TUGAS AKHIR - VI190836

RANCANG BANGUN PROTOTIPE INVERTER SATU FASA SEBAGAI PENUNJANG KEBUTUHAN RUMAH TANGGA DENGAN BEBAN DAYA 900W

ISROFIL AMAR
NRP. 10511500000035

Dosen Pembimbing 1:
Murry Raditya, S.T., M.T
NPP. 1988201711055

Departemen Teknik Instrumentasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2020

Halaman ini sengaja dikosongkan

FINAL PROJECT - **VI190836**

DESIGN OF SINGLE PHASE INVERTER PROTOTYPE AS A SUPPORT OF HOUSEHOLD NEEDS WITH 900W POWER LOAD

ISROFIL AMAR
NRP. 10511500000035

Supervisors 1:
Murry Raditya, S.T., M.T
NPP. 1988201711055

Department of Instrumentation Engineering
Faculty of Vocation
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2020

Halaman ini sengaja dikosongkan

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini.

Nama	: Isrofil Amar
NRP	: 10511500000035
Departemen / Prodi	: Teknik Instrumentasi / D3 Teknik Instrumentasi
Fakultas	: Fakultas Vokasi (FV)
Perguruan Tinggi	: Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul "***RANCANG BANGUN PROTOTIPE INVERTER SATU FASA SEBAGAI PENUNJANG KEBUTUHAN RUMAH TANGGA DENGAN BEBAN DAYA 900W***" adalah benar karya saya sendiri dan bukan plagiat dari karya orang lain. Apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat pada Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya-benarnya.

Surabaya, 28 Juli 2020

Yang membuat pernyataan,

Isrofil Amar

NRP. 10511500000035

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN PROTOTIPE INVERTER SATU FASA SEBAGAI PENUNJANG KEBUTUHAN RUMAH TANGGA DENGAN BEBAN DAYA 900W

Oleh:

Isrofil Amar
NRP. 10511500000035

Surabaya, 28 Juli 2020

Menyetujui,
Dosen Pembimbing

Murry Raditya, S.T., M.T
NPP. 1988201711055

Mengetahui,
Kepala Departemen
Teknik Instrumentasi FV-ITS

Dr. Ir. Totok Suhartanto, DEA.
NIP. 19650309 199002 1 001

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN PROTOTIPE INVERTER SATU FASA SEBAGAI PENUNJANG KEBUTUHAN RUMAH TANGGA DENGAN BEBAN DAYA 900W

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
pada
Progam Studi D3 Departemen Teknik Instrumentasi
Fakultas Vokasi (FV)
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Isrofil Amar

NRP. 10511500000035

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Murry Raditya, S.T., M.T. ……. (Pembimbing I)
2. Dwi Nur Fitriyanah, S.ST., M.T. …….. (Ketua Penguji)
3. Putri Yeni Aisyah, S.T., M.T. …….. (Penguji I)

SURABAYA

2020

Halaman ini sengaja dikosongkan

RANCANG BANGUN PROTOTIPE INVERTER SATU FASA SEBAGAI PENUNJANG KEBUTUHAN RUMAH TANGGA DENGAN BEBAN DAYA 900W

Nama	**:**	**Isrofil Amar**
NRP	**:**	**10511500000035**
Departemen	**:**	**Teknik Instrumentasi FV - ITS**
Dosen Pembimbing I	**:**	**Murry Raditya, S.T., M.T.**

ABSTRAK

Salah satu elemen penting dalam proses konversi energi listrik yaitu inverter, dimana fungsinya mengonversi tegangan dan arus searah menjadi tegangan dan arus bolak balik. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya masih menunjukkan tingginya tingkat kerumitan dalam hal implementasi dalam lingkup rumah tangga. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan sebuah prototipe inverter satu fasa yang dapat dengan mudah diimplementasikan pada rumah dengan beban daya 900W. Prototipe inverter hasil perancangan dan perakitan dikemas dalam bentuk yang sederhana, sehingga memudahkan dalam proses instalasi serta mampu menghasilkan tegangan keluaran sebesar 220V/50Hz. Hasil Pengukuran *charge pump* menunjukkan bahwa prototipe inverter ini membutuhkan waktu 5,5 detik untuk menghasilkan tegangan keluaran sebesar 220,12 V. Pada pengujian beban, prototipe inverter ini juga dapat digunakan pada beban resistif dan beban induktif yang biasa digunakan untuk kebutuhan rumah tangga.

Kata Kunci: Inverter, SCC, BCR, VRLA Baterai

Halaman ini sengaja dikosongkan

DESIGN OF SINGLE PHASE INVERTER PROTOTYPE AS A SUPPORT OF HOUSEHOLD NEEDS WITH 900W POWER LOAD

Name	**:**	**Isrofil Amar**
NRP	**:**	**10511500000035**
Department	**:**	**Instrumentation Engineering FV - ITS**
Supervisors I	**:**	**Murry Raditya, S.T., M.T.**

ABSTRACT

One of the important elements in the process of converting electrical energy is an inverter, which converts voltages and direct currents into alternating voltages and currents. Based on the results of previous research, it still shows a high level of complexity in terms of implementation within the household scope. This study aims to produce a single phase inverter prototype that can be easily implemented in homes with a power load of 900W. The inverter prototype designed and assembled is packaged in a simple form, making it easier for the installation process and capable of producing an output voltage of 220V / 50Hz. The results of charge pump measurements show that this inverter prototype takes 5.5 seconds to produce an output voltage of 220.12 V. In load testing, this inverter prototype can also be used for resistive loads and inductive loads commonly used for household needs.

Keywords: Inverter, SCC, BCC, VRLA Battery

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Seluruh pujian dan syukur telah tersampaikan pada Tuhan Semesta Alam yang Maha Kasih dan Maha Sayang atas semua anugerah berupa hidayah dan pertolongan, sehingga dengan seizin-Nya pula telah selesai Tugas Akhir yang berjudul:

"RANCANG BANGUN PROTOTIPE INVERTER SATU FASA SEBAGAI PENUNJANG KEBUTUHAN RUMAH TANGGA DENGAN BEBAN DAYA 900W"

Sampai selesainya Tugas Akhir ini, banyak pihak yang telah ikut andil baik berperan secara lahir maupun secara batin. Sehingga penulis secara pribadi menyampaikan terima kasih pada KL, Mas Jalil, Cak Nurma, Cak Ndon dan saudara-saudara *Al-Ghoith*. Serta tidak lupa penulis juga menyampaikan terima kasih pada:

1. Kedua orang tua dan saudara-saudara saya yang senantiasa memberikan dukungan moril maupun fisik.
2. Keluarga besar saya dari pihak ayah ataupun ibu yang telah memberikan dukungan.
3. Murry Raditya, ST, MT selaku Dosen Pembimbing I atas semua pembelajaran, arahan, kerja sama, nasehat dan bantuan selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
4. Bapak/Ibu dosen Departemen Teknik Instrumentasi ITS dan Teknik Fisika ITS yang telah mendidik dan memberikan pembelajaran serta membagikan pengalaman selama masa kuliah.
5. Bapak/Ibu dosen Intitut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya secara keseluruhan yang telah mendidik dan memberikan pembelajaran serta membagikan pengalaman selama masa kuliah.
6. Bapak/Ibu staf & karyawan beserta seluruh keluarga besar Teknik Instrumentasi ITS atas semua bentuk kerja sama selama masa kuliah.
7. Bapak/Ibu guru RA Nurul Ula, MI Raudlotul Huda, SMPN 3 Peterongan, SMA Darul'Ulum 1 Unggulan BPPT yang telah mendidik dan memberikan pembelajaran sampai penulis sampai pada jenjang pendidikan ini.
8. Ricky Elson yang telah memberikan pembelajaran serta motivasi bagi penulis.
9. Seluruh teman-teman Trancendent Frontier, Teknik Fisika angkatan *'xx,* Teknik Instrumentasi angkatan *'xx,* LPM Satu Kosong ITS, Teknokrat Muda Indonesia, Forum Negarawan Muda, Pelatihan Pemimpin Bangsa #11, Tim Lentera Bumi Nusantara, Ikatan Alumni *Ciheras University* Angkatan 2016 &

2017, *Mevlana Deva*, *Laxiver* atas segala waktu, kebersamaan, semangat, bantuan dan pembelajarannya.

