

PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA ATAP ON GRIND SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF RAMAH LINGKUNGAN

ROOF SOLAR POWER PLANT PLANNING ON GRIND AS AN ALTERNATIVE ENERGY SOURCE ENVIRONMENTALLY FRIENDLY

Siti Anisah¹, Amani Darma Tarigan²

^{1,2}Universitas Pembangunan Panca Budi

sitianisah@dosen.pancabudi.ac.id

ABSTRACT

Indonesia is located on the equator so it has two seasons, namely the rainy season and the dry season. Indonesia has the potential to utilize this energy to be converted into electrical energy. PLTS (Solar Power Plant) is a power plant that utilizes solar energy using the main tool, namely solar modules. The purpose of this research is to be supported by government policies regarding the use of friendly energy. Research with a basic research method approach is carried out through an approach of observation, analysis, of the existing conditions regarding energy requirements for solar power plant planning. The results of this research are the power required is 34,660 KW of solar panels which are designed using monocrystalline panels of 18 PCs and a battery capacity of 200 AH of 24 units with an investment budget of IDR 243,100,000.

Keywords: Roof PLTS, Renewable Energy, Environmentally Friendly Energy

ABSTRAK

Negara Indonesia berada di daerah katulistiwa sehingga mempunyai dua musim yaitu musim hujan dan musim kemarau. Indonesia mempunyai potensi untuk memanfaatkan energi tersebut untuk diubah menjadi energi listrik. PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) merupakan pembangkit listrik yang memanfaatkan energi matahari dengan menggunakan alat utama yaitu modul surya. Tujuan penelitian ini adalah untuk didukung dengan kebijakan pemerintah tentang pemanfaatan energi ramah. Penelitian dengan pendekatan Metode riset dasar dilakukan melalui pendekatan observasi, analisis, terhadap kondisi eksisting tentang kebutuhan energi untuk perencanaan pembangkit listrik tenaga surya. Hasil dari penelitian ini daya yang dibutuhkan adalah sebesar 34.660 KW panel surya yang di desain menggunakan jenis panel monocrystaline sebanyak 18 Pc dan kapasitas baterai sebesar 200 AH sebanyak 24 unit dengan anggaran biaya yang diinvestasikan sebesar Rp.243.100.000.

Kata Kunci: PLTS Atap, Energi Baru Tebarukan, Energi Ramah Lingkungan

PENDAHULUAN

Peningkatan pertumbuhan dan pembangunan infrastruktur akan meningkatkan kebutuhan penggunaan energi listrik. Dengan peningkatan kebutuhan energi listrik akan menyebabkan berkurangnya cadangan energi fosil. Untuk mengurangi pemakaian sumber energi fosil yaitu dengan memanfaatkan sumber energi alternatif untuk menjaga ketersediaan sumber energi fosil agar bisa dipakai suatu saat. Negara Indonesia merupakan negara tropis dan negara yang berada di daerah katulistiwa. Indonesia sangat berpotensi untuk memanfaatkan sumber energi alternatif surya karena mempunyai rata-rata suhu 28oC. PLTS atau singkatan dari

pembangkit listrik tenaga surya merupakan teknologi yang berkembang dibidang pembangkit listrik yang memanfaatkan sumber energi matahari dan diubah menjadi energi listrik dengan alat bantu modul surya. PLTS sudah banyak dipasang dengan berbagai tempat peletakkannya seperti gedung-gedung, hotel, tempat bisnis, lahan kosong dan atap rumah.

