

IMPLEMENTASI PENGEMBANGAN INVERTER *PURE SINE WAVE* DENGAN TEKNIK PENGUAT AKHIR *H-BRIDGE*

Jonathan Yordania Pratna¹, Heri Kusnadi²

^{1,2} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang

^{1,2} Jl. Puspitek, Buaran, Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15310, Indonesia

¹ jonathanyordania08@gmail.com

² dosen00931@unpam.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 05-05-2023
revisi : 23-06-2023
diterima : 25-06-2023
dipublish : 30-06-2023

ABSTRAK

Rangkaian H-Bridge bekerja dengan mengatur kombinasi sakelar yang diaktifkan. Salah satu sakelar yang umum digunakan adalah Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor (MOSFET) berfungsi sebagai komponen penyakelaran dengan cepat dan tidak menyebabkan gangguan arus. Penelitian sistem di monitor menggunakan Internet of Things (IoT) yang digunakan untuk mengaktifkan dan menon-aktifkan Inverter. Pada WEB akan menampilkan keterangan besar nilai arus dan tegangan yang didapat oleh arduino nano pada sensor, kemudian nodeMCU mengirim data pada platform tersebut difungsikan sebagai media monitor dari jarak jauh dengan bantuan koneksi internet. Tujuan Penelitian Mengetahui kapasitas inverter satu fasa dengan pensaklaran PWM bipolar melalui program mikrokontroler NodeMCU berbasis Internet of Things (IoT). Mengetahui hasil keluaran gelombang sinus murni dengan frekuensi dasar 50 Hz Dan Menganalisa efisiensi inverter pure sine wave (PSW) pada variasi beban lampu kapasitas 15 W, 20 W dan 40 W. Hasil implementasi dari pengujian inverter PSW menghasilkan tegangan AC 220 V pada frekuensi 49.9 Hz. Serta dari pengukuran dan perhitungan terhadap inverter Pure Sine Wave (PSW) pada beban yang diujikan dapat di simpulkan bahwa inverter PSW memiliki efisiensi dengan rata-rata pada beban resistif sebesar 31,6%, kemudian pada beban induktif inverter PSW memiliki rata-rata 79,7% serta pada beban kapasitif terlihat inverter PSW memiliki efisiensi yang cukup baik dengan rata-rata 60,83%, dan di tampilkan pada LCD berupa informasi yang sama pada WEB.

Kata kunci: Inverter; pure sine wave; H-bridge

ABSTRACT

The H-Bridge circuit works by setting the activated switch combination. One commonly used switch is the Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor (MOSFET) which functions as a fast switching component and does not cause current disturbances. System research is monitored using the Internet of Things (IoT) which is used to activate and deactivate inverters. On the WEB it will display a large description of the current and voltage values obtained by Arduino Nano on the sensor, then nodeMCU sends data on the platform to function as a media monitor remotely with the help Internet connection. Research Objectives To determine the capacity of a single-phase inverter with bipolar PWM switching through the Internet of Things (IoT)-based NodeMCU microcontroller program. To determine the output of a pure sine wave with a fundamental frequency of 50 Hz and to analyze the efficiency of pure sine wave (PSW) inverters on variations in light load capacity of 15, 20 and 40 W. The results of the implementation of the PSW inverter test produced an AC of 220 V at a frequency of 49.9 Hz. As well as from the measurements and calculations of the Pure Sine Wave (PSW) inverter at the tested load it can be concluded that the PSW inverter has an average efficiency at a resistive load of 31.6%, then at an inductive load the PSW inverter has an average of 79, 7% and on a capacitive load it can be seen that the PSW inverter has a fairly good efficiency with an average of 60.83%, and is displayed on the LCD in the form of the same information on the WEB.

Keywords: Inverter, pure sine wave, H-bridge

PENDAHULUAN

Inverter adalah sebuah perangkat yang dapat mengubah tegangan dan arus dari sumber DC (direct current) menjadi tegangan dan arus AC (alternating current), di mana perangkat ini biasa digunakan dalam sistem peralatan rumah tangga. Dalam sistem konversi energi listrik di mana kemampuan perangkat konversi bisa berjalan sesuai dengan keinginan kita, dengan rugi rugi daya yang kecil sehingga bisa lebih efisien dan efektif didalam operasionalnya.