10. Seluruh pihak yang terkesan *"nggupuhi lulus"* dan teman-teman yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.
11. "……..." Bagian ini sengaja dikosongkan untuk didedikasikan kepada orang yang mempunyai peran unik bagi penulis.

Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu saran serta kritik yang membangun sangat diharapkan. Semoga laporan ini bermanfaat bagi pembacanya dan dapat menjadi refrensi untuk pembacanya. Akhir kata penulis mohon maaf atas setiap kesalahan yang dilakukan selama pelaksanaan sampai penyusunan laporan ini.

Surabaya, 28 Juli 2020
Penulis

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

COVER PAGE iii

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI v

LEMBAR PENGESAHAN vii

LEMBAR PENGESAHAN ix

ABSTRAK xi

ABSTRACT xiii

KATA PENGANTAR xv

DAFTAR ISI xviii

DAFTAR GAMBAR xx

DAFTAR TABEL xxi

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 2

1.3 Tujuan 2

1.4 Batasan Masalah 2

1.5 Sistematika Laporan 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI 4

2.1 Inverter 4

2.2 Solar Charge Controller (SCC) *atau Battery Charge Controller* (BCC)……. 12

2.3 Baterai 12

BAB III METODOLOGI PENELITIAN 14

3.1 Diagram Blok Sistem 14

3.2 Flowchart Perancangan Prototipe Inverter Satu Fasa 15

3.3 Perancangan dan Perakitan Prototipe 15
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 20
4.1 Hasil..... 20
4.2 Pembahasan 23
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... 25
5.1 Kesimpulan 25
5.2 Saran 25
DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN
BIODATA PENULIS

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 *Square Wave* 4
Gambar 2.2 *Modified Sine Wave* 5
Gambar 2.3 *Pure Sine Wave* 5
Gambar 2.4 Prinsip Kerja Inverter 6
Gambar 2.5 *Voltage Source Inverter* 7
Gambar 2.6 *Switch Directional* 7
Gambar 2.7 *Current Source Inverter* (CSI) 7
Gambar 2.8 *Switch Undirectional* 8
Gambar 2.9 *Half Bridge Inverter* 9
Gambar 2.10 *Full Bridge Inverter* 10
Gambar 2.11 *Switching state Single Phase Full Bridge* 11
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem Secara Keseluruhan 14
Gambar 3.2 *Flowchart* Alur Pengerjaan 15
Gambar 3.3 Proses Perakitan Prototipe (1) 16
Gambar 3.4 Proses Perakitan Prototipe (2) 17

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 *Switching states Single Phase Half Bridge* 9
Tabel 2.2 *Switching states Single Phase Full Bridge*..... 11
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Tegangan Charge Pump..... 20
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Tegangan Keluaran DC Link..... 21
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Beban 22

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ketersediaan energi listrik merupakan elemen yang sangat penting dalam aspek kehidupan manusia, salah satunya sebagai penunjang utama dalam beragam aktivitas di era yang serba digital. Seiring berkembangnya teknologi, tentu diikuti juga dengan meningkatnya kebutuhan akan energi listrik. Hal ini terjadi disemua negara, tidak terkecuali Indonesia. Mengingat sampai saat ini perusahaan listrik negara (PLN) masih menjadi tumpuan utama dalam upaya memenuhi ketersediaan energi listrik nasional, baik untuk kebutuhan industri maupun kebutuhan rumah tangga. Hal ini tentu menjadi permasalahan ketika PLN sudah mencapai batas dalam penyediaan energi listrik, sementara permintaan energi senantiasa meningkat (ESDM, 2020). Sebagai contoh, pada tahun 2019 tercatat tingkat konsumsi listrik di Indonesia mencapai 1200 kWh dan masih terpenuhi sebesar 1084 kWh (Mujiyanto, 2019). Untuk dapat menyelesaikan masalah tersebut maka dibutuhkan teknologi yang dapat memaksimalkan potensi sumber energi listrik alternatif. Selain untuk memenuhi kekurangan suplai energi listrik dari PLN juga untuk menekan biaya operasional yang relatif mahal dan menjadi beban secara ekonomi, terutama untuk konsumen rumah tangga. Salah satu teknologi yang dapat dimanfaatkan adalah inverter.

Inverter adalah sebuah perangkat yang berfungsi mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC. Hal ini tentu dapat dimanfaatkan dalam banyak hal, terutama sebagai sumber energi listrik sekunder (Izzah, 2017). Dalam lingkup rumah tangga dapat digunakan untuk menunjang pemenuhan kebutuhan energi listrik, salah satunya difungsikan sebagai *backup* dari listrik PLN ketika terjadi beban berlebih. Ditinjau dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, telah dihasilkan perangkat inverter satu fasa dalam beberapa jenis diantaranya inverter satu fasa dengan variasi input menggunakan sinusoidal pulse width modulation (SPWM) (Izzah, 2017). Selain itu, juga dikembangkan sebuah prototipe voltage source inverter full bridge 50 Hz (Alfani, 2018). Prototipe inverter yang telah dihasilkan dapat bekerja dengan baik pada saat pengujian. Tetapi masih terdapat beberapa kelemahan mendasar, salah satunya adalah prototipe yang telah dirancang masih dalam skala penelitian sehingga masih sulit

untuk diimplementasikan secara langsung pada masyarakat khususnya untuk konsumen rumah tangga. Sehingga, dalam pnelitian diusulkan rancang bangun prototipe inverter satu fasa dalam lingkup rumah tangga yang mudah diimplementasikan dengan biaya yang terjangkau. Pada prototipe Inverter ini dirancang dengan menggunakan baterai 12V/100ah sebagai sumber listrik berupa arus DC. Kemudian keluaran dari baterai dihubungkan pada inverter satu fasa 12 VDC - 220 VAC. Keluaran dari inverter yang berupa listrik AC 220 V/50Hz dapat langsung dihubungkan dengan beban.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dijelaskan diatas, maka rumusan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah:

a) Bagaimana cara merancang sebuah prototipe perangkat inverter satu fasa 12 VDC - 220 VAC?

b) Bagaimana mengimplementasikan prototipe inverter yang akan dirancang sebagai sumber energi listrik sekunder untuk rumah tangga dengan daya 900W?

1.3 Tujuan

Tujuan utama dari rancang bangun prototipe perangkat inverter satu fasa 12 VDC to 220 VAC ini adalah untuk memenuhi mata kuliah tugas akhir sebagai syarat kelulusan dari Teknik Instrumentasi, serta untuk memberikan solusi pada rumusan masalah yaitu:

a) Untuk merancang sebuah prototipe perangkat inverter satu fasa 12 VDC - 220 VAC.
b) Untuk mengimplementasikan prototipe inverter yang akan dirancang sebagai sumber energi listrik sekunder untuk rumah tangga dengan beban daya 900W.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan ruang lingkup dari penelitian tugas akhir ini yaitu hanya membahas mengenai perancangan (perakitan) sebuah prototipe perangkat inverter satu

fasa 12 VDC - 220 VAC melalui teknik *inverting* atau menkonversi dari arus DC ke AC.

1.5 Sistematika Laporan

Penyusunan laporan tugas akhir ini dilakukan secara sistematis dan tersusun dalam lima bab dengan penjelasan sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika laporan pada pengerjaan prototipe inverter ini.

