

Rancang bangun *driver inverter* 1000 Watt dengan kendali EGS - 002

Ir. Mohammad Luqman, MS.¹, Herwandi, ST., MT.², Donny Radianto, ST., M.Eng.³

email: mohluqmanpolinema@gmail.com, herwandi@polinema.ac.id, donny.radianto@polinema.ac.id

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diterima 1 Maret 2021

Direvisi 13 April 2021

Diterbitkan 29 April 2021

Kata kunci:

EGS-002
Inverter Sinusoida
SPWM

Keywords:

EGS-002
Sinusoida Inverter
SPWM

ABSTRAK

Penelitian ini dimulai dengan penentuan spesifikasi sistem yang akan dibuat, yaitu sebuah inverter sinusoida pada tegangan output 220Vac pada frekuensi 50 Hz dengan daya sekitar 1000 Watt. Kontrol utama menggunakan EGS-002 sebagai pembangkit sinyal SPWM dan sekaligus driver transistor switching. Sebagai peranti switching adalah 8 buah transistor MOSFET IRF 3205 dengan konfigurasi full-bridge. Sebagai pengubah sinyal SPWM menjadi sinyal sinusoida sekaligus penaik tegangan output digunakan trafo step-up 24V/220V 10A. Hasilnya berupa inverter dengan luaran berupa gelombang sinusoida dengan spesifikasi sebagai berikut: Tegangan masukan 24 VDC. Tegangan luaran 221 VAC dengan bentuk gelombang sinusoida murni pada frekuensi 50 Hz. Daya luaran sampai dengan 905 Watt. Dimensi alat adalah: Panjang 30,5 cm x Lebar 18,5 cm x tinggi 12 cm, dengan berat kurang lebih 3 kg, yang dilengkapi dengan terminal masukan 24Vdc dan 2 buah terminal output 220 Vac (stop kontak).

ABSTRACT

This research begins with determining the specifications of the system to be made, namely a sinusoidal inverter at an output voltage of 220Vac at a frequency of 50 Hz with a power of about 1000 Watts. The main control uses the EGS-002 as the SPWM signal generator as well as the switching transistor driver. As a switching device are 8 MOSFET transistors IRF 3205 with a full-bridge configuration. To convert the SPWM signal into a sinusoidal signal as well as to increase the output voltage, a 24V / 220V 10A step-up transformer is used. The result is an inverter with a sine wave output with the following specifications: 24 VDC input voltage. Output voltage 221 VAC with pure sinusoidal waveform at a frequency of 50 Hz. Output power up to 905 Watts. The dimensions of the tool are: Length 30.5 cm x Width 18.5 cm x height 12 cm, weighing approximately 3 kg, equipped with a 24Vdc input terminal and 2 220 Vac output terminals (electric socket).

Penulis Korespondensi:

Mohammad Luqman,
Jurusan Teknik Elektro,
Politeknik Negeri Malang,
Jl. Sukarno Hatta No. 9, Malang, Jawa Timur, Indonesia.
Email: mohluqmanpolinema@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Fungsi dari teknologi adalah untuk kemudahan, kenyamanan dan kesenangan manusia, tidak terkecuali teknologi elektronika dengan bentuk yang bermacam-macam. Kemajuan teknik elektronika sudah merambah ke segala bidang, mulai dari penggunaan profesional sampai dengan peralatan hiburan. Semua peralatan elektronika membutuhkan daya listrik, sumber daya terbesar dan termurah masih berupa tegangan AC 220V yang disediakan oleh PLN. Tetapi dalam banyak kasus tidak tersedia catu daya AC, misalnya pada mobil dan sepedamotor, atau pada saat daya listrik PLN padam (dan ini cukup sering terjadi) sedangkan pada saat tersebut kita sedang bekerja dan membutuhkan catu daya AC, yang tersedia adalah daya dc 12 volt pada motor atau mobil. Karena melihat kebutuhan yang banyak, maka di pasaran banyak tersedia peralatan untuk memenuhi kebutuhan tersebut dengan spesifikasi dan rentang harga yang bermacam-macam. Akan tetapi sayangnya tidak tersedia keterangan yang memadai tentang unjuk kerja (performance) dari peralatan-peralatan yang di jual tersebut, bahkan beberapa memberikan batasan-batasan yang ketat pada penggunaan alat ini.

