

Dual Saklar Konverter DC-DC Untuk Catu Daya Lampu LED Penerangan

Turahyo¹

¹ Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknologi Bontang
Jln. Letjen S. Parman No.65 RT 48 Bontang

Abstract- LED lamps have been extensively used as lighting lamps both in industry and in households. Led lamps as lighting generally use AC voltage as the power supply. This lamp is available from the supply using a voltage between 220-240 volts. However, under certain conditions a DC voltage with a level between 100-125 volts can be utilized to turn on the LED lighting. Solar cell is a power plant with an output voltage in the form of DC voltage. Solar cells used for household needs generally have an output voltage level of 6 volts to 48 volts. The output voltage cannot be employed to turn on the LED lighting. For that we need an equipment that is in a position to change the output voltage level of the solar cell into a higher voltage level. This equipment is generally called a boost DC-DC converter. In this paper, the input voltage used is 7,4 volts with an output voltage of 125 volts with a 5 watts LED lamp load. The input current absorbed in this design is 0,7 A and the output current is 0,0314 A.

Intisari- Lampu LED sudah banyak digunakan sebagai lampu penerangan baik di industri ataupun pada rumah tangga. Lampu Led sebagai penerangan pada umumnya menggunakan tegangan AC sebagai catu dayanya. Lampu ini dapat di catu menggunakan tegangan antara sebesar 220 – 240 volt. Namun pada kondisi tertentu tegangan DC dengan level antara 100-125 volt dapat digunakan untuk menyalakan lampu LED penerangan tersebut. Solar cell merupakan sebuah pembangkit listrik dengan tegangan keluaran berbentuk tegangan DC. Solar cell yang digunakan untuk kebutuhan rumah tangga pada umumnya mempunyai level tegangan keluarannya sebesar 6 volt sampai 48 volt. Tegangan keluaran tersebut tidak mampu digunakan untuk menyalakan lampu LED penerangan. Untuk itu dibutuhkan sebuah peralatan yang mampu merubah level tegangan keluaran solar cell menjadi level tegangan yang lebih tinggi. Peralatan ini biasa disebut dengan boost DC-DC konverter. Dalam paper ini, tegangan input yang digunakan sebesar 7,4 volt dengan tegangan keluaran sebesar 99,8 volt dengan beban lampu LED 5 watt. Arus input yang di serap dalam desain ini sebesar 0,7 A dan arus output sebesar 0,0314 A.

Kata Kunci- Dual Saklar, DC-DC Konverter, MOSFET, Lampu LED, Catu Daya

I. PENDAHULUAN

Solar cell merupakan salah satu pembangkit listrik green energy. Pembangkit solar cell sudah mulai banyak diminati oleh pengembang energi listrik. Pembangkit ini mempunyai banyak kelebihan, salah satunya *solar cell* mudah dalam menginstalasinya dan mudah untuk dipindah-pindahkan letak pemasangannya. *Solar cell* sendiri dapat menghasilkan energi

listrik melalui konversi energi panas matahari. Semakin banyak panas yang diserap oleh *solar cell* semakin besar energi yang dapat dihasilkan. Hal ini dikarenakan *solar cell* sudah menggunakan teknologi *silicon wafers* [1-3]. *Solar cell* dalam skala kecil sudah banyak diterapkan dalam industri kecil, sistem pompa air baik untuk irigasi sawah maupun sirkulasi tambak dan di sistem rumah tangga [4-8]. *Solar cell* mempunyai efisiensi yang cukup baik yaitu sebesar kurang dari 30% tergantung dengan material yang digunakan untuk membangun *solar cell* tersebut [9]. Energi listrik yang dihasilkan dari *solar cell* pada umumnya di simpan menggunakan baterai. Jenis baterai yang digunakan biasanya baterai tipe basah dan baterai tipe kering. Tegangan baterai tersebut besarnya tergantung konfigurasi *array solar cell* dan *Solar Charge Control* (SCC) yang digunakan. Untuk sistem rumah tangga pemakaian baterai 12 volt sampai 48 volt sering digunakan. Sedangkan kapasitas penyimpanan baterai mulai dari 7-200 Ah [10-12].

