

Rancang Bangun Alat Sinkron Generator 1 Fasa dengan Sistem AC-DC-AC Menggunakan Papan Driver EGS002

Doni Yesemo¹, Altje Wajong², Fransiskus Seke³, dan Viverdy Memah⁴
^{1,2,3,4}Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Manado
*Corresponding author, e-mail: doniyesimo@gmail.com¹

Received: November 5, 2021. Revised: December 30, 2021. Accepted: January 14, 2022
Available online: April 1, 2022. Published: April 1, 2022

Abstract– This study aims to produce a single-phase synchronous generator with an AC-DC-AC system using an EGS002 driver board that produces a pure sine wave of 50 Hz. This synchronous device system first converts alternating current (AC) to direct current (DC) to facilitate the generator synchronization process, then converts it back into alternating current (AC). The EGS002 driver board uses IC EG8010 as a control chip and IR2113S as a driver chip that produces square waves with two frequencies: low frequency 50 Hz and high frequency ± 1 KHz. The EGS002 driver board generates a square wave, then amplified by a full-bridge IGBT. This synchronous device uses a series of inductors with a capacitor as a lowpass filter which converts both square waves into a pure sine wave of 50 Hz.

Keywords: Synchronous device, EGS002, pure sine wave 50Hz

Abstrak– Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan alat sinkron generator 1 fasa dengan sistem AC-DC-AC menggunakan papan driver EGS002 yang mengeluarkan gelombang sinus murni 50 Hz. Sistem alat sinkron ini terlebih dahulu merubah arus bolak-balik (AC) ke arus searah (DC) untuk mempermudah proses sinkronisasi generator, kemudian diubah kembali menjadi arus bolak-balik (AC). Papan driver EGS002 menggunakan IC EG8010 sebagai chip control dan IR2113S sebagai chip driver yang menghasilkan gelombang kotak dengan dua jenis frekuensi yaitu: low frekuensi 50 Hz dan high frekuensi ± 1 KHz. Papan driver EGS002 menghasilkan gelombang kotak, kemudian dikuatkan oleh IGBT yang disusun full-bridge untuk menghasilkan daya yang lebih besar. Alat sinkron ini menggunakan rangkaian induktor diseri dengan kapasitor sebagai lowpass filter yang mengubah kedua gelombang kotak menjadi gelombang sinus murni 50 Hz.

Kata Kunci: Alat sinkron, EGS002, gelombang sinus murni 50Hz

Copyright (c) 2022. Doni Yesemo, Altje Wajong, Fransiskus Seke, and Viverdy Memah.

I. PENDAHULUAN

Sektor kelistrikan memegang peran penting dalam pembangunan suatu negara. Perannya tidak hanya sebatas sebagai sarana produksi untuk memfasilitasi pembangunan sektor-sektor ekonomi lainnya (seperti industri pengolahan, pertanian, pertambangan, pendidikan, dan kesehatan), tetapi juga sebagai faktor yang bisa memenuhi kebutuhan sosial masyarakat sehari-hari. Tidak mengherankan jika beberapa studi menyimpulkan kelistrikan sebagai sektor basis yang menjadi fondasi untuk mencapai tujuan pembangunan, seperti menciptakan kesempatan kerja, meningkatkan pendapatan nasional, mengubah struktur ekonomi, dan meningkatkan kesejahteraan rakyat (Dunnett &

Wallace, 2009), (Huda & Arief, 2014), dan (Adam, 2016)

Kebutuhan energi listrik di Indonesia dari tahun ke tahun semakin meningkat. Untuk menyeimbangi kebutuhan listrik tersebut tentu kapasitas pembangkit listrik harus ditambah dan dikembangkan (Mamahit & Ponto, 2021). Segala upaya yang dilakukan peneliti untuk mengembangkan mulai dari sumber pembangkit listrik hingga pendistribusian ke rumah-rumah. Seiring dengan kemajuan dunia elektronika yang terus berkembang di berbagai bidang, tentunya hal ini juga mampu membuat kehidupan manusia menjadi lebih mudah. Sejalan dengan kemajuan elektronika yang sangat pesat, maka perkembangan akan listrik sebagai sumber energi pun semakin berkembang. Beberapa faktor pendukung kemajuan elektronika

tentu saja akan mempengaruhi perkembangan alat-alat elektronika yang semakin beragam seperti, alat sinkron generator. Salah satu alat elektronika yang bisa dimanfaatkan pada proses sinkronisasi adalah papan driver EGS002. EGS002 merupakan papan driver pembangkit sinyal sinusoidal pulse width modulation (SPWM) yang mengubah arus listrik DC menjadi AC (Hardisal et al., 2021).