Dipihak lain alat ini juga merupakan dasar pada peralatan pengendali mesin-mesin listrik yang dikenal sebagai Variable Speed Drive yang banyak di pergunakan pada dunia industri. Tetapi sampai sejauh ini mahasiswa kurang mengenal dan memahami cara kerja dari alat ini, terutama mengenai alat pengubah dc ke ac yang di kenal sebagai inverter, baik secara teori maupun praktek.

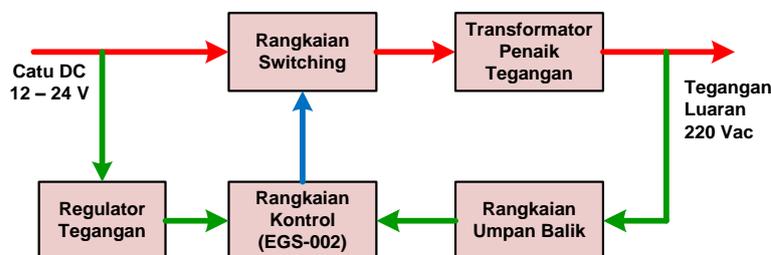
Studi mengenai inverter dengan kendali SPWM untuk inverter satu fasa dapat ditemukan pada referensi [1], [3], [4], [5]. Dimana [1] melakukan studi pembangkitan SPWM dengan menggunakan 16-bit digital signal controller (DSC) dan [3] menggunakan mikrokontroller 16 bit, yang berhenti pada simulasi keluaran inverter. Studi yang dilakukan oleh [4] menggunakan mikrokontroller Atmel sebagai pembangkit SPWM dan hasilnya masih berupa gelombang segi-empat menuju gelombang sinusoida yang cacat mendekati gelombang segi-tiga, hasil yang sama juga di alami oleh [5].

Studi tentang rancang bangun dilakukan juga oleh [2] dan [9], pada [2] belum tersedia data riil/valid hasil pengujian sedang pada [9] diperoleh hasil tegangan 161V pada daya 24W.

Pada penelitian ini dicoba untuk membangun sebuah inverter dengan output berupa sinyal sinusoida pada tegangan 220V 50Hz. Sebagai pembangkit SPWM digunakan modul built-in EGS-002 dengan switching transistor MOSFET dengan konfigurasi H-bridge dengan daya sampai dengan 1000 Watt.

2. METODE PENELITIAN

Inverter yang direncanakan tersusun dalam blok diagram seperti terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Blok diagram inverter

1. Catu daya, adalah sumber daya DC yang akan digunakan sebagai masukan yang berasal dari baterai atau sumber daya dc lainnya.
2. Rangkaian switching, adalah rangkaian transistor MOSFET yang digunakan untuk mengatur aliran daya dari sumber dc ke transformator/output.
3. Transistor penaik tegangan, yaitu transformator step-up untuk menaikkan tegangan SPWM menjadi 220V.
4. Regulator tegangan, digunakan untuk menyesuaikan level tegangan bagi keperluan rangkaian kontrol.
5. Rangkaian kontrol, berupa modul EGS-002 yang merupakan pembangkit sinyal SPWM, dan merupakan otak dari rangkaian ini.
6. Rangkaian umpan balik, adalah digunakan sebagai sinyal safety bagi rangkaian kontrol.
7. Jalur merah adalah jalur aliran daya besar
8. Jalur Biru, adalah jalur utama pembentuk karakteristik luaran inverter.
9. Jalur hijau adalah jalur penunjang.

Direncanakan daya luaran inverter mencapai 1000 watt, komponen yang berperan untuk menentukan besarnya daya adalah kemampuan transistor switching dan transformator. Pada tahap ini masih fokus dalam pemilihan transistor daya terlebih dahulu, sedang transformator yang dipakai sementara yang banyak tersedia di pasaran lokal.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pemilihan Transistor MOS

Untuk desain driver Inverter dengan daya 1000W digunakan asumsi sebagai berikut: tegangan dc yang dipakai 24 Volt, maka arus yang mengalir pada primer trafo adalah $P = V.I \rightarrow 1000 = 24.I$, maka diperoleh arus sebesar 41,5 Amper. Arus sebesar ini yang harus mengalir pada masing-masing transistor pada lengan H-bridge. Untuk kebutuhan ini maka harus dicari dan dipilih transistor yang mampu memenuhi spesifikasi tersebut, dan ada beberapa transistor MOSFET umum yang dapat dipilih, diantaranya terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data singkat Transistor MOSFET

