

# RANCANG BANGUN *SMART* INVERTER DAN ATS TENAGA PANEL SURYA BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IoT)

Affan Bachri<sup>a,1\*</sup>, Arief Budi Laksono<sup>a,2)</sup>, Ahmad Mukorrobin A<sup>a,3)</sup>

<sup>a</sup>Prodi Teknik Elektro Universitas Islam Lamongan, Jl.Veteran 53A Lamongan Jawa Timur, Telp 081554051084

<sup>1</sup> affanbachri@unisla.ac.id; <sup>2</sup> ariefbl@unisla.ac.id; <sup>3</sup> ahmadmuqorrobin005@gmail.com

\* Penulis Korespondensi

## INFO ARTIKEL

### Histori Artikel

pengajuan 2023-09-26  
diperbaiki 2023-10-24  
diterima 2023-12-20

### Kata Kunci

Esp8266, IoT, Pzem004t,  
Inverter, ATS

## ABSTRAK

Penelitian ini dilatar belakangi dengan kemajuan elektronika yang sangat pesat, oleh karena itu pemanfaatan banyak jenis sumber energi yang terbaru saat ini mulai banyak diterapkan untuk memenuhi kebutuhan listrik rangkaiana setiap hari seperti pemanfaatan energi dari matahari yang kemudian dikonversi menjadi tegangan AC menggunakan inverter agar dapat digunakan untuk peralatan elektronik, di Indonesia saat ini seluruh kebutuhan listrik masih mengandalkan pasokan dari (PLN) Persero, maka ketika terjadi pemadaman listrik dari PLN tentunya akan sangat mengganggu aktivitas, karena hampir seluruh kegiatan rangkaiana bergantung dengan listrik. Inverter pada penelitian ini menggunakan PWM egs002 sebagai sumber pwm sinus murni dengan rangkaian empat buah mosfet tipe N chanel FDP047N10 sebagai pengubah tegangan 12VDC menjadi 8VAC yang di step up menggunakan trafo sehingga tegangan output menjadi 220VAC, inverter ini dapat di kendalikan serta dimonitoring melalui smartphone dengan aplikasi blynk yang dikoneksikan pada mikrokontroler ESP8266 dan sensor PZEM004t yang sudah terintegrasi rangkaiannya dengan inverter dan ATS, sedangkan untuk otomatis perpindahan dari PLN atau inverter penulis menggunakan relay MK3 220VAC sebagai *automatic transfer switch* (ATS). Prinsip kerja alat ini yakni tegangan baterai 12VDC masuk board inverter dan di *switching* oleh mosfet lalu tegangan akan keluar menjadi 8VAC, setelah itu tegangan dinaikkan menggunakan trafo step up menjadi 220VAC. Juga ditambahkan sensor pzem 004 dan mikrokontroler esp8266 sehingga dapat membaca tegangan, arus, daya, frekuensi, dan power faktor yang ditampilkan pada LCD dan smartphone.

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

## 1. Pendahuluan

Sejalan dengan kemajuan elektronika yang sangat pesat, maka perkembangan akan listrik sebagai sumber energi pun semakin berkembang. Dan juga karena energi listrik merupakan bentuk energi yang paling fleksibel dan murah untuk dipergunakan oleh semua pihak. Oleh karena itu pemanfaatan banyak jenis sumber energi termasuk sumber-sumber energi yang terbaru saat ini mulai banyak diterapkan untuk memenuhi kebutuhan listrik rangkaiana setiap hari, contoh seperti pemanfaatan energi dari matahari, pembangkit tenaga air

,pembangrangkaian tenaga bayu dan lain sebagainya, sedangkan dalam sistem pembangrangkaian listrik tenaga panel surya yaitu pertama yang mana tegangan dc yang berasal dari solar cell di simpan terlebih dahulu dalam baterai terlebih dahulu dikonversi ke dalam energi listrik sebelum dimanfaatkan oleh pengguna, lalu dikonversi menjadi tegangan ac agar dapat digunakan untuk peralatan elektronik.[1]