Sinkronisasi generator merupakan penggabungan output listrik dua buah generator atau lebih, untuk secara bersama-sama menyuplai daya pada jaringan beban. Sinkron generator pada umumnya memiliki empat syarat: (i) Mempunyai tegangan kerja yang sama, (ii) Mempunyai urutan phase yang sama, (iii) Mempunyai frekuensi kerja yang sama, (iv) Mempunyai sudut fasa yang sama (Herudin & Prasetyo, 2016). Alat sinkron yang pada umumnya digunakan masih ditemukan kegagalan sinkronisasi. Kegagalan dalam sinkronisasi, dapat menyebabkan kerusakan pada generator serta mempengaruhi peralatan-peralatan pendukung generator karena akibat adanya reverse power. Untuk mengoperasikan alat sinkron ini dibutuhkan keahlian khusus. Alat sinkron ini tidak bisa digunakan pada pembangkit listrik yang frekuensi dan tegangan yang tidak konstan seperti genset mini dan PLTMH.

Alat sinkron generator dengan sistem AC-DC-AC yang menggunakan papan driver EGS002 merupakan alat sinkron generator terbaru. Syarat sinkron generator dengan sistem ini tidak harus memiliki tegangan, frekuensi dan sudut fasa yang sama. Alat sinkron ini memudahkan proses sinkron dua generator atau lebih.

Berdasarkan latar belakang masalah yang dipaparkan, maka peneliti mengidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Alat sinkron biasa masih terdapat kegagalan dalam proses sinkron generator.
2. Alat sinkron biasa tidak bisa digunakan pada genset mini dan PLTMH.
3. Ketika terjadi kegagalan sinkron dapat merusak komponen pendukung generator.

Berdasarkan latar belakang tersebut dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara merancang dan membuat alat sinkron generator 1 fasa dengan sistem AC-DC-AC menggunakan papan driver EGS002?
2. Berapa efisiensi daya alat sinkron generator 1 fasa dengan sistem AC-DC-AC menggunakan papan driver EGS002?
3. Bagaimana bentuk gelombang output alat sinkron dengan beban RLC?

Pada penelitian ini bertujuan untuk:

1. Merancang dan membuat alat sinkron generator 1 fasa dengan sistem AC-DC-AC menggunakan papan driver EGS002.
2. Menganalisis daya input dan output alat sinkron untuk mengetahui efisiensi dari alat sinkron.
3. Mengamati bentuk gelombang output alat sinkron dengan beban RLC menggunakan osiloskop.

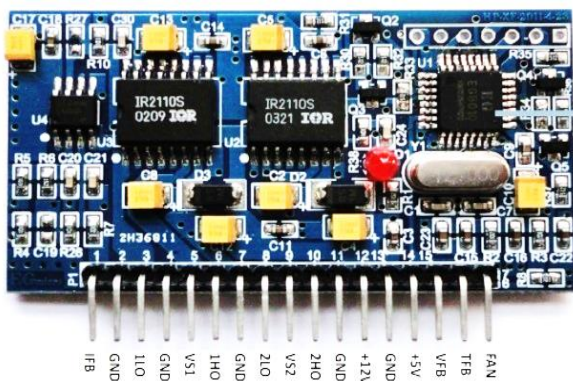
Sistem alat sinkron ini terlebih dahulu merubah arus bolak-balik (AC) ke arus searah (DC) untuk mempermudah proses sinkronisasi generator, kemudian diubah kembali menjadi arus bolak-balik (AC). Listrik itu sendiri terbagi menjadi 2 jenis, yaitu arus AC serta arus DC. Arus listrik AC atau alternating current adalah listrik yang besar dan arah arusnya yang selalu berubah-ubah atau bolak-balik. Listrik arus AC akan membentuk gelombang yang biasa dinamakan dengan gelombang sinusoidal. Di Indonesia sendiri, arus AC ini dikelola dan berada di bawah penguasaan PLN. Indonesia saat ini menerapkan pengelolaan listrik bolak-balik pada frekuensi 50Hz dan Tegangan standar 220 Volt. Arus listrik DC atau direct current yaitu arus listrik searah. Arus listrik DC mengalir dari kutub negatif menuju ke kutub positif.

EGS002 merupakan salah satu produk dari Yijing Microelectronics Co, Ltd. Yijing Microelectronics Co., Ltd. adalah perusahaan desain sirkuit terintegrasi yang mengkhususkan diri dalam desain, produksi, penjualan, dan layanan catu daya inverter, manajemen daya, kontrol motor, penggerak MOS, dan chip lainnya. Perusahaan ini memiliki tim desain sirkuit terintegrasi profesional, catu daya inverter berpengalaman, tim penelitian dan pengembangan manajemen daya, dan teknologi inti dengan hak kekayaan intelektual independen. Perusahaan ini berasal dari China. EGS002 adalah seri EGS papan driver inverter sinusoidal pulse width modulation (SPWM). Terdapat empat versi EGS yaitu : EGS001, EGS002 khusus papan driver SPWM 1 fasa dan EGS031, EGS032 papan driver SPWM 3 fasa seperti pada datasheet Yijing Microelectronics Co, Ltd.

