

Perbandingan Unjuk Kerja *Inverter Pure Sine Wave* dan *Non Pure Sine Wave*

Rendi Rinaldy Sukarso¹, Arif Johar Taufiq²

Program Studi S1 Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Informasi Makalah

Dikirim, 24 November 2021

Direvisi, 1 Januari 2022

Diterima, 2 Januari 2022

Kata Kunci:

Pure Sine wave inverter

Non Pure Sine wave inverter

Modul EGS-002

IC 4047

INTISARI

Penelitian ini bertujuan membandingkan unjuk kerja dari *inverter* jenis *pure sine wave* (PSW) dan *non pure sine wave* (non PSW). Agar dapat dibandingkan dibuatlah kedua jenis *inverter* ini, *inverter* PSW dibangun berbasis modul EGS-002 sedangkan *inverter* non PSW dibangun dengan prinsip penskalaan berbasis IC 4047. Sumber baterai dan kapasitas transformator yang digunakan sama kapasitasnya. Pengujian *inverter* meliputi uji beban resistif, beban induktif dan kapasitif. Berdasarkan pengujian *inverter* non PSW cocok untuk beban resistif daya besar sedangkan *inverter* PSW cocok untuk beban resistif berdaya kecil. *Inverter* PSW mempunyai kualitas yang lebih bagus dari *inverter* non PSW pada bentuk gelombang dan THD, sehingga beban induktif lebih cocok menggunakan *inverter* jenis PSW.

ABSTRACT

This study aims to compare the performance of pure sine wave (PSW) and non pure sine wave (non PSW) inverters. In order to be able to compare these two types of inverters, the PSW inverter was built based on the EGS-002 module while the non PSW inverter was built on the based on IC 4047. The battery source and transformer capacity used are the same capacity. Inverter testing includes pure load tests, inductive and capacitive loads. Based on testing, non-PSW inverters are suitable for large loads, while PSW inverters are suitable for small loads. PSW inverters have better quality than non-PSW inverters in waveforms and THD, so that inductive loads are more suitable for using PSW type inverters.

Korespondensi Penulis:

Rendi Rinaldy Sukarso

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknik dan Sains Universitas Muhammadiyah Purwokerto

JL.KH.Ahmad Dahlan, Purwokerto, 53182

Email: rendirailfans@gmail.com

1. PENDAHULUAN

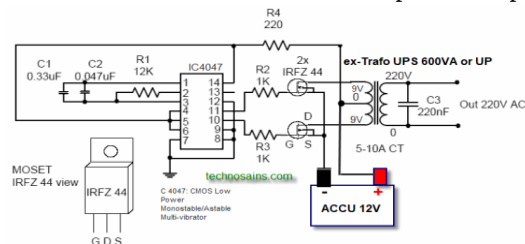
Inverter sangat dibutuhkan saat ini karena melimpahnya sumber daya listrik DC yang dipasang dari panel surya dan media penyimpanan energi listrik DC berupa baterai untuk diubah ke listrik AC 220V. Penelitian terkait *inverter* sudah banyak dilakukan antara lain jenis *inverter* non PSW dan *inverter* PSW [1], [2]. Agar dapat dibandingkan unjuk kerja dari dua jenis *inverter* tersebut maka dibangun dua jenis *inverter* yaitu *inverter* non PSW dan PSW. Untuk *inverter* jenis non PSW misalnya menggunakan pemacu switching mosfet berbasis IC 4047 misalnya seperti yang digunakan pada [3] dan untuk *inverter* jenis PSW menggunakan contoh yang dibuat Luqman [4], Nasukha [5], Hardisal [6].

Penelitian tentang unjuk kerja kedua jenis *inverter* kebanyakan menggunakan *inverter* dipasaran yang belum tentu berbeda kapasitasnya. Maka pada penelitian ini akan dikaji unjuk kerja *inverter* jenis non PSW dan PSW. Jeni *inverter* non PSW diwakili oleh *inverter* yang luarannya berupa tegangan berbentuk gelombang kotak, sedangkan *inverter* PSW diwakili oleh *inverter* yang tegangan luarannya berbentuk gelombang sinus resistif. Dengan demikian pengujian kedua *inverter* yang berkapasitas sama diharapkan pengujian akan mewakili unjuk kerja masing-masing *inverter*.

