

Perencanaan Sistem Hybrid untuk Pelayanan Jaringan Kelistrikan di Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi

Achmad Zaini Saleh, Hans Tumaliang, Martinus Pakiding,
Jurusan Teknik Elektro-FT, UNSRAT, Manado-95115,
Email: Rhzasaleh@gmail.com

Abstrak— Judul Tugas Akhir ini “Perencanaan Sistem Hybrid Untuk Pelayanan Jaringan Kelistrikan Di Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi” Sistem ini merupakan cara kita menangani kebutuhan listrik yang terus meningkat di Fakultas Teknik, saya mencari solusi yang dibuat khusus yang akan memungkinkan pasokan listrik di Fakultas Teknik mencapai target ekonomi dan ekologis, sementara pada saat yang sama memastikan pasokan listrik yang semakin mandiri, terdesentralisasi, dan terhubung ke jaringan. Dengan kata lain, masa depan terletak pada Sistem Hybrid.

Salah satu permasalahan dalam bidang energi listrik adalah keterbatasan sumber energi fosil yang merupakan sumber utama penghasil energi listrik di Indonesia. Untuk mengurangi dampak ketergantungan listrik terhadap ketersediaan bahan bakar fosil ini, maka dibutuhkan sumber energi listrik baru yang dapat diperbaharui. Solar cell merupakan salah satu sumber penghasil energi listrik yang bersumber dari cahaya matahari yang tidak terbatas, dan ramah lingkungan. Dikarenakan sumber dari solar cell ini adalah matahari, maka keluaran dari solar cell ini pun tidak stabil, karena berubah ubah sesuai dengan cuaca yang terjadi dan lingkungan sekitarnya, maka dibutuhkan suatu penyimpanan energi yang dapat menampung energi listrik keluaran solar cell. Baterai adalah salah satu peralatan yang dapat menyimpan energi listrik dan dapat menampung energi keluaran yang berasal dari solar cell. Hasil dari penelitian ini menunjukkan system hybrid Panel Solar cell yang di perlukan untuk Gedung Teknik Elektro adalah 16 unit dan baterai 8 unit, Gedung Teknik Arsitektur adalah 22 unit dan baterai 11 unit, sedangkan Gedung Dosen 11 unit dan baterai 6 unit.

Kata Kunci: Pembangkit Cadangan Energi Alternatif, Panel surya, Sistem Hybrid.

Abstract – The title of this Final Project is “Planning a Hybrid System for Electrical Network Services at the Faculty of Engineering, Sam Ratulangi University” This system is our way of dealing with the ever-increasing demand for electricity in the Faculty of Engineering, I am looking for a tailor-made solution that will enable the electricity supply in the Faculty of Engineering to reach the target economic and ecological, while at the same time ensuring an increasingly self-sufficient, decentralized and grid-connected electricity supply. In other words, the future lies in Hybrid Systems.

One of the problems in the field of electrical energy is the limited source of fossil energy which is the main source of producing electrical energy in Indonesia. To reduce the impact of electricity dependence on the availability of fossil fuels, new renewable sources of electrical energy are needed. Solar cell is one of the sources of electrical energy that comes from unlimited sunlight, and is environmentally friendly. Because the source of this solar cell is the sun, the output of this solar cell is also unstable, because it changes according to the weather and the surrounding environment, so we need an energy storage that can accommodate the electrical energy output of the solar cell. The battery is one of the equipment that can store electrical energy and can accommodate the output energy that comes from solar cells. The results

of this study indicate that the Solar cell hybrid system required for the Electrical Engineering Building is 16 units and 8 units of battery, the Architectural Engineering Building is 22 units and has 11 units of battery, while the Lecturer Building has 11 units and 6 units of battery.

Keywords: Alternative Energy Reserve Generator, Solar Panels, Hybrid System.

I. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan hal yang penting di Fakultas Teknik saat ini. Pertambahan alat-alat Praktikum di Laboratorium dan kebutuhan pencahayaan di kelas-kelas menyebabkan bertambahnya kebutuhan energi listrik di Fakultas teknik. Selama ini kita mengandalkan sumber energi yang berasal dari PLN. Atas dasar itu timbulnya kesadaran untuk mencari sumber energi yang bisa membantu kebutuhan energi listrik yang ada di fakultas Teknik, yaitu, energi terbarukan. Energi terbarukan merupakan sumber energi yang berasal dari alam dan sifatnya berkelanjutan seperti matahari, angin, dan air.

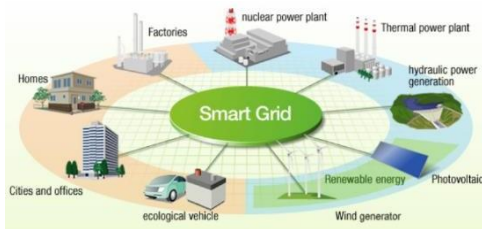
Energi terbarukan dapat di aplikasikan dimana saja termasuk di fakultas Teknik. Selain itu pemanfaatan energi terbarukan dapat membantu kegiatan di fakultas teknik . Sistem Hybrid dapat digunakan sebagai solusi dari permasalahan tersebut. Sistem Hybrid adalah teknologi informasi, telekomunikasi dan tenaga listrik, dengan sistem hybrid sumber daya listrik tidak hanya dari Perusahaan Listrik Negara (PT. PLN). Namun sumber daya dari alam memiliki daya yang tidak stabil karena sumber daya dari alam tersebut hanya bergantung dari keadaan alam, dengan adanya masalah tersebut maka dibangun dan dirancang sistem yang mengontrol beberapa sumber daya tersebut dengan stabil.

Sistem yang dirancang pada penelitian ini mengontrol sumber daya listrik dari beberapa sumber, sehingga pemakaian sumber daya listrik tidak hanya menggunakan sumber daya dari PT. PLN, namun dapat menggunakan sumber daya dari alam. Dengan adanya beberapa sumber daya tersebut maka kita harus mengontrol penggunaan sumber daya tersebut dengan baik antara lain perpindahan antara sumber daya dari PT.PLN ke sumber daya cadangan. Pengontrolan sumber daya tersebut dapat dikontrol dengan cara otomatis, sehingga tidak harus mengontrol secara manual.