Di Indonesia , saat ini seluruh kebutuhan listrik masih mengandalkan pasokan dari PT Perusahaan Listrik Negara (PLN) Persero, yang mana merupakan sebuah BUMN tunggal yang mengurus semua aspek kelistrikan yang ada di Indonesia. PLN merupakan satu-satunya perusahaan penjual jasa listrik di Indonesia. Semua masyarakat Indonesia pun tentunya telah merasakan hasil kerja dari PLN, terutama melalui pasokan listrik yang mengalir setiap rumah-rumah tangga. Sehingga kedepanya sumber energi baru terbarukan tentunya akan sangat berpengaruh untuk menyongsong kebutuhan listrik yang ada di Indonesia khususnya,[2] seperti contoh yang sudah rangkaianana jumpai di tepi jalan yaitu PJU tenaga panel surya.

Disamping itu terkadang kendala yang terjadi dilapangan akan ada beberapa keluhan ketika terjadi pemadaman listrik dari PLN yang tentunya akan sangat mengganggu aktivitas, karena di zaman yang modern ini hampir seluruh kegiatan rangkaianana bergantung dengan listrik ,mulai dari charger hp ,memasak nasi,bekerja dan lain sebagainya. Oleh karena itu untuk mengatasi masalah tersebut perlu digunakan alat yang dapat membackup listrik dirumah rangkaianana saat terjadi pemadaman PLN agar tidak mengganggu kegiatan rangkaianana yang bersifat membutuhkan energi listrik dalam kehidupan sehari-hari. Inverter ini sangat sesuai sebagai penyedia listrik cadangan baik di kendaraan maupun dirumah sebagai emergency power saat aliran listrik rumah atau yang lain padam. Maka agar inverter dapat bekerja secara optimal dan menjadi otomatis maka pada penelitian ini akan menggunakan EGS002 sebagai sumber pwm inverter yang sinus dan akan dikolaborasikan dengan modul ESP8266 sebagai mikrokontroler iot agar perangkat inverter dapat dikoneksikan dengan smartphone sehingga pengguna dapat lebih mudah ketika ingin mengetahui kondisi dan performa kinerja dari inverter tersebut [3].

Dalam penelitian ini terdapat berbagai prototipe yang terdiri dari perangkat keras (*Hardware*) dan perangkat lunak (*Software*), perangkat tersebut meliputi perangkat tersebut meliputi arduino uno, rangkaian inverter, trafo step up, MCB, module relay, baterai dan lain-lain.[4] Esp8266 mempunyai peran yang sangat penting yaitu sebagai pengontrol atau pengendali dari berbagai komponen yang terdapat pada suatu alat ini. Rangkaian inverter sebagai modul *switching* trafo step up. MCB digunakan sebagai proteksi ketika terjadi hubung singkat.Module relay sebagai kontak antara arduino dan rangkaian inverter. baterai berfungsi untuk tempat penyimpanan energi yang nantinya digunakan untuk mensuplai modul dan menyuplai listrik cadangan [5].

## 2. Metode penelitian

### 2.1 Tahap Studi Pustaka

Studi pustaka ini diambil dari beberapa referensi seperti dari jurnal-jurnal dan beberapa buku yang digunakan sebagai dasar untuk mengolah data yang ada.

Studi pustaka tugas akhir ini meliputi hal-hal sebagai berikut:

- a. Studi sistem mikrokontroler ESP8266
- b. Studi sistem LCD
- c. Studi sistem I2C serial interface
- d. Studi sistem inverter
- e. Studi sistem MCB
- f. Studi sistem baterai

