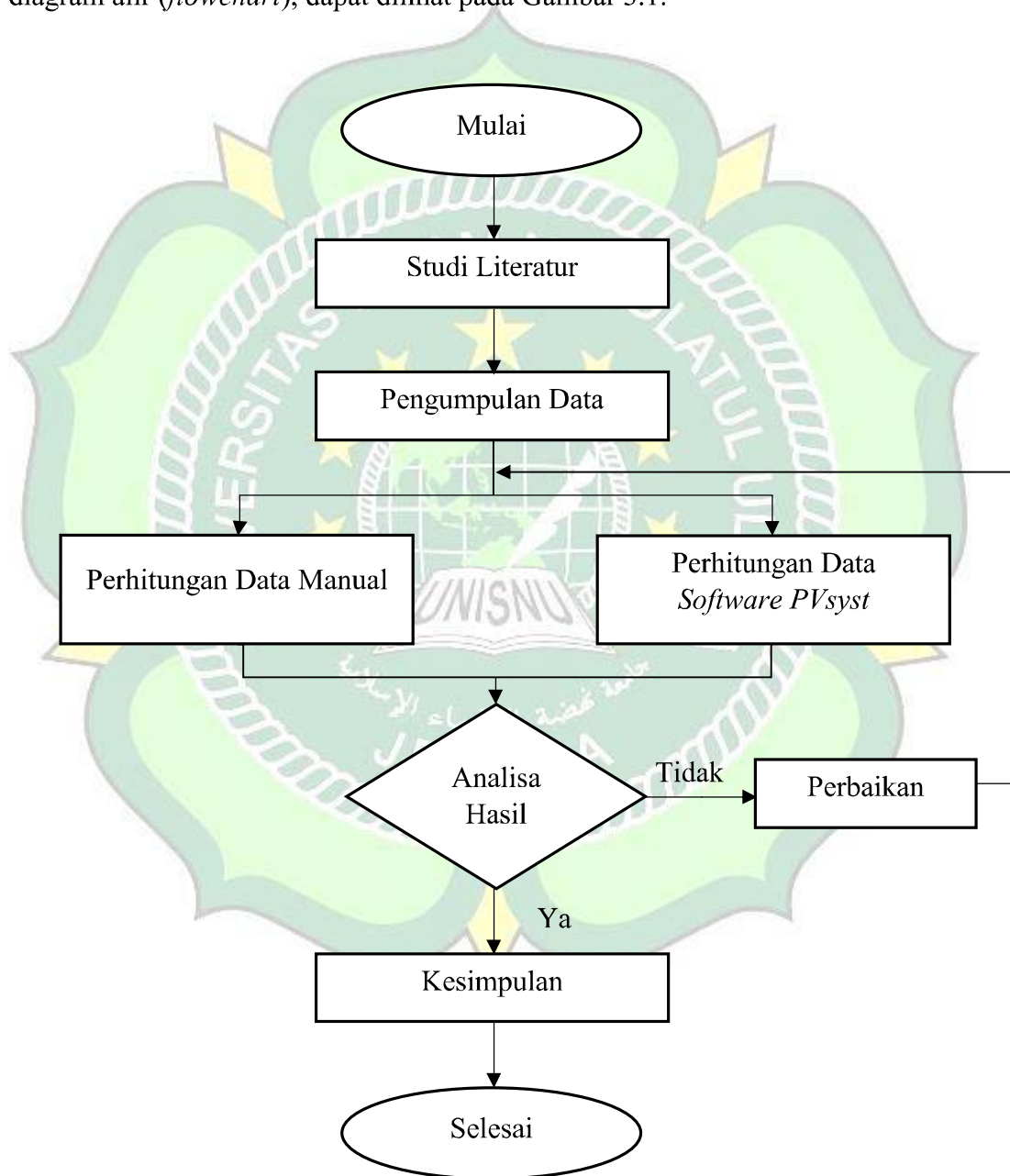


## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Metode Penelitian

Tahapan yang digunakan dalam penelitian ini disajikan dalam bentuk diagram alir (*flowchart*), dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 *Flowchart* Metode Penelitian

Berikut merupakan penjelasan dari bagian-bagian diagram alir (*flowchart*) yang dibuat penulis.

### **3.1.1. Studi Literatur**

Studi literatur ini dilakukan guna mengetahui hasil penelitian yang didapat dari penelitian terdahulu yang bertujuan sebagai referensi atau bahan acuan dalam penelitian Pembangkit Listrik Tenaga Surya yang akan dikerjakan. Dengan cara mengumpulkan pustaka dari karya ilmiah, skripsi, jurnal-jurnal yang ada di internet, koran dan artikel yang berkaitan dengan Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Adapun metode yang digunakan untuk melakukan studi literatur diantaranya mempelajari tentang Pembangkit Listrik Tenaga Surya, mengumpulkan data literatur, meringkas, mengupas dan membandingkan.

### **3.1.2. Pengambilan data**

Pada tahap ini dilakukan sesudah melakukan studi literatur, Pengambilan data dilakukan meliputi data beban Gedung Fakultas Sains dan Teknologi dan data radiasi matahari untuk mengetahui total beban yang dibutuhkan gedung Fakultas Sains dan Teknologi Unisnu Jepara agar mempermudah dalam menentukan kapasitas dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan menentukan total energi yang disaving.

### **3.1.3. Perhitungan**

Pada tahap ini dilakukan perhitungan dari radiasi matahari, spesifikasi PV, dan data beban, yang mana hasil perhitungan digunakan untuk menentukan jumlah komponen Pembangkit Listrik Tenaga Surya yang akan digunakan, daya yang dibutuhkan gedung Fakultas Sains dan Teknologi Unisnu Jepara dan berapa energi yang dapat disaving oleh sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya.