	Type	IRF 440	IRF 840	IRFZ44	1RF 630	IRF3205	IRF4905	FQP8P10
Kondisi	Parameter	N-Channel	N-Channel	N-Channel	N-Channel	N-Channel	P-Channel	P-Channel
	VGS	± 20 V	± 20 V	± 20 V	± 20 V	± 20 V	± 20 V	± 30 V
	V GS(th)	2-4 V	2-4 V		2-4 V	2-4 V	2V	-2 sd -4 V
	VDSS	500 V	500	55	200	55	-55V	-100 V
RGS= 20k Ω	VDGR	500 V	500					
	I DS	8:00 AM	8	35,4A	5,7A	98A	-42A	-5,7 A
	R DS(ON)	0,85 Ω	0,75	0,024 Ω	0,4	0,008 Ω	20m Ω	0,3 Ω
	I GSS	100nA	100nA	100nA	100nA	200nA		
	I DSS	250 μ A	50 μ A	250 μ A	250 μ A	250 μ A		
	V SD			1,3 V				

Dari tabel tersebut Transistor yang memenuhi syarat adalah IRFZ44. Dengan VDS = 55V dan IDS = 35 A, sehingga untuk menyangga arus 41,5 A bisa di paralelkan 2 buah transistor, dengan kemampuan total 70 A dengan asumsi efisiensi 70%, maka arus yang mampu ditangani sebesar 49 Ampere.

3.2. Desain Catu Daya

Modul EGS – 002 membutuhkan catu daya DC dengan nilai 12V dan 5V, sedangkan rencana catu sistem adalah 24 volt, untuk itu diperlukan rangkaian penurun tegangan. Rangkaian ini direncanakan menggunakan voltage regulator LM7805 dan LM7812 yang mampu mengeluarkan arus sampai dengan 1,5 Ampere dan tegangan masukan sampai dengan 35Vdc, Spesifikasi ini dianggap cukup untuk memenuhi kebutuhan EGS-002.

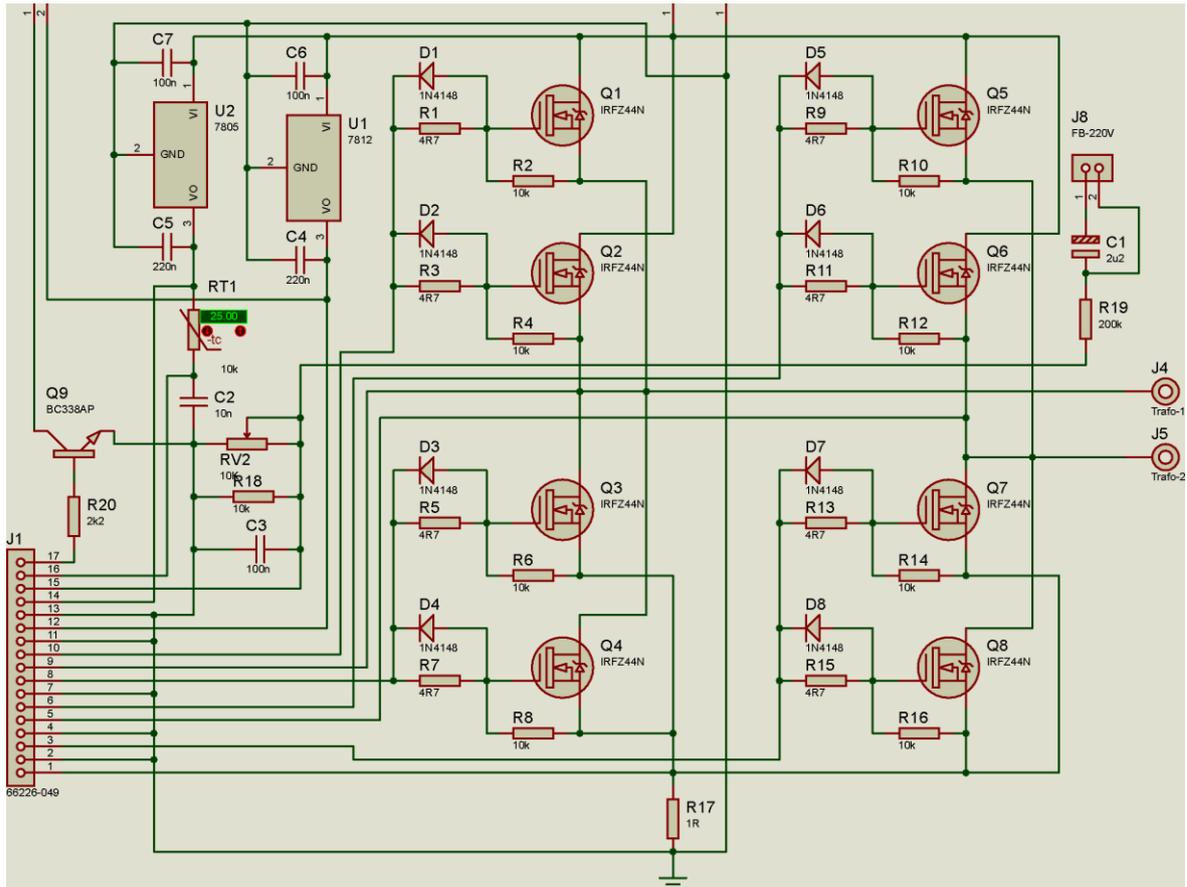
3.3. Perencanaan Rangkaian H-bridge.