II. DASAR TEORI

2.1 Pengertian Sistem Hybrid

Sistem hybrid adalah sistem terintegrasi yang menggabungkan energi listrik dari sumber tenaga surya, baterai dan PLN secara real time. Solusi lengkap terdiri dari inverter, baterai dan panel elektrik dalam sebuah cabinet yang aman untuk memudahkan instalasi dan koneksi. Sistem hybrid/smartgrid merupakan salah satu solusi untuk meringankan masalah yang dihadapi oleh jaringan listrik saat ini. Kelebihannya adalah mengurangi jumlah daya pembangkit yang diperlukan karena utilitas listrik, juga mengetahui jumlah jaringan listrik yang dibutuhkan pada waktu tertentu. Kelebihan lainnya, Untuk mengurangi beban puncak dengan mendorong konsumen untuk menggunakan lebih sedikit energi.



Gambar 2.1 Contoh Sistem Hybrid (Smart Grid)

2.1.1 Potensi Energi Surya

Potensi penggunaan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) sebagai sumber energi terbarukan di Indonesia belum maksimal dimanfaatkan. Data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) pada 2016 menunjukkan potensi energi surya di Indonesia diperkirakan 207.898 Megawatt (MW), paling besar jika dibandingkan dengan energi terbarukan yang dimiliki negara ini antara lain air 75.091 MW, angin 60.647MW dan panas bumi 29.544 MW. Meski demikian, potensi itu belum terealisasi karena salah satu tantangan investasi PLTS ialah biaya yang cukup besar.

”Indonesia dan Malaysia masih menyubsidi listrik yang sumbernya dari batu bara dan gas, padahal industry PLTS ini sudah termasuk kompetitif bisa dijalankan tanpa subsidi dan dari segi lingkungan data mengurangi jejak karbon yang berdampak pada perubahan iklim.”

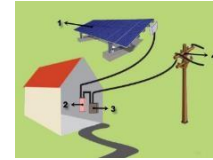
Sistem tenaga surya terbagi menjadi tiga, yaitu Sistem Tenaga Surya On Grid, Sistem Tenaga Surya Off Grid, Sistem Tenaga Surya Hybrid atau kerap disebut Smart Grid.

2.1.2 Sistem Tenaga Surya On Grid

Sistem Tenaga Surya On Grid adalah teknologi yang menggunakan sel photovoltaik (sel surya) untuk mengubah sinar matahari menjadi energi listrik. Sistem Tenaga Surya On Grid adalah jenis sistem yang mampu terkoneksi langsung dengan pembangkit listrik PLN, sehingga dapat terkoneksi dengan jaringan. Energi listrik yang di hasilkan oleh panel surya dapat langsung digunakan ke beban dan selebihnya akan di salurkan ke dalam jaringan PLN. Sistem ini juga dapat digunakan sebagai dukungan daya pada pembangkit-pembangkit

tenaga besar lainnya, terutama diesel.

Sistem ini sangat cocok untuk pengkantaran, bandara, mall, dan rumah. Sehingga dapat menekan pembayaran dari biaya listrik pln atau bahkan dibayar oleh pln untuk setiap listrik yang disuplai ke jaringan PLN. Komponen-komponen pendukung sistem pembangkit listrik tenaga surya On Grid adalah sebagai berikut: Panel Surya, Inverter DC to AC, Panel Distribusi Listrik, dan Jaringan PLN.



Gambar 2.1.2 Skema Pembangkit Listrik Surya (PLTS) On Grid.

2.2 Sel Surya

Sel Surya atau Solar Cell adalah suatu perangkat atau komponen yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek Photovoltaic. Yang dimaksud dengan Efek Photovoltaic adalah suatu fenomena dimana munculnya tegangan listrik karena adanya hubungan atau kontak dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat mendapatkan energi cahaya. Oleh karena itu, Sel Surya atau Solar Cell sering disebut juga dengan Sel Photovoltaic (PV). Arus listrik timbul karena adanya energi foton cahaya matahari yang diterimanya berhasil membebaskan elektron-elektron dalam sambungan semikonduktor tipe N dan tipe P untuk mengalir. Sama seperti Dioda Foto (Photodiode), Sel Surya atau Solar Cell ini juga memiliki kaki Positif dan kaki Negatif yang terhubung ke rangkaian atau perangkat yang memerlukan sumber listrik.

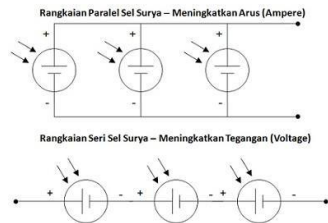
Pada dasarnya, Sel Surya merupakan Dioda Foto (Photodiode) yang memiliki permukaan yang sangat besar. Permukaan luas Sel Surya tersebut menjadikan perangkat Sel Surya ini lebih sensitif terhadap cahaya yang masuk dan menghasilkan Tegangan dan Arus yang lebih kuat dari Dioda Foto pada umumnya. Contohnya, sebuah Sel Surya yang terbuat dari bahan semikonduktor silikon mampu menghasilkan tegangan setinggi 0,5V dan Arus setinggi 0,1A saat terkena (expose) cahaya matahari. Saat ini, telah banyak yang mengaplikasikan perangkat Sel Surya ini ke berbagai macam penggunaan. Mulai dari sumber listrik untuk Kalkulator, Mainan, pengisi baterai hingga ke pembangkit listrik dan bahkan sebagai sumber listrik untuk menggerakkan Satelit yang mengorbit Bumi kita.



Gambar 2.2 Panel Surya.

2.2.4 Rangkaian Seri dan Paralel Sel Surya (Solar Cell).

Seperti Baterai, Sel Surya juga dapat dirangkai secara Seri maupun Paralel. Pada umumnya, setiap Sel Surya menghasilkan Tegangan sebesar 0,45~0,5V dan Arus listrik sebesar 0,1A pada saat menerima sinar cahaya yang terang. Sama Halnya dengan Baterai, Sel Surya yang dirangkai secara Seri akan meningkatkan Tegangan (Voltage) sedangkan Sel Surya yang dirangkai secara Paralel akan meningkatkan Arus (Current).



Gambar 2.2.4 Rangkaian Sel Surya Seri dan Paralel.

2.3 Inverter

Inverter adalah suatu rangkaian elektronika yang dapat mengubah arus listrik searah (DC) ke arus listrik bolak-balik (AC) pada tegangan dan frekuensi yang di butuhkan sesuai dengan perancangan rangkaiannya. Sumber-sumber arus listrik searah atau arus DC yang merupakan Input dari Power Inverter tersebut dapat berupa Baterai, Aki maupun Sel Surya (Solar Cell). Inverter ini akan sangat bermanfaat apabila digunakan di daerah-daerah yang memiliki keterbatasan pasokan arus listrik AC. Karena dengan adanya Power Inverter, kita dapat menggunakan Aki maupun Sel Surya untuk menggerakkan peralatan-peralatan rumah tangga seperti Televisi, Kipas Angin, Komputer, atau bahkan Kulkas, dan Mesin Cuci yang pada umumnya memerlukan sumber listrik AC yang bertegangan 220V ataupun 110V.

