

LAMPIRAN



**BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN KLIMATOLOGI SEMARANG**

Jl. Silwerigi No. 291
Semarang 501 45

Telp. 024-7609118

FAX : 024-7432394
Email : staklim.semarang@bmkg.go.id

**INFORMASI INTENSITAS, LAMA PENYINARAN MATAHARI DAN SUHU UDARA
RATA-RATA WILAYAH SEMARANG
TAHUN 2017-2018**

KALIBANTENG (KOORDINAT = 110.38 BT ; -6.985 LS)
TAHUN 2017

Unsur	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agust	Sep	Okt	Nop	Des
Intensitas Matahari (kWh/m ² /hari)	3.47	3.37	4.29	3.53	3.75	4.11	4.71	5.04	4.69	4.93	3.56	3.7
Lama Penyinaran (jam)	3	4.2	5	5.5	6	6	6	7	7.4	6.8	3.5	3.7
Suhu Udara (°C)	27.3	26.8	27.6	28	28.9	28	28.1	28.1	28.9	28.9	27.7	27.6

KALIBANTENG (KOORDINAT = 110.38 BT ; -6.985 LS)
TAHUN 2018

Unsur	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agust	Sep	Okt	Nop	Des
Intensitas Matahari (kWh/m ² /hari)	4.25	4.09	4.48	4.89	4.84	4.48	4.87	5	4.79	5.1	4.67	4
Lama Penyinaran (jam)	3.3	4.2	4.6	6.5	6.6	6.8	7.5	7	7	7.6	5.5	4
Suhu Udara (°C)	27.2	26.7	27.5	28.9	29.2	28.6	27.6	27.6	28.5	29.2	28.7	28

Semarang, 05 April 2019

A.n. Kepala Stasiun Klimatologi Semarang
Kepala Seksi Data dan Informasi

IIS WIDYA HARMOKO, M.Kom
NIP. 19780122 199803 1 001



**BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN KLIMATOLOGI SEMARANG**

Jl. Silwangi No. 291
Semarang 50145

Telp. 024-7699006

FAX : 024-7612394
Email : stasiun.semarang@bmkg.go.id

**INFORMASI INTENSITAS, LAMA PENYINARAN MATAHARI DAN SUHU UDARA
RATA-RATA WILAYAH KOTA SEMARANG
TAHUN 2017 - 2018**

Berikut kami sampaikan informasi hasil analisa data Intensitas, Lama Penyinaran Matahari dan Suhu Udara bulanan di wilayah Kota Semarang :

1. Berdasarkan analisa bulanan, yakni Januari s/d Desember tahun 2017 dan 2018, data Intensitas Matahari, Lama Penyinaran Matahari dan Suhu Udara di Kota Semarang, tertinggi ada di bulan Oktober (data terlampir).
2. Berdasarkan analisa bulanan, yakni Januari s/d Desember tahun 2017 dan 2018, data Intensitas Matahari, Lama Penyinaran Matahari dan Suhu Udara di Kota Semarang, terendah ada di bulan Desember, Januari dan Februari (Bulan-bulan Musim Hujan) (data terlampir).

Demikian informasi yang dapat kami sampaikan semoga bermanfaat.

Semarang, 05 April 2019
A.n. Kepala Stasiun Klimatologi Semarang
Kepala Seksi Data dan Informasi



IIS WIDYA HARMOKO, M.Kom
NIP. 19780122 199803 1 001



Panel Surya Solarland

Polycrystalline & Monocrystalline

SOLARLAND®
Solar Technology and Solutions



	Type	P _{max}	V _{mp}	I _{mp}	V _{oc}	I _{sc}	Size (mm)	Weight
Polycrystalline	80WP	80W	17.2V	4.65A	21.6V	5.17A	856 x 675 x 30	8.0Kg
	100WP	100W	17.2V	5.81A	21.6V	6.46A	1062 x 715 x 30	8.90Kg
	120WP	120W	17.2V	6.98A	21.6V	7.72A	1244 x 675 x 35	10.5Kg
	150WP	150W	17.2V	8.72A	21.6V	9.70A	1500 x 675 x 35	12.0Kg
	180WP	180W	34.4V	5.23A	43.2V	5.81A	1284 x 992 x 40	20.0Kg
	200WP	200W	34.4V	5.81A	43.2V	6.50A	1400 x 992 x 40	20.0Kg
Monocrystalline	100WP	100W	17.2V	5.81A	21.6V	6.46A	1195 x 541 x 30	7.8Kg
	150WP	150W	17.2V	8.72A	21.6V	9.70A	1500 x 675 x 35	12.0Kg
	200WP	200W	35.2V	5.69A	43.2V	6.09A	1580 x 808 x 40	16.5Kg
	300WP	300W	36.7V	8.17A	44.4V	8.99A	1956 x 992 x 45	24.0Kg

Applications

- Off grid residential roof-tops
- Off grid commercial/industrial roof-tops
- Rural area applications
- Solar power system

• info@panel-surya.com and www.panel-surya.com



SC-MH SERIES SOLAR CHARGE CONTROLLER				
SC-MH Series		40A	50A	60A
Charge Mode		MPPT (maximum power point tracking)		
Charge Method		3 stages: constant current, constant voltage, floating charge		
MPPT Efficiency	98V	≥95%, ≥99%		
INPUT CHARACTERISTICS				
MPPT working voltage range	24V System	DC34V~DC72V		
	48V System	DC68V~DC144V		
	96V System	DC110V - DC220V		
Low input voltage protection point	24V System	DC30V		
	48V System	DC60V		
	96V System	DC115V		
Low input voltage recovery point	12V System	DC34V		
	24V System	DC68V		
	96V System	DC120V		
High input voltage protection point	12/24/48V System	DC90V/DC180V/290V		
High input voltage recovery point	12/24/48V System	DC85V/DC170V/280V		
Maximum PV Power	96V System (V)	4400W	5500W	8800W
CHARGE CHARACTERISTICS				
Battery Type (Default Gel Battery)	96V System	Sealed lead acid,Vented,Gel,NiCd battery (Other types of the batteries optional)		
Rated Input Current	96V System	40A	50A	60A
MECHANICAL CHARACTERISTICS				
Size D x W x H(mm)		276*241*100		
N.W.(kgs)		4	4	5

[Detail produk](#)
[Profil Perusahaan](#)
[pembeli Ulasan](#)
[Lebih banyak menghasilkan](#)
[Deskripsi Produk](#)
[Gambar terperinci](#)
[Pembeli Umpan Balik](#)
[Aksesori + Garansi](#)

Tipe		NB48-20KSZ	NB96-20KSZ	NB110-20KSZ	NB220-20KSZ
Masukan DC	Masukan tegangan pengenal	48 VDC	96 VDC	110 VDC	220 VDC
	Masukan nilai saat ini	416	208	182	91 A
	Input tegangan DC yang memungkinkan rentang	40-60 VDC	75-135 VDC	80-145 VDC	180-300 VDC
AC bypass	Memungkinkan rentang tegangan input	220 VAC/380 VAC/400 VAC ± 15% VAC			
	Masukan nilai saat ini	55.5A/30A/29A			
	Melewati waktu transfer	64 MS			
Output AC	Kapasitas	20KVA			
	Output nilai Daya	16KW			
	Output dinilai tegangan dan frekuensi	220 VAC/380 VAC/400 VAC, 50Hz/60Hz			
	Output nilai saat ini	55.5A/30A/29A			
	Output voltage	220 VAC/380 VAC/400 VAC ± 2%			
	Frekuensi Output akurasi	50Hz/60Hz ± 0.05%			
	Gelombang	Gelombang sinus murni (Isolation transformer)			
	THD	≤3% (Linear load)			
	Faktor Daya (PF)	0.9			
	Kapasitas Overload	120%, 3 menit 150%, 10 detik			
	Faktor puncak (CF)	3.1			
	Inverter efisiensi	> 92%			
Lingkungan kerja	Kekuatan dielektrik	1500VAC, 1 menit			
	Kebisingan (1 m)	≤50dB			
	Suhu lingkungan	-10 °C ~ + 50 °C			
	Kelembaban	0 ~ 90%, Tidak Ada kondensasi			
Ketinggian		Lebih tinggi dari 3000 m nilai daya harus dikurangi			
Fungsi produksi:		Masukan membalikkan perlindungan masukan di bawah tegangan perlindungan, output overload protection proteksi arus hubung singkat, perlindungan termal			
Ukuran (mm)		520 × 1160 × 1350mm			
Berat (kg)		260 kg			



