

PERANCANGAN INSTALASI LISTRIK MENGGUNAKAN *SOLAR CELL* DI CIKARACAK *ADVENTURE CAMP*

Muhammad Fadhil Akkas¹, Imam Raharjo, S.Pd., MT², Dr.
Aris Sunawar, MT³.

¹Mahasiswa Teknik Elektro, ² Dosen Teknik Elektro UNJ, ³ Dosen Teknik Elektro UNJ

¹²³S1 Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta

Jalan Rawamangun Muka, Jakarta 13220, Indonesia

¹Email : fadhilakkas@gmail.com

ABSTRACT

The purpose of this study is to research PLTS off grid as an independent power source separate from the electricity source from PLN, as the use of new renewable energy at the research site. This study uses research and development methods that include needs analysis, design, and testing. However, this research only reached the design stage due to cost limitations. The needs analysis is based on the dependence of the Cikaracak Adventure Camp power source on PLN, so research is carried out to make a design that is in accordance with the load that will be handled at the research site. The study was carried out by field observations aimed at determining the load to be handled by the PLTS, after that a literature study was carried out to find out what components were used, then made calculations and made wiring drawings between components and also electrical installation wiring at the research site.

The results of the research on the design of the Cikaracak Adventure Camp solar panel electrical installation with a load of 2323 watts and an energy of 12542 wh, obtained a PLTS component installation design that is in accordance with the load to be handled, using the following component specifications: 24 pieces of 300WP solar panels, SCC 60A, 7 units of 48V 100Ah batteries, and 48v 3000w inverters, 24 units of 10A MCB DC, MCB AC 10A 6A 4A 1 piece each, and various kinds of cables as needed. With an estimated cost of Rp. 136.572.000. With these components it is known that they can handle the loads in this design and obtained wiring between components and electrical installation wiring at Cikaracak Adventure Camp.

Keywords: Planning, Electrical Installation, PLTS, Solar Panel

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat perancangan PLTS *off grid* sebagai sumber listrik mandiri terpisah dengan sumber listrik dari PLN, sebagai pemanfaatan energi baru terbarukan di lokasi penelitian.

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan yang meliputi analisis kebutuhan, perancangan, dan pengujian. Tetapi penelitian ini hanya sampai tahap perancangan dikarenakan keterbatasan biaya. Analisis kebutuhan didasarkan oleh masih bergantungnya sumber listrik Cikaracak *Adventure Camp* pada PLN sehingga dilakukan penelitian untuk membuat perancangan yang sesuai dengan beban yang akan ditangani di lokasi penelitian. Penelitian dilakukan dengan observasi lapangan yang bertujuan untuk menentukan beban yang akan ditangani oleh PLTS, setelah itu dilakukan studi literatur untuk mengetahui komponen apa saja yang digunakan, lalu membuat perhitungan serta membuat gambar wiring antar komponen dan juga wiring instalasi listrik pada lokasi penelitian.

Hasil penelitian perancangan instalasi listrik panel surya Cikaracak *Adventure Camp* dengan beban sebesar 2323 watt dan energi sebesar 12542 wh, didapatkan rancangan instalasi komponen PLTS yang sesuai dengan beban yang akan ditangani, dengan menggunakan spesifikasi komponen sebagai berikut: panel surya 300WP sebanyak 24 buah, SCC 60A, Baterai 48V 100Ah sebanyak 7 buah, dan inverter 48v 3000w, MCB DC 10A sebanyak 24 buah, MCB AC 10A 6A 4A masing masing 1 buah, dan berbagai macam kabel sesuai dengan kebutuhan. Dengan estimasi biaya sebesar

Rp. 136.572.000. Dengan komponen tersebut diketahui bahwa dapat menangani beban yang ada dalam perencanaan ini dan diperoleh wiring antar komponen dan wiring instalasi listrik di Cikaracak *Adventure Camp*.

Kata kunci: Perancangan, Instalasi Listrik, PLTS, Panel Surya.

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan daerah tropis yang mempunyai potensi energi surya sangat besar dengan insolasi harian rata-rata 4,5 - 4,8 KWh/m² / hari. Sehingga energi surya menjadi salah satu bentuk energi terbarukan yang potensial untuk dikembangkan. Energi surya selain mudah didapatkan dari alam, juga ramah lingkungan. Kondisi iklim tropis yang mendapatkan sinar matahari sepanjang tahun, Indonesia juga berpotensi menghasilkan energi surya yang signifikan. (Rahayuningtyas & dkk, 2014)

Setelah membandingkan pembangkit listrik tenaga sampah yang memiliki proses cukup panjang dan lebih membutuhkan biaya besar dibandingkan pembangkit listrik tenaga surya. Saat ini pemerintah Indonesia melalui kementerian energi dan sumber daya mineral (ESDM) sedang merencanakan peningkatan pembangunan pembangkit listrik energi baru terbarukan ataupun energi alternatif termasuk pembangkit listrik tenaga surya, melalui (Peraturan Menteri ESDM) no 49 tahun 2018 tentang penggunaan sistem pembangkit listrik tenaga surya atap. Mengacu pada Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) 2019-2028, dengan memperhitungkan pertumbuhan ekonomi, penambahan penduduk serta peningkatan rasio elektrifikasi.

Dengan rata-rata 200watt/m² potensi energi surya Jawa Barat. Pemerintah Jawa Barat Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral menyatakan menjadikan energi surya sebagai proyeksi energi masa depan untuk daerah Jawa Barat yang paling terdepan, melalui Rencana Strategis tahun 2018-2023, sebagai amanah dari Peraturan Gubernur Jawa Barat no.56 tahun 2012 tentang rencana aksi daerah untuk penurunan emisi gas rumah kaca pemerintah sudah menyiapkan program mitigasi sebagai upaya dari supply side untuk menyediakan listrik dengan memanfaatkan energi terbarukan terutama energi surya. Tren ini terjadi karena didukungnya perkembangan pembuatan modul elemen solar PV dan instalasi yang kian murah serta bersaing. Institute for Energy Economics and Financial Analysis (IEEFA) menunjukan penurunan biaya produksi PLTS, pada tahun 2014 membutuhkan biaya sekitar 11,2 juta US dollar untuk 5 MW sama dengan 2.240 US dollar per KW, pada tahun 2019 membutuhkan biaya produksi 21 juta

US dollar untuk 25 MW sama dengan 840 US dollar per KW.