EGS002 adalah papan driver khusus untuk inverter sinus murni fasa tunggal. EGS002 menggunakan IC EG8010 sebagai chip control dan ir2110 sebagai chip driver. Papan driver ini mengintegrasikan fungsi tegangan, arus, dan perlindungan suhu, indikasi peringatan LED dan kontrol kipas. Output mengkonfigurasi AC 50/60 Hz. Konfigurasi juga tersedia, seperti mode soft start dan dead time. EGS002 adalah versi perbaikan EGS001 yang asli EGS001. EGS002 juga mengintegrasikan logika pencegahan konduksi silang meningkatkan kemampuan anti-interferensi, dan antarmuka layar

Rancang Bangun Alat Sinkron Generator 1 Fasa dengan Sistem AC-DC-AC Menggunakan Papan Driver EGS002

LCD untuk kenyamanan pengguna untuk digunakan fungsi tampilan dibangun di dalam chip. EG8010 adalah inverter gelombang sinus murni digital ASIC dengan fungsi lengkap dari kontrol waktu mati bawaan. Ini berlaku untuk konverter daya dua tahap DC-DC-AC sistem atau sistem transformator frekuensi rendah daya DC-AC satu tahap untuk meningkatkan. EG8010 bisa mencapai 50/60Hz gelombang sinus murni dengan akurasi tinggi, harmonik rendah dan distorsi oleh eksternal Osilator kristal 12 MHz. EG8010 adalah IC CMOS yang mengintegrasikan generator sinusoid SPWM, mati sirkuit kontrol waktu, range divider, sirkuit mulai lunak, perlindungan sirkuit, komunikasi serial RS232, 12832 unit LCD serial. Papan driver memiliki port monitor LCD. Monitor LCD yang terhubung akan menampilkan tegangan Output, arus, suhu sistem dan frekuensi Output. Papan akan tetap bekerja meskipun tidak ada layar yang terhubung. Papan ini digunakan untuk konverter AC dua tahap (DC-DC-AC) atau sistem transformator frekuensi rendah daya tunggal DC-AC. Keluaran AC 220 V dari power inverter dilindungi dari lonjakan daya menggunakan Power NTC 10 Ohm seperti pada Gambar 1.

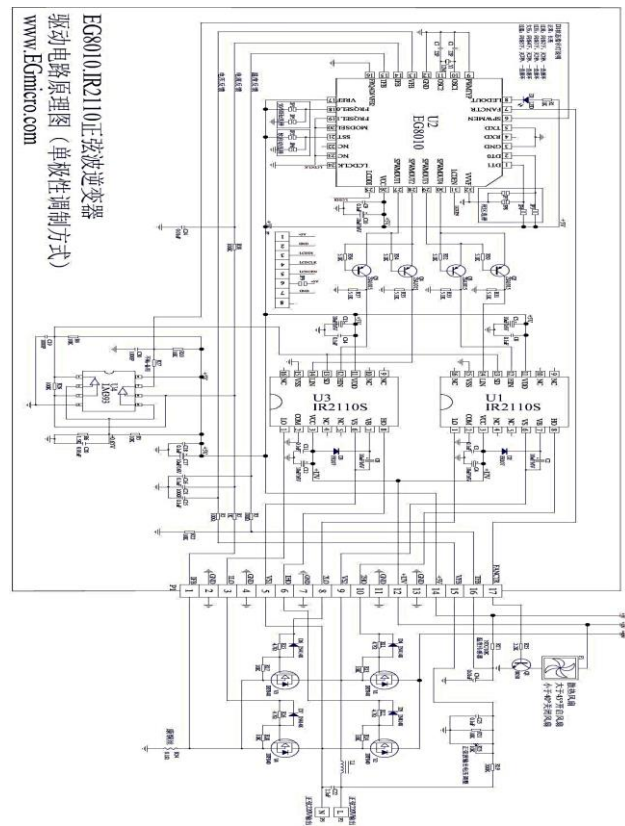


Gambar 1. EGS002

EGS002 mengintegrasikan layar LCD untuk kenyamanan pengguna menguji tampilan bawaan chip berfungsi yang didukung EG8010. Kabel penahan diperlukan untuk menghubungkan papan driver EGS002 dan LCD, jika tegangan tinggi dan arus tinggi inverter akan secara signifikan mengganggu operasi papan driver (Sitompul, 2019).

Salah satu komponen utama sirkuit ini dicirikan oleh papan driver EGS002. Ini ditandai dengan chip kontrol dan dua chip driver. Papan driver dapat digunakan untuk memberikan perlindungan terhadap tegangan, arus dan suhu, karena fungsi-fungsi ini diintegrasikan ke dalam driver karena arsitektur output AC 50/60 Hz. konfigurasi juga tersedia, seperti mode soft start dan dead time. Terakhir, Anda dapat menyambungkan ke perangkat

layar LCD yang memungkinkan Anda melihat parameter yang paling penting seperti tegangan, frekuensi arus, dan suhu. Inti dari EGS002 ini terletak pada chip yang terpasang di dalamnya yang disebut EG8010. Ini mengeluarkan gelombang sinus inverter digital, yang memungkinkan untuk sepenuhnya mengontrol waktu mati dan diterapkan ke sistem konversi daya DC-AC full-Bridge, atau bahkan ke transformator tegangan rendah DC-AC satu tahap. Oleh karena itu tepat untuk menguraikan spesifikasi chip ini (Lombardo, 2019). Skema papan driver EGS002 inverter sinus murni pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema papan driver EGS002 inverter sinus murni

Seperti yang telah disebutkan, ini merupakan jantung dari papan EGS002. Faktanya, chip ini memungkinkan untuk memperoleh gelombang sinus murni pada 50/60 Hz dengan presisi tinggi dan distorsi harmonik rendah. Ini juga merupakan osilator kristal 12 MHz eksternal yang memungkinkan Anda menyesuaikan waktu sistem. Terakhir ada generator SPWM sinusoidal. Di bawah ini diagram blok dan karakteristik listrik dari chip (Lombardo, 2019).

Menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh Thamrin dengan judul: “Alat Sinkronisasi Otomatis PLTMH dengan Jaringan Distribusi PLN Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 16” menunjukkan bahwa jika terjadi kesalahan dalam mendeteksi persyaratan sinkronisasi sedangkan kontaktor tetap menghubungkan antara PLTMH dengan jaringan



PLN maka akan terjadi arus menuju generator PLTMH yang mengakibatkan reverse power (Thamrin, 2017). Kondisi reverse power mengakibatkan generator pada PLTMH bersifat sebagai motor (menjadi beban bagi jaringan PLN) yang dapat merusak generator.

Menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh Aji dengan judul: "Kegagalan Sinkronisasi Otomatis Generator Unit 1 PLTA Wonogiri" menunjukkan bahwa Proses otomasi sinkronisasi generator memegang peran penting dalam mencapai kehandalan dan efisiensi pembangkit listrik untuk bekerja parallel dengan jaringan PLN (AJI, 2016). Kegagalan dalam otomasi sinkronisasi, dapat menyebabkan kerusakan pada generator serta mempengaruhi peralatan-peralatan pendukung generator karena akibat adanya reverse power. Pengaturan otomasi sinkronisasi dilakukan oleh Automatic Synchronizer dengan membandingkan tegangan, frekuensi dan beda sudut fase generator dengan jaringan secara otomatis. Automatic Synchronizer memberikan perintah kepada AVR dan governor sehingga tercapai kondisi sinkron dan menutup CB generator. Nilai tegangan, frekuensi dan turbin generator unit 1 yang mengalami kegagalan, dibandingkan dengan nilai generator unit 2 yang berhasil mencapai kondisi sinkron. Perbandingan menunjukkan gate vane unit 1 memberikan nilai pembukaan 6,998 % - 9,765%, sehingga output generator memiliki nilai 50,20 Hz - 50,46 Hz dan menyimpang dari frekuensi jaringan 50,09 Hz, oleh sebab itu electro-hydraulic governor unit 1 perlu dilakukan kalibrasi ulang karena frekuensi generator unit 1 tidak mencapai kestabilan pada saat sinkronisasi.

Menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh Sitompul dengan judul: "Rancang Bangun DC 12 Volt ke DC 380 Volt Sebagai Power Supply Inverter Sinus Metode EGS002" menunjukkan bahwa dengan module EGS002 dapat dibuktikan pada data pengujian alat bahwa tegangan input di 175V DC sampai 400 V DC didapat tegangan output 220/230 V AC yang stabil dengan bentuk inverter gelombang sinusoidal yang memiliki frekuensi 50Hz (Sitompul, 2019). Inverter gelombang sinus murni dapat mensimulasikan dengan tepat daya AC yang dikirim. Baterai yang digunakan mendapatkan catu daya tetap adalah baterai kering atau rangkaian penyearah yang dilengkapi dengan stabilisator.

II. METODE

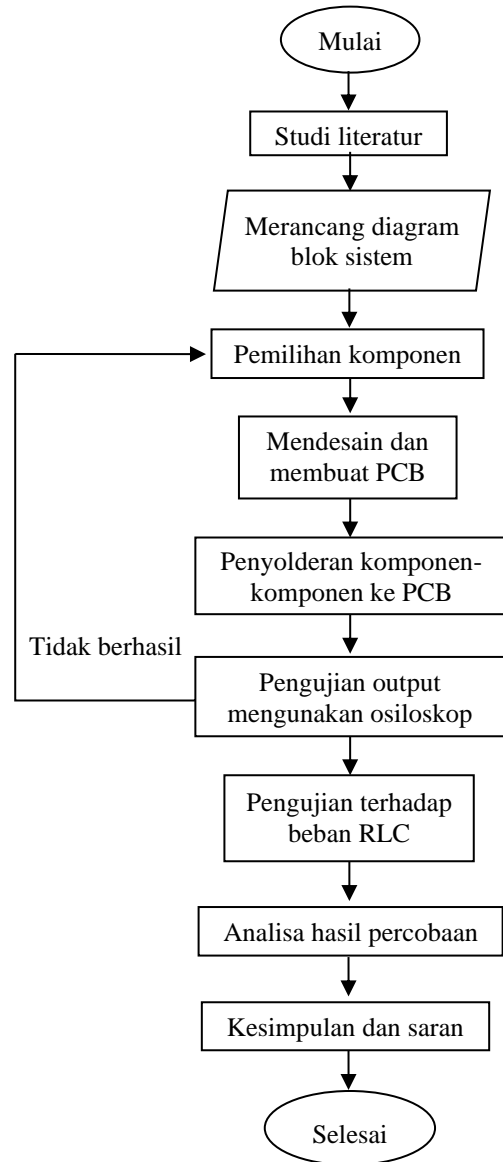
A. Alat dan Bahan

Bor PCB, gunting, tang, obeng, multimeter, Wattmeter dan osiloskop. Papan driver EGS002,