### **3.1.4. Analisa**

Pada tahap analisa ini dilakukan analisa hasil dari perhitungan yang sudah di ambil, mula-mula dianalisa dengan program komputer *microsoft excel* dan

*software PVsyst* sehingga menghasilkan data baru untuk digunakan dalam penelitian yang akan dikerjakan, apakah data itu sudah sesuai atau tidak. Jika sudah sesuai maka dilanjut ke tahap kesimpulan dan jika tidak sesuai maka akan dilakukan perhitungan kembali.

### 3.1.5. Kesimpulan

Pada tahap ini menjelaskan kesimpulan dari hasil perhitungan dan analisis data yang sudah diolah secara matematis.

### 3.2. Jadwal Penelitian

Perancangan dan pembuatan laporan Skripsi analisis *saving energy* listrik menggunakan PLTS *On-Grid* 96 kWp (studi kasus di gedung Fakultas Sains dan Teknologi UNISNU Jepara) dilaksanakan pada kurun waktu 6 bulan. Adapun kegiatan dalam penelitian ini diantaranya adalah sebagai berikut :

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

No	Nama Kegiatan	Bulan					
		1	2	3	4	5	6
1	Studi literatur						
2	Pengumpulan data						
3	Perhitungan Data						
4	Analisis data						
5	Laporan Skripsi						

### 3.3. Pengumpulan data

Tahap pertama penelitian yang dilakukan adalah pengumpulan data yang diperlukan untuk mencapai tujuan dalam penelitian. Data yang dikumpulkan berfokus pada permasalahan yang digunakan untuk memecakan masalah yang

dirumuskan dalam penelitian ini, adapun data-data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

### 3.4.1. Data Panel Surya *Monocrystallin*

Tabel 3.2 Merupakan data spesifikasi panel surya yang digunakan dalam penelitian ini.

Electrical Spesification	
Brand	CanadianSolar
Type	CS1U-400MS <i>Monocrystallin</i>
Peak Power-Pmax (Wp)	400 Wp
Max Power Voltage -Vmpp (V)	44,1
Max Power Current-Impp (I)	9,08
Open Circuit Voltage-Voc (V)	53,4
Open Circuit Current-Isc (I)	9,6
Modul Eficiency (%)	19,40
Dimension (mm)	2078x992x35
Area (m <sup>2</sup> )	2,06

Tabel 3.2 Spesifikasi Panel Surya *Monocrystallin*

(Sumber : datasheet panel surya CanadianSolar CS1U-400MS)

Penelitian ini menggunakan panel surya merek CanadianSolar dengan tipe CS1U-400MS berjenis *Monocrystallin*. Dengan daya maksimum sebesar 400Wp panel surya jenis ini mampu menghasilkan *max power voltage* 44,1 V, *max power current* 9,08 A, *open circuit voltage* 53,4 V, *open circuit current* 9,6 A dan memiliki efisiensi sebesar 19,40%. Dari segi dimensi panel surya yang digunakan memiliki panjang 2078mm x 992mm x 35mm.

### 3.4.2. Spesifikasi *Inverter Grid Tie*

Tabel 3.3 Merupakan data spesifikasi *inverter Grid Tie* yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 3.3 Spesifikasi *Inverter Grid Tie*

ITEM	SPEISIFICATION
Brand	CanadianSolar
Type	CSI-60KTL-GI-HFL
<b>DC INPUT</b>	
Max. PV Power	72KW (22,5 KW/MPPT)
Max. DC Input Voltage	1100 V <sub>DC</sub>
Operating DC Input Voltage Range	200-1000 V <sub>DC</sub>
Start-up DC Input Voltage/Power	200 V
Number of MPP Trackers	4
MPPT Voltage Range	526-850 V <sub>DC</sub>
Operating Current (Imp)	114 A (28,5 A per MPPT)
Max. Input Current (Isc)	178 A (44,5 A per MPPT)
Number of DC Inputs	13 (3 per MPPT)
DC Disconnection Type	Load rated DC switch
<b>AC OUTPUT</b>	
Rated AC Output Power	60 kW
Max. AC Output Power	66 kW
Rated Output Voltage	480/500 V <sub>AC</sub>
Output Voltage Range*	384-576 V <sub>AC</sub>
Grid Connection Type	3 $\Phi$ /PE
Nominal AC Output Current @480 V <sub>AC</sub>	72,2/69,3 A
Rated Output Frequency	50/60 Hz
Output Frequency Range*	47-52/57-62 Hz
Power Factor	1 default ( $\pm 0.8$ adjustable)
Current THD	< 3 %
<b>SYSTEM</b>	
Topology	Transformerless
Max. Efficiency	99%
CEC Efficiency	98.5 %
Night Consumption	< 1 W
<b>ENVIRONMENT</b>	
Protection Degree	IP65
Cooling	Intelligent Redendant Cooling