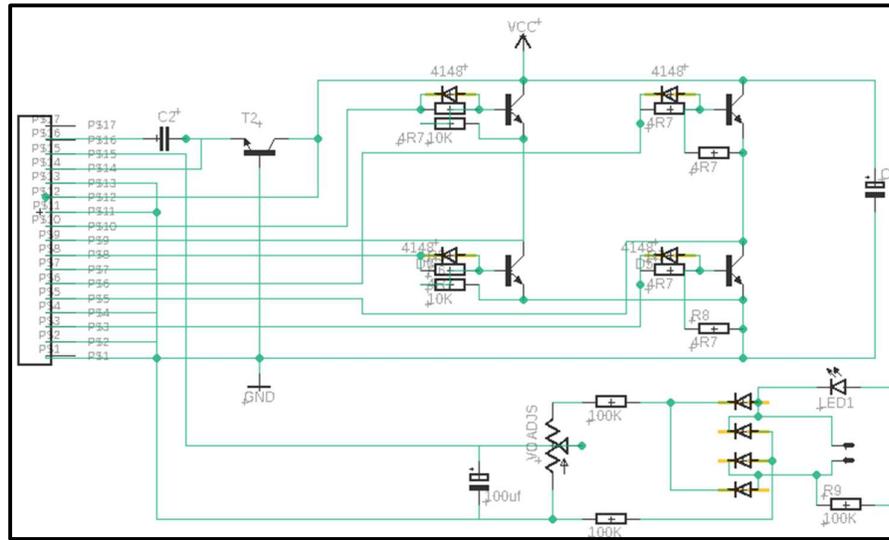
Affan Bachri<sup>1</sup> (*Rancang Bangun Smart Inverter Dan Ats Tenaga Panel Surya Berbasis Internet Of Things*

(*Iot*))

- g. Studi sistem trafo step up
- h. Studi sistem relay
- i. Studi sistem pzem-004
- j. Studi sistem SCC
- k. Studi sistem panel surya

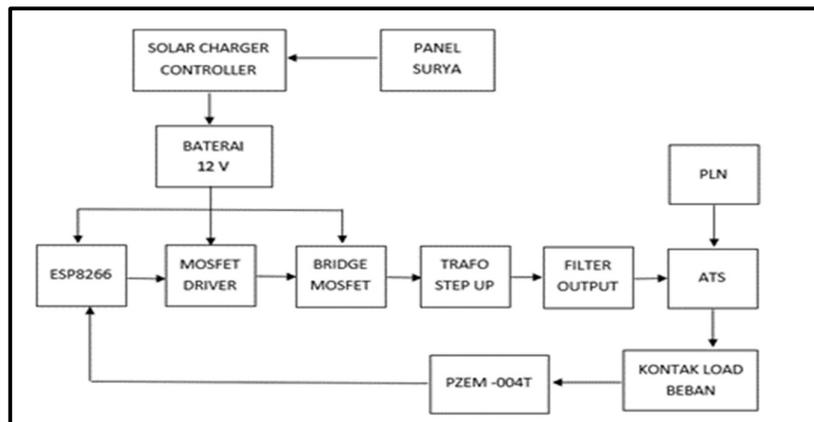
## 2.2 perancangan

Perencanaan pembuatan alat ini disesuaikan dengan fungsi komponen-komponen yang akan digunakan sehingga siap untuk direalisasikan.[6]



Gambar 1. Skema Inverter

Pada gambar 1 dapat dilihat ,rangkaiannya inverter dengan menggunakan modul egs002 yang mana merupakan sumber pwm dengan sinyal yang sinus seperti yang dihasilkan oleh PLN .Pada rangkaian diatas inverter menggunakan topologi fullbridge mosfet tipe N channel dengan di bekali feedback input sehingga tegangan output inverter dapat diatur dengan range tegangan antara 180vac-240vac .