papan PCB, IGBT 75n60 (4 buah), C 15uF 450v (2 buah), C 1,5uF (2 buah), C 0,1uF (2 buah), C 0,8, C 100uF (2 buah), induktor (3 buah), dioda GBJ2510 (2 buah), dioda 1N4148 (4 buah), Ic 7805, Ic 7812, fan 12 Volt, transistor 8050, R 0,1Ω (2 buah), R 10kΩ (5 buah), R 4,7Ω (4 buah), R 2kΩ, R 200kΩ, R variabel 10kΩ, NTC 10kΩ, heatsink, kabel, MCB (3buah), timah solder dan power suplai 24 Volt.

Pembuatan rancang bangun alat sinkron generator 1 fasa dengan sistem ac-dc-ac menggunakan papan driver EGS002 dilakukan pada bulan oktober 2020 sampai desember 2020 di laboratorium Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Manado.

Tahap penelitian yang akan dilakukan mengikuti diagram alir (lihat Gambar 3). Hal ini dilakukan untuk memudahkan dalam proses pembuatan penelitian ini, sehingga dapat dilaksanakan secara sistematis.



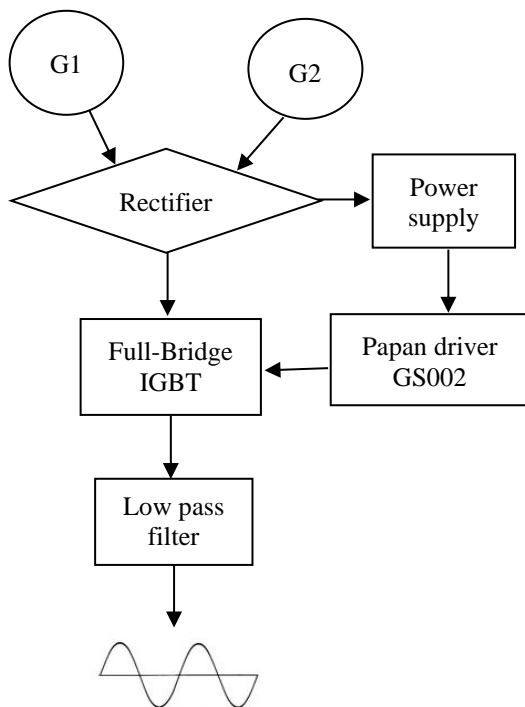
Gambar 3. Diagram Alir

Rancang Bangun Alat Sinkron Generator 1 Fasa dengan Sistem AC-DC-AC Menggunakan Papan Driver EGS002

Studi literatur dilakukan dengan cara mencari, membaca dan mempelajari buku-buku serta literatur-literatur yang berkaitan dengan penelitian ini. Pada tahap ini dilakukan kajian mengenai alat sinkron dan hal-hal yang berkaitan dengan papan driver EGS002 secara umum. Kajian dikhususkan pada rancang bangun alat sinkron 1 fasa dengan sistem AC-DC-AC yang menggunakan papan driver EGS002 sebagai SPWM.

B. Perancangan

Perancangan diagram blok sistem bertujuan untuk memudahkan dalam desain dan pembuatan PCB. Adapun diagram blok dari sistem yang dirancang adalah seperti Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Blok Sistem

Fungsi setiap blok:

1. G1 dan G2 adalah generator AC 1 phase berfungsi sebagai sumber tegangan.
2. Rectifier menggunakan 2 dioda bridge berfungsi sebagai penyearah dari masing-masing generator.
3. Full-Bridge berfungsi mengubah tegangan DC ke AC.
4. Power supply berfungsi sebagai input tegangan papan driver EGS002.
5. Papan driver EGS002 berfungsi sebagai driver IGBT pada rangkaian Full-Bridge.
6. Low pass filter berfungsi sebagai penyaring sinyal frekuensi rendah dan menghambat atau memblokir sinyal frekuensi tinggi.

Alat sinkron yang dibuat menggunakan komponen elektronika IGBT yang akan didesain spesifikasi Full-Bridge 1 phase, input tegangan 220-300 V AC, tegangan output 220 V AC 50 Hz dan output gelombang sinus murni. Proses mendesain rangkaian menggunakan aplikasi EasyEDA. Desain dicetak pada papan PCB, kemudian di solder. Posisikan komponen-komponan sesuai letaknya pada PCB dan lakukan penyolderan. Penyolderan dilakukan dengan sangat teliti.

Papan driver EGS002 dihubungkan ke rangkaian Full-Bridge, kemudian rangkaian diberi input 220 - 300 V AC. Output dari alat sinkron diuji ke osiloskop untuk melihat bentuk gelombang yang dihasilkan. Langkah selanjutnya, menguji alat sinkron. Pengujian dilakukan dengan memberi beban RLC.