Untuk rangkaian switching digunakan transistor MOSFET IRFZ44 dengan konfigurasi H-bridge dengan masing-masing lengan diparalel 2 buah transistor, sehingga membutuhkan 8 buah transistor. Transistor IRFZ 44 mempunyai VDS = 55V dengan ID = 35A, sehingga untuk 2 buah transistor paralel mampu menangani arus sampai dengan 70A maksimum. Asumsi tegangan DC in 24V, maka tegangan SPWM adalah 48Vdc, sehingga akan mampu mengalirkan daya sampai dengan maksimum:

$$\begin{aligned} P_{out} &= \sqrt{3} \cdot V_{P.I_o} \\ &= \sqrt{2} \cdot 24 \cdot 70 \\ &= 2376 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Dengan anggapan ini maka paralel 2 buah transistor Mosfet IRFZ44 dianggap sudah mencukupi. Untuk rangkaian H bridge aslinya harus menggunakan transistor MOSFET kanal-N dan kanal-P (PMOS dan NMOS) secara berpasangan, tetapi karena modul EGS-002 sudah dilengkapi dengan driver MOSFET IC IR2110S, maka transistor PMOS sudah tidak diperlukan, karna IC IR2110S sudah dilengkapi dengan tegangan mengambang untuk mendriver NMOS pada sisi High (lengan pada sisi tegangan tinggi).

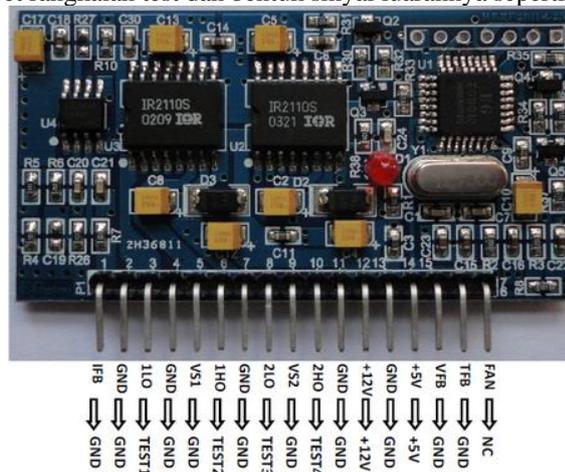
Jika Catu daya untuk EGS-002 juga disertakan, maka rangkaian elektronik driver switching H-bridge terlihat pada gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian switching H-bridge dan Rangkaian catu daya