BAB II Tinjauan Pustaka

Bab ini membahas tentang teori-teori dasar yang terkait inverter, *Solar Charge Controller* (SCC) atau *Battery Charge Controller* (BCC) dan baterai.

BAB III Metodologi Penelitian

Bab ini menjelaskan mengenai sistem secara keseluruhan dan alur pengerjaan prototipe inverter satu fasa.

BAB IV Hasil dan Pembahasan

Bab ini berisi tentang analisa data hasil pengujian prototipe inverter beserta pembahasannya.

BAB V Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi tentang kesimpulan pokok dari seluruh rangkaian penelitian yang telah dilakukan dan saran yang dapat dijadikan sebagai pengembangan penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

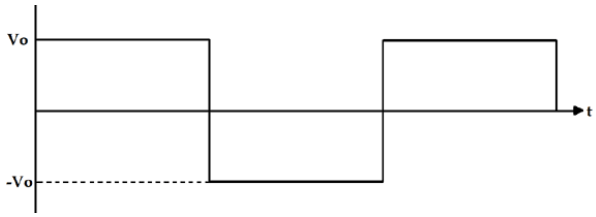
2.1 Inverter

2.1.1 Pengertian Inverter

Inverter merupakan sebuah rangkaian elektronika yang dapat mengubah listrik DC (*Direct Current*) menjadi AC (*Alternating Current*). Keluaran suatu inverter berupa tegangan AC dalam bentuk gelombang sinus (*sine wave*). Pada dasarnya inverter adalah alat yang membuat tegangan bolak-balik dari tegangan searah dengan cara pembentukan gelombang tegangan. Komponen semikonduktor daya yang digunakan dapat berupa SCR, transistor, dan MOSFET yang beroperasi sebagai sakelar dan pengubah (Sinaga, 2019) (Yanuarsyah, 1998).

Berdasarkan jenis gelombang keluaran yang dihasilkan, inverter dapat dibagi menjadi 3 yaitu:

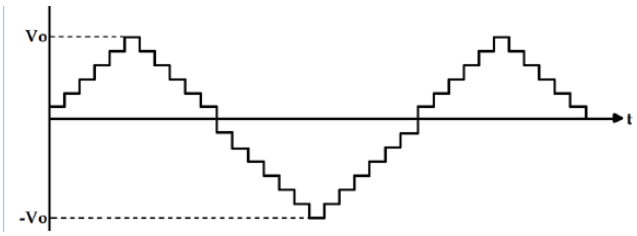
1. Square Wave



Gambar 2.1 *Square Wave* (Kansagara, 2018)

Inverter ini adalah yang paling sederhana. Walaupun *inverter* jenis ini dapat menghasilkan tegangan 220 VAC/50 Hz namun kualitasnya sangat buruk. Sehingga dapat digunakan pada beberapa alat listrik saja. Hal ini disebabkan karena karakteristik *output inverter* ini adalah memiliki level "*total harmonic distortion"* yang tinggi. Mungkin karena alasan itu inverter ini disebut *"dirty power supply"* (Errabelli, 2012).

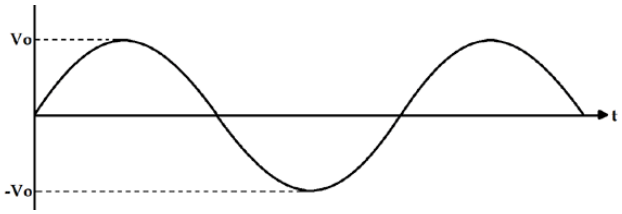
2. ***Modified Sine Wave***



Gambar 2.10 Modified Sine Wave (Kansagara, 2018)

Modified Sine Wave disebut juga *"Modified Square Wave"* atau *"Quasy Sine Wave"* karena gelombang *modified sine wave* hampir sama dengan *square wave*, namun pada *modified sine wave* keluarannya menyentuh titik 0 untuk beberapa saat sebelum pindah ke positif atau negatif. Selain itu karena *modified sine wave* mempunyai *harmonic distortion* yang lebih sedikit dibanding *square wave* maka dapat dipakai untuk beberapa alat listrik seperti komputer, tv, lampu namun tidak biasa untuk beban-beban yang lebih sensitif.

3. Pure Sine Wave

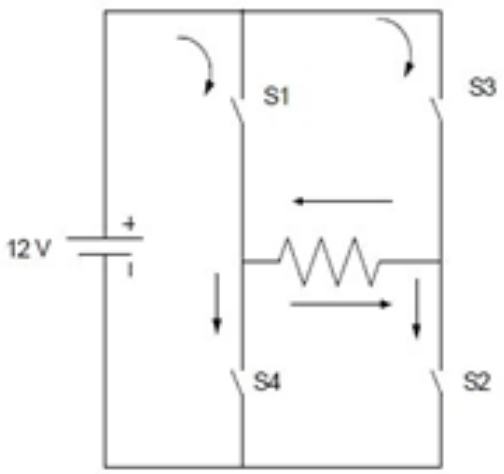


Gambar 2.19 Pure Sine Wave (Kansagara, 2018)

Pure Sine Wave atau *true sine wave* merupakan gelombang *inverter* yang hampir menyerupai (bahkan lebih baik dibandingkan dengan gelombang sinusoida sempurna pada jaringan listrik dalam hal ini PLN. Dengan *total harmonic distortion* (THD) < 3% sehingga cocok untuk semua alat elektronik. Oleh sebab itu inverter ini juga disebut *"clean power supply"*. Teknologi yang digunakan inverter jenis ini umumnya disebut *pulse width modulation* (PWM) yang dapat mengubah tegangan DC menjadi AC dengan bentuk gelombang yang hampir sama dengan gelombang sinusoida (Errabelli, 2012).

Selain berdasarkan bentuk gelombang keluaran, inverter juga dapat dikategorikan berdasarkan jumlah fasa *output* antara lain inverter satu fasa dan inverter 3 fasa.

2.1.2 Prinsip Kerja Inverter



Gambar 2.28 Prinsip Kerja Inverter (aswardi, 2009)

Prinsip kerja inverter dengan menggunakan 4 sakelar. Bila sakelar S1 dan S2 dalam kondisi on maka akan mengalir aliran arus DC ke beban R dari arah kiri ke kanan, jika yang hidup adalah sakelar S3 dan S4 maka akan mengalir aliran arus DC ke beban R dari arah kanan ke kiri. *Inverter* biasanya menggunakan rangkaian modulasi lebar pulsa *pulse width modulation* (PWM) dalam proses konversi tegangan DC menjadi tegangan AC (Blanke, 1999).

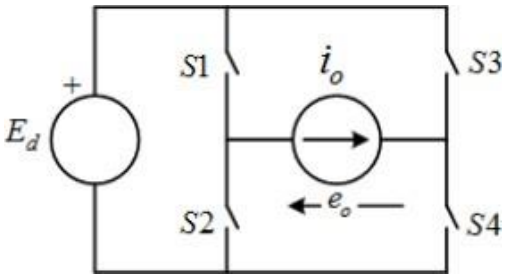
2.1.3 *Voltage Source Inverter (VSI) dan Current Source Inverter (CSI)*

Dilihat dari tipe pembebanannya inverter dibedakan menjadi Inverter Sumber Tegangan (Voltage Source Inverter VSI) dan Inverter Sumber Arus (Current Source Inverter CSI) (Yustisia, 2011):

a. Voltage Source Inverter (VSI)

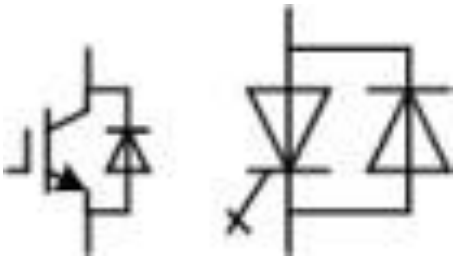
Jenis inverter dimana output AC yang dikontrol secara independen adalah bentuk gelombang tegangan serta tegangannya konstan dan arus tergantung pada beban. Sedangkan menurut media penyimpanan sementanya, jenis inverter VSI menggunakan kapasitor sebagai media penyimpanan sementara untuk kemudian akan dihubungkan dengan rangkaian pensaklaran. Bentuk gelombang tegangan keluaran sebagian besar tetap tidak terpengaruh oleh beban. Inverter jenis VSI

banyak diaplikasikan di industri, seperti Adjustable Speed Drives (ASD), dan juga dalam sistem power untuk Flexible AC Transmission (FACTS) (Majhi, 2012).