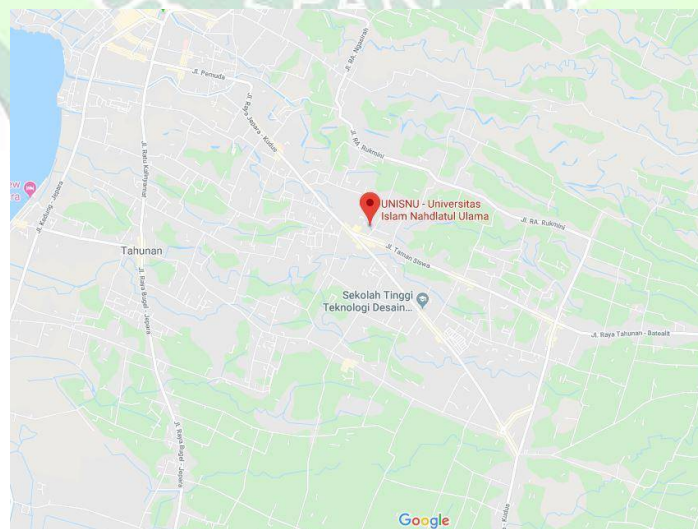
Operating Temperature Range	-25 ° C to +60 ° C
<b>ENVIRONMENT</b>	
Storage Temperature Range	-40 ° C to +70 ° C
Operating Humidity	0 - 100 % condensing
Operating Altitude	4000 m
Audible Noise	<60 dBA @ 1 m
<b>DISPLAY AND COMMUNICATION</b>	
Display	LCD + LED
Communication	Standard: RS485 (Modbus)
<b>MECHANICAL DATA</b>	
Dimensions (W / H / D)	630 x 700 x 357 mm
Weight	63 kg
Installation Angle	90 degrees from horizontal
DC Inputs	MC4 compatible

(Sumber : datasheet Inverter CanadianSolar CSI-60KTL-GI-HFL)

*Inverter* yang digunakan dalam penelitian ini merupakan jenis *inverter Grid Tie* tiga pasha 50 kW dengan tegangan output sebesar 480/500 V AC . *Inverter Grid Tie* ini bekerja pada tegangan input V DC dengan toleransi variable tegangan 200 V sampai 1000 V dengan efisiensi maksimal sebesar 99%.

### 3.4.3. Lokasi PLTS

Penentuan lokasi untuk pemasangan PLTS dilakukan dengan metode observasi secara langsung di Gedung Fakultas SAINTEK UNISNU Jepara.



### Gambar 3.2 Lokasi Perkiraan Pembangunan PLTS

Gambar 3.2 Menunjukkan lokasi perkiraan pembangunan PLTS di Gedung Fakultas SAINTEK UNISNU Jepara. Kampus UNISNU Jepara terletak di Kabupaten Jepara Provinsi Jawa Tengah, dengan koordinat garis lintang (*latitude* = -6.61589770) dan garis bujur (*longitude* = 110.68998870).

#### 3.4.4. Data Radiasi Matahari

Tabel 3.4 merupakan sampling data radiasi matahari pada bulan januari tahun 2018 yang digunakan untuk penelitian ini.

