

## PEMANFAATAN TEKNOLOGI *FOTHOVOLTAIC* SURYA PADA KAWASAN AGRO-WISATA-HALAL (STUDI KASUS: MULYAHARJA & RANCAMAYA, BOGOR)

MDD Maharani<sup>1</sup>, Laila Febrina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universitas Sahid, Jakarta, maya@usahid.ac.id

<sup>2</sup>Universitas Sahid, Jakarta, Laila\_febrina@usahid.ac.id

Email Korespondensi: Laila\_febrina@usahid.ac.id

### ABSTRAK

Dampak perang Rusia dan Ukraina mencakup di bidang energi, karena Rusia terkena sanksi sebagai penghasil minyak dan gas dalam jumlah besar. Transisi ke Energi Baru Terbarukan pun digaungkan oleh sejumlah negara untuk mengurangi ketergantungan pada produk hidrokarbon Rusia. Untuk memanfaatkan potensi energi terbarukan energi surya tersebut, dikenal 2 (dua) macam teknologi yaitu: (i) Teknologi energi surya *photovoltaic*, dan (ii) Teknologi energi surya termal. Di sisi lain, permintaan energipun meningkat terjadi di kawasan wisata terutama pada daerah-daerah dengan kondisi iradiasi matahari yang tinggi. Oleh sebab itu kombinasi energi berbahan bakar fosil dan panas surya menjadi alternatif strategi bagi Pengelola Wisata. Namun demikian, kebutuhan energi yang dibantu tenaga surya belum banyak digunakan di kawasan wisata, karena banyak hambatan antara lain tingginya biaya investasi teknologi surya. Tujuan penelitian: (i) Menginventarisasi komponen-komponen penting dan dibutuhkan dalam pemanfaatan teknologi *photovoltaic*; (ii) Membuat desain dan merekomendasikan Pusat Listrik Tenaga Surya untuk konsumsi daya skala kecil dengan teknologi *photovoltaic* pada kawasan agro-wisata-halal. Penelitian dilakukan dengan tiga tahapan, tahap-1 menginventarisasi data menghitung Kebutuhan Daya Listrik dan Kebutuhan Panel Surya. Tahap-2 menentukan Penggunaan dan Kapasitas Baterai. Tahap-3 menentukan *Inverter* dan *Solar Charge Controller (SCC)*. Analisis yang digunakan perhitungan matematik. Desain PLTS konsumsi daya skala kecil dengan teknologi *photovoltaic* pada kawasan Agro Wisata dengan beban 3.500 Watt di lokasi agro-wisata, diperlukan peralatan sebagai berikut: (i) Panel surya sebanyak 30 buah ( $W_p = 35 W_p$ ); (ii) Baterai sebanyak 74 pcs; (iii) *Inverter sebesar 700 watt*, serta (iv) *SCC sebanyak 30 buah (10 A)*.

**Kata Kunci:** agro-wisata, emisi-karbon, energi-terbarukan, iradiasi-matahari

### ABSTRACT

*The impact of the Russian and Ukrainian wars covers in the energy field, as Russia is sanctioned as a producer of large amounts of oil and gas. The transition to new energy has been echoed by a number of countries to reduce reliance on Russian hydrocarbon products. To take advantage of the potential of solar energy renewable energy, known two kinds of technology: (i) Photovoltaic solar energy technology, and (ii) Thermal solar energy technology. Energy demand is increasing in tourist areas, especially in areas with high solar irradiation conditions. Therefore, the combination of fossil fuel energy and solar heat becomes an alternative strategy for tourism managers. However, the energy needs assisted by solar power have not been widely used in tourist areas, due to many obstacles, including the high cost of solar technology investment. Research objectives: (i) Inventorying important and necessary components; (ii) Design and recommend the Solar Power Center for small-scale power consumption with photovoltaic technology. The research was conducted with three stages, stage-1 inventorying data calculating Electrical Power Needs and Solar Panel Needs. Stage-2 determines battery usage and capacity. Stage-3 specifies the Inverter and Solar Charge Controller (SCC). Analysis used mathematical calculations. The design of small-scale power consumption in agro tourism area with a load of 3,500 Watts at agro-tourism locations, the following equipment is needed: (i) Solar panels as much as 30 pieces ( $W_p = 35 W_p$ ); (ii) A battery of 74 pcs; (iii) Inverter by 700 watts, and (iv) SCC of 30 (10 A).*