PT.SELATAN JADI JAYA

FACTORY :

Jl.Raya Panjunan No.8

Desa Panjunan Kec.Sukodono (61258)

Sidoarjo, Jatim-Indonesia

Telp : 62-31 787251 - 12 (Hunting)

Fax : 62 -31 7885579

Product Specification

Nominal Voltage	12V	
Nominal Capacity (20HR)	200 AH	
Dimensions	Length	525±1mm (20.66 inches)
	Width	240±1mm (9.44 inches)
	Container Height	220±1mm (8.66 inches)
	Total Height (with terminal)	236±1mm (9.29 inches)
Approx Weight	Approx 61.0 kg (134.5 lbs)	
Terminal	T11	
Container Material	ABS Plastic	
Lead Material	Purity Lead 99.995%	
Sulfuric Acid	Distilled Sulfuric Acid (Zero metal content)	
Separator	AGM	
Rated Capacity	208.0 AH/10.4A	(20hr , 1.80V/cell,25°C/77°F)
	200.0 AH/20.0A	(10hr , 1.80V/cell,25°C/77°F)
	172.5 AH/34.5A	(5hr , 1.75V/cell,25°C/77°F)
	156.0 AH/52.0A	(3hr , 1.75V/cell,25°C/77°F)
	122.0 AH/122.0A	(1hr , 1.60V/cell,25°C/77°F)
Max. Discharge Current	2000A (5s)	
Internal Resistance	Approx 2.7mΩ	
Operating Temp.Range	Discharge : -15~50°C (5~122°F)	
	Charge : 0~40°C (32~104°F)	
	Storage : -15~40°C (5~104°F)	
Nominal Operating Temp.Range	25±3°C (77±5°F)	
Cycle Use	Initial Charging Current less than 60.0A. Voltage 14.4V~15.0V at 25°C (77°F) Temp.Coefficient -30mV/°C	
Standby Use	No limit on Initial Charging Current Voltage 13.5V~13.8V at 25°C (77°F) Temp.Coefficient -20mV/°C	
Capacity affected by Temperature	40°C (104°F)	103%
	25°C (77°F)	100%
	0°C (32°F)	86%
Self Discharge	Kayaba series batteries may be stored for up to 6 months at 25°C(77°F) and then a freshening charge is required. For higher temperatures the time interval will be shorter.	

ANALISA PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DI ATAP GEDUNG FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG

Robby Teja Saksena, Dedi Nugroho, Sukarno Budi Utomo

Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung Semarang

Email : robbytejasaksena@std.unissula.ac.id

Abstrak - Pembangkit listrik tenaga surya merupakan salah satu aplikasi dari penggunaan energi terbarukan yang berpotensi diterapkan di Indonesia yang memiliki potensi dengan intensitas radiasi matahari rata-rata $4,8 \text{ kWh/m}^2/\text{hari}$. Sekarang ini banyak instansi pendidikan yang menerapkan energi terbarukan di lingkungannya salah satunya pembangkit listrik tenaga surya sebagai suplai energi listrik di lingkungannya.

Penelitian ini membahas tentang perencanaan pembangkit listrik tenaga surya di atap gedung Fakultas Teknologi Industri Unissula dengan menganalisa intensitas radiasi matahari dan suhu udara di kota semarang. Dengan parameter yang diperlukan adalah model penelitian, energi yang dikonsumsi gedung, luas atap gedung, besar intensitas radiasi dan suhu udara di kota semarang. Pada analisa perencanaan ini memperhitungkan kapasitas daya yang dibangkitkan PLTS, kapasitas charger controller, kapasitas baterai, dan kapasitas inverter.

Hasil dari perencanaan ini didapatkan dengan menentukan kapasitas PLTS 10% dari energi yang dikonsumsi gedung sebesar $145,15 \text{ kWh}$ menghasilkan luas array seluas $275,42 \text{ m}^2$ dengan daya yang dibangkitkan $46.270,56 \text{ Wp}$. Menggunakan panel surya kapasitas 200 Wp sebanyak 240 buah tersusun 6 array kapasitas daya sebesar $8011,52$ dengan kapasitas daya total $28.069,12 \text{ Wp}$, menggunakan 6 buah charger controller kapasitas 80 A , menggunakan 240 buah baterai berkapasitas $12\text{V } 200\text{ah}$. Dan menggunakan 3 buah inverter berkapasitas 20kVA .

Kata Kunci: perencanaan, PLTS, baterai, charger controller, inverter

Abstract - Solar power generation is one of the applications of the use of renewable energy that has the potential to be applied in Indonesia which has the potential with an average solar radiation intensity of $4.8 \text{ kWh/m}^2/\text{day}$. Nowadays there are many educational institutions that apply renewable energy in their environment, one of which is solar electricity generation as a supply of electrical energy in their environment.

This final task discusses the planning of solar power plants on the roof of the Unissula Industrial Technology Faculty building by analyzing the intensity of solar radiation and air temperature in the city of Semarang. The parameters required are the research model, the energy consumed by the building, the roof area of the building, the intensity of radiation and air temperature

in Semarang. In this planning analysis takes into account the power capacity generated by PLTS, charger controller capacity, battery capacity, and inverter capacity.

The results of this plan are obtained by determining the PLTS capacity of 10% of the energy consumed by the building by 145.15 kWh producing an area of 275.42 m² with an generated power of 46,270.56 Wp. Using a solar panel capacity of 200 Wp as many as 240 pieces arranged 6 arrays of power capacity of 8011.52 with a total power capacity of 28,069.12 Wp, using 6 pieces of charger controller capacity of 80 A, using 240 pieces of battery capacity of 12V 200ah. And use 3 inverters with a capacity of 20kVA.

Keywords: *planning, PLTS, battery, charger controller, inverter*

1. I. PENDAHULUAN

Energi merupakan kebutuhan pokok yang paling vital di kalangan manusia. Peningkatan penggunaan energi listrik untuk instansi, perkantoran, perindustrian, serta kegiatan rumah tangga dapat dijadikan sebagai indikator peningkatan kemakmuran. Akan tetapi dalam penyediaan energi timbul masalah, yakni sebagian besar energi yang tersedia saat ini adalah energi yang dihasilkan dari bahan bakar fosil seperti batu bara, minyak bumi, dan gas alam. Serta dalam penyediaan energi yang berbahan bakar fosil menghasilkan gas emisi CO₂ yang mencemari lingkungan dan mengakibatkan terjadinya pemanasan global. Selain itu energi berbahan bakar fosil mengakibatkan semakin menipis persediaan bahan fosil di bumi. Oleh karena itu perlu inovasi energi berupa pemanfaatan energi terbarukan sebagai energi alternatif yang ramah lingkungan serta sumber daya yang tidak terbatas. Salah satu energi terbarukan adalah energi panas matahari, yaitu dengan penggunaan panel surya atau solar cell.

Indonesia merupakan Negara yang terletak di daerah tropis yang memiliki potensi energi matahari yang besar. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan salah satu aplikasi dari penggunaan energi terbarukan yang berpotensi diterapkan di Indonesia yang memiliki potensi radiasi matahari rata-rata 4,8 kWh/m²/hari.

Sekarang ini banyak instansi pendidikan yang sudah menerapkan energi terbarukan didalam lingkungannya. Sejalan dengan visi

pemerintah melalui kementrian ESDM target energi terbarukan di indoneisia pada 2025 yaitu sebesar 25%. Energi terbarukan yang di terapkan salah satunya adalah solar cell, pengembangan solar cell memang dikenal mahal, akan tetapi dengan kajian-kajian ataupun penelitian akan didapatkan nilai biaya pengembangan dan pengoperasian yang lebih murah dan mudah, serta penghematan energi solar cell yang dapat menghasilkan keuntungan untuk instansi yang menerapkan solar cell.