Lampu LED banyak digunakan sebagai lampu penerangan dalam sistem penerangan di rumah tangga karena mempunyai kemampuan menyerap energi listrik yang sangat rendah. Hal ini sangat cocok digunakan pada sistem *solar cell* yang diterapkan di sistem rumah tangga. Selain itu lampu LED penerangan ini tidak sensitif terhadap penurunan atau kenaikan tegangan secara mendadak atau biasa disebut sebagai *power Sag* dan *power swell* [13-15]. Pada sistem penerangan rumah tangga, lampu LED di suplai menggunakan tegangan AC sebesar 220-240 volt. Namun lampu LED dapat juga disuplai menggunakan tegangan DC. Level tegangan DC yang diterapkan pada lampu LED mempengaruhi intensitas cahaya yang dihasilkan.

Dalam paper ini rangkaian pengali juga akan dibahas. Rangkaian pengali atau penaik tegangan yang digunakan dalam paper ini menggunakan komponen kapasitor dan dioda penyearah [16-19]. Hal ini dilakukan karena dua jenis komponen ini mudah untuk didapatkan, mempunyai ukuran yang cukup kecil sehingga tidak membutuhkan tempat yang besar, ringan dan murah harganya.

II. IMPEMENTASI SISTEM

Dalam paper ini sebelum dilakukan implementasi sistem konverter DC-DC terlebih dahulu dilakukan perancangan sistem yang meliputi perancangan arsitektur konverter dan pemilihan topologi saklar daya konverter yang digunakan. Hal ini dilakukan untuk meminimalisir terjadinya kerusakan-kerusakan komponen dan ketidaksesuaian hasil berupa

bentuk dan tegangan keluaran konverter yang dibangun saat dilakukan implementasi sistem,.

A. Arsitektur Konverter.

Konverter DC-DC sering digunakan untuk mengubah level tegangan DC inputan agar sesuai dengan level tegangan yang akan diterapkan pada suatu sistem. Beberapa konverter DC-DC diantaranya adalah *buck converter*, *boost converter* dan *buck-boost converter* [20-22]. Dalam paper ini *boost converter* digunakan dalam desain ini. Hal ini dilakukan karena tegangan keluaran yang harus dihasilkan sebesar 100-125 volt DC sedangkan tegangan masukannya sebesar 7,4 volt, sehingga konverter DC-DC ini harus mampu menaikkan tegangan masukan sebesar 7,4 volt menjadi 100-125 volt DC. Dalam konverter DC-DC sering menggunakan mosfet atau transistor sebagai saklar dayanya. Topologi saklar daya yang sering digunakan diantaranya adalah topologi *flyback converter*, *forward converter*, *half-bridge converter* dan *full-bridge converter*. Dalam paper ini *forward converter* digunakan sebagai saklar dayanya. Dalam topologi ini, dua buah saklar daya digunakan. Komponen mosfet dipilih sebagai saklar daya karena mosfet mudah didapatkan dipasaran dengan harga yang cukup terjangkau. Selain itu mosfet mempunyai kemampuan arus yang dapat diterapkan cukup besar. Pada paper ini transformator ferit digunakan sebagai penaik tegangan. Selain itu transformator ferit digunakan sebagai penyekat antara sistem yang bertegangan rendah dengan sistem yang bertegangan tinggi [23]. Dalam paper ini menggunakan beban yang bersifat resistif. Lampu LED 5 watt digunakan sebagai bebannya. Gambar 1. Memperlihatkan arsitektur konverter DC-DC sebagai catu daya lampu LED penerangan.