Bentuk-bentuk Gelombang yang dapat dihasilkan oleh Power Inverter diantaranya adalah gelombang persegi (*square wave*), gelombang sinus (*sine wave*), gelombang sinus yang dimodifikasi (*modified sine wave*) dan gelombang modulasi pulsa lebar (*pulse width modulated wave*) tergantung pada desain rangkaian inverter yang bersangkutan. Namun pada saat ini, bentuk-bentuk gelombang yang paling banyak digunakan adalah bentuk gelombang sinus (*sine wave*) dan gelombang sinus yang dimodifikasi (*modified sine wave*). Sedangkan Frekuensi arus listrik yang dihasilkan pada umumnya adalah sekitar 50Hz atau 60Hz dengan Tegangan Output sekitar 120V atau 240V. Output Daya listrik yang paling umum ditemui untuk produk-produk konsumen adalah sekitar 150 watt hingga 3000 watt.



Gambar 2.3 Inverter DC ke AC.

2.4 Panel Distribusi

Panel distribusi (*distribution board*) adalah satu komponen dalam sistem pasokan listrik utama untuk entitas industri, komersial atau perumahan. Kabel utama masuk ke panel distribusi dan kemudian melalui pemutus listrik didistribusikan ke beban seperti lampu dan colokan. Yang perlu diketahui tentang panel distribusi listrik agar kinerja optimal setiap perangkat adalah agar panel mampu mempertahankan distribusi daya dan memberikan keamanan terhadap beban dan peralatan. Secara umum, panel distribusi hadir dalam dua kategori:

- **Panel Distribusi Listrik Satu Pintu:** Untuk aplikasi sederhana, papan distribusi satu pintu digunakan yang tersedia dalam konfigurasi 4 arah, 8 arah, 16 arah.
- **Panel Distribusi Listrik Pintu Ganda:** Untuk operasi yang lebih berat dan peningkatan jumlah aplikasi dan koneksi, papan distribusi pintu ganda digunakan. Mereka sebagian besar digunakan untuk penggunaan komersial.



Gambar 2.4 Panel Distribusi Listrik.

2.5 Charge Controller

Charge Controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban.



Gambar 2.5 Charge Controller.

2.6 AKI (Baterai)

AKI (Baterai) adalah alat penyimpan energi yang diisi oleh aliran DC dari panel surya. Disamping menyimpan tenaga DC, AKI (Baterai) juga berfungsi mengubah energi kimia menjadi aliran listrik. Pada dasarnya, orang mengetahui dua jenis AKI (Baterai), yaitu, AKI Primer (Primary Battery) dan AKI Sekunder (Secondary Battery).

Tanpa menggunakan AKI, suplai aliran listrik sumber surya ke alat-alat pemakaian listrik akan berhenti pada malam hari atau ketika sinar matahari itu lenyap karena ditutupi oleh awan. Supaya bisa tahan lama dari pengisian dan pengeluaran arus listrik yang tak terputus, umumnya AKI deep-cycle yang dipakai pada sistem surya. AKI biasa dan aki mobil tidak cocok untuk dipakai pada sistem bertenaga sinar matahari.



Gambar 2.6 AVK (Baterai).

III. METODE PENELITIAN

3.3 Pengambilan Data

Data beban Fakultas Teknik Tahun 2017.

3.3.1 Tabel Elektro Lantai 1

Kondisi beban Gedung Teknik Elektro Lantai 1 fakultas teknik

Dari hasil survey, kondisi beban pada gedung elektro lantai 1 yang memiliki 7 ruangan ditambah dengan koridor dimana ruangan JTE-01 memiliki total daya yang paling besar. Hal itu dikarenakan pada ruangan tersebut memiliki stop kontak yang lebih banyak dari ruangan lainnya.

3.3.2 Tabel Elektro Lantai 2

Kondisi beban Gedung Teknik Elektro Lantai 2 fakultas teknik

No.	Ruangan	Beban (Watt)			
		Lampu Penerangan		AC	Stop Kontak (20)
		TI	Pijar		
1	JTE-04	6 x 36			
2	JTE-05	8 x 36			
3	JTE-06	6 x 36			
4	JTE-07	6 x 36			
5	Lab. Elektronika & Instrumentasi	35 x 36			
6	Lab. Rekayasa Perangkat Lunak	2			
7	R. Broadcasting				
8	Lab. Teori Basis D				
9	Ko				
10					

Dari hasil survey, kondisi beban pada gedung teknik elektro lantai 2 yang memiliki total 9 ruangan ditambah dengan 1 koridor dimana ruangan Lab. Rekayasa Perangkat Lunak memiliki total stop kontak yang lebih banyak dibandingkan dengan ruangan lainnya.

3.3.3 Tabel Elektro Lantai 3

Kondisi beban Gedung Teknik Elektro Lantai 3 fakultas teknik

No.	Ruangan	Beban (Watt)			Total Daya
		Lampu Penerangan		Stop Kontak (200)	
		TI	Pijar		
1	JTE-08	24 x 36		8	2464
2	JTE-09	16 x 36		12	2976
3	JTE-10/11	12 x 36		6	1632
4	Koridor	15 x 36			540
5	Toilet	1 x 36	3 x 12		72
		Total Daya (Watt)			7684

Dari hasil survey, kondisi beban pada gedung elektro lantai 3 yang memiliki 4 ruangan ditambah dengan koridor dimana ruangan JTE-09 memiliki total daya yang paling besar diantara ruangan lainnya. Hal ini disebabkan karena ruangan tersebut memiliki total stop kontak yang lebih banyak dari ruangan lainnya.

3.3.4 Tabel Arsitektur Lantai 1

Kondisi beban Gedung Teknik Arsitektur Lantai 1 fakultas teknik

Dari hasil survey, kondisi beban pada gedung teknik arsitektur lantai 1 terdapat 8 ruangan. Dimana R. kuliah TA X bebannya lebih besar dari ruangan lainnya dikarenakan pada ruangan ini terdapat 1 buah AC dengan besaran 1 PK atau 800 W.