2. METODE PENELITIAN

Langkah penelitian dimulai dengan membangun kedua jenis *inverter* yaitu *non pure sine wave* (non PSW) dan *pure sine wave* (PSW). Keduanya menggunakan sumber baterai dan jenis transformator step up yang sama. Kapasitas baterai yang digunakan adalah 12V/7AH sedangkan transformator menggunakan trafo khusus untuk *inverter* yang berkapasitas 600VA. Penggunaan baterai dan jenis transformator yang sama diharapkan kedua jenis *inverter* mempunyai daya output yang sama sehingga dapat dibandingkan unjuk kerjanya.

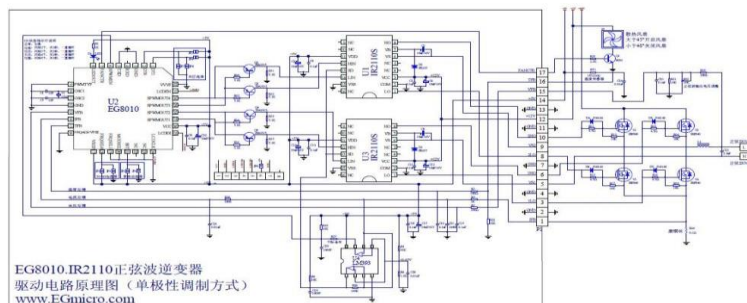
Inverter jenis *non pure sine wave* dibangun berbasis IC 4047 untuk pensaklaran mosfet trafo *step up* yang dirancang frekuensinya sebesar 50Hz sesuai dengan frekuensi kerja PLN. Frekuensi 50Hz ditentukan dari nilai C1 diparalel C2 dan kombinasi R1. Nilai C1, C2 dan R2 dapat dilihat pada Gambar 1.



Sumber: <https://technosains.com>

Gambar 1. skema rangkaian *inverter non Pure Sine wave*

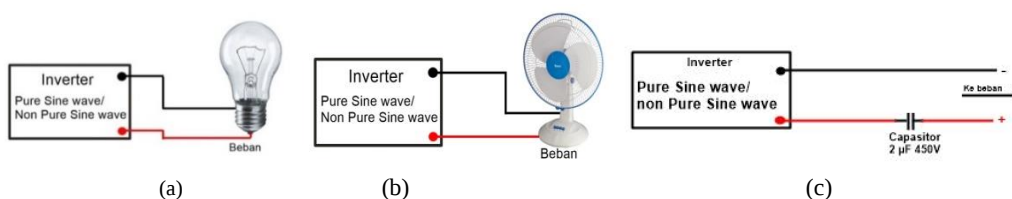
Sedangkan untuk *inverter* jenis *pure sine wave* dibangun berbasis modul EGS-002 yang berisi IC khusus untuk membangun *inverter* gelombang sinus, gambar rangkaian dapat dilihat pada Gambar 2.



Sumber: <http://www.egmicro.com/>

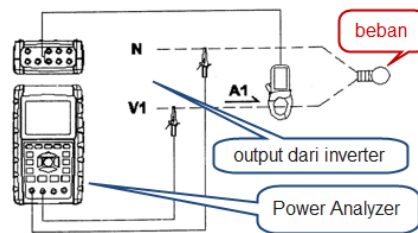
Gambar 2. *Pure sine wave inverter* berbasis modul EGS-002

Pengujian kedua jenis *inverter* dengan jenis beban resistif, beban induktif dan beban kapasitif. Beban resistif berupa bohlam lampu 220VAC dengan variasi daya dari 15W sampai 100W. Beban induktif berupa kipas angin dan motor mesin jahit. Sedangkan beban kapasitif berupa kapasitor yang diseri dengan bohlam lampu pijar. Pengukuran unjuk kerja berupa: tegangan output, bentuk gelombang, frekuensi dan THD (*Total Harmonic Distortion*).



Gambar 3. Ilustrasi pengujian dengan 3 jenis beban a. resistif b.induktif c.kapasitif

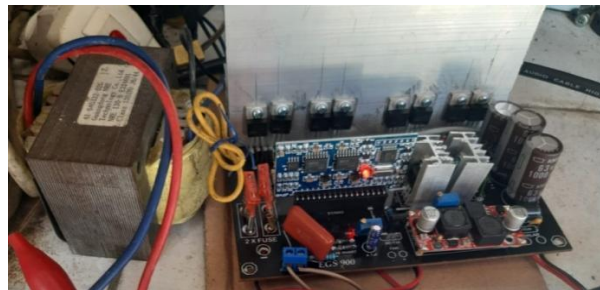
Pengukuran THD menggunakan alat Power Analyzer DW-6095 dengan cara pengukuran seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengkabelan pengukuran THD

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah kedua jenis *inverter* telah selesai dirakit dan bekerja dengan baik, selanjutnya unjuk kerja kedua jenis *inverter* dibandingkan. Pengujian pertama adalah luaran bentuk gelombang dan frekuensi, alat ukur yang digunakan adalah Power Analyzer merk Lutron DW-6095. Bentuk jadi *inverter* PSW berbasis modul EGS-002 terlihat pada Gambar 5.



