak dapat diprediksi. Hal ini disebabkan karena terjadinya pergeseran grafik sinusoidal tegangan dari rangkaian listrik rumah ataupun juga disebabkan langsung oleh beban kapasitif yaitu inverter itu sendiri yang bersifat induktif atau menyerap arus listrik, sehingga cenderung membuat tegangan listrik turun, ataupun bersifat kapasitif yang bersifat menyimpan tegangan sementara, tetapi cenderung menjadi lebih tinggi dari yang seharusnya. Oleh sebab tersebut, daya reaktif menjadi tidak tentu atau tak beraturan, serta tidak dapat diprediksi selama ada beban kapasitif contoh seperti inverter salah satunya. Nilai pengurangan atau penghormatan tertinggi dari daya reaktif sebesar 17,38 VAR atau 31,56% pada jam 12.00 dan nilai pengurangan atau penghormatan terendah sebesar 0,12 VAR atau 0,68% pada jam 08.00, serta memiliki penambahan nilai tertinggi sebesar 45,1 VAR atau 174,13% pada jam 16.00 dan penambahan nilai terendahnya sebesar 0,27 VAR atau 0,54% pada jam 02.00.

Gambar 4.4 Grafik perbandingan daya reaktif saat sebelum dan sesudah penggunaan alat inverter



No.	Jam	kWh (Kilo Watt/Hour) Sebelum Penggunaan Inverter	kWh (Kilo Watt/Hour) Sesudah Penggunaan Inverter	Rasio Penghematan kWh (Kilo Watt/Hour)
1	06.00	-	-	-
2	07.00	0,10	0,09	0,01
3	08.00	0,06	0,05	0,01
4	09.00	0,05	0,04	0,01
5	10.00	0,04	0,02	0,02
6	11.00	0,03	0,02	0,01
7	12.00	0,02	0,01	0,01
8	13.00	0,02	0,01	0,01
9	14.00	0,12	0,11	0,01
10	15.00	0,11	0,09	0,02
11	16.00	0,02	0,01	0,01
12	17.00	0,17	0,15	0,02
13	18.00	0,15	0,14	0,01
14	19.00	0,08	0,06	0,02
15	20.00	0,10	0,08	0,02
16	21.00	0,06	0,05	0,01
17	22.00	0,08	0,07	0,01
18	23.00	0,14	0,12	0,02
19	24.00	0,13	0,11	0,02
20	01.00	0,12	0,10	0,02
21	02.00	0,08	0,06	0,02
22	03.00	0,09	0,08	0,01
23	04.00	0,13	0,12	0,01
24	05.00	0,17	0,16	0,01
25	06.00	0,03	0,01	0,02
26	Total kWh/Hari	2,1	3,3	0,34

Berikut merupakan tabel tingkat penghematan kWh saat sebelum dan sesudah penggunaan alat inverter :