3.3.5 Tabel Arsitektur Lantai 2

Kondisi beban Gedung Teknik Arsitektur Lantai 2 fakultas teknik

No.	Ruangan	Beban (Watt)				Stop Kontak (200)	Total Daya
		Lampu Penerangan		AC			
		TI	Pijar	1/2 Pk	1 Pk		
1	R. Kuliah TA XI	24 x 36				24	5664
2	R. Kuliah TA XII	24 x 36		1		24	6064
3	R. Sidang 2	8 x 36		1		6	1888
4	R. Sidang 3	15 x 36		1	2	12	4940
5	R. Studio Arsitektur	35 x 36			2	18	6460
6	R. Dosen		1 x 18			1	218
7			1 x 18			1	218
8	Koridor		21 x 12				252
Total Daya (Watt)							25704

Dari hasil survey, kondisi beban pada gedung teknik arsitektur lantai 2 terdapat 8 ruangan. Dimana ruangan studio arsitektur memiliki beban yang lebih besar dibanding ruangan lainnya. Hal itu disebabkan karena ruangan studio arsitektur mempunyai 2 buah AC dengan daya per satuannya 800W atau 1Pk.

3.3.6 Tabel Arsitektur Lantai 3

Kondisi beban Teknik Arsitektur Lantai 3 fakultas teknik

No.	Ruangan	Beban (Watt)				Total Daya
		Lampu Penerangan		AC	Stop Kontak (200)	
		Tl	Pijar			
1	Studio Desain Arsitektur 1-3	35 x 36		1 x 1 Pk	24	6860
2	Studio Desain Arsitektur 2-4	35 x 36			24	6060
3	R. Kuliah Arsitektur	15 x 36			15	3540
Total Daya (Watt)						16460

Dari hasil survey, kondisi beban pada teknik arsitektur lantai 3 terdapat 3 ruangan. Dimana ruangan studio desain arsitektur 1-3 memiliki total beban yang lebih besar dibanding ruangan lainnya dikarenakan mempunyai tambahan 1 buah AC dengan beban sebesar 800W atau 1Pk.

3.3.7 Tabel Dosen Lantai 1

Kondisi beban Gedung Dosen Lantai 1 fakultas teknik

Dari hasil survey, kondisi beban ruang dosen mesin lebih besar dibandingkan ruangan lainnya dikarenakan pemakaian AC dan stop kontak untuk administrasi.

3.3.7 Tabel Dosen Lantai 2

Kondisi beban Gedung Dosen Lantai 2 fakultas teknik

No.	Ruangan	Beban (Watt)			Total Daya
		Lampu Penerangan		Stop Kontak (200)	
		Tl	Pijar		
1	R. Kuliah T-35	6 (Double) x 36	2 x 18	4	1264
2	R. Persiapan Re-Akreditasi	6 (Double) x 36	2 x 18	4	1264
Total Daya (Watt)					2528

Dari hasil survey, kondisi beban pada lantai 2 gedung dosen cukup seimbang.

3.3.8 Tabel Dosen Lantai 3

Kondisi beban Gedung Dosen Lantai 3 fakultas teknik

No.	Ruangan	Beban (Watt)				Total Daya
		Lampu Penerangan		AC	Stop Kontak (200)	
		Tl	Pijar			
1	R. Dosen Teknik Arsitektur	18 (Double) x 36		3 x 1/2 pk	25	7496
2	R. Dosen Teknik Sipil	18 (Double) x 36		3 x 1/2 pk	25	7496
Total Daya (Watt)						14992

Dari hasil survey, Kondisi beban Gedung Dosen Lantai 3 cukup seimbang.

3.3.9 Tabel Dosen Lantai 4

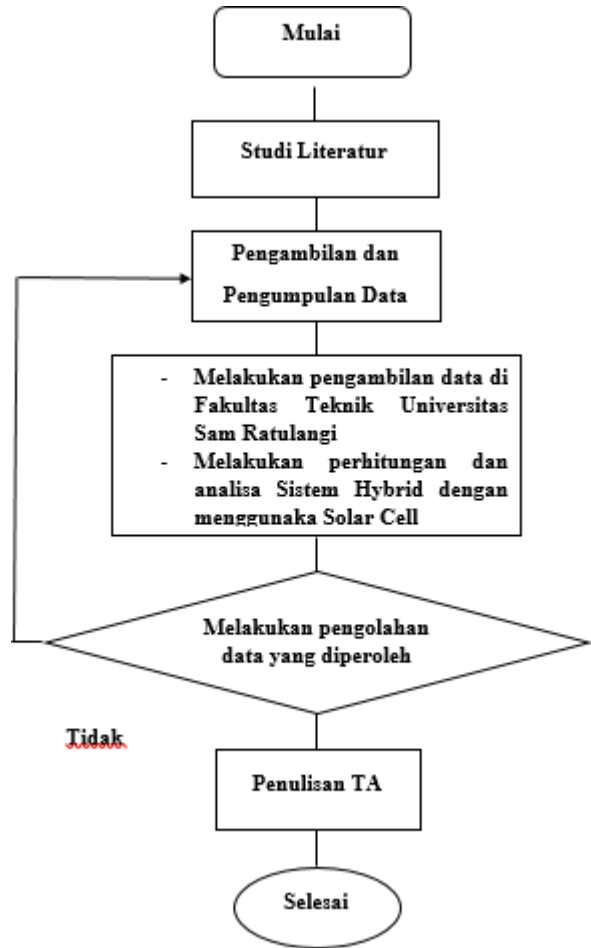
Kondisi beban Gedung Dosen Lantai 4 fakultas teknik

No.	Ruangan	Beban (Watt)				Total Daya
		Lampu Penerangan		AC	Stop Kontak (200)	
		Tl	Pijar			
1	R. Dosen Teknik Elektro	18 (Double) x 36		3	25	7496
2	R. Kuliah T-15	18 (Double) x 36			10	3296
Total Daya (Watt)						10792

Dari hasil survey, kondisi beban pada gedung dosen lantai 4 memiliki total beban yang berbeda. Itu dikarenakan ruangan dosen teknik elektro memakai AC 3 buah dengan kapasitas

daya per satuannya adalah 1/2 Pk atau 400 W dan stop kontak terpasang lebih banyak dari ruangan R. Kuliah T-15.

