

RANCANG BANGUN INVERTER SATU FASA DC TO AC DENGAN PENGUATAN TEGANGAN MENGGUNAKAN MOSFET RANGKAIAN H-BRIDGE

Givy Devira Ramady¹, Herawati YS²

¹Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknologi Mandala, Bandung

² Teknik Elektro, Universitas Kristen Maranatha, Bandung

E-mail :givy.d.ramady@gmail.com¹, siti_herawati_aminah@yahoo.com²

Abstrak

Kemajuan teknologi pada peralatan baik industri maupun rumah tangga tidak akan lepas dengan penggunaan listrik AC. Listrik berjenis AC dapat dibangkitkan melalui listrik DC (Direct Current) atau listrik searah menggunakan sistem pembalikan kutub dari hasil keluaran listrik DC yang terhubung dengan beban. Dalam rangkaian elektronika daya kita bisa mengenal converter DC-AC, AC-DC yang kemudian digabungkan dengan transformator, baik untuk menaikkan tegangan atau menurunkan tegangan. Pada penelitian ini, Inverter merubah tegangan DC ke tegangan AC dengan menggunakan EGS002 sebagai driver dan switching dari mosfet kemudian tegangan keluaran mosfet dinaikan dengan transformator. Pengujian data dilakukan dengan menggunakan tegangan input sebesar 12V DC, tegangan DC to DC converter, tegangan output AC sebesar 220 V AC yang bisa di atur di VR (Variabel Resistor) yang terhubung ke pin 15 pada EGS002 dan daya maksimal 500W. Berdasarkan pengujian dan analisis pada rangkaian inverter diketahui beban penuh 200 W tidak dapat dilakukan dikarenakan input baterai mengalami drop serta bentuk gelombang keluaran inverter berbentuk sinus murni, akan tetapi terdapat riak pada sisi negatif..

Kata Kunci: AC, DC, Converter, Inverter, Baterai

Abstract

Technological advances in both industrial and household equipment cannot be separated from the use of AC electricity. AC type electricity can be generated via DC (Direct Current) electricity or unidirectional electricity using a pole reversal system from the output of DC electricity connected to the load. In power electronic circuits we can recognize DC-AC, AC-DC converters which are then combined with a transformer, either to increase the voltage or decrease the voltage. In this research, the inverter converts DC voltage to AC voltage using EGS002 as a driver and switching mosfet, then the mosfet output voltage is increased using a transformer. Data testing is carried out using an input voltage of 12V DC, a DC to DC converter voltage, an AC output voltage of 220 V AC which can be adjusted on the VR (Variable Resistor) connected to pin 15 on the EGS002 and a maximum power of 500W. Based on testing and analysis of the inverter circuit, it is known that a full load of 200 W cannot be carried out because the battery input experiences a drop and the inverter output waveform is in the form of a pure sine, but there are ripples on the negative side..

Keywords: AC, DC, Converter, Inverter, Baterry

1. PENDAHULUAN

. Kemajuan teknologi pada peralatan baik industri maupun rumah tangga tidak akan lepas dengan penggunaan listrik

AC[1].Penggunaan listrik AC banyak digunakan oleh masyarakat karena pada awal adanya listrik di indonesia adalah listrik berjenis Alternating Current atau listrik arus bolak-balik [2]. Listrik berjenis AC

dapat dibangkitkan melalui listrik DC(*Direct Current*) atau listrik searah menggunakan sistem pembalikan kutub dari hasil keluaran listrik DC yang terhubung dengan beban[3].

Inverter adalah suatu alat yang dapat mengubah tegangan searah ke tegangan bolak-balik dengan frekuensi dan tingkat tegangan yang dapat diatur .Rangkaian *inverter* terdiri dari tiga bagian, bagian pertama sebuah rangkaian yang terbentuk dari rangkaian konverter yang mengubah sumber tegangan bolak-balik jala-jala menjadi tegangan searah dan menghilangkan riak pada keluaran tegangan searah ini. Bagian kedua adalah rangkaian *inverter* yang mengubah tegangan searah menjadi tegangan bolak-balik satu fasa dengan frekuensi beragam. Kedua rangkaian ini disebut rangkaian utama. Bagian yang ketiga adalah sebuah rangkaian kontrol berfungsi sebagai pengendali rangkaian utama. Gabungan keseluruhan rangkaian ini disebut unit *inverter*[4].