Tabel 4.10 Penghematan kWh saat sebelum dan sesudah penggunaan alat inverter

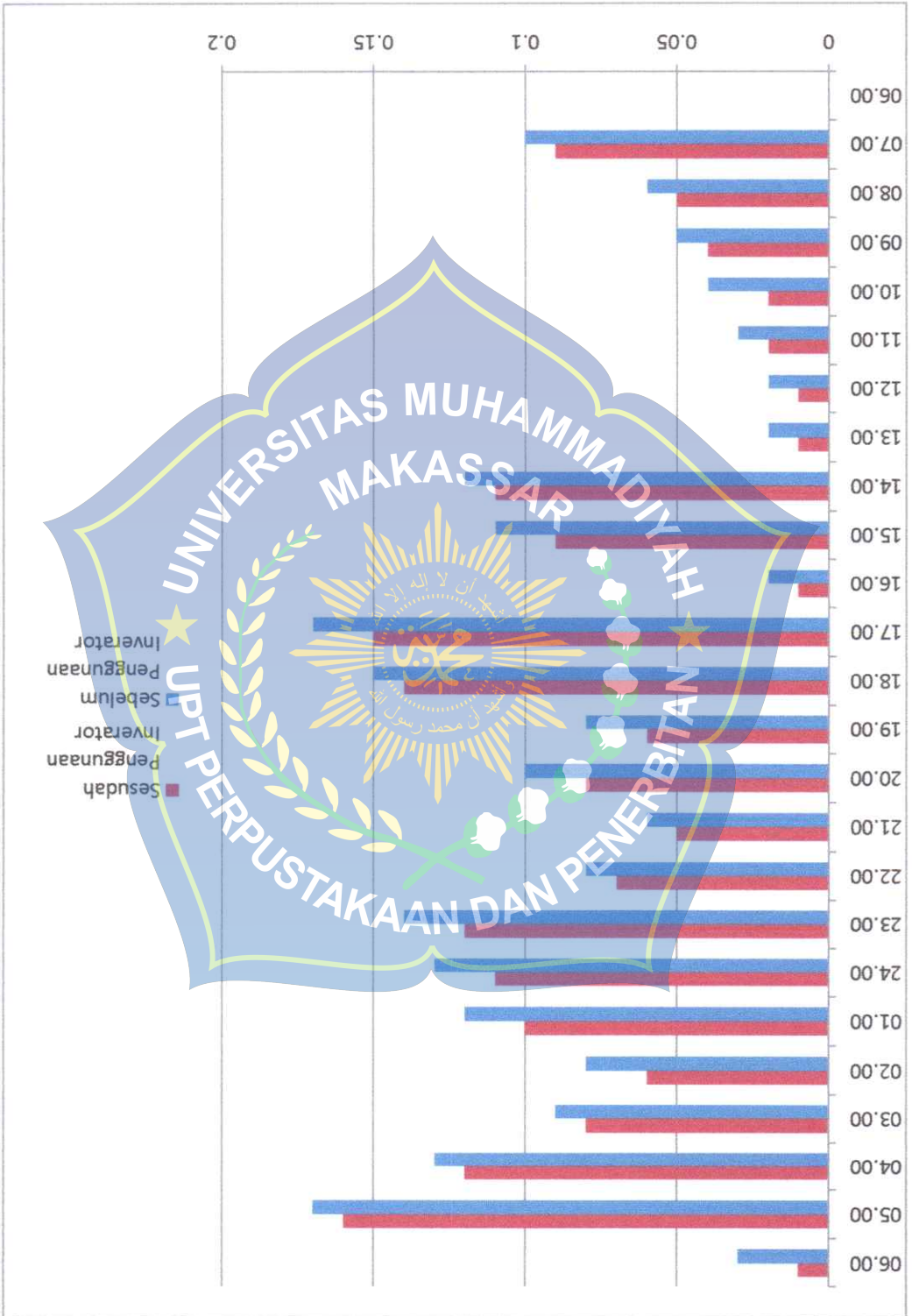
5. kWh (Kilo Watt/Hour)

Berdasarkan perbandingan kWh sebelum dan sesudah penggunaan alat inverter diatas, dapat disimpulkan bahwa, inverter bekerja dengan sebagaimana mestinya. Yaitu ditandai dengan sudah penggunaan inverter terdapat penghematan kWh, dengan berkurangnya nilai kWh atau penghematan tertinggi sebesar 0,02 kWh pada jam 10.00, 15.00, 17.00, 19.00-20.00, 23.00-02.00, 06.00 dan pengurangan nilai atau penghematan terendahnya sebesar 0,01 kWh pada jam 07.00-09.00, 11.00-14.00, 16.00, 18.00, 21.00-22.00, 03.00-05.00, serta pengurangan atau penghematan nilai rata-ratanya secara keseluruhan sebesar 0,01 kWh atau sekitar 6%.