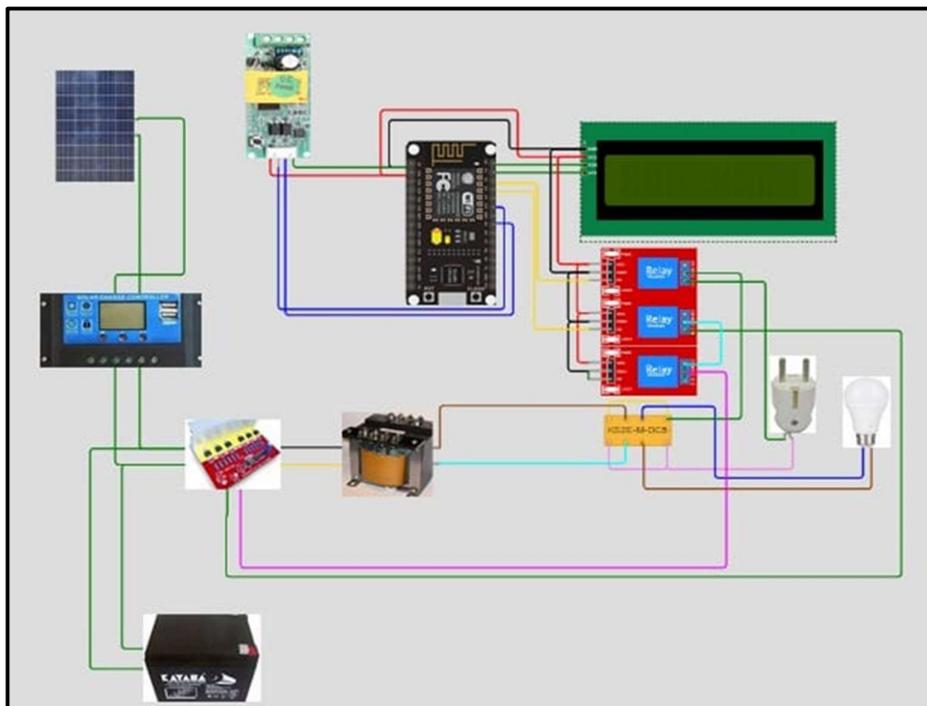
Gambar 2. Blok Diagram Sistem

Fungsi setiap blok adalah sebagai berikut :

Baterai	: Sebagai suplay utama pada perangkat dan juga penyimpan energi listrik dari panel surya.
Esp8266	: Sebagai mikrokontroler juga agar perangkat dapat dikoneksikan dengan smartphome.
Pzem-004	: Sebagai sensor tegangan, arus, frekuensi, dan daya.
Mosfet driver	: Sebagai modul yang digunakan untuk mendrive mosfet.
Bridge mosfet	: Rangkaian mosfet yang akan diumpankan ke trafo.
Trafo step up	: Sebagai penaik tegangan.
Filter output	: Sebagai filter tegangan dari frekuensi liar.
ATS	: Sebagai otomatis transfer antara input PLN dan Inverter.
Panel surya	: Sebagai penghasil listrik tenaga matahari.
Modul SCC	: Sebagai pengontrol tegangan dari panel ke baterai agar tidak terjadi overcharger dan lain sebagainya.
Baterai	: Sebagai penyimpan energi dari panel surya.

### 2.3 Integrasi sistem

Mengintegrasikan perangkat penyusun sistem yang sudah dirancang, yaitu perangkat keras dan perangkat lunak menjadi sistem keseluruhan agar dapat dijalankan.[7]



**Gambar 3.** Skema Rangkaian Keseluruhan

Pada gambar 3 diatas merupakan rangkaian keseluruhan dari rancangan inverter, energi yang semula dari matahari dikonversi menggunakan panel surya, lalu daya yang dihasilkan disimpan pada baterai yang selanjutnya dinaikkan menggunakan inverter dari tegangan 12VDC menjadi 220VAC adapun beberapa pin yang digunakan antar perangkat yaitu sebagai berikut.

**Tabel 1.** Koneksi Antara Pin LCD Dengan Esp8266

Pin LCD	Pin Esp8266
VCC	5V
GND	GND
SDA	D1
SCL	D2

LCD menggunakan tegangan suplay sebesar 5VDC yang di ambil dari Esp8266, pin SDA dihubungkan D1 ESP dan pin scl dihubungkan D2 ESP.

**Tabel 2.** Koneksi Antara Pin Pzem004 Dengan Esp8266

Pin Pzem 004	Pin NodeMCU
VCC	V in / VV
GND	GND
RX	D5
TX	D7

Pzem004 menggunakan tegangan suplay sebesar 5VDC yang di ambil dari Esp8266, pin RX dihubungkan D5 ESP dan pin TX dihubungkan D7 ESP.

**Tabel 3.** Koneksi Antara Pin Relay Dengan Esp8266

Pin Relay	Pin Esp8266
IN1	Modul SCC
IN2	GND
IN3	D0
IN4	D4

Relay menggunakan tegangan suplay sebesar 5VDC yang di ambil dari Esp8266, IN3 dihubungkan D0 ESP dan IN4 dihubungkan D4 ESP, sedangkan IN2 dihubungkan ke GND dan IN1 dihubungkan out SCC.