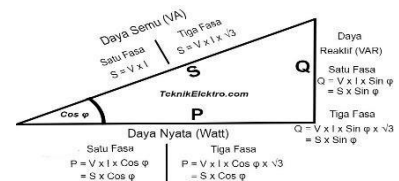
3.4 Flowchart Program



IV. ANALISA

4.1 Analisa Modul

Menampilkan Data Beban Infokus di Fakultas Teknik dan menentukan kapasitas modul surya yang akan dipakai



Berikut ini daftar Data Beben Infokus di Fakultas Teknik :

4.1.1 Gedung Teknik Elektro

Tabel 1 Infokus Gedung Teknik Elektro Lantai 1 Fakultas Teknik

Ruangan	Beban (Watt)			Total Daya
	Lampu Penerangan		Stop Kontak (200)	
	T1	Pijar		
JTE-01	8 x 36		8	1888
JTE-02	3 x 36		2	508
JTE-03	4 x 36		2	544
R. Semintar 1	3 x 36		2	508
R. Seminar 2	3 x 36		2	508
Lab. Kendali	10 x 36		8	1960
Koridor	10 x 36			360
Toilet	1 x 36	3 x 12		72
Total Daya (Watt)				6348

Dari hasil survey, kondisi beban pada Gedung Teknik Elektro Lantai 1 yang memiliki 7 ruangan di tambah koridor dimana yang masuk dalam Infokus ruangan Lab. Kendali memiliki total daya paling besar. Hal itu di karenakan pada ruangan tersebut memiliki Lampu dan stop kontak yang lebih banyak di keranakan ruangan biasa di pakai sebagai Labotarium Teknik Kendali.

Tabel 2 Infokus Gedung Teknik Elektro Lantai 2 Fakultas Teknik

Ruangan	Beban (Watt)				Total Daya	
	Lampu Penerangan		AC			Stop Kontak (200)
	T1	Pijar	1/2Pk	IPk		
JTE-04	3 x 36				2	508
JTE-05	4 x 36				2	544
JTE-06	3 x 36				2	508
JTE-07	3 x 36				2	508
Lab. ELKA	10 x 36				8	1960
Lab. RPL	10 x 36				8	1960
R. Broadcast	1 x 36			1	1	1036
Lab. TBD	10 x 36		1		8	2360
Koridor	10 x 36					360
Toilet	1 x 36	3 x 12				72
Total Daya (Watt)						9816

Dari hasil survey, kondisi beban pada Gedung Teknik Elektro lantai 2 yang memiliki total 9 ruangan di tambah 1 koridor dimana yang masuk dalam Infokus ruangan Lab. Teori Basis Data. Hal itu di karenakan ruangan tersebut terdapat alat-alat elektronik seperti Komputer.

Tabel 3 Infokus Gedung Teknik Elektro Lantai 3 Fakultas Teknik

Ruangan	Beban (Watt)			Total Daya
	Lampu Penerangan		Stop Kontak (200)	
	T1	Pijar		
JTE-08	10 x 36		2	760
JTE-09	8 x 36		2	688
JTE-10/11	8 x 36		2	688
Koridor	10 x 36			360
Toilet	1 x 36	3 x 12		72
Total Daya (Watt)				2568

Dari hasil survey, kondisi beban di Gedung Teknik Elektro lantai 3 yang memiliki 4 ruangan di tambah koridor, dimana yang masuk dalam Infokus ruangan JTE-08 memiliki total daya yang paling besar diantara ruangan lainnya. Hal ini disebabkan karena ruangan tersebut memiliki total stop kontak yang lebih banyak dari ruangan lainnya.

4.1.2 Perhitungan Gedung Teknik Elektro

Daya infokus dari Gedung Teknik Elektro dari lantai 1,2,dan 3 yaitu
 : Lantai 1 = 6.348 Watt
 Lantai 2 = 9.816 Watt
 Lantai 3 = 2.568 Watt

Total kebutuhan daya beban infokus = 18.732 Watt

Jumlah total 18.732 Watt perlu ditambahkan sekitar 20 persen yang digunakan oleh perangkat selain panel surya, yakni inverter sebagai pengubah arus DC menjadi arus AC, dan solar Charge Controller.

Maka total daya yang dibutuhkan adalah:

$$18.732 \times (18.732 \times 20\%) = 22.478 \text{ Watt}$$

4.1.3 Jumlah Baterai Elektro

Disini kita menggunakan baterai VRLA SOLANA dengan kapasitas 12V 200Ah
 P (daya per jam atah Wh) = I (kuat arus per jam atau Ah) x V (tegangan baterai)

Jadi, untuk perhitungan kapasitas baterai VRLA SOLANA 12V 200Ah adalah sebagai berikut:

$$I \text{ (kuat arus per jam atau Ah) : } 200\text{Ah}$$

$$V \text{ (tegangan baterai atau V) : } 12\text{V}$$

$$P \text{ (daya per jam atau Wh) : } 200 \text{ Ah } 12 \text{ V} \\ = 2.400 \text{ Watt}$$

$$22.478 \text{ Watt}$$

Jumlah Baterai=

$$\frac{22.478 \text{ Watt}}{2.400 \text{ Watt}}$$

$$= 9.3 \approx 10$$

$$= \text{Jumlah Baterai : } 10 \text{ Buah}$$

Maka, jika kita menggunakan baterai yang sebesar 200Ah 12 V, maka kita membutuhkan 10 buah baterai ($200 \times 12 \times 10 = 24.000 \text{ watt}$)

Jadi, dengan total daya yang dibutuhkan 22.478 Watt menggunakan baterai VRLA SOLANA 12V 200Ah berjumlah 10 buah baterai kita bisa memakai selama 1jam.

4.1.4 Jumlah Modul Surya Elektro

Disini kita menggunakan panel yang 300 wp (watt peak) maka dalam sehari panel ini kurang lebih menghasilkan supply sebesar:

$$300 \text{ wp} \times 5 \text{ (jam)} = 1.500 \text{ watt}$$

Adapun 5 jam didapat kerena efektivitas rata-rata waktu sinar matahari di negara tropis seperti Indonesia, khususnya kota manado ini. 5 jam ini sudah menjadi semacam perhitungan yang diserap oleh panel surya.

Maka jika 1 panel yang 300 wp mampu memberikan listrik sebesar 1.500 watt, didapatkan total panel yang di butuhkan adalah:

$$\frac{24.000 \text{ watt}}{1.500 \text{ watt}}$$

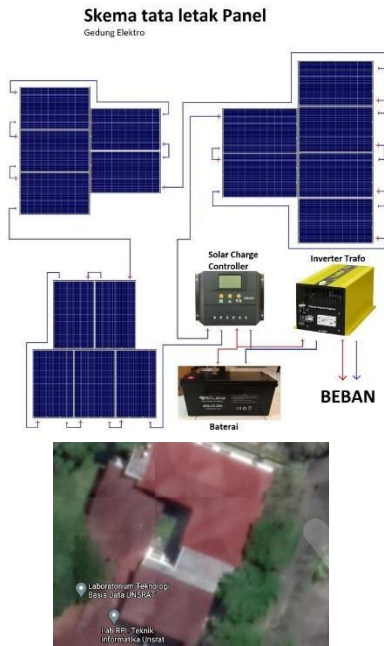
$$16$$

$$= 16$$

$$= 16 \text{ modul surya}$$

Dengan demikian dapat di ketahui yang di perlukan berjumlah 16 modul surya masing-masing 300 wp.