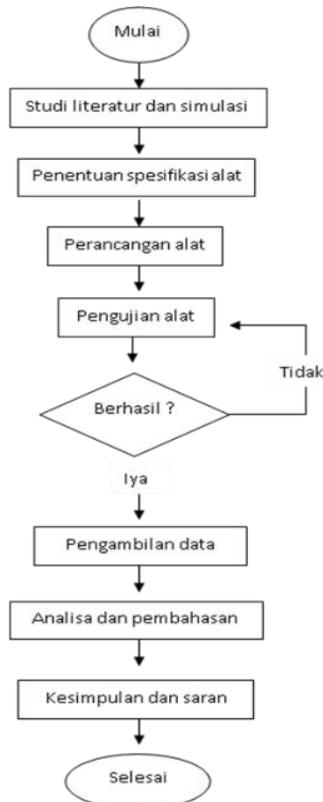
Inverter dapat secara luas diklasifikasikan ke dalam dua tipe, yaitu *inverter* satu fasa dan *inverter* tiga fasa. Setiap tipe *inverter* ini dapat menggunakan piranti terkendali *turn-on* dan *turn-off* (seperti BJTT, MOSFET, IGBT, MCT, SIT, GTO) atau tyristor komutasi paksa tergantung pada aplikasinya. Sebuah *inverter* disebut voltage fed *inverter* (VFI) jika tegangan masukan *inverter* dijaga konstan, current fed *inverter* (CFI) jika arus masukan *inverter* dijaga konstan dan variable DC linked *inverter* jika tegangan masukannya dapat dikendalikan [5].

Dalam rangkaian elektronika daya kita bisa mengenal converter DC-AC, AC-DC yang kemudian

digabungkan dengan transformator, baik untuk menaikkan tegangan atau menurunkan tegangan, tetapi transformator memiliki banyak kekurangan diantaranya yaitu kerugian tembaga, kerugian kopling, kerugian kapasitas liar, kerugian histerisis, kerugian efek kulit, kerugian arus eddy. Tujuan penelitian adalah membuat rangkaian penaik tegangan yang bertujuan untuk menggantikan fungsi dari transformator yang memiliki fungsi sebagai panaik tegangan. Proses penaik tegangan membutuhkan frekuensi tinggi sehingga dibutuhkan catu daya yang untuk rangkaian *inverter* jembatan penuh dengan rangkaian pasif LC beban parallel tersebut. Yang memiliki keunggulan tidak ada rugi histerisis, arus eddy, kopling, kapasitas liar. Desain dari *inverter* yang dibuat memiliki tegangan sumber 12 volt DC yang kemudian akan dijadikan 220 volt AC dengan hasil gelombang yang diharapkan menyerupai gelombang sinus (modified sine wave) [6].

2. METODE

Perancangan *inverter* ini terdiri dari beberapa bagian, pertama membuat diagram alir untuk perancangan *inverter*. Secara sederhana *inverter* merubah tegangan DC ke tegangan AC dengan menggunakan EGS002 sebagai *driver* dan *switching* dari mosfet kemudian tegangan keluaran mosfet dinaikkan dengan transformator. *Driver inverter* terdiri dari delapan rangkaian mosfet dan rangkaian *low pass filter*. Penggunaan driver ini bertujuan untuk mendapatkan tegangan hasil keluaran adalah tegangan bolak balik. Adapun rancangan yang dilakukan dapat digambarkan pada diagram alir seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Alur perancangan inverter

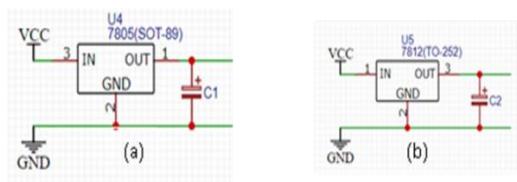
Pada gambar 1 merupakan diagram alir perancangan *inverter*. Untuk melakukan proses perancangan *inverter* satu fasa dilakukan *literature review* untuk mencari literasi penelitian terdahulu sebagai acuan untuk melakukan pengembangan pada penelitian yang akan dilakukan. Setelah melakukan *literature review* selanjutnya dilakukan simulasi. Simulasi dilakukan untuk menguji antara spesifikasi alat dengan perhitungan praktis yang akan dilakukan [7].