Menurut data dari badan statistik energi dan sumber daya mineral Jawa Barat tahun 2018 masih ada sekitar 3,2% dari jumlah seluruh rumah tangga yang belum teraliri listrik. Energi alternatif cahaya matahari di Desa Cibeling, Cinagara, Bogor merupakan hal baru bagi masyarakat disana, untuk memberikan edukasi pada masyarakat terkait energi alternatif cahaya matahari, Cikaracak Adventure Camp merupakan tempat yang strategis karena merupakan tempat wisata yang dekat dengan pemukiman warga. Cikaracak Adventurer Camp juga belum memiliki sumber listrik mandiri. Sebagai contoh serta awal masuknya pemanfaatan energi matahari sebagai sumber listrik di daerah tersebut. Beberapa keuntungan yang akan didapat apabila menggunakan panel surya seperti peraktis dalam pemasangannya, mudah dalam perawatan, dan tidak bergantung oleh PLN.

Hampir 75% usulan yang diterima oleh Direktorat Jendral Listrik Pemanfaatan Energi (DJLPE), dari berbagai daerah tidak dilengkapai studi perencanaan yang layak, seperti kesesuaian antara daya yang direncanakan, jumlah modul, teknik pemasangan modul, kapasitas inverter, serta system teknik pengoperasian on grid. Mengacu biaya investasi PLTS masih cukup mahal di Indonesia, yaitu \$5.000/kWp hingga \$27.000 maka DJLPE merasa perlu membuat studi perencanaan PLTS mulai kapasitas terkecil, yaitu 25 kWp. (Hariansyah, 2009)

Dengan latar belakang seperti program kementerian dan pemerintah daerah, serta keunggulan dari sel surya, dan laporan Direktorat Jendral Listrik Pemanfaatan Energi (DJLPE) peneliti tertarik membuat studi perancangan yang layak untuk instalasi listrik solar cell di Cikaracak Adventure Camp sebagai sumber listrik mandiri terpisah dengan PLN untuk menghindari mati listrik dari PLN. Sumber listrik ini digunakan untuk menghidupkan perangkat elektronik dan penerangan di Cikaracak Adventure Camp.

II. Metodologi Penelitian

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Perancangan

Menurut (Rianto, Assegaf, & Fernando, 2015) perancangan dapat diartikan perencanaan dari pembuatan suatu sistem yang menyangkut berbagai komponen sehingga akan menghasilkan sistem yang sesuai dengan hasil dari tahap analisa sistem.

Menurut (Nadeak, Parulian, Prisiwanto, & Siregar, 2016) Perancangan adalah langkah pertama dalam fase pengembangan rekayasa produk atau sistem. Perancangan itu adalah proses penerapan berbagai teknik dan prinsip yang bertujuan untuk mendefinisikan sebuah peralatan, satu proses atau

satu sistem secara detail yang membolehkan dilakukan realisasi fisik.

Dari beberapa defenisi diatas penulis menyimpulkan perancangan adalah perencanaan pengembangan suatu sistem yang mana dapat membentuk suatu hasil yang diinginkan dengan sistem yang lebih baik.

2.1.2 Instalasi Listrik

Instalasi listrik adalah sebuah sistem yang digunakan untuk menyalurkan daya listrik untuk memenuhi kebutuhan manusia dalam kehidupannya. Dalam perancangan sistem instalasi listrik sebuah gedung, instalasi listrik dibagi menjadi 2 yaitu: Instalasi pencahayaan buatan dan Instalasi daya listrik.

Instalasi daya listrik merupakan instalasi untuk menjalankan mesin-mesin listrik yang ada dalam gedung untuk memeberikan supply daya listrik pada seluruh peralatan yang membutuhkan daya listrik dalam sebuah gedung. (Ismansyah, 2009).

Instalasi listrik adalah peralatan yang terpasang didalam maupun diluar bangunan untuk menyalurkan arus listrik. Secara umum instalasi listrik dibagi menjadi dua jenis, yaitu: Instalasi penerangan listrik dan instalasi daya listrik. Rancangan instalasi listrik harus memenuhi ketentuan PUIL dan peraturan yang terkait dalam dokumen penunjang tenaga listrik dan peraturan lainnya. (Prok, Tumaliang, & Pakiding, 2018).

Dari beberapa defenisi diatas dapat disimpulkan bahwa instalasi listrik adalah suatu system yang dirangkai atau disusun sedemikian rupa sebagai penyalur aliran listrik untuk memenuhi kebutuhan alat listrik baik terpasang didalam maupun diluar ruangan.

2.1.3 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

PLTS adalah suatu pembangkit listrik yang menggunakan sinar matahari melalui sel surya (photovoltaic) untuk mengkonversikan radiasi sinar foton matahari menjadi energi listrik. Unjuk kerja PLTS sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu faktor lingkungan, faktor temperaturPV modul, faktor kondisi cuaca lingkungan dan faktor Intensitas cahaya matahari. (Anggara, Kumara, & Giriantari, 2014)

Sel Surya yang mendapat penyinaran sinar matahari merupakan salah satu sumber energi yang sangat menjanjikan. Dalam

keadaan puncak atau saat posisi matahari tegak lurus, sinar matahari yang jatuh di permukaan sel surya seluas satu meter persegi akan mampu menghasilkan energy listrik 900 hingga 1000 Watt. (Jatmiko, H, & M, 2011)

Dari beberapa defenisi diatas dapat disimpulkan bahwa Pembangkit Listrik Tenaga Surya adalah sebuah system catu daya yang bersumber dari energi sinar matahari yang ramah lingkungan, dan dapat dioperasikan dengan beberapa metode seperti on-grid, off-grid, dan hybrid. Serta dapat dirancang untuk kebutuhan listrik yang kecil hingga besar.