4.1.5 Skema Tata Letak Panel di Gedung Teknik Elektro



Gambar 4.1.5 Gedung Teknik Elektro tampak dari atas.

4.1.6 Gedung Teknik Arsitektur

Tabel 1 Infokus Gedung Teknik Arsitektur Lantai 1 Fakultas Teknik

Ruangan	Beban (Watt)				Stop Kontak (200)	Total Daya
	Lampu Penerangan		AC			
	T1	Pijar	1/2Pk	1Pk		
R. Kuliah TA IX	10 x 36				2	760
R. Kuliah TA X	10 x 36			1	2	1560
Studio PWK-1	10 x 36				6	1560
Studio PWK-2	10 x 36				6	1560
R. Sidang 1	3 x 36		1		2	908
Lab. Studio Arsitektur	35 x 36				8	2860
Hall	10 x 36				2	830
Toilet	4 x 18					24
					Total Daya (Watt)	10062

Dari hasil survey, kondisi beban pada Gedung Teknik Arsitektur lantai 1 terdapat 8 ruangan. Dimana yang masuk dalam Infokus R. Studio Arsitektur bebanya lebih besar dari ruangan lainnya dikarenakan pada ruangan ini biasa dipakai mahasiswa untuk menggambar tugas makanya lampu penerangan di ruangan ini harus tetap menyala.

Tabel 2 Infokus Gedung Teknik Arsitektur Lantai 2 Fakultas Teknik

Ruangan	Beban (Watt)				Stop Kontak (200)	Total Daya
	Lampu Penerangan		AC			
	T1	Pijar	1/2Pk	1Pk		
R. Kuliah TA XI	10 x 36				2	760
R. Kuliah TA XII	10 x 36		1		2	1160
R. Sidang 2	4 x 36		1		2	944
R. Sidang 3	6 x 36		1	1	2	1816
R. Studio Arsitektur	35 x 36			2	8	4460
R. Dosen	1 x 18				1	418
Koridor	1 x 18				1	418
	10 x 36					360
					Total Daya (Watt)	10336

Dari hasil survey, kondisi beban pada Gedung Teknik Arsitektur lantai 2 terdapat 8 ruangan. Dimana yang masuk dalam Infokus Ruangan Studio Arsitektur memiliki beban yang lebih besar di banding ruangan lainnya. Hal itu disebabkan karena Ruangan Studio Arsitektur biasa dipakai mahasiswa untuk mengerjakan tugas menggambar dan membuat Maket jadi pencahayaan harus tetap ada.

Tabel 3 Infokus Gedung Teknik Arsitektur Lantai 3 Fakultas Teknik

Ruangan	Beban (Watt)				Stop Kontak (200)	Total Daya
	Lampu Penerangan		AC			
	T1	Pijar	1/2Pk	1Pk		
Studio Desain Arsitektur 1-3	20 x 36			1	5	2520
Studio Desain Arsitektur 2-4	20 x 36				5	1720
R. Kuliah Arsitektur	10 x 36				5	1360
					Total Daya (Watt)	5600

Dari hasil survey, kondisi beban pada Gedung Teknik Arsitektur lantai 3 terdapat 3 ruangan. Dimana yang masuk dalam Infokus ruangan Studio Desain Arsitektur 1-3 memiliki total beban yang lebih besar dibanding dengan ruangan lainnya dikarenakan mempunyai tambahan 1 buah AC dengan beban besar 800W atau 1Pk.

4.1.7 Perhitungan Gedung Teknik Arsitektur

Daya infokus dari Gedung Teknik Arsitektur dari lantai 1,2,dan 3 yaitu

: Lantai 1 = 10.062 Watt

Lantai 2 = 10.336 Watt

Lantai 3 = 5.600 Watt

Total kebutuhan daya beban infokus = 25.998 Watt

Jumlah total 25.998 Watt perlu ditambahkan sekitar 20 persen yang digunakan oleh perangkat selain panel surya, yakni inverter sebagai pengubah arus DC menjadi arus AC, dan solar Charge Controller.

Maka total daya yang dibutuhkan adalah:

$$25.998 \times (25.998 \times 20\%) = 31.197 \text{ Watt}$$

4.1.8 Jumlah Baterai Arsitektur

Disini kita menggunakan baterai VRLA SOLANA dengan kapasitas 12V 200Ah

P (daya per jam atah Wh) = I (kuat arus per jam atau Ah) x V (tegangan baterai)

Jadi, untuk perhitungan kapasitas baterai VRLA SOLANA 12V 200Ah adalah sebagai berikut:

I (kuat arus per jam atau Ah) : 200Ah

V (tegangan baterai atau V) : 12V

P (daya per jam atau Wh) : 200 Ah 12 V

$$= 2.400 \text{ Watt}$$

$$31.197 \text{ Watt}$$

Jumlah Baterai=

$$2.400 \text{ Watt}$$

$$= 12.99 \approx 13$$

Jumlah Baterai : 13 buah

Maka, jika kita menggunakan baterai yang sebesar 200Ah 12 V, maka kita membutuhkan 13 buah baterai ($200 \times 12 \times 13 = 31.200 \text{ watt}$)

Jadi, dengan total daya yang dibutuhkan 31.197 Watt menggunakan baterai VRLA SOLANA 12V 200Ah berjumlah 13 buah baterai kita bisa memakai selama 1jam.

4.1.9 Jumlah Modul Surya Arsitektur

Disini kita menggunakan panel yang 300 wp (watt peak) maka dalam sehari panel ini kurang lebih menghasilkan supply sebesar:

$$300 \text{ wp} \times 5 \text{ (jam)} = 1.500 \text{ watt}$$

Adapun 5 jam didapat karena efektivitas rata-rata waktu sinar matahari di negara tropis seperti Indonesia, khususnya kota manado ini. 5 jam ini sudah menjadi semacam perhitungan yang diserap oleh panel surya.