Pada dasarnya inverter merupakan sebuah perangkat yang bekerja menggunakan sistem pensaklaran atau switching, maka agar bisa untuk men-switching guna menginduksi transformer agar dapat menaikkan tegangan maka diperlukan rangkaian pwm dan beberapa mosfet.[8]

Sedangkan dalam penelitan kali ini peneliti menggunakan modul egs 002 sebagai pwm utama karena pada modul tersebut sinyal pwm yang dihasilkan berupa gelombang sinus murni bukan gelombang modifikasi ataupun gelombang kotak. Untuk lebih jelasnya dapat di lihat pada gambar.

## 2.4 Tahap pengujian dan analisa sistem

Menguji sistem yang telah terintegrasi secara menyeluruh untuk selanjutnya dilakukan analisa sesuai dengan fungsinya.

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui masing-masing rangkaian dapat bekerja secara optimal, oleh karena itu sangatlah penting dilakukan pengujian rangkaian, meliputi :

1. Pengujian Modul Nodemcu Esp8266
2. Pengujian *Inverter*
3. Pengujian *Trafo Step Up*
4. Pengujian Baterai
5. Pengujian Rangkaian Panel Surya

### 3. Hasil dan Analisis

Pada bab ini akan dibahas terkait pengujian dari perancangan sistem yang telah dibuat, pengujian sendiri bertujuan untuk mengetahui kinerja dari alat yang telah dibuat, pada pengujian disini dilakukan dengan cara terpisah antara satu komponen dengan komponen lainnya kemudian baru dilanjutkan dengan pengujian keseluruhan. Adapun pengujian yang dilakukan antara lain yaitu:

#### a) Pengujian Mikrokontroler Esp8266

Pengujian ESP8266 bertujuan untuk mengetahui apakah modul tersebut dapat bekerja dengan normal serta pin-pin yang ada pada modul dapat digunakan, cara pengujian disini yaitu dengan menggunakan led ,dengan menghubungkan pin led D8 dan GND lalu modul esp di beri program melalui arduino ide, dari hasil pengujian disini dapat dilihat bahwa led menyala mengikuti program yang diberikan yang artinya modul esp dapat berfungsi sebagaimana mestinya.

#### b) Pengujian LCD

Pengujian LCD bertujuan untuk mengetahui apakah dapat berfungsi dengan normal saat menampilkan karakter yang sudah diprogram pada mikrokontroler. Cara pengujiannya disini yaitu dengan menghubungkan modul lcd yang sudah include modul I2c pada Nodemcu esp8266

#### c) Pengujian Inverter

Pengujian inverter bertujuan untuk mengetahui apakah inverter dapat bekerja sebagaimana mestinya . Cara pengujian disini yaitu menghubungkan modul inverter dengan baterai 12 VDC, setelah tegangan masuk maka modul dan pwm akan menyala lalu pwm akan mengaktifkan 4 buah mosfet untuk menswitchng sehingga apabila diukur pada out A dan B akan terbaca tegangan sekitar 8 VAC dengan frekuensi 50 Hz.Lalu tegangan tersebut yang nantinya akan diumpankan ke trafo step up agar tegangan dapat di naikkan.

#### d) Pengujian MCB

Pengujian mcb dc dilakukan dengan tujuan agar dapat mengetahui apakah mcb dapat terhubung atau tidak saat saklar dinyalakan ,begitupun juga dengan fungsinya yaitu apakah mcb dapat memutuskan kontak ketika terjadi arus lebih pada beban ataupun saat terjadi short.Teknik pengujian dilakukan dengan cara menggunakan beban lampu bohlam motor.

#### e) Pengujian Baterai

Pada project kali ini penulis menggunakan jenis baterai kering VRLA (Valve Regulated Lead Acid) karena baterai ini lebih efisien digunakan sebagai sumber energi inverter juga dikarenakan dapat dikuras tenaganya hingga 50% dari kapasitasnya yang mana tentu beda dengan jenis baterai basah seperti aki pada kendaraan.