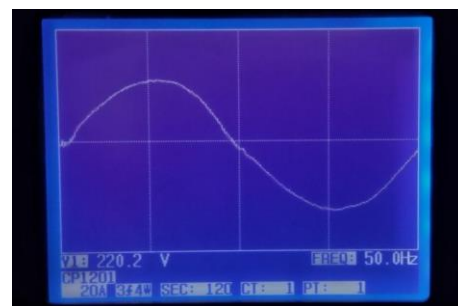
Sumber: dokumen pribadi

Gambar 5. *Inverter* pure sine wave berbasis IC EGS-002

Inverter jenis non PSW berbasis IC 4047 luaran tegangan berbentuk gelombang kotak dan mempunyai frekuensi 50 Hz lihat Gambar 6 (a). Sedangkan *inverter* pure sine wave berbasis modul EGS-002 mempunyai teganganluaran berbentuk gelombang sinus dan frekuensi 50Hz dapat dilihat pada Gambar 6 (b). Jadi kedua jenis *inverter* mempunyai frekuensi kerja yang sama yaitu 50Hz tetapi *inverter* PSW lebih unggul karena mempunyai tegangan luaran berbentuk sinus seperti bentuk gelombang sinus tegangan jala-jala listrik PLN.

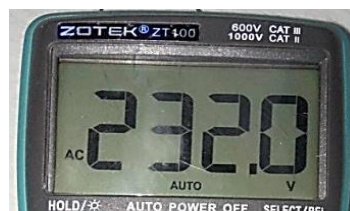


(a)



(b)

Gambar 6. Bentuk gelombang dan frekuensi luaran *inverter* (a) non PSW berbasis IC 4047
(b) PSW berbasis IC EGS-002

Gambar 7. Tegangan luaran *inverter* PSWGambar 8. Tegangan luaran *inverter* non PSW

3.1. Pengujian Tegangan Luar *Inverter* Terhadap Beban

Pengujian tegangan luaran *inverter* dengan berbagai macam jenis beban, yaitu beban resistif, induktif dan kapasitif. Pengujian kedua jenis *inverter* PSW dan non PSW dengan beban resistif bohlam lampu pijar berdaya 15W-100W data dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengujian tegangan luaran *inverter* terhadap beban resistif

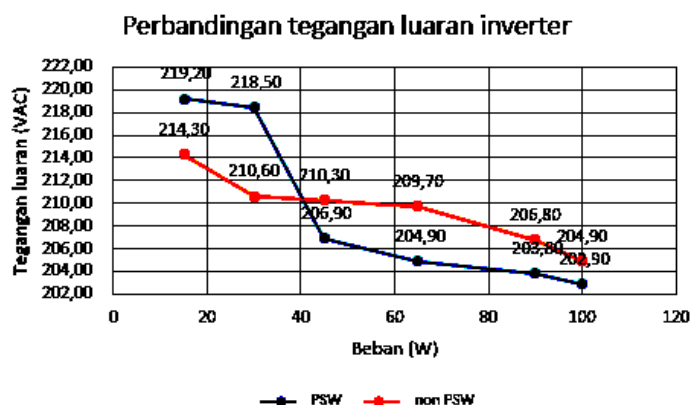
L pijar 220VAC (W)	Teg. Out <i>Inverter</i> non PSW (VAC)	Teg. Out <i>Inverter</i> PSW (VAC)
15	214,30	219,20
30	210,60	218,50
45	210,30	206,90
65	209,70	204,90
90	206,80	203,80
100	204,90	202,90

Kemampuan kedua jenis *inverter* dengan asumsi efisiensi baterai 80% tanpa menghitung efisiensi *inverter* maka didapat nilai:

$$\begin{aligned}
 P &= V \cdot I \times \text{eff Baterai} \\
 &= 12\text{V} \times 7\text{Ah} \times 0,8 \\
 &= 67,2\text{Wh}
 \end{aligned}$$

Pada pengujian *inverter* dengan beban resistif, *inverter* PSW unggul untuk beban kecil kisaran 15W sampai 30W dan terjadi penurunan tegangan luarannya setiap kenaikan beban 10W. Sedangkan *Inverter* jenis non PSW lebih unggul untuk beban resistif berdaya besar, lihat Gambar 9.