Sistem pembangkit listrik tenaga surya mempunyai tiga jenis sistem konfigurasi yaitu sistem konfigurasi *off-grid*, *on-grid*, dan *hybrid*. Diantara sistem tersebut yang lebih banyak dipakai oleh konsumen adalah sistem konfigurasi *on-grid* karena sistemnya sederhana dan tidak memerlukan baterai. Untuk pemakai PLTS

mandiri atau rumahan disarankan memakai sistem konfigurasi on-grid karena terhubung ke jaringan 24 jam pemakaian listrik saat siang hari relatif lebih rendah dibandingkan pemakaian listrik malam hari sehingga dapat mengurangi penggunaan listrik jaringan PLN. Pada perencanaan ini pemasangan modul surya akan diletakkan pada atap rumah untuk mendapatkan hasil listrik yang optimal selain itu untuk menghemat tempat dan menghindari adanya objek yang menutupi modul surya dan menentukan biaya pengeluaran pemasangan PLTS *On-Grid*. Dasar pemikiran tersebut didukung dengan kebijakan pemerintah tentang pemamfaatan energi ramah lingkungan sehingga menjadi salah satu 504ndicator penelitian ini sangat penting untuk memberikan/menawarkan solusi terhadap permasalahan yang dialami masyarakat terhadap pemamfaatan energi ramah lingkungan.

Penelitian dengan pendekatan Metode riset dasar dilakukan melalui pendekatan observasi, analisis, terhadap kondisi eksisting tentang data kondisi Angin, Cuaca, cahaya matahari, dan analisis kebutuhan daya yang diperlukan untuk untuk memfasilitasi kebutuhan energi di Gedung I Universitas Pembangunan Panca Budi.

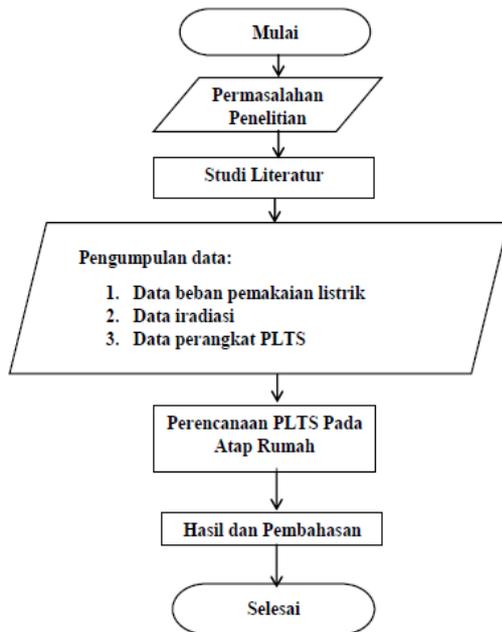
Persediaan sumber daya minyak dan gas bumi pada abad 21 semakin menipis. Sedangkan, kebutuhan energi listrik semakin lama semakin meningkat. Pada tahun 2017, kebutuhan energi listrik sebesar 25,4 trilyun kWh. Daratan Indonesia memiliki luas sekitar ± 2 juta km² dan dapat memanfaatkan energi matahari untuk membangkitkan pembangkit listrik tenaga surya sebesar 5,10 mW atau setara 112.000 GWp dengan penyinaran sebesar 4,8 kWh/m²/hari. Dari segi teknik secara totalitas dikatakan layak untuk dioperasikan sistem PLTS dan disinkronkan KWh EXIM dengan performace ratio 81%. Berdasarkan segi teknik tersebut maka dapat direalisasikan. (Rinna Hariyanti, Muchamad Nur Qosim, 2019)

PLTS rooftop atau PLTS pada atap rumah merupakan PLTS berskala kecil yang biasanya memiliki kapasitas 20kW dan ada beberapa gedung komersial memiliki kapasitas yang mendekati 1 MW. PLTS pada atap rumah memiliki beberapa keunggulan seperti mengurai biaya tagihan listrik bulanan dan menghemat lahan atau tanah. Selain itu, lebih mudah dan murah untuk dihubungkan ke sistem kelistrikan yang ada. (I Dewa Gde Yaya Putra Pratama, I Nyoman Satya Kumara, 2018)