#### f) Pengujian Trafo Step Up

Trafo step up merupakan komponen yang digunakan untuk menaikkan tegangan ,cara pengujiannya yaitu dengan menghubungkan kumparan primer trafo pada modul inverter yang mana pada kumparan ini apabila nantinya akan kemasukan tegangan sekitar 8 volt AC , kemudian cek tegangan output pada kumparan sekunder trafo.

#### g) Pengujian Relay

Pengujian relay disini bertujuan untuk mengetahui apakah kontak relay dapat berfungsi dengan baik untuk memutus dan menghubungkan arus listrik. Seperti dapat dilihat pada gambar dibawah ,terdapat beberapa relay yang masing-masing digunakan untuk kontak listrik PLN ke relay ATS,kontak inverter on off,dan kontak limiter baterai saat tegangan di bawah 11 volt DC untuk menghindari kerusakan, pada penelitian ini relay yang digunakan jenis aktif low.

#### **h) Pengujian Modul Pzem 004t**

Pada pengujian sensor pzem disini perangkat sudah terkoneksi dengan sumber listrik dari inverter dan PLN sehingga kita dapat mengetahui keakuratan hasil output sensor tersebut.

#### **i) Pengujian Solar Charger Controller**

Pengujian solar charger disini ditujukan untuk mengetahui bagaimana efisiensi dan kinerja dari solar charger tersebut,juga akan penulis jelaskan bagaimana cara untuk setting tegangan,jenis baterai,serta batas atas dan batas bawah dari output solar charger.

#### **j) Pengujian Solar Cell**

Pengujian pada solar cell bertujuan untuk mengetahui kemampuan daya pengisiannya pada baterai, selain itu juga untuk mengetahui apakah panel surya dapat mengeluarkan daya sesuai dengan kapasitas yang tertera pada spesifikasinya. Sedangkan untuk penelitian kali ini daya panel surya yang digunakan yaitu sebesar 20 WP (Watt Peak) yaitu yang mana pada saat pada cuaca terik panel ini dapat mengkonversi energi matahari sampai dengan 20 watt peak menurut spesifikasi yang tertulis pada datasheet panel dari pabrik pembuatnya.

#### **k) Pengujian Blynk**

Pada Bagian ini juga dilakukan pengujian blynk ditujukan untuk mengetahui apakah blynk dapat terkoneksi dengan sempurna dengan perangkat selain itu juga untuk mengetahui apakah fungsi dari tiap-tiap menu dapat beroperasi dengan baik.

### **3.1 Pengujian Rangkaian Keseluruhan**

Pada tahap pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja alat secara keseluruhan mulai dari panel surya ,solar charger, baterai, inverter hingga pada perangkat mikrokontroler yang dapat memberikan informasi melalui aplikasi blynk.Selain dapat di kontrol manual melalui smartphone inverter ini juga dapat bekerja otomatis membackup listrik secara otomatis ketika terjadi pemadaman PLN ,dan disini juga yang menjadi letak smart dari inverter ini.

Pengujian dilakukan dengan cara menyalakan perangkat inverter melalui solar charger lalu mengkoneksikan ke smartphone melalui aplikasi blynk[9] , lalu pada aplikasi blynk akan ditampilkan saklar sebagai pemindah sumber listrik antara PLN atau inverter juga ditampilkan beberapa menu seperti ,voltase,arus,frekuensi,daya ,power faktor,dan energi.

Pada saat pengujian antara listrik dari inverter dan PLN terjadi perbedaan hasil watt yang di tampilkan, hal ini terjadi dikarenakan adanya perbedaan voltase dari kedua sumber tersebut, untuk listrik PLN biasanya tegangan berkisar serangkaianar 230 VAC tanpa drop dengan beban pengujian menggunakan lampu led , sedangkan untuk tegangan dari inverter sekitar 223 VAC tergantung dari input baterai dan beban.