Maka jika 1 panel yang 300 wp mampu memberikan listrik sebesar 1.500 watt, didapatkan total panel yang di butuhkan adalah:

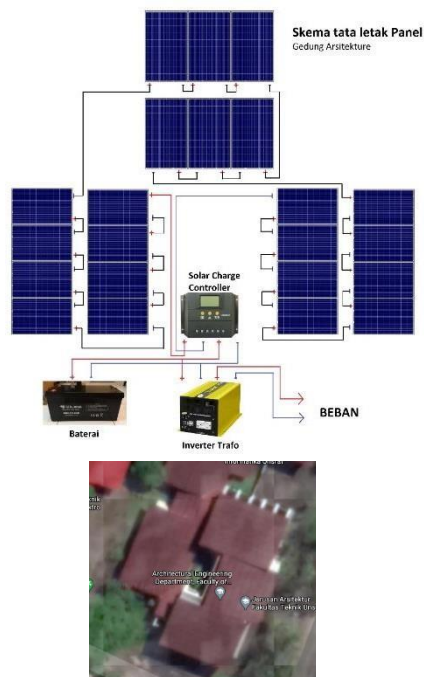
$$\frac{31.200 \text{ watt}}{1500 \text{ watt}}$$

$$= 20.8 \approx 21$$

$$= 21 \text{ modul surya}$$

Dengan demikian dapat di ketahui yang di perlukan berjumlah 21 modul surya masing-masing 300 wP.

4.1.10 Skema tata letak Panel di Gedung Teknik Arsitektur



Gambar 4.1.10 Gedung Teknik Arsitektur tampak dari atas

4.1.11 Gedung Dosen

Tabel 1 Infokus Gedung Dosen Lantai 1 Fakultas Teknik

Ruangan	Beban (Watt)				Total Daya	
	Lampu Penerangan		AC			
	T1	Pijar	1/2Pk	1Pk		
Lab. Surveing & Sistim Informasi Geografis	6 x 36		1		6	1816
Ruang Teater 1	5 x 36				2	652
Ruang Teater 2	5 x 36				2	652
Ruang Dosen Mesin	6 x 36		2		6	2216
Toilet		2 x 12				24
					Total Daya (Watt)	5336

Dari hasil survey, kondisi beban pada Gedung Dosen lantai 1 terdapat 5 ruangan. Dimana yang masuk dalam Infokus ruang Dosen Mesin lebih besar dibanding ruangan lainnya dikarenakan pemakaian AC dan stop kontak untuk Administrasi.

Tabel 2 Infokus Gedung Dosen Lantai 2 Fakultas Teknik

Ruangan	Beban (Watt)				Total Daya	
	Lampu Penerangan		AC			
	T1	Pijar	1/2Pk	1Pk		
Ruang Kulian T-35	3 x 36	2 x 18			2	544
R. Persiapan Akreditasi	3 x 36	2 x 18			2	544
					Total Daya (Watt)	1088

Dari hasil survey, kondisi beban pada Gedung Dosen lantai 2 terdapat 2 ruangan. dimana yang masuk dalam Infokus kedua ruangan tersebut hanya dikurangi bebannya saja.

Tabel 3 Infokus Gedung Dosen Lantai 3 Fakultas Teknik

Ruangan	Beban (Watt)				Total Daya	
	Lampu Penerangan		AC			
	T1	Pijar	1/2Pk	1Pk		
Ruang Dosen Arsitektur	6 x 36		2		4	1816
Ruang Dosen Sipil	6 x 36		2		4	1816
					Total Daya (Watt)	3632

Dari hasil survey, kondisi beban Gedung Dosen lantai 3 terdapat 2 ruangan. Dimana yang masuk dalam Infokus kedua ruangan tersebut hanya dikurangi bebannya saja.

Tabel 4 Infokus Gedung Dosen Lantai 4 Fakultas Teknik

Ruangan	Beban (Watt)				Total Daya	
	Lampu Penerangan		AC			
	T1	Pijar	1/2Pk	1Pk		
Ruang Dosen Teknik Elektro	6 x 36		2		4	1816
Ruang Kuliah T-15	6 x 36				4	1016
					Total Daya (Watt)	2832

Dari hasil survey, kondisi beban pada Gedung Dosen lantai 4 terdapat 2 ruangan. Dimana yang masuk dalam Infokus kedua ruangan hanya berbeda 800W dikarenakan Ruangan Dosen Teknik Elektro terpasang 2 buah AC ½Pk masing-masing daya 400W.

4.1.12 Perhitungan Gedung Dosen

Daya infokus dari Gedung Dosen dari lantai 1,2,dan 3 yaitu

: Lantai 1 = 5.336 Watt

Lantai 2 = 1.088 Watt

Lantai 3 = 3.632 Watt

Lantai 4 = 2.832 Watt

Total kebutuhan daya beban infokus = 12.888 Watt

Jumlah total 12.888 Watt perlu ditambahkan

sekitar 20 persen yang digunakan oleh perangkat selain panel surya, yakni inverter sebagai pengubah arus DC menjadi arus AC, dan solar Charge Controller.

Maka total daya yang dibutuhkan adalah:

$$12.888 \times (12.888 \times 20\%) = 15.465 \text{ Watt}$$

4.1.13 Jumlah Baterai Gedung Dosen

Disini kita menggunakan baterai VRLA SOLANA dengan kapasitas 12V 200Ah

P (daya per jam atau Wh) = I (kuat arus per jam atau Ah) x V (tegangan baterai)

Jadi, untuk perhitungan kapasitas baterai VRLA SOLANA 12V 200Ah adalah sebagai berikut:

$$I \text{ (kuat arus per jam atau Ah) : } 200\text{Ah}$$

$$V \text{ (tegangan baterai atau V) : } 12\text{V}$$

$$P \text{ (daya per jam atau Wh) : } 200 \text{ Ah } 12 \text{ V} \\ = 2.400 \text{ Watt}$$

$$15.465 \text{ Watt}$$

Jumlah Baterai=

$$\frac{15.465 \text{ Watt}}{2.400 \text{ Watt}}$$

$$= 6.4 \approx 7$$

= Jumlah Baterai : 7 buah

Maka, jika kita menggunakan baterai yang sebesar 200Ah 12 V, maka kita membutuhkan 7 buah baterai ($200 \times 12 \times 7 = 16.800 \text{ watt}$)

Jadi, dengan total daya yang dibutuhkan 15.465 Watt menggunakan baterai VRLA SOLANA 12V 200Ah berjumlah 7 buah baterai kita bisa memakai selama 1jam.

4.1.14 Jumlah Modul Surya Gedung Dosen

Disini kita menggunakan modul yang 300 wp (watt peak) maka dalam sehari panel ini kurang lebih menghasilkan supply sebesar:

$$300 \text{ wp} \times 5 \text{ (jam)} = 1.500 \text{ watt}$$

Adapun 5 jam didapat karena efektivitas rata-rata waktu sinar matahari di negara tropis seperti Indonesia, khususnya kota manado ini. 5 jam ini sudah menjadi semacam perhitungan yang diserap oleh panel surya.