Perancangan alat terbagi menjadi tiga tahap, yaitu perancangan skematika alat, perancangan perangkat keras alat, dan Pembuatan PCB. Setelah alat berhasil dirancang tahap selanjutnya adalah pengujian alat. Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan data *output* yang digunakan pada analisis laporan.

Dari hasil analisis dilanjutkan ke tahap pembahasan dan kesimpulan sesuai dengan kinerja alat.

Merancang *inverter* dari DC ke AC dengan menggunakan converter DC-DC *full bridge* untuk mengatur penguat tegangan DC, sehingga didapat tegangan AC yang diinginkan yang menggunakan metode SPWM, tegangan masuk dinaikkan kemudian keluaran SPWM menghasilkan suatu gelombang yang mendeteksi sinusoidal murni dengan sedikit *ripple* dan *inverter* memiliki tegangan aktif dengan rentang 220Vac-235 Vac dengan frekuensi keluaran *inverter* sebesar 50Hz.

Penggunaan regulator 5V dan 12V bertujuan untuk menurunkan tegangan dari 12 volt. Penurunan tegangan ini agar *supply* tegangan pada egs002 tidak melebihi batas yang bisa digunakan. Egs002 dapat bekerja di tegangan 5V dan 12V pada pin yang berbeda di pin 12 menggunakan 12V dan di pin 14 menggunakan 5V, untuk menghindari terjadinya lonjakan tegangan pada aki digunakan regulator 5V dan 12V volt. Pemilihan regulator 9 volt mengikuti data sheet dari egs002 yang merupakan tegangan ideal untuk

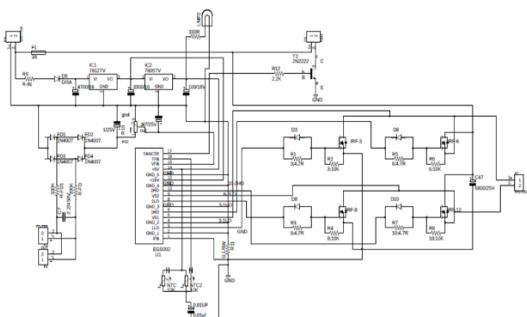


beroperasi.

Gambar 2. (a) Tegangan 5V dan (b) 12V

Pembuatan model *inverter* dilakukan dengan membuat skema perencanaan terlebih dahulu pada software simulasi/ Simulasi yang dilakukan adalah software easyeda, penggunaan aplikasi tersebut untuk mengetahui hasil dari rangkaian

yang yang digunakan seperti gambar 3 berikut.



Gambar 3. Skema rangkaian *inverter*

Dari gambar 3 terdapat 4 pin dari egs002 yang digunakan untuk memicu gate mosfet yaitu pin 3 (1LO), pin 6 (1HO), pin 8 (2LO), pin 10 (3HO). Pada rangkaian ini menggunakan full bridge terdapat 8 buah mosfet. Cara kerja sistem prototipe alat inverter dari 12Vdc ke 220Vac menggunakan EGS002 SPWM dan mosfet IRF3205 sebagai penguat tegangan, sebagai berikut:

- Hubungkan sumber tegangan 12VDC dengan arus 7,2 Ah kemudian dihubungkan dengan rangkaian inverter pada PCB
- Regulator tegangan untuk menurunkan tegangan dari 12VDC ke 10VDC menggunakan L7812 dan L7805 dari input 12VDC menjadi 5VDC
- Mosfet IRF3205 sebagai switching pada inverter.
- NTC untuk mengetahui kondisi suhu pada mosfet yang diarahkan pada headshing.
- Fan sebagai kipas pendingin untuk mosfet dan komponen lainnya
- Transformator digunakan untuk menaikkan tegangan dari 12VDC ke 220VAC

dengan gelombang sinus

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian data yang akan dilakukan yaitu, menggunakan tegangan *input* sebesar 12V DC, tegangan DC to DC converter, tegangan output AC sebesar 220 V AC yang bisa diatur di VR (*Variabel Resistor*) yang terhubung ke pin 15 pada EGS002 dan daya maksimal 500W. Di setiap mosfet IRF 3205 menghasilkan daya sekitar 200W per mosfet dari *datasheet* IRF 3205. Pengamatan juga meliputi rangkaian penyearah gelombang *H-Bridge*, gelombang sinus, sinyal PWM yang dihasilkan modul EGS002, *output* drive IC IR2110 yang sudah terhubung pada pin 3-1LO, 5-VS1, 6-1HO, 8-2LO, 9-VS2, 10-2-HO. Terdapat tambahan kipas pendingin yang berfungsi sebagai pendingin komponen.