Universitas Islam Sultan Agung (Unissula) adalah salah satu perguruan tinggi swasta di kota semarang yang berlokasi di daerah pantai utara kota Semarang tepatnya di Jalan Raya Kaligawe. Unissula memiliki 12 gedung fakultas yang untuk aktivitas nya diperlukan energi listrik yang di suplai PLN, salah satunya gedung Fakultas Teknologi Industri, untuk keperluan segala aktivitas yang ada, gedung Fakultas Teknologi Industri mengonsumsi energi listrik sebesar 35.491,82 kWh pada bulan januari 2018. Dengan melihat karakteristik gedung Fakultas Teknologi Industri yang cukup strategis untuk memanfaatkan energi matahari siang hari di daerah pesisir dengan intensitas radiasi matahari rata-rata perbulan di kota semarang sebesar 4,36 kWh/m²/hari, posisi atap gedung yang tinggi, memiliki kemiringan atap yang landai. Gedung Fakultas Teknologi Industri memiliki potensi untuk dipasang PLTS diatap gedung. PLTS yang dipasang pada atap gedung akan menghasilkan daya keluaran, daya keluaran digunakan untuk suplai gedung Fakultas Teknologi Industri Unissula, sebagai upaya untuk melakukan

penghematan energi pada gedung FTI Unissula dan untuk mengurangi biaya listrik PLN.

Berdasarkan puraian diatas penulis mengangkat judul analisa perencanaan pembangkit listrik tenaga surya di atap gedung fakultas teknologi industri Unissula.

Perumusan masalah pada tugas akhir ini adalah berapa jumlah panel surya yang diperlukan plts untuk mensuplai energi listrik gedung, besardaya yang dibangkitkan oleg PLTS, serta komponen utama PLTS di atap gedung fakultas teknologi industry Unissula.

Tujuan dari tugas akhir ini untuk mengetahui besar daya yang dibangkitkan oleh PLTS serta kapasitas komponen utama pada PLTS.

2. II. TINJAUAN PUSTAKA / LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian yang dilakukan oleh Tomi Engelbertus pada tahun 2016 berjudul “Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya untuk Catu Daya Tambahan pada Hotel Kini Kota Pontianak”. Telah membahas tentang pembangkit listrik tenaga surya yang menggunakan sistem koneksi (*on-Grid*) tanpa baterai sebagai suplai cadangan di Hotel Kini Kota Pontianak, dengan menggunakan 99 buah panel surya 300Wp dan 3 buah inverter single phasa 10.000 Watt, dengan intensitas matahari minimal 3,08 kWh/m²/hari dan suhu rata-rata maksimal 28,22°C mampu memproduksi listrik 90,003 kWh/hari atau 32.851,095 kWh/tahun dan PLTS mampu memberikan suplai 10,32% dari konsumsi energi harian hotel [1].

Penelitian yang dilakukan oleh Vember Restu Kossi pada tahun 2018 berjudul “Perencanaan PLTS Terpusat (*off-Grid*) di Dusun Tikalong Kabupaten Mempawah”. Telah membahas tentang perencanaan PLTS terpusat dengan menggunakan sistem koneksi (*off-Grid*) untuk memenuhi kebutuhan listrik di dusun tikalong kabupaten mempawah sebesar 59,066 kWh/hari dengan besar daya yang akan dibangkitkan PLTS sebesar 15 kWp. PLTS rencana menggunakan 3 rangkaian array yang

masing-masing menghasilkan daya 5200 Wp dengan jumlah panel 78 unit, 3 buah charger controller berkapasitas minimal 88,27 Ampere, menggunakan 120 buah baterai dengan kapasitas 2V-1000ah, inverter yang digunakan sebanyak 3 dengan kapasitas minimal inverter sebesar 6.600 Watt dan daya total yang dibangkitkan sebesar 15,6 kWp [3].

Penelitian yang dilakukan oleh Rilo Pambudidoyo pada tahun 2018 berjudul “Analisa Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Atap Gedung Aquarium & Gedung Pertemuan Wisata Bahari Pekalongan”. Telah membahas tentang perencanaan pembangkit listrik tenaga surya yang memanfaatkan luas atap Gedung Aquarium & Gedung Pertemuan Wisata Bahari Pekalongan sebesar 281,95m² dengan menggunakan 192 buah panel surya berkapasitas 200Wp. Total energi yang dibangkitkan PLTS sebesar 157,23 kWh dan menggunakan baterai sejumlah 82 buah baterai kapasitas 12V-200ah, PLTS mampu membangkitkan energi sebesar 57.388 kWh/tahun [7].

B. LANDASAN TEORI

Sejarah peradaban manusia mencatat bahwa tenaga surya sangat berpengaruh terhadap segala aspek kehidupan manusia dan lingkungan sejak awal kehidupan didunia ini [9]. Pada ribuan tahun silam radiasi surya dapat menghasilkan bahan bakar fosil yang dikenal sekarang ini sebagai minyak bumidan bermanfaat bagi manusia, juga bagi irigasi dan sumber tenaga listrik [9].

Pada inti matahari fusi termonuklir membebaskan energi berbentuk radiasi gelombang elektromagnetik dengan frekuensi tinggi. Akhir-akhir ini terdapat suatu teori yang diterima oleh para ahli mengatakan bahwa radiasi gelombang elektromagnetik merupakan kombinasi dari gelombang elektrik arus bolak balik berkecepatan tinggi dengan gelombang medan magnetik yang menciptakan partikel-partikel energi dalam bentuk foton [9].

Dalam pemanfaatan energi surya masalah utamanya adalah waktu siang dan waktu malam yang selalu bergantian, sehingga perolehan energi surya tidak secara terus menerus karena terhenti pada waktu malam hari. Sekarang pemanfaatan energi surya sudah dengan teknologi sederhana bahkan juga dengan teknologi canggih. Sebagai contoh energi surya dimanfaatkan sebagai sumber tenaga listrik atau pembangkit listrik, selain itu energi surya juga dimanfaatkan untuk tenaga mekanis, dan untuk peralatan lainnya.

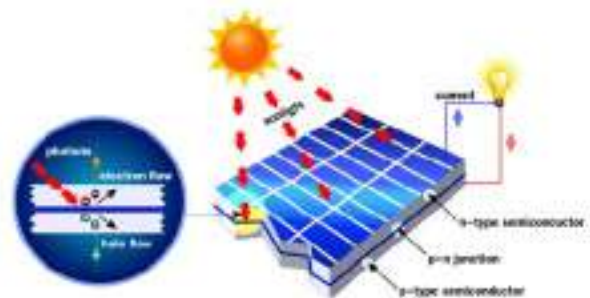
Photovoltaic berasal dari Bahasa Yunani, *photo* yang bermaksud “cahaya” dan *voltaic* bermaksud “listrik”. Teknologi photovoltaic beroperasi sangat ramah lingkungan, tidak bising, dan tidak mengeluarkan bahan pencemaran lingkungan. Selain itu biaya pemeliharaan rendah dan mempunyai umur pakai yang panjang yaitu 20-30 tahun [8].

Banyak sel surya terbuat dari bahan silikon berkrystal tunggal. Hingga sekarang bahan ini paling banyak digunakan untuk pembuatan sel surya dikarenakan biaya pembuatan yang lebih rendah. Sedangkan silikon murni dari segi harga masih mahal, meskipun menggunakan bahan dasar pasir silikat, tapi pembuatannya perlu biaya produksi yang tinggi.

Proses terbentuknya gaya gerak listrik pada sel surya secara sederhana sebagai berikut [2].

- Foton cahaya matahari mengenai panel surya, kemudian material semikonduktor seperti silikon menyerap foton dari cahaya matahari.
- Elektron atau muatan negatif terlempar keluar dari atomnya, mengalir melalui material semikonduktor untuk menghasilkan listrik. Muatan positif mengalir dengan arah yang berlawanan dengan elektron pada panel surya.
- Gabungan atau susunan beberapa panel surya mengubah energi surya menjadi sumber daya listrik DC. Yang nantinya akan disimpan dalam suatu baterai.