2.1.4 Panel Surya

Komponen utama dalam sistem PLTS adalah panel surya yang merupakan rakitan dari beberapa sel surya. Sel surya tersusun dari dua lapisan semi konduktor dengan muatan berbeda. Lapisan atas sel surya itu bermuatan negatif sedangkan lapisan bawahnya bermuatan positif. Sel-sel itu dipasang dengan posisi sejajar dan seri dalam sebuah panel yang terbuat dari alumunium ataupun baja anti karat yang dilindungi oleh kaca atau plastik. Kemudian pada tiap-tiap sel diberi sambungan listrik untuk dapat disambungkan dengan sel lain menurut Hanna dan Patricia dalam (Naim, 2017).

Dalam Menyusun PLTS untuk mengetahui kebutuhan panel surya terdapat beberapa langkah perhitungan yang menggunakan rumus 2.1, 2.2, 2.3, 2.4.

$$p \times n \times t = Wh \dots (2.1)$$

$$E_d = \text{penjumlahan } Wh \text{ semua peralatan} \dots (2.2) \text{ Total}$$

$$\text{Energi Modul} = \frac{E_d \times \eta_{PV}}{\text{rugi-rugi}} \dots (2.3)$$

$$P_{\text{modul sura}} = \frac{\text{total energi modul}}{\text{insolasi matahari}} \times Cf \dots (2.4)$$

Ket : p = Daya

(watt) n =

jumlah t =

Waktu (hour)

Wh = Energi

E_d = konsumsi energi harian (wh) η_{PV} =

efisiensi panel surya Cf = Gactor koreksi

temperature sebesar 1,1 **2.1.5 Solar**

Charge Controller

Solar Charge Controller merupakan alat yang berfungsi untuk mengatur arus dari *solar module* ke *battery* dan *battery* ke beban (Sihombing, 2013). *Solar Charge Controller* adalah peralatan elektronik yang dapat digunakan untuk mengatur arus searah dari panel surya ke aki . Selain itu *Solar Charge Controller* dapat mengatur kelebihan pengisian karena aki sudah penuh dan kelebihan tegangan dari panel surya. *Solar Charge Controller* dapat memperpanjang umur aki karena dengan menggunakan *Solar Charge Controller* tegangan dan arus yang masuk ke aki dapat di kontrol dengan baik.

Dalam menentukan SCC dapat menggunakan rumus 2.5.

$$kapasitas\ SCC = \frac{demand}{system\ voltage} \times safety\ factor \dots (2.5)$$

2.1.6 Baterai

Baterai sebagai penyimpanan energi untuk pemakaian malam hari ataupun waktu mendung. Ada beberapa baterai yang cocok untuk pemakaian sistem fotovoltaik, antara lain:

1. Nickel – cadmium
2. Lead – acid
3. Nickel – iron
4. Sodiumsulphate (LubisdanSudrajat,2006:67)

Dalam sistem sel surya, energi listrik dalam baterai digunakan pada malam hari dan hari mendung. Karena intensitas sinar matahari bervariasi sepanjang hari, baterai memberikan energi yang konstan. Baterai tidak seratus persen efisien, beberapa energi hilang seperti panas dari reaksi kimia, selama *charging* dan *discharging*. *Charging* adalah saat energi listrik diberikan kepada baterai, *discharging* adalah pada saat energi listrik diambil dari baterai.

Dalam menentukan baterai yang akan digunakan dapat menggunakan rumus 2.6.

$$C = \frac{N \times E_d}{V_s \times DOD \times \eta} \dots (2.6)$$

Ket:

1. C = Kapasitas baterai (Ah)
2. N = Jumlah hari otonom (hari)
3. E_d = Konsumsi energi harian (wh)
4. V_s = tegangan sistem (volt)
5. DOD = Kedalaman maksimum untuk pengosongan baterai (%)
6. η = efisiensi inverter sebesar 95%

2.1.7 Inverter

Inverter adalah perangkat elektrik yang digunakan untuk mengubah arus listrik searah (DC) menjadi arus listrik bolak balik (AC). Inverter mengkonversikan DC dari perangkat seperti batere, *accu*, panel surya/*solar cell* menjadi AC (Sihombing, 2013). Inverter merupakan kebalikan dari converter dan memiliki kapasitas masing-masing. Pada penulisan gazebo pintar dengan sumber daya sel surya inverter digunakan untuk mengubah arus DC dari aki menjadi arus AC 220 V yang digunakan untuk menangani beban AC. Dalam menentukan kapasitas inverter dapat menggunakan rumus 2.7

$$Kapasitas\ Inverter = total\ daya \times$$

safety factor(2.7)

Ket : *safety factor* sebesar 1,25

2.1.8 MCB

Alat pengaman otomatis yang dipergunakan untuk membatasi arus listrik. Alat pengaman ini dapat juga berguna sebagai saklar. Dalam penggunaannya, pengaman ini harus disesuaikan dengan besar listrik yang terpasang. Hal ini adalah Alat pengaman otomatis yang dipergunakan untuk membatasi arus listrik. Alat pengaman ini dapat juga berguna sebagai saklar. Dalam penggunaannya, pengaman ini harus disesuaikan dengan besar listrik yang terpasang. Hal ini adalah Alat pengaman otomatis yang dipergunakan untuk membatasi arus listrik. Alat pengaman ini dapat juga berguna sebagai saklar. Dalam penggunaannya, pengaman ini harus disesuaikan dengan besar listrik yang terpasang. Hal ini adalah untuk menjaga agar listrik dapat berguna sesuai kebutuhan. (Wijaya, 2007) Dalam menentukan MCB yang digunakan dapat menggunakan rumus 2.8.

$$I = P \dots (2.8)$$

2.1.9 Kabel

Kabel berfungsi sebagai jalan untuk melewati energi listrik dari suatu tempat ke tempat lain. Kabel dapat terdiri dari satu kawat atau lebih yang masing-masing umumnya diisolasi agar arus listrik yang melewati kawat dapat tersekat. Isolator yang digunakan berupa berbagai jenis karet alam, karet vulkanisasi dan karet buatan. Selain isolasi kabel memiliki pelindung untuk melindungi isolasi. Sesuai dengan kegunaannya, ada dua jenis kabel yaitu kabel untuk penyaluran tenaga listrik dan kabel untuk penyaluran sinyal listrik. Kabel untuk penyaluran tenaga listrik digunakan dibidang tenaga listrik, sedangkan kabel untuk penyaluran sinyal listrik digunakan untuk bidang telekomunikasi (telepon, telegraf, dan lain-lain). (Tamam, Makkulau, & Roesdynamari, 2015). Dalam menentukan kabel yang dibutuhkan dapat mengacu pada table 2.1 yang mengacu pada PUIL.

