

**STUDI PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
SURYA ROOFTOP DENGAN SISTEM ON-GRID DI
CV. QIRANA MEUBEL JEPARA**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan di susun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar S1 pada
Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Sultan Agung



Di susun oleh :

MUHAMMAD CHISAMUDDIN ALKHOLISH

NIM : 30601800028

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG
2023**

FINAL PROJECT

**STUDY OF ROOFTOP SOLAR POWER PLANT PLANNING
WITH ON-GRID SYSTEM IN CV. QIRANA FURNITURE
JEPARA**

*Proposed was prepared to fulfill one of the requirements for obtaining an
undergraduate degree in the Electrical Engineering Study Program, Faculty of
Industrial Technology Sultan Agung Islamic University*



Di susun oleh :

MUHAMMAD CHISAMUDDIN ALKHOLISH

NIM : 30601800028

**DEPARTEMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
UNIVERSITY ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG**

2023

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul "STUDI PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA ROOFTOP DENGAN SISTEM ON-GRID DI CV. QIRANA MEUBEL JEPARA" ini disusun oleh :

Nama : Muhammad Chisamuddin Alkholish

NIM : 30601800028

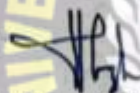
Program Studi : Teknik Elektro

Telah disahkan oleh dosen pembimbing pada :

Hari : Selasa

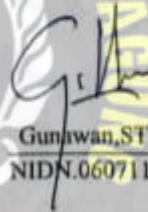
Tanggal : 7 Maret 2023

Pembimbing I



Dedi Nugroho, ST, MT.
NIDN. 0617126602

Pembimbing II



Gunawan, ST, MT.
NIDN.0607117101

UNISSULA

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Elektro



Jenny Putri Hapsari, ST, MT.
NIDN. 0607018501



LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul "STUDI PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA ROOFTOP DENGAN SISTEM ON-GRID DICV. QIRANA MEUBELJEPARA" ini telah dipertahankan di depan dosen penguji Tugas Akhir pada :

Hari : Selasa
Tanggal : 7 maret 2023

TIM PENGUJI

<p>Anggota I</p>  <p><u>Dedi Nugroho, ST, MT.</u> NIDN. 0617126602</p>	<p>Anggota II</p>  <p><u>Gunawan, ST, MT.</u> NIDN. 0607117101</p>
---	--

UNISSULA
جامعة سلطان أبوبعدي الإسلامية
Ketua Penguji


Ir. Sukarno Budi Utomo, MT.
NIDN. 0619076401

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Chisamuddin Alkholish
Nim : 30601800028
Fakultas : Teknologi Industri
Program Studi : Teknik Elektro

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang saya buat dalam rangka menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1) Teknik Elektro di Fakultas Teknologi UNISSULA Semarang dengan judul "STUDI PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA ROOFTOP DENGAN SISTEM ON-GRID DI CV. QIRANA MEUBEL JEPARA", adalah asli (orisinal) dan bukan menjiplak (plagiat) dan belum pernah diterbitkan/dipublikasikan dimanapun dalam bentuk apapun baik sebagian atau keseluruhan, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab. Apabila di kemudian hari ternyata terbukti bahwa Karya Tugas Akhir tersebut adalah hasil karya orang lain atau pihak lain, maka saya bersedia dikenakan sanksi akademis.

Semarang, 9 Maret 2023

Yang Menyatakan

Mahasiswa

METERAI
TEMPEL
57A90X17769933E
Muhammad Chisamuddin Alkholish
NIM.30601800028

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Chisamuddin Alkholish

NIM : 30601800028

Program studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknologi Industri

Alamat Asal : JL. Kyai Nawawi RT21/RW04 Sinanggul, Kec. Mlonggo,
Kab. Jepara

No.HP / Email : 082362516260 / alkholish@std.unissula.ac.id

Dengan ini menyatakan Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir dengan Judul:

**"STUDI PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA
ROOFTOP DENGAN SISTEM ON-GRID DI CV. QIRANA MEUBEL
JEPARA "**

Menyetujui menjadi hak milik Universitas Islam Sultan Agung serta memberikan Hak bebas Royalti Non_Eksklusif untuk disimpan, dialihmediakan, dikelola dan pangkalan data dan dipublikasikan diinternet dan media lain untuk kepentingan akademis selama tetap menyantumkan nama penulis sebagai hak cipta. Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta/Plagiatisme dalam karya ilmiah ini, maka segala bentuk tuntutan hukum yang timbul akan saya tanggung secara pribadi tanpa melibatkan Universitas Islam Sultan Agung.

Semarang, 9 maret 2023

Yang Menyatakan



Muhammad Chisamuddin Alkholish
NIM. 30601800028

PERSEMBAHAN

Pertama,

Tugas Akhir ini akan saya persembahkan kepada kedua orang tua saya yang sayacintai Alm.Bapak Ahmad Mursidi dan Ibu Nur hayati yang sudah membesarkan,mendoakan, serta selalu medukung dalam menyelesaikan studi saya hingga saat ini. Juga kakak-kakak saya yang selalu menyemangati dan selalu memberikan fasilitas yang saya butuhkan, merupakan penunjang untuk dapat menyelesaikan perkuliahan.