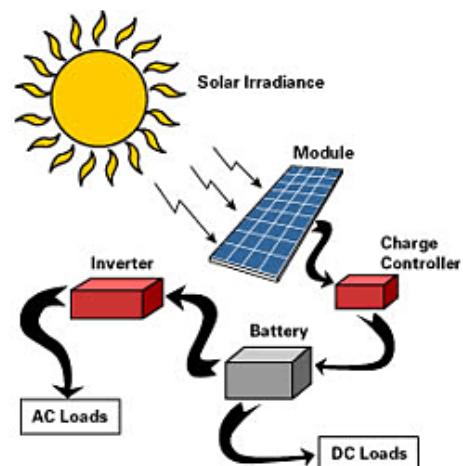
- Daya listrik DC harus dirubah menjadi daya listrik AC menggunakan Inverter sehingga dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik.



Gambar 2.1 Prinsip Kerja Sel Surya

2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Pembangkit listrik tenaga surya mempunyai konsep sederhana, yaitu dengan cara mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik



Gambar 2.2 Sistem Kerja Panel Surya

matahari memancarkan radiasi ke permukaan bumi, pancaran radiasi diterima oleh panel surya, panel surya berkerja merubah energi matahari menjadi energi listrik tegangan searah atau DC. Energi listrik yang dihasilkan panel surya disalurkan melalui *charger controller* untuk mengontrol pengisian energi pada baterai, baterai akan menyalurkan tegangan DC yang langsung dihubungkan dengan inverter, inverter berkerja untuk merubah tegangan DC dari baterai menjadi tegangan AC, dan terakhir energi langsung bisa disalurkan ke beban.

Terdapat 3 jenis desain sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) secara umum yaitu sistem Off Grid suatu sistem PLTS yang berdiri sendiri atau tidak terhubung dengan grid, sistem

On Grid suatu sistem PLTS yang terhubung dengan grid, dan sistem Hybrid suatu sistem PLTS yang terhubung dengan satu atau lebih pembangkit listrik.

2.2 Modul Surya

Dalam perencanaan pembangkit listrik tenaga surya tentunya harus menentukan kapasitas dari array surya, sebelum menentukan kapasitas perlu untuk mengetahui luas area array yang akan digunakan untuk peletakan array surya. Luas area array dapat hitung dengan persamaan berikut [5].

$$Luas Array = \frac{EL}{Gav \times \eta_{PV} \times \eta_{out} \times FKT} \quad (2.1)$$

Dimana :

Luas Array= Luas permukaan array surya (m²)

EL= Besar energi yang akan di bangkitkan (kWh/hari)

Gav= Intensitas Radiasi Matahari (Kwh/m²/hari)

η_{PV} = Efisiensi panel surya (%)

η_{out} = Efisiensi keluaran sistem (%)

FKT= Faktor koreksi temperature (%)

Sebuah PLTS akan menghasilkan daya, besar daya yang dibangkitkan salah satunya bergantung pada luas array. Setelah mengetahui luas array, maka dapat menghitung daya yang dapat dibangkitkan dengan persamaan berikut.

$$P Wattpeak = Luas Array \times PSI \times \eta_{PV} \quad (2.2)$$

Dimana :

P wattpeak= Daya yang akan dibangkitkan PLTS (Watt)

Luas Array= Luas permukaan panel surya (m²)

PSI= Peak solar insolation (1000 W/m²)

η_{PV} = Efisiensi panel surya (%)

Dengan mengetahui besar daya yang dibangkitkan (P wattpeak) maka dengan menggunakan kapasitas panel surya yang

digunakan akan dapat diketahui jumlah panel surya yang diperlukan dalam PLTS dengan menggunakan persamaan berikut.

$$Jumlah Panel: \frac{P (wattpeak)}{Pmax} \quad (2.3)$$

Dimana :

P wattpeak= Daya yang akan dibangkitkan PLTS (Watt)

Pmax=Kapasitas daya maksimal panel surya (Watt)

2.3 Charger Controller

Charger controller memiliki fungsi untuk memastikan baterai agar tidak terjadi kelebihan pelepasan muatan (over discharge) atau kelebihan pengisian muatan (over charger) yang dapat menjadikan baterai tidak awet. Charger controller mampu menjaga tegangan atau arus keluar masuk bateraki sesuai kondisi baterai.

Charger controller juga disebut dengan solar charger controller atau battery charger controller. Kedua alat ini berfungsi sama, solar charger controller adalah charger controller yang menghubungkan panel surya dengan baterai atau peralatan lainnya, jika battery charger controller adalah charger controller yang menghubungkan baterai ke inverter. Perbedaan alat ini yaitu battery charger controller tidak dilengkapi oleh PWM-MPPT (Pulse Width Modulation – Maximum Poer Point Tracking), yaitu kemampuan untuk mendapatkan daya listrik dari panel surya pada titik maksimumnya [3]. Untuk menentukan kapasitas charger controller dapat menggunakan persamaan berikut ini.

$$Capacity of Charger Controller = \frac{Demand Watt \times Safety Factor}{System Voltage} \quad (2.4)$$

Dengan

Demand watt : Permintaan daya / daya output

Safety factor : Faktor keamanan

System Voltage: Tegangan pada sistem

2.2 Baterai

Baterai dalam PLTS sebagai alat untuk menyimpan energi listrik tegangan DC yang dihasilkan oleh panel surya ketika energi listrik dari panel surya tidak langsung digunakan ke beban. Energi listrik yang tersimpan pada baterai digunakan pada saat radiasi matahari rendah selain itu pada saat malam hari panel surya tidak menghasilkan energi listrik sehingga baterai bekerja untuk mengeluarkan energi yang disimpan saat siang untuk penggunaan beban malam.

Menghitung kapasitas baterai sebagai berikut.

$$C = \frac{N \times EL}{V_s \times DOD \times \eta} \quad (2.5)$$

Dimana

Ah: Kapasitas baterai

N: Jumlah hari otonomi

EL: Energi yang dibangkitkan (kWh)

Vs: Tegangan

DOD: Depth of Discharge

η : Efisiensi baterai x efisiensi inverter

2.2 Inverter

Inverter merupakan komponen utama dalam sebuah sistem PLTS, fungsinya untuk mengubah arus DC dari panel surya ke AC. Tegangan DC dari panel surya cenderung tidak konstan sesuai dengan kondisi radiasi matahari. Tegangan DC akan diubah oleh inverter menjadi tegangan AC yang cenderung konstan karena akan disalurkan langsung ke beban. Pemilihan inverter dalam perencanaan PLTS disesuaikan dengan desain, seperti on grid, off grid, atau hybrid [11].

Inverter pada on grid harus memiliki kemampuan melepaskan hubungan saat grid kehilangan tegangan. Dan inverter pada hybrid harus mampu mengubah arus dari kedua arah yaitu DC ke AC dan sebaliknya, oleh karena itu inverter jenis ini lebih dikenal dengan bi-directional inverter.

Hal-hal yang perlu diperhatikan ketika menentukan inverter adalah sebagai berikut.

8. Kapasitas daya inverter

Inverter harus mampu bekerja saat beban kondisi normal, rata-rata, dan puncak. Secara sederhana kapasitas inverter dihitung 1,25 x beban puncak [11]. Sehingga untuk menghitung kapasitas inverter dengan persamaan berikut ini.

$$\text{Capacity of inverter} = \text{Demand Watt} \times \text{Safety Factor} \quad (2.6)$$

Dimana.

Demand watt : Besar daya yang dihasilkan atau dibangkitkan

Safety factor : Faktor keamanan, dalam hal ini ditetapkan sebesar 1,25

9. Tegangan Masukan Inverter
10. Arus Masukan Inverter
11. Memiliki kuitas sinus murni
12. Menggunakan sistem komutasi elektronik dengan Insulated Gate Bipolar Transistor
13. Memiliki sistem pengaturan MPPT
14. Mampu bekerja pada suhu sampai 45°C

III. METODE PENELITIAN

3.7 Model Penelitian

Langkah awal yang harus dilakukan sebelum melakukan penelitian yaitu membuat model penelitian, model penelitian merupakan gambaran skema perancangan tata letak panel surya pada atap gedung. Gambar 3.1 menunjukkan gambar perancangan tata letak panel surya pada atap gedung fakultas teknologi industri unissula.