Tabel 2.2 Penampangan Kabel dan Kemampuan Hantar Arus

Jenis Konduktor	Luas penampangan nominal mm ²	KHA terus menerus		KHA pengenal gawai protektal	
		Pemasangan dalam kondukt ^{or} sesuai 7.13	Pemasangan dalam kondukt ^{or} sesuai 7.12.1	Pemasangan dalam kondukt ^{or}	Pemasangan dalam kondukt ^{or}
1	2	A	A	A	A
	0,5	2,5	-	2	-
	0,75	7	15	4	10
	1	11	19	6	10
	1,5	18	24	10	20
	2,5	20	32	16	25
NYFA	4	26	42	20	35
NYFAF	6	33	54	25	60
NYFAZ	10	45	73	35	63
NVA	16	61	98	50	80
NYAF	25	83	129	63	100
NYFAw	35	103	158	80	125
NYFAZw	50	132	198	100	160
NYFADw	70	185	245	125	200
dari NYL	95	197	292	160	250
	120	235	344	250	315
	150	-	391	-	315
	185	-	448	-	400
	240	-	5285	-	400
	300	-	608	-	500
	400	-	720	-	630
	500	-	830	-	630

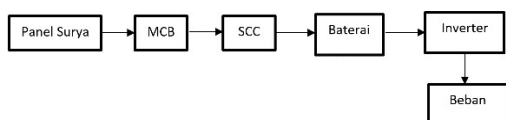
2.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Cikaracak *Adventure Camp*. Penelitian ini dilaksanakan dalam rentang bulan Maret 2020 sampai dengan bulan Juli 2021 untuk mengetahui perancangan PLTS yang baik dan tepat sebagai sumber listrik terpisah dengan PLN.

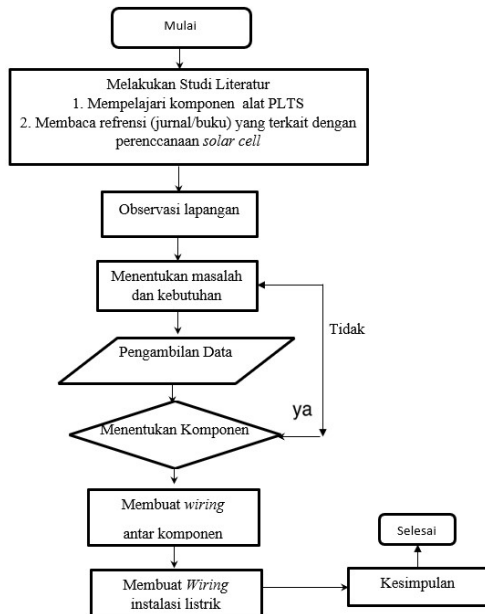
2.3 Diagram Alir Perancangan

Diagram alur perancangan ini untuk melakukan perancangan panel surya yang dilakukan di Cikaracak *Adventure Camp*. Diagram alur penelitian ini dimulai dengan melakukan studi literatur dengan mempelajari komponen-komponen alat pembangkit listrik tenaga surya serta membaca buku dan jurnal yang berkaitan dengan perancangan panel surya. Setelah melakukan studi literatur, peneliti melakukan observasi lapangan untuk memperhitungkan kebutuhan serta mengamati kondisi penyinaran sinar matahari. Setelah melakukan observasi lapangan, peneliti menentukan masalah yang terdapat dilapangan serta menentukan kebutuhan dalam rancangan panel surya ini. Setelah itu peneliti menentukan komponenan yang sesuai dengan masalah yang ada, apabila belum sesuai dengan kebutuhan desain diulangi hingga sesuai dengan kebutuhan, setelah itu sesuai peneliti membuat rangkaian mulai dari membuat rancangan wiring antar komponen dan wiring instalasi listrik Cikaracak *Adventure Camp*. Flowchart penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.

menggunakan panel surya. Dalam perancangan ini akan dilakukan perhitungan dalam menentukan komponen yang paling tepat dalam system PLTS ini mulai dari kabel, MCB, panel surya, solar charge controller, baterai, dan inverter. Dilanjutkan dengan pembuatan rencana wiring antar komponen, rencana wiring instalasi listrik sesuai perancangan, pembuatan rencana tata letak komponen hingga estimasi biaya



Gambar 3.2 Blok Diagram Perancangan Alat
Sumber: Dokumentasi Pribadi



Dokumentasi Pribadi

2.4 Analisis Kebutuhan

Dari beberapa analisis diatas peneliti mendapatkan beberapa poin yang dibutuhkan ini menggunakan PLTS off-grid. Berdasarkan beban dalam perancangan, yaitu: yang ada di Cikaracak Adventure Camp dapat dilihat

- 1) Beban yang akan ditangani oleh PLTS pada lampiran, dan beban yang akan ditangani oleh sebesar 2323watt diperoleh dari system PLTS dikelompokkan berdasarkan bangunan pengamatan dilokasi penelitian
- 2) Dari total beban yang akan ditangani dapat dilihat pada lampiran.

Dalam menentukan beban yang akan ditangani lidapatkan spesifikasi komponen dengan oleh PLTS, peneliti hanya membuat perancangan perhitungan lidalamnya. untuk beberapa bangunan yang ada di Cikaracak 3) Dari komponen yang sudah ditentukan, *Adventure Camp*, dikarenakan keterbatasan biaya dibutuhkan desain wiring antar komponen serta sebagai awal masuknya sistem PLTS di sebagai acuan pemasangan serta desain tata lingkungan tersebut. Peneliti menentukan bangunan letak komponen.