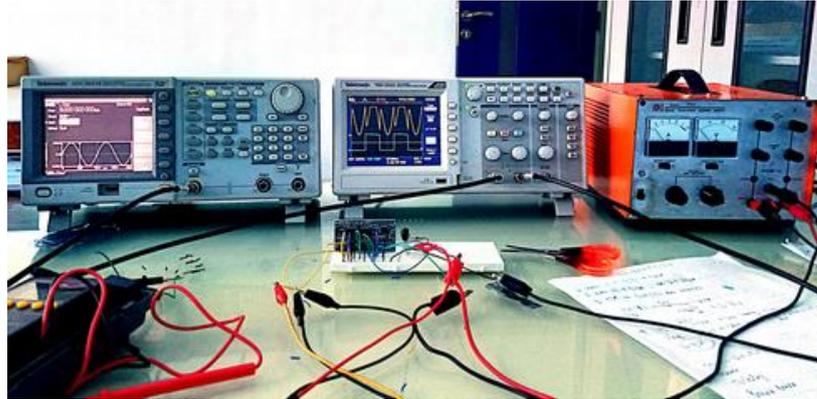
3.4. Pengujian Modul Egs-002

Untuk merancang rangkaian driver, maka harus diketahui dulu luaran yang diharapkan dan masukan yang tersedia. Masukan berupa sinyal dari modul EGS-002, untuk itu perlu diketahui bagaimana bentuk sinyal luarannya, berdasarkan data-Sheet rangkaian test dan bentuk sinyal luarannya seperti terlihat pada gambar 3.

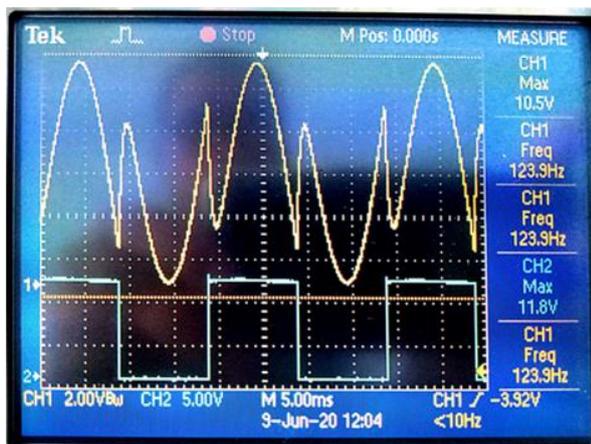


Gambar 3. Rangkaian/ sambungan untuk uji luaran EGS-002.

Rangkaian pengujian terlihat pada gambar 4 dan hasil tes pada beban RC terlihat pada gambar 5. Dari hasil pengujian tersebut pada kaki no-3 (ILO) dan kaki no-6 (IHO) luarannya berupa gelombang kotak dengan tegangan 11,8 volt (manual = 2,00 volt) dan kaki no-8 (LO) dan no-10 (2HO) berupa sinyal dasar SPWM yang disebut sebagai gelombang modulasi unipolar sebesar 10,5 volt (manual = 2,00 volt).

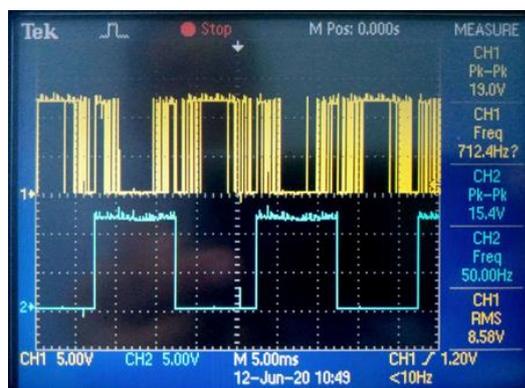


Gambar 4. Pengujian EGS 002.



Gambar 5. Ch-1 (atas)= gelombang modulasi unipolar dan Ch-2 (bawah)= frekuensi dasar gelombang kotak.

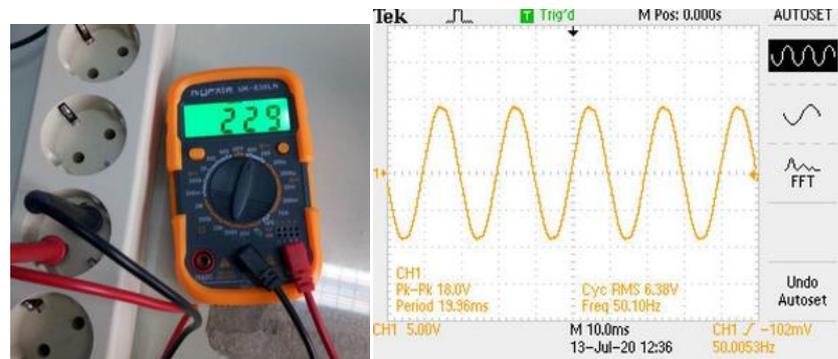
Sinyal modulasi unipolar tersebut adalah sinyal yang sesudah melewati beban filter RC, sedangkan dalam aplikasi akan mempunyai beban transistor switching, yang secara teoritis sinyalnya harus berupa sinyal pulsa SPWM, untuk itu rangkaian uji di ubah dengan menghilangkan filter RC dan hasilnya seperti terlihat pada gambar 5. Dari gambar tersebut didapatkan bahwa bentuk gelombang modulasi unipolar adalah merupakan sinyal SPWM dengan tegangan sebesar 19,0 volt dan gelombang modulasi dasar adalah gelombang kotak dengan tegangan 15,4 volt dengan frekuensi 50,00 Hertz.