Gambar 2.29 *Voltage Source Inverter* (aswardi, 2009)

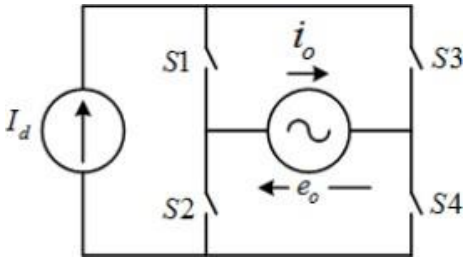
Tegangan di switch bersifat undirectional dan arus bersifat bidirectional. Maka diperlukan saklar penghantar terbalik (aswardi, 2009).



Gambar 2.38 *Switch Directional* (aswardi, 2009)

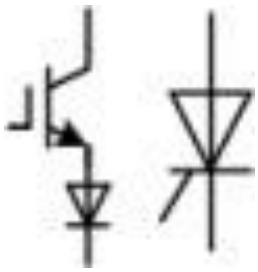
b. *Current Source Inverter (CSI)*

Jenis inverter ini dimana output AC yang dikontrol adalah dimana masukannya adalah sumber arus DC dengan arus konstan, tegangan bervariasi. Sedangkan menurut media penyimpanan sementanya, inverter CSI menggunakan induktor sebagai link penghubung antara sumber dengan rangkaian pensaklaran (Siti Nurhabibah, 2017).



Gambar 2.39 *Current Source Inverter* (CSI) (aswardi, 2009)

Arus melalui *switch* bersifat *undirectional* dan tegangannya *bidirectional*. Maka diperlukan saklar pemblokiran terbalik (aswardi, 2009).



Gambar 2.48 *Switch Undirectional* (aswardi,

Pada prakteknya inverter yang lebih sering digunakan adalah VSI sedangkan CSI penggunaannya terbatas pada kontrol motor AC dengan daya yang sangat besar. Tetapi karena hanya digunakan terbatas pada motor berdaya sangat tinggi, CSI tidak banyak didiskusikan.

2.1.4 *Single Phase Half Bridge dan Full Bridge VSI Inverter*

Ditinjau dari topologi dan prosesnya, inverter dibedakan menjadi:

a. Single Phase Half Bridge

Pada Gambar 2.5 ditunjukkan rangkaian half bridge inverter. Dua buah kapasitor yang mempunyai nilai sama disambung secara seri dan melintang dengan tegangan input DC dan sambungan potensial kapasitor yang berada di tengah-tengah dengan tegangan yang melintang pada setiap kapasitor. Dengan memperhatikan switch state arus yang berada diantara dua buah kapasitor, C+ dan C-, untuk menghasilkan titik N agar tegangan pada setiap kapasitor Vi/2 dapat dijaga konstan (yang mana nilai dan jenis sama besarnya) dibagi sama besar. Sakelar S+ dan S- mereprensentasikan sakelar elektronis yang mencerminkan komponen semikonduktor daya. Sakelar S+ dan S- tidak boleh bekerja secara bersama-sama, karena akan terjadi hubung singkat rangkaian. Ketika S+ ON, S+ atau D+ akan konduksi tergantung dari arah arus keluaran, dan arah arus io dibagi sama besar oleh dua buah kapasitor. Hampir sama seperti ketika S- ON, S- atau D- akan konduksi tergantung dari arah arus keluaran io dan arus io dibagi sama besar oleh dua buah kapasitor. Kapasitor C+ dan C- sangat efektif jika disambung

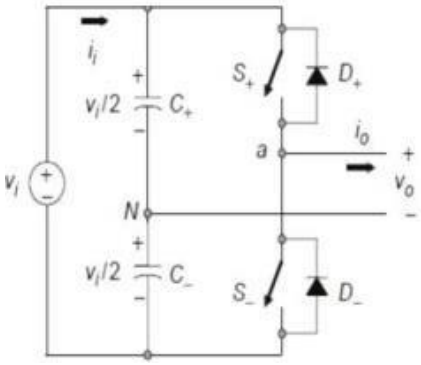
secara pararel pada jalur yang dilalui oleh Io, juga dapat menjelaskan kenapa sambungan “o” berada pada potensial tengah (Istanto, 2010).

Dalam kasus beban resistif, bentuk gelombang arus mengikuti bentuk gelombang tegangan tapi tidak dalam kasus beban reaktif, dengan itu D+ dan D- sebagai dioda umpan balik beroperasi untuk beban reaktif ketika tegangan dan arus dari polaritas berlawanan.

Tabel 2.1 *Switching states Single Phase Half Bridge*

S+	S-	Vo
ON	OFF	$+\frac{Vi}{2}$
OFF	ON	$-\frac{Vi}{2}$

Pada proses ON dan OFF bergantian untuk menghasilkan arus atau tegangan bolak-balik serta dalam perumusannya menghasilkan tegangan positif dan negatif seperti yang tertera pada tabel *switching state single phase half bridge*.



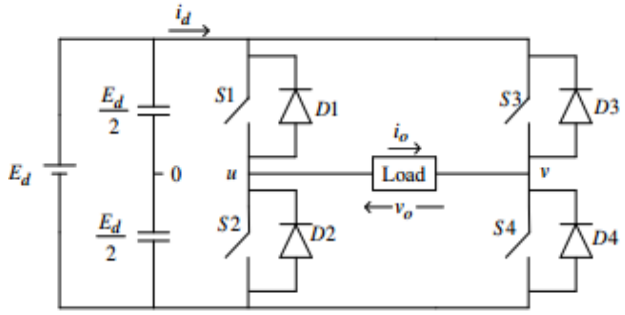
Gambar 2.57 *Half Bridge Inverter* (Sinaga, 2019)

Ketika io mengalir terus ke pararel C+ dan C-, io akan *steady state*. Karena itu kapasitor ini bekerja seperti sumber dc membloking kapasitor, untuk menyelesaikan masalah saturasi pada trafo pada sisi primer, jika sebuah transformator digunakan pada keluaran inverter disediakan isolasi elektrik. Pada *half bridge inverter* tegangan puncak dan rating arus pada setiap switch adalah : VT = Vd dan IT = io

Kondisi ON dan OFF dari sakelar S+ dan S- ditentukan dengan teknik modulasi, dalam hal ini menggunakan prinsip PWM. Prinsip PWM dalam rangkaian ini membandingkan antara sinyal modulasi Vc (dalam hal ini tegangan bolak-balik luaran yang diharapkan) dengan sinyal pembawa dengan bentuk gelombang gigi-gergaji (VΔ). Secara praktis, jika Vc > VΔ maka sakelar S+ akan ON dan sakelar S- akan OFF, dan jika Vc < VΔ maka sakelar S+ akan OFF dan sakelar S- akan ON (Tauhid).

b. . *Single Phase Full Bridge*

Full bridge inverter adalah rangkaian dasar untuk mengubah dari DC ke AC. Tegangan keluaran AC dapat dikendalikan dengan mengatur urutan penyalaan dan pemadaman saklar dari masukan DC. Tegangan keluaran Vo dapat menjadi +Vdc, -Vdc atau nol tergantung pada saklar yang ditutup.



Gambar 2.58 *Full Bridge Inverter* (aswardi, 2009)

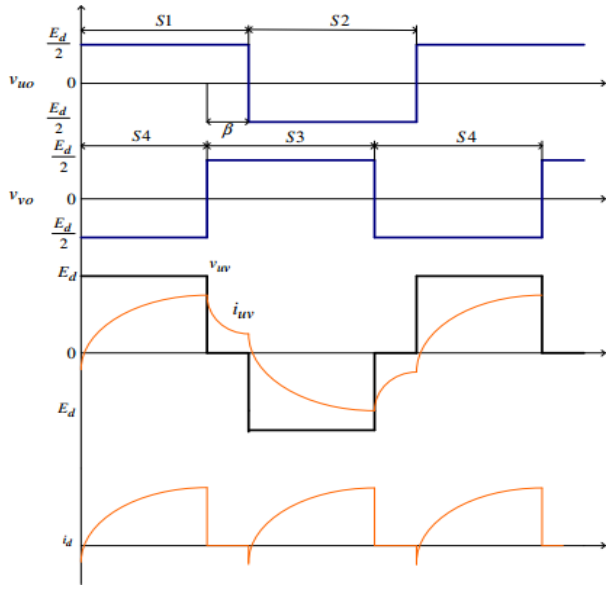
Untuk S1 dan S4 tidak diharuskan tertutup secara bersamaan, demikian juga S2 dan S3 karena akan berakibat hubung singkat pada sumber DC. Pada kenyataannya saklar yang sebenarnya tidak dapat dihidupkan dan dimatikan secara seketika. Oleh karenanya, waktu transisi pensaklaran harus diperhitungkan dalam pengendalian saklarnya. Setiap kali terjadi overlap pada saklar konduksi akan mengakibatkan hubung singkat pada rangkaian, kadang-kadang disebut juga dengan gangguan "shootthrough" pada tegangan sumber DC.

Adapun prinsip kerja full bridge inverter adalah jika saklar S1 dan S4 dalam keadaan ON, maka arus akan mengalir ke beban dari arah kiri ke kanan, sehingga terbentuklah gelombang pada periode setengah gelombang yang pertama. Selanjutnya jika saklar S3 dan S2 dalam keadaan ON, maka arus akan mengalir ke

beban dari arah kanan ke kiri dan terbentuklah gelombang pada setengah periode kedua. Kaki kaki jembatan ini dialihkan sedemikian rupa sehingga tegangan output bergeser dari satu ke yang lain dan karenanya perubahan dalam polaritas terjadi dalam bentuk gelombang tegangan. Jika sudut shift nol, tegangan output juga nol dan maksimal ketika sudut geser adalah π.

Tabel 2.2 *Switching states Single Phase Full Bridge*

Saklar ON	Saklar OFF	Tegangan keluaran (Vo)
S1 dan S4	S3 dan S2	+ Vo
S2 dan S3	S1 dan S4	-Vo
S1 dan S3	S2 dan S4	OFF
S2 dan S4	S1 dan S3	OFF



Gambar 2.59 *Switching state Single Phase Full Bridge* (aswardi, 2009)

Dalam kasus beban resistif-induktif, arus beban terbalik mengalir melalui dioda dioda. Dioda menyediakan jalur alternatif ke arus induktif yang terus mengalir selama kondisi OFF.

Rangkaian *full bridge converter* untuk mendesain konverter yang baik diperlukan perhitungan nilai komponen-komponen yang tepat. Karena nilai

komponen yang tidak tepat, dapat menyebabkan hasil output yang kurang baik, seperti keluarnya *ripple* tegangan dan arus yang terlalu besar (Hisbullah, 2007).

2.2 Solar Charge Controller (SCC) *atau Battery Charge Controller* (BCC)

Charge controller berfungsi memastikan agar baterai tidak mengalami kelebihan pelepasan muatan (over discharge) atau kelebihan pengisian muatan (over charge) yang dapat mengurangi umur baterai. Charge controller mampu menjaga tegangan dan arus keluar masuk baterai sesuai kondisi baterai.

Charge controller sering disebut dengan solar charge controller atau battery charge controller. Jika charge controller menghubungkan panel surya ke baterai atau peralatan lainnya seperti inverter maka disebut solar charge controller. Jika bagian ini terhubung dari inverter ke baterai lazim disebut battery charge controller, namun hal tersebut tidak baku. Walaupun kedua alat ini berfungsi sama, berbeda dengan SCC, BCC tidak diperlengkapi oleh PWM-MPPT (Pulse Width Modulation-Maximum Power Point Tracking), yaitu kemampuan untuk mendapatkan daya listrik dari panel surya pada titik maksimumnya. Untuk menghitung kapasitas solar charger controller menggunakan rumus sebagai berikut : (aswardi, 2009)

$$C_{scc} = n_{string} \times I_{sc} \times C_f \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.1)$$

2.3 Baterai

Baterai berfungsi menyimpan arus listrik yang dihasilkan oleh modul surya sebelum dimanfaatkan untuk menggerakan beban, selama waktu adanya matahari, array panel menghasilkan daya listrik. Pada PLTS, baterai yang berfungsi untuk penyimpanan (*storage*) juga berbeda dari baterai untuk buffer atau stabilitas. Baterai untuk pemakaian PLTS lazim dikenal dan menggunakan *deep cycle lead acid*, artinya muatan baterai jenis ini dapat dikeluarkan (discharge) secara terus menerus secara maksimal mencapai kapasitas nominal (Offer, 2010).

Depth of Discharge (DoD) adalah penentukan batas kedalaman pengeluaran daya (discharge) yang terdapat pada aki tersebut. Kedalaman pengeluaran DoD 100%, pabrik baterai selalu memberi rating DoD baterai 80%, yang berarti bahwa

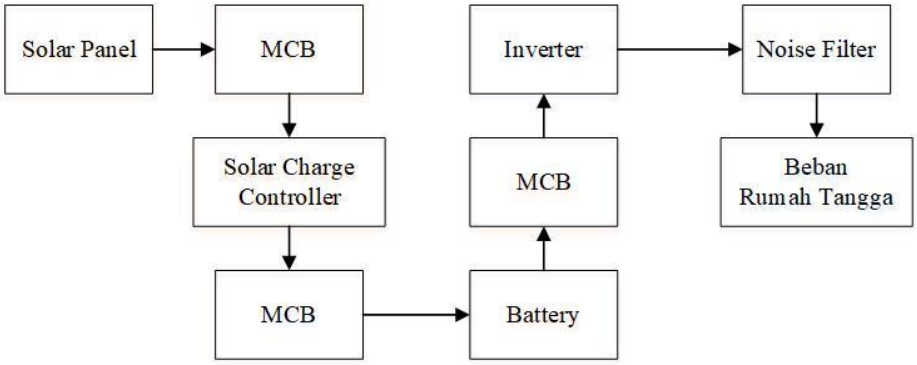
hanya 80% dari energi yang tersedia yang terkeluarkan dan 20% tetap di cadangan. Waktu pengisian aki selama 12 s/d 16 jam (Westbrook, 2005).

$$C_{bat} = \frac{D_a \ x \ W_h}{Vn \ x \ DoD \ x \ E_{bat}} \ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \ (2.2)$$

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Blok Sistem

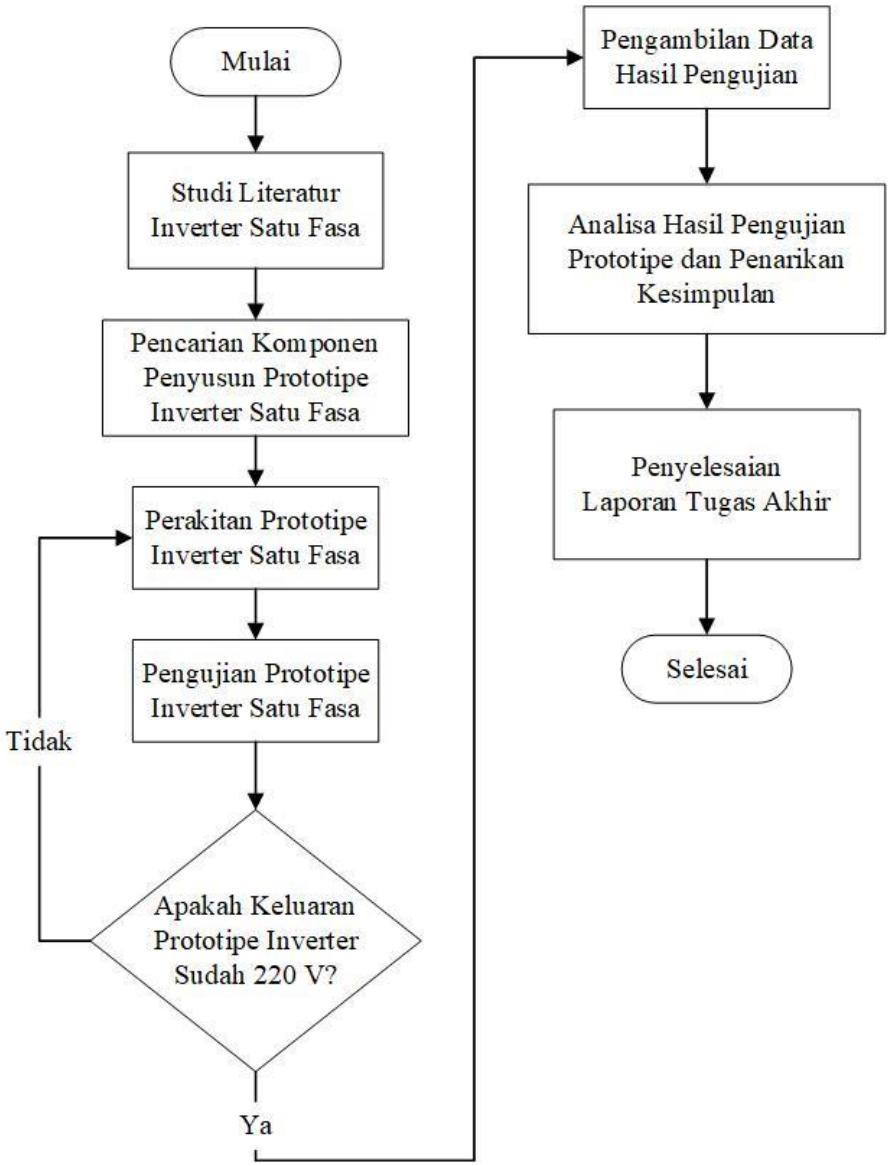
Adapun sistem secara keseluruhan yang akan dibangun ditunjukkan pada diagaram blok sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem Secara Keseluruhan

Alur kerja sistem diawali dari *solar panel* yang berfungsi menerima energi yang diperoleh dari sinar matahari untuk selanjutnya dikonversikan menjadi energi listrik berupa arus DC. Keluaran dari *solar panel* dihubungkan ke *solar charge controller* yang berfungsi sebagai perangkat untuk mengisi daya pada baterai. Keluaran yang berasal dari *solar panel* maupun *solar charge controller* terlebih dahulu dilewatkan MCB yang berfungsi sebagai pengaman. Daya yang tersimpan pada baterai digunakan sebagai masukan pada perangkat inverter yang akan dibangun. Inverter yang mendapatkan masukan berupa arus DC dari baterai kemudian mengonversikan arus searah tersebut menjadi arus bolak balik (AC). Setelah dikonversikan, keluaran inverter yang berupa arus bolak balik terlebih dahulu dilewatkan pada *noise filter* yang bertujuan untuk mengurangi noise sehingga arus yang dihasilkan memiliki bentuk gelombang yang mendekati bentuk gelombang sinus murni. Pengurangan noise ini juga bertujuan agar pada perangkat yang digunakan untuk uji beban dapat berfungsi secara maksimal dan tidak mengalami kerusakan.

3.2 Flowchart Perancangan Prototipe Inverter Satu Fasa



Gambar 3.2 *Flowchart* Alur Pengerjaan

3.3 Perancangan dan Perakitan Prototipe

Berdasarkan diagram alir diatas langkah-langkah yang dilakukan untuk perancangan dan perakitan prototipe alat adalah seagai berikut:

3.3.1 Studi Literatur

Pada perancangan dan perakitan prototipe inverter satu fasa, diawali dengan melakukan studi literatur terutama yang terkait dengan perangkat inverter dan teori mengenai inverter agar didapatkan topologi yang baik dan benar baik dalam

hardware. Serta literatur-literatur yang berhubungan dengan komponen penyusun sebuah perangkat inverter yang dapat dengan mudah diperoleh dipasaran saat ini. Sehingga proses perancangan dan perakitan dapat dilakukan dengan mudah. Selain itu, didapatkan juga referensi tentang komponen penyusun dengan biaya yang relative terjangkau dengan kualitas yang baik. Sumber literatur didapatkan diantaranya dari buku-buku pendukung, jurnal ilmiah, dan website sebagai media informasi penunjang tugas akhir.

3.3.2 Pencarian Komponen Penyusun

Pada tahap pencarian komponen, dilakukan dengan cara riset pasar tentang komponen penyusun prototipe inverter satu fasa. Hal yang dijadikan acuan dalam tahap ini adalah spesifikasi komponen penyusun yang telah didapatkan berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan. Sehingga prototipe inverter satu fasa dapat menghasilkan keluaran 220 VAC dengan frekuensi 50Hz dan bentuk gelombang keluaran berupa *pure sine wave*. Komponen penyusun yang dibutuhkan diantaranya adalah H-Bridge MOSFET, kapasitor, induktor, resistor dan baterai berkapasitas 100Ah yang berfungsi sebagai sumber masukan dari inverter.

3.3.3 Perakitan Prototipe

Gambar 3.3 Proses Perakitan Prototipe (1)

Gambar 3.4 Proses Perakitan Prototipe (2)

Perakitan prototipe merupakan tahap yang dilakukan setelah komponen penyusun seperti H-Bridge MOSFET, kapasitor, induktor, resistor yang diperoleh sesuai atau mendekati nilai dari spesifikasi yang dibutuhkan pada sebuah perangkat prototipe inverter satu fasa dengan jenis gelombang keluaran berupa *pure sine wave* dengan tegangan keluaran sebesar 220V dan memiliki frekuensi 50 Hz.

3.3.4 Pengujian Prototipe

Pada tahap ini dilakukan beberapa proses pengujian yang lebih cenderung pada proses pengukuran. Hal ini dikarenakan kondisi yang kurang memadai pada saat pengujian, seperti keterbatasan alat ukur dan alat uji yang dapat digunakan serta tempat pengujian yang tidak dilakukan ditempat setara laboratorium. Sehingga pengujian difokuskan pada proses pengukuran diantaranya adalah pengukuran tegangan keluaran dari DC Link yang tersusun dari rangkaian kapasitor dengan hasil keluaran berupa VDC, pengukuran *charge pump* yang merupakan pengukuran tegangan keluaran dari perangkat prototipe inverter yang berupa VAC, serta pengujian pada beban. Pada pengujian beban dilakukan dengan jenis beban yang dapat dijumpai dengan mudah dalam lingkup rumah tangga. Jenis beban yang digunakan pada proses pengujian terbgai menjadi 2 jenis yaitu beban resistif dan beban induktif. Beban resistif merupakan jenis beban yang tidak menggunakan komponen induktor didalamya. Dalam pengujian ini beban resistif yang digunakan adalah 2 jenis bohlam yang mempunyai daya beban yang sama

yaitu 50 Watt. Sedangkan beban induktif merupakan jenis beban yang menggunakan komponen induktor didalamnya. Dalam pengujian ini beban induktif yang digunakan diantaranya adalah pompa dengan beban daya sebesar 125 Watt, lemari es dengan beban daya sebesar 150 Watt, dan *freezer* dengan beban daya sebesar 200 Watt.

3.3.5 Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan setelah serangkaian proses pengujian telah selesai dilakukan. Data yang diambil yaitu tegangan keluaran DC Link, tegangan charge pump, dan daya keluaran dari inverter.

3.3.6 Analisa Data dan Penarikan Kesimpulan

Pada tahap ini yaitu analisis data dan penarikan kesimpulan. Pada analisa data ini diperoleh data yang sesuai dengan data yang dihasilkan dari pengujian prototipe inverter ini. Setelah analisa data didapatkan maka dilakukan penarikan kesimpulan dari perancangan dan perakitan prototipe inverter yang didapat dari hasil data tersebut.

3.3.7 Penyelesaian Laporan Tugas Akhir

Penyelesaian laporan tugas akhir ini merupakan tahap terakhir dari serangkaian alur pengerjaan tugas akhir ini secara keseluruhan. Pada tahap ini dilakukan kegiatan berupa penulisan laporan dari serangkaian proses perancangan dan perakitan prototipe inverter satu fasa mulai dari studi literatur sampai pada hasil dan kesimpulan yang didapatkan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Berdasarkan serangkaian proses pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil sebagai berikut:

4.1.1 Pengukuran Tegangan Charge Pump

Pengukuran tegangan *charge pump* bertujuan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan perangkat prototipe inverter satu fasa mencapai hasil keluaran sebesar 220 VAC. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat ukur multimeter digital untuk mengukur tegangan dan stopwatch untuk mengukur waktu.

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Tegangan Charge Pump

Charge Pump	
Waktu (s)	AC Voltage (V)
0	0
0,5	10
1	27,8
1,5	40
2	80
2,5	112,7
3	160,8
3,5	190,32
4	206
4,5	210,33
5	219,6
5,5	220,12

Hasil pengukuran tegangan *charge pump* didapatkan prototipe inverter satu fasa ini membutuhkan waktu 5,5 detik untuk mencapai tegangan keluaran sebesar 220,12 VAC.

4.1.2 Pengukuran Tegangan Keluaran DC Link

Pengukuran tegangan DC Link bertujuan untuk mengetahui nilai tegangan searah (DC) yang telah ditingkatkan dari nilai tegangan masukan sebesar 12 VDC yang selanjutnya dikonversikan menjadi tegangan bolak-balik (AC). Untuk menghasilkan tegangan AC sebesar 220 V maka dibutuhkan tegangan DC sebesar 400 V.

Tabel 4.10 Hasil Pengukuran Tegangan Keluaran DC Link

Tegangan Keluaran DC Link			
Waktu (s)	DC Link Voltage (DC)	VDC Seharusnya	Error (%)
1	360,5	400	9,875
2	365	400	8,75
3	360,7	400	9,825
4	360,7	400	9,825
5	361	400	9,75
6	361	400	9,75
7	360,3	400	9,925
8	361	400	9,75
9	360	400	10
10	361	400	9,75
11	360,5	400	9,875
12	361	400	9,75
13	360,2	400	9,95
14	361	400	9,75
15	360,6	400	9,85

Hasil pengukuran tegangan keluaran DC Link didapatkan tegangan terendah sebesar 360 VDC pada detik ke-13. Sedangkan didapatkan nilai tegangan tertinggi sebesar 365 VDC pada detik ke-2. Berdasarkan data pada tabel tersebut juga didapatkan nilai *error* terendah sebesar 8,75% dan nilai *error* tertinggi sebesar 10%.

4.1.3 Pengujian Beban

Pengujian beban bertujuan untuk mengetahui daya keluaran inverter ketika dilakukan pembebanan. Beban yang digunakan pada proses pengujian ini adalah perangkat yang biasa digunakan dalam lingkup rumah tangga. Jenis beban yang digunakan dibedakan menjadi 2, yaitu: beban resistif dan beban induktif. Beban resistif merupakan jenis beban yang tidak menggunakan komponen induktor. Sedangkan beban induktif merupakan jenis beban yang menggunakan komponen induktor. Dalam pengujian ini digunakan beban resistif berupa 2 buah bohlam yang masing-masing memliki beban daya 50 Watt. Sedangkan untuk pengujian dengan beban induktif digunakan perangkat berupa pompa dengan beban daya 125 Watt, lemari es dengan beban daya sebesar 150 Watt, dan *freezer* yang memeiliki beban daya 200 Watt.

Tabel 4.18 Hasil Pengujian Beban

Pengujian Beban			
Beban	Daya Beban (Watt)	Daya Keluaran Inverter (Watt)	Error (%)
Bohlam 1	50	48,2	3,6
Bohlam 2	50	48,3	3,4
Pompa	125	122,4	2,08
Lemari es	150	148,4	1,066666667
Freezer	200	192,3	3,85

Hasil pengujian beban didapatkan daya keluaran inverter sebesar 48,2 Watt pada saat diuji dengan bohlam 1 dengan beban daya 50 Watt. Pada pengujian dengan menggunakan bohlam 2 yang memiliki beban daya sama dengan bohlam 1 yaitu 50 Watt didapatkan daya keluaran inverter yang sedikit berbeda sebesar 48,3 Watt. Sedangkan pada pengujian menggunakan beban berupa pompa dengan beban daya 125 Watt, lemari es dengan beban daya 150 Watt, dan freezer dengan beban daya 200 Watt didapatkan daya keluaran inverter bertururt-turut sebesar 122,4 Watt, 148,4 Watt, dan 192,3 Watt.

4.2 Pembahasan

Telah dirakit sebuah prototipe inverter satu fasa 12 VDC – 220 VAC sebagai penunjang kebutuhan rumah tangga. Pada proses perancangan, perakitan serta pengimplementasian berjalan dengan sesuai dengan yang telah direncanakan. Pengujian yang sifatnya lebih cenderung pada proses pengukuran dilakukan dengan dengan menggunakan alat pengukuran dasar diantaranya multimeter digital dan stopwatch. Multimeter digital digunakan untuk mengukur besar nilai tegangan. Stopwatch digunakan untuk mengamati rentang waktu selama proses pengukuran. Pengujian yang dilakukan diantaranya adalah pengukuran tegangan *charge pump*, pengukuran tegangan DC Link, dan pengujian dengan menggunkan beban.

Dalam pengujian pengukuran tegangan *charge pump* didapatkan hasil sebagaimana yang terdapat pada **Tabel 4.1** bahwa prototipe inverter satu fasa yang telah dirakit membutuhkan waktu 5,5 detik untuk menghasilkan tegangan keluaran sebesar 220,12 VAC. Hal ini dapat dipengaruhi oleh komponen DC Link yang terdiri dari kapasitor. Sehingga pada saat dinyalakan, untuk beberapa detik prototipe inverter mengalami proses *charge* yang terjadi pada kapasitor dan berdampak pada adanya rentang waktu yang dibutuhkan prototipe inverter untuk menghasilkan tegangan keluaran sebesar 220V. Rentang waktu yang ditunjukkan berdasarkan hasil pengukuran masih dapat ditoleransi. Hal ini dikarenakan pada kapasitor yang digunakan, waktu yang dibutuhkan pada proses *charge* adalah 5 – 7 detik. Pada rentang waktu tersebutlah kapasitor akan mengalami proses *discharge*, yaitu proses saat kapasitor melepaskan arus yang telah disimpan ketika proses *charge*. Pada pengujian kedua dilakukan pengukuran dan pengamatan dalam rentang waktu 15 detik pada tegangan keluaran DC Link. Hal ini dilakukan untuk mengetahui nilai dari tegangan dc yang dihasilkan. Berdasarkan **Tabel 4.2** didapatkan hasil bahwa nilai tegangan keluaran DC Link yang fluktuatif. Nilai tegangan terendah yang dihasilkan sebesar 360 VDC dengan nilai *error* 8,75%, sedangkan nilai tegangan tertinggi sebesar 365 VDC dengan nilai *error* 10%. Sedangkan sebagai acuan, nilai tegangan keluaran DC Link seharusnya sebesar 400 VDC untuk mendapatkan keluaran sebesar 220 VAC. Hal ini dikarenakan pada kondisi riil, didalam rangkaian DC Link terjadi *losses* yang disebabkan oleh

proses konversi tengangan dan arus menjai panas pada komponen penyususn rangkaian DC Link. Terjadinya *losses* inilah yang mempengaruhi fluktuasi nilai tegangan keluaran dari DC Link. Pada pengujian ketiga yaitu pengujian menggunakan beban, didapatkan hasil sebagaimana terdapat pada **Tabel 4.3** bahwa untuk jenis beban resistif berupa bohlam yang masing-masing mempunyai daya beban yang sama yakni 50 Watt, daya keluaran inverter menunjukkan nilai yang berbeda. Pada pengujian menggunaan beban berupa bohlam 1 daya keluaran inverter sebesar 48,2. Sedangkan pada pengujian menggunakan beban berupa bohlam 2 daya keluaran inverter sebesar 48,3. Hal ini dipengaruhi oleh jenis dan kulaitas masing-masing bohlam. Nilai *error* pada pengujian beban menunjukkan bahwa daya yang digunakan pada masing-masing perangkat berbeda. Sebagai contoh pada pengujian pada beban bohlam, terdapat perbedaan nilai daya keluaran inverter. Hal ini dipengaruhi daya yang dibutuhkan bohlam meskipun sama-sama 50 Watt pada kenyataannya tidak sebesar 50 Watt, karena ada proes konversi energi dari listrik menjadi kalor. Sehingga daya yang dibutuhkan untuk menyalakan lampu ≤ 50 Watt. Selisih beban daya pada bohlam dengan daya yang dikeluarkan inverter merupakan nilai daya yang telah dikonversikan dalam bohlam menjadi energi kalor.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan proses perancangan, perakitan dan pengujian alat serta dengan membandingkan dengan teori-teori penunjang, dan dari data yang telah didapat berdasarkan pengujian yang telah dilakukan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Perancangan dan perakitan prototipe inverter satu fasa menggunakan komponen penyusun yang telah tersedia di pasaran mampu menghasilkan tegangan keluaran sebesar 220 V/50 Hz.
- Prototipe inverter satu fasa hasil perancangan dan perakitan mampu bekerja dengan baik pada beban rumah tangga sehingga dapat digunakan sebagai penunjang kebutuhan rumah tangga dengan beban daya 900 W.

5.2 Saran

Pada pengerjaan Tugas Akhir ini tentu tidak lepas dari berbagai macam kekurangan dan kelemahan, baik itu pada sistem maupun pada peralatan yang telah dibuat. Untuk memperbaiki kekurangan dari peralatan tersebut, maka perlu melakukan hal-hal sebagai berikut:

- Untuk penggunaan kebutuhan rumah tangga dengan beban daya 900 Watt idealnya digunakan inverter satu fasa dengan daya ≥3000 Watt.
- Perlu perhitungan yang lebih detail pada kebutuhan daya, sehingga komponen penyusun dengan spesifikasi yang dibutuhkan dapat lebih mudah didapatkan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

Alfani, D. (2018). *RANCANG BANGUN VOLTAGE SOURCE INVERTER FULL-BRIDGE SATU FASA 50 Hz.* Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

aswardi. (2009). *http://elearning-ft.unp.ac.id/.* Retrieved 05 27, 2020, from http://elearning-ft.unp.ac.id/

Blanke, M. (1999). *Fault Tolerant Control Systems.* London: Adventure World Press.

Errabelli, R. (2012). Fault-Tolerant Voltage Source Inverter for Permanent Magnet Drives. *IEEE Transactions on Power Electronics, 27*.

ESDM, K. (2020). *Bahan Kementerian ESDM "Capaian Kinerja 2019 dan Program 2020".* Jakarta.

Hisbullah, U. (2007). RANCANG BANGUN PENGUBAHDC KE AC (INVERTER) PADA PEMBANGKITLISTRIK TENAGA ANGIN (PLTA). *II*(2), 82-83.

Istanto, D. W. (2010). *Elektronika daya.* Yogyakarta: Universitas Negri Yogyakarta.

Izzah, A. (2017). *RANCANG BANGUN DAN ANALISIS INVERTER FULL BRIDGE 1 FASA DENGAN BERBAGAI VARIASI INPUT MENGGUNAKAN SPWM (SINUSOIDAL PULSE WIDTH MODULATION).* Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Kansagara, R. (2018). *http://circuitdigest.com/tutorial/different-types-of-inverters.* Retrieved from http://circuitdigest.com/tutorial/different-types-of-inverters

Majhi, B. (2012). *Analysis of Single-Phase SPWM Inverter.* Rourkela: Department of Electrical Engineering National Institute of Technology.

Mujiyanto, S. S. (2019). *Outlook Energi Indonesia 2019.* Jakarta.

Offer, G. J. (2010). Comparative analysis of battery electric, hydrogen fuel cell, and hybrid vehicle in a future sustainable road transport system. *energy policy, 38*, 24-29.

Sinaga, Y. A. (2019). Rancang Bangun Inverter 1 Phasa denganKontrol Pembangkit Pulse Width Modulation (PWM). *ELECTRICIAN–Jurnal Rekayasa dan Teknologi*.

Siti Nurhabibah, H. M. (2017). *Prototype Rangkaian Inverter DC Ke AC 900 W.*

Tauhid, B. (n.d.). *Perancangan Inverter Satu Fasa PWM dengan Teknik Eliminasi Harmonisa.* Pontianak: Fakultas TeknikUniversitas Tanjungpura Pontianak.

Westbrook, M. H. (2005). *Development and future of battery, hybrid, and fuel-cell cars.* London: The Institution of Electrical Engineers.

Yanuarsyah, H. (1998). *Elektronika Daya Lanjut.* Surabaya: Jurusan Teknik Elektro-FTI, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Yustisia, L. (2011). *RANCANG BANGUN UPS UNTUK BEBAN (900VA) BERBASIS MIKROKONTROLLER.* Surabaya: POLITEKNIK ELEKTRONIKA NEGERI SURABAYA.

LAMPIRAN

Halaman ini sengaja dikosongkan

BIODATA PENULIS

Penulis yang bernama Isrofil Amar dilahirkan di Mojokerto pada tanggal 06 November 1997. Penulis merupakan anak bungsu dari orang tua Bapak Arwani dan Ibu Sumiati. Penulis menempuh pendidikan formal di MI Raudlotul Huda, SMPN 3 Peterongan, dan SMA Darul 'Ulum 1 Unggulan BPP-Teknologi. Kemudian penulis melanjutkan ke jenjang yang lebih tinggi yaitu di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, tepatnya di Departemen Teknik Instrumentasi Fakultas Vokasi di tahun 2015 dan terdaftar dengan NRP 10511500000035. Di Departemen Teknik Instrumentasi ini penulis aktif di beberapa organisasi kemahasiswaan seperti di Lembaga Pers Mahasiswa Satu Kosong ITS, Teknokrat Muda Indonesia, Forum Negarawan Muda, dan Dewan Perwakilan Angkatan Teknik Instrumentasi (HIMATEKINS) FV ITS. Pada laporan ini, penulis telah melaksanakan Tugas Akhir Program Studi DIII Teknologi Instrumentasi Departemen Teknik Instrumentasi FV ITS. Selesainya Tugas Akhir ini diajukan penulis untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Ahli Madya di Departemen Teknik Instrumentasi Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

il.ink/isrofilamar
twitter.com/isrofilamar
instagram.com/isrofilamar
isrofil.official@gmail.com