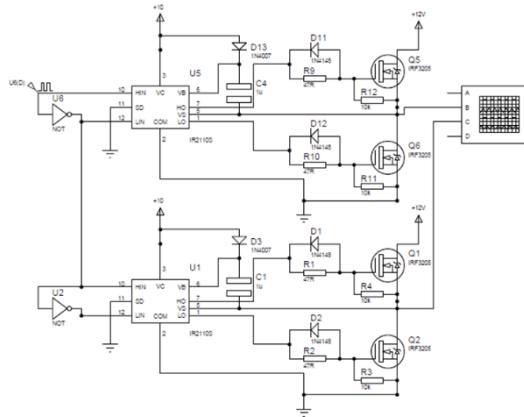
Inverter EGS002 menggunakan pengaman berupa *fuse* agar dapat menghindari terjadinya hubung singkat dan beban lebih, terdapat satu *fuse* yang terdapat pada *inverter* yaitu untuk pengaman tegangan *input* pada rangkaian DC to DC converter dan tegangan *input* DC to AC. Sehingga alat berfungsi dengan aman dikarenakan terdapat komponen yang menggunakan tegangan dan arus yang rendah seperti drive EGS002, LM7812, LM7805, NTC 10K. Pengujian dan pengambilan data yang dilakukan menggunakan multimeter digital, osiloskop, dan baterai atau aki sebagai tegangan sumber *inverter*.

Pada perancangan alat, penelitian ini diharapkan mampu memenuhi spesifikasi seperti pada Tabel 1 dibawah ini:

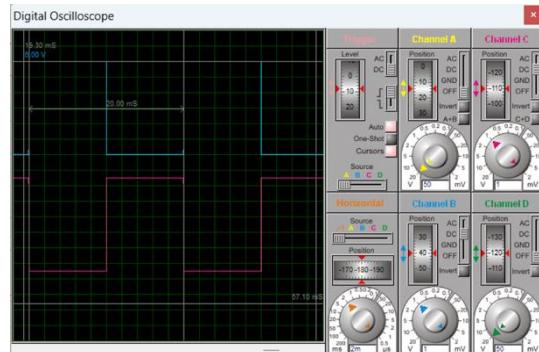
Tabel 1.Spesifikasi Alat

Tegangan Input	12V Vdc
Tegangan VS1,VS2 Drive EGS002	6,17 Vdc
Tegangan Output	220 Vac
Arus	5A
Kapasitas Daya	200 Watt
Frekuensi	50 Hz

Terlihat pada Tabel 1, perancangan inverter memiliki spesifikasi tegangan output sebesar 220 Vac dengan arus output dari 5A. Kapasitas daya output yang dihasilkan sebesar 500W dengan frekuensi sinusoidal 50Hz. Input tegangan yang ditentukan adalah 12VDC. Pengujian pada sumber gelombang kotak ini yaitu dengan menggunakan rangkaian IC IR2110S yang di gunakan pada drive EGS002 yang merupakan penghasil keluaran gelombang kotaknya atau clock gelombang kotak, dengan skema rangkaian yang ada pada gambar 4 berikut:



Gambar 4. Rangkaian PWM IR2110S



Gambar 5. Simulasi gelombang PWM pada software Proteus 8.9

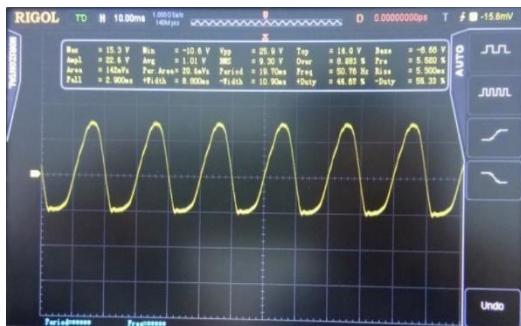
Gambar 4 menunjukkan skematik rangkaian pendukung untuk kinerja papan driver EGS002 untuk diimplementasikan pada papan PCB. Pengujian dilakukan pada papan EGS002 untuk melihat respon kerja sistem. Pada Gambar 6 dapat dilihat terdapat beberapa bentuk sinyal, dimana yang berwarna kuning merupakan setengah dari perioda positif sinyal SPWM, sinyal biru merupakan setengah dari perioda negatif sinyal SPWM, dan sinyal ungu merupakan keluaran switching MOSFET hasil dari kedua sinyal pertama tadi. Keluaran sinyal ungu merepresentasikan bentuk gelombang sinusoidal yang masih berbentuk pulsa PWM dengan nilai distorsi yang masih cukup tinggi.

Simulasi gelombang seperti dilakukan pada Gambar 5, simulasi ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik inverter jembatan penuh memperlihatkan hasil yang disimulasikan pada software Proteus.



Gambar 6. Bentuk sinyal SPWM dan keluaran driver SPWM

Hasil filter yang didapatkan tidak meleset terlalu jauh dari nilai yang diharapkan, yakni frekuensi sistem pada 50 Hz, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 6. Pembacaan sinyal dilakukan dengan menggunakan rangkaian pembagi tegangan untuk mengurangi besar tegangan yang masuk ke osiloskop. Hal ini dilakukan sebagai bentuk antisipasi jika terjadi kesalahan pembacaan tegangan RMS yang terlalu tinggi sehingga dikhawatirkan dapat merusak alat ukur (osiloskop).

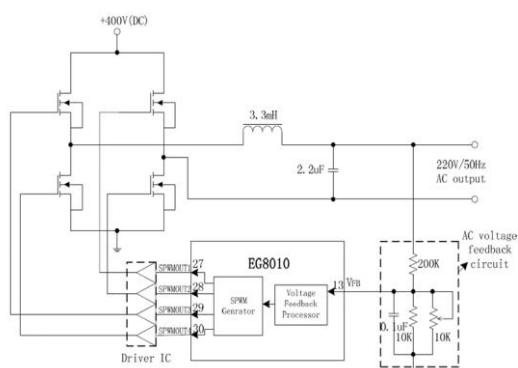


Gambar 7. Keluaran Sinyal Hasil Filter.

EG8010 bekerja dalam dua mode modulasi: modulasi unipolar dan modulasi bipolar. Di bawah modulasi unipolar, hanya satu jembatan (pin EG8010 SPWMOUT3 & SPWMOUT4) yang digunakan untuk SPWM memodulasi output, dan jembatan lain (EG8010 pin

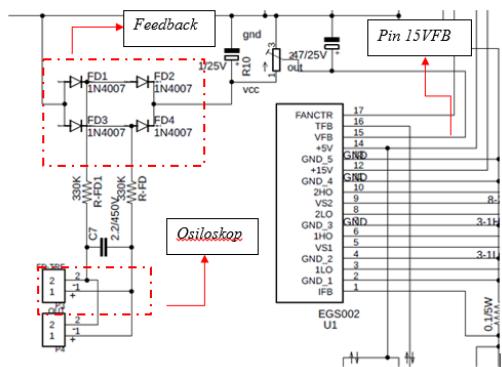
SPWMOUT1, SPWMOUT2)

digunakan untuk output gelombang fundamental. Induktor filter perlu terhubung ke port output SPWM, dan tegangan sirkuit umpan balik perlu terhubung ke port keluaran induktor SPWM. Di bawah modulasi bipolar, kedua jembatan (pin EG8010 SPWM3, SPWM4, SPWM1, SPWM2) digunakan untuk Keluaran SPWM.