Gambar 3.1 Model Penelitian

3.8 Langkah Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

8. Menentukan lokasi penelitian, lokasi penelitian pada tugas akhir ini di gedung Fakultas Teknologi Industri Unissula.
9. Menentukan model penelitian, model penelitian yang dibuat untuk penelituian ini adalah gambaran awal perancangan PLTS di gedung Fakultas Teknologi Industri Unissula sesuai dengan gambar 3.1 yaitu gambar pemodelan.
10. Melakukan pengumpulan data, data yang digunakan dalam penelitian ini antara lain data luas atap gedung, data konsumsi energi gedung, data intensitas radiasi matahari, dan data suhu udara.
11. Melakukan perhitungan luas area array PLTS, perhitungan daya yang dibangkitkan PLTS, perhitungan jumlah panel surya yang akan digunakan untuk PLTS.
12. Melakukan penyusunan array surya untuk menentukan tegangan dan arus keluaran dari PLTS.
13. Menghitung energi yang dihasilkan PLTS dalam sehari maupun dalam satu tahun, menghitung kapasitas charger controller pada PLTS, menghitung kapasitas baterai pada PLTS, dan menghitung kapasitas inverter pada PLTS.
14. Melakukan analisa hasil penelitian dan menarik kesimpulan dari analisa penelitian yang sudah dilakukan.

3.3 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

3. IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.3 Analisa Teknis Perencanaan PLTS

Pada tugas akhir ini perencanaan PLTS yang akan ditempatkan pada atap gedung Fakultas Teknologi Industri Unissula dan energi yang dihasilkan dari PLTS akan digunakan untuk mensuplai kebutuhan listrik di gedung tersebut.

4.2.9 Menghitung Area Array

Merencanakan sebuah pembangkit listrik sangat penting untuk mengetahui besarnya energi yang akan disuplai oleh suatu pembangkit tersebut, dalam hal ini dengan pembangkit listrik tenaga surya. Kapasitas atau energi yang akan dibangkitkan (EL) PLTS adalah sebesar 10% dari pemakaian energi rata-rata harian yang berdasarkan pengukuran pada tabel 4.2 adalah rata-rata harian sebesar 1451.5 kWh, maka energi yang akan disuplai oleh PLTS adalah:

$$\begin{aligned}
 &EL \\
 &= 10\% \\
 &\times \text{Pemakaian energi listrik rata} \\
 &\text{— rata} \\
 &= 10\% \times 1451.5 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

$$= 145,15 \text{ kWh}$$

Setiap kenaikan temperatur 1°C dari temperatur standarnya pada panel surya, maka hal tersebut akan mengakibatkan daya yang dihasilkan oleh panel surya akan berkurang sekitar 0,5% (Foster dkk, 2010). Data temperatur maksimum untuk wilayah Kota Semarang periode tahun 2017 sampai tahun 2018 adalah sebesar $29,2^{\circ}\text{C}$ (bersdasarkan data tabel 3.1). Suhu standar panel surya dapat berkerja dengan baik yaitu sebesar 25°C . Berdasarkan data temperatur dapat diketahui bahwa ada peningkatan suhu sebesar $4,2^{\circ}\text{C}$ dari temperatur standarnya.

Besarnya daya yang berkurang pada saat temperatur disekitar panel surya mengalami kenaikan sebesar $4,2^{\circ}\text{C}$ dari temperatur standarnya dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P \text{ saat } \Delta t &= 0,5\% \times \Delta t \times P_{\max} \\ &= (0,5\% \times 4,2) \times 200 \text{ W} \\ &= 2,1\% \times 200 \text{ W} \\ &= 4,2 \text{ W} \end{aligned}$$

Daya keluaran maksimal panel surya pada saat temperaturnya naik menjadi sebesar $29,2^{\circ}\text{C}$ mengalami pengurangan daya sebesar 4,2 W, maka untuk mencari daya maksimal panel surya saat terjadi penurunan daya akibat temperatur dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P_{\max t'} &= P_{\max} - P \text{ saat } \Delta t \\ &= 200 \text{ W} - 4,2 \text{ W} \\ &= 195,8 \text{ W} \end{aligned}$$

Besar Faktor Koreksi Temperatur (FKT) adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} FKT &= \frac{P_{\max t'}}{P_{\max}} \\ &= \frac{195,8 \text{ W}}{200 \text{ W}} \\ &= 0,979 \% \end{aligned}$$

Nilai efisiensi keluaran (η_{out}) ditentukan berdasarkan efisiensi komponen-komponen yang melengkapi PLTS. Suatu PLTS yang dilengkapi dengan baterai, *charger controller*, dan inverter maka nilai η_{out} diasumsikan sebesar 0,95. Untuk menghitung luas array PLTS adalah sebagai berikut:

EL (energi yang dibangkitkan) = 145,15 kWh

G_{av} (Insolasi Matahari) = $3,37 \text{ kWh/m}^2/\text{hari}$

FKT (Faktor Koreksi Temperatur) = 0,979

η_{PV} (efisiensi PV) = 16,8%

η_{out} (efisiensi output sistem PLTS) = 0.95

$$\begin{aligned} \text{Luas Array} &= \frac{EL}{G_{\text{av}} \times \eta_{\text{PV}} \times \eta_{\text{out}} \times \text{FKT}} \\ &= \frac{145,15}{3,37 \times 0,168 \times 0,95 \times 0,979} \\ &= \frac{145,15}{0,527} \\ &= 275,42 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Dengan luas area yang akan digunakan area array sebesar $275,42 \text{ m}^2$, secara teknis bisa ditepakan karena luas atap gedung Fakultas Teknologi Industri Unissula melebihi dari luas area array tersebut.

4.2.10 Menghitung Daya yang Dibangkitkan PLTS (*Wattpeak*)

Dengan luas array sebesar $275,42 \text{ m}^2$, nilai *Peak Sun Insolation* (PSI) adalah 1000 W/m^2 dan efisiensi panel surya sebesar 16,8%, maka besar daya yang dibangkitkan oleh PLTS (*Wattpeak*) sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P \text{ Wattpeak} &= \text{Luas Array} \times \text{PSI} \\ &\quad \times \eta_{\text{PV}} \\ &= 275,42 \times 1000 \\ &\quad \times 0,168 \\ &= 46.270,56 \text{ Watt} \end{aligned}$$

4.2.11 Menghitung Jumlah Panel Surya

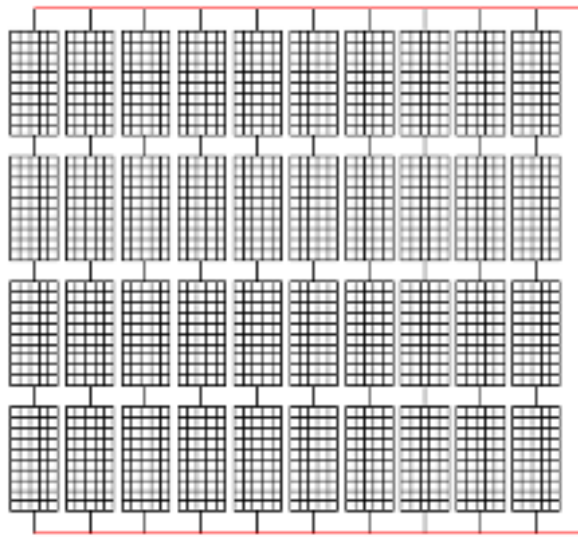
Panel surya yang digunakan untuk PLTS yang dirancang pada Fakultas Teknologi Industri adalah panel surya dengan kapasitas 200 WP. Sehingga berdasarkan kapasitas panel surya tersebut, maka jumlah panel surya yang diperlukan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Panel surya} &= \frac{P \text{ (wattpeak)}}{P_{\max}} \\ &= \frac{46.270,56}{200} \\ &= 231,35 \end{aligned}$$

Jumlah panel surya yaitu 231,35 buah. Dibulatkan menjadi 240 buah untuk kesamaan dalam penyusunan array surya

4.2.12 Peyusunan Array Surya

Berikut ini penyusunan array surya dikombinasikan secara seri dan paralel untuk mendapatkan tegangan, arus, dan daya tertentu.