Analisa dilakukan dengan pengukuran dan pengambilan data daya input 1, daya input 2, daya output, tegangan input 1, tegangan input 2, tegangan output dan bentuk gelombang output rangkaian lalu melakukan analisis terhadap data dan rangkaian.

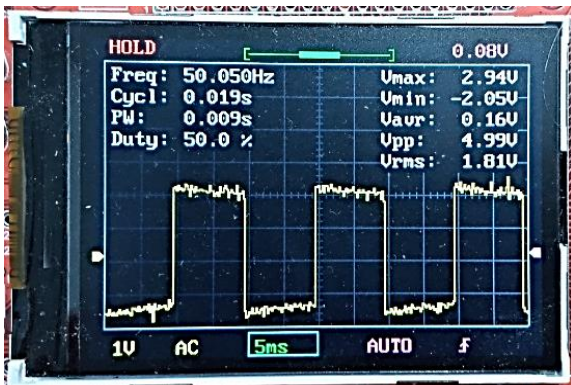
Untuk mengetahui kinerja sistem, diperlukan parameter sejenis dalam melihat karakteristik output alat sinkron. Parameter tersebut dilakukan dengan penentuan analisa. Dari analisa yang dihasilkan, dapat diketahui validitas desain. Melalui analisa tersebut, dapat mencari hasil perhitungan, yang telah ditetapkan berdasarkan teori. Langkah dalam penilaian kinerja alat sinkron terdiri dari:

1. Desain yang dibuat telah berfungsi sebagaimana kinerja alat sinkron secara umum. Hal yang dimaksud adalah alat sinkron berhasil menggabungkan dua output generator untuk menyuplai suatu sistem beban. Alat sinkron mempunyai output sinus murni dibuktikan dengan osiloskop.
2. Alat sinkron mampu menerapkan teknik SPWM. Desain berhasil, jika mampu membuktikan parameter output dengan duty cycle yang diatur pada papan driver EGS002. Hasil sinyal dapat dibuktikan melalui gelombang yang terbaca osiloskop.
3. Keberhasilan alat sinkron, dilakukan dengan membuktikan sebuah beban. Beban yang diuji adalah beban RLC. Dari pengujian, dapat diketahui analisis hasil yang didapatkan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

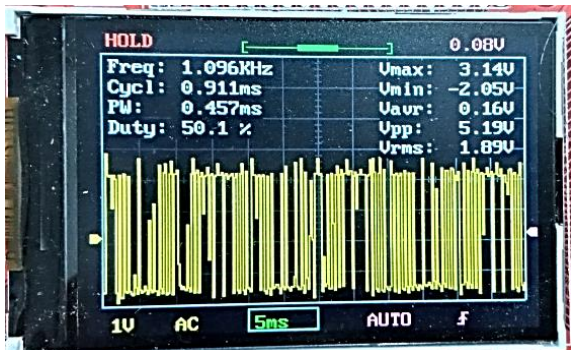
Pengujian gelombang kotak low frekuensi konstan pada frekuensi 50 Hz dengan duty cycle 50% (lihat Gambar 5). Hal ini bertujuan untuk

mempertahankan frekuensi output alat sinkron pada frekuensi 50 Hz dengan duty cycle 50%.



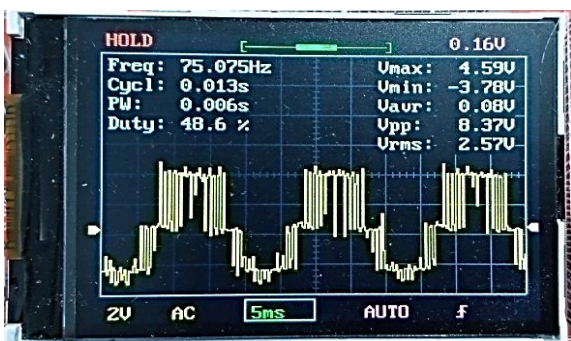
Gambar 5. Pengujian Gelombang Kotak Low Frekuensi

Pengujian gelombang kotak high frekuensi terukur ± 1 KHz dengan duty cycle 50% (lihat Gambar 6), gelombang kotak *high* frekuensi selalu berubah-ubah dipengaruhi oleh tegangan input dan beban yang diberikan pada output alat sinkron EGS002.



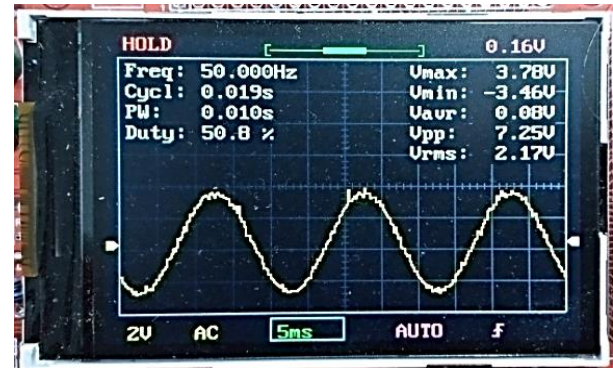
Gambar 6. Pengujian Gelombang Kotak High Frekuensi

Pengujian gelombang output sebelum melalui low pass filter berbentuk dua gelombang kotak frekuensi low dan high yang digabungkan (lihat Gambar 7).