Kedua,

Untuk diri saya sediri terimakasih sudah berjuang, sudah bersemangat dan sudah kuat menyelesaikan studi perkuliahan selama ini dengan baik.

Ketiga,

Untuk Dosen Pembimbing dan seluruh Dosen Teknik Elektro yang selalu memberikan ilmu, saran dan bimbingannya.

Keempat,

Untuk teman – teman Teknik Elektro 2018 yang sudah membantu serta selalu memberikan dukungan khususnya teman kos seperjuangan Andi, Iksan, Faza, Fahfi, Mas Singgih.

MOTTO

Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum,
sebelum mereka mengubah keadaan diri

~QS Ar-Rad 11~

Dan ketahuilah, sesungguhnya kemenangan itu beriringan dengan
kesabaran. Jalan keluar beriringan dengan kesukaran. Dan sesudah
kesulitan, pasti akan datang kemudahan

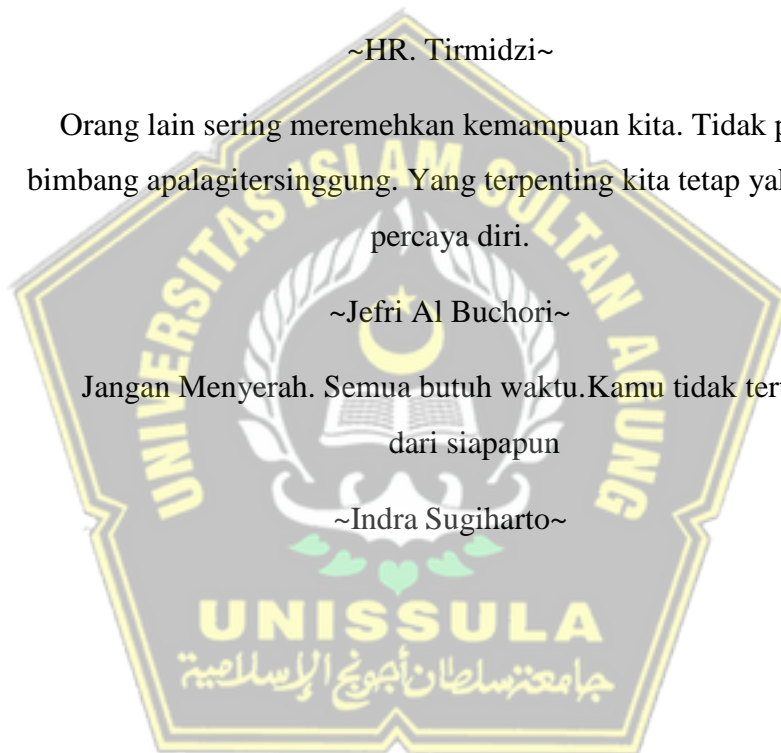
~HR. Tirmidzi~

Orang lain sering meremehkan kemampuan kita. Tidak perlu
bimbang apalagi tersinggung. Yang terpenting kita tetap yakin dan
percaya diri.

~Jefri Al Buchori~

Jangan Menyerah. Semua butuh waktu. Kamu tidak tertinggal
dari siapapun

~Indra Sugiharto~



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan begitu banyak Taufik, Rahmat dan Hidayah-Nya kepada kita, sehingga peneliti dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik dan lancar. Penulisan Tugas Akhir ini adalah salah satu syarat yang menjadi kewajiban kita untuk meraih Gelar Sarjana (S1) Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang, dengan judul Tugas Akhir yang peneliti ambil yaitu “Studi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Rooftop dengan Sistem On-grid di Cv. Qirana Meubel Jepara”.

Selesainya Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan bimbingan serta doa dari berbagai pihak yang telah membantu dalam pembuatan karya ini. Oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Alm.Bapak, Ibu serta keluarga yang selalu mendoakan, menyemangati dan mendukung dalam proses penyelesaian Tugas Akhir.
2. Ibu Dr. Hj. Novi Marlyana, ST, MT Selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang
3. Ibu Jenny Putri Hapsari, ST, MT Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang
4. Bapak Dedi Nugroho, ST, MT Selaku Dosen Pembimbing pertama yang telah meluangkan waktu selama proses bimbingan
5. Bapak Gunawan, ST, MT Selaku Dosen Pembimbing kedua yang telah meluangkan waktu selama proses bimbingan
6. Teman-teman Jurusan Teknik Elektro yang telah memberikan semangat kepada peneliti hingga Tugas Akhir ini dapat selesai
7. Semua pihak yang telah membantu hingga terselesainya pembuatan tugas akhir maupun dalam penyusunan Tugas Akhir yang tidak dapat disebutkan satu persatu

Dalam pembuatan Laporan Tugas Akhir penulis menyadari bahwa masih jauh dari kata sempurna karena masih keterbatasan ilmu, pengalaman dan kemampuan peneliti. Oleh itu, saran serta kritik yang membangun dari pembaca akan menjadi

masukan yang sangat berharga bagi peneliti. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Aamiin.

