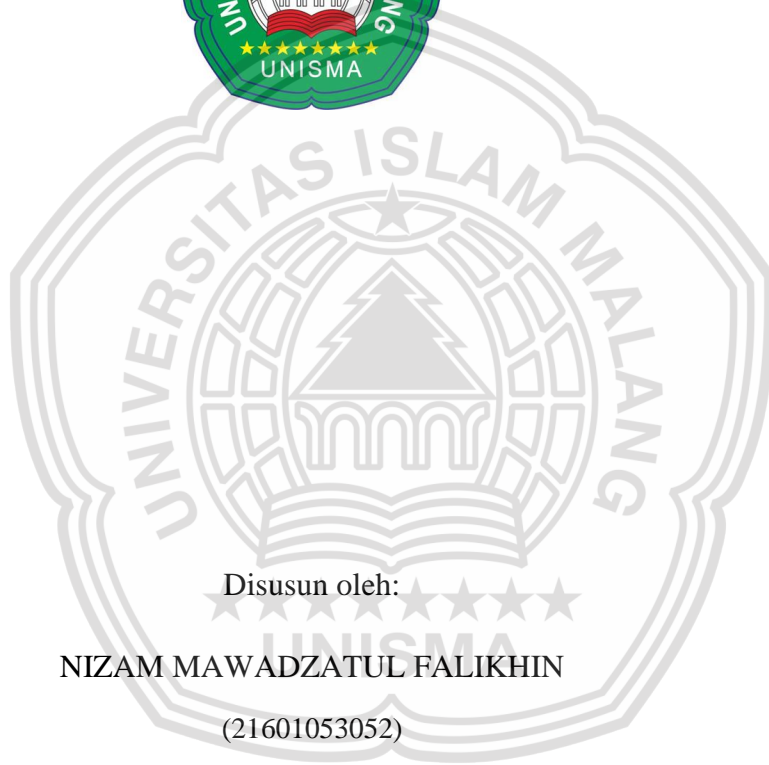




DESAIN INVERTER PADA SUMBER LISTRIK PIKOHIDRO

SKRIPSI

Untuk Memenuhi Persyaratan Mencapai Gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh:

NIZAM MAWADZATUL FALIKHIN

(21601053052)

UNIVERSITAS ISLAM MALANG

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO-SISTEM TENAGA

KOTA MALANG

2022

ABSTRAK

Nizam Mawadzatul Falikhin 21601053052 Desain Inverter Pada Sumber Listrik Pikohidro. Pembimbing I: M. Jasa'Afroni. Pembimbing II: Bambang Dwi Sulo. Teknik Elektro. Fakultas Teknik. Universitas Islam Malang.

PLTPH adalah suatu pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggerak seperti, saluran irigasi, sungai, atau air terjun alam dengan memanfaatkan tinggi terjunan (*Head*) dan jumlah debit air. Secara teknis, PLTPH memiliki tiga komponen utama yaitu Air (sebagai Sumber Energi), Turbin, dan Generator. PLTPH mendapatkan energi dari aliran air yang memiliki perbedaan ketinggian tertentu. Pada dasarnya, PLTPH memanfaatkan energi potensial jatuhnya air (*Head*). Semakin tinggi jatuhnya air maka semakin besar energi potensial air yang dapat diubah menjadi energi listrik. Kekurangan pada PLTPH adalah arus masih berupa arus searah DC (*Direct Current*). Listrik yang ada pada PLTPH tidak dapat dikonsumsi langsung karena rata-rata alat elektronik sekarang menggunakan arus AC (*Alternating Current*). Sehingga perlu penambahan alat elektronika yang dapat mengubah arus searah DC (*Direct Current*) menjadi Arus Bolak-balik AC (*Alternating Current*). Dari permasalahan tersebut penelitian ini mengusulkan desain Inverter dengan jenis SPWM (Sinusoida Pulse-Width modulation) salah satu teknik pensaklaran yang menghasilkan bentuk gelombang keluaran inverter dengan karakteristik mendekati sinusoida. Pada penelitian ini diawali dengan perancangan menggunakan Matlab Simulink untuk mendesain inverter yang kinerjanya dapat disimulasikan dan dapat direalisasikan menjadi inverter untuk output PLTPH. Penelitian ini menggunakan metode pengembangan terdahulu yang dimana inverter yang dibuat mengalami drop tegangan dan gelombang terdapat harmonisa yang mengakibatkan gelombang tidak berbentuk sinusoida. Pada penelitian ini menghasilkan tegangan AC dengan nilai 220V dengan bentuk gelombang sinusoida dan efisiensi rata-rata pada inverter yaitu 74,4%. Daya keluaran maksimal inverter ini adalah sebesar 92,43 W.