**Keywords:** agro-tourism, carbon-emissions, renewable-energy, solar irradiation

## PENDAHULUAN

Energi pada saat ini mempunyai peranan yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Selama ini penyangga utama kebutuhan energi masih mengandalkan minyak bumi. Sementara itu tidak dapat dihindarkan bahwa minyak bumi semakin langka dan mahal harganya. Dengan keadaan semakin menipisnya sumber energi fosil tersebut, di dunia sekarang ini terjadi pergeseran dari penggunaan sumber Energi Tak Terbarukan (ETT) menuju sumber Energi Baru dan Terbarukan (EBT). Dari sekian banyak sumber EBT, penggunaan energi melalui *solar cell* atau sel surya merupakan alternatif yang paling potensial untuk diterapkan di wilayah Indonesia. Demikian juga, dampak perang Rusia dan Ukraina turut mencakup di bidang energi, terutama karena Rusia yang terkena sanksi adalah penghasil minyak dan gas dalam jumlah besar. Transisi ke EBT pun digaungkan sejumlah negara untuk mengurangi ketergantungan pada produk hidrokarbon Rusia.

Hal ini sejalan dengan pendapat (Onat *et al*, 2019) terhadap tiga skenario produksi listrik di suatu negara bahwa skenario pengisian tenaga surya 100% adalah pilihan yang paling ramah lingkungan. Kriteria yang digunakan adalah tiga indikator lingkungan (pemanfaatan sumber daya, konsumsi energi dan emisi karbon) serta satu indikator ekonomi (biaya siklus hidup) yang digabungkan untuk mendapatkan skor efisiensi lingkungan dari setiap wilayah. Perbandingan dilakukan berdasarkan nilai efisiensi eko negara dalam setiap skenario, secara terpisah. Lokasi penelitian menunjukkan bahwa skor efisiensi lingkungan maksimum diperoleh di tiga negara bagian yaitu *Indiana*, *Texas* dan *New Mexico*.

Energi surya merupakan salah satu EBT yang sedang giat dikembangkan oleh pemerintah Indonesia saat ini, karena sebagai negara tropis, Indonesia mempunyai potensi energi surya yang cukup besar. Energi surya adalah sangat luar biasa karena tidak bersifat polutif, tidak dapat habis, dapat dipercaya dan tidak membeli. Ada banyak cara untuk memanfaatkan energi dari matahari. Istilah “tenaga surya” mempunyai arti mengubah sinar matahari secara langsung menjadi panas atau energi listrik. Dua tipe dasar tenaga matahari adalah “sinar matahari” dan “*photovoltaic*” (*photo* berarti cahaya, dan *voltaic* berarti tegangan). *Photovoltaic* tenaga matahari melibatkan pembangkit listrik dari cahaya. Bahkan hasil percobaan menunjukkan bahwa sistem pemompaan dengan teknologi *photovoltaic* dapat berhasil pada waktu matahari rendah radiasi (Mughal *et al*, 2018, Nouredine Benbaha *et al*, 2021, Yilan *et al*, 2020).

Proses *photovoltaic* menggunakan bahan semi konduktor yang dapat disesuaikan untuk melepas elektron, partikel bermuatan negatif yang membentuk dasar listrik. Untuk memanfaatkan potensi energi surya tersebut, dikenal 2 (dua) macam teknologi yang sudah diterapkan, yaitu: (i) Teknologi energi surya *photovoltaic*, dan (ii) Teknologi energi surya termal. Desain sistem energi di kawasan wisata dengan menggunakan panel *photovoltaic*-termal surya (*PVT*) juga dapat diintegrasikan dengan tangki penyimpanan panas untuk memasok sebagian besar kebutuhan panas dan listrik bangunan. Sistem ini tidak memiliki baterai atau aki, sehingga jauh lebih murah dan memiliki interaksi dua arah dengan kedua jaringan panas dan listrik lokal (Behzadi dan Arabkoohsar, 2020). Kemampuan untuk menghasilkan listrik dari sinar matahari adalah teknologi yang relatif baru dan menarik yang menawarkan banyak peluang baru dalam menghasilkan listrik *green* (Abdelhady, 2021; Alghool *et al*, 2020; Mughal *et al*, 2018; Padmanathan *et al*, 2017).