Proses photovoltaik ditemukan pada abad 19 dan merujuk kepada pembangkit listrik (volt) dari energi yang ada di matahari (photon). Pada tahun 1950an, modul PV yang pertama telah dikembangkan secara komersial, meskipun industri ini mulai tumbuh terutama sejak tahun tujuh puluhan. Modul PV Surya menambah beberapa pemakaian praktis dalam waktu singkat. Konversi modul PV surya, seperti yang disebutkan di atas, adalah energi dari cahaya matahari yang diubah menjadi energi listrik

METODE

Penelitian menggunakan metode riset dasar melalui pendekatan survei lapangan, pengukuran dan analisis untuk menentukan konsep dan desain perencanaan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) atap sebagai sumber energi untuk dilingkungan Universitas Pembangunan Panca Budi. PLTS atap saat ini menjadi salah satu trend untuk pembangkit ramah lingkungan. Tahapan penelitian dapat dilihat pada diagram alir berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dengan cara pengukuran dan pengamatan langsung kondisi eksisting, sedangkan data sekunder diperoleh melalui wawancara dengan masyarakat setempat, dan pemerintah atau pemangku kepentingan.

- Observasi dan pengumpulan data. Survei lapangan untuk melihat kondisi eksisting lapangan untuk memperoleh data-data yang dibutuhkan, data kebutuhan energi listrik, data lingkungan dan data soaial ekonomi masyarakat setempat.
- Validasi Hasil Analisis Data Eksisting Pengukuran dan Analisa data akan dilakukan terhadap kebutuhan daya listrik, tahanan isolasi, V, R, I, P, proteksi, baterai, kapasitas panel surya, dan kondisi angin, cuaca serta analisis lingkungan lainnya, setelah data dianalisis kemudian akan dilakukan validasi data sebagai acuan dalam membuat desain perancangan.

Berdasarkan hasil pengamatan dan pengukuran data pemakaian beban pada gedung I lantai 3 dan 4 adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Pemakaian Beban Lantai 3

| No | Ruang | Beban | Daya | Vol | Daya Watt |
|--|-----------------|-----------|----------|-----|-----------|
| Lantai 3 | | | | | |
| 1 | Kantor BPAP | Lampu | 40 Watt | 28 | 1120 |
| | | AC | 820 Watt | 6 | 4920 |
| | | Komputer | 250 Watt | 4 | 1000 |
| | | Laptop | 180 Watt | 11 | 1980 |
| | | Dispenser | 400 Watt | 1 | 400 |
| | | CCTV | 9,6 Watt | 1 | 9,6 |
| 2 | Lorong lantai 3 | Lampu | 40 Watt | 7 | 280 |
| Total Pemakaian Daya Listrik di Lantai 3 | | | | | 9.710 |

Tabel 2. Pemakaian Beban Lantai 4

| No | Ruang | Beban | Daya | Vol | Daya |
|--|---------------------------------|----------|----------|-----|-------|
| Lantai 4 | | | | | |
| 1 | Kantor BPAP | Lampu | 40 Watt | 5 | 200 |
| | | Komputer | 250 Watt | 5 | 1.250 |
| | | Laptop | 180 Watt | 3 | 540 |
| | | AC | 820 Watt | 3 | 2.490 |
| | | CCTV | 9,6 W | 1 | 9,6 |
| 2 | Lorong lantai 4 dan kamar mandi | Lampu | 40 Watt | 6 | 240 |
| 4 | Ruang BPAP | Lampu | 40 Watt | 12 | 480 |
| | | Komputer | 250 Watt | 6 | 1.500 |
| | | Laptop | 180 Watt | 2 | 360 |
| | | CCTV | 9,6 Watt | 1 | 9,6 |
| | | Printer | 180 Watt | 3 | 540 |
| Total Pemakaian Daya Listrik di Lantai 4 | | | | | 7.620 |

Data kebutuhan beban untuk Gedung I adalah sebesar 17.330 Watt. Dalam penelitian ini perhitungan pemakaian beban akan ditingkatkan dua kali lipat hal ini dilakukan untuk mengantisipasi apabila iradiasi yang tidak maksimal sehingga kebutuhan daya menjadi 34.660.