Hasil dari pengujian sistem kerja, rangkaian inveter ini dapat menghasilkan daya sebesar 60 Watt pada bagian VAC atau output dari inverter tersebut, sehingga ketika beban terbaca lebih dari 60 watt maka rangkaian akan memproteksi dan restart untuk mencegah terjadinya over load.



**Gambar 4.** Tampilan Pengujian Pada LCD

**Tabel 4.** Koneksi Blynk

Jarak	Keadaan
10 Meter	Terhubung
15 Meter	Terhubung
23 Meter	Terhubung
30 Meter	Terputus



**Gambar 5.** Pengujian Blynk Pada Smartphone

Pada saat percobaan koneksi yang digunakan memakai hotspot dari smartphone maka jangkauan yang di capai tidak begitu luas seperti yang tertera pada saat jaringan terputus maka koneksi antara blynk dan esp tidak akan berjalan sehingga inverter akan bekerja tanpa sinyal. Namun pada project ini inverter tetap dapat berjalan otomatis ketika tidak terhubung dengan internet dan akan kembali bekerja seperti semula ketika sinyal internet sudah ada kembali.[10].

**Tabel 5.** Pengujian Trafo

<b>Beban Terbaca</b>	<b>Tegangan Output</b>	<b>Tegangan Input</b>	<b>Frekuensi</b>
0 Watt	225 VAC	7,9 VAC	50Hz
7 Watt	225 VAC	7,9 VAC	50Hz
20 Watt	219 VAC	7,8VAC	50Hz
25 Watt	213 VAC	7,7 VAC	50Hz

Pada pengujian trafo disini akan dicek tegangan keluaran yang dihasilkan ,yang mana pada trafo step up normal tegangan keluaran harus lebih besar dari tegangan input. Sedangkan untuk untuk range tegangan output pada trafo ini dapat di atur mulai dari 190VAC sampai dengan 240 VAC ,namun pada umumnya tegangan listrik standart di indonesia berkisan antara 220v sampai 230v.[11]

**4.Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pembahasan dan pengujian dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:  
 :

- a) Smart inverter IoT ini hampir sama dengan pembuatan inverter pada umumnya. tegangan semula dari baterai 12VDC lalu diproses pada board inverter beserta PWM egs002, setelah keluar dari board inverter tegangan menjadi 8VAC lalu diteruskan ke trafo step up menjadi 220VAC, ditambahkan mikrokontroler ESP8266 supaya bisa terhubung ke smartphone pengguna. Dilengkapi charger baterai menggunakan panel surya yang dilengkapi dengan *solar charger controller* 10A.
- b) Prinsip kerja alat ini yakni tegangan baterai 12VDC masuk board inverter dan di *switching* oleh mosfet lalu tegangan akan keluar menjadi 8VAC , setelah itu tegangan dinaikkan menggunakan trafo step up menjadi 220VAC . Juga ditambahkan sensor pzem 004 dan mikrokontroler esp8266 sehingga dapat membaca tegangan, arus, daya, frekuensi, dan power faktor yang ditampilkan pada LCD dan smartphone. Pada pengujian arus terdapat selisih 0,01A antara modul pzem dengan avometer digital dengan nilai (error) 0,08%, pengujian tegangan terdapat selisih 3 Vac antara avometer dengan pzem dengan nilai (error) 0,43%

**Pengakuan dan Penghargaan**

Penelitian ini didukung oleh Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Islam Lamongan.

**References**

- [1] E. Widarti, E. C. Nugroho, R. Herawati, and M. N. Ma’arif, “Inverter Pure Sinus sebagai Pengganti Genset Berbasis IoT,” *Go Infotech J. Ilm. STMIK AUB*, vol. 27, no. 2, pp. 177–184, 2021, doi: 10.36309/goi.v27i2.155.
- [2] Z. Abidin, “Analisis Dan Efisiensi Daya Instalasi Penerangan Jalan Umum Menggunakan Solar Cell di Kabupaten Lamongan,” *J. Elektro*, vol. 2, no. 2, p. 7, 2017, doi: 10.30736/je.v2i2.80.
- [3] A. M. Iksan, “Rancang Bangun Inverter Dc Ke Ac Satu Fasa Mode Push Pull Berbasis Arduino “ *J. Teknologi Listrik, Fakultas Vokasi, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya*.
- [4] M. K. M. Nuzuluddin, M.Pd., Muhammad Iman Darmawan, M.Si., M.Pd., Hadian Mandala Putra, *Dasar Internet of Things (Mahir IoT dengan ESP8266)*. CV Jejak (Jejak Publisher),