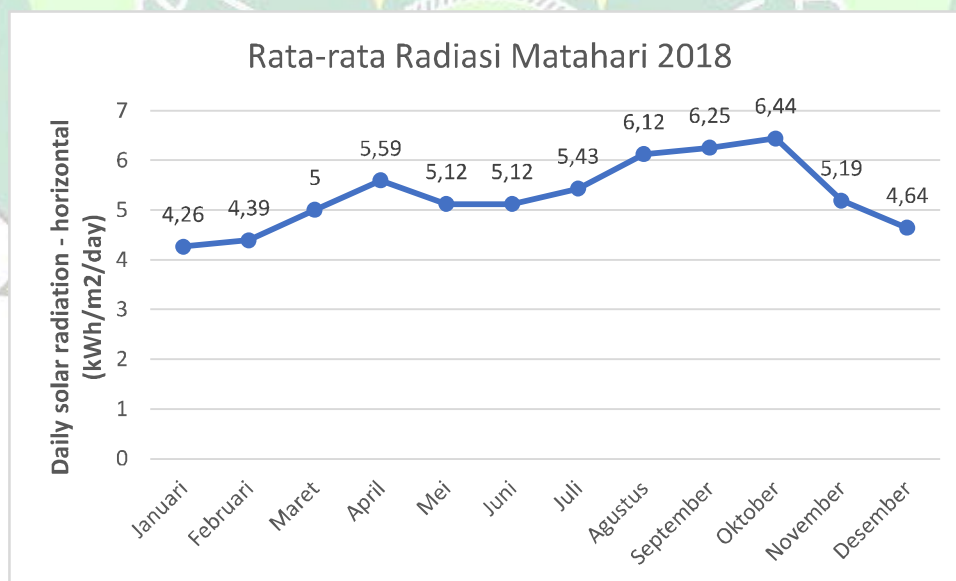
Tabel 3.4 Data Radiasi Matahari 2018

Tgl	Radiasi Matahari (kWh/m <sup>2</sup> /day)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
1	5,72	3,21	3,45	6,57	6,17	5,63	5,37	5,52	5,83	6,73	6,66	4,42
2	5,27	4,77	6,36	2,34	5,65	5,43	4,94	6,1	6,22	6,75	5,36	6,1
3	5,68	1,33	3,99	6,62	6,04	5,41	5,51	6,11	6,51	6,63	5,58	4,27
4	4,42	2,57	6,69	6,7	5,97	5,56	0	6,02	6,44	6,53	5,15	6,66
5	3,99	1,45	4,87	6,57	6,21	5,48	5,58	5,96	5,74	5,91	5,95	3,03
6	3,65	2,82	6,43	6,57	5,97	5,39	5,79	6,12	6,25	6,23	4,6	5,65
7	2,23	2,53	5,15	5,67	6,13	5,4	5,62	5,47	5,85	6,5	4,11	6,44
8	3,57	2,17	2,16	4,23	5,72	5,39	5,57	5,33	6,55	6,85	3,63	4,63
9	6	4,82	6,96	5,98	6,06	5,51	5,59	5,99	6,59	5,64	5,64	3,92
10	5,53	5,83	6,32	6,54	6,06	5,02	5,4	5,93	6,57	6,86	6,28	6,24
11	4,35	3,71	5,16	6,51	6,08	5,28	5,24	6,11	6,43	6,76	6,41	4,77
12	3,32	3,94	5,21	4,88	5,71	4,99	5,7	5,87	6,5	6,5	5,45	4,61
13	3,2	2,16	2,37	6,26	5,89	5	5,5	6,02	6,66	5,82	6,07	3,49
14	3,82	4,42	6,31	5,79	5,95	5,55	5,5	6,17	5,87	5,84	5,41	3,44
15	4,68	2,91	6,98	6,25	2,45	5,48	5,58	6,21	6,46	6,68	0	3,86
16	2,95	4,96	6,4	5,63	2,86	5,51	5,67	6,43	6,65	6,62	6,75	2,22
17	4,13	6,34	5,16	5,62	4,33	5,52	5,64	6,45	6,63	6,77	6,27	5,09
18	3,66	6,04	0	4,39	4,7	5,44	5,66	6,44	5,61	6,85	4,74	6,74
19	3,62	6,27	6,01	6,11	3,36	4,6	5,68	6,32	3,02	6,78	6,89	6,65
20	4,26	6,32	6,56	4,62	4,26	3,83	5,77	6,34	5,42	6,35	6,57	2,55
21	4,69	7	3,84	5	5,34	4,76	5,43	6,14	4,83	6,91	5,91	3,26
22	2,55	6,06	3,14	4,24	5,29	5,35	5,46	6,28	6,24	6,36	6,09	4,32
23	3,66	5,75	6,72	4,47	4,1	5,17	5,72	6,33	6,74	6,59	6,46	3,92
24	6,07	1,59	5,73	6,01	3,2	4,91	5,81	6,38	6,86	6,63	5,63	3,42

25	2,83	6,43	4,67	4,93	4,22	2,96	5,97	6,41	6,86	6,55	4,52	2,02
26	5,52	4,2	3,86	5,53	5,61	3,39	5,98	6,33	6,67	6,59	2,3	4,38
Tgl	<b>Radiasi Matahari (kWh/m<sup>2</sup>/day)</b>											
	<b>Jan</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Apr</b>	<b>Mei</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Agu</b>	<b>Sep</b>	<b>Okt</b>	<b>Nov</b>	<b>Des</b>
27	3,89	6,69	0	5,66	4,16	5,48	5,99	6,37	6,83	6,7	5,8	4,95
28	3,39	6,68	5,38	5,34	4,88	5,24	5,92	6,32	7,04	6,62	2,32	6,35
29	5,32	-	6,84	6,26	5,51	5,26	4,85	5,72	6,78	4,76	5,09	6,13
30	5,68	-	5,92	6,33	5,57	5,52	5,85	6,4	6,87	5,85	4,14	5,2
31	4,28	-	6,21	-	5,36	-	5,92	6,32	-	6,58	-	5,13
<b>Rata-rata</b>									<b>5,3</b>			

(Sumber : <http://power.larc.nasa.gov>)

Tabel 3.4 Menunjukkan data radiasi matahari di kampus UNISNU Jepara tahun 2018, rata-rata radiasi matahari selama setahun didapatkan sebesar 5,3 kWh/m<sup>2</sup>/hari.



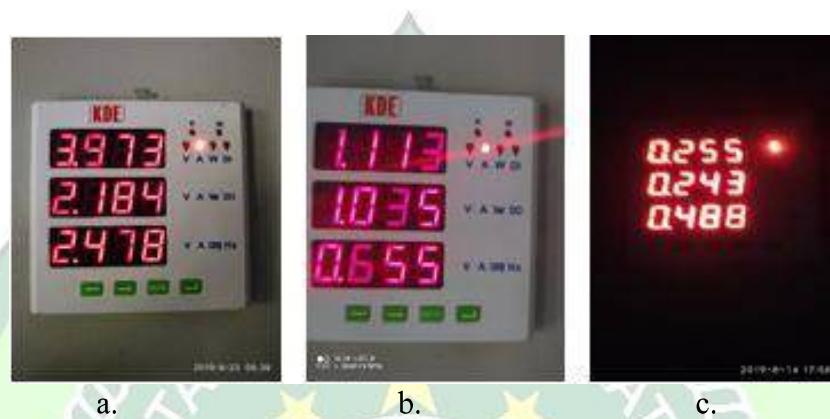
Gambar 3.3 Grafik Rata-Rata Radiasi Matahari 2018

Berdasarkan Gambar 3.3 Grafik diatas menunjukkan rata-rata radiasi matahari tahun 2018. Rata-rata radiasi matahari terbesar terdapat pada bulan oktober dengan nilai 6,4 (kWh/m<sup>2</sup>/day), sedangkan rata-rata radiasi matahari terkecil terdapat pada bulan Januari dengan nilai 4,26 (kWh/m<sup>2</sup>/day).



### 3.4.5. Data Beban Gedung Fakultas Sains dan Teknologi

Berdasarkan gambar 3.4 diketahui data beban pada panel Gedung Fakultas Sains dan Teknologi. Data beban harian dibuat statis, beban yang digunakan mengacu pada waktu perkuliahan efektif, liburan kuliah, dan pada malam hari.



Gambar 3.4 Data Beban Panel Gedung Fakultas Sains dan Teknologi  
(Sumber : Panel gedung Fakultas SAINTEK 2019)

Berdasarkan Gambar 3.4 menjelaskan data beban panel gedung Fakultas Sains dan Teknologi. Gambar 3.4 (a) merupakan data pada waktu perkuliahan efektif, Gambar 3.4 (b) merupakan data pada waktu liburan perkuliahan, gambar 3.4 (c) merupakan data pada waktu malam hari. Dalam pengambilan beban dilakukan dengan mengambil sampling pada waktu dan hari yang berbeda.