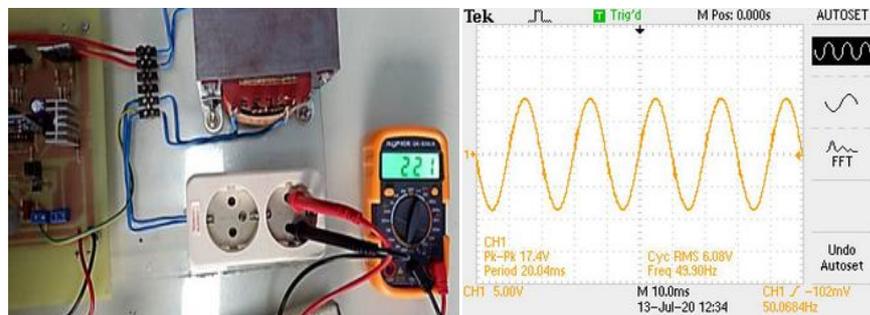
Gambar 6. Hasil uji tanpa menggunakan filter RC, Ch-1: gelombang modulasi unipolar dan Ch-2: gelombang dasar.

3.5. Pengujian keseluruhan sistem

Sesudah rangkaian selesai dibuat maka dilakukan pengujian bentuk sinyal luaran AC dan akan dibandingkan dengan sinyal luaran yang berasal dari jala-jala PLN dan hasilnya terlihat pada gambar 7 untuk luaran dari jala-jala PLN sebagai referensi dan gambar 8 untuk luaran dari inverter.



Gambar 7. Pengujian Tegangan dan Hasil Sinyal Gelombang PLN



Gambar 8. Pengujian Tegangan dan Hasil Sinyal Gelombang Inverter

Dari hasil pengujian tersebut terlihat hasil yang didapatkan berupa gelombang sinusoida sempurna yang mirip dengan tegangan referensi dari jala-jala PLN, walaupun dalam besaran yang sedikit berbeda.

Pada pengujian beban penuh seperti terlihat pada gambar 9 dilakukan dengan beban berupa 3 buah solder, 1 buah setrika dan 1 buah mesin bor portable. Spesifikasi dari beban penuh ini ialah 3 buah solder memiliki daya 255 Watt, 1 buah setrika memiliki daya 300 Watt, dan 1 buah bor memiliki daya 350 Watt, maka total dari beban penuh ini memiliki daya sebesar 905 Watt. Pada pengujian ini tegangan input DC turun menjadi 23,7V sedangkan tegangan output AC turun menjadi 214V. Pada saat beban di tambah lagi maka tegangan output AC akan turun menjadi 182V yang membuat EGS002 tidak berjalan dengan sempurna dengan memberikan sinyal under voltage yang menyebabkan sistem berhenti beroperasi.

3.6. Analisis rangkaian

Dari hasil pengujian daya maksimum diperoleh adalah sebesar 905 Watt dari rencana sebesar 1000 Watt. Hal ini disebabkan karena pada saat diberi beban 1000 watt, maka tegangan inverter turun menjadi sebesar 182 volt. Hal ini membuat rangkaian feed-back pada EGS-002 mendeteksi adanya kondisi “under voltage”, sehingga rangkaian pengaman akan bekerja dan rangkaian EGS-002 akan shut-down (padam). Turunnya tegangan ini diperkirakan terjadi pada transformator, dimana spesifikasi transformator yang digunakan adalah sebesar 10A pada sisi tegangan rendah (primer). Pada saat beban menarik daya sebesar 905 Watt, tegangan pada sisi primer terukur sebesar 23,7 Volt, sehingga arus yang mengalir pada sisi tersebut adalah sebesar:

$$I = P/V = 1000 \text{ W} / 23,7 \text{ V}$$

$$I = 42 \text{ Amper.}$$

Tentunya nilai ini jauh melebihi spesifikasi yang tertera pada transformator tersebut. Tetapi kenapa masih bisa berfungsi dengan baik pada daya 905 Watt?, hal ini kemungkina karena bentuk sinyal pada sisi tegangan rendah berupa tegangan switching pada frekuensi sekitar 19-23 kHz, sehingga ini akan memperbaiki kemampuan daya atau arus pada transformator tersebut, hal ini memerlukan penelitian lebih lanjut tentang daya dan efisiensi transformator pada switching frekuensi tinggi.