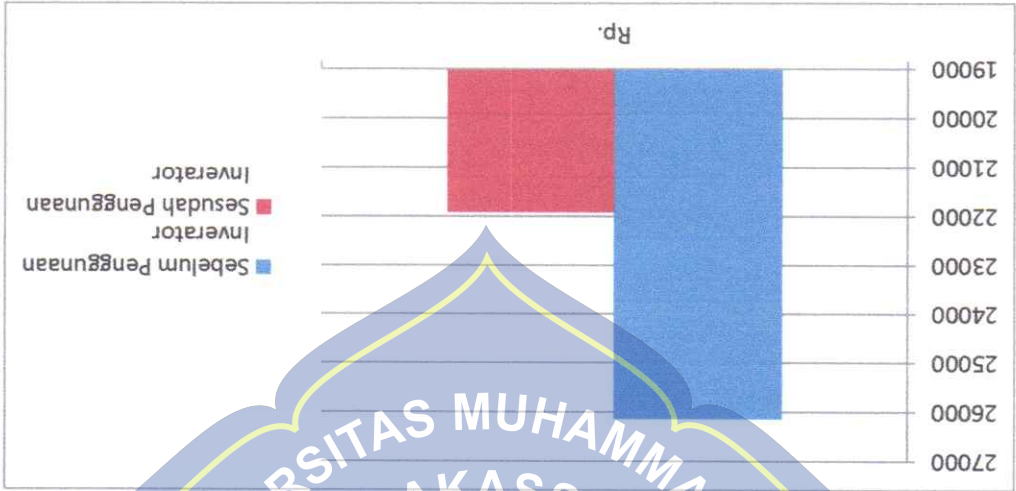
inverter

Gambar 4.5 Grafik perbandingan kWh saat sebelum dan sesudah penggunaan alat



penggunaan alat inverter

Gambar 4.6 Grafik perbandingan biaya konsumsi listrik saat sebelum dan sesudah



Berdasarkan perbandingan biaya konsumsi listrik saat sebelum dan sesudah penggunaan alat inverter diatas, dapat disimpulkan bahwa, inverter bekerja dengan sebagaimana mestinya. Yaitu ditandai dengan sudah penggunaan inverter terdapat penghematan biaya, dengan berkurangnya biaya konsumsi listrik atau penghematan sebesar Rp.4233 atau sekitar 16%.

Biaya (Rp.) Sebelum Penggunaan Inverter	Rp.26.145
Biaya (Rp.) Sesudah Penggunaan Inverter	Rp.21.912
Rasio Penghematan Biaya (Rp.)	Rp.4.233

penggunaan alat inverter

Tabel 4.11 Penghematan biaya konsumsi listrik saat sebelum dan sesudah

saat sebelum dan sesudah penggunaan alat inverter

Berikut merupakan tabel tingkat penghematan biaya konsumsi listrik

6. Biaya (Rp.)

						<ul style="list-style-type: none"> • Lampu 10 Watt (2) • Lampu 5 Watt (4) • Kipas angin 35 Watt • Kipas angin 45 Watt • Kipas angin 350 Watt • Magic com 350 Watt • Speaker 15 Watt
Daftar Beban	Tegangan (Volt)	Arus Daya Aktif/Nyala (Watt)	Arus (Amper)	Faktor Daya (Power Factor)	Kilo Watt Hour (kWh)	Frekuensi (Hertz)
	218	434,7	2,04	0,98	-	50

Tabel 4.12 Data pengukuran beban saat pengujian keefektifan alat inverter

Inverter

Berikut hasil Pengukuran beban saat pengujian keefektifan alat inverter yang diambil berdasarkan konsumsi energi listrik seperti konsumsi yang tidak normal/tidak biasanya yaitu yang membuat *trip* pada MCB di rumah tersebut :

I. Data Hasil Pengukuran Beban Saat Pengujian Keefektifan Alat

hasil pengukuran tersebut.

Menganalisis data pengukuran beban saat pengujian keefektifan alat inverter, dengan konsumsi energi listrik seperti konsumsi yang tidak normal/tidak biasanya yaitu yang membuat *trip* pada MCB di rumah tersebut. Kemudian, dilanjutkan dengan menganalisis daya dan biaya dari

F. Analisa Pengujian Keefektifan Alat Inverter

Berdasarkan data pengukuran beban saat pengujian keefektifan alat Inverter diatas, terdapat 3 pengujian yang dilakukan. Tegangan dengan nilai tertinggi terdapat pada pengujian ke-3 sebesar 219 Volt, serta nilai terendahnya pada pengujian ke-1 dan 2 sebesar 218 Volt. Daya aktif/nyata dengan nilai tertinggi terdapat pada pengujian ke-2 sebesar 437,8 Watt, serta nilai terendahnya pada pengujian ke-3 sebesar 411,8 Watt. Arus dengan nilai tertinggi terdapat pada pengujian ke-2 sebesar 2,26 A, serta nilai terendahnya pada pengujian ke-3 sebesar 1,98 A. Faktor daya dengan nilai tertinggi terdapat pada pengujian ke-1 sebesar 0,98 serta nilai terendahnya pada pengujian ke-2 sebesar 0,89. kWh tidak diukur karena pada pengujian keefektifan