Berikut ini merupakan tabel untuk mempermudah membaca gambar pada panel distribusi di Gedung SAINTEK UNISNU Jepara selama sehari atau dua puluh empat jam :

Tabel 3.5 Data Beban Panel Distribusi Gedung SAINTEK

Keterangan	Tanggal Pengambilan	Waktu / Jam	Nilai
Konsumsi energi listrik waktu perkuliahan efektif selama 9 jam (07:30 s/d 16:30)	23/09/2019	09.39 WIB	3.973 A
Konsumsi energi listrik waktu liburan perkuliahan selama 9 jam	07/08/2019	09.50 WIB	1.685 A

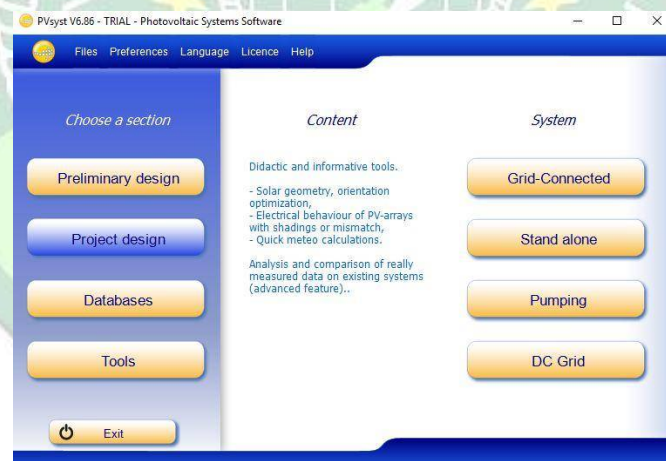
(07:30 s/d 16:30)			
Konsumsi energi listrik malam hari selama 15 jam (16:30 s/d 07:30)	14/08/2019	17.58 WIB	0.488 A

Berdasarkan tabel 3.5 menunjukkan konsumsi energy listrik pada panel Gedung SAINTEK pada waktu perkuliahan efektif selama 9 jam (07.30 s/d 16.30) sebesar 3.973 A, pada waktu liburan perkuliahan selama 9 jam (07.30 s/d 16.30) sebesar 1.685 A dan konsumsi energi listrik pada malam hari selama 15 jam (16:30 s/d 07:30) sebesar 0.488 A.

### 3.4. Langkah-langkah Simulasi *PVsyst*

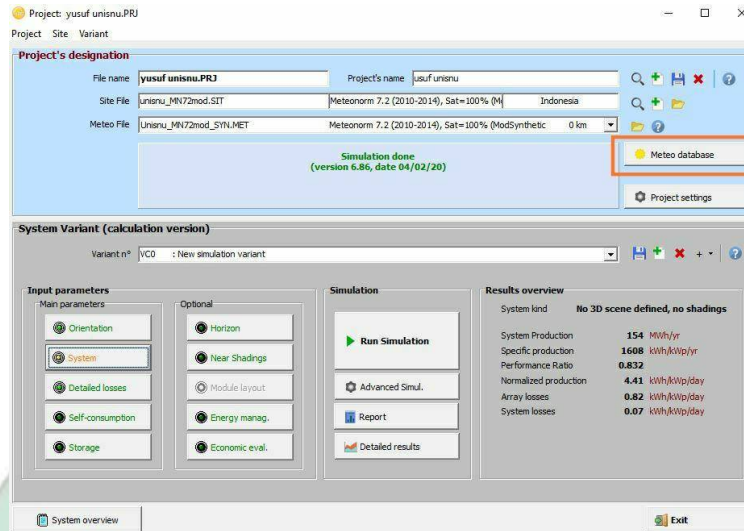
Langkah pertama pada simulasi ini adalah memasukkan data radiasi matahari di UNISNU Jepara, panel surya dan inverter yang digunakan, serta total daya output PLTS dan kemudian menjalankan simulasi perhitungan. Berikut merupakan langkah-langkah detail penggunaan *software PVsyst* :

1. Buka *software PVsyst*, kemudian pilih *Project design* lalu pilih *Grid-Connected*



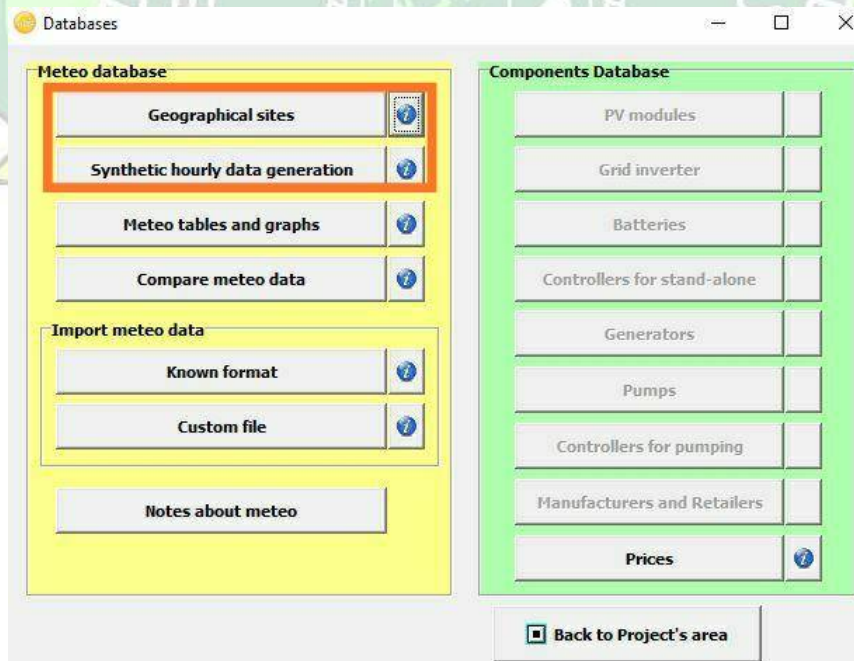
Gambar 3.5 Tampilan Awal *Software Pvsyst*