Tahapan selanjutnya yang dilakukan adalah menganalisis data iriadiasi matahari di wilayah medan. Adapun data iriadiasi di peroleh dari NREL (*National Reneweble Energy Laboratory*) ddengan data sebagai berikut:

Tabel 3. Data Iradiasi

| Bulan | Clearness Index | Radiasi Harian (kWh/m ² /day) |
|----------|-----------------|--|
| Januari | 0,446 | 4,315 |
| Februari | 0,493 | 4,993 |
| Maret | 0,468 | 4,888 |
| April | 0,475 | 4,866 |

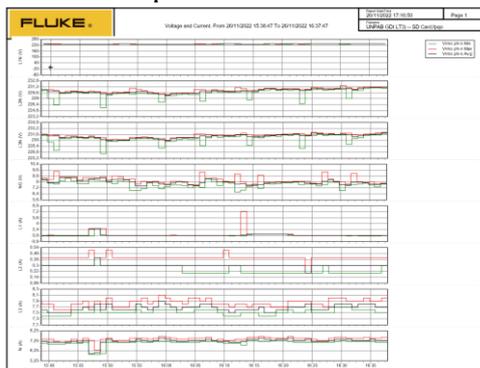
| | | |
|---|-------|-------|
| Mei | 0,445 | 4,431 |
| Juni | 0,461 | 4,464 |
| Juli | 0,442 | 4,303 |
| Agustus | 0,448 | 4,541 |
| September | 0,421 | 4,358 |
| Oktober | 0,416 | 4,225 |
| November | 0,413 | 4,017 |
| Desember | 0,429 | 4,067 |
| Minimum | 4,017 | |
| Medium | 4,464 | |
| Maksimum | 4,993 | |
| Annual Average (kWh/m ² /day) | 4,455 | |

Pengambilan data eksisting lapangan dilakukan dengan menggunakan alat ukur Power Quality. Adapun data yang diukur adalah sebagai berikut:

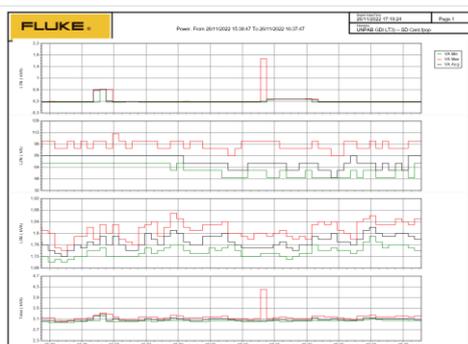
- Data, arus, tegangan dan daya lantai 3 dalam bentuk grafik
- Data, arus, tegangan dan daya lantai 3 dalam bentuk grafik
- Data cos phi lantai 3 dalam bentuk grafik
- Data cos phi lantai 3 dalam bentuk grafik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan alat ukur Fluke maka diperoleh:



Gambar 2. Grafik Tegangan, Arus TI 3

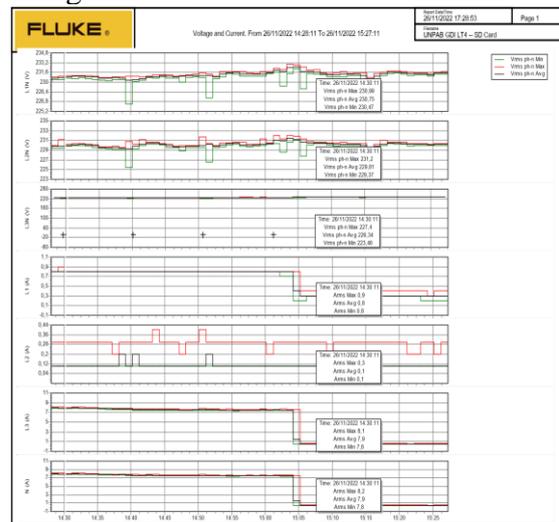


Gambar 3. Grafik Pemakaian Bahan Lt 3

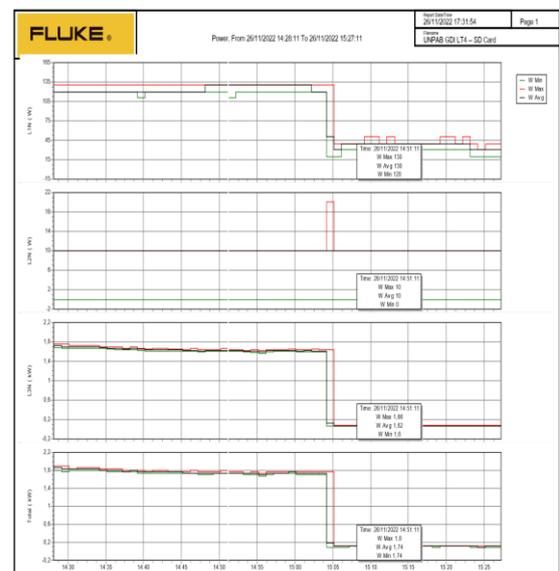


Gambar 4. Grafik Power Factor Lt 3

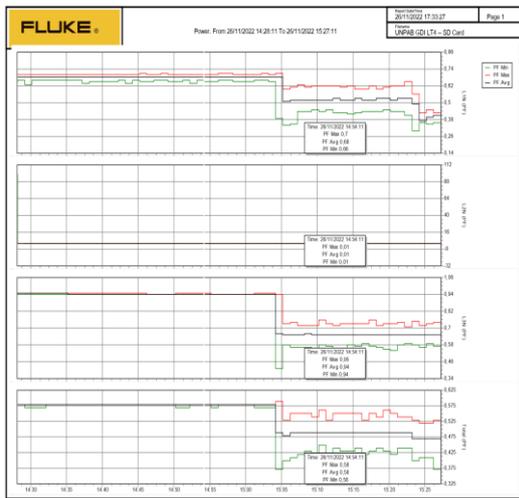
Berikut data hasil pengukuran untuk lantai 4 dapat dilihat dalam bentuk grafik sebagai berikut:



Gambar 5. Grafik Tegangan, Arus TI 4



Gambar 6. Grafik Pemakaian Bahan Lt 4



Gambar 7. Grafik Power Factor Lt 4

Perhitungan Kapasitas PV Area

Dalam penelitian ini perencanaan PLTS dilakukan dengan menggunakan nilai tengah dari iradiasi matahari yaitu 4,464 (kWh/m²/day), hal ini dilakukan dengan tujuan pada saat insolasi harian matahari berada pada nilai yang tidak terlalu tinggi, dan mengasumsikan bahwa panel surya yang akan digunakan adalah kapasitas 300 WP.

Dari data diatas nilai temperatur udara minimal sebesar 27⁰C dan temperature maksimum yaitu sebesar 32⁰C sehingga dari asumsi tersebut di dapatkan adanya peningkatan suhu sebesar 5⁰C, mengcu pada penelitian yang telah dilakukan maka dalam setiap kenaikan 1⁰C akan berpengaruh terhadap penurunan daya sebesar 0,5%. Sehingga dapat dihitung besarnya penurunan daya untuk asumsi data diatas adalah sebagai berikut:

P⁰C = Kenaikan daya dari suhu standar
 P_{mpp} = Daya keluaran maksimal dari panel surya