- 4) Sebagai acuan harga komponen yang yang akan dibuat perancangannya adalah bangunan yang terdiri dari 1 grup yaitu: Gapura, Ruang dibutuhkan dalam perancangan diperlukan Penyulingan Air, Kantor, WC Umum A & B, Saung estimasi biaya.

2.5 Perancangan

Penelitian ini akan membuat perancangan ini dapat dilihat pada table 4.8. perancangan untuk sumber energi listrik pada

Cikaracak Adventure Camp akan

2.6 Deskripsi Hasil Penelitian

Penelitian ini menghasilkan sebuah perancangan sistem PLTS off-grid untuk Cikaracak Adventure Camp. Gambaran lokasi penelitian dapat dilihat pada lampiran. Penelitian ini secara garis besar terbagi menjadi beberapa unsur yaitu, pemilihan komponen, desain wiring system panel surya, desain wiring instalasi Cikaracak Adventure Camp, desain tata letak komponen, dan estimasi biaya.

Cikaracak Adventure Camp sudah memiliki sumber listrik dari PLN, tetapi karena lokasi nya yang jauh dari pemukiman warga dan berada di kaki gunung, untuk mengurangi resiko putus listrik oleh

PLN ataupun gangguan lainnya yang mengakibatkan Cikaracak Adventure Camp tidak memiliki aliran listrik, maka akan dibuat perancangan sistem PLTS off-grid sesuai dengan kebutuhan energi dilokasi.

Gambar 3.1 Flowchart Perancangan

2.7 Menentukan Beban Sumber:

Dalam merancang sistem PLTS dimulai dengan menentukan beban yang akan ditangani oleh

PLTS terlepas dari PLN karena dalam perancangan menggunakan PLTS off-grid. Berdasarkan beban dalam perancangan, yaitu: yang ada di Cikaracak Adventure Camp dapat dilihat

- 1) Beban yang akan ditangani oleh PLTS pada lampiran, dan beban yang akan ditangani oleh sebesar 2323watt diperoleh dari system PLTS dikelompokkan berdasarkan bangunan pengamatan dilokasi penelitian
- 2) Dari total beban yang akan ditangani dapat dilihat pada lampiran.

Dalam menentukan beban yang akan ditangani lidapatkan spesifikasi komponen dengan oleh PLTS, peneliti hanya membuat perancangan perhitungan lidalamnya. untuk beberapa bangunan yang ada di Cikaracak 3) Dari komponen yang sudah ditentukan, *Adventure Camp*, dikarenakan keterbatasan biaya dibutuhkan desain wiring antar komponen serta sebagai awal masuknya sistem PLTS di sebagai acuan pemasangan serta desain tata lingkungan tersebut. Peneliti menentukan bangunan letak komponen.

- 4) Sebagai acuan harga komponen yang yang akan dibuat perancangannya adalah bangunan yang terdiri dari 1 grup yaitu: Gapura, Ruang dibutuhkan dalam perancangan diperlukan Penyulingan Air, Kantor, WC Umum A & B, Saung estimasi biaya.

Pangrango, dan Saung rafting.

Total beban yang akan ditangani oleh perancangan ini dapat dilihat pada table 4.8.

Tabel 4.8 Beban PLTS

No	Bangunan	Item	Jumlah	Durasi (jam)	Daya (watt)	Total daya (Watt)	Energi (Wh)
1	Gapura	Lampu Sorot	1	12	30	30	360
2	R. Penyulingan air	Lampu	3	12	9	27	324
		Mesin air	1	2	350	350	700
		Lampu UV	1	2	30	30	60
3	Kantor	Lampu	6	12	9	54	648
		Ricecooker	1	2	200	200	400
				22	70	70	1540
		Dispenser	1	9	250	250	2250
				15	1	1	15
		Printer	1	1	10	10	10
4	Dapur umum	CPU	1	3	250	250	750
		Monitor	1	3	20	20	60
		Lampu	2	12	9	18	216
		Stopkontak	1	1	100	100	100
5	WC umum A, B	Lampu	4	12	9	36	432
6	Saung Pangrango	Lampu	12	12	9	108	1296
		Dispenser	1	9	250	250	2250
				15	1	1	15
		Stopkontak	1	1	100	100	100
7	Saung Rafting	Lampu	2	12	9	18	216
		Kompresor	1	2	400	400	800
Total						2323	12542

2.8 Menentukan Komponen

Dalam perancangan sistem PLTS ini akan membuat rancangan untuk menangani beban sebesar 2323 watt dan energi dalam sehari yang akan ditangani adalah sebesar 12542 wh. Sebelum menentukan komponen yang sesuai perlu memperhatikan bagaimana kondisi penyinaran matahari di lokasi, maka peneliti menentukan charging effective menggunakan data lama penyinaran matahari dari laman web BMKG pada Stasiun Meteorologi Citeko Bogor, data yang digunakan adalah rata-rata selama tahun 2020. Berdasarkan data didapatkan rata-rata 4 dengan satuan jam, jadi untuk charging effective nya adalah 3,1 jam diambil dari data paling kecil agar dapat menangani beban saat penyinaran matahari sedang tidak maksimal, dan berikut adalah cara menentukan komponen pada system PLTS.

2.8.1 Menentukan Panel Surya

Setelah mendapatkan data lama penyinaran matahari dan mengetahui energi harian yang akan ditangani oleh PLTS, untuk menentukan spesifikasi panel surya yang akan digunakan dapat menggunakan rumus 2.3, 2.4 dalam menentukan panel surya yang akan digunakan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Total Energi Modul} &= \frac{E_d}{100\% - \text{rugi rugi}} \dots (2.3) \\
 &= \frac{12342wh}{100\% - 37,5\%} = \frac{12542wh}{62,5\%} = 20229,03wh
 \end{aligned}$$

Langkah berikutnya, setelah mendapatkan total energi modul menentukan kapasitas modul dengan memperhatikan insulasi matahari, untuk mendapatkan kapasitas modul dapat menggunakan rumus

2.4.