<ul style="list-style-type: none"> • Lampu 10 Watt (2) • Lampu 5 Watt (4) • Kipas angin 35 Watt • Kipas angin 45 Watt • Dispenser 350 Watt • Speaker 15 Watt 	219	411,8	1,98	0,95	-	50
<ul style="list-style-type: none"> • Lampu 10 Watt (2) • Lampu 5 Watt (4) • Televisi 45 Watt • PS2 200 Watt • Dispenser 350 Watt • Speaker 15 Watt 	218	437,8	2,26	0,89	-	50

alat inverter, pengukuran tidak diukur hingga 1 jam full, tetapi hanya sampai data terbaca pada alat ukur yang hanya membutuhkan waktu kurang dari 1 menit. Sedangkan frekuensi merupakan nilai tetap yang sebesar 50 Hertz. Satu hal yang perlu digaris bawahi ialah, inverter dengan label 3500 Watt bukanlah penambah daya atau penurunan daya hingga 3500 Watt, melainkan batas daya dari bekerjanya alat inverter. Jadi, inverter masih akan tetap bekerja normal hingga konsumsi listrik mencapai 3500 Watt.

2. Analisis Daya Listrik Hasil Pengukuran Beban Saat Pengujian

Keefektifan Alat Inverter

Berdasarkan data dari pengukuran beban saat pengujian keefektifan alat inverter diatas, didapatkan besaran daya listrik di rumah yaitu daya aktif/nyata, daya semu, daya reaktif, dan faktor daya. Dengan cara menganalisis data yang terukur tersebut sebagai berikut :

a. Pengujian ke-1

- Daya Aktif/Nyata (P) : 434,7 Watt

- Daya Semu (S) :

$$= V \times I$$

$$= 218 \times 2,04$$

$$= 444,7 \text{ VA}$$

- Daya Reaktif (Q) :

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

$$= 433,6 \text{ VA}$$

$$= 219 \times 1,98$$

$$= V \times I$$

• Daya Semu (S) :

• Daya Aktif/Nyata (P) : 411,8 Watt

c. Pengujian ke-3

Faktor Daya/Cos ϕ : 0,89

$$= \sqrt{51084,45} = 226,02 \text{ VAR}$$

$$= \sqrt{242753,29 - 191668,84}$$

$$= \sqrt{492,72 - 437,82}$$

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

• Daya Reaktif (Q) :

$$= 492,7 \text{ VA}$$

$$= 218 \times 2,26$$

$$= V \times I$$

• Daya Semu (S) :