Δt = Kenaikan suhu Sehingga diperoleh nilai diatas dengan menggunakan persamaan berikut:

$$P_{mpp} = 300$$

$$\Delta t = 5^{\circ}C$$

$$P_{5^{\circ}} = 0,5\% \times 300 W \times 5^{\circ} C$$

$$= 7,5 W$$

Selanjutnya ditentukan besar daya keluaran maksimum panel surya pada saat temperatur panel surya naik menjadi 32⁰C, yang diperhitungkan

dengan persamaan berikut:

$$PMPP = 300 W P^{5^{\circ}C} = 7,5 W$$

$$P_{mpp} 32^{\circ}C = PMPP - P^{0C}$$

$$= 300 W - 7,5 W$$

$$= 292,5 W$$

Tahapan selanjutnya akan ditentukan nilai factor koreksi temperature /TCF (Temperature Corection Factor)

$$TCF = \frac{P_{mpp} t oC}{PMPP}$$

$$TCF = \frac{292,5 W}{300 W} = 0,97$$

Selanjutnya menentukan luas PV area, yang akan diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut:

$$PV Area = \frac{E_b}{G_{sr} \times TCF \times \eta_{ef}}$$

Dimana:

- E_b = Energi yang dibangkitkan = 34.660 Watt = 34,66 kWh
- G_{sr} = Intensitas matahari harian = 4,46 kWh/m²/hari
- TCF = Temperatur Coofesien Faktor (TCF) 0,97
- η_{PV} = Efisiensi panel surya 18%
- η_{ef} = Efisiensi keluaran 95%

$$PV Area = \frac{34,6}{4,46 \times 0,97 \times 0,95}$$

$$PV Area = \frac{34,6}{3,34} = 10,35 m^2$$

Perhitungan Wattpeak

Perhitungan besaran daya yang dibangkitkan oleh PLTS diperhitungkan dengan menggunakan persamaan berikut:

P_{wp} = PV area x PSI x η_{PV}
 P_{wp} = Daya yang dibangkitkan panel
 PSI = Peak solar insolation adalah 1.000 W/m²

η_{PV} = Efisiensi panel surya [%]
 = 10,35 x 1000 x 0,8
 = 1.863 Wattpeak (Pembulatan menjadi 2000 Watt)

Dari total kebutuhan harian sebesar 34.660 Watt per hari/8 jam dengan daya yang dibangkitkan oleh panel surya sebesar 2000 W. Maka total daya yang dibutuhkan dibagi dengan jam operasional optimal sehingga diperoleh kebutuhan panelnya sebesar 17,33 keping dengan

pembulatan minimal 18 keping panel surya kapasitas 300 Watt.

Menentukan Penggunaan baterai

Pada siang hari, baterai selain digunakan langsung, tetapi juga melakukan pengisian dari panel surya, sehingga pada malam hari tetap bisa menggunakan energi listrik tanpa harus menggunakan jaringan listrik PLN. Namun, energi listrik pada baterai tidak 100% dapat digunakan. Karena pada saat di inverter potensi kehilangan energinya bisa sebesar 5%, sehingga Namun, energi listrik pada baterai tidak 100% dapat digunakan. Karena pada saat di inverter potensi kehilangan energinya bisa sebesar 5%, sehingga perlu adanya cadangan 5% yang harus ditambah.

Cadangan = Daya yang dibutuhkan :

(100% – 5%)

$$= 34.666 \text{ Watt} : 95\%$$

$$= 36.484 \text{ Watt}$$

Jadi, acuan daya listrik yang digunakan untuk menentukan baterai adalah 36.484 Watt. Selanjutnya, memilih spesifikasi baterai yang tepat. Di pasaran juga dijual berbagai jenis spesifikasi baterai 12 V 100 Ah. Kemudian, hitung kembali jumlah baterai yang akan digunakan.

Jumlah baterai = Daya Listrik : Kapasitas Baterai

$$= 36.484 \text{ Watt} : (12 \text{ V} \times 200 \text{ Ah})$$

$$= 36.484 \text{ Watt} : 1.200$$

Watt

$$= 15,2 \text{ Watt}$$

$$= 16 \text{ pcs (dibulatkan dan$$

$$\text{Back Up } 8 \text{ Pcs}) = 24 \text{ Pcs}$$

Menentukan Inverter

Inverter adalah alat yang berguna mengubah arus DC (searah) menjadi arus AC (bolak-balik). Untuk menentukan inverter, asumsikan jika semua alat menyala bersamaan, maka dari data sebelumnya sudah didapat 805 Watt. Jadi, pilihlah inverter yang outputnya lebih dari 805 Watt. Sebagai contoh, bisa dipilih inverter dengan output 1000 Watt atau setara 1 kW.

