

# Desain Perancangan Inverter 1 Fasa Pada Pompa Submersibel Menggunakan Sumber Hybrid Solar Cell Dan Microhydro

Dimas Nur Prakoso, Nur Asyik Hidayatullah, Budi Triyono, Muhammad Edy Hidayat

<sup>123</sup> Program Studi Teknik Listrik, Fakultas Teknik, Politeknik Negeri Madiun, <sup>4</sup> Program Studi Teknik Mekatronika, Departemen Teknik Mekatronika, Politeknik Bosowa

<sup>123</sup> Jl. Serayu No.84, Pandean, Taman, Pandean, Kec. Taman, Kota Madiun, Jawa Timur 63133

<sup>4</sup> Jl. Kapasa Raya No.23 Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90245

E-mail: dimasnur@pnm.ac.id

Naskah Masuk: 20 Juni 2022 ; Diterima: 02 Agustus 2022; Terbit: 18 Agustus 2022

## ABSTRAK

**Abstrak** - Inverter adalah salah satu alat elektronika yang digunakan untuk mengubah tegangan DC (*Direct Current*) menjadi tegangan AC (*Alternating Current*). Gelombang *output* dari suatu *inverter* dapat berupa gelombang sinus (*sine wave*), gelombang kotak (*square wave*), dan gelombang sinus modifikasi (*modified sine wave*). *Inverter 1 fasa full bridge* ini dirancang menggunakan teknik PWM berbasis mikrokontroler *Arduino uno*, optocoupler sebagai *driver* 4 MOSFET, transistor 9014 sebagai penguat tegangan *inverter*, serta rangkaian *double boost converter* sebagai penaik tegangan pengganti transformator. *Inverter* ini mengubah tegangan dari *double boost converter* sebesar 311volt DC menjadi 220volt AC dan menggunakan baterai berkapasitas 12V-35Ah sehingga mampu digunakan untuk menyalakan beban lebih lama. Tegangan *output* yang dihasilkan oleh *double boost converter* sebesar 316volt DC. *Inverter* ini mampu mengubah dari tegangan 316volt DC ke 288,1volt AC frekuensi 49,50 Hz dengan gelombang *output* berbentuk gelombang kotak. *Inverter* ini diaplikasikan pada pembangkit listrik tenaga *floating hydro portable*.

**Kata kunci:** *Inverter 1 Fasa Full Bridge, PWM (Pulse Width Modulation), Double Boost Converter*

## ABSTRACT

**Abstract** – Inverter is one of the electronic devices used to change the DC voltage (Direct Current) to AC (Alternating Current) voltage. The output waveform from the inverter can be in the form of sine wave (sine wave), square wave (square wave), and modified sine wave (modified sine wave). This full bridge 1 phase inverter is designed using *Arduino uno* microcontroller based PWM technique, optocoupler as 4 MOSFET driver, transistor 9014 as inverter voltage amplifier, and dual converter circuit as transformer riser. This inverter changes the voltage of the double boost converter by 311 volts DC to 220 volts AC and uses a battery of Microsoft's 12V-35Ah capacity for an extra longer load. The output voltage generated by the double boost converter is 316 volts DC. This inverter is able to convert from a voltage of 316 volts DC to 288.1 volts AC frequency 49.50 Hz with a waveform output wave box. This inverter is applied to portable hydro power plants.

**Keywords:** Full Bridge 1 Phase Inverter, PWM (Pulse Width Modulation), Dual Booster Converter

Copyright © 2022 Universitas Muhammadiyah Jember.