Salah satu konfigurasi inverter yang umum digunakan adalah rangkaian H-Bridge. Inverter dengan rangkaian H-Bridge tidak membutuhkan dioda atau kapasitor penyeimbang tegangan dalam rangkaian dan dapat mengalir untuk mendapatkan tegangan keluaran

bertingkat. Rangkaian H-Bridge bekerja dengan mengatur kombinasi sakelar yang diaktifkan. Salah satu sakelar yang umum digunakan adalah Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor (MOSFET). Keuntungan dari MOSFET sebagai komponen penyakelaran adalah kecepatan penyakelaran cepat dan tidak menyebabkan gangguan arus. Baterai terdiri dari tiga komponen penting, yaitu: batang karbon sebagai katoda, seng (Zn) sebagai anoda, dan pasta sebagai elektrolit (penghantar). Baterai dapat dikatakan sebagai sebuah media yang dapat mengubah energi kimia yang terkandung dalam bahan aktif secara langsung menjadi energi listrik melalui reaksi reduksi dan oksidasi yang terjadi pada elektroda. Baterai banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari, salah satunya pada

jam dinding, remot televisi, senter dan lain-lain (Yanasari dan Refelita, 2017). Penyimpanan daya Pada baterai Yang di Gunakan Adalah baterai 12 V DC. Oleh karena itu diperlukan sebuah alat atau perangkat yang mampu mengubah sumber listrik Arus Dc Menjadi Ac dari baterai tegangan 12 V DC menjadi tegangan 220 V untuk dapat digunakan pada alat-alat elektronik Yang Biasa Di Gunakan Alat Rumah Tangga. Internet of Things (IoT) merupakan suatu konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus. Internet of Things (IoT) bisa dimanfaatkan untuk mengontrol peralatan elektronik yang dapat dioperasikan dari jarak jauh melalui jaringan komputer yang terhubung dengan internet. Tidak dapat dipungkiri kemajuan teknologi yang sedemikian cepat harus bisa dimanfaatkan serta diterapkan dalam kehidupan sehari-hari (Efendi, 2018). IoT bertujuan untuk menghubungkan perangkat satu dengan yang lainnya melalui internet dengan harapan sistem tersebut dapat membantu orang-orang dalam melakukan suatu tugas atau pekerjaan menjadi lebih mudah dan efisien (Hasiholan et al., 2018). H-bridge sebuah perangkat keras berupa Rangkaian yang berfungsi untuk menggerakkan Motor Berdasarkan pada uraian latar belakang yang telah dipaparkan, penulis berencana mengusulkan merancang sebuah inverter satu fasa dengan pensaklaran (switching) PWM bipolar melalui program mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dengan pengembangan konsep Internet of Things (IoT) dan mengaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari yang menghasilkan keluaran pure sine wave dengan frekuensi dasar 50 Hz serta menggunakan metode

penguat akhir H-bridge MOSFET IRF 540N.

TEORI

Baterai atau aki merupakan sebuah sel listrik di manadi dalamnya berlangsung proses elektrokimia yang reversibel (dapat berbalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Inverter merupakan suatu rangkaian atau perangkat elektronika yang dapat mengubah arus listrik searah (DC) ke arus listrik bolak-balik (AC) pada tegangan dan frekuensi yang dibutuhkan sesuai dengan perancangan rangkaiannya. Rangkaian MOSFET *H-Bridge* merupakan konfigurasi penyaklaran dari inverter yang terdiri dari empat sakelar, dalam hal ini adalah MOSFET (*Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor*), dan disusun menyerupai huruf H. Beban listrik (*load*) merupakan total daya aktif atau reaktif yang dikonsumsi oleh suatu peralatan yang terkoneksi ke sistem daya. Pada beban seimbang jumlah daya yang dibangkitkan oleh pembangkit tiga fasa diperoleh dengan menjumlahkan daya tiap-tiap fasa. Tegangan (Rusbandi et al., 2019) adalah tenaga yang dapat menyebabkan elektron bebas mengalir dalam suatu penghantar listrik. Tegangan sering disebut juga sebagai beda potensial atau gaya gerak listrik. Gaya gerak listrik adalah besarnya energi per satuan muatan yang dilakukan oleh suatu sumber tegangan seperti baterai atau generator untuk menggerakkan muatan. Dengan adanya gaya gerak listrik, sebuah tegangan dapat menghasilkan aliran listrik mengalir dalam suatu rangkaian. *Internet Of Things* atau sering disebut IoT (Muktiawan dan Nurfiana, 2018) adalah sebuah konsep atau skenario di mana suatu objek yang memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan

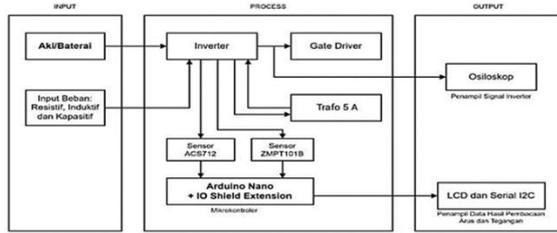
interaksi manusia ke manusia atau manusia ke komputer." *A Things*" pada *Internet of Things* dapat didefinisikan sebagai subjek misalkan orang dengan *monitor implant* jantung, hewan peternakan dengan *transponder biochip*, sebuah mobil yang telah dilengkapi *built-in* sensor untuk memperingatkan pengemudi ketika tekanan ban rendah. Arduino Nano (Sianipar dan Handoko, 2020) merupakan sebuah *platform* komputasi fisik *open source* berbasis Rangkaian *input* atau *output* sederhana (I/O) dan lingkungan pengembangan yang mengimplementasikan bahasa *Processing*. IDE (*Integrated Development Environment*) Arduino bersifat *open source*. NodeMCU ESP8266 (Rahman et al., 2017) merupakan *development board* ESP-12E yang didukung oleh *chip* ESP8266. Pada penelitian ini, NodeMCU ESP8266 yang digunakan memiliki mikroprosesor RISC LX106 RXC Tensilica 32 bit yang dapat bekerja pada kecepatan clock 80 sampai 160 MHz. Memiliki RAM sebesar 128 KB dan flash memory 4 MB dan konektivitas wifi transceiver dengan standar 802.11 b/g/n yang beroperasi pada frekuensi 2.4 GHz dan tegangan operasi sebesar 5 V, NodeMCU ESP8266 cocok digunakan untuk proyek berbasis IoT. Liquid Crystal Display (Saghoa et al., 2018) adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan seven segment dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan). Modul I2C (Suryantoro dan Budiyanto, 2019) termasuk modul LCD yang dikendalikan secara serial sinkron dengan protokol I2C/IIC (*Inter Integrated Circuit*) atau TWI (*Two Wire Interface*). Transformator (Firdaus et al., 2018)

merupakan suatu alat yang berfungsi untuk mengubah tegangan tertentu menjadi tegangan lain yang berbeda besarnya berdasarkan prinsip induksi-elektromagnetik. Transformator digunakan secara luas, baik dalam bidang tenaga listrik maupun elektronika. Secara sederhana, daya nyata adalah daya yang dibutuhkan oleh beban resistif. ACS712 adalah Hall Effect current sensor. Hall effect allegro ACS712 merupakan sensor yang presisi sebagai sensor arus AC atau DC dalam pembacaan arus didalam dunia industri, otomotif, komersil dan sistem-sistem komunikasi. Sensor tegangan menggunakan transformator tegangan sebagai penurun tegangan dari 220 ke 5 V AC kemudian disearahkan menggunakan jembatan diode untuk mengubah tegangan AC ke tegangan DC, kemudian di filter menggunakan kapasitor setelah itu masuk kerangkaian pembagi tegangan untuk menurunkan tegangan, tegangan yang dihasilkan tidak lebih dari 5 V DC sebagai inputan ke mikrokontroler. Sensor ZMPT101B (Muktiawan dan Nurfiana, 2018) merupakan tipe sebuah komponen perangkat elektronika yang digunakan dalam pengoperasian tegangan listrik. Potensiometer (Suryantoro dan Budiyanto, 2019) adalah perangkat komponen elektronika bagian dari sebuah resistor yang memiliki tiga terminal dengan sambungan yang membentuk pembagi tegangan yang dapat di setel.

