

Desain Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem Offgrid di Hangar Politeknik Penerbangan Indonesia Curug

Yayuk Suprihartini¹, Taryana Taryana², Rubby Soebiantoro³

^{1,2,3} Politeknik Penerbangan Indonesia Curug, Tangerang

e-mail : yayuk.suprihartini@ppicurug.ac.id¹
taryana@ppicurug.ac.id² , ruby.soebiantoro@ppicurug.ac.id³

Abstrak

Politeknik Penerbangan Indonesia Curug merupakan sekolah kedinasan yang menghasikan lulusan di bidang penerbangan. Untuk menghasilkan lulusan yang kompeten tentu didukung oleh sarana dan prasarana yang memadai. Salah satu sarana yang dimiliki adalah fasilitas Hanggar. Salah satu kendala yang dihadapi PPI Curug adalah tingginya biaya pemakaian listrik PLN yang harus dibayar. Tujuan perancangan ini adalah untuk mengurangi tagihan listrik PLN. Penerapan PLTS di Hanggar Politeknik Penerbangan Indonesia menggunakan PLTS sistem Offgrid dengan kapasitas pembangkit 500 Wp, dilengkapi SCC 200 A, inverter 10 kW dan Baterrai 48 volt 200 Ah. Jumlah beban terpasang pada Hanggar 2 adalah 266,68 kWh. Sehingga dibutuhkan PLTS sebesar 20 KW. Nilai penghematan sebesar 5,270 KW per bulan. Sehingga dengan asumsi harga listrik PLN 1.815 per KWH maka nilai penghematan adalah Rp. 9.573.762,-.

Kata kunci: *Hangar, Offgrid, PLTS.*

Abstract

The Indonesian Aviation Polytechnic Curug is an official school that produces graduates in the field of aviation. To produce competent graduates of course supported by adequate facilities and infrastructure. One of the facilities owned is the Hangar facility. One of the obstacles faced by PPI Curug is the high cost of using PLN electricity that must be paid . The purpose of this design is to reduce the electricity bill of PLN. The implementation of PLTS in Hangars 1 and 2 of the Indonesian Aviation Polytechnic uses the PLTS Offgrid system with a generating capacity of 500 Wp, equipped with SCC 200 A, 10 kW inverter and 48v x200 Ah battery. The total load installed on Hangar 2 is 266,28 kWh. So it takes a PLTS of 20 KW. The value of savings is 5,270 KW per month. So, assuming the electricity price of PLN is 1.815 per KWH, the saving value is IDR 9.573.762.

Keywords: *Hangar, offgrid, PLTS*

PENDAHULUAN

Energi listrik sudah merupakan kebutuhan utama dalam kehidupan keseharian. Pada perkembangan budaya global sangat mendorong meningkatnya kebutuhan listrik (Sinaga, 2019). Indonesia yang merupakan negara berkembang melakukan banyak pembangunan khususnya insfrastruktur dan penambahan listrik yang terus meningkat secara signifikan dengan terobosan yang menggunakan tenaga matahari. Indonesia berada di garis khatulistiwa. Dan potensi energi surya sepanjang tahun merupakan potensi energi baru terbarukan (EBT) untuk dimanfaatkan (Bayu & Windarta, 2021; Putri et al., 2020). Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) merupakan penghasil energi listrik yang menggunakan panas matahari (Hasanah et al., 2019). Komitmen pemerintah untuk mendukung kebijakan energi nasional dan mencapainya 23% penggunaan energi ramah lingkungan dan tengeri terbarukan menjelang tahun 2025, harapan ini bisa diwujudkan

melalui berbagai kebijakan dan regulasi, termasuk pembangunan PLTS di Indonesia (ESDM, 2021)

Energy photovoltaic atau PLTS salah satu sistem yang dapat mengubah energi matahari menjadi energi listrik (A et al., 2018; Wurfel & Wurfel, 2016). Energi panas matahari yang berlimpah dan belum maksimal dimanfaatkan untuk kebutuhan manusia pada energi listrik yang sangat diperlukan pada masa sekarang (Mahesa et al., 2021).

Pada penelitian sebelumnya (Rahman, 2021) dengan judul Analisis Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Offgrid untuk rumah tinggal tipe 45 di daerah Kota Banjarbaru, dimana penelitian bertujuan untuk membantu masyarakat dalam merencanakan pemasangan PLTS Offgrid.