Maka jika 1 panel yang 300 wp mampu memberikan listrik sebesar 1.500 watt, didapatkan total panel yang di butuhkan adalah:

$$\frac{16.800 \text{ watt}}{1.500 \text{ watt}}$$

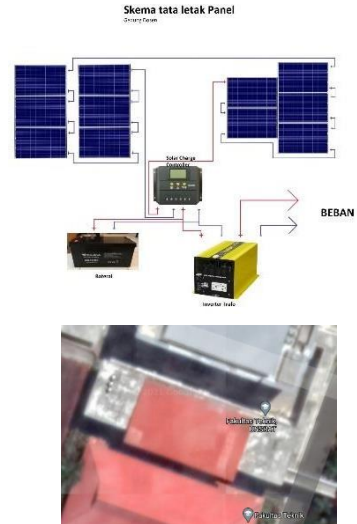
$$11.2 \approx 12$$

$$= 11.2 \approx 12$$

= 12 panel surya

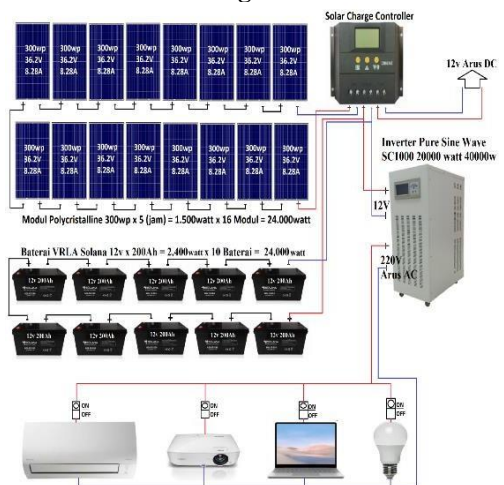
Dengan demikian dapat di ketahui yang di perlukan berjumlah 12 modul surya masing-masing 300 wp.

4.1.15 Skema tata letak Panel di Gedung Dosen



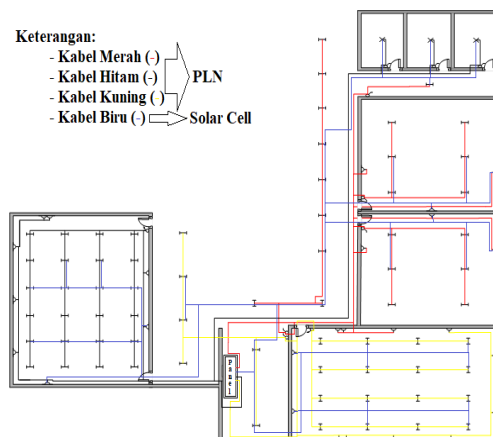
Gambar 4.1.15 Gedung Dosen tampak dari atas

4.1.16 Gambar Wiring Solar Panel



Gambar 4.1.16 Wiring Solar Panel

Diagram satu garis Instalasi lantai 3 Gedung Elektro



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil Analisa di atas, maka dapat diambil beberapa kesimpulan untuk melengkapi hasil dari perencanaan system hybrid untuk pelayanan kelistrikan difakultas teknik universitas sam ratulangi adalah sebagai berikut :

- a. Telah dilakukan analisa dan mengetahui berapa total beban daya Gedung T.Elektro, T.Arsitektur, dan Gedung Dosen diFakultas Teknik.
- b. Analisa dilakukan untuk mengetahui berapa total beban Infokus di Gedung T.Elektro, T.Arsitektur, dan Gedung Dosen.
- c. Hasil dari penelitian membuktikan bahwa daya yang di dihasilkan solar cell sudah cukup untuk pengoperasian alat selama kurang lebih 1 jam.
- d. Penggunaan Modul Surya jenis polycrystalline digedung T.Ekeltro 16 buah, T.Arsitektur 22 buah, dan gedung dosen 12 buah.
- e. Penggunaan Baterai jenis vrla solana 12v 200ah digedung T.Elektro 10 buah, T.Arsitektur 13 buah, dan gedung dosen 7 buah.

5.2 Saran

- a. Diharapkan agar penelitian ini dapat dilakukan, perlunya studi kelanjutan mengenai system hybrid untuk di terapkan pada fakultas teknik.
- b. Lakukan penambahan panel surya yang dirangkai secara seri agar daya yang dihasilkan lebih besar, sehingga dapat melakukan pengisian daya baterai lebih cepat dan bekerja lebih lama.
- c. Sebaiknya posisi kemiringan panel surya dapat dirancang otomatis agar dapat mengikuti arah gerak matahari.

Matahari diPulau Panjang Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif.

- T. T. Gulton, 2015, Pemanfaatan Photovoltaic sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya.
- I. Kholiq, 2015, Pemanfaatan energi alternatif sebagai energi terbarukan untuk mendukung substitusi bbm.
- Alamanda. D., 1997, Prospek PLTS di Indonesia, ELEKTRO INDONESIA.
- Bachtiar. M., 2006, Prosedur Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Perumahan (Solar Hom System), Jurnal SMARTek, Vol.4, No.3
- Wenas, W. W., 1996, Teknologi Sel Surya : Perkembangan Dewasa Ini dan yang Akan Datang, Majalah ELEKTRO INDONESIA, Edisi ke Empat.



Achmad Zaini Saleh lahir di Manado, 12 Oktober 1997. Pada tahun 2015 memulai Pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado di Jurusan Teknik Elektro, Pada tahun 2017 mengambil konsentrasi Minat Teknik Tenaga Listrik. Dalam menempuh Pendidikan penulis juga pernah melaksanakan Kerja Praktek yang bertempat di Gardu Induk Otam

pada bulan desember 2018 sampai selesai dan pada bulan Juni tahun 2021 telah menyelesaikan Pendidikan di Fakultas Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi Manado, dengan minat penelitian adalah tentan Studi Perencanaan Sistem Hybrid untuk Pelayanan Jaringan Kelistrikan di Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado.

DAFTAR PUSTAKA

- Susandi, Armi.2006, Potensi energi angin dan surya di Indonesia, Geografi ITB, Bandung.
- Hendrayana.2017. Simulasi Sistem Hibrid Pembangkit Energi Surya, Angin, dan Generator Untuk Mengoptimalkan Pemanfaatan Daya Energi Terbarukan. Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro.
- Yuliarto, Brian.2008, Sel surya untuk energi masa depan, Bandung.
- Bien, LE, dkk. 2008. Perancangan system Hibrid Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dengan Jala-Jala Listrik PLN Untuk Rumah Perkotaan.
- R. Wiryadinata, A. I. S, R. Munarto, J. T. Elektro, U. Sultan, and A. Tirtayasa, 2013. Studi Pemanfaatan Energi