Menentukan Sollar Charge Controler

Sebelum menentukan SCC (*Sollar Charge Controler*) pahami dahulu spesifikasi pada panel surya. Biasanya, pada panel surya tertulis kode seperti berikut:

- Pm = 100 WP
- Vm = 18 VDC
- Voc = 21,25 A
- Imp = 5,8 A
- Isc = 6 A

Kemudian, perhatikan Isc (*short circuit current*). Selanjutnya, kalikan Isc dengan jumlah panel surya.

$$\begin{aligned} \text{Daya SCC} &= \text{Isc} \times \text{Jumlah Panel Surya} \\ &= 6 \times 28 \text{ pcs} \\ &= 168 \text{ A} \end{aligned}$$

Analisis Biaya PLTS

Tabel 4.

| Komponen | Jlh | Harga | Total |
|-------------------------|---------|------------|-------------|
| Panel Surya 300 Wp | 18 | 3.400.000 | 61.200.000 |
| Solar Charge Controler | 2 | 4.850.000 | 9.700.000 |
| Inverter PV 3000 Series | 2 | 22.900.000 | 45.800.000 |
| Baterai | 24 Pcs | 4.600.000 | 110.400.000 |
| Kabel PV 2x2,5 | 100 m | 20.000 | 2.000.000 |
| Kabel NYA | 3 Glg | 900.000 | 2.700.000 |
| Kabel AC 3 Core | 100 m | 38.000 | 3.800.000 |
| Tools Instalasi | 1 Paket | 3.000.000 | 3.000.000 |
| Panel Box | 1 | 2.500.000 | 2.500.000 |
| Rak Baterai | 1 | 2.000.000 | 2.000.000 |
| Total Biaya | | | 243.100.000 |

Biaya komponen didapat dari informasi harga. Biaya Komponen ini lah yang menjadi investasi awal dari PLTS sesuai tabel diatas

SIMPULAN

Adapun kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pengumpulan data dan analisis kebutuhan daya listrik untuk gedung I lantai 3 dan lantai 4 gedung I Universitas Pembangunan Panca Budi adalah sebesar 34.660 KW
2. Panel surya yang digunakan adalah tipe Monocrystallin 300 Wp sebanyak 18 unit.
3. Kapasitas baterai yang dibutuhkan adalah dengan kebutuhan sebesar 36.484 dengan penggunaan baterai 200 AH sejumlah 24 Unit.
4. Total biaya yang dibutuhkan untuk investasi adalah sebesar Rp.