(Mohammad Hafidz;, 2015) judul Perancangan Dan Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 10 Mw On Grid Di Yogyakarta, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keuntungan maupun kerugian dengan pemasangan pembangkit listrik tenaga surya secara Ongrid dengan kapasitas 10 MW.

(Hidayati & Ekayuliana, 2021) judul Rancang Bangun Komponen Utama PLTS Off-Grid Untuk Menunjang Operasi Incinerator Sipesat, penelitian bertujuan dalam merancang dan menentukan komponen utama system kelistrikan menggunakan system PLTS secara offgrid pada mesin incinerator milik SIPESAT® supaya dapat beroperasi secara mandiri tanpa memerlukan listrik dari PLN. Berdasarkan penelitian sebelumnya diambil judul penelitian dengan tema Desain Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem Offgrid Di Hangar Politeknik Penerbangan Indonesia Curug, yang bertujuan untuk menghitung penghematan biaya pemakaian listrik PLN dengan terpasangnya PLTS Offgrid

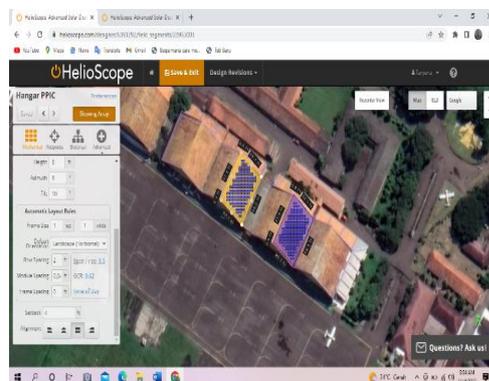
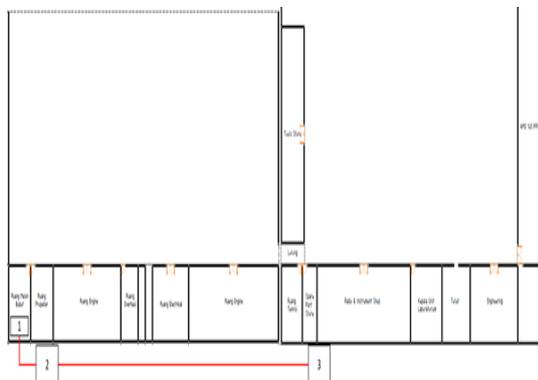
METODE

Penulis dalam pembahasan menerapkan suatu metode penelitian dan pengembangan (R&D) untuk mendesain pemasangan PLTS di gedung Hanggar Politeknik Penerbangan Indonesia Curug karena metode tersebut sesuai dengan pembahasan penelitian dan pengujian keefektifan penelitian (Sugiyono, 2013). Penulis akan melakukan studi literatur untuk mencari teori pendukung pada buku / modul pustaka, jurnal, serta berbagai sumber/ referensi lain yang berkaitan dengan pembangkit listrik tenaga surya sistem offgrid (Rachmi et al., 2020; Syukri, 2010). Hasil perhitungan energi ini akan menjadi salah satu bahan untuk menentukan parameter desain unit pembangkit listrik tenaga surya. (Syukri, 2010; Wisnugroho et al., 2018). Dan uji rancangan menggunakan software HelioScope dan PV Sys

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk membuat rancangan tersebut terdapat beberapa tahapan yaitu:

Membuat denah lokasi Hanggar 2



Gambar 1. Denah Lokasi Penelitian

Menghitung kapasitas beban terpasang

Perhitungan kapasitas beban terpasang dengan cara mendatangi masing-masing lokasi. Total beban pemakaian dari Hangar 2 sebesar 266,68 kWh (267 kWh)

Menghitung Kapasitas dan Memilih Spesifikasi Komponen

1. Menghitung kapasitas baterai

Menghitung Jumlah Baterai

Spesifikasi baterai : 48 v / 200 ah

Dimensions : 490x290x230 mm

$$C = \frac{N \times Ed}{Vs \times DOD \times \eta}$$

$$C = \frac{3 \text{ hari} \times 266.680 \text{ kWh}}{48 \text{ v} \times 1\% \times 0.95}$$

$$C = 5.848,24 \text{ Ah}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah baterai susunan seri} &= \frac{240 \text{ v}}{48 \text{ v}} \\ &= 5 \text{ bh} \end{aligned}$$