Jepara,

Penulis



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	v
PERSEMBAHAN.....	vi
MOTTO	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Dasar Teori	6
2.2.1 Pembangkit Listrik.....	6
2.2.2 Energi Terbarukan.....	7
2.2.3 PLTS	8
2.2.4 Jenis – jenis PLTS.....	8
2.2.5 Panel Surya	10
2.2.6 Pengkonversian panel surya menjadi listrik.....	11
2.2.7 Jenis – jenis sel surya	12
2.2.8 Inverter	15

2.2.9 Meteran Exim.....	16
2.2.10 Pengukuran Luas Rooftop.....	17
2.2.11 Array modul surya	17
BAB III METODE PENELITIAN	20
3.1 Objek Penelitian.....	20
3.2 Alat Dan Peralatan Dalam Penelitian	20
3.3 Metode Pengumpulan Data.....	20
3.3.1 Data Iradiasi Matahari.....	22
3.3.2 Konsumsi Energi CV. Qirana Jepara	23
3.4 Komponen.....	24
3.5 Tahapan – tahapan penelitian	26
3.6 Alur perancangan PLTS.....	27
3.7 Desain PLTS on-grid	27
3.8 Flowchart	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1 Radiasi Sinar Matahari.....	29
4.2 Luas Atap.....	30
4.3 Jumlah Panel	33
4.4 Penyusunan Array Panel Surya.....	36
4.5 Penempatan Array Pada Rooftop.....	38
4.6 Menghitung energi yang dihasilkan PLTS rooftop.....	39
4.7 Menentukan kapasitas Inverter	40
4.8 Menghitung Performance Ratio	41
BAB V KESIMPULAN	42
5.1 Kesimpulan	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN.....	44

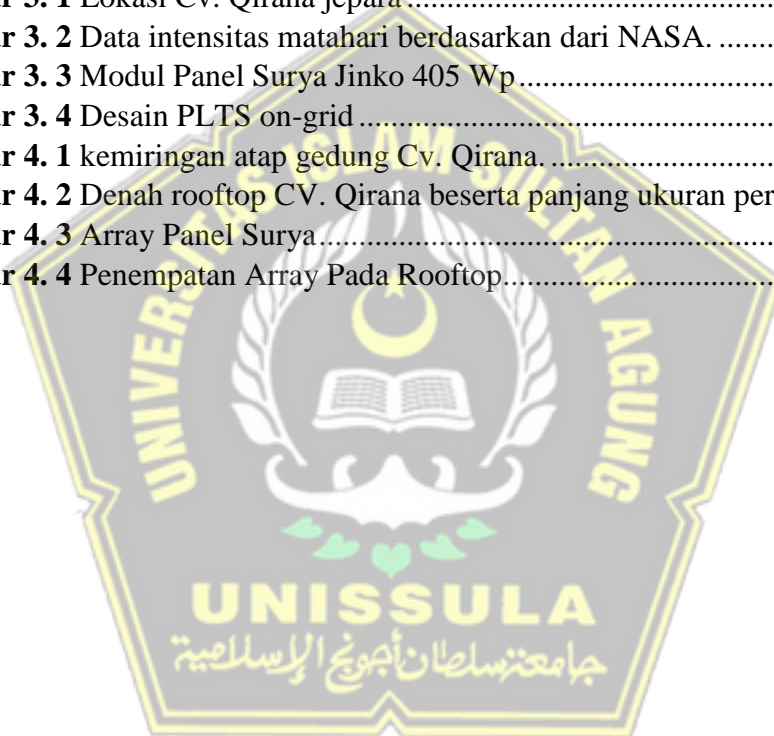
DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Pemakaian Konsumsi Listrik di CV. Qirana	24
Tabel 3. 2 Spesifikasi Modul Panel Surya 405 Wp Jinko Monocrystalline	25
Tabel 4. 1 Data Intensitas Radiasi Sinar Matahari di CV.Qirana Menurut Software	29
Tabel 4. 2 Datasheet inverter MID 25KTL3-X	40