2. Isi *file name*, *site file*, *project's name*, kemudian pilih *Meteo database*



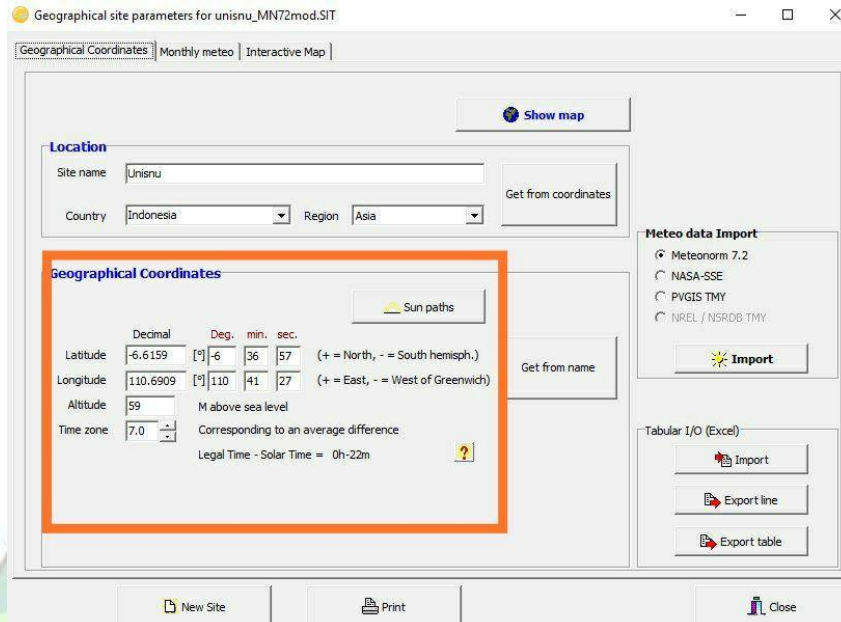
Gambar 3.6 Tampilan *File Project*

3. Pastikan komputer terhubung akses internet, pilih *Geographical sites*



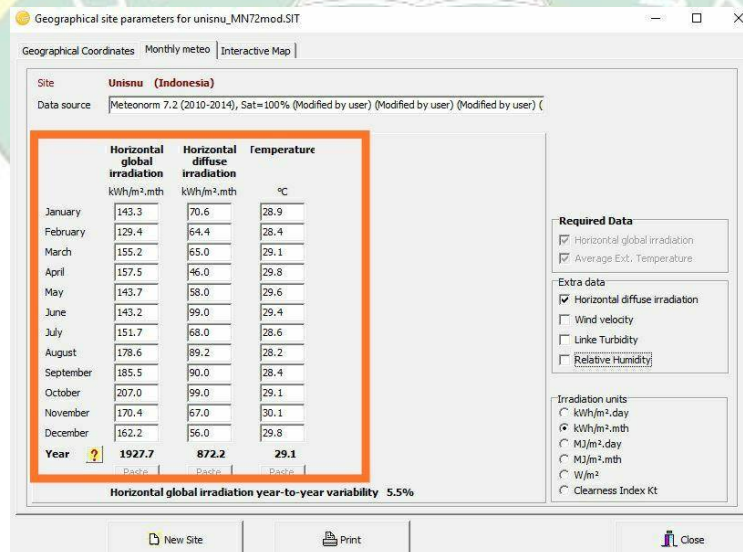
Gambar 3.7 Menu pilihan *Meteo database*