Jumlah baterai susunan parallel :

$$\begin{aligned} &= \frac{11.696 \text{ Ah}}{200 \text{ Ah}} \\ &= 58,48 \text{ bh} \end{aligned}$$

$$= 60 \text{ bh baterai}$$

$$= \frac{60 \text{ bh}}{5 \text{ bh}}$$

$$= 12 \text{ bh baterai parallel}$$

Sehingga jumlah total baterai yang dibutuhkan ialah :

$$= 5 \times 12$$

$$= 60 \text{ bh}$$

2. Menghitung kapasitas solar cell

Guna menentukan kapasitas dari solar cell dibutuhkan data dukung antara lain data iradiasi rata-rata harian pada daerah Hanggar, dimana data dukung tersebut dapat diperoleh apada data base NASA yang diakses Melalui Website Power Access Data Viewer. Dimana data iradiasi rata-rata harian yang diperoleh adalah sebesar 6,64 kWh/m²/hari.

Dengan kebutuhan energi harian (kWh) yang sudah diperoleh di lapangan, maka bisa dihitung daya puncaknya PLTS sebagai berikut:

a. kW (peak) PLTS=kWh/ kWh/m²/hari

$$= 266,68/6,64$$

$$= 40,16265 \text{ kWp}$$

$$= 40 \text{ kWp}$$

Dari hasil perhitungan tersebut diatas belum ditambahkan dengan prosentase rugi-rugi system pada kelistrikan yaitu 15%-25%, sehingga nilai pada daya puncak setelah penambahan rugi-rugi sistem yaitu 46–50 kWp (A et al., 2018).

b. Jumlah Modul adalah :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Modul} &= \frac{\text{Daya yang dibangkitkan [WP]}}{\text{Daya maksimum keluaran panel [watt]}} \\ &= \frac{48.000 \text{ [WP]}}{500 \text{ [watt] Peak}} \\ &= 96 \text{ panel} \end{aligned}$$

Dalam hal ini maka spesifikasi solar cell dapat ditentukan yaitu 500 WP

c. Hubungan seri parallel panel surya

Diketahui pada panel surya 500W :

- $V_{mpp} = 42,2 \text{ v}$
- $I_{mpp} = 11,42 \text{ A}$
- $V_{oc} = 50,8 \text{ V}$
- $I_{sc} = 11,99 \text{ A}$
- $\eta_m = 20,1\%$

Dengan minimal 96 panel

Pada hubungan seri solar panel mengacu ke SCC yang digunakan yaitu :

V_{mp} solar panel : 308-4000 Vdc

Kapasitas : 200 A

Max. PV Power : 55 kWp

$$\begin{aligned} \text{Jumlah panel seri} &= \frac{308 \text{ v}}{42,2 \text{ v}} \text{ (panel)} \\ &= 8 \text{ panel} \\ 8 \text{ seri} &= 42,2 \times 8 \text{ panel} \\ &= 337,6 \text{ v} \\ 12 \text{ paralel} &= 11,42 \text{ A} \times 12 \text{ panel} \\ &= 130,4 \text{ A} \end{aligned}$$

Sehingga dapat menghasilkan daya

$$= 337,6 \text{ V} \times 137,04 \text{ A}$$

$$= 46.386,2 \text{ Watt}$$

$$= 46,4 \text{ kW}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, maka diperoleh banyak panel surya yang diperlukan berjumlah 80 panel, sehingga rangkaian panel surya menerapkan susunan 8 (delapan) seri dan 10 (sepuluh) paralel. Dengan konfigurasi tersebut maka panel surya dapat menghasilkan daya listrik sebesar 46,4 kWp

3. Menghitung kapasitas regulator /SCC

Penentuan spesifikasi Solar Charge Controller harus memperhatikan arus short kerja panel dan tegangan dari panel surya (Boxwell, 2012) yaitu :