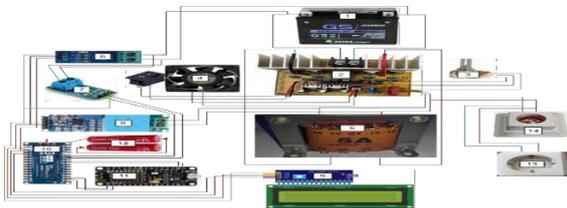
METODOLOGI

Tahap awal dilakukan perancangan sistem yang terdiri dari beberapa bagian. Diantaranya adalah desain arsitektur sistem, analisis rancangan *prototype*. Pengujian dilakukan selama tahapan membentuk dan merancang alat. Gambar 1 merupakan diagram blok peralatan yang

didesain dan Gambar 2 merupakan *wiring* untuk pengujian inverter terhadap beban tertentu.



Gambar 1. Blok Diagram Alat Implementasi Inverter *Pure sine Wave*



Gambar 2 Wiring Diagram Alat Implementasi Inverter *Pure sine Wave*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 3 merupakan hasil perancangan atau prototipe inverter yang telah dibuat dengan beberapa komponen elektronika lainnya sebagai pendukung.



Gambar 3. Desain Alat implementasi Inverter PSW

Tampilan layar LCD tidak berbeda jauh tampilannya dengan *platform* IOT yang akan diimplementasikan, hanya saja tampilan LCD hanya menampilkan keterangan nilai hasil pembacaan arus

dan tegangan pada inverter dan tidak dapat melakukan kontrol ON/OFF pada Inverter.

Tampilan pada *output* platform IoT-Web saat dilakukan ujicoba alat saat kondisi Inverter dalam keadaan aktif ataupun tidak aktif menampilkan hasil pada platform IoT-Web yang akan menampilkan keterangan besar nilai arus dan tegangan yang dihasilkan oleh pembacaan sensor ACS712 dan sensor ZMPT101B pada saat ujicoba dan berperan sebagai pemantauan (*monitoring*) dari jarak jauh saat terhubung dengan koneksi internet pada hasil pembacaan data.

Cara kerja alat ini yaitu saat uji variasi beban resistif, induktif dan kapasitif yang terbaca oleh Sensor Tegangan dan Sensor Arus maka PWM kontrol pada inverter aktif yang di mana Inverter disuplai oleh sumber daya Baterai. PWM kontrol mengirimkan sinyal high dan low. Sinyal tersebut dikirim ke gate driver sebagai penguat akhir. Arus yang mengalir pada inverter dibangkitkan kontrol pulsanya melalui Inverter yang didalamnya dikontrol oleh Arduino Nano . Gate driver mendapat penguatan sinyal melalui transistor IRF540N. Arus yang menuju ke arah MOSFET sesuai dengan prinsip kerja rangkaian H-Bridge. MOSFET mengaktifkan saklar elektronik untuk membuka dan menutup saklar sesuai dengan kontrol PWM yang telah diatur. Arah aliran MOSFET yang bolak balik menimbulkan tegangan AC. Proses pembacaan arus dan tegangan output menggunakan Sensor Arus ACS712 dan Sensor Tegangan ZMPT101B untuk diteruskan ke Mikrokontroler Arduino Nano . Mikrokontroler Arduino Nano akan menghasilkan gelombang keluaran sinusoidal murni (*pure sine wave*) yang akan diperlihatkan pada tampilan layar

layar Serial Monitor IDE Software, di mana Sensor Tegangan dan Arus yang dibaca dari uji variasi beban resistif, induktif dan kapasitif pada inverter akan terbaca output gelombangnya melalui Serial Monitor IDE Arduino Software. Output hasil besar data pembacaan arus dan tegangan dikirimkan ke Arduino Nano untuk ditampilkan pada LCD dalam waktu singkat (*real time*) sedangkan pada sisi Internet Of Things (IoT) akan memanfaatkan modul NodeMCU yang berfungsi sebagai modul IoT, di mana modul ini akan menghubungkan data berupa hasil

pembacaan Arus dan Tegangan ke platform IoT menggunakan web interface pada smartphone untuk keluaran (output) yang bersamaan sesuai dengan kondisi kecepatan jaringan internet.