Gambar 7. Pengujian Gelombang Output Sebelum Melalui Low Pass Filter

Output alat sinkron EGS002 adalah 220Volt, 50 Hz berbentuk gelombang sinus murni seperti terlihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Pengujian Gelombang Sinus Output Alat Sinkron EGS002

Tabel 1. Pengujian Dengan Beban 0

No	V _{In1}	V _{In2}	W _{In1}	W _{In2}	V _{Out}	W _{Out}
1	254	243	10,58	13,50	220	0
2	256	252	11,93	12,32	221	0
3	257	241	10,94	12,11	220	0
4	249	238	9,67	11,09	220	0
5	239	243	7,40	13,50	220	0
6	239	245	7,46	11,48	220	0
7	243	239	8,18	11,64	221	0
8	244	249	9,33	12,30	220	0
9	245	248	9,90	14,40	220	0
10	241	241	7,91	11,01	220	0
Nilai rata-rata						
	246	243,9	9,33	12,33	220,2	0

Pengujian alat sinkron generator 1 fasa dengan sistem AC-DC-AC menggunakan papan driver EGS002 menggunakan dua input tegangan yang bersumber dari dua genset. Input 1: 246Volt; 50 Hz dan input 2: 243,9 Volt; 60 Hz yang menghasilkan output 220 Volt; 50 Hz sinus murni. Pengujian tanpa beban (0), alat sinkron EGS002 memerlukan daya utama dari power suplai. Dari hasil pengujian beban 0 pada Tabel 1, daya yang terukur input 1: 9,33Watt dan input 2: 12,33Watt. Total daya pengujian beban 0 adalah input 1 tambah input 2 sama dengan 21,66Watt. Daya input 21,66Watt merupakan konsumsi daya power suplai dan low pass filter.

Tabel 2 Pengujian dengan Beban R

No	V _{In1}	V _{In2}	W _{In1}	W _{In2}	V _{Out}	W _{Out}
1	218	234	19,68	26,67	220	32,67
2	222	241	27,87	30,87	220	32,72
3	223	234	22,13	30,04	220	32,67
4	229	240	31,78	31,09	220	32,70
5	220	238	20,90	29,66	220	32,64
6	211	237	18,10	27,06	220	32,72
7	214	241	18,68	29,45	220	32,74
8	222	240	23,07	37,53	220	32,54
9	223	232	30,13	34,52	220	32,73
10	222	231	28,90	30,59	220	32,67
Nilai rata-rata						
	220,4	236,8	24,12	30,74	220	32,68

Rancang Bangun Alat Sinkron Generator 1 Fasa dengan Sistem AC-DC-AC Menggunakan Papan Driver EGS002

Pengujian dengan beban R berupa 2 buah solder, tegangan input 1: 220,4 Volt, daya input 1: 24,12 Watt, tegangan input 2: 236,8 Volt, daya input 2: 30,74 Watt, tegangan output 220 Volt, daya output 32,68 Watt, efisiensi 60%, frekuensi 50 Hz dan output gelombang sinus murni. Hasilnya bisa dilihat pada Tabel 2.

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi daya} = \eta &= \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \\ \eta &= \frac{32,68}{54,86} \times 100\% \\ &= 60\% \end{aligned}$$

Tabel 3 Pengujian dengan Beban L

No	V _{In1}	V _{In2}	W _{In1}	W _{In2}	V _{Out}	W _{Out}
1	215	226	38,01	58,84	201	71,85
2	220	223	35,59	59,06	201	71,66
3	218	226	39,95	54,43	200	71,44
4	209	221	39,78	61,96	204	75,63
5	224	227	34,10	59,69	205	76,39
6	218	227	37,17	58,17	205	76,23
7	220	224	34,02	66,30	205	75,56
8	200	228	31,74	59,37	204	74,95
9	218	225	36,14	63,82	204	74,88
10	220	226	36,51	59,91	204	74,75
Nilai rata-rata						
	216,2	224,8	36,30	60,16	203,3	74,33

Pengujian dengan beban L berupa 2 buah trafo, tegangan input 1: 216,2 Volt, daya input 1: 36,30 Watt, tegangan input 2: 224,8 Volt, daya input 2: 60,16 Watt, tegangan output 203,3 Volt, daya output 74,33 Watt, efisiensi 77%, frekuensi 50 Hz dan output gelombang sinus murni. Hasil pengujiannya lihat pada Tabel 3.