Gambar 4.4 Rangkaian Array Surya

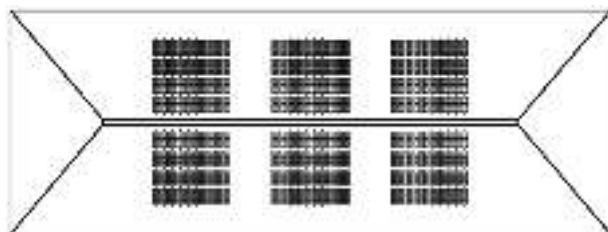
Berdasarkan gambar 4.3 masing-masing array PLTS digedung Fakultas Teknologi Industri Unissula terdapat 40 buah panel surya dengan konfigurasi 13 seri panel surya dan 3 paralel panel surya. setiap array menghasilkan V_{mpp} dan I_{mpp} sebagai berikut

$$\begin{aligned} V_{mpp \text{ array}} &= V_{mp} \times \text{Jumlah seri} \\ &= 35,2 \times 4 \\ &= 140,8 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{mpp \text{ array}} &= I_{mp} \\ &\times \text{Jumlah paralel} \\ &= 5,69 \times 10 \\ &= 56,9 \text{ A} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{mpp \text{ array}} &= V_{mpp} \times I_{mpp} \\ &= 140,8 \times 56,9 \\ &= 8.011,52 \text{ W} \end{aligned}$$

Masing-masing array disusun pada atap gedung Fakultas Teknologi Industri Unissula seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 4.5 PLTS Gedung Fakultas Teknologi Industri Unissula

Berdasarkan gambar 4.5 bahwa PLTS digedung Fakultas Teknologi Industri Unissula terdapat 6 array surya yang mana masing-masing array surya memiliki V_{mpp} sebesar 140,8V dan I_{mpp} sebesar 56,9A, sehingga dapat menghasilkan daya sebesar 8.011,52 Wattpeak. Dan daya total yang dibangkitkan dari keseluruhan array sebesar $8.011,52 \times 6 = 48.069,12$ Wattpeak atau 48,06 kWp.

4.2.13 Menghitung Kapasitas PLTS

Hasil keluaran maksimal dari modul surya dapat ditentukan sesuai rating kapasitas panel surya yang terpasang pada PLTS yang dirancang pada Gedung Fakultas Teknologi Industri Unissula, dalam hal ini nilai daya maksimal panel surya saat terjadi peningkatan suhu adalah sebesar 195,8 Wp, maka kapasitas keseluruhan panel yang terpasang yaitu sebesar

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas} &= \text{Jumlah Panel} \\ &\times P_{max} t' \\ &= 240 \times 195,8 \\ &= 46.992 \text{ Wp} \end{aligned}$$

4.2.14 Menghitung Kapasitas Charger Controller

Setelah diketahui besar daya dan tegangan yang dihasilkan array sebesar 8.011,52 watt dan 140,8 V dengan nilai *safety factor* sebesar 1,25 maka untuk menghitung kapasitas *charger controller* pada masing-masing array adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Capacity of Charger Controller} &= \frac{\text{Demand Watt} \times \text{Safety Factor}}{\text{System Voltage}} \\ &= \frac{8.011,52 \times 1,25}{140,8} \\ &= \frac{10.014,4}{140,8} \\ &= 71,125 \text{ Ampere} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, kapasitas *charger controller* untuk masing-masing array surya adalah sebesar 71,125 A sehingga pada perencanaan PLTS di Gedung Fakultas Teknologi Industri Unissula yang

memiliki 6 array surya dapat menggunakan sebanyak 6 *charger controller* dengan kapasitas minimal 71,125 Ampere. Melihat dari hasil tersebut bahwa kapasitas *charger controller* yang terdapat pada pasaran adalah *charger controller* dengan kapasitas 80 A dengan spesifikasi pada tabel 4.4 berikut.

Tabel 4.4 Spesifikasi charger controller

Spesifikasi	Keterangan
SC-MH Series	80A
Mode Charger	MPPT
Maksimal Arus	80A
Input	
Rentang Tegangan Kerja MPPT (96V)	110VDC-220VDC
Maksimal Daya PV Input	8800 W
Tegangan Baterai	96V
Effisiensi MPPT	≤99%

Sumber: <https://www.alibaba.com/product-detail/96-Volts-80Amp-MPPT-Solar-Charge>

4.2.15 Menghitung Kapasitas Baterai

Menentukan kapasitas baterai pada PLTS perlu memperhatikan hari otonomi, yaitu hari dimana baterai tetap bisa menyuplai beban jika modul surya tidak menghasilkan listrik dikarenakan cuaca, pada perencanaan ini hari otonomi baterai menggunakan selama 3 hari. Energi yang dibangkitkan PLTS dalam sehari sebesar 145.150 kWh dan tegangan sistem baterai sebesar 96 V dengan DOD sebesar 80%, dan efisiensi baterai diasumsikan 95%, maka untuk menghitung kapasitas baterai PLTS pada perencanaan PLTS di Gedung Fakultas Teknologi Industri adalah sebagai berikut.

N (hari otonomi)= 3

EL (energi yang dibangkitkan)= 145,15 kWh

V_s (tegangan sistem baterai)= 96V

DOD = 0,8

Effisiensi baterai= 0,95

$$C = \frac{N \times EL}{V_s \times DOD \times \eta}$$

$$= \frac{3 \times 145.150}{96 \times 0,8 \times 0.95}$$

$$= \frac{435.450}{72,96}$$

$$= 5968,33 \text{ ah}$$

Kebutuhan baterai PLTS sebesar 5968 ah dibulatkan menjadi 6000 ah untuk penyesuaian dengan kapasitas satu baterai.

Baterai yang digunakan dalam perencanaan ini adalah baterai jenis VRLA dengan kelebihan baterai ini adalah yang umum digunakan untuk PLTS serta baterai yang bebas pemeliharaan bertimbang asam, yang juga dinamakan baterai recombinant, dengan spesifikasi baterai pada tabel 4.5 berikut ini.

Tabel 4.5 Spesifikasi baterai

Spesifikasi	Keterangan
Type	VRLA
Nominal Voltage	12V
Nominal Capacity	200 AH
Max Discharge	2000A
Terminal	T11
Temperature	0-40°C

Sumber:

https://rekasurya.com/product_docs/upload/12190.pdf

Dengan menggunakan baterai jenis VRLA berkapasitas 12 V -200 ah untuk masing-masing baterai, dapat diketahui jumlah baterai yang dibutuhkan sebagai berikut:

$$\text{Jumlah Baterai} = \frac{\text{Kebutuhan baterai PLTS}}{\text{Kapasitas baterai}}$$

$$= \frac{6000 \text{ ah}}{200 \text{ ah}}$$

$$= 30 \text{ buah}$$

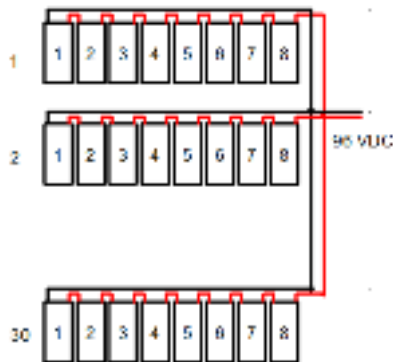
Untuk menentukan jumlah rangkaian seri baterai yaitu dengan melihat besar tegangan sistem sebesar 96 VDC, dibagi dengan tegangan sistem baterai sebesar 12 VDC maka sebagai berikut

$$\text{Baterai seri} = \frac{96 \text{ V}}{12 \text{ V}}$$

$$= 8 \text{ buah}$$

Supaya menghasilkan tegangan minimal untuk sistem yaitu sebesar 96 V dan memenuhi

minimal kapasitas baterai yang dibutuhkan sebesar 6000 ah maka baterai dipasang secara seri sebanyak 8 buah dan diparalel sebanyak 30 buah. Seperti gambar berikut ini.