243.100.000.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrina, Yona, Ningsih, Rahmita B., & Nobel, Aqualdo. (2015). Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi Dan Penduduk Terhadap Konsumsi Energi Di Indonesia. *Jom FEKON*, 2(2), 1. Retrieved from www.bps.go.id
- Anisah, Siti, Fitri, Rahmadhani, Pembangunan, Universitas, Budi, Panca, Pembangunan, Universitas, & Budi, Panca. (2022). *Study Of The Potential Of New Renewable Energy Generation (Hibryd Solar And Wind) As An Alternative Energy Source*. 144–152.
- Handayani, N. A., & Ariyanti, D. (2012). Potency of solar energy applications in Indonesia. *International Journal of Renewable Energy Development*, 1(2), 33–38. <https://doi.org/10.14710/ijred.1.2.33-38>
- Haryuda, Subuh Isnur, Susila, I. Wayan, Siregar, Indra Herlamba, & Aris, Ansori. (2019). Power Control of Grid-Connected Photovoltaic-Wind Turbin-Bouy Conversion Energy Wave Hybrid System. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 494(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/494/1/012074>
- Laksana, Eka Purwa, Prabowo, Yani, Sujono, Sujono, Sirait, Rummi, Fath, Nifty, Priyadi, Ardyono, & Purnomo, Mauridhi Hery. (2021). Potential Usage of Solar Energy as a Renewable Energy Source in Petukangan Utara, South Jakarta. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 17(4), 212–216. <https://doi.org/10.17529/jre.v17i4.22538>
- Muzayanah, Irfani Fithria Ummul, Lean, Hooi Hooi, Hartono, Djoni, Indraswari, Kenny Devita, & Partama, Ramadani. (2022). Population density and energy consumption: A study in Indonesian provinces. *Heliyon*, 8(9), e10634. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10634>
- Rehman, Waqas Ur, Bhatti, Abdul Rauf, Awan, Ahmed Bilal, Sajjad, Intisar Ali, Khan, Asad Ali, Bo, Rui, Haroon, Shaikh Saaqib, Amin, Salman, Tlili, Iskander, & Oboreh-Snapps, Oroghene. (2020). The penetration of renewable and sustainable energy in Asia: A state-of-the-art review on net-metering. *IEEE Access*, 8, 170364–170388. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3022738>
- Rizkasari, Defi, Wilopo, Wahyu, & Ridwan, Mohammad Kholid. (2020). Potensi Pemanfaatan Atap Gedung Untuk Plts Di Kantor Dinas Pekerjaan Umum, Perumahan Dan Energi Sumber Daya Mineral (Pup-Esdm) Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. *Journal of Appropriate Technology for Community Services*, 1(2), 104–112. <https://doi.org/10.20885/jattec.vol1.iss2.art7>
- Roy, Pranoy, He, Jiangbiao, Zhao, Tiefu, & Singh, Yash Veer. (2022). Recent Advances of Wind-Solar Hybrid Renewable Energy Systems for Power Generation: A Review. *IEEE Open Journal of the Industrial Electronics Society*, 3(February), 81–104. <https://doi.org/10.1109/OJIES.2022.3144093>
- Sartika, Yurlis, & Amar, Syamsul. (2020). Pengaruh Perekonomian Dan Jumlah Penduduk Terhadap Permintaan Bahan Bakar Minyak Di Indonesia. *Jurnal Kajian Ekonomi Dan Pembangunan*, 2(3), 7–16. <https://doi.org/10.24036/jkep.v2i3.10290>
- Setyono, Jawoto Sih, & Astuti, Fadjar Hari Mardiansjah, Mega Febrina Kusumo.

- (2020). Potensi Pengembangan Energi Baru dan Energi Terbarukan di Kota Semarang. *Jurnal Riptek*, 13(2), 177–186. Retrieved from <http://riptek.semarangkota.go.id>
- Siregar, C. A., Siregar, A. M., & Daud, Muhammad. (2021). Pemetaan Potensi Radiasi Matahari Berdasarkan Perhitungan Matematika Di Sumatera Utara. *Seminar Nasional Teknologi Edukasi Dan Humaniora*, 1(1), 72–77.
- Sitepu, Rasional, & Gunadhi, Albert. (2014). Kajian Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya pada Atap Gedung Kota Surabaya: Studi Kasus Gedung Perkuliahan. *The 3Rd National Conference on Industrial Electrical and Electronics (NCIEE) Proceedings*, 150–154.
- Taro, Zuraidah, Aryza, Solly, Anisa, Siti, & Putri, Maharani. (2017). *Analyze New Method Based on Surya Energy Zuraidah Tharo*. 12(4), 54–58. <https://doi.org/10.9790/1676-1204045458>
- Tharo, Zuraidah, & Anisah, Siti. (2022). *Comparison of Monocrystalline Types of Solar Cell Modules To Polycrystalline Types in Review of the Power Generated By Applying Real-Time Measurements*. (June), 205–215.
- Tharo, Zuraidah, Anisah, Siti, & Aryza, Solly. (n.d.). *An Enhance of Renew Source for Homes*.