Daya maksimum kedua *inverter* adalah 67,2W jika dibebani beban 100W terjadi penurunan tegangan luaran, *inverter* jenis non PSW sedikit unggul dari pada *inverter* PSW, penurunan tegangan *inverter* non PSW 6,8% sedangkan *inverter* PSW terjadi penurunan tegangan luaran sebesar 7,7%. Berdasarkan pengujian tersebut *inverter* PSW cocok untuk beban resistif berdaya kecil sedangkan *inverter* non PSW lebih cocok untuk beban resistif berdaya besar.

Gambar 9. Grafik tegangan luaran *inverter* non PSW dan PSW untuk beban resistif

3.2. Perbandingan Daya

Pengujian perbandingan daya yang disediakan oleh *inverter* melalui pengukuran daya beban riil dibandingkan daya tertulis pada beban. Alat ukur yang digunakan power analyzer lutron DW-6095. Hasil pengujian didapat seperti pada tabel 2. Karena keterbatasan pengukuran daya masukan dan daya luaran, digunakan pengukuran perbandingan daya luaran *inverter* riil berdasarkan pengukuran alat ukur dibandingkan dengan daya tertulis. Hasilnya sesuai teori bahwa untuk beban besar maka perbandingan daya akan semakin turun dan terlihat untuk perbandingan daya bernilai tinggi jika beban berupa lampu elektronik (LED). Bedan induktif dan kapasitif membuat perbandingan daya semakin turun, data lengkap dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan daya riil/daya tertulis pada *inverter Pure Sine wave*

Beban	Watt (tertulis)	Watt (Riil)	Perbandingan Daya (%)
Lp Pijar (resistif)	15	13,0	86,67
Lp Pijar (resistif)	30	21,0	70,00
Lp Pijar (resistif)	45	30,0	66,67
Lp Pijar (resistif)	65	35,0	53,85
Lp Pijar (resistif)	90	39,0	43,33
Lp Pijar (resistif)	100	40,0	40,00
Lp LED (resistif)	11	10,0	90,91
Motor M Jahit (Induktif)	120	28,0	23,33
Lp pijar di seri Kap 2uF(Kapasitif)	15	11,0	73,33
Lp pijar di seri Kap 2uF (Kapasitif)	30	20,1	67,00
Lp pijar di seri Kap 2uF (Kapasitif)	45	29,0	64,44

3.3. Total Harmonic Distortion (THD)

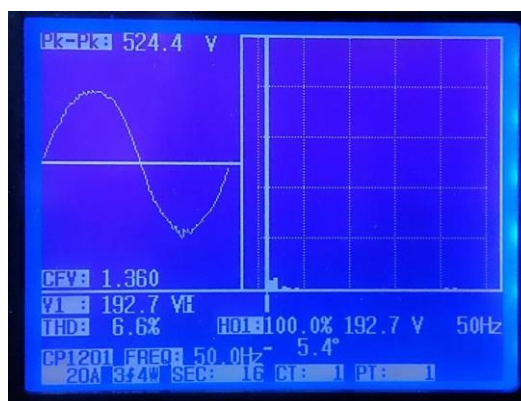
Pengukuran THD pada *inverter* non PSW tidak dapat terbaca pada alat ukur Power Analyzer. Selanjutnya pengukuran harmonik pada *inverter* PSW dengan beban lampu pijar, kipas angin, dinamo mesin jahit dan rangkaian seri beban dengan kapasitor tampilan terlihat pada Gambar 10 dan detil data lengkap tampak pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengukuran THD *inverter* PSW

Beban	Watt	THD (%)	Volt (VAC)	VPP (ACV)
Lampu Pijar (resistif)	15	6,0	206,9	566,6
Lampu Pijar (resistif)	30	6,7	192,7	524,0
Lampu Pijar (resistif)	45	7,6	179,7	485,3
Lampu Pijar (resistif)	65	9,1	163,8	438,5
Lampu Pijar (resistif)	90	10,5	146,9	390,5
Lampu Pijar (resistif)	100	10,4	142,0	389,0
Lampu LED (resistif)	11	7,2	208,0	550,1
Kipas Angin (induktif)	45	28	187,9	440,1
Motor M Jahit (induktif)	120	38,2	168,0	458,0
Lampu seri Kap. 2uF(kapasitif)	15	7,3	199,0	544,4