Permintaan energi memiliki kebutuhan yang tinggi, dan terjadi di kawasan wisata terutama pada daerah-daerah dengan kondisi iradiasi matahari yang tinggi. Oleh sebab itu kombinasi energi berbahan bakar fosil dan panas surya akan menjadi alternatif strategi bagi Pengelola Wisata. Namun demikian, kebutuhan energi yang dibantu tenaga surya belum banyak digunakan di kawasan wisata, karena banyak hambatan di antaranya yang dianggap tingginya biaya investasi teknologi surya. Desain optimasi holistik sistem Pusat Listrik Tenaga Surya (PLTS) sederhana. dalam model pemanfaatan teknologi yang diusulkan untuk menemukan desain sistem yang optimal (yaitu, komponen utama sistem bersama dengan kapasitas optimal) bersama dengan kebijakan per jam yang optimal untuk produksi dan penyimpanan listrik sambil memenuhi permintaan kebutuhan daya yang diharapkan di kawasan agro-wisata-halal. Sistem energi terbarukan surya dengan instalasi *PV* surya memiliki potensi menangkap karbon dari atmosfer, sehingga merupakan atribut *leverage* untuk mitigasi perubahan iklim. Instalasi *PV* surya dapat dikombinasikan untuk menyediakan listrik pada skala mikro, kecil, menengah dan besar baik untuk komersial, atau diatur dalam konfigurasi yang lebih kecil untuk *mini-grid* (IRENA, 2019; Ukoba *et al*, 2020).

Oleh sebab itu dibutuhkan komponen-komponen penting dalam pemanfaatan teknologi *photovoltaic* serta bagaimana mencipta PLTS untuk konsumsi daya skala kecil dengan teknologi *photovoltaic* tersebut, khususnya di kawasan agro wisata halal. Adapun tujuan penelitian adalah: (i) Menginventarisasi komponen-komponen penting dan dibutuhkan dalam pemanfaatan teknologi *photovoltaic*; dan (ii) Membuat desain dan merekomendasikan PLTS untuk konsumsi daya skala kecil dengan teknologi *photovoltaic* pada kawasan agro-wisata. Kebaruan dari penelitian ini adalah pemanfaatan energi surya untuk aktivitas pertanian sebagai komponen daya tarik atau atraksi di kawasan agro wisata.

## METODE PENELITIAN

### Tempat dan Waktu Penelitian

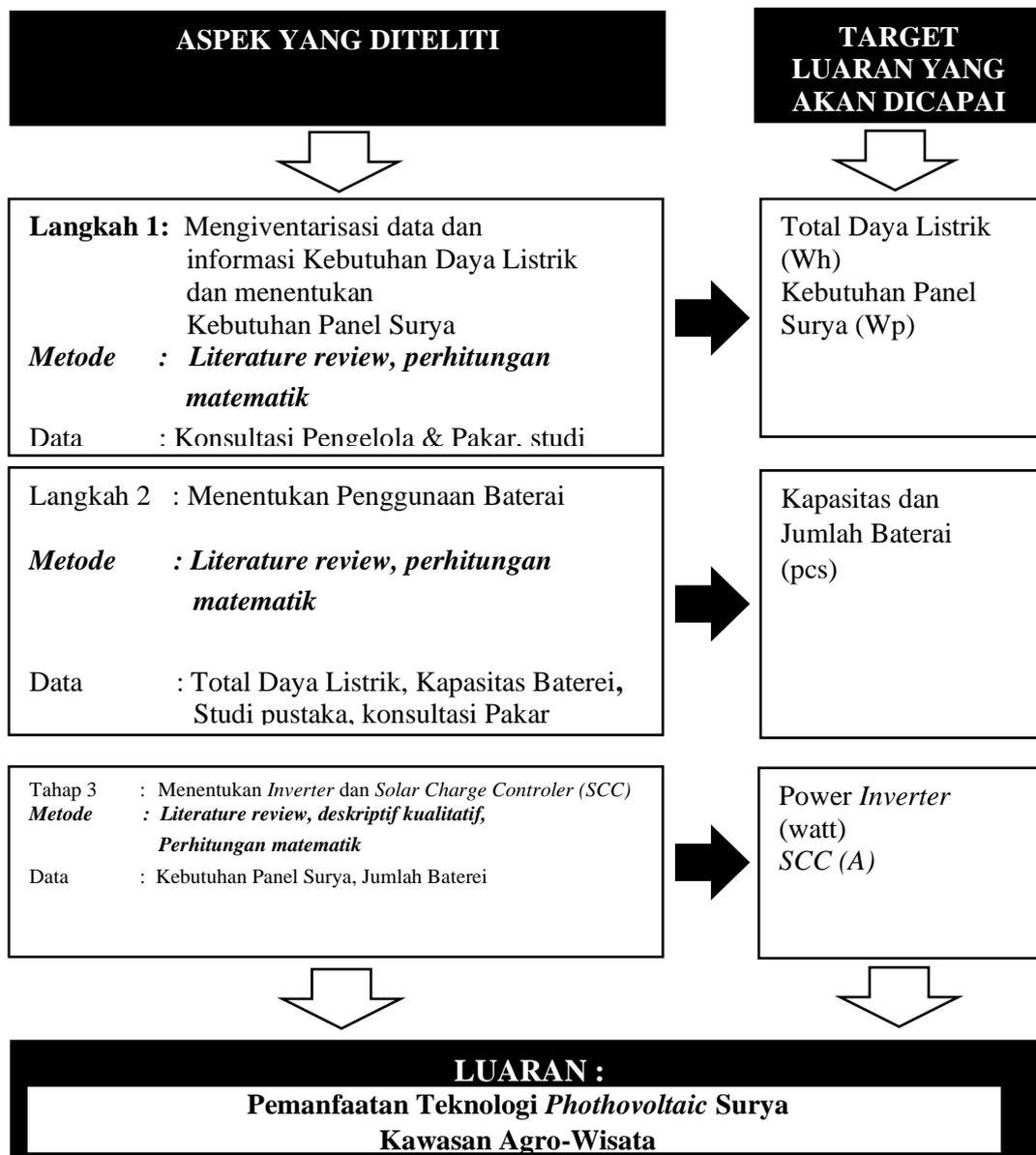
Lokasi penelitian Pemanfaatan Teknologi *Photovoltaic* Surya Pada Kawasan Agro-Wisata-Halal Kelurahan Mulyaharja dan Rancamaya, Kecamatan Bogor Selatan, Kota Bogor. Penelitian pendahuluan telah dilaksanakan pada bulan Oktober 2021 sampai dengan bulan Pebruari 2022 (Gambar 1).