$$P_{\text{modul sura}} = \frac{\text{total energi modul} \times C_f}{\text{insulasi matahari}} \dots (2.4)$$

$$\frac{20229,03wh}{3,1h}$$

$$P_{\text{modul sura}} = 3,1h \times 1,1 = 7178,04w$$

2.8.2 Menentukan Baterai

Dalam menentukan baterai yang akan digunakan menggunakan rumus 2.6.

$$C = \frac{N \times E_d}{V_s \times DOD \times \eta} \dots (2.6)$$

$$\begin{aligned}
 C &= \frac{2 \times 12542wh}{25084} = \frac{25084}{48 \times 0,8 \times 0,95} = 687,6 \sim 700Ah
 \end{aligned}$$

Maka dalam perancangan PLTS ini baterai yang akan digunakan sebesar 48V 100Ah sebanyak 7 buah, dipasang dengan cara parallel sehingga mendapatkan kapasitas aki sebesar 48V 700Ah. Baterai dengan kapasitas seperti ini dapat digunakan selama 2 hari dari kondisi penuh tanpa pengisian apabila beban menyala sesuai dengan penjelasan diatas.

2.8.3 Menentukan Inverter

Dalam menentukan inverter yang akan digunakan dapat menggunakan rumus 2.6

$$\text{Kapasitas Inverter} = \text{total daya} \times \text{safety factor} (2.6)$$

$$\text{Kapasitas Inverter} = 2323 \times 1,25 = 2903,75w$$

Maka inverter yang akan digunakan adalah diatas 2903,75watt dengan tegangan system sebesar 48, dan inverter yang beredar dipasaran sebesar 3000watt.

2.8.4 Menentukan SCC

Dalam menentukan SCC dapat menggunakan rumus 2.5, maka SCC yang akan digunakan adalah:

$$\text{demand watt} \times \text{safety factor}$$

$$\text{kapasitas SCC} = \frac{\dots}{\dots}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas SCC} &= \frac{\text{system voltage} \times 2323 \times 1,25}{48} = 60,5A
 \end{aligned}$$

Dengan menyesuaikan SCC yang beredar dipasaran, maka menggunakan SCC dengan kapasitas 60A.

2.8.5 Menentukan MCB

Dalam menentukan kapasitas MCB DC yang akan dipasang di panel surya menuju SCC dapat dilihat pada short circuit current (Isc) pada spesifikasi panel surya yaitu sebesar 11,2A, maka dapat menggunakan MCB DC sebesar 10A.

Mengacu pada rumus 2.8 dan tabel 2.1 pada halaman 19, maka kapasitas MCB AC yang akan dipasang dari inverter menuju beban adalah:

$$I = \frac{2323}{220} = 10,56 A$$

Dengan mengacu pada tabel 2.1 dan pada pasal 432.4 PUIL 2011 maka menggunakan MCB AC 10A.

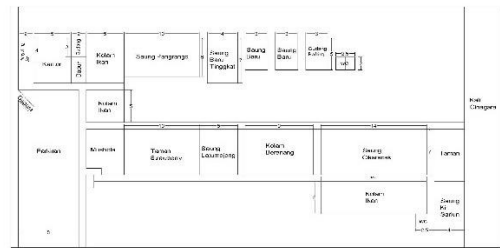
Setelah menentukan MCB yang dipasang menuju beban, untuk menambah keamanan instalasi

listrik pada bangunan, dikelompokkan dalam

7. Kabel instalasi listrik WC A & B, Saung

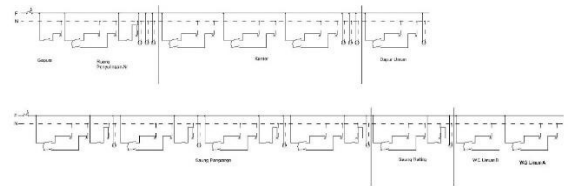
Perancangan

No	Nama bahan	Kegunaan	Jumlah
1	Panel Surya 300WP	Merubah energi matahari menjadi energi listrik	24
2	MCB DC 10A	Sebagai pengaman dalam instalasi listrik DC	24
3	MCB AC 10	Sebagai pengaman dalam instalasi listrik AC	1
4	MCB AC 6	Sebagai pengaman dalam instalasi listrik AC	1
5	MCB AC 4	Sebagai pengaman dalam instalasi listrik AC	1
6	Solar Charge Controller 60A	Melindungi dan melakukan otomatisasi pengisian baterai	1
7	Baterai 48V 100Ah	Tempat penyimpanan energi listrik	7
8	Inverter 3000W	Merubah arus DC menjadi AC	1
9	Kabel	Menghubungkan antar komponennya	Secukupnya



Gambar 4.12 Denah Cikaracak Adventure Camp

Sumber: Dokumentasi Pribadi



Pangrango, Saung Rafting dengan MCB sebesar 4A, maka menggunakan 0,5mm².

Tabel 4.11 Daftar Komponen Sesuai

dua grup yaitu:

1. Gapura, Ruang penyulingan Air, Kantor, Dapur umum dengan total beban sebesar 1410 watt.

Maka menggunakan MCB sebesar $I = \frac{1410}{220} = 6,41 \sim 6A$

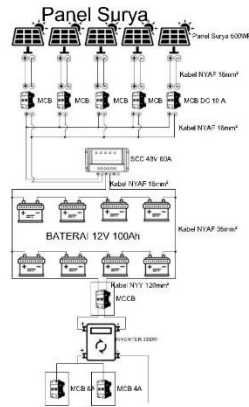
2. WC A & B, Saung Pangrango, Saung Rafting dengan total beban sebesar 913 watt.

Maka menggunakan MCB sebesar $I = \frac{913}{220} = 4,15 \sim 4A$

2.8.6 Menentukan Kabel

Dalam penentuan luas penampang kabel yang dibutuhkan dapat melihat pada tabel 2.2 yang mengacu pada PUIL pada halaman 22, dan dapat disesuaikan dalam posisi pemasangannya. Maka kabel yang dibutuhkan pada pemasangan instalasi listrik panel surya ini adalah:

1. Kabel dari panel surya menuju MCB DC > 11,2A maka menggunakan kabel dengan luas penampang sebesar 1,5mm².
2. Kabel hasil rangkaian dari panel surya melalui MCB menuju SCC > 134,3A maka menggunakan kabel dengan luas penampang sebesar 70mm².
3. Kabel dari SCC menuju baterai > 60A, maka menggunakan kabel dengan luas penampang sebesar 16mm².
4. Kabel yang menghubungkan antara baterai > 100A, maka menggunakan kabel dengan luas penampang sebesar 35mm².
5. Kabel dari baterai menuju inverter > 48,4A, maka menggunakan kabel dengan luas penampang sebesar 16mm².
6. Kabel instalasi listrik Gapura, Ruang penyulingan Air, Kantor, Dapur umum dengan MCB sebesar 6A, maka menggunakan 0,5mm².