Tabel 4. Pengukuran THD non PSW

Beban	Watt	THD (%)	Volt (VAC)	VPP (ACV)
Lampu Pijar (resistif)	15	-	170,5	395,3
Lampu Pijar (resistif)	30	-	162,3	375,3
Lampu Pijar (resistif)	45	-	153,8	330,3
Lampu Pijar (resistif)	65	-	133,0	330,9
Lampu Pijar (resistif)	90	-	129,1	294,9
Lampu Pijar (resistif)	100	-	128,6	294,0
Lampu LED (resistif)	11	-	190	545,1
Kipas Angin (induktif)	45	-	150,3	401,1
Motor M Jahit (induktif)	120	-	127,0	290,1
Lampu seri Kap. 2uF(kapasitif)	15	-	166,0	335,4

Gambar 10. Harmonik *inverter* Pure Sine wave

3.4. Efisiensi

Pengujian Efisiensi *inverter* non PSW dan PSW dilakukan dengan beban resistif, kapasitif dan induktif pengujian dilakukan masing-masing 3 menit. Hasil pengujian Rata-rata efisiensi *inverter* non PSW yaitu 45,0% dengan berbagai faktor pengaruh dalam pengujian efisiensi diantaranya kondisi tegangan baterai, beban dan trafo. Nilai efisiensi *inverter* PSW dipengujia ini terlihat lebih kecil, tidak sesuai dengan teori, hal ini karena keterbatasan alat ukur, dan kesalahan pengambilan data.

Tabel 5. Pengujian efisiensi *inverter* PSW

Beban	Watt	Input		Output		Pf	Watt (Real)	Efisiensi (%)
		VDC	A	VAC	A			
L Pijar (Resistif)	15	12,5	3,2	199,7	0,06	1,00	13	32,5
L Pijar (Resistif)	30	12,4	4,6	184,3	0,12	1,00	21	36,8
L Pijar (Resistif)	45	12,0	6,4	173,1	0,17	1,00	30	39,0
L Pijar (Resistif)	65	11,8	8,0	152,5	0,23	1,00	35	37,0
L Pijar (Resistif)	90	11,7	9,7	132,9	0,30	1,00	39	34,3
L Pijar (Resistif)	100	11,6	10,2	128,4	0,31	1,00	40	33,8
L LED (Resistif)	11	12,1	3,4	204,9	0,08	1,0	10	24,3
Motor M. Jahit (Induktif)	120	12,2	6,1	170,0	0,12	0,93	28	37,6
LPijar seri Cap (Kapasitif)	15	12,3	2,9	195,5	0,6	1,00	11	30,8
LPijar seri Cap. (Kapasitif)	30	12,2	4,2	195,3	0,04	1,00	20,1	39,2
LPijar seri Cap (Kapasitif)	45	11,5	5,6	211,0	0,03	1,00	29,0	45,0

Tabel 6. Pengujian efisiensi *inverter* non PSW

Beban	Watt	Input		Output		Pf	Watt (Real)	Efisiensi (%)
		VDC	A	(VAC)	A			
Lampu Pijar	15	12,4	2,10	191,60	0,06	1,00	12,00	46,10
Lampu Pijar	30	12,3	3,10	176,40	0,12	1,00	21,00	55,00
Lampu Pijar	45	12,1	4,00	163,90	0,17	1,00	27,00	55,70
Lampu Pijar	65	11,9	5,10	148,50	0,23	1,00	34,00	56,10
Lampu Pijar	90	11,8	6,50	136,90	0,30	1,00	41,00	53,40
Lampu Pijar	100	11,8	6,90	133,50	0,32	1,00	43,00	52,80
Lampu LED	11	12,1	2,30	197,00	0,11	0,45	10,00	40,30
Motor M Jahit	120	12,1	3,60	210,00	0,12	0,48	14,10	32,40
L pijar seri Kapasitor	15	10,4	3,00	209,00	0,50	0,99	10,10	32,30
L pijar seri Kapasitor	30	11,2	3,90	182,00	0,04	0,99	15,50	35,50
L pijar seri Kapasitor	45	11,3	5,00	183,00	0,04	0,99	20,50	36,20

4. KESIMPULAN

Hasil pengujian yang telah dilakukan dengan daya kemampuan *inverter* 67W maka diperoleh unjuk kerja *inverter* PSW menghasilkan gelombang sinus yang mendekati sempurna dikarenakan terdapat fungsi *board module* EGS-002 yang didalamnya terdapat IC khusus untuk *inverter* gelombang sinus. Cara kerja *Inverter* non PSW menghasilkan gelombang kotak memiliki prinsip sederhana yaitu sebuah rangkaian osilator pada IC 4047, rangkaian *switching* pada MOSFET IRFZ44N dan sebuah trafo CT *step-up*.

Kedua jenis *inverter* memiliki kelebihan masing-masing, yaitu *inverter* PSW menghasilkan gelombang sinus yang baik cocok untuk peralatan elektronika beban induktif. *Inverter* non *Pure Sine wave* untuk beban induktif besar seperti mesin bor, mesin pompa karena akan mengakibatkan harmonik dan penurunan *Cosphi* menjadi lebih kecil dari 1,00. Hasil pengujian 12 kali percobaan, pengukuran menggunakan *Power* dan *Harmonic Analyzer* gelombang sinus dengan baterai rata-rata 12,1V memiliki rata-rata penurunan tegangan menjadi 11,03 VDC ketika diberi pembeban awal, jauh lebih ringan dari *inverter* non PSW yang mengalami penurunan tegangan awal 10.3VDC dapat disimpulkan dengan bentuk gelombang sinus lebih halus saat diberi pembebanan sehingga lebih efisien.

Harmonik *inverter* PSW untuk beban resistif dengan rata-rata harmonik 7,5% tidak melebihi batas THD 10%, pengujian harmonik pada beban induktif dengan rata-rata 35,2% melebihi batas maksimal THD dan pengujian pada beban kapasitif sebesar 7,0% tidak melebihi batas maksimal THD. Harmonik pada non PSW tidak dapat terbaca pada pengukuran. Pada pengujian efisiensi *inverter* karena alat ukur dan pengambilan data kurang valid maka perlu dilakukan pengukuran ulang, karena tidak sesuai dengan teori.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua, dosen teknik elektro, seluruh teman-teman mahasiswa teknik elektro dan alumni teknik elektro Universitas Muhammadiyah Purwokerto yang telah memberikan dukungannya dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Hasan, J. Maqsood, M. Q. Baig, S. M. A. S. Bukhari, and S. Ahmed, "Design and Implementation of Single Phase Pure Sine Wave Inverter Using Multivibrator IC," in *Proceedings - UKSim-AMSS 17th International Conference on Computer Modelling and Simulation, UKSim 2015*, Sep. 2016, pp. 451–455. doi: 10.1109/UKSim.2015.58.
- [2] N. Ahmed and Z. R. Khan, "Microcontroller Based Pure Sine Wave Inverter," in *2021 IEEE International Conference in Power Engineering Application (ICPEA)*, Mar. 2021, pp. 173–177. doi: 10.1109/ICPEA51500.2021.9417841.
- [3] T. Mahardika and A. Warsito, "Perancangan Inverter Fullbridge Resonansi Seri Frekuensi Tinggi Untuk Apikasi Induction Cooker," vol. 2, no. 4, 2013, Accessed: Jan. 01, 2023. [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/transient/article/view/4752>
- [4] Mohammad Luqman, Achmad Komarudin, and Sidik Nurcahyo, "Pembangkit Sinusoida Pulse Width Modulation Berbasis Arduino Untuk Inverter," *Jurnal Teknik Ilmu Dan Aplikasi*, vol. 3, no. 2, pp. 42–46, Oct. 2022, doi: 10.33795/jtia.v3i1.96.
- [5] T. Nasukha, H. Hermawan, and H. Afrisal, "Perancangan Inverter Satu Fasa Jembatan Penuh Dengan Transformator Frekuensi Tinggi Menggunakan IC EGS002," *Transient*, vol. 10, no. 4, 2021, Accessed: Jan. 01, 2023. [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/transient/article/view/32521/pdf>
- [6] Hardisal et al., "Filter Component Impact on EGS002-based Inverter Circuit Performances," *IOP Conf Ser Mater Sci Eng*, vol. 1062, no. 1, p. 012050, Feb. 2021, doi: 10.1088/1757-899X/1062/1/012050.