DAFTAR GAMBAR

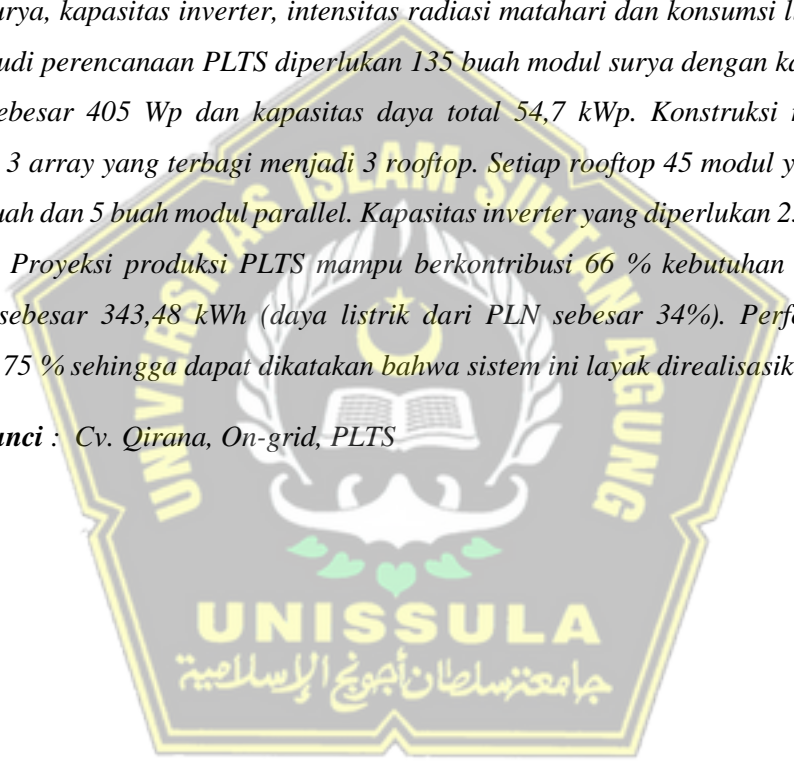
Gambar 2. 1 PLTS Sistem On-Grid	8
Gambar 2. 2 PLTS Sistem Off-Grid.....	9
Gambar 2. 3 PLTS sistem Hybrid	10
Gambar 2. 4 struktur modul photovoltaik	10
Gambar 2. 5 Panel Surya Monocrytalline	13
Gambar 2. 6 Panel Surya Polycrystalline	14
Gambar 2. 7 Panel Surya dengan Teknologi Thin Film	14
Gambar 2. 8 Jenis inverter ongrid	15
Gambar 2. 9 Meteran Exim	17
Gambar 3. 1 Lokasi Cv. Qirana jepara	20
Gambar 3. 2 Data intensitas matahari berdasarkan dari NASA.	22
Gambar 3. 3 Modul Panel Surya Jinko 405 Wp.....	24
Gambar 3. 4 Desain PLTS on-grid	27
Gambar 4. 1 kemiringan atap gedung Cv. Qirana.	30
Gambar 4. 2 Denah rooftop CV. Qirana beserta panjang ukuran perusahaan.....	32
Gambar 4. 3 Array Panel Surya.....	37
Gambar 4. 4 Penempatan Array Pada Rooftop.....	38



ABSTRAK

CV. Qirana adalah industri yang memproduksi furniture berorientasi export yang berada di Jepara. Menempati lahan dengan luas tanah 7.600 m² dimana terdapat 3 bangunan produksi dengan daya listrik terpasang PLN sebesar 105 KVA. Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Rooftop dengan Sistem On-grid di lakukan guna menggali potensi energi yang dapat dimanfaatkan. Model PLTS ditetapkan berdasar kapasitas luas atap gedung eksisting. Energi listrik yang dihasilkan difungsikan secara On-Grid untuk membantu pasokan listrik. Parameter yang ditentukan antara lain: luas rooftop, kapasitas panel surya, kapasitas inverter, intensitas radiasi matahari dan konsumsi listrik bulanan. Hasil studi perencanaan PLTS diperlukan 135 buah modul surya dengan kapasitas setiap panel sebesar 405 Wp dan kapasitas daya total 54,7 kWp. Konstruksi modul dengan struktur 3 array yang terbagi menjadi 3 rooftop. Setiap rooftop 45 modul yang terpasang seri 9 buah dan 5 buah modul parallel. Kapasitas inverter yang diperlukan 25 kW sebanyak 3 buah. Proyeksi produksi PLTS mampu berkontribusi 66 % kebutuhan energi listrik harian sebesar 343,48 kWh (daya listrik dari PLN sebesar 34%). Performance ratio sebesar 75 % sehingga dapat dikatakan bahwa sistem ini layak direalisasikan.

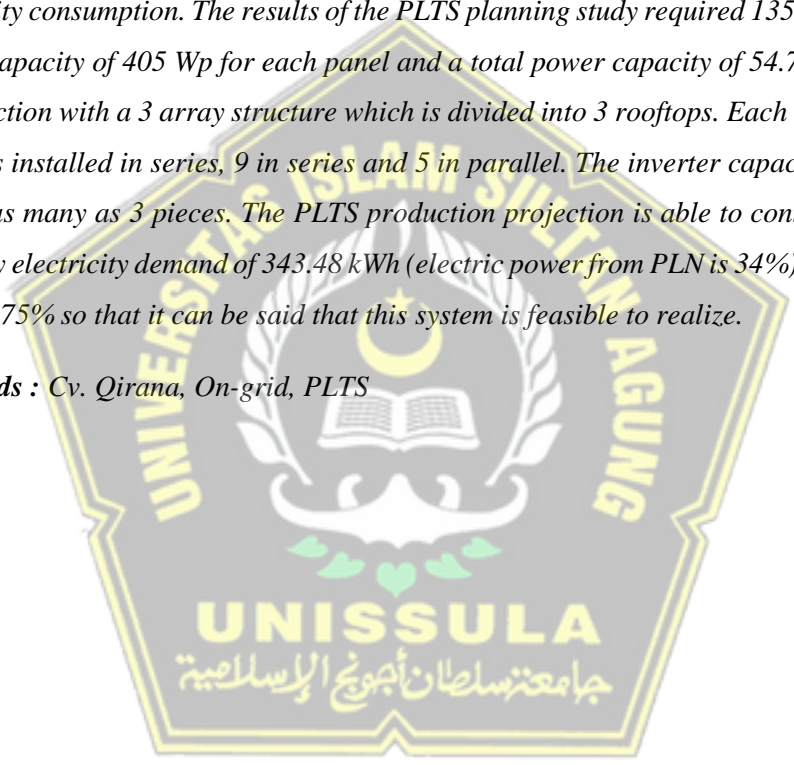
Kata Kunci : *Cv. Qirana, On-grid, PLTS*