Kapasitas SCC

$$= I_{mp} \times N \text{ panel paralel} \times \text{safety factor}$$

$$= 11,42 \times 12 \times 1,25$$

$$= 171,3 \text{ A}$$

Dengan keterangan atau penjelasan yaitu I_{mp} dapat diketahui dari spesifikasi yang ada pada name plate solar cell

Kapasitas regulator dibutuhkan dan ada dipasaran adalah sebesar 200 A atau lebih

4. Menghitung kapasitas inverter

Untuk menentukan spesifikasi Inverter memperhatikan kapasitas solar cell dengan menggunakan rumus :

$$\text{Capacity of inverter} = \text{Demand Watt} \times \text{Safety Factor [Watt]}$$

$$= 31.452,5 \text{ watt} \times 1,25 \text{ watt}$$

$$= 39.315 \text{ watt}$$

Keterangan, dimana Demand Watt adalah tenaga listrik yang dihasilkan (daya) maksimal dari solar cell yang sudah dirangkai.

Kapasitas inverter yang terpasang adalah 40 kVA .

5. Menghitung kapasitas pengaman

Besar pengaman yang dibutuhkan pada output inverter untuk jaringan ke panel Hanggar 1 dan Hanggar 2 adalah

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas Pengaman} &= \frac{\text{(Demand Watt)}}{380 \times \sqrt{3} \times 0,8} \\ &= \frac{31.452,5}{380 \times \sqrt{3} \times 0,8} \\ &= 59,8 \text{ A} \end{aligned}$$

Jadi kapasitas pengaman adalah
= 110% x FLA
= 110% x 59,8 A
= 65,7 A

(Sehingga di gunakan MCCB 80 A)

6. Menghitung kapasitas penghantar

Besarnya penghantar untuk mengalirkan Dengan diketahuinya arus maksimum yang dihasilkan oleh PLTS, luas penampang kabel dapat diketahui dengan cara menghitung KHA berdasarkan aturan PUIL 2000

Jadi luas penampang kabel untuk suplay ke beban adalah :

KHA paralel = 125% x FLA
= 125% x 59,8 A
= 74,7 A

Ket ::

KHA : Kuat Hantar Arus

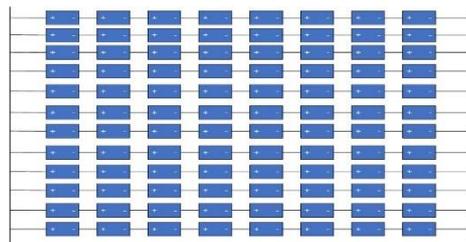
FLA : Full Load Ampere

Jadi luas penampang kabel setelah diparalelkan dari terminal adalah **NYY 4 x 35 mm²**.

Membuat rangkaian PLTS

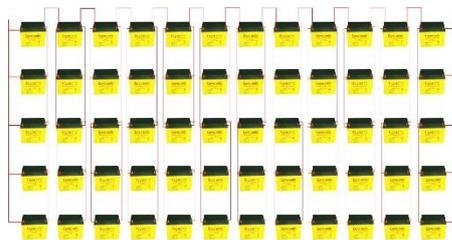
Tahapan pemasangan rancangan PLTS adalah sebagai berikut :

1. **Pemasangan solar cell** Pembuatan jaring kerangka terbut ditempatkan di atas atap Hanggar 2.pemasangan solar cell yaitu 8 dirangkai secara seri dan 12 dirangkai parallel. Dengan jumlah keseluruhan solar cell 96 buah panel



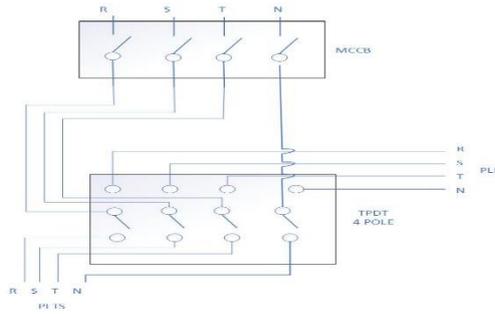
Gambar 2. Pemasangan PLTS Atap

2. **Pemasangan baterai** Dalam tahap pemasangan baterai solar cell yaitu menempatkan baterai dengan Spesifikasi baterai 48 v / 200 Ah sejumlah 60 buah. Penempatan baterai di ruang mesin bubut Hanggar 2.