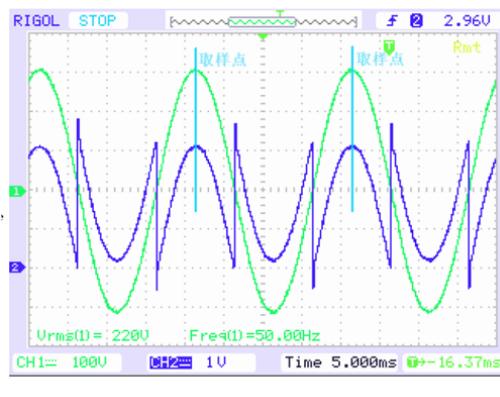


Gambar 8. Rangkaian VFB tegangan Feedback

Di bawah modulasi unipolar, proses umpan balik tegangan EG8010 adalah melalui pengukuran AC output tegangan inverter dengan pin VFB. Pin FRQADJ/VFB2 hanya berfungsi sebagai FRQADJ, sementara umpan balik VFB2 tidak berpengaruh. Untuk rangkaian sampling tegangan dan umpan balik seperti ditunjukkan pada Gambar 8, ini menghitung kesalahan antara tegangan puncak yang diukur dan referensi tegangan sinusoid (3V), dan menyesuaikan tegangan output yang sesuai. Ketika tegangan output meningkat, tegangan pin meningkat. Rangkaian melakukan perhitungan kesalahan dan menyesuaikan faktor pembagi jangkauan, sehingga menurunkan tegangan untuk mencapai stabilisasi tegangan. Sebaliknya, ketika tegangan pada pin ini berkurang, chip akan meningkatkan tegangan keluaran.



Gambar 9. Rangkaian sampling tegangan dan umpan balik EG8010 di bawah modulasi unipolar (datasheet EG8010 Datasheets (Single Phase Sinusoid Inverter ASIC)



Gambar 10. Output sinusoid modulasi unipolar SPWM yang diamati dan gelombang umpan balik VFB (datasheet EG8010 Datasheets (Single Phase Sinusoid Inverter ASIC)

Gambar 10 adalah gelombang pengujian sebenarnya di bawah modulasi unipolar. EG8010 menggunakan titik puncak pengambilan sampel ke tegangan keluaran, yang memiliki keunggulan stabilisasi tegangan yang akurat dan tegangan pendek waktu penyesuaian. Jika tegangan output menyimpang karena beberapa alasan seperti perubahan beban atau masukan tegangan, EG8010 dapat pulih ke tegangan keluaran

yang diharapkan dalam satu hingga tiga siklus AC

Pada pengujian ini dilakukan beberapa percobaan, yaitu dengan beban seperti lampu led 7 watt sampai 200 watt sebanyak. Data yang didapatkan dari pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 2 yang memperlihatkan bagaimana respon tegangan masukan terhadap beban dimana tegangan selalu turun ketika beban bertambah. Hal ini karena naiknya arus yang keluar dari baterai secara spontan, sehingga nilai tegangan pada masukan terjadi penurunan. Namun inverter masih dapat berjalan dengan baik, hanya saja perlu ditambahkan masukan baterai.

Tabel 2
Pengujian beban variatif

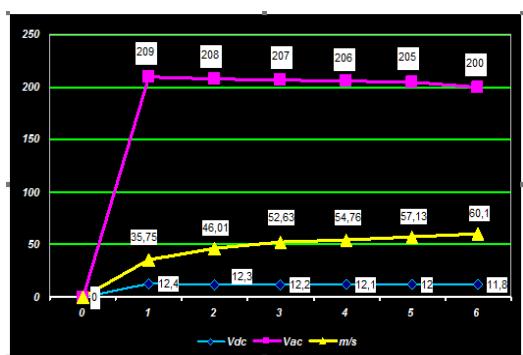
No	Input						Tes Beban		
	Jenis beban	Daya Beban (Watt)	Batterai Vdc	VS1 & VS2 Vdc	Out Trafo	DC		AC	
1	-	-	12,5	6,17	221	12,5	0,33	225	0,17
2	Lampu Led	7	12,4	6,17	221	12,4	0,96	218	0,17
3	Lampu Led	14	12,3	6,17	221	12,3	1,93	191	0,15
4	Charger HP	27	12,3	6,17	224	12,1	1,20	212	0,12
5	Solder	200	12,1	6,17	221	12,1	2,14	160	0,

Jika beban dihidupkan secara bersamaan, rangkaian implementasi inverter pada penelitian ini belum dapat menyuplai tegangan dengan stabil sehingga berakibat tegangan yang drop kemudian alat menjadi tidak berfungsi. Oleh karena itu, kemampuan ini menjadi saran perbaikan untuk penelitian di masa yang akan datang. Masukan tegangan didapatkan dari beberapa buah baterai yang dibuat seri sehingga didapatkan tegangan berkisar 24 Vdc. Adapun baterai yang dipakai pada penelitian ini berupa aki motor dengan spesifikasi 12 Vdc dan kapasitas daya 7.2 Ah.