Gambar 4.11 Wiring PLTS

Sumber: Dokumentasi Pribadi

2.9.2 Desain Wiring Instalasi Listrik Cikaracak Adventure Camp

Desain wiring instalasi listrik di Cikaracak Adventure Camp dibuat berdasarkan denah lokasi yang dapat dilihat pada gambar 4.2, dan bertujuan sebagai acuan apabila ingin memasang instalasi listrik di Cikaracak Adventure Camp.

Gambar 4.13 Instalasi Grup A Cikaracak Adventure Camp

Sumber: Dokumentasi Pribadi

2.10 Perancangan Tata Letak Komponen

Dalam penelitian ini dibuat perancangan tata letak komponen PLTS dengan tujuan mempermudah dalam melakukan pemeriksaan dan perawatan, peneliti membuat perancangan tata letak komponen yang di susun dalam sebuah ruangan khusus komponen PLTS yang dapat dilihat pada gambar 4.12. Dalam bangunan tersebut akan disusun komponen PLTS seperti: inverter, solar charge controller, panel listrik, dan baterai yang

disusun di rak baterai, dan panel surya akan dipasang pada atap bangunan. Dengan ukuran bangunan 5,5m x 2,5m x 4m, dan instalasi difokuskan pada panel listrik yang tersedia. Bangunan ini direncanakan dibangun menggunakan sebagian lahan parkir.



Gambar 4.14 Rencana Ruang Komponen PLTS

Sumber: dokumen pribadi

2.11 Estimasi Biaya

Setelah didapatkan komponen yang akan digunakan dalam perancangan ini, penelitian dilanjutkan ke tahap estimasi biaya yang dibutuhkan untuk memasang PLTS sesuai dengan perancangan yang telah dibuat, untuk melihat rincian biaya yang dibutuhkan dapat dilihat pada table 4.12. Dalam estimasi biaya yang dibuat ini harga komponen bersumber dari marketplace yang dapat dilihat pada bagian lampiran.

Tabel 4.12 Estimasi Biaya

No	Nama	Jumlah	Harga	Total
1	Panel Surya 300WP	24	Rp. 1.700.000	Rp. 40.800.000
2	SCC 60A	1	Rp. 4.150.000	Rp. 4.150.000
3	Baterai 48V 100Ah	7	Rp. 9.500.000	Rp. 66.500.000
4	Inverter 3000watt	1	Rp. 4.000.000	Rp. 4.000.000
5	MCB DC 10A	24	Rp. 108.000	Rp. 2.592.000
6	MCB AC 10A	1	Rp. 60.000	Rp. 60.000
7	MCB AC 6A	1	Rp. 60.000	Rp. 60.000
8	MCB AC 4A	1	Rp. 60.000	Rp. 60.000
9	Perkabelan	secukupnya	Rp. 5.000.000	Rp. 5.000.000
10	Ongkos Kirim		Rp. 5.000.000	Rp. 5.000.000
11	Pemasangan		Rp. 5.000.000	Rp. 5.000.000
12	Panel Listrik	1	Rp. 350.000	Rp. 350.000
13	Dll		Rp. 3.000.000	Rp. 3.000.000
Total				Rp. 136.572.000

III. KESIMPULAN DAN SARAN

3.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh perancangan sistem kelistrikan PLTS off-grid di Cikaracak Adventure Camp dengan kebutuhan sebesar 12542wh yang disusun dari komponen yaitu panel surya 300WP sebanyak 24 buah, solar charge controller 60 ampere, baterai 48V 100Ah sebanyak 7 buah dengan pemasangan 4 buah dirangkai secara paralel, inverter 48V 3000W, MCB DC 10A sebanyak 24 buah sebagai pengaman panel surya dan, MCB AC 10A 6A 4A masing masing 1 buah, dan berbagai macam

kabel sesuai kebutuhan, dengan estimasi biaya sebesar Rp. 136.572.000.

Dengan komponen seperti pada perancangan ini, baterai akan penuh disaat matahari bersinar terik selama 4jam menyinari panel surya, dan dapat digunakan selama 2 hari tanpa pengisian kembali pada baterai.

Perancangan ini hanya dirancang untuk setengah beban pada Cikaracak *Adventure Camp*, maka untuk menangani seluruh beban yang ada pada Cikaracak *Adventure Camp* perlu dilakukan perhitungan kembali dan menambahkan komponen sesuai beban yang ingin ditangani.

Pada penelitian ini diperoleh *wiring system* PLTS dan *wiring* instalasi listrik Cikaracak *Adventure Camp*.

3.2 Saran

1. Dibutuhkan Dalam pembuatan alat pengujian tidak dilengkapi dengan pengujian efisiensi alat sehingga peneliti berharap penelitian dapat dilanjutkan hingga tahap efisiensi.
2. Diperlukan studi lebih lanjut terkait letak geografis lokasi penelitian sehingga penempatan panel surya dapat lebih efektif.
3. Dalam perancangan belum dilakukan studi lebih mendalam terkait dengan perencanaan penempatan komponen penyusun PLTS, diharapkan penelitian dapat dilanjutkan hingga tahap ini.
4. Dibutuhkan penguasaan yang lebih mendalam terkait keseluruhan komponen.
5. Berdasarkan penelitian ini maka disarankan kepada calon pemakai listrik tenaga surya harus memperhitungkan dan merencanakan secara matang dan teliti terkait besarnya kebutuhan minimum energi listrik yang diperlukan sebelum membeli komponen-komponen sistem pembangkit energi listrik tenaga surya.