Gambar 4.6 Rangkaian Baterai

Berdasarkan gambar 4.6 rangkaian baterai, terdapat 240 buah baterai dalam rangkaian baterai, rangkaian baterai menghasilkan tegangan keluaran sebesar tegangan satu baterai 12 V dikalikan jumlah seri baterai 8 buah, maka tegangan keluaran sebesar 96 V. dan untuk kapasitas keseluruhan baterai adalah kapasitas satu baterai 200 ah dikalikan jumlah keseluruhan baterai 30 buah, maka kapasitas baterai PLTS mencapai 6000 ah.

4.2.16 Menghitung Kapasitas Inverter

Untuk menghitung kapasitas inverter pada perencanaan PLTS di Gedung Fakultas Teknologi Industri yang terdiri dari 3 unit inverter maka perlu diketahui pada gambar 4.4 dua array dirangkai secara seri, menghasilkan 3 kelompok array yang akan dihubungkan ke 3 inverter. Tegangan keluaran pada sistem charger controller dan sistem baterai berada pada tegangan 96V dengan daya keluaran array masing-masing array sebesar 8011,52 di gabung dua array sehingga tegangan mencapai 16.023,04 W. Maka untuk menghitung kapasitas masing-masing inverter adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Capacity of inverter} &= \\ \text{Demand Watt} \times \text{Safety Factor} &= \\ &= 16.023,04 \times 1,25 \\ &= 20.028,8 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Melihat hasil perhitungan kapasitas inverter, maka kapasitas inverter yang digunakan adalah inverter berkapasitas 20 kW sistem output

inverter 3 fasa. Seperti spesifikasi inverter pada tabel 4.6 berikut ini.

Tabel 4.6 Spesifikasi inverter

Spesifikasi	Keterangan
Type Inverter	NB96-20KSZ
Kapasitas Inverter	20 KVA
Tegangan Masukan	96 VDC
Rentang Tegangan Masukan	75-135 VDC
Tegangan Keluaran	380 VAC $\pm$ 2%
Frekuensi	50Hz/60Hz
Gelombang	Sinus Murni
Effisiensi	>92%

Sumber: <https://indonesian.alibaba.com/product-detail/20KW-Off-Grid-Inverter-Three-Phase-60417096803.html>

4. V. Kesimpulan

5.3 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil analisa perencanaan pembangkit listrik tenaga surya gedung Fakultas Teknologi Industri Unissula maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Berdasarkan hasil perhitungan, penentuan kapasitas pembangkit listrik tenaga surya digedung fakutas teknologi industri unissula adalah sebesar 10% dari pemakaian energi listrik rata-rata gedung sebesar 145,15 kWh menghasilkan luas array seluas 275,42 m² dengan daya yang dapat dibangkitkan sebesar 46.270,56 Wp.
- Berdasarkan daya yang dibangkitkan pada perencanaan PLTS menggunakan panel kapasitas 200 Wp dengan jumlah sebanyak 240 buah panel, tersusun 6 array dengan masing masing array menghasilkan daya sebesar 8011,52 Wp dan daya total yang dibangkitkan sebesar 48.069,12 Wp.
- Berdasarkan hasil perhitungan kapasitas komponen PLTS, Kapasitas solar charger controller sebesar 71,125 A dapat menggunakan kapasitas 80 A

sesuai dengan kapasitas yang tersedia di pasaran dengan jumlah 6 buah sesuai dengan array.

7. Kapasitas baterai PLTS sebesar 5968,33 ah dibulatkan menjadi 6000 ah dengan menggunakan baterai berkapasitas 12V 200Ah berjumlah 240 buah baterai tersusun secara 8 baterai seri dan 30 rangkaian baterai seri terhubung paralel untuk mencapai tegangan sistem 96 V.
8. Kapasitas inverter PLTS sebesar 20 kVA dengan daya keluaran sebesar 16 KW, tegangan keluaran 380 V dan frekuensi 50/60Hz dan jumlah inverter PLTS sebanyak 3 buah inverter.

5.4 Saran

3. Dengan adanya penelitian ini penulis berharap adanya pengujian secara mendalam untuk dapat mengetahui kualitas tegangan dan arus yang dapat dihasilkan secara maksimal oleh panel surya.
4. Penulis berharap penelitian ini dapat dikembangkan menggunakan metode yang berbeda dan lebih mendalam untuk dapat menjadikan acuan dan dapat diterapkan secara nyata pada gedung fakultas teknologi industri unissula.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Engelbertus, T., 2016. Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Catu Daya Tambahan Pada Hotel Kini Kota Pontianak. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, 2(1).
- [2] Kho, D., n.d. *Pengertian Sel Surya (Solar Cell) dan Prinsip Kerjanya*.
<https://teknikelektronika.com/pengertian-sel-surya-solar-cell-prinsip-kerja-sel-surya/> [Accessed 16 Juli 2019].
- [3] Kossi, V. R., 2018. Perencanaan PLTS Terpusat (off-grid) di Dusun Tikalong Kabupaten Mempawah. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, 2(1).
- [4] Lynn, P. A., 2010. *Electricity from Sunlight*. s.l.:A John Wiley & Sons, Ltd..
- [5] Nafeh, A., 2009. Design and Economic Analysis of a Stand-Alone PV System to Electrify a Remote Area Household in Egypt. *The Open Renewable Energy Journal*, Volume 2, pp. 33-37.
- [6] Outlook Energi Indonesia 2013. Badan Pengkajian Dan Penerapan Teknologi. Indonesia. 2013
- [7] Pambudidoyo, R., 2018. *Analisa Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Atap Gedung Aquarium & Gedung pertemuan Wisata Bahari Pekalongan*. Semarang: Skripsi Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
- [8] Prof.Dr.Ir.H. Supranto, S., 2015. *Teknologi Tenaga Surya*. Yogyakarta: Global Pustaka Utama.
- [9] Pudjanarsa, A. & Nursuhud, D., 2013. *Mesin Konversi Energi*. Yogyakarta: C.V Andi Offset.
- [10] Septina, W., n.d. *Teknologi Surya*.
<https://teknologisurya.wordpress.com/dasar-teknologi-sel-surya/prinsip-kerja-sel-surya/> [Accessed 17 Juli 2019].
- [11] Sianipar, R., 2014. Dasar Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 11(2), pp. 61-78.

LEMBAR PENGESAHAN

MAKALAH TUGAS AKHIR

Dengan Judul:

**ANALISA PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
SURYA DI ATAP GEDUNG FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG**

Disahkan Pada Tanggal: 16 Agustus 2014

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I



Dedi Nugroho, ST., MT
NIK : 210.603.032

Dosen Pembimbing II



Ir. H. Sukarno Budi Utomo, MT
NIK : 220.693.004



DAFTAR HADIR PESERTA SEMINAR TA

Nama : Robby Teja Saksena
 NIM : 30601501753
 Tanggal : 20 Agustus 2019

No	Nama	NIM	Tanda Tangan
1.	Putri Dwi Lestari	30601501749	<i>Putri</i>
2.	Rafhan Farhan J.	30601501745	<i>Rafhan</i>
3.	Dwika Novendri	30601501707	<i>Dwika</i>
4.	Ahmad Rizal Abidin	30601501697	<i>Ahmad</i>
5.	Achmad Arie Pratvi	30601501691	<i>Achmad</i>
6.	Fahmi Husen	30601501710	<i>Fahmi</i>
7.	Devita Yuliani	30601501705	<i>Devita</i>
8.	Merke Alif Latifah	30601501723	<i>Merke</i>
9.	M. Tambako Syamsul Ma'arif	30601501738	<i>M. Tambako</i>
10.	Rizal Fauzansyah	30601501750	<i>Rizal</i>
11.	Dimas Atifar	30601501706	<i>Dimas</i>
12.	M. Rifer H.	30601501712	<i>M. Rifer</i>

NB. Peserta Seminar TA minimal 10 Orang

Semarang, 20 Agustus 2019
 Ketua Tim Penilai,

[Signature]