Hal ini juga akan sangat berpengaruh kepada nilai pembebahan yang terjadi pada inverter, yaitu ketika inverter mulai diberi beban. Arus yang diperlukan untuk masukan inverter tidak terlalu besar, karena tegangan masukan yang bertambah sehingga efek pembebahan yang terjadi tidak terlalu memakan masukan yang begitu besar. Oleh karena itu, penggunaan inverter dengan total daya beban 500 watt dapat terpenuhi, karena keluaran tegangan inverter tidak turun secara signifikan ketika beban terus bertambah dan tentu saja masih dalam batas normal.

Tabel 3.
Pengaruh beban terhadap waktu

Pengujian beban	Tegangan Drop					
	Input			Output		
	Watt	Vdc	Vac	Vdc	Vac	Waktu (menit/second)
Solder	200	12,4	220	12,4	209	00:35.75
				12,3	208	00:46.01
				12,2	207	00:52.63
				12,1	206	00:54.76
				12,0	205	00:57.13
				11,8	200	01:10.39



Gambar 11. Grafik drop tegangan pada pengukuran beban 200 watt

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pengujian dan analisis pada rangkaian inverter dengan tegangan masukan 12 V DC dan tegangan keluaran 220 VAC dengan frekuensi 50 Hz, diambil kesimpulan:

1. Bentuk gelombang keluaran inverter berbentuk sinus murni, akan tetapi terdapat riak pada sisi negatif.
2. Pengujian beban penuh 200 W tidak dapat dilakukan dikarenakan input baterai mengalami drop.
3. Mengetahui kemampuan inverter pada jenis beban, saat ini inverter belum mampu melayani beban induktif dikarenakan belum adanya pengaman tegangan pada mosfet.
4. Disarankan menggunakan transformator UPS atau non CT agar saat beban besar dapat berjalan dengan baik dikarenakan penelitian ini menggunakan transformator CT yang modifikasi pada lilitan primer.
5. Diperlukan penambahan pengaman tegangan pada mosfet agar saat digunakan untuk beban induktif mosfet terjaga dari lonjakan tegangan

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nugraha, D., & Krismadinata, K. (2020). Rancang Bangun Inverter Satu Fasa Dengan Dengan Modulasi Lebar Pulsa PWM Menggunakan Antarmuka Komputer. Jtev (Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional), 6(1), 340-351.
- [2] Pracoyo, A., Winarno, T., & Sabillah, R. (2020). Rancangbangun Rangkaian Inverter Spwm Unipolar 1 Fasa Dengan Pengaturan Frekuensi Output. Jurnal Teknik Ilmu Dan Aplikasi, 1(1), 46-49.
- [3] Sabillah, R., Fathoni, A. P., & Pracoyo, A. (2021). Modul Inverter Sinusoidal Pulse Width Modulation (Spwm) Unipolar Satu Fasa. Jurnal Elkolind: Jurnal Elektronika dan Otomasi Industri, 8(1), 42-46.
- [4] Putri, R. I., Maulana, F., & Hariyadi, H. Desain Inverter Full-Bridge 1 Fasa dengan DSP F28069M Menggunakan Teknik Sinusoidal Pulse With Modulation (SPWM).
- [5] syafrudin, s., & pratama, A. (2018). Analisa Kandungan Harmonisa Pada Motor Ac 3 Phasa 0, 12 Kw Terkendali Inverter 3 Phasa. Jurnal Online Sekolah Tinggi Teknologi Mandala, 13(1), 31-37.
- [6] Syafruddin, R., et al. 3 Phase Inverter Switching Algorithm for Industrial Needs. In: Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing, 2021. p. 012161.
- [7] Ramady, Givy Devira, et al. "Reduksi Rugi-Rugi Pensaklaran Pada Konverter Dc-Dc Zeta Dengan Teknik Zero Voltage Transition." Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro 12.1 (2023): 49-53.
- [8] Syafruddin, R., et al. "Conventional Switching to Drive A Brush DC Geared Servomotor." Journal of Physics: Conference Series. Vol. 1933. No. 1. IOP Publishing, 2021.