Gambar 3. Pemasangan Baterai

3. **Pemasangan panel PLTS.** Di dalam panel PLTS terpasang beberapa komponen ATS yang meliputi Regulator/SCC , Inverter, dan Pengaman MCCB. Panel PLTS



Gambar 4. Kelistrikan ATS

Ket :

1. Regulator /SCC
2. Inverter 3 fasa
3. MCCB

Cara kerja rangkaian

Cara kerja rangkaian PLTS Offgrid tersebut yaitu dalam kondisi normal (dalam kondisi tidak ada kendala pada PLTS). Maka pada waktu siang hari sinar matahari yang mengenai solar cell akan dirubah dari panas/sinar menjadi listrik. Listrik yang dihasilkan solar cell merupakan listrik searah (DC). Listrik tersebut kemudian diatur oleh SCC, sebagian masuk untuk mengisi baterai sebagian untuk disalurkan ke inverter. Listrik dari SCC yang masih berupa DC kemudian masuk ke input inverter dan diubah menjadi listrik AC. Output dari inverter diamankan menggunakan MCCB selanjutnya dialirkan menuju transfer switch. Posisi transfer switch dalam kondisi normal pada posisi PLTS, listrik dialirkan menuju ke input MCCB pada panel MDP Hanggar. Dalam kondisi tidak normal maka Transfer switch diposisikan pada PLN sehingga pasokan listrik diambil dari PLN.dan kita bisa melakukan perbaikan pada jaringan PLTS.

Menhitung penghematan dan balik modal (Analisa Biaya PLTS)

Penghematan listrik yang dihasilkan PLTS tersebut didapatkan dengan menghitung jam operasional masing masing beban antara lain beban AC diasumsikan menyala selama 8 jam perhari dan beban lampu beroperasi selama 12 jam per hari dengan 20 hari kerja. Untuk beban stop kontak diasumsikan 50 persen digunakan saat jam kerja

Tabel 1. Penghematan penggunaan PLTS

No	Peralatan	Daya	Jumlah	Daya Terpakai		Penhematan (Rp) Bulanan
				Harian (watt)	Bulanan (watt)	
1	Stop kontak	100 watt	66 buah	52.800	1.056.000	Rp 1.916.640.000
2	AC	420 watt	2 buah	6.720	134.400	Rp 243.936.000
3	AC	530 watt	1 buah	4.240	84.800	Rp 153.912.000
4	AC	840 watt	9 buah	60.480	1.209.600	Rp 2.195.424.000
5	AC	1680 watt	4 buah	53.760	1.075.200	Rp 1.951.488.000
6	Lampu	10 watt	12 buah	1.440	43.200	Rp 78.408.000
7	Lampu	15 watt	167 buah	30.060	901.800	Rp 1.636.767.000
8	Lampu	40 watt	4 buah	1.920	57.600	Rp 104.544.000
9	Lampu	70 watt	28 buah	23.520	705.600	Rp 1.280.664.000
10	Lampu	100 watt	24 buah	28.800	864.000	Rp 1.568.160.000
Total Daya				263.740	5.274.800	Rp 9.573.762.000

Produksi listrik tahunan PLTS sebesar 63,240 kWh/tahun serta biaya yang dapat diperoleh energi listrik sebesar Rp 1.815 /kWh, maka besar arus kas masuk (Bruto) adalah Rp. 114.885.144,- /tahun.

Pengeluaran kas dalam setahun dengan pemasangan PLTS sebesar 14.407.800/tahun. Biaya-biaya yang dikeluarkan pada pengoperasian PLTS merupakan rutinitas pada pemeliharaan dan operasional tahunan PLTS antara lain. Sehingga

penerimaan bersih dari pemasangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya sebesar Rp.100.477.344,-

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan dapat diperoleh data untuk perencanaan, pemasangan maupun pengoperasian PLTS dengan menganalisa secara nilai keekonomis PLTS offgrid rooftop sebagai pembangkit listrik alternatif pada Hangar PPI Curug. Dapat ditarik kesimpulan bahwa sistem PLTS offgrid membutuhkan sebanyak 96 buah panel surya polycrystalline 500 Wp, daya inverter **dengan merk SUGROW inverter SG 40 CX Series-SGX40CX 50 kW**. PLTS rooftop pada Hangar PPI Curug dapat menghasilkan sistem pembangkit listrik sebesar 46,2 kWp dengan energi listrik sebesar 5,270 kWh/bulan dan 63,240 kWh/tahun. Maka pemasangan PLTS rooftop yang direncanakan mampu memberikan catu daya tambahan sebesar 42,5% dari beban puncak sebesar 266,68 kWh