Dari hasil analisis ini maka faktor yang sangat berpengaruh terhadap kinerja rangkaian ini adalah transformator, untuk itu perlu di teliti lebih lanjut tentang karakteristik atau jenis transformator yang cocok untuk rangkaian inverter dengan frekuensi swithing yang tinggi.



Gambar 9. Pengujian Inverter dalam keadaan berbeban

Cara sementara untuk mengatasi masalah ini adalah dengan mengganti transformator dengan rating arus yang lebih tinggi, minimal dengan rating pada sisi tegangan rendah sebesar 50A.

Pada pengukuran daya masukan yang diperoleh dari catu-daya didapatkan data tegangan = 24V pada arus 60A, dan pengukuran daya keluaran pada beban diperoleh data tegangan 220V pada arus 4,11A. Jika dihitung secara teoritis maka daya masukan adalah sebesar 1440 Watt dan daya yang dikeluarkan adalah sebesar 905 Watt. Untuk itu maka efisiensi yang didapat pada rangkaian inverter ini adalah sebesar 62%.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pelaksanaan penelitian yang sudah dilakukan, mulai dari perancangan/ desain , implementasi rangkaian dan sistem serta pengujian alat, didapatkan kesimpulan bahwa penggunaan modul EGS-002 sebagai pembangkit sinyal SPWM dan driver transistor switching dapat memastikan bahwa luaran inverter dapat berbentuk sinusoida murni pada frekuensi jala-jala 50Hz. Adapun ketidak sesuaian pada daya yang dihasilkan lebih tertuju pada desain rangkaian transistor switching dan kemampuan serta kualitas transformator penaik tegangan (tep-up) yang di pergunakan. Sehingga perlu di lakukan penelitian lanjutan pada penggunaan transformator yang sesuai untuk inverter dengan spesifikasi frekuensi switching sekitar 20 kHz pada arus yang tinggi.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yohan Fajar Sidik, F. Danang Wijaya, Eka Firmansyah, “Sinusoidal Pulse Width Modulation Berbasis Lookup Table untuk Inverter Satu Fase Menggunakan 16-Bit Digital Signal Controller”, JNTETI, Vol. 2, No. 2, pp. 47 – 50, Mei 2013.
- [2] Siti Nurhabibah Hutagalung, Melda Panjaitan, “Protype rangkaian inverter dc ke ac 900 watt”, Jurnal Pelita Informatika, Volume 6, Nomor 1, ISSN 2301-9425, Hal: 64-66, Juli 2017.
- [3] Moch. Kusuma Wardana, Irham Fadlika, Ahmad Fahmi, “Rancang bangun inverter satu fasa SPWM dengan output tegangan dan frekuensi variabel”, TEKNO Vol. 28 Issue 1, p1-16 | Jurusan Teknik Elektro, Universitas Negeri Malang, Indonesia | Maret 2018
- [4] Khairul Azmi, Ira Devi Sara, Syahrizal, “Desain dan Analisis Inverter Satu Fasa dengan Menggunakan Metode SPWM Berbasis Arduino”, KITEKTRO: Jurnal Online Teknik Elektro, e-ISSN: 2252-7036, Vol.2 No.4, 2017, hal: 36-44 .
- [5] Turahyo1, Noviarianto, “Implementasi sinusoidal pulse width modulation pada inverter satu fase berbasis lookup table menggunakan mikrokontroler 16-bit”, Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2017, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta , 1-2 November 2017.
- [6] , “EGS002 Sinusoid Inverter Driver Board User Manual”, EGS002 Datasheets, EG Micro Corp.
- [7] , “EG8010 Datasheets, Single Phase Sinusoid Inverter ASIC) ”, EG8010 Datasheets, ASIC for single-phase SPWM control, EG Micro Corp.
- [8] Malvino, : “Aproksimasi Rangkaian Semikonduktor, Pengantar Transistor dan Rangkaian Terpadu”, Barmawi. M., Tjia, MO., Erlangga, Jakarta. 1986
- [9] Novita Desiwantiyani, “Rancang bangun inverter SPWM” , Skripsi, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, 2018.