## 1. PENDAHULUAN

Sebagai negara agrarian mata pencaharian warga negara Indonesia adalah sebagai petani. Menurut data BPS pada tahun 2017 penduduk Indonesia yang bekerja di sektor pertanian sebanyak 39,68 juta orang atau sebesar 21,86% dari jumlah penduduk yang bekerja yang berjumlah 124,54 juta orang [1]. Hasil panen dari lahan pertanian warga sangat mendominasi pasar yang ada di Indonesia. Hal ini tentunya menyebabkan petani harus berlomba-lomba menghasilkan hasil panen yang maksimal. Tetapi banyak faktor penyebab yang menjadikan hasil panen para petani tidak maksimal, salah satunya adalah kekeringan. Selain dari segi geologis alam, kekeringan juga dapat terjadi karena pengairan irigasi sawah petani tidak merata dikarenakan terbatasnya sumber air yang ada. Saat ini para petani masih memanfaatkan sungai dengan menggunakan pompa diesel sebagai medianya yang tidak sedikit dalam hal biaya. Adapun alternatif lain

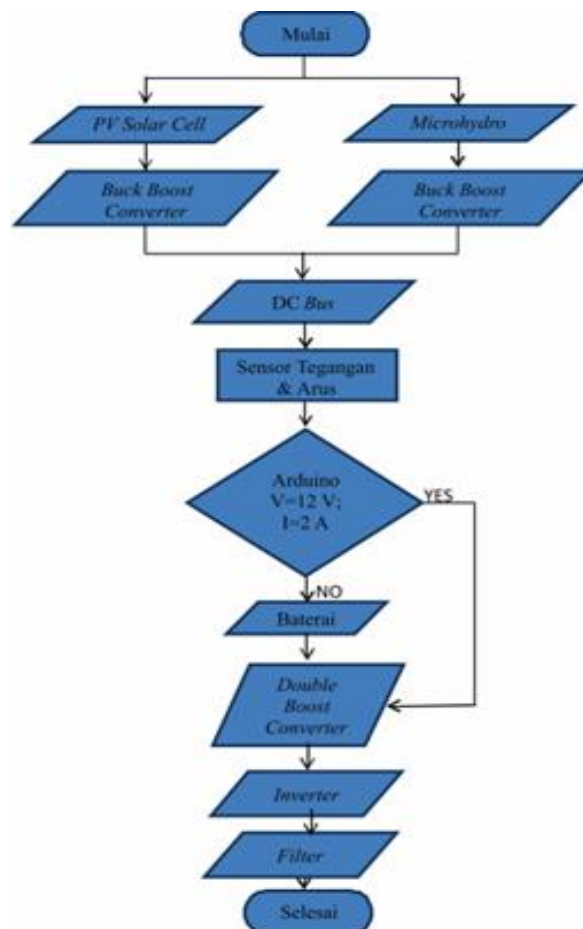
memanfaatkan air pengeboran tanah dengan menggunakan pompa *submersible*. Tetapi penggunaan pompa *submersible* masih mengalami keterbatasan dikarenakan jangkauan listrik dari PLN yang belum mencakup seluruh wilayah. Akan tetapi nantinya akan diberi *solar cell* atau yang biasa juga disebut dengan *photovoltaic* memerlukan cahaya matahari untuk mendapatkan daya [2] sehingga dapat digunakan sebagai *supply daya* untuk pompa tersebut.

Pembangkit Listrik Tenaga *Solarcell dan Microhydro* merupakan pembangkit listrik energi terbarukan yang memanfaatkan sinar matahari dan aliran air sebagai sumber daya alternatif utama untuk menghasilkan energi listrik. Pemanfaatan energi matahari ini memiliki masalahnya sendiri yang muncul [3], seperti energi listrik yang dihasilkan dari sebuah pembangkit rata-rata masih dalam bentuk energi listrik berupa tegangan arus searah (DC) [4] yang disimpan pada suatu *battery*, agar dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan sehari-hari energi listrik tersebut harus dikonversikan terlebih dahulu dari tegangan arus searah (DC) menjadi tegangan arus bolak-balik (AC) [5]. Salah satu alat elektronika yang merubah tegangan arus searah (DC) menjadi tegangan arus bolak-balik (AC) disebut dengan *inverter* [6].