ABSTRACT

CV. Qirana is an industry that produces export-oriented furniture in Jepara. Occupying land with a land area of 7,600 m² where there are 3 production buildings with an installed PLN electric power of 105 KVA. Planning for a Rooftop Solar Power Plant with an On-grid System is carried out to explore potential energy that can be utilized. The PLTS model is determined based on the roof area capacity of the existing building. The generated electrical energy is used on-grid to help supply electricity. Parameters determined include: rooftop area, solar panel capacity, inverter capacity, solar radiation intensity and monthly electricity consumption. The results of the PLTS planning study required 135 solar modules with a capacity of 405 Wp for each panel and a total power capacity of 54.7 kWp. Module construction with a 3 array structure which is divided into 3 rooftops. Each rooftop has 45 modules installed in series, 9 in series and 5 in parallel. The inverter capacity required is 25 kW as many as 3 pieces. The PLTS production projection is able to contribute 66% of the daily electricity demand of 343.48 kWh (electric power from PLN is 34%). Performance ratio of 75% so that it can be said that this system is feasible to realize.

Keywords : *Cv. Qirana, On-grid, PLTS*



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi listrik saat ini sangat tinggi dan semakin meningkat setiap harinya. Dengan meningkatnya populasi mausia yang semakin meningkat setiap tahunnya. Hal ini akan menyebabkan penambangan batubara dengan terus menerus, menjadikan cadangan batubara baru akan selau berkurang. Terutama di perusahaan dan pabrik menjadi salah satu sektor yang mengkonsumsi listrik paling banyak dimana penggunaan listrik di bagian industri pada triwulan pertama tahun ini mencapai senilai 21.953 Giga Watt hour (GWh). Nilai ini 33,56% dari total penggunaan nasional, apabila dibandingkan dengan bulan Maret tahun lalu pertumbuhan konsumsi bagian industri masih 4%. Tetapi tahun ini naik 16%. [1]

Salah satu industri yaitu CV. Qirana yang terletak di kabupaten jepara. CV. Qirana adalah industri yang memproduksi furniture atau mebel yang di expor ke berbagai negara dimana setiap tahunnya mengalami kenaikan permintaan barang dari konsumen. Didalam proses produksinya menggunakan alat-alat yang membutuhkan daya besar untuk mengoprasikanya, tentu hal itu sangat ketergantungan dengan energi listrik. Permasalahan yang terjadi adalah kenaikan biaya listrik di CV. Qirana akibat peningkatan beban berupa peningkatan konsumsi listrik untuk mendukung industri dalam negeri untuk menyediakan produk yang berkualitas dan berdaya asing. [2]

Kondisi CV. Qirana dengan luas tanah 7.600 m² yang terdiri dari 3 bangunan rooftop dan memiliki daya yang terpasang dari PLN sebesar 105 Kva. Salah satu sumber energi baru terbarukan yang sesuai di Indonesia karena terletak di garis khatulistiwa dengan rata-rata penyinaran matahari 4,8 kWh/m², hal ini menjadi potensi untuk memanfaatkan energi surya sebagai sumber energi listrik dengan meletakkan modul photovoltaik di rooftop maka tidak perlu dilakukan pembebasan lahan atau mempersiapkan lahan bangunan lagi [3].