**Gambar 1. Lokasi Penelitian Kawasan Agro-Wisata Rancamaya dan Mulyaharja, Bogor Selatan Kota Bogor Tahun 2022**

*Metode Pengumpulan dan Analisis Data*

Desain penelitian ini dilaksanakan melalui 3 (tiga) tahapan yang disajikan dalam Gambar 2. Tahapan Kegiatan dilaksanakan oleh Ketua, Anggota serta mengikutsertakan Tenaga Ahli dan Praktisi jasa pemasangan surya panel.



Gambar 2. Tahapan Penelitian

**Tahap1:**

Tahap 1 adalah menginventarisasi data dan informasi untuk menghitung Kebutuhan Daya Listrik (KDL) dan Kebutuhan Panel Surya (KPS) tertera pada Tabel 1. KDL meliputi: (i) nama dan jumlah alat, (ii) waktu menyala, (iii) daya listrik, sedangkan KPS terdiri dari: (i) total daya listrik, dan (ii) waktu optimal proses *photovoltaic*. Metode yang digunakan perhitungan matematik. *Output* yang dihasilkan adalah Total

Daya Listrik ( $Wh$ ) dan Kebutuhan Panel Surya ( $Wp$ ). Kegiatan dilaksanakan oleh Ketua dan Anggota.

**Tabel 1. Pendataan Kebutuhan Daya Listrik di Kawasan Agro-Wisata-Halal**

No	Nama Alat	Jumlah (buah)	Waktu menyala (jam)	Daya Listrik (Wh)	Total Daya Listrik (Wh)
1	Peralatan dan mesin pertanian (sebagai daya tarik wisata)	3	10	10	100
2	Lampu penerangan lahan agro-wisata	15	10	20	200
3	Lampu penerangan warung mamin	5	10	20	200
4	Peralatan masak warung mamin	5	10	300	3000
Jumlah				350	3500

Sumber: data di lapangan 2021

Adanya kehilangan energi sebesar (20-40)% selama perjalanan dari panel ke baterai, maka Total Daya = Total daya listrik: ((100-30)%) atau sebesar 5.000 Wh.

Di Indonesia, proses *photovoltaic* optimalnya hanya berlangsung selama 5 (lima) jam, sehingga untuk menghitung kebutuhan KPS, komponen proses *photovoltaic* menjadi dasar pertimbangan. KPS dapat dihitung = Total Daya : waktu optimal proses *photovoltaic* sebesar 1.000 Watt atau 30 buah panel dengan daya 35 Wp. Waktu paling optimal proses *photovoltaic* di Kota Bogor juga didiskusikan dan dikonsultasikan di Stasiun Klimatologi Bogor (Gambar 3).