• Daya Aktif/Nyata (P) : 437,8 Watt

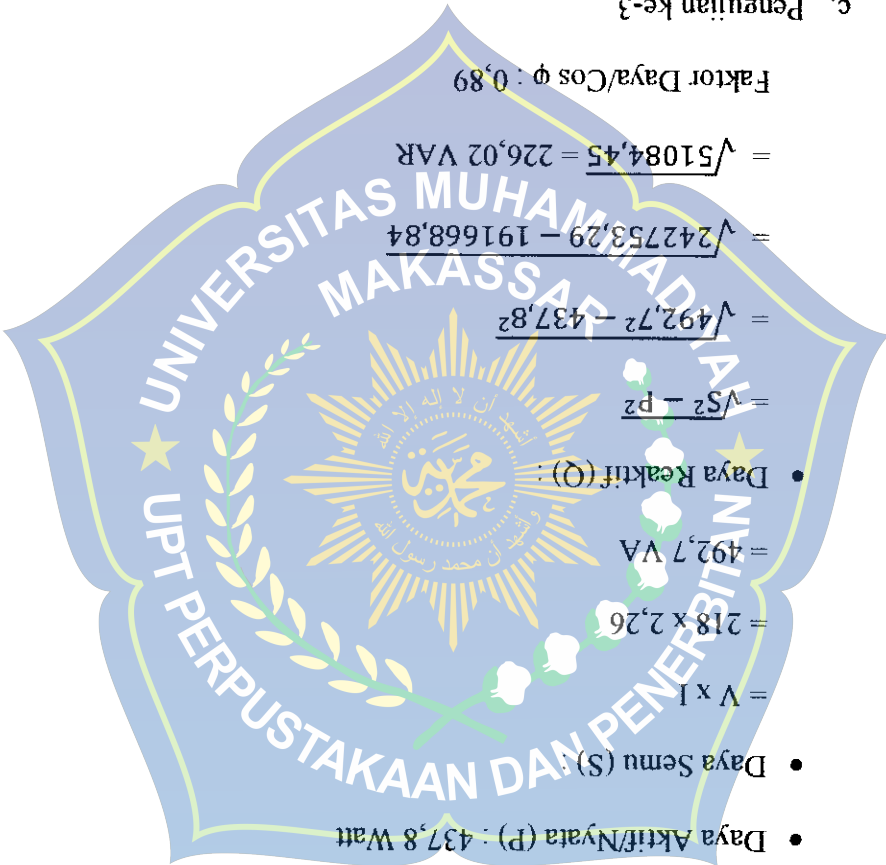
b. Pengujian ke-2

Faktor Daya/Cos ϕ : 0,98

$$= \sqrt{8794} = 93,78 \text{ VAR}$$

$$= \sqrt{197758,09 - 188964,09}$$

$$= \sqrt{444,72 - 434,72}$$



• Daya Reaktif (Q) :

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

$$= \sqrt{433,6^2 - 411,8^2}$$

$$= \sqrt{188008,96 - 169579,24}$$

$$= \sqrt{18429,72} = 135,8 \text{ VAR}$$

Faktor Daya/Cos ϕ : 0,95

3. Analisis Biaya Konsumsi Listrik Hasil Pengukuran Beban Saat Pengujian Keefektifan Alat Inverter

Berdasarkan data dari pengukuran beban saat pengujian keefektifan alat inverter diatas, didapatkan estimasi konsumsi biaya listrik di rumah, dengan cara menganalisis data yang terukur tersebut sebagai berikut :

a. Konsumsi kWh pada pengujian ke-1 :

$$= \text{Daya aktif/nyata (Watt) : 1000}$$

$$= 434,7 : 1000$$

$$= 0,44 \text{ kWh}$$

b. Konsumsi kWh pada pengujian ke-2 :

$$= \text{Daya aktif/nyata (Watt) : 1000}$$

$$= 437,8 : 1000$$

$$= 0,44 \text{ kWh}$$

c. Konsumsi kWh pada pengujian ke-3 :

$$= \text{Daya aktif/nyata (Watt) : 1000}$$



Jadi, konsumsi 1,29 kWh dengan biaya Rp.535,35 dalam 3 jam tergolong konsumsi daya yang cukup amat besar, karena jika dibandingkan dengan konsumsi terbesar saat pemakaian normal sehari-hari per 3 jam-nya berdasarkan data pengukuran sebelum penggunaan inverter hanyalah sebesar 0,4 kWh dengan biaya Rp.166.

• Konsumsi terbesar saat pemakaian normal sehari-hari per 3 jam-nya berdasarkan data pengukuran sebelum penggunaan inverter adalah :

$$\begin{aligned}
 &= \text{Rp.535,35} \\
 &= 1,29 \times \text{Rp.415} \\
 &= \text{kWh} \times \text{Rp.415} \\
 &= \text{kWh} \times (\text{biaya per/kWh daya listrik 450 VA}) \\
 &\text{Biaya konsumsi listrik per 3 jam-nya adalah :} \\
 &\text{Maka :} \\
 &= 1,29 \text{ kWh} \\
 &= 0,44 + 0,44 + 0,41 \\
 &\text{listrik pada jam pertama, kedua dan ketiga, maka :}
 \end{aligned}$$