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi daya} = \eta &= \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \\ \eta &= \frac{74,33}{96,46} \times 100\% \\ &= 77\% \end{aligned}$$

Tabel 4. Pengujian dengan Beban C

No	V _{In1}	V _{In2}	W _{In1}	W _{In2}	V _{Out}	W _{Out}
1	241	244	12,93	18,02	220	9,50
2	238	244	11,24	17,51	220	9,49
3	252	243	15,68	17,88	220	9,50
4	250	244	14,35	20,01	220	9,50
5	243	243	12,32	19,39	221	9,51
6	242	244	11,94	19,01	220	9,45
7	244	240	12,77	16,97	220	9,41
8	242	242	12,94	19,89	220	9,45
9	243	243	9,82	19,87	221	9,51
10	245	247	9,26	19,97	221	9,51
Nilai rata-rata						
	244	243	12,42	18,85	220,3	9,48

Pengujian dengan beban C berupa lampu LED, tegangan input 1: 244 Volt, daya input 1: 12,42 Watt, tegangan input 2: 243 Volt, daya input 2: 18,85 Watt, tegangan output 220,3 Volt, daya output 9,48 Watt, efisiensi 98,6%, frekuensi 50 Hz dan output gelombang sinus murni. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi daya} = \eta &= \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \\ \eta &= \frac{9,48}{30,27} \times 100\% \\ &= 31\% \end{aligned}$$

EGS002 adalah papan driver khusus untuk inverter sinus murni *phase* tunggal. EGS002 menggunakan IC EG8010 sebagai *chip* control dan ir2110 sebagai *chip* driver. Papan driver ini mengintegrasikan fungsi tegangan, arus, dan perlindungan suhu, indikasi peringatan LED dan kontrol kipas. Output mengkonfigurasi AC 50/60 Hz (Sitompul, 2019).

Berdasarkan data hasil pengujian alat sinkron generator 1 fphase dengan sistem AC-DC-AC menggunakan papan driver EGS002 menghasilkan output 220 Volt 50 Hz, duty cycle 50% berbentuk gelombang sinus murni. Alat sinkron EGS002 bekerja dengan baik pada input tegangan dan frekuensi yang berbeda. Beban RLC yang diberikan pada output alat sinkron tidak mempengaruhi frekuensi dan bentuk gelombang. Dari hasil pengujian daya awal alat sinkron EGS002 21,66 Watt tidak berubah walaupun daya output ditambah.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan pada beberapa poin penting berikut. Alat sinkron generator 1 fasa dengan sistem AC-DC-AC menggunakan papan driver EGS002 menghasilkan output tegangan 220 Volt, frekuensi 50 Hz, duty cycle 50% dan output gelombang sinus murni. Alat sinkron tetap bekerja pada input tegangan dan frekuensi yang berbeda. Dari data hasil percobaan beban nol diketahui daya yang digunakan alat sinkron adalah 21,66 Watt. Dari data hasil percobaan beban dengan daya tertinggi 74,33 Watt memiliki efisiensi daya 77%. Output frekuensi dan gelombang sinus murni tidak dipengaruhi oleh jenis beban yang diberikan.

REFERENSI

- Adam, L. (2016). Dinamika Sektor Kelistrikan di Indonesia. *Jurnal Ekonomi Dan Pembangunan*, 24(1), 29–41.
- AJI, R. B. (2016). *Kegagalan Sinkronisasi Otomatis Generator Unit 1 PLTA Wonogiri* [Universitas Gadjah Mada].
<http://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/99977>
- Dunnett, D., & Wallace, J. S. (2009). Electricity generation from wave power in Canada. *Renewable Energy*, 34(1), 179–195.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.renene.2008.04.034>
- Hardisal, Candra, R. A., Ilham, D. N., Saragi, D. P., Harahap, R., Suherman, S., & Yahya, Z. (2021). Filter Component Impact on EGS002-based Inverter Circuit Performances. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1062(1), 1–7.
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/1062/1/012050>
- Herudin, H., & Prasetyo, W. D. (2016). Rancang Bangun Generator Sinkron 1 Fasa Magnet Permanen Kecepatan Rendah 750 RPM. *Setrum : Sistem Kendali-Tenaga-Elektronika-Telekomunikasi-Computer*, 5(1), 11.
<https://doi.org/10.36055/setrum.v5i1.886>
- Huda, S. S., & Arief, I. S. (2014). Analisa Bentuk Profile dan Jumlah Blade Vertical Axis Wind Turbine terhadap Putaran Rotor untuk Menghasilkan Energi Listrik. *Jurnal Teknik ITS*, 3(1), F25–F29.
- Lombardo, A. (2019). *Inverter operation using ASIC EG8010 STUDENT* [Università degli Studi di Palermo].
<https://upcommons.upc.edu/handle/2117/178641>
- Mamahit, C., & Ponto, H. (2021). Analisis Potensi Energi Listrik Ditinjau dari Energi Hidro di Minahasa Selatan. *JURNAL EDUNITRO: Jurnal Pendidikan* ..., 1(1), 37–42.
<http://ejurnal.unima.ac.id/index.php/edunitro/article/view/1008>
- Sitompul, T. (2019). *Rancang Bangun DC 12 Volt ke DC 380 Volt Sebagai Power Supply Inverter Sinus Metode EGS002* [Universitas Sumatera Utara].
<http://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/23520>
- Thamrin, N. (2017). Alat Sinkronisasi Otomatis pltmh Dengan Jaringan Distribusi Pln Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 16. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 11(3), 50–54.