Kata Kunci—*Energi alternatif, PLTPH, Inverter SPWM.*

ABSTRACT

Nizam Mawadzatul Falikhin 21601053052 Inverter Design for Picohydro Power Sources. Advisor I: M. Jasa'Afroni. Advisor II: Bambang Dwi Sulo. Electrical Engineering. Faculty of Engineering. University Of islam.

PLTPH is a small-scale power plant that uses hydropower as its driving force, such as irrigation canals, rivers, or natural waterfalls by utilizing the head and the amount of water discharge. Technically, PLTPH has three main components, namely Water (as Energy Source), Turbine, and Generator. PLTPH gets energy from the flow of water that has a certain height difference. Basically, PLTPH utilizes the potential energy of falling water (Head). The higher the water drop, the greater the potential energy of the water that can be converted into electrical energy. . The disadvantage of PLTPH is that the current is still in the form of direct current DC (Direct Current). The electricity in the PLTPH cannot be consumed directly because the average electronic device now uses AC (Alternating Current). So it is necessary to add electronic devices that can convert DC direct current (Direct Current) into AC Alternating Current (Alternating Current). From these problems, this study proposes an inverter design with the type of SPWM (Sinusoidal Pulse-Width modulation) a switching technique that produces an inverter output waveform with characteristics close to sinusoidal. This research begins with a design using Matlab Simulink to design an inverter whose performance can be simulated and can be realized as an inverter for PLTPH output. This study uses the previous development method in which the inverter is made to experience a voltage drop and the wave contains harmonics which results in a wave that is not in the form of a sinusoid. This research produces an AC voltage with a value of 220V with a sinusoidal waveform and the average efficiency of the inverter is 74.4%. The maximum output power of this inverter is 92.43 W.

Keywords-*Alternative Energy, PLTPH, SPWM Inverter.*

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi listrik yang semakin banyak seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk menjadikan konsumsi listrik bertambah. Energi listrik dengan kapasitas penduduk yang semakin banyak menjadikan ketersediaan listrik semakin berkurang. Pemanfaatan sumber energi listrik yang selama ini masih didominasi dari sumber energi konvensional (bahan bakar minyak) membuat ketergantungan yang sulit dihilangkan terhadap jenis energi tersebut yang ketersediaannya sudah sangat terbatas. Sesuai dengan kebijakan energi Nasional dan untuk mengurangi ketergantungan terhadap pengguna bahan bakar minyak, maka harus dicari sumber energi lain atau sumber energi alternatif. Beberapa sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber listrik alternatif seperti energi matahari, angin (Bayu), air, dan biomasa. Maka dari itu dibutuhkan suatu alternatif sebagai sumber listrik yang dapat menyediakan energi listrik untuk kebutuhan penduduk. Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH) adalah salah satu sumber alternatif yang memanfaatkan aliran air (sungai) sebagai sumber energi PLTPH.

PLTPH adalah suatu pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggerak seperti, saluran irigasi, sungai, atau air terjun alam dengan memanfaatkan tinggi terjunan (*Head*) dan jumlah debit air [1]. Secara teknis, PLTPH memiliki tiga komponen utama yaitu Air (sebagai Sumber Energi), Turbin, dan Generator. PLTPH mendapatkan energi dari aliran air yang memiliki perbedaan ketinggian tertentu. Pada dasarnya, PLTPH memanfaatkan energi potensial jatuhan air (*Head*). Semakin tinggi jatuhan air maka semakin besar energi potensial air yang dapat diubah menjadi energi listrik. Energi mekanik yang berasal dari putaran poros turbin akan diubah menjadi energi listrik oleh sebuah generator [2]. Kemudian energi listrik yang dihasilkan pada generator dimasukkan dalam baterai agar tegangan stabil. Kekurangan pada PLTPH adalah arus masih