Pada penelitian ini dirancang sebuah *inverter 1 Fasa* dengan spesifikasi baterai yang digunakan 12Vdc - 35 Ah. Dari 12Vdc dinaikkan menjadi sekitar 311 Vdc menggunakan rangkaian penaik tegangan yaitu *double boost converter* [7]. Tegangan *output* dari *double boost converter* akan diubah menjadi tegangan arus bolak-balik (AC) sekitar 220volt. Menggunakan teknik *Pulse Width Modulation (PWM)* merupakan salah satu teknik pensaklaran (*switching*) pada sebuah *inverter* untuk mendapatkan sinyal pulsa *High* dan *Low*. Pengaturan sinyal pulsa ini dikontrol menggunakan *Mikrokontroler Arduino Uno*. *Inverter* ini diaplikasikan pada Pembangkit Listrik Tenaga *Floating Hydro Portable*.

**2. METODE PENELITIAN**

Metodologi yang digunakan untuk membuat *Perancangan Inverter 1 Fasa Pada Pompa Submersibel Menggunakan Sumber Hybrid Solar Cell Dan Microhydro* adalah sebagai berikut. Diagram alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.

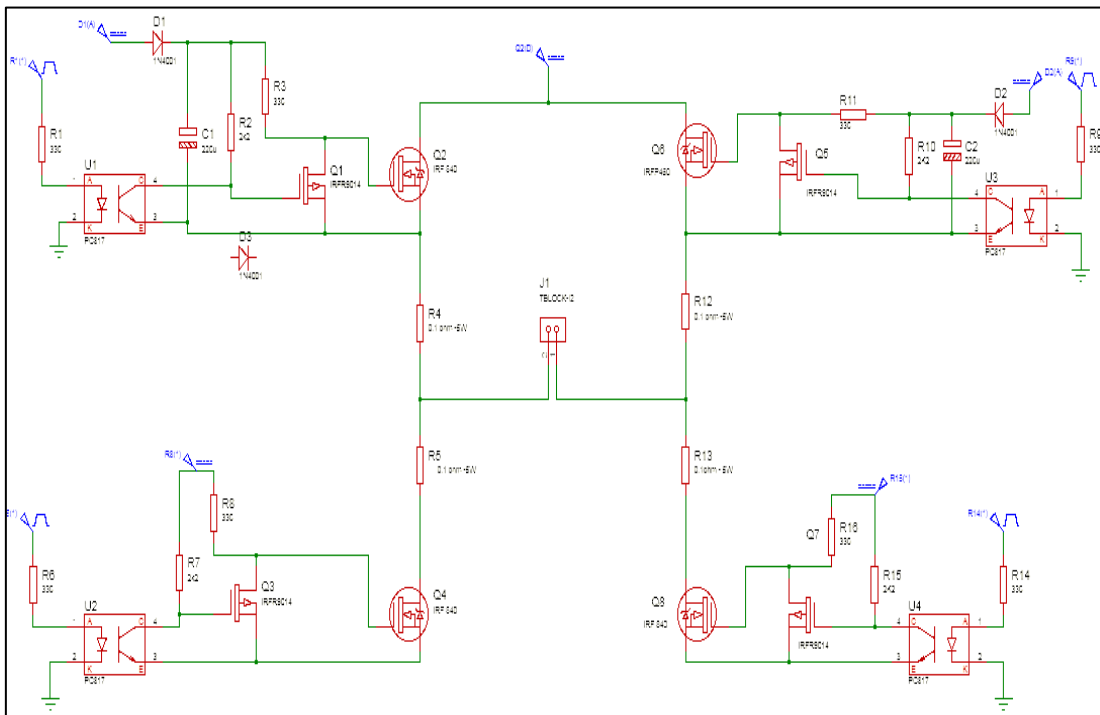


Gambar 1. Diagram alir penelitian

Gambar 1. Menunjukkan, bahwa diagram alir metode penelitian adalah skema tahapan yang dilakukan untuk perolehan setiap tujuan penelitian berupa perancangan rangkaian rangkaian *inverter*. Dimana dalam tahapan awal *solar cell* atau yang biasa disebut dengan panel surya digunakan untuk mengkonversi radiasi matahari menjadi energi listrik [8]. *Solar cell* yang digunakan berkapasitas 600 Wp dan *Microhydro* berkapasitas 270Watt dengan nilai kecepatan 100 Rpm. Setelah terkonversi hasil energi tersebut akan disalurkan ke komponen DC Bus yang kemudian akan disimpan dalam sebuah baterai berkapasitas 12 V – 100 Ah. Nantinya energi yang tersimpan dalam baterai akan di *Double Boost* kan mencapai 311 Vdc. Dari sumber *Double Boost* itulah yang akan dijadikan tegangan untuk *inverter* menyearahkan tegangan Vdc menjadi Vac sebesar 220 V. Agar nilai gelombang baik sebelum dialirkan ke beban maka diberi sebuah *filter* guna mengurangi nilai harmonisa yang dapat merusak barang elektronik yang dibebankan.

**2.1 Desain Rangkaian Inverter**

Rangkaian *inverter* yang dibuat merupakan konfigurasi dari *inverter 1 fasa full bridge* dimana menggunakan 4 buah MOSFET [9] dengan seri yang sama yaitu IRF840.



Gambar 2. Skematik Rangkaian *Inverter 1 Fasa*

Agar tegangan *output* yang dihasilkan *inverter* sebesar 220 volt AC maka digunakan persamaan:

$$V_{rms} = \frac{V_{max}}{\sqrt{2}} \tag{1}$$

Maka:

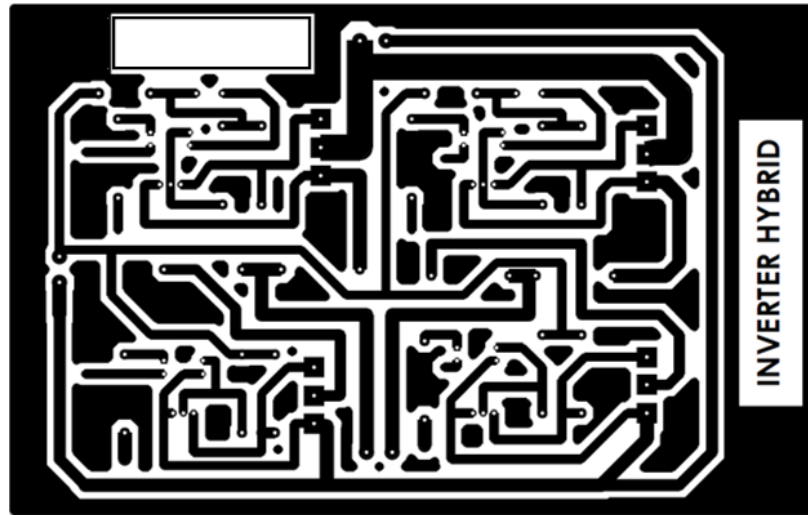
$$220 = \frac{V_{max}}{\sqrt{2}}$$

$$V_{max} = 311 \text{ VDC}$$

Tegangan *output* yang dihasilkan dari rangkaian *double boost converter* harus sebesar 311volt DC agar tegangan *output inverter* sesuai. Proses pensaklaran pada *inverter* ini menggunakan nilai *duty cycle* sebesar 50% [10].

**2.2 Desain Rancangan Layout PCB**

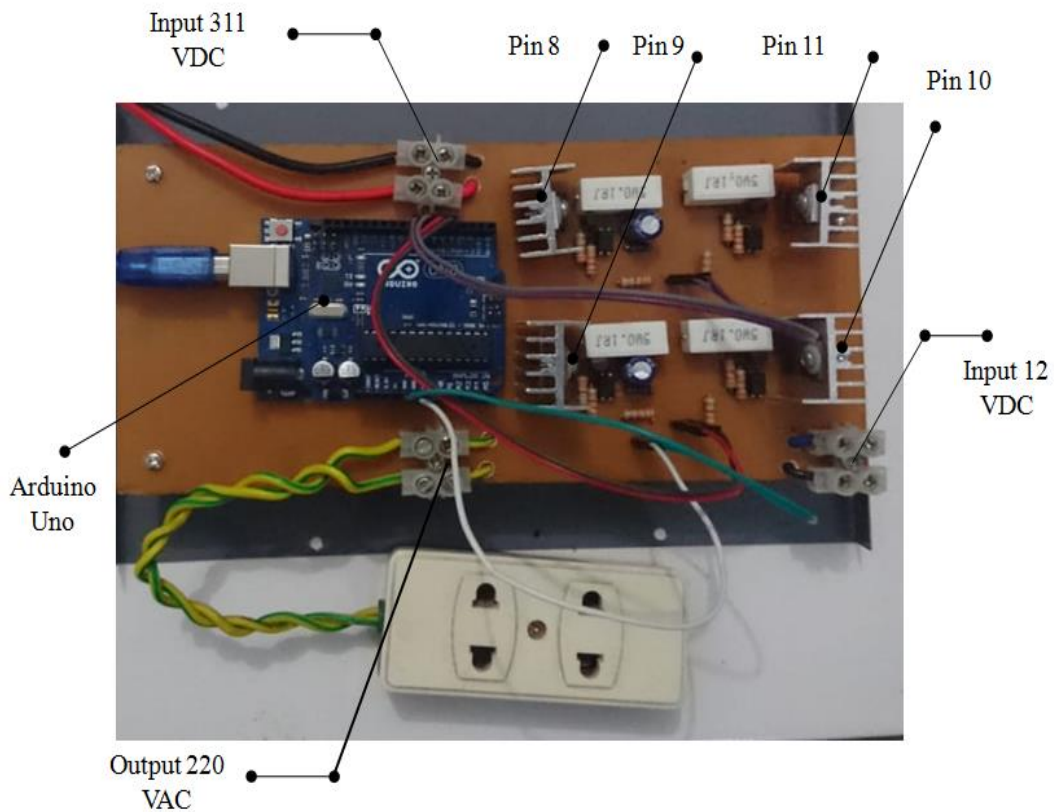
Setelah melakukan pendesainan rangkaian pada *software proteus*. Langkah selanjutnya ialah melakukan desain grafis *layout PCB* sebagai media penggabungan komponen-komponen *inverter* sehingga dapat dirangkai menjadi satu kesatuan [11]. Berikut hasil desain *layout PCB inverter 1 Fasa*.



Gambar 3. *Desain Rangkaian Layout PCB*

**2.3 Desain Rangkaian Inverter Hybrid 1 Fasa**

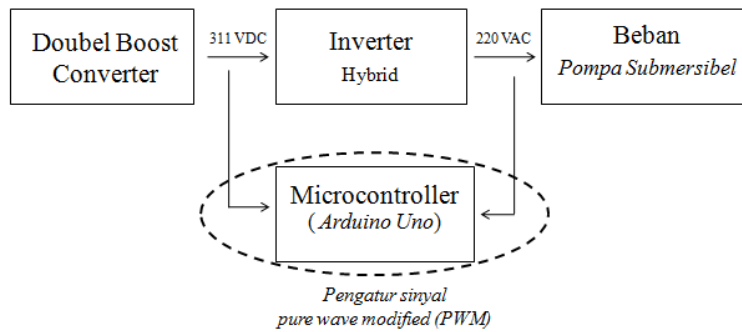
Hasil Perancangan *Inverter 1 Fasa Pada Pompa Submersibel Menggunakan Sumber Hybrid Solar Cell Dan Microhydro* menggunakan *microcontroller Arduino Uno* sebagai penyalan sinyal PWM ditampilkan pada Gambar 4.



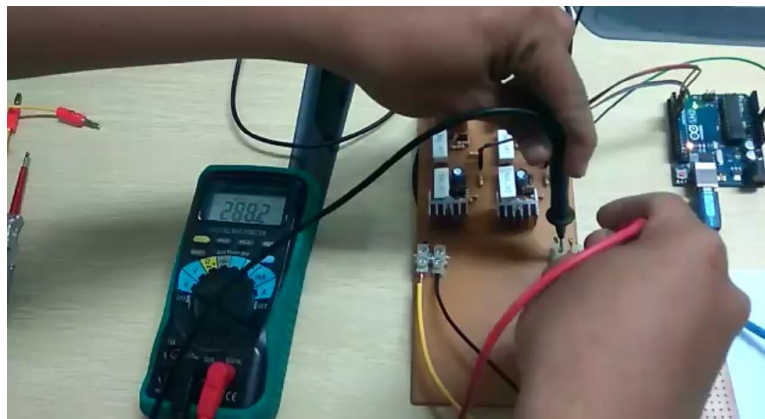
Gambar 4. *Desain Rangkaian Inverter 1 Fasa*

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

*Inverter* pada penelitian ini menggunakan sumber dari tegangan *output double boost converter*. Diagram pengujianya adalah:

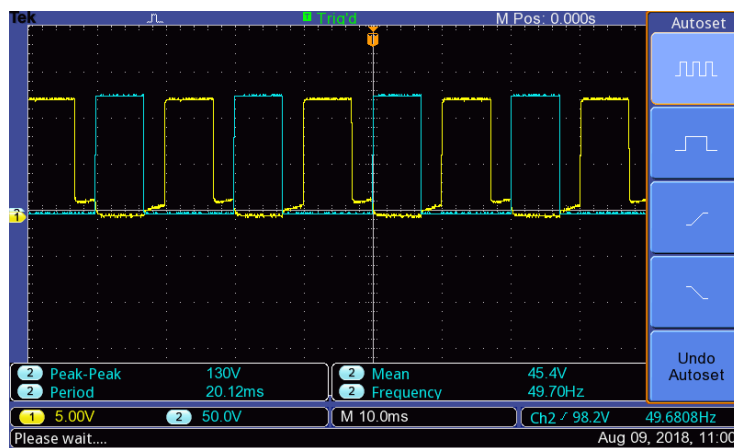


Gambar 5. Diagram pengujian Rangkaian *Inverter*



Gambar 6. Respon kecepatan Ziegler Nichols – PI Controller

Pada hasil pengujian pada Gambar 6 dapat terlihat bahwa nilai tegangan *output* yang keluar pada rangkaian mencapai 288 VAC. Dalam hal ini tegangan tersebut sudah mampu diberikan beban.



Gambar 7. Gelombang *Output Inverter*

Pada Gambar 7 adalah hasil dari gelombang *output inverter* yang tertampil pada osiloskop berbentuk gelombang kotak dengan frekuensi sebesar 49.70 Hz dan memiliki nilai periode sebesar 20.12 ms.



Tabel 1. Hasil Pengukuran Inverter dengan Beberapa Beban

| No | Beban            | Sumber Tegangan Input        | Vin (VDC) | Iout (A) | Vout (VAC) | Daya Semu (VA) |
|----|------------------|------------------------------|-----------|----------|------------|----------------|
| 1  | Tanpa Beban      | Double Boost Converter       | 316       | 0        | 288.1      | 0              |
| 2  | Lampu LHE 20 W   | Double Boost Converter       | 316       | 0.08     | 223.4      | 17.87          |
| 3  | Lampu Pijar 12 W | Double Boost Converter       | 316       | 0.08     | 225.4      | 18.03          |
| 4  | Lampu Led 15 W   | Double Boost Converter       | 316       | 0.10     | 210.3      | 21.03          |
| 5  | Kipas Angin 15 W | Double Boost Converter       | 316       | 0.10     | 211        | 21.10          |
| 6  | Kipas Angin 15 W | Listrik PLN yang disearahkan | 301       | 0.08     | 285.7      | 22.86          |
| 7  | Gerinda 250 W    | Listrik PLN yang disearahkan | 301       | 1.25     | 214        | 267.5          |

Pada tabel 1. *Inverter* ini mampu menghasilkan tegangan *output* sebesar 288,1 volt AC dengan *input* tegangan dari *double boost converter* 316 volt DC. Pada tabel pengujian, *inverter* mendapatkan *supply* tegangan *input* dari dua buah sumber yang berbeda yaitu dari sumber listrik PLN yang disearahkan dan langsung dari *double boost converter*. Ketika *inverter* dicoba dibebani satu buah mesin gerinda dengan kapasitas daya sebesar 250watt tegangan *output* yang dihasilkan sebesar 214volt AC dengan arus sekitar 1.25A.

#### 4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini didapatkan hasil dan pembahasan dari pengujian yang telah dilakukan dan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Tegangan *output* yang dihasilkan dari rangkaian *double boost converter* sebesar 316 volt DC.
2. Tegangan *output* yang dihasilkan dari pengujian rangkaian pembagi tegangan *double boost converter* sesuai dengan perancangan yaitu sebesar 5 volt DC.
3. *Inverter 1 Fasa Full Bridge* yang dirancang dalam Penelitian yang telah dilakukan dan diuji ini mampu menghasilkan tegangan *output* sebesar 288.1 VAC frekuensi 49.70 Hz dengan *supply input* dari *output double boost converter* sebesar 316 VDC.
4. Tegangan *output* yang dihasilkan *inverter* bergantung pada tegangan *output* yang dihasilkan *double boost converter*.
5. Gelombang keluaran dari *inverter* berbentuk gelombang kotak sehingga tidak cocok diberi beban seperti motor.
6. Semakin besar daya beban yang digunakan maka semakin drop tegangan yang dihasilkan *inverter* dan *double boost converter*.

#### REFERENSI

- [1] K. Khumaira and D. Puspita Eka, "Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Partisipasi Petani Terhadap Program Asuransi Usaha Tani Padi (Autp) Di Kecamatan Sukamakmur," *Agrifo*, vol. 04, no. 1, pp. 59–65, 2019.
- [2] D. N. Prakoso, "Estimasi Nilai Parameter Photovoltaic dengan Algoritma Numerik Menggunakan Software Psim," *Briliant J. Ris. dan Konseptual*, vol. 6, no. 2, pp. 429–444, 2021.
- [3] D. N. Prakoso, A. Affandi, M. Arrijal, R. Abdurrahman, and N. A. Windarko, "Perbandingan Metode MPPT Incremental Conductance Incremental Resistance dan Hill Climbing dengan PSIM," *Jetri J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 17, no. 2, p. 175, 2020.
- [4] R. T. Jurnal, "Implementasi Logika Fuzzy Untuk Sistem Otomatisasi Pengaturan Pengisian Baterai Pembangkit Listrik Tenaga Surya," *Energi & Kelistrikan*, vol. 9, no. 2, pp. 111–119, 2018.
- [5] A. N. Sibarani, "Studi Analisis Perubahan Putaran Motor Induksi Satu Fasa Akibat Output Plts Aplikasi Kipas Angin," 2020.
- [6] S. N. Hutagalung and M. Panjaitan, "Protype Rangkaian Inverter Dc Ke AC 900 Watt," *J. Pelita Inform.*, vol. 6, no. 1, p. 64, 2017.

- 
- [7] M. Suyanto, S. Subandi, S. Syafriyudin, and I. Mubarak, "Sistem Pengujian Tegangan Boost Converter Pada Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTH) Picohydro Kapasitas Rendah," *J. Electr. Power Control Autom.*, vol. 3, no. 1, p. 8, 2020.
- [8] M. N. HABIBI, D. N. PRAKOSO, N. A. WINDARKO, and A. TIAHJONO, "Perbaikan MPPT Incremental Conductance menggunakan ANN pada Berbayang Sebagian dengan Hubungan Paralel," *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 8, no. 3, p. 546, 2020.
- [9] N. Desiwantiyani, "Rancang Bangun Inverter SPWM," *Ranc. Bangun Invert. SPWM*, pp. 1–45, 2018.
- [10] L. W. Cahyadi, T. Andromeda, and M. Facta, "Kinerja Konverter Arus Searah Tipe Buck Converter Dengan Umpan Balik Tegangan Berbasis TL494," *Transient*, vol. 6, p. 7, 2017.
- [11] A. Wijayanto, K. Karim, and S. Pradana, "Rancang Bangun Modul Praktikum Penggunaan Fotovoltaik," *PoliGrid*, vol. 1, no. 2, p. 39, 2020.