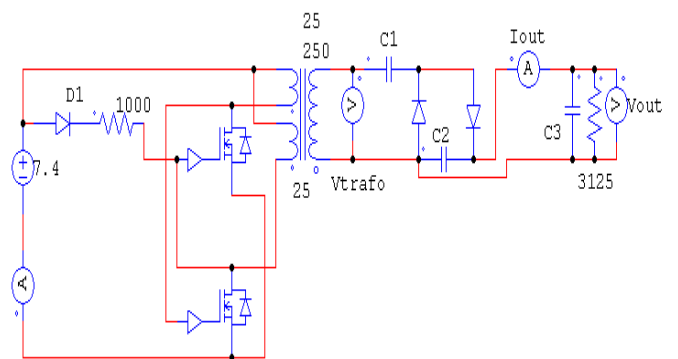


Gbr.1 Arsitektur konverter DC-DC

III. DESAIN KONVERTER DC-DC

Sebelum dilakukan implementasi sistem pada rangkaian yang sebenarnya terlebih dahulu simulasi konverter DC-DC dilakukan. Dalam paper ini, topologi *forward converter* dibangun sebagai saklar daya sistem. Dua buah mosfet dengan tipe N diterapkan. Selain mosfet, dioda *reverse recovery* frekuensi tinggi dan resistor pada sisi input juga digunakan. Untuk menaikkan tegangan dari level tegangan rendah menjadi tegangan yang lebih tinggi, transformator dengan inti ferit digunakan. Selain berfungsi sebagai penaik tegangan, transformator ferit juga digunakan sebagai isolator antara bagian sistem yang bertegangan rendah dengan sistem yang bertegangan tinggi. Setelah sistem bekerja pertama kali, transformator juga digunakan sebagai *oscilator* sebagai penghasil detak pada sisi input saklar daya. Transformator ini mempunyai 2 buah belitan pada sisi primernya. Salah satu ujung dan pangkal kedua buah belitan di hubung menjadi satu sebagai kaki CT. Sedangkan ujung-ujung belitan yang lainnya digunakan sebagai ujung pada saklar daya. Pada sisi sekunder transformator ferit ini digunakan sebagai keluaran tegangan

yang sudah dinaikkan levelnya. Rangkaian pengali tegangan juga digunakan dalam paper ini. Dua buah kapasitor dengan kemampuan menampung tegangan tinggi dikombinasikan dengan 2 buah dioda *ultra fast* dirangkai sedemikian hingga menjadi sebuah pengali tegangan AC menjadi tegangan DC. Rangkaian pengali ini biasa disebut sebagai rangkaian dengan metode *Cockcroft-Walton* [24]. Pada sisi keluaran dari konverter DC-DC, tegangan yang keluar dari kaki sekunder transformator masih dalam bentuk tegangan AC dengan frekuensi tinggi. Dioda D2 dan D3 digunakan sebagai penyearah setengah gelombang tegangan AC frekuensi tinggi. Sedangkan C3 digunakan untuk meratakan tegangan Dc yang masih mengandung *ripple* agar menjadi tegangan DC yang lebih murni. Kapasitas arus yang mengalir pada keluaran konverter DC-DC ini tergantung kapasitas dari C1 dan C2. Lampu LED dengan daya 5 watt digunakan sebagai beban pada paper ini. Skema rangkaian sistem konverter DC-DC dapat ditunjukkan pada Gambar 2. Sedangkan Tabel 1 diperlihatkan spesifikasi parameter yang digunakan dalam simulasi.