Perancangan PLTS rooftop ini dibuat dengan cara menggabungkan dengan listrik dari PLN menggunakan sistem on-grid.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dapat dibuat sebagai berikut:

- a. Bagaimana mengidentifikasi besar dan pola beban listrik harian CV. Qirana jepara ?
- b. Bagaimana potensi energi alternatif (cahaya matahari) dapat dimanfaatkan sebagai dalam perencanaan PLTS di rooftop CV. Qirana jepara ?
- c. Bagaimana pola pembebanan pada CV. Qirana dengan kombinasi suplai PLN dan-pembangkit listrik tenaga surya ?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini dapat dilakukan lebih fokus dan mendalam maka penulis memandang permasalahan penelitian yang di angkat perlu dibatasi variabelnya. Oleh sebab itu, penulis membatasi batasan masalahnya sebagai berikut :

- a. Penelitian dilakukan untuk mengukur besar daya listrik yang dihasilkan dari PLTS dengan perkiraan luas rooftop CV. Qirana .
- b. Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengurangan biaya konsumsi daya listrik PLN.
- c. Penelitian ini memperkirakan berapa banyak solar panel yang terpasang.
- d. Desain instalasi PLTS hanya meperhitungkan luasan area total rooftop bangunan.
- e. Penelitian ini tidak membahas biaya ekonomi operasi dan pemeliharaan pada peralatan listrik PLTS.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari laporan tugas akhir ini untuk :

- a. Memetakan beban listrik, mengukur penggunaan daya listrik dan membuat pola beban harian selama 1 bulan di CV Qirana.

- b. Merencanakan kapasitas pembangkitan berdasarkan luas bidang yang tersedia dan merencanakan system PLTS yang sesuai kebutuhan CV Qirana.
- c. Merencanakan pola pembebanan listrik dengan pembagian persentase 60 % PLTS dan 40 % PLN.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- a. Mengetahui potensi rooftop cv.Qirana sebagai PLTS.
- b. Mengetahui berapa besar daya yang dihasilkan dari solar panel.
- c. Mengetahui hasil pengurangan konsumsi energi listrik dari PLN.

1.6 Sistematika Penelitian

Untuk memudahkan dalam penyusunan tugas akhir ini maka penulis membuat sistematika sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Dalam bab ini berisikan latar belakang, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Bab ini berisikan tentang tinjauan pustaka penelitian yang pernah dilakukan, komponen yang bersangkutan dengan PLTS (Pemangkit listrik Tenaga Surya) Atap, dan persamaan sebagai rumus pada perhitungan.

BAB III: METODE PENELITIAN

Bab ini menerangkan tentang model penelitian, objek penelitian, data penelitian, dan langkah- langkah dalam penelitian.

BAB IV: HASIL DAN ANALISA

Bab ini menjelaskan tentang pembahasan data dan analisa

penelitian yang didapatkan dari hasil penelitian di lokasi dan pengolahan data yang diperoleh.

BAB V : PENUTUP

Dari hasil data penelitian dan analisa yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan dan saran sebagai penutup tugas akhir ini.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Beberapa penelitian tentang studi potensi dan perencanaan PLTS telah dilakukan oleh peneliti-peneliti terdahulu, antara lain :

- a. Potensi Pemanfaatan Atap Tribun di Stadion Kapten I Wayan Dipta Gianyar sebagai PLTS Rooftop. Cara pertama dengan dilakukan penelitian literatur dan mengidentifikasi letak penelitian dan letak geografisnya. Kedua, Data penelitian seperti data AMR trafo sebagai penunjang, ,model kelistrikanya, data radiasi matahari serta komponen PLTS. Kemudian dilakukan perancangan PLTS dibagi 2 skenario, menghitung daya beban konsumsi yang dapat disuplai PLTS, dan dilakukan perhitungan biaya konsumsi energi dan kelayakan PLTS. Dengan cara Skenario 1 mendapatkan kapasitas 83.300 Wp dengan modul surya sebanyak 238 buah dan inverter 2 buah inverter menghasilkan energi sebesar 112.321 kWh/tahun dan sebagai penyuplai beban siang trafo 2 dan 3 stadion sebesar 35.470 kWh/tahun. Untuk skenario 2 berkapasitas 156.800 Wp dengan panel surya sebanyak 448 buah dan inverter 4 buah menghasilkan energi sebesar 211,458 kWh/tahun dan sebagai penyuplai beban siang trafo 1 di stadion sebesar 100.919 kWh/tahun. [4]
- b. Perancangan pembangkit listrik tenaga surya (plts) *rooftop on grid* di pt. bpr bkk mandiraja cabang wanayasa di kabupaten banjarnegara ditinjau dari ekonomi teknik dan teknis dengan menggunakan aplikasi *pvsyst 7.0* dan *retscreen 6.0.7*. Tugas akhir ini dibuat oleh Darell Mahardhika , Jaka Windarta dan Enda Wista Sinuraya. Membahas perancangan pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Rooftop dengan sistem On Grid di PT. BPR BKK Mandiraja Banjarnegara Cabang Wanayasa ditinjau dari Ekonomi Teknik dan Teknis dengan Menggunakan aplikasi Pvsyst 7.0 dan RetScreen 6.0.7. Dengan hasil penelitian ini Melalui software PVSyst 7.0,

dengan rata rata radiasi sebesar 4,16 kWh/m²/hari, potensi kinerja dari berbeda-beda model perancangan PLTS *rooftop* kapasitas 1200 Wp akan menghasilkan energi sebesar 1266 kWh, 1259 kWh, 1401 kWh dan 1393 kWh. Biaya investasi berbeda-beda model perancangan PLTS adalah Rp23.072.000, Rp21.922.000, Rp24.572.000, dan Rp23.422.000 dengan nilai *Net Present Value* masing-masing model adalah Rp6.384.126, Rp7.631.112, Rp7.816.540, dan Rp9.023.991 dengan waktu pengembalian biaya investasi masing-masing variasi berdasarkan *discounted payback period* yang dihitung adalah 13,13 tahun, 12,83 tahun, 12,78 tahun dan 12,26 tahun. [5]