4. Pilih *New*, kemudian isi data *site*, titik *latitude* dan *longitude*



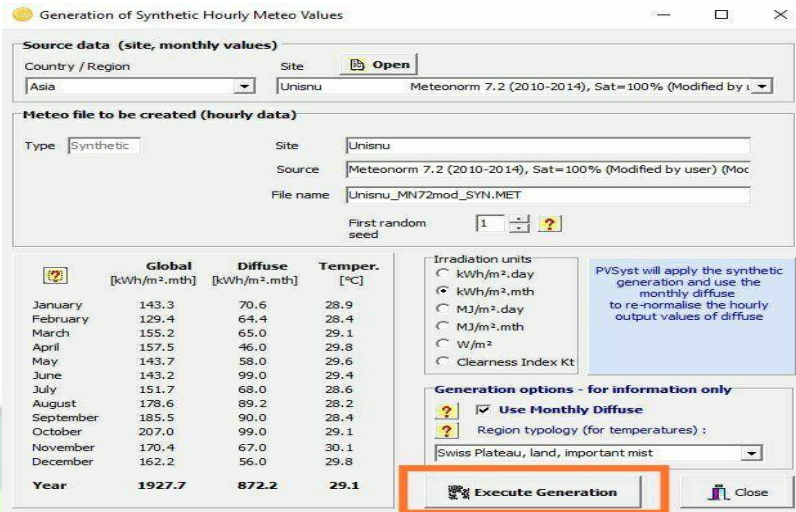
Gambar 3.8 Pembuatan Meteo Baru

5. Sesuaikan radiasi matahari sama seperti radiasi matahari dari NASA pada tahun 2018



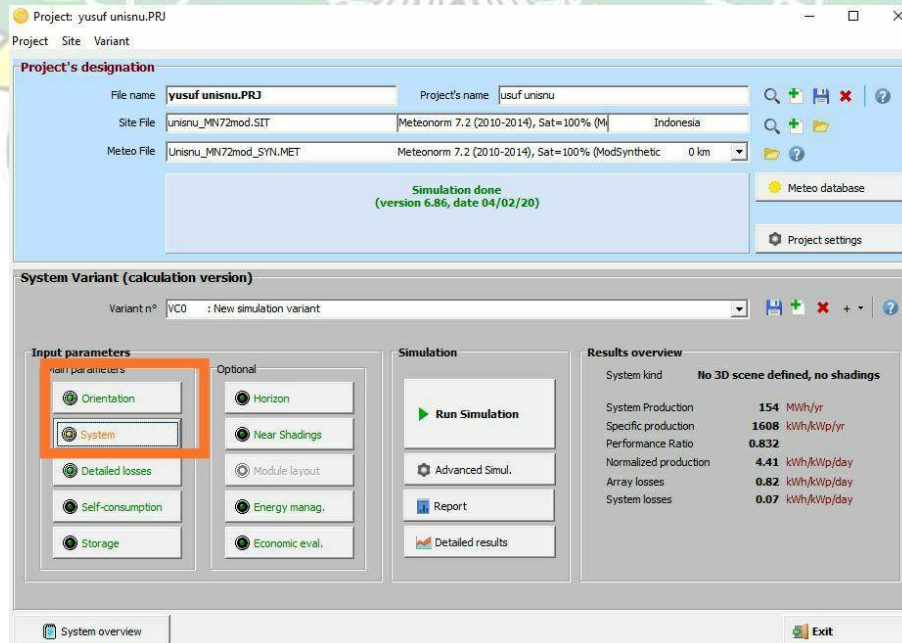
Gambar 3.9 Pengisian Radiasi Matahari

6. Kemudian pilih *Syntetic hourly data generation*, lalu klik *execute generation*



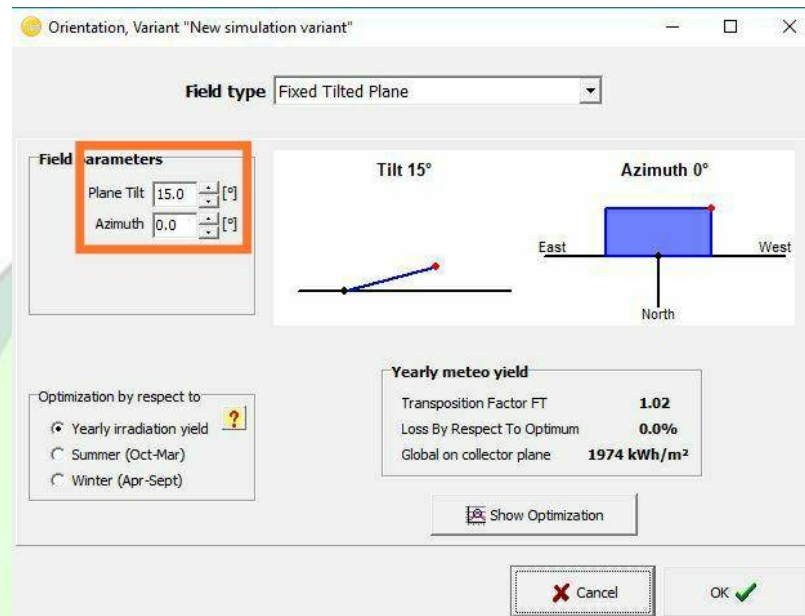
Gambar 3.10 Mengeksekusi Meteo ke sistem

7. Setelah meteo terimport maka kita dapat mengakses *orientation* dan *system*



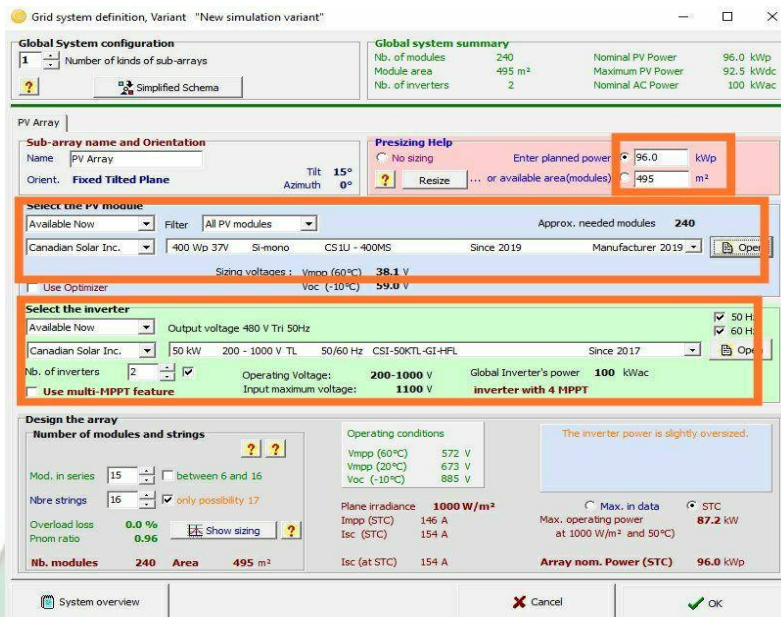
Gambar 3.11 Tampilan *File Project* Yang Sudah Terisi *Meteo Database*