• Jika pada pengujian ke-1,2 dan 3 menjadi patokan konsumsi kWh

$$\begin{aligned}
 &= 0,41 \text{ kWh} \\
 &= 411,8 : 1000
 \end{aligned}$$



Setelah pelaksanaan penelitian yang dimulai dari tahap studi literatur/pustaka, perancangan, hingga tahapan pengujian dan analisis hasil, maka penulis dapat menyimpulkan penelitian ini sebagai berikut :

1. Inverter dapat menghemat arus rata-rata sebesar 0,08 A, daya aktif/nyata rata-rata sebesar 17 Watt, daya semu rata-rata sebesar 16 VA, daya reaktif tertinggi sebesar 17,38 VAR, serta kWh rata-rata sebesar 0,01 kWh dan biaya konsumsi listrik dari Rp.26.145 menjadi Rp.21.912.
2. Inverter secara rata-rata dapat menghemat arus sebesar 10%, daya aktif/nyata sebesar 5%, daya semu sebesar 13%, daya reaktif tertinggi sebesar 31,56%, serta kWh sebesar 6% dan biaya konsumsi listrik sebesar Rp.4.233 atau 16%.
3. Inverter dapat mencegah *trip* pada MCB di rumah tersebut berdasarkan 3 pengujian yang dilakukan dengan pemakainya biasanya tanpa penggunaan alat inverter, konsumsi energi listrik tersebut dapat membuat listrik anjlok atau *trip* pada MCB.

A. Kesimpulan

PENUTUP

BAB V

Berdasarkan studi literatur/pustaka, perencanaan, hingga tahapan pengujian dan analisis hasil dari penelitian ini, terdapat beberapa saran penelitian dari kami diantaranya ialah penggunaan inverter secara efisien lebih baik digunakan pada rumah dengan daya listrik besar, yang pengurangan biayanya kurang lebih sekitar dibawah Rp.100.000 yang dapat dikatakan cukup *worth it*/berguna, mengingat penghematan biaya konsumsi listrik dari alat inverter hanya sebesar 16%, padahal penghematan biaya konsumsi listrik dapat dikatakan "Hemat" jika mencapai angka 30%, atau solusi lain yang kami sarankan ialah mengganti inverter dengan merk lain atau dengan ketahanannya yang lebih tinggi dari inverter yang digunakan sebelumnya. Saran kami yang terakhir ialah meskipun telah menggunakan alat inverter, pemakaian beban lebih juga tetap harus dalam batas wajar, apalagi jika pada rumah dengan daya listrik yang kecil, karena meskipun inverter ini dapat mencegah listrik anjlok pada pemakaian beban lebih, tetapi jika konsumsi daya listriknya cukup amat besar, bahkan diluar batas wajar dan di daya listrik rumah yang kecil, listrik tetap bakal anjlok atau MCB tetap dapat *trip*. Oleh karena itu, kecermatan dalam penggunaan alat ini juga dibutuhkan.

B. Saran

- <https://www.google.com> (10 Februari 2022)
- Hakim, I. (2012). *Analisis pengaruh pemakaian slowstart terhadap karakteristik arus inrush pada pensaklaran lampu hemat energi*. (Skripsi, Universitas Jember).
- Harahap, P, Adam, M, Dan Lubis, S. (2019). *Implementasi alat hemat listrik sebagai efisiensi pemakaian energi listrik pada rumah tangga*. (Penelitian Terapan, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara).
- Harunsyah, H. (2018). *Rancang bangun alat inverter sebagai daya cadangan pada rumah tangga*. (Skripsi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara).
- Junaidi, A. & Damayanti, S. (2019). *Energi dan Kelistrikan. Analisis Efektifitas Penggunaan Metode Soft Starter saat Start awal pada pengoperasian Motor 220 kW, 11(2), 55-65*.
- Kurniawan, R. (2019). *Analisis tingkat efisiensi daya dan biaya penggunaan listrik sebelum dan sesudah menggunakan metode soft starter*. (Disertasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara).
- Nurhidayat, R. (2015). *“SOFT STARTER” Cara Sederhana Mencegah Listrik Anjlok/Trip*. (Proyek Kreatif, Universitas Sebelas Maret Surakarta).