Gbr.2 Skema rangkaian konverter DC-DC

TABEL I SPESIFIKASI PARAMETER SIMULASI

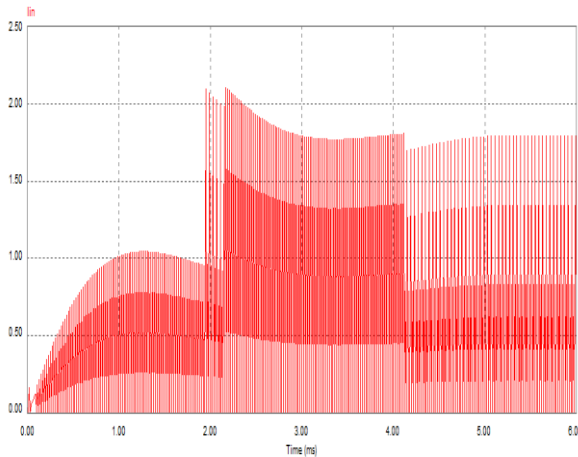
No	Parameter	Spesifikasi
1	Tegangan power supply	7,4 volt
2	Mosfet	Tipe N
3	R1	1k Ohm
4	C1,C2	10nF
5	C3	0,2 uF
6	Belitan Transformator primer	50 lilit
7	Belitan Transformator sekunder output	250 lilit
8	C4	0,2 uF
9	R Beban	3125 ohm

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

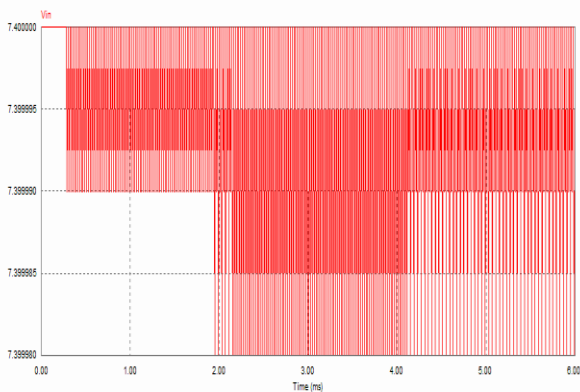
A. Hasil Simulasi

Dalam paper ini, simulasi dengan menggunakan *software* PSIM telah diterapkan. Simulasi ini menggunakan spesifikasi parameter seperti pada tabel 1. Beberapa *probe* tegangan dan arus digunakan untuk mempermudah dalam analisa hasil dan pengamatan. Bentuk gelombang, level arus dan level tegangan pada titik-titik masukan dan keluaran rangkaian konverter DC-DC diamati dalam paper ini. Pada Gambar 3 dipertunjukkan level arus masukan. Pengamatan ini dilakukan pada arus yang mengalir pada catu daya. Besaran arus ini memperlihatkan besaran arus yang diserap oleh konverter DC-DC dengan beban lampu LED 5 watt. Arus yang mengalir pada sistem konverter DC-DC ini sebesar 0,7 A.

Dalam Gambar 3 ini, arus mengalami kenaikan secara bertahap sampai pada durasi waktu 2 mili second. Setelah itu arus mengalami kenaikan yang cukup tinggi sesaat kemudian mengalami penurunan sampai dengan arus nominal. Tegangan masukan yang digunakan dalam simulasi ini sebesar 7,4 volt DC yang dibangun dari 2 buah baterai 3,7 volt yang mudah ditemukan dipasaran. Berdasarkan pengujian tegangan masukan mengalami penurunan sesaat pada durasi waktu 2 mili second seiring dengan kenaikan arus pada sisi masukannya. Setelah itu tegangan masukan mengalami kenaikan berangsur-angsur kembali menuju tegangan 7,4 volt DC. Setelah lebih dari 4 mili second durasi waktu tegangan masukan mengalami kondisi yang stabil. Fluktuasi tegangan ini sangat singkat sehingga tidak menyebabkan sistem terganggu secara signifikan. Gambar 4 menunjukkan siklus terjadinya fluktuasi tegangan sesaat pada masukan catu daya konverter DC-DC yang menggunakan dua saklar daya.



Gbr.3 Arus masukan konverter DC-DC.