2022. [Online]. Available:  
[https://www.google.co.id/books/edition/Dasar\\_Internet\\_of\\_Things\\_Mahir\\_IoT\\_denga/2p6mEAAAQBAJ?hl=id&gbpv=0](https://www.google.co.id/books/edition/Dasar_Internet_of_Things_Mahir_IoT_denga/2p6mEAAAQBAJ?hl=id&gbpv=0)
- [5] S. Dinasti, M. Luqman, and A. Pracojo, "Pembangkit Sinyal SPWM Berbasis Arduino Uno," *J. Elektron. dan Otomasi Ind.*, vol. 9, no. 1, p. 70, 2022, doi: 10.33795/elk.v9i1.437.
- [6] R. B. P. Simanjuntak, M. Safii, F. Anggraini, S. Sumarno, and I. Gunawan, "Rancang Bangun Inverter Mengubah Arus Listrik DC ke AC Berbasis Arduino Uno," *J. Comput. Syst. Informatics*, vol. 2, no. 4, pp. 295–299, 2021, doi: 10.47065/josyc.v2i4.838.
- [7] A. Asriyadi, A. W. Indrawan, S. Pranoto, A. R. Sultan, and R. Ramadhan, "Rancang Bangun Automatic Transfer Switch (ATS) Pada PLTS dan PLN serta Genset," *J. Teknol. Elekterika*, vol. 13, no. 2, p. 225, 2016, doi: 10.31963/elekterika.v13i2.988.
- [8] Idham A. Djufri, *Transformator*. Deepublish, 2021. [Online]. Available:  
<https://www.google.co.id/books/edition/Transformator/vn9vEAAAQBAJ?hl=id&gbpv=0>
- [9] A. B. L. Majid, Affan Bachri, "Rancang Bangun Implementasi Internet Of Things Sebagai Monitoring," pp. 1–5.
- [10] Balamurugan Balusamy, Jens Bo Holm-Nielsen, Ed., *Smart Grids and Internet of Things An Energy Perspective*. wiley, 2023.
- [11] M. Ruinaldi Pratama, A. Bachri, and U. Ilmi, "Rancang Bangun Alat Pembaca Kwh Meter Berbasis Arduino Uno Dan Kirim Data Via Internet Of Things," *Semin. Nas. Fortei Reg.*, pp. 1–7, 2020.



Affan Bachri lahir di Kota Lamongan, 14 Juli 1981. memperoleh gelar Sarjana dari Universitas Brawijaya pada 2006, Magister dari Universitas Adhitama Surabaya, Indonesia pada 2015, Saat ini, ia bekerja di Teknik Elektro, Universitas Islam Lamongan Dosen dan Peneliti. Minat penelitiannya adalah Elektronika, Sistem embedded, dan IoT.

Alamat Email: [affanbachri@unisla.ac.id](mailto:affanbachri@unisla.ac.id)



Arif Budi Laksono lahir di Kota Lamongan, 12 Februari 1977. memperoleh gelar Sarjana 2002 dan Magister 2011 dari Universitas Adhitama Surabaya. Saat ini, ia bekerja di Teknik Elektro, Universitas Islam Lamongan Dosen dan Peneliti. Minat penelitiannya adalah Sistem tenaga, Pembangkitan Daya Listrik dan energi alternatif.

Alamat Email: [ariefbl@unisla.ac.id](mailto:ariefbl@unisla.ac.id)



Ahmad Mukorrobin Abdillah lahir di Kota Lamongan, 08 April 2001. memperoleh gelar Sarjana dari Universitas Islam Lamongan pada 2023. Minat penelitiannya adalah Elektronika, Sistem embedded, dan IoT.

Alamat Email: [ahmadmuqorrobin005@gmail.com](mailto:ahmadmuqorrobin005@gmail.com)