Penelitian ini sebagai bahan referensi untuk perencanaan pembangunan PLTS di Hangar 2 Politeknik Penerbangan Indonesia Curug di masa mendatang

DAFTAR PUSTAKA

- A, A., Elbaset, E., & Hassan, M. . (2018). *Design and power quality improvement of photovoltaic power system*. Springer International Publishing, 2018. https://books.google.co.id/books/about/Design_and_Power_Quality_Improvement_of.html?id=2UdbuQEACAAJ&redir_esc=y
- Bayu, H., & Windarta, J. (2021). Tinjauan kebijakan dan regulasi pengembangan PLTS di Indonesia. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 2(3), 123–132. <https://doi.org/10.14710/jebt.2021.10043>
- Boxwell, M. (2012). *Solar electricity handbook*. GreenstreamPublishing 12 Poplar Grove, Ryton on Dunsmore, Warwickshire, CV8 3Qe, United Kingdom.
- ESDM. (2021). *Peraturan Menteri energi dan sumber daya mineral Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2021*.
- Hasanah, A. W., Koerniawan, T., & Yuliansyah, Y. (2019). Kajian kualitas daya Listrik PIS sistem off-grid di Stt-Pln. *Energi & Kelistrikan*, 10(2), 93–101. <https://doi.org/10.33322/energi.v10i2.211>
- Hidayati, N., & Ekayuliana, A. (2021). Rancang bangun komponen utama PITS off-grid untuk menunjang operasi incinerator Sipesat®. *Jurnal Poli-Teknologi*, 20(2). <https://doi.org/10.32722/pt.v20i2.3892>
- Hutajulu, A. G., RT Siregar, M., & Pambudi, M. P. (2020). Rancang bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) on grid di ecopark Ancol. *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, 22(1), 23. <https://doi.org/10.24912/tesla.v22i1.7333>
- Mahesa, A. G., Khwee, K. H., & Yandri. (2021). Tenaga surya sistem hybrid sebagai sumber energi alternatif. *Jurnal Teknik Elektro Untan*.
- Mohammad Hafidz ;, S. S. (2015). Perancangan dan analisis pembangkit listrik tenaga surya kapasitas 10 Mw on grid di Yogyakarta. *Jurusan Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknik PLN*, 7(JURNAL ENERGI & KELISTRIKAN VOL. 7 NO. 1, JANUARI-MEI 2015), 49.
- Putri, R., Meliala, S., & Zuraida, Z. (2020). Penerapan instalasi Panel Surya off grid menuju energi mandiri di yayasan pendidikan islam dayah miftahul jannah. *JET (Journal of Electrical ...)*, 5(3), 117–120. <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/jet/article/view/3546>
- Rachmi, A., Prakoso, B., Hanny Berchmans, Devi Sara, I., & Winne. (2020). Panduan perencanaan dan pemanfaatan PLTS atap di Indonesia. *PLTS Atap*, 94. <https://drive.esdm.go.id/wl/?id=XOegh8pXO9FMjeb14x0joDD6hIZe94Fm>
- Rahman, R. (2021). Analisis perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya offgrid untuk rumah tinggal di Kota Banjarbaru. *Jurnal EEICT (Electric, Electronic, Instrumentation, Control, Telecommunication)*, 4(1), 1–7. <https://doi.org/10.31602/eeict.v4i1.4540>
- Sinaga, Y. (2019). *Analisa pemanfaatan energi surya sebagai sumber energi pada mesin pereruk sampah otomatis*.

- Sugiyono, P. D. (2013). *Metodo penelitian kuantitatif, kualitatif dan R&D* (19th ed.). Alfabeta Bandung.
- Syukri, M. (2010). Perencanaan pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) terpadu menggunakan Software PVSYST pada komplek perumahan di Banda Aceh. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 9(2), 77–80.