8. Pilih *Orientation*, kemudian atur sudut kemiringan dan *azimuth*



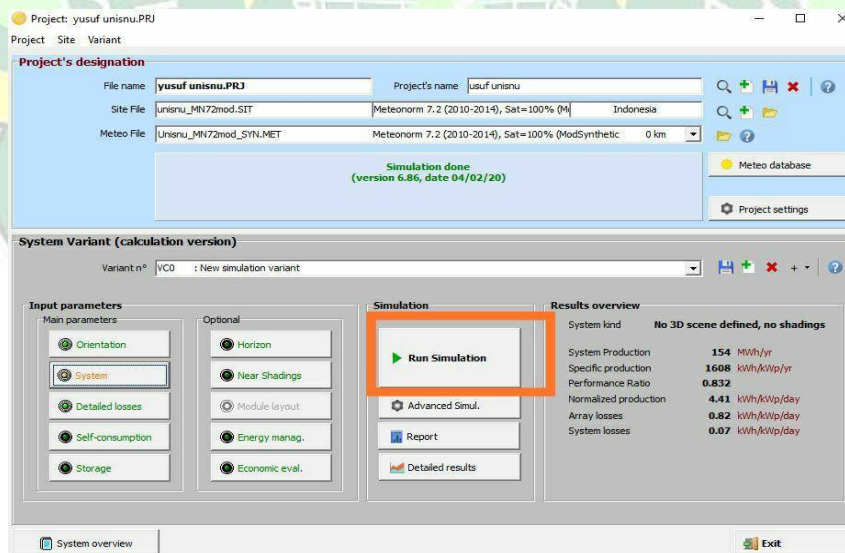
Gambar 3.12 Pengatur Sudut Kemiringan dan *Azimuth*

9. Pilih *system*, untuk mengatur daya *output PV Array*, frekuensi serta jenis PV dan *inverter*. Untuk *sizing string* secara otomatis akan terisi dengan sendirinya



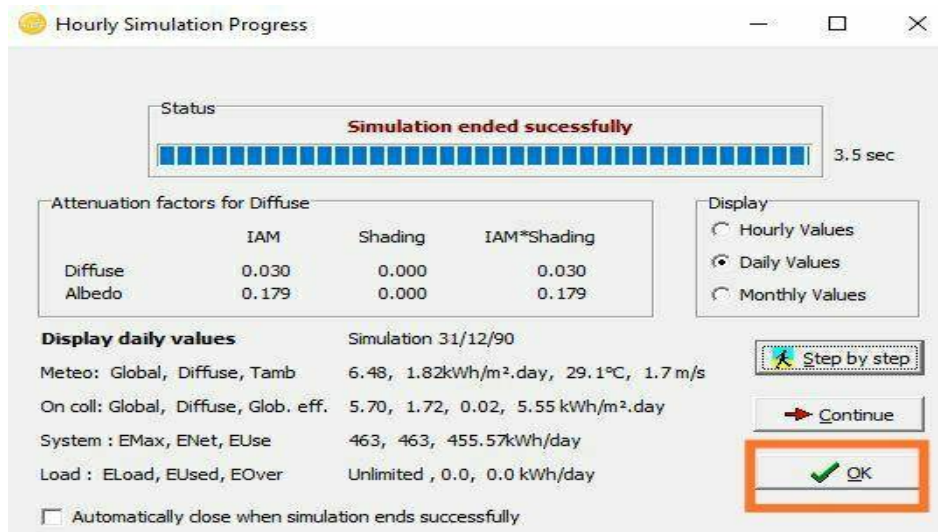
Gambar 3.13 Mengatur Daya Output, Jenis PV dan Inverter

10. Jalankan simulasinya dengan mengeklik *Run Simulation*



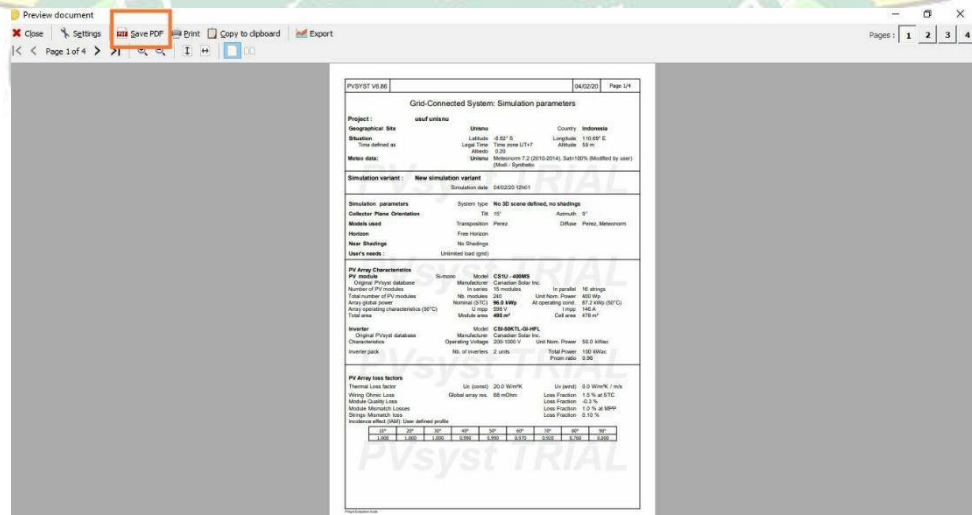
Gambar 3.14 Tampilan *File Project* Siap Dijalankan

11. Pilih OK dan simpan hasil simulasi



Gambar 3.15 Simulasi PVsyst Running

12. Kemudian untuk mengunduhnya dalam bentuk file pdf, klik *report* dan simpan dalam bentuk file pdf



Gambar 3.16 Hasil Simulasi PVsyst