berupa arus searah DC (*Dirrect Current*). Karena itu listrik yang ada pada PLTPH tidak bisa dikonsumsi langsung karena rata-rata alat elektronik sekarang menggunakan arus AC (*Alternating Current*). Sehingga perlu penambahan alat elektronika yang dapat mengubah arus searah DC (*Dirrect Current*) menjadi Arus Bolak-balik AC (*Alternating Current*).

Power inverter, atau inverter adalah sebuah alat elektronika yang berfungsi sebagai pengubah arus searah DC (*Dirrect Current*) menjadi arus Bolak-balik AC (*Alternating Current*). Keluaran inverter yaitu keluaran dengan arus AC, maka dapat dibebani dengan alat elektronik yang lebih besar atau beban besar. Inverter dapat digunakan sebagai *grid* konverter untuk menyalurkan energi listrik kedalam sistem kelistrikan. Desain inverter pada penelitian ini tidak hanya secara rangkaian tetapi diawali dengan desain menggunakan *Matlab Simulink* dengan tujuan memperoleh hasil maksimal serta perbandingan kinerja pada alat khususnya pada keluaran inverter.

Adapun, penelitian terdahulu tentang desain inverter sudah dilakukan oleh **Siska.V**, (2020), dan **M. Iskandar**, (2020). Namun dari penelitian tersebut masih terdapat masalah drop tegangan yang besar ketika dibebani dan berubahnya bentuk gelombang keluaran inverter.

Maka dari itu penelitian ini mengusulkan desain Inverter yang diawali dengan perancangan menggunakan *Matlab Simulink* untuk dapat mendesain inverter yang kinerjanya dapat disimulasikan dengan baik untuk dapat direalisasikan menjadi inverter yang dapat bekerja seperti yang diharapkan.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini untuk mengembangkan alat yang sudah ada dengan mengembangkan inovasi yang diterapkan pada alat Desain Inverter pada Sumber Listrik Pikohidro, supaya lebih berguna serta menghasilkan output lebih besar yang digunakan untuk kebutuhan sumber listrik nantinya. Untuk lebih jelasnya akan dijabarkan dibawah ini:

1. Mendapatkan desain inverter secara software.
2. Membuat prototype inverter.

1.3 Rumusan Masalah

1. Bagaimana desain inverter menggunakan Matlab Simulink?
2. Bagaimana kinerja simulasi inverter tersebut?
3. Bagaimana desain inverter prototype?
4. Bagaimana hasil pengujian pada prototype inverter yang akan dirancang?

1.4 Batasan Masalah

1. Keluaran gelombang sinusoida tidak harus murni dan desain sederhana.
2. Input inverter memakai aki bertegangan 12 V.
3. Input inverter 1 fasa.
4. Pembahasan meliputi aki bertegangan 12 VDC, rangkaian inverter, dan simulink matlab.
5. Simulink tipe Matlab 2017A.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini antara lain.

- A. Dapat mengimplementasikan ilmu pengetahuan yang didapat dari dunia kampus.
- B. Dapat menghasilkan suatu alat yang bisa bermanfaat dan efisien untuk output Pikohidro dari sumber arus DC (*Direct Current*) ke AC (*Alternating Current*) menggunakan Desain Inverter.
- C. Bagi mahasiswa dapat digunakan sebagai informasi yang bermanfaat untuk kegiatan selanjutnya, dan menambah rasa ingin tahu tentang berbagai bentuk peluang yang ada disekitar kita.

1.6 Metodologi Penulisan

Sebagai metodologi penulisan yang digunakan, berikut ini merupakan penjelasan dari masing-masing yang dilakukan dalam penelitian ini:

1. Study Literatur

Langkah pertama pengumpulan literatur dari buku, *e-book*, jurnal, dan beberapa laporan hasil penelitian. Hasil penelitian terdahulu dikumpulkan dan dianalisis untuk kebutuhan penulisan untuk referensi penulisan serta menentukan arah penelitian ini. Teori-teori pendukung didapatkan dari literatur yang ada untuk menyusun gambaran umum penelitian sehingga menghasilkan *hipotesis*.