Pengujian inverter dengan sampel beban dilakukan dengan harapan bahwa inverter memiliki efisiensi yang lebih baik. Pada pengujian inverter ini dilakukan dengan menggunakan variasi jenis beban. Hasil pengujian pada inverter menggunakan variasi jenis beban dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 1 Hasil Pengujian Inverter PSW Dengan Variasi Jenis Beban

No	Kapasitas Beban	Battery (V) In	Arus Battery (A) In	Tegangan Beban Output (V) Out	Arus Bebas Output (I) Out	Cos ϕ
1	Lampu 15 W	12,27	1,95	215,3	0,28	0,06
2	Lampu 20 W	12,30	1,80	217,2	0,29	0,10
3	Lampu 40 W	12,28	1,94	218,6	0,28	0,20
4	Kipas 50 W	12,03	4,07	219,2	0,21	0,95
5	Trafo CT	4,49	12,21	219,8	0,19	0,92
6	Kapasitor 1 μ F	12,37	0,96	219,6	1,5	0,02
7	Kapasitor 2,5 μ F	12,25	2,04	219,2	2,3	0,03
8	Kapasitor 3,5 μ F	12,03	4,5	218,2	5,5	0,03

Tabel 2 hingga Tabel 4 diberikan perhitungan efisiensi beban resistif, induktif dan kapasitif.

Tabel 2 Analisis Hasil Perhitungan Efisiensi Beban Resistif

No	Beban	Nilai Efisiensi PSW
1	Lampu 15 W	15,1%
2	Lampu 20 W	28,4%
3	Lampu 40 W	51,4%
Nilai Rata-Rata		31,6 %

Tabel 3. Hasil Perhitungan Efisiensi Beban Induktif

No	Beban	Nilai Efisiensi PSW
1	Kipas 50W	89,3%
2	Trafo CT	70,1%
Nilai Rata-Rata		79,7%

Tabel 4. Analisis Hasil Perhitungan Efisiensi Beban Kapasitif

No	Beban (μ F)	Nilai Efisiensi PSW
1	1	55,9%
2	2,5	60,0%
3	3,5	66,6%
Nilai Rata-Rata		60,8%

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan serta pengambilan data dari penelitian yang dilakukan terhadap jenis inverter *Pure Sine Wave* dengan variasi jenis beban dapat disimpulkan inverter *Pure Sine Wave* (PSW) satu fasa dengan teknik penguat akhir H-Bridge MOSFET IRF540N dengan bantuan trafo step up dapat menghasilkan tegangan AC 220 V pada frekuensi 49.9 Hz. Hasil pengujian telah

diperoleh hasil dengan baik pada variasi beban lampu sebesar 15 W, 20 W dan 40 W di mana beban kapasitif berkisar antara minimal 0 W dan maksimal 300 W.

DAFTAR PUSTAKA

- Endra, R. Y. (2019). Model Smart Room Dengan Menggunakan Mikrokontroler Arduino Untuk Efisiensi Sumber Daya. *Explore*, 10(01), 1–9.
- Giyantara, A., Tjiang, R. S., dan Subchan. (2019). Desain Inverter Satu Fasa 12V DC ke 220V AC Menggunakan Rangkaian H-Bridge MOSFET. *SPECTA Journal of Technology*, 3(1), 1–12.
<https://doi.org/10.35718/specta.v3i1.112>
- Hartono, B., Prayogo, S., dan Wahyu, B. (2017). Pengembangan Kontrol Peningkatan Daya Listrik Rumah Tangga Menggunakan On/Off Grid Tie Inverter. *Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu Buana*, 8(3), 192–199. ISSN: 2086- 9479.
- Karyadi, K., dan Suryono, S. (2021). Rancang Bangun Inverter Satu Fasa Menggunakan IC SG 3525. *Edu Elekrika Journal*, 10(1), 25–29.
- Maharmi, B. (2017). Perancangan Inverter Satu Fasa Lima Level Modifikasi Pulse Width Modulation. *Jurnal Teknologi Elektro*, 8(1), 24–31.
<https://doi.org/10.22441/jte.v8i1.1373>
- Paramananda, R. G., Fitriyah, H., dan Prasetyo, B. H. (2018). Rancang Bangun Sistem Penghitung Jumlah Orang Melewati Pintu menggunakan Sensor Infrared dan Klasifikasi
- Suryadi, A., Pathoni, H., dan Fuady, S. (2020). Rancang Bangun Inverter Satu Fasa dengan Variasi Input 12 V DC dan 24 V DC untuk Keluaran 220 V AC. *Jurnal Engineering*, 2(1), 1–10.