- c. Perencanaan Teknis dan Ekonomis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem *On-Grid*. Tugas akhir ini dibuat oleh Jufrizel,MT, Muhammad Irfan, ST. Membahas mengenai potensi radiasi matahari di kota Dumai dengan mengacu beban dan skema distribusi listrik gedung terpadu. Berdasarkan rekomendasi PVsyst, digunakan data radiasi matahari untuk merancang sistem PLTS wilayah Dumai menggunakan data meteorologi Meteororm. Analisis teknis PLTS gedung terpadu PT. Pertamina RU II Dumai dengan beban harian rata-rata 496 kWh, membutuhkan 375 panel surya, 12 seri dan 32 paralel. Menggunakan inverter 50 kW, setiap modul memiliki kapasitas 315 Wp. [6]

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Pembangkit Listrik

Pembangkit listrik ialah suatu tempat yang digunakan untuk membangkitkan listrik dengan cara memanfaatkan energi mekanik yang dikonversi menjadi energi listrik melalui turbin yang kemudian disambungkan ke generator sebagai pembangkit listrik. Pembangkit listrik terdiri dari berbagai macam tergantung pemanfaatan energi mekaniknya di antaranya ialah : Pembangkit listrik tenaga air (PLTA), Pembangkit listrik tenaga gas uap (PLTGU), Pembangkit listrik tenaga Uap (PLTU) Pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB), Pembangkit listrik tenaga panas

bumi (PLTPB), Pembangkit listrik tenaga nuklir (PLTN), Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS).

2.2.2 Energi Terbarukan

Istilah "energi terbarukan" mengacu pada jenis energi alam yang dapat diregenerasi secara teratur dan digunakan tanpa batas waktu. Energi terbarukan dapat dibuat dengan menggunakan pergantian peristiwa inovatif yang semakin kompleks, sehingga dapat menjadi sumber energi pilihan. Energi terbarukan ini memiliki berbagai macam pemanfaatan energy alam diantaranya :

- a. Energi matahari : Sumber energi ini berasal dari proses penangkapan energi radiasi matahari, atau sinar matahari, dan mengubahnya menjadi listrik, panas, atau air panas. Untuk mendapatkan listrik, panas matahari diserap oleh panel surya (solar panel) dan diubah menjadi listrik.
- b. Energi angin : Energi angin : Udara bergerak melalui angin. Tenaga angin sudah ada sejak lama. Misalnya, pabrik di Belanda menggunakan tenaga angin untuk menggerakkan turbin yang menghasilkan listrik. Generator digerakkan oleh turbin untuk menghasilkan listrik.
- c. Energi pasang surut : Pasang surut air laut menyediakan energi ini. Diketahui bahwa energi ini juga digunakan di Eropa dan di pantai timur Amerika Serikat. Turbin pantai membantu konversi energi pasang surut menjadi energi mekanik untuk pembangkit listrik.
- d. Gelombang energi : Energi ini juga digunakan untuk menghasilkan listrik. Namun infrastruktur yang dibutuhkan untuk mengembangkan energi gelombang ini sangat mahal.
- e. Energi panas laut : Energi panas laut : Setiap bagian air laut memiliki suhu yang berbeda; bagian dalamnya terasa dingin, dan permukaannya terasa panas karena terkena sinar matahari. Menggunakan teknologi mutakhir, perbedaan suhu ini digunakan untuk menghasilkan energi listrik.

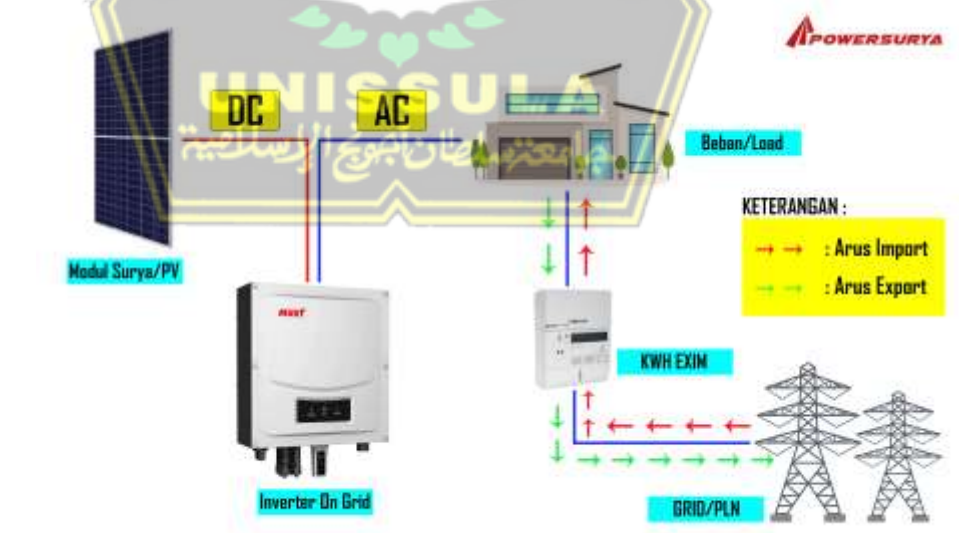
2.2.3 PLTS

Pembangkit listrik yang menggunakan pemanfaatan energi dari sinar matahari untuk memproduksi energi listrik. Menggunakan komponen utama berupa panel surya fotovoltaik yang dapat merubah sinar matahari menjadi energi listrik sehingga dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik sehari-hari. Panel surya fotovoltaik menghasilkan arus listrik berupa arus listrik DC atau searah sehingga membutuhkan komponen inverter untuk merubah arus listrik searah DC atau searah ini menjadi arus listrik bolak-balik AC atau arus bolak-balik.

2.2.4 Jenis – jenis PLTS

A. PLTS Sistem On-Grid

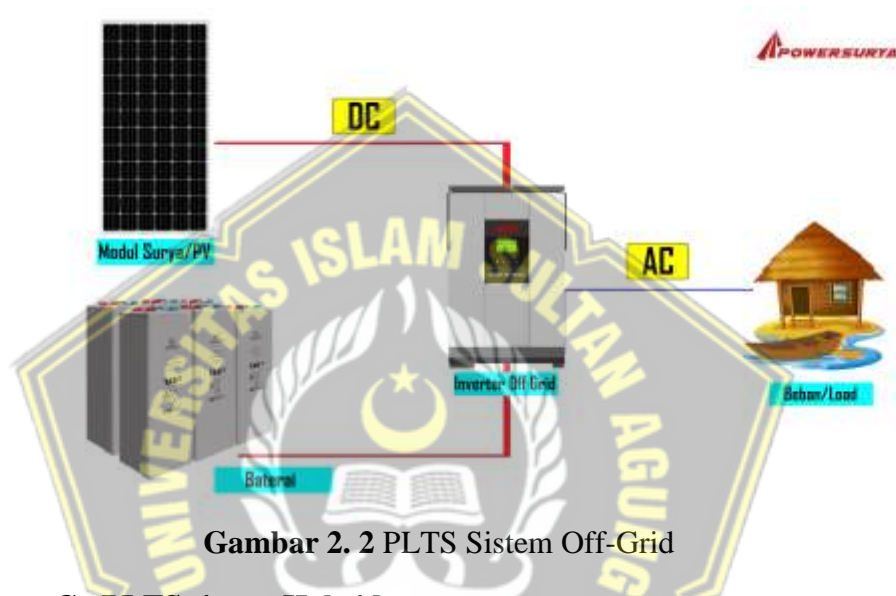
PLTS dengan sistem on-grid ialah jenis PLTS yang terkoneksi langsung oleh listrik PLN, digunakan untuk mencadangkan energi yang dihasilkan oleh PLN dan mengurangi jumlah energi yang digunakan oleh PLN. Karena pemasangannya tidak membutuhkan lahan yang luas, PLTS on-grid ini biasanya dapat dipasang di atap kantor dan rumah di perkotaan.



Gambar 2. 1 PLTS Sistem On-Grid

B. PLTS Sistem Off-Grid

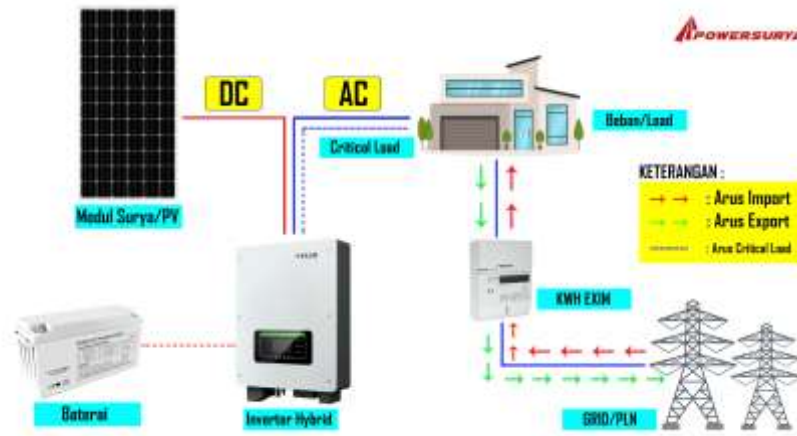
PLTS dengan sistem *off-grid* ialah PLTS jenis mandiri yang tidak menggunakan energi listrik PLN, PLTS ini biasanya diaplikasikan di pedesaan untuk memenuhi kebutuhan listrik harian yang masih belum terpenuhi oleh jaringan listrik PLN.



Gambar 2. 2 PLTS Sistem Off-Grid

C. PLTS sistem Hybrid