2. Perumusan Masalah

Pada langkah ini dilakukan perumusan masalah sesuai dengan kondisi, tantangan, kelemahan, dan kekurangan yang ada sebelumnya berdasarkan referensi yang telah terkumpul.

3. Perancangan rangkaian simulasi

Pada bagian ini dilakukan perancangan *driver inverter*. Perilaku sistem akan dirancang sehingga mampu bereaksi pada masukan yang diinginkan. Semua masukan diatur sehingga mampu berinteraksi dengan sistem dan menghasilkan nilai keluaran yang *valid*. Pada bagian ini dilakukan perancangan sistem kendali berdasarkan sumber data *library research* yang merupakan cara mengumpulkan data dari beberapa jurnal, skripsi, maupun literatur lainnya serta simulasi menggunakan *Matlab Simulink* sebagai langkah awal mendesain rangkaian inverter yang dapat dijadikan acuan dengan mempertimbangkan keselarasan input dan output yang diinginkan. Kemudian diolah menurut kaidah-kaidah tertentu, dan keluaran rangkaian driver dapat dimanfaatkan semaksimal mungkin pada penerapan.

4. Perancangan dan Pembuatan Rangkaian Pendukung

Setelah rangkaian disimulasi bekerja dengan baik maka pada bagian ini dilakukan perancangan rangkaian pendukungnya berdasarkan hasil rancangan simulasi. Setelah itu dilakukan beberapa langkah pembuatan berurutan sebagai berikut:

- A. Rangkaian pensaklaran (*Switching*).
- B. Identifikasi trafo pendukung sistem kendali.
- C. Menggabungkan rangkaian elektronik yang telah dibuat.
- D. Kerangka dan penutup fisik sistem.

5. Pengujian Sistem

Pada bagian ini dilakukan pengujian pada rangkaian yang dikembangkan untuk mengetahui performanya. Kemudian dilakukan pengambilan data sesuai dengan beberapa parameter pengujian yang telah disiapkan. Data yang diambil untuk digunakan pada langkah berikutnya.

6. Analisis Hasil Pengujian

Pada bagian ini data yang telah diambil dengan berbagai parameter dianalisis untuk mendapatkan indikator keberhasilan dari penelitian.

7. Kesimpulan

Sebagai langkah terakhir hasil pengujian dan analisis yang didapat akan dipakai sebagai kesimpulan.



1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada skripsi ini adalah sebagai berikut :

Bab I

Menerangkan latar belakang, tujuan penulisan, rumusan masalah, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

Bab II

Menerangkan tentang prinsip-prinsip dasar penelitian serta penjelasan beberapa teori pendukung pada penelitian ini.

Bab III

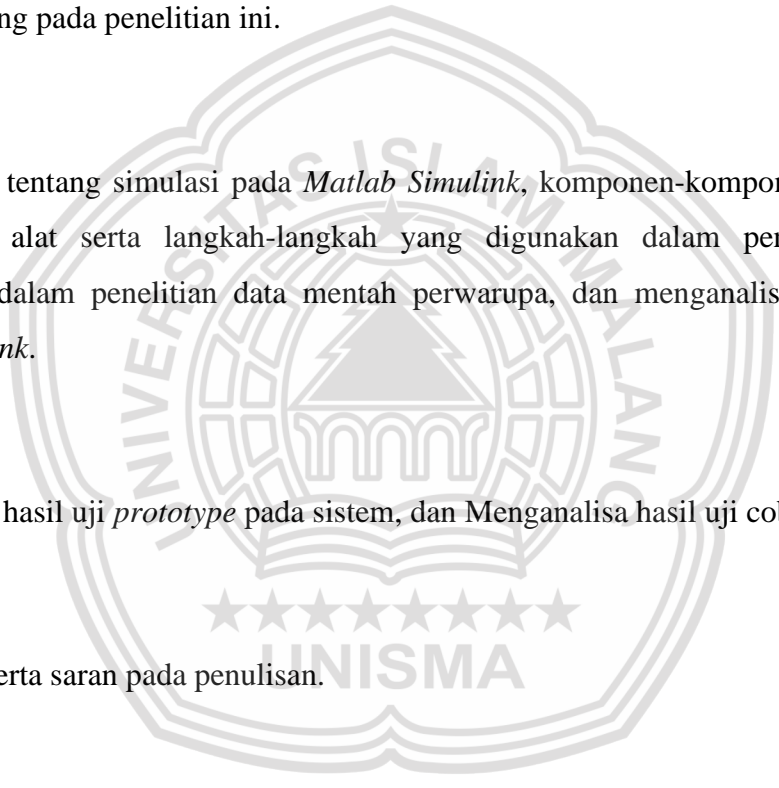
Menerangkan tentang simulasi pada *Matlab Simulink*, komponen-komponen dan sistem kerja alat serta langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian, perancangan dalam penelitian data mentah perwarupa, dan menganalisis pada *Matlab simulink*.