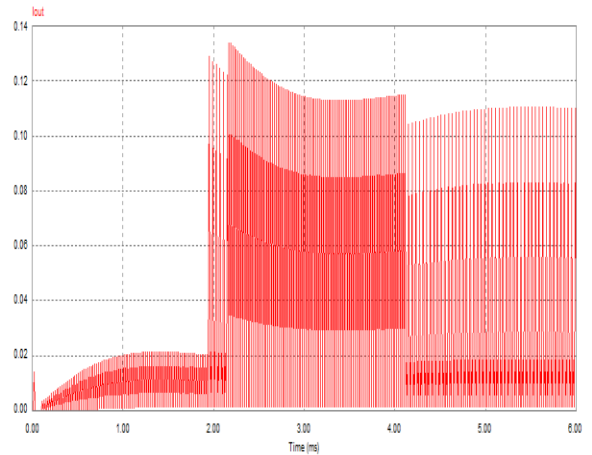


Gbr.4 Tegangan masukan konverter DC-DC.

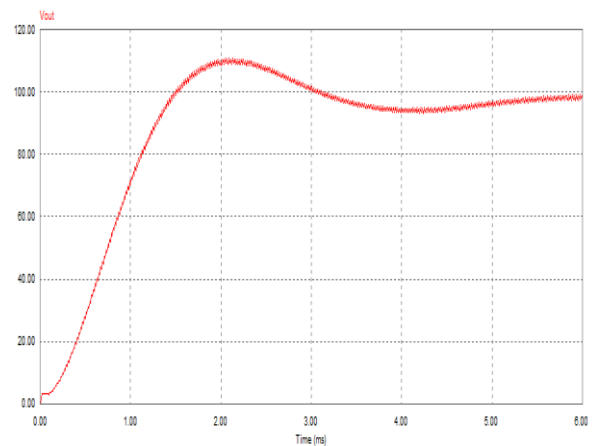
Pada sisi keluaran, arus yang dihasilkan sebesar 0,0314 ampere dengan beban lampu LED 5 watt. Arus keluaran ini cukup kecil dengan tegangan sebesar 99,8 volt.

Gambar 5 memperlihatkan arus keluaran dari konverter DC-DC. Dalam gambar ini dapat dilihat terjadi lonjakan arus diawal konverter DC-DC start. Setelah beberapa saat level arus yang mengalir mengalami kondisi yang semakin stabil. Sedangkan Gambar 6 menunjukkan level tegangan keluaran pada beban setelah tegangan masukan dinaikkan levelnya menggunakan transformator ferit dan rangkaian pengali

tegangan menggunakan metode *Cockcroft-Walton*. Selain itu, pada Gambar 7 diperlihatkan bentuk tegangan keluaran pada pin sekunder transformator ferit. Tegangan yang dihasilkan masih dalam bentuk tegangan AC dengan frekuensi yang cukup tinggi. Tegangan ini kemudian digunakan sebagai masukan pada rangkaian pengali tegangan. Pada rangkaian pengali tegangan, dengan menggunakan komponen 2 buah kapasitor non polar dan 2 buah dioda frekuensi tinggi yang dirangkai sedemikian rupa sehingga tegangan masukan AC tersebut mengalami perubahan level tegangan dan bentuk keluaran menjadi tegangan yang searah (DC).

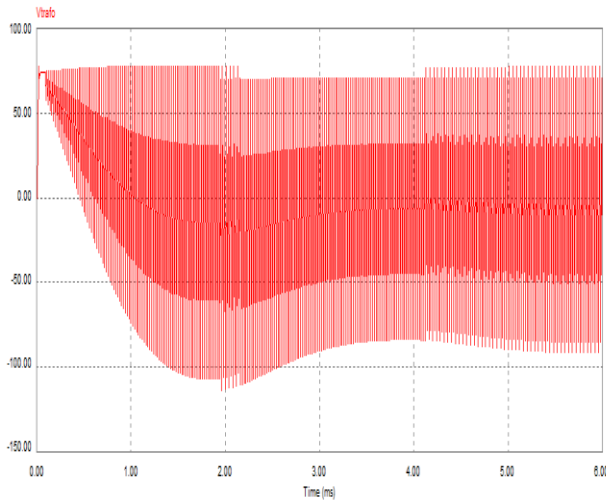


Gbr.5 Arus keluaran sistem

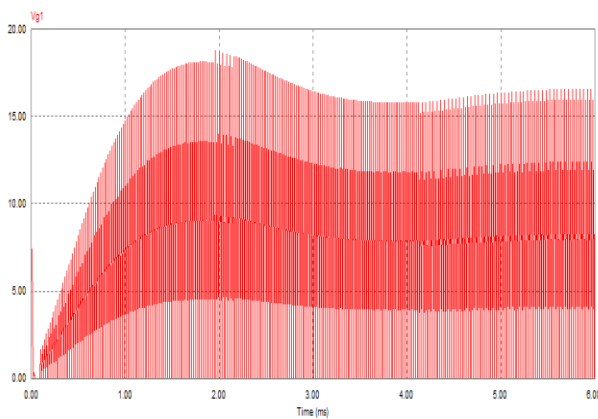


Gbr.6 Tegangan keluaran setelah pengali tegangan.

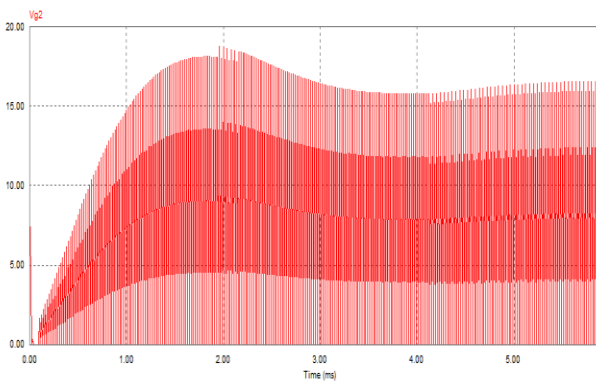
Dengan tegangan yang sudah searah tersebut digunakan sebagai catu daya pada beban. Level tegangan keluaran yang dihasilkan sebesar <100 volt DC ini digunakan untuk mencatu beban lampu LED penerangan 5 watt.



Gbr.7 Tegangan keluaran transformator ferit.



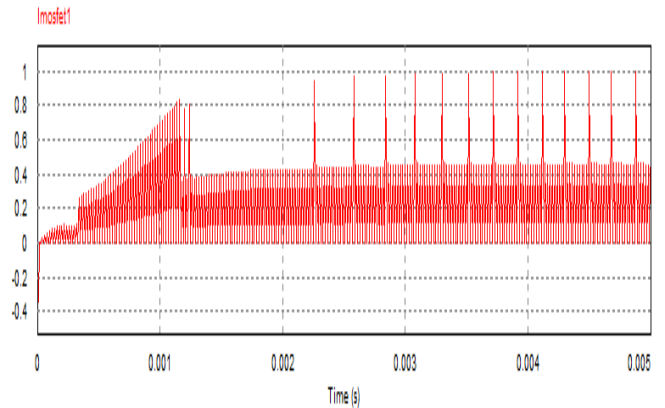
Gbr.8 Tegangan masukan MOSFET 1.



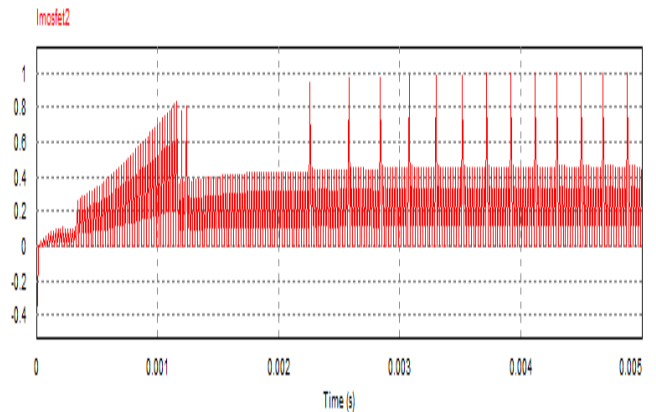
Gbr.9 Tegangan masukan MOSFET 2.

Dalam paper ini juga dibahas dua saklar daya sebagai penggerak sistem konverter. Pada Gambar 8 dan 9 diperlihatkan bentuk tegangan masukan MOSFET 1 dan MOSFET 2 sebagai saklar daya. Kaki *gate* MOSFET 1 dan MOSFET 2 mendapatkan tegangan masukan sebagai trigger saklar sebesar 11,7 volt. Sedangkan arus yang mengalir pada kaki *drain* MOSFET 1 dan MOSFET 2 sebesar 0,385 A seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10 dan 11. Dalam kedua Gambar tersebut diperlihatkan arus yang mengalir mengalami lonjakan sesaat kemudian menjadi stabil dalam

durasi waktu kurang dari 0,02 detik. Selain itu dalam kedua gambar tersebut dapat diperlihatkan besaran arus *spike* yang mendekati level arus 1 A.



Gbr.10 Arus masukan MOSFET 1.



Gbr.11 Arus masukan MOSFET 2.

V. KESIMPULAN

Konverter DC-DC yang dibangun dapat menaikkan level tegangan dari tegangan catu daya sebesar 7,4 volt menjadi 99,8 volt dengan menggunakan 2 buah saklar daya sebagai penggerak sistem dengan frekuensi pensaklaran yang cukup tinggi. Transformator ferit dan rangkaian pengali yang di rangkai sedemikian rupa dapat digunakan sebagai penaik tegangan DC. Arus yang diserap dari sistem konverter ini sebesar 0,7 A dengan beban lampu 5 watt. Sedangkan arus keluaran yang dihasilkan sebesar 0,0314 A.

REFERENSI

- [1] O. Eseosa and N. I. Wariboko, "Proposing Utilization of Photovoltaic (PV) Source into Power Distribution Network Using University of Port Harcourt as a Case Study," *J. Robot. Control*, vol. 2, no. 4, pp. 274-282, 2021, doi: 10.18196/jrc.2491.
- [2] R. Alayi, H. Harasii, and H. Pourderogar, "Modeling and optimization of photovoltaic cells with GA algorithm," *J. Robot. Control*, vol. 2, no. 1, pp. 35-41, 2020, doi: 10.18196/jrc.2149.
- [3] Z. Abass, D. Pavlyuchenko, and Z. S. Hussain, "Survey about impact voltage instability and transient stability for a power system with an integrated solar combined cycle plant in Iraq by using ETAP," *J. Robot. Control*, vol. 2, no. 3, pp. 134-139, 2021.
- [4] A. Mezouari, et al., "A New Photovoltaic Energy Sharing System between Homes in Standalone Areas," *Int. J. Electr. Comput. Eng. (IJECE)*, vol. 8, no. 6, pp. 4855-4862, Dec. 2018, doi: 10.11591/ijece.v8i6.pp4855-4862.

- [5] T. Turahyo, "A Simple Strategy of Control DC-DC Converter as Power Supply on Household Lights," *J. Robot. Control*, vol. 2, no. 6, pp. 484-488, 2021, doi: 10.18196/26126.
- [6] Y. Apriani, Z. Saleh, R. K. Dillah, and I. M. Sofian, "Analysis of the local energy potential connection with power plants based on archimedes turbine 10 kW," *J. Robot. Control*, vol. 1, no. 5, pp. 162-166, 2020.
- [7] A. Mehmood, A. Waqas, and H. T. Mahmood, "Economic Viability of Solar Photovoltaic Water Pump for Sustainable Agriculture Growth in Pakistan," 2015, doi: 10.1016/j.matpr.2015.11.019.
- [8] P. Megantoro, F. Danang Wijaya, and E. Firmansyah, "Design of solar water pumping system in urban residential building: (Case study: Yogyakarta, Indonesia)," in 2017 International Conference on Control, Electronics, Renewable
- [9] Ario F. Nurman, "Product development and deployment of power converter for 15 kW solar off-grid power plant in PT. Len industri," The seconds IEEE Convergence on Power Engineering and Renewable Energy (ICPERE), pp. 301-306, 2014
- [10] Amirudin E, "Pengaruh penambahan vitamin baterai VITTA-Q terhadap load test pada lead acid battery tipe liquid vented 12V Ah. Jurnal Pendidikan Teknik Kejuruan," vol 4.no2. pp. 1-6. 2015.
- [11] Rezaei B, " Influence of acidic ionic liquids As An electrolyte additive on the electrochemical and corrosion behaviors of lead-acid battery. Journal Solid State Electrochem," vol. 15. pp. 421-430. 2011.
- [12] Mirandha R.H, "Rancang bangun charger baterai untuk kebutuhan UMKM," Jurnal Teknologi Terpadu, vol.4. no. 02. pp. 130-136. 2017.
- [13] IEEE Standard Association. 1159. 1995. IEEE Recommended Practice for Electric Power Quality, New York : IEEE Press. 1995.
- [14] Antonov and Natalinus. Pengaruh perubahan tegangan sumber terhadap karakteristik faktor daya pada lampu hemat energi. Jurnal Teknik Elektro ITP, vol. 2, no.1,pp.33-41. 2013.
- [15] Rinaldo J. S and Warman E. Studi kualitas listrik dan perbaikan faktor daya pada beban listrik rumah tangga menggunakan kapasitor. SINGUDA ENSIKOM, vol. 3, no.2,pp. 64-69. 2013.
- [16] Rajaei Amirhossein, "A Dual Inductor High Step-Up DC/DC Converter Based on the Cockcroft–Walton Multiplier," *IEEE Transactions On Power Electronics*, vol. 33, no. 11, pp. 9699-9709, 2018.
- [17] C. Ioannis. Kobougias and C Emmanuel Tatakis, "Optimal Design of a Half-Wave Cockcroft–Walton Voltage Multiplier With Minimum Total Capacitance," *IEEE Transactions on Power Electronics*, vol. 25, no. 9, pp. 2460-2468, SEPTEMBER 2010.
- [18] Ding Xinping, Zhao Delin, and Liu Yun, "Improved Cockcroft-Walton Single Stage High Voltage Gain Inverter," 2019 22nd International Conference on Electrical Machines and Systems (ICEMS), 2019.
- [19] Dash Sambit, "A novel Method of Starting of a Fluorescent Lamp with Cockcroft Walton Voltage Multiplier," *IEEE International Conference on Technologies for Smart-City Energy Security and Power (ICSESP-2018)*, March 28-30, 2018.
- [20] Tyagi Preti, Sunder P.S and Kotak V.C, "Design high gain DC-DC boost converter with coupling inductor and simulation in Psim," *International Journal of Research in Engineering and Technology (IJRET)*, vol.03, no.04, pp.156-163, 2014.
- [21] Febriyandi Imam, Wijaya F.D, and Firmansyah Eka, "DC-DC Converter as power supply of battery charger 100V 300W using 25 kHz switching frekuensi," *IEEE international Convergence on Electrical Engineering and Computer Science. Bali Indonesia 2014*.
- [22] Turahyo, T, " Desain Inverter Satu Fase menggunakan Metode DDS untuk Mengurangi Konsumsi Daya Lampu Papan Reklame," *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, vol.20, no.1,pp. 52-55, 2019.
- [23] Hu Xuefeng and Zhang Jiayan, "A novel dual-output DC-DC converter topology Without Transformer," *International Conference on Electrical and Control Engineering*. pp. 187-189. 2018
- [24] Fairchild Semiconductor, UF4001-UF4007 datasheet 1.0 ampere glass passivated high efficiency rectifier. 2007.