DAFTAR PUSTAKA

Agung M, I. N. (2016). *Rancang Bangun Baterai Charge*

Control Untuk system Pengangkat Air Berbasis Arduino UNO memanfaatkan Sumber PLTS. Bali: Jurnal Universitas Udayana.

Alfanz, R., K, F. M., & Haryanto, H. (2015, Desember). *Jurnal SETRUM, Vol 4, No. 2*, 34-42.

Al-Kamil, R. M. (2016). *PERANCANGAN SISTEM INSTALASI LISTRIK ROYAL SANUR HOSPITAL BALI*. Yogyakarta.

Anggara, I., Kumara, I., & Giriantari, I. (2014, Desember). Studi Terhadap Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya 1,9 KW Di Universitas Udayana Bukit Jimbaran. *E-Journal SPEKTRUM, Vol. 1, No. 1*, 118-122.

Badaruddin, & Lihawa, A. R. (2009). Evaluasi Rancangan Instalasi Listrik Pada Proyek Pembangunan Gedung Blok I Universitas Tarumanagara Jakarta. *Jurnal SINERGI*, 4347.

ESDM. (2019-2028). *Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik*. Jakarta.

Feriyanto, D. (t.thn.). Perlindungan Terhadap Bahaya Hubung Singkat (Short Circuit) Pada Instalasi Listrik. *Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering*, 23-29.

Hariansyah, M. (2009). Studi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Kapasitas 25kWp. *Jurnal Sains dan Teknologi Elektro (Elekriese), Vol. 1, No. 1*, 1-9.

I Gusti Ngurah, A. M., I Wayan, A. W., & I Wayan, R. (2016). Rancang Bangun Baterai Charge Control Untuk Sistem Pengangkat Air Berbasis Arduino Uno Memanfaatkan Sumber PLTS. *E-Journal SPEKTRUM*, 26-23.

ing. Bagus Ramadhani, M. (2018). *Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dos & Don'ts*. Jakarta: EnDev.

Ismansyah. (2009). *Perancangan Instalasi Listrik Pada Rumah Dengan Daya Yang Besar*. Depok: Universitas Indonesia.

Jatmiko, H, A., & M, P. (2011). Pemanfaatan Sel Surya dan Lampu Led Untuk Perumahan. *Seminar Nasional Teknologi & Komunikasi Terapan (SEMANTIK)*.

Kencana, B., Prasetyo, B., Berchmans, H., Agustina, I., Myrasandri, P., Bona, R., . . . Winne. (2018). *Panduan Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpusat*. Jakarta: Kementrian ESDM.

Lubis, A., & Sudrajat, A. (2006). *Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik*. Jakarta: BPPT Press.

Nadeak, B., Parulian, A., Prisiwanto, & Siregar, S.

- R. (2016). Perancangan Aplikasi Pembelajaran Internet Dengan Menggunakan Metode Computer Based Intruccion. *Jurnal Riset Komputer (JURIKOM)*, Vol 3, No 4.
- Naim, M. (2017, November). Rancangan Sistem Kelistrikan PLTS Off Grid 1000 Watt Di Desa Mahalona Kecamatan Towuti. *DINAMIKA Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, Vol. 9, No. 1, 2732.
- Nasional, B. S. (2011). *Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL)*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- P. M. (2016). *Persyaratan Teknis Bangunan dan Prasarana Rumah Sakit*.
- Pradityo, Winardi, & Nugroho. (2015, September). Evaluasi Dan Optimalisasi System Off Grid PLTH Bayu Baru. *Transient*, Vol 4, No 3.
- Prok, A. D., Tumaliang, H., & Pakiding, M. (2018, JuliOktober). Penataan Dan Pengembangan Instalasi Listrik Fakultas Teknik UNSRAT 2017. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, Vol. 7 No. 3, 207-218.
- Putra, & Andita. (2015). Studi Sistem Pengelolaan PLTS 15kW Stand Alone Dengan Metode Kano di Dusun Yeh Mampoh Kabupaten Bangli, Denpasar. *Tesis Universitas Udaya*.
- Rahayuningtyas, A., & dkk. (2014). *Studi Perencanaan PLTS Skala Rumah Sederhana Di. prosiding SnAPP*.
- Rangkuti, P. (2016). *Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Secara Mandiri Untuk Rumah Tinggal*.
- Rianto, D. A., Assegaf, S., & Fernando, E. (2015). Perancangan Aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) Lokasi Minimarket Di Kota Jambi Berbasis Android. *Jurnal Ilmiah Media SISFO*, Vol 4, No 4, 296.
- Rusman. (2015). *Pembelajaran Teknik Terpadu Teori, Praktik dan Penilaian*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Saksena, R. T., Nugroho, D., & Utomo, S. B. (2019). Analisa Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Gedung Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung. *Konferensi Ilmiah Mahasiswa UNISSULA (KIMU) 2*, (hal. 396-404). Semarang.
- Sihombing, M. (2013). *First Resources Group Learning Center Kalimantan Barat*. Kalimantan Barat.
- Soetam, R. (2011). *Konsep Dasar Rekayasa Perangkat Lunak*. Jakarta: Prestasi Pustaka.
- Tamam, I. B., Makkulau, A., & Roesdynasari, D. (2015). Analisa Kemampuan Hantar Arus Pada Kabel NYY Dengan Menggunakan Rak Kabel Tertutup. *Jurnal Sutet*, Vol 5, No 2, 100-106.
- Utomo, B. (2019). *Gazebo Pintar Dengan Sumber Daya Sel Surya*. Jakarta: Jurnal Universitas Negeri Jakarta.
- Widharma, I. S., Sunaya, I., Sajayasa, I., & IGN, S. (2021). Perancangan PLTS Sebagai Sumber Energi Pemanas Kolam Pendederan Ikan Nila. *VASTUWIDYA*, 38-44.
- Wijaya, I. K. (2007, Desember). Penggunaan Dan Pemilihan Pengaman Mini Circuit Breaker (MCB) Secara Tepat Menyebabkan Bangunan Lebih Aman Dari Kebakaran Akibat Listrik. *E-Journal Universitas Udayana*, Vol. 6, No. 2, 20-23.