**Gambar 3. Konsultasi data unsur iklim di Stasiun Klimatologi Bogor**

Sumber: Stasiun Klimatologi (2022)

## Tahap 2

Menentukan Penggunaan dan Kapasitas Baterai, metode yang digunakan perhitungan matematik. *Output* yang dihasilkan Kapasitas dan Jumlah Baterai (*pcs*). Kapasitas dan jumlah baterai sangat dipengaruhi oleh Total Daya Listrik (TDL), kehilangan energi dari *inverter* ke beban, serta kualitas bahan dan kapasitas dari baterai sebagai penyimpan energi surya (Handoko Rusiana Iskandar, *et. al.*, 2021). Potensi kehilangan energi dari *inverter* ke beban sebesar 5%, sehingga KDL = 5.000 Wh: 95% atau 5.300 Wh. Sehingga baterai yang dibutuhkan sebanyak = KDL: Kapasitas baterai =

5.300 Wh:  $(12 \text{ V} \times 12 \text{ Ah}) = 37 \text{ pcs}$ . Karena penggunaan baterai tidak boleh sampai habis (membuat baterai cepat rusak), maka disarankan menggunakan setengahnya atau setara 50% dari kapasitas, sehingga jumlah baterai yang dibutuhkan menjadi 74 pcs.

### Tahap 3

Menentukan *Inverter* dan *Solar Charge Controler (SCC)*. Metode yang digunakan perhitungan matematik. *Output* yang dihasilkan *Power Inverter* (watt), *SCC* (A). Pemilihan *Inventer* dipengaruhi TDL, sedangkan untuk *SCC* dipengaruhi oleh kualitas bahan dan kapasitas KPS (Selamat Meliala, *et. al.*, 2020). Selanjutnya dengan KDL sebesar 350 Watt, dibutuhkan *inverter* yang sebesar 700 Watt. Berdasarkan perhitungan pada tahap 1 menghasilkan arus panel surya sebanyak 30 buah dengan daya sebesar 35 Wp sekitar 2,14 A maka jika menggunakan 30 panel =  $2,14 \text{ A} \times 30 = 64,2 \text{ A}$  atau menggunakan *SCC* 10 A.

Kegiatan Pemanfaatan Teknologi *Photovoltaic* Surya Kawasan Agro-Wisata-Halal akan berkontribusi pada Pembangunan yang berbasis pada *green* ekonomi yaitu harmonisasi antara lingkungan; ekonomi (pertanian dan wisata) dan sosial menuju Pemulihan Ekonomi Nasional (PEN) serta Pembangunan Ekonomi Lokal (PEL). Penulis berharap, kegiatan tsb bisa menjadi langkah nyata bagi Indonesia sebagai Presidensi G20 tahun 2022 yang dimulai tanggal 1 Desember 2021 sampai dengan serah terima presidensi berikutnya pada Konferensi Tingkat Tinggi (KTT) akhir tahun.

Dengan memanfaatkan sumber EBT surya, maka diharapkan ketergantungan terhadap bahan bakar fosil seperti gas alam dan minyak bumi sebagai sumber energi pembangkit listrik dapat dikurangi agar dapat mengurangi emisi dan polusi udara yang dapat menyebabkan lapisan *ozon* menipis. Diharapkan Pemanfaatan Energi Surya pada Kawasan Agro-Wisata-Halal dapat menarik konsumen karena banyak menyimpan ragam kekayaan aktivitas ekonomi terkait pertanian yang ramah lingkungan.

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan di 10 (sepuluh) titik lokasi pemasangan lampu 20 watt menggunakan solar cell di kawasan agro wisata halal, menunjukkan bahwa kehilangan energi berkisar (20-40)% selama perjalanan dari panel ke baterai. Sedangkan pengamatan di lokasi penelitian, proses *photovoltaic* optimalnya hanya berlangsung selama 3 (tiga) jam, sehingga untuk menghitung kebutuhan KPS, komponen proses *photovoltaic* menjadi kunci keberlanjutan pemanfaatan energi surya dengan menggunakan teknologi *photovoltaic*. Selanjutnya pemilihan baterai, *Inverter* dan *Solar Charge Controler (SCC)* tergantung materialnya, karena menentukan keawetan dari komponen-komponen tersebut.