Dr. Ir. H. Muhamad Haddin, MT



LEMBAR REVISI SEMINAR TUGAS AKHIR

Berdasarkan Rapat Tim Penilai Seminar Tugas Akhir :

Hari : Selasa
Tanggal : 20 Agustus 2019
Tempat : R. 202

Memutuskan bahwa mahasiswa :

Nama : Robby Teja Saksena
NIM : 30601501753
Konsentrasi : Teknik Sistem Tenaga
Judul TA : Analisa Perancangan Pembangkit Tenaga Surya di
Atap Gedung Fakultas Teknologi Industri Universitas
Islam Sultan Agung

wajib melakukan perbaikan seperti tercantum dibawah ini:

NO.	REVISI	BATAS REVISI
1.	kelengkapan rumus : ✓	
2.	Flow chart -	
3.	Gambar (Table)	
4.	Model Penelitian -	
5.	Perumusan Masalah -	

Semarang, 20 Agustus 2019

Penilai,

Dr. Ir. H. Muhamad Haddin, MT



LEMBAR REVISI SEMINAR TUGAS AKHIR

Berdasarkan Rapat Tim Penilai Seminar Tugas Akhir :

Hari : Selasa
Tanggal : 20 Agustus 2019
Tempat : R. 202

Memutuskan bahwa mahasiswa :

Nama : Robby Teja Saksena
NIM : 30601501753
Konsentrasi : Teknik Sistem Tenaga
Judul TA : Analisa Perancangan Pembangkit Tenaga Surya di
Atap Gedung Fakultas Teknologi Industri Universitas
Islam Sultan Agung

wajib melakukan perbaikan seperti tercantum dibawah ini:

NO.	REVISI	BATAS REVISI
	2	

Semarang, 20 Agustus 2019

Penilai,

Dedi Nugrdho, ST, MT



LEMBAR REVISI dan TUGAS UJIAN SARJANA

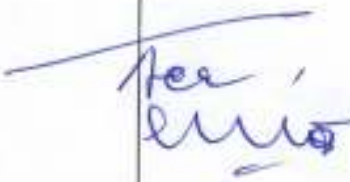
Berdasarkan Rapat Tim Penguji Ujian Sarjana

Hari : Selasa
Tanggal : 3 September 2019
Tempat : R. Sidang

Memutuskan bahwa mahasiswa :

Nama : Robby Teja Saksena
NIM : 30601501753
Judul TA : Analisa Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya di
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung
Semarang

wajib melakukan perbaikan dan membuat tugas seperti tercantum dibawah ini:

NO	REVISI	BATAS REVISI
1.	Redesain sistem kontrol.	
2.	Validasi hasil.	

NO	TUGAS

Mengetahui,
Ketua Tim Penguji



Dr. Ir. H. Muhammad Haddin, MT
NIDN. 0618066301

Semarang, 3 September 2019
Penguji, I



Dr. Ir. H. Muhammad Haddin, MT
NIDN. 0618066301



LEMBAR REVISI dan TUGAS UJIAN SARJANA

Berdasarkan Rapat Tim Penguji Ujian Sarjana

Hari : Selasa
Tanggal : 3 September 2019
Tempat : R. Sidang

Memutuskan bahwa mahasiswa :

Nama : Robby Teja Saksena
NIM : 30601501753
Judul TA : Analisa Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya di
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung
Semarang

wajib melakukan perbaikan dan membuat tugas seperti tercantum dibawah ini:

NO	REVISI	BATAS REVISI
	Perumusan masalah: Kelangkaan. Kebutuhan. Kapasitas Produksi. Tupuan masalah: Menghitung proyeksi profil bahan/ teknologi / spesifikasi model operasi	20/9 21/9

NO	TUGAS

Mengetahui,
Ketua Tim Penguji

Dr. Ir. H. Muhammad Haddin, MT
NIDN. 0618066301

Semarang, 3 September 2019
Penguji, II

Gunawan, ST, MT
NIDN. 0618066301



LEMBAR REVISI dan TUGAS UJIAN SARJANA

Berdasarkan Rapat Tim Penguji Ujian Sarjana

Hari : Selasa
Tanggal : 3 September 2019
Tempat : R. Sidang

Memutuskan bahwa mahasiswa :

Nama : Robby Teja Saksena
NIM : 30601501753
Judul TA : Analisa Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya di
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung
Semarang

wajib melakukan perbaikan dan membuat tugas seperti tercantum dibawah ini:

NO	REVISI	BATAS REVISI
-	Latar belakang - hae = 2 (satuan hari	→ bln ?
-	Latar belakang & kebutuhan dibangunnya / direncanakan	PLTS ini ?

NO	TUGAS
	 23/9 2019

Mengetahui,
Ketua Tim Penguji

Dr. Ir. H. Muhammad Haddin, MT
NIDN. 0618066301

Semarang, 3 September 2019
Penguji, III

Ir. Ida Widiastuti, MT
NIDN. 0005036501

ANALISA PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DI ATAP GEDUNG FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG

ORIGINALITY REPORT

9%	5%	1%	7%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Sriwijaya University Student Paper	1%
2	Submitted to Universitas Islam Indonesia Student Paper	1%
3	Submitted to Syiah Kuala University Student Paper	1%
4	panelsuryajakarta.com Internet Source	<1%
5	Submitted to Unika Soegijapranata Student Paper	<1%
6	trijurnal.lemlit.trisakti.ac.id Internet Source	<1%
7	erepo.unud.ac.id Internet Source	<1%
8	Submitted to Sultan Agung Islamic University Student Paper	<1%

Agung

9	www.neliti.com Internet Source	<1%
10	docplayer.info Internet Source	<1%
11	Submitted to Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya Student Paper	<1%
12	jurnal.poltekba.ac.id Internet Source	<1%
13	repository.unisba.ac.id Internet Source	<1%
14	Submitted to Universitas Dian Nuswantoro Student Paper	<1%
15	Submitted to iGroup Student Paper	<1%
16	Submitted to Universitas Muhammadiyah Yogyakarta Student Paper	<1%
17	Submitted to Politeknik Negeri Bandung Student Paper	<1%
18	Submitted to Universiti Malaysia Pahang Student Paper	<1%
19	manualzz.com Internet Source	<1%

20	adoc.tips Internet Source	<1 %
21	es.scribd.com Internet Source	<1 %
22	media.neliti.com Internet Source	<1 %
23	e-journal.uajy.ac.id Internet Source	<1 %
24	rifianavml.blogspot.com Internet Source	<1 %
25	Submitted to Academic Library Consortium Student Paper	<1 %
26	Submitted to UIN Maulana Malik Ibrahim Malang Student Paper	<1 %
27	Submitted to Universitas Brawijaya Student Paper	<1 %
28	elib.unikom.ac.id Internet Source	<1 %
29	www.readbag.com Internet Source	<1 %
30	digilib.itb.ac.id Internet Source	<1 %
31	a-research.upi.edu Internet Source	<1 %

32	www.scribd.com Internet Source	<1 %
33	Submitted to Universitas Andalas Student Paper	<1 %
34	repository.its.ac.id Internet Source	<1 %
35	www.brawijaya.ac.id Internet Source	<1 %
36	Eriyanto Eriyanto. "Evaluasi Pemanfaatan PLTS Terpusat Siding Kabupaten Bengkayang", ELKHA, 2017 Publication	<1 %
37	www.royalpv.com Internet Source	<1 %
38	jurnal.umrah.ac.id Internet Source	<1 %
39	eprints.undip.ac.id Internet Source	<1 %
40	Submitted to Defense University Student Paper	<1 %
41	Submitted to Universitas Jember Student Paper	<1 %
42	Submitted to Universitas Sebelas Maret Student Paper	<1 %

43	repository.unpas.ac.id Internet Source	<1 %
44	repository.usu.ac.id Internet Source	<1 %
45	thesis.binus.ac.id Internet Source	<1 %
46	id.123dok.com Internet Source	<1 %
47	fanyramadhano.blogspot.com Internet Source	<1 %

Exclude quotes ☒ On

Exclude matches ☐ Off

Exclude bibliography ☒ On