Bab IV

Menerangkan hasil uji *prototype* pada sistem, dan Menganalisa hasil uji coba.

Bab V

Kesimpulan serta saran pada penulisan.



BAB V PENUTUP

5.1 kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan pengujian serta pengukuran dari rancangan inverter yang telah dibuat dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

1. Desain inverter menggunakan simulink matlab dengan jenis inverter spwm. Gelombang osilator yang digunakan adalah gelombang gigi gergaji dan gelombang sinusioda. Pada sisi osilator terdapat dua masukan yaitu sawtooth generator sebagai tegangan carrier dan sine wave generator sebagai pembanding pada sisi sawtooth. Pada rangkaian switching menggunakan sistem H-bridge dengan menggunakan 4 mosfet yang menyala secara bergantian. Dari sisi StepUp menggunakan trafo jenis non ct untuk menaikkan tegangan 12 V menjadi 220 V.
2. Pada sisi osilator menggunakan sawtooth generator sebagai tegangan carrier dan sine wave sebagai pembanding terhadap sawtooth, dimana hasil perbandingan tersebut digunakan untuk mengatur lebar sinyal PWM yang berfungsi sebagai trigger. kemudian proses pada osilator yaitu sinyal sawtooth berfrekuensi tinggi yaitu 10 kHz dikurangi sinyal sinusoida berfrekuensi rendah yaitu 50 Hz pada block sum (penjumlahan). Hasil penjumlahan tersebut didiskritisasi menggunakan block relay, sehingga output berlogika 1 apabila nilai sinyal gigi gergaji lebih dari nilai sinyal sinusoida dan 0 apabila nilai sinyal gigi gergaji kurang dari nilai sinyal sinusoida. Dari proses tersebut diperoleh sinyal pwm dikarenakan nilai yang berubah terhadap waktu, maka lebar pulsa sinyal PWM juga berubah terhadap waktu. Setelah itu PWM masuk ke rangkaian switching agar dapat menyala dengan bergantian dengan menggunakan logika NOT. Kemudian dari rangkaian switching masuk pada komponen StepUp yaitu trafo untuk dinaikan nilai tegangannya dari 12 V menjadi 220 V.
3. Desain inverter pada prototype menggunakan jenis SPWM dengan pusat kontrol menggunakan modul EGS002 dengan sistem pensaklaran H-bridge menggunakan mosfet IRFP150N dan komponen StepUp menggunakan trafo bekas UPS

dengan kapasitas 600VA. Pada bagian input dan output terdapat komponen fuse untuk memproteksi bila terjadi short sistem. Kemudian pada inputan ditambah dengan rangkain penstabilkan tegangan di nilai 12 VDC dan 5 VDC. Output pada modul terdapat 4 Output terdiri dari 1LO, 2LO, 1HO, dan 2HO pada masing-masing output terdapat nilai yaitu 7,2 Vrms. Kemudian pada output trafo ditambah filter kapasitor milar dengan nilai 220Ω untuk mengurangi harmonisa pada gelombang output serta terdapat rangkaian full-bridge untuk mengatur tegangan pada output serta pengecasan pada aki supaya meminimalisir energi yang masuk pada rangkaian inverter tidak terlalu besar yang dapat mengurangi energi pada aki.

4. Pengujian pada prototype inverter pada sisi gelombang output terdapat harmonisa tapi gelombang masih berbentuk sinusoida. Pada sisi gelombang osilator terdapat gelombang sinusoida dengan frekuensi 12 MHz dan pada sisi output modul terdapat gelombang PWM dengan frekuensi 50 Hz dan tegangan 7,2 Vrms. Pada sisi switching terdapat nilai 12 Vrms dan frekuensi 50Hz serta pada sisi output trafo memiliki nilai tegangan 221 Vrms dan frekuensi 50Hz. Ketika diberikan beban resistif dengan nilai 500Ω maka gelombang mengalami drop dengan nilai 191 Vrms dan frekuensi tetap pada 50Hz. Efisiensi terendah terukur pada beban 5000Ω sebesar 71 % dan efisiensi tertinggi yaitu beban 500Ω dengan efisiensi 80%. Efisiensi rata-rata pada inverter yaitu 74,4%. Daya keluaran maksimal inverter ini adalah sebesar 92,43 W, untuk memperbesar daya diperlukan baterai yang lebih besar

5.2 Saran

Beberapa hal yang dapat disarankan untuk pengembangan lebih lanjut terhadap penelitian ini :

1. Menambah kapasitas inverter dengan menambah dari segi mosfet dan kapasitas trafo pada inverter supaya daya yang dihasilkan lebih besar.
2. Menambah sumber DC yang lebih besar guna mendapat nilai beban yang lebih besar.
3. Menambah filtrasi yang lebih bagus pada output trafo guna meminimalisir harmonisa agar gelombang lebih bagus.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kasmin, L. A. J., Sulo, B. D., & Jasa'Afroni, M. PROTOTIPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKO HIDRO (PLTPH) MENGGUNAKAN TURBIN REAKSI UNTUK DAYA 100 WATT.
- [2] Ferdiansyah, I., Sudiharto, I., Sunarno, E., & Muhammad, M. G. (2021). Desain SPWM Single Phase Full Bridge Inverter pada Sistem Uninterruptible Power Supply 500W. *Jurnal Arus Elektro Indonesia*, 7(1), 10-16.
- [3] Iskandar, M., Afroni, M. Y., & Basuki, B. M. (2021). RANCANG BANGUN INVERTER PURE SINE WAVE SATU FASA BERBASIS ARDUINO UNO. *SCIENCE ELECTRO*, 13(3).
- [4] Viminawati, S., Basuki, B. M., & Sulo, B. D. (2020). RANCANG BANGUN INVERTER SATU FASA BERKAPASITAS 100 WATT. *SCIENCE ELECTRO*, 12(2).
- [5] Hannan, S., Aslam, S., & Ghayur, M. (2018, February). Design and real-time implementation of SPWM based inverter. In *2018 International Conference on Engineering and Emerging Technologies (ICEET)* (pp. 1-6). IEEE.
- [6] Yang, Y. R. (2015, November). Design of current-fed push-pull resonant inverters for cold cathode fluorescent lamps. In *IECON 2015-41st Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society* (pp. 002042-002046). IEEE.
- [7] Przystupa, K., & Koziel, J. (2018, September). Analysis of the quality of uninterruptible power supply using a UPS. In *2018 Applications of Electromagnetics in Modern Techniques and Medicine (PTZE)* (pp. 191-194). IEEE. 1,.
- [8] Hidayat, I., Mahdali, A., & Afandy, M. (2022). Analisis Perbandingan Inverter Satu Fasa PWM dan SPWM dengan Trafo. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 4(1), 27-32.
- [9] Nasukha, T., Hermawan, H., & Afrisal, H. (2022). PERANCANGAN INVERTER SATU FASA JEMBATAN PENUH DENGAN TRANSFORMATOR FREKUENSI TINGGI MENGGUNAKAN IC EGS002. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 10(4), 578-584.
- [10] Egmicrocorp.,(2014). *ASIC for single-phase SPWM control* "EG8010 Datasheets". <https://www.egmicro.com>