### KESIMPULAN DAN SARAN

Desain PLTS konsumsi daya skala kecil dengan teknologi *photovoltaic* pada kawasan Agro Wisata dengan beban 3.500 Watt di lokasi agro-wisata, diperlukan peralatan sebagai berikut: (i) Panel surya sebanyak 30 buah ( $W_p = 35 \text{ Wp}$ ); (ii) Baterai sebanyak 74 pcs; (iii) *Inventer* sebesar 700 watt, serta (iv) *SCC* sebanyak 30 buah (10 A). Mengingat cukup besar biaya yang harus diinvestasikan untuk energi surya, khususnya di lokasi kawasan agro-wisata, Penulis menyarankan agar dilakukan pemeliharaan dan perawatan terhadap komponen-komponen PLTS secara berkala, agar daya tarik edukasi agro dan aktivitas wisata dengan pemanfaatan teknologi *photovoltaic*

surya dapat maksimal.

### UCAPAN TERIMAKASIH

1. LPPM Universitas Sahid yang telah memfasilitasi serta memotivasi penelitian hibah internal tahun 2022.
2. Pemerintah Daerah Kota Bogor yang telah memberi ijin sehingga penelitian bisa terlaksana.
3. Lembaga Riset Swasta *Center of System* yang berafiliasi dengan IPB Bogor yang telah memberi masukan dan saran, sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan lancar.
4. Stasiun Klimatologi Bogor, yang telah memberikan gambaran tentang data dan informasi penyinaran matahari wilayah Bogor.

### DAFTAR PUSTAKA

- Abdelhady S. (2021). *Performance and cost evaluation of solar dish power plant: sensitivity analysis of levelized cost of electricity (LCOE) and net present value (NPV)*. Renewable Energy, Vol. 168, 332-342.
- Alghool D.M.E, Tarek YE, Haouari M, Elomri Adel. (2020). *Optimization of design and operation of solar assisted district cooling systems*. Energy Conversion and Management: X, Vol. 6, 1-15
- Behzadi A, Arabkoohsar A. (2020). *Feasibility study of a smart building energy system comprising solar PV/T panels and a heat storage unit*. Energy, Vol. 210
- Iskandar H.R, Elysees C.B, Ridwanulloh R, Charisma A, Yuliana H. (2021). *Analisis performa baterai jenis valve regulated lead acid pada PLTS Off-Grid 1 kwp*. Jurnal Teknologi, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Vol. 13 (2), 129-140.
- IRENA. (2019). *Solar Energy Data*. Installed capacity trends
- Mughal S.N, Jarial, R. K. (2018). *A Review on solar photovoltaic technology and future trends*. NCRACIT International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology IJSRCSEIT, Vol. 1 (4), 227-235.
- Benbaha N, Zidani F, Bouchakour A, Boukebbous S.E, Said M.S.N, Ammar H, Bouhoun S. (2021). *Optimal configuration investigation for photovoltaic water pumping system, case study: in a desert environment at Ghardaia, Algeria*. Journal Européen des Systèmes Automatisés, Vol. 54 (4), 549-558.
- Onat, Nuri C. Kucukvar, Murat Afshar, Shiva. (2019). *Eco-efficiency of electric vehicles in the United States: a life cycle assessment based principal component analysis*. Journal of Cleaner Production, Vol. 212, 515-526.
- Padmanathan K, Govindarajan Uma, Ramachandaramurthy V K, Selvi S.O. (2017). *Multiple criteria decision making (MCDM) based economic analysis of solar PV system with respect to performance investigation for Indian market*. Sustainability (Switzerland), Vol. 9 (5).
- Ukoba M.O, Diemuodeke O.E. Alghassab M, Njoku H.I, Imran M, Khan ZA, (2020). *Composite multi-criteria decision analysis for optimization of hybrid renewable energy systems for geopolitical zones in Nigeria*. Sustainability (Switzerland), Vol. 12(4), 1-27.

- Meliala S, Putri R, Saifuddin S, Sadli M. (2020). *Perancangan penggunaan panel surya kapasitas 200 wp on grid system pada rumah tangga di pedesaan.* (2020). Journal of Electrical Technology, Vol 5(3), 100-111.
- Yilan G, Kadirgan M.A.N, Çiftçioğlu G A. (2020). *Analysis of electricity generation options for sustainable energy decision making: the case of Turkey.* Renewable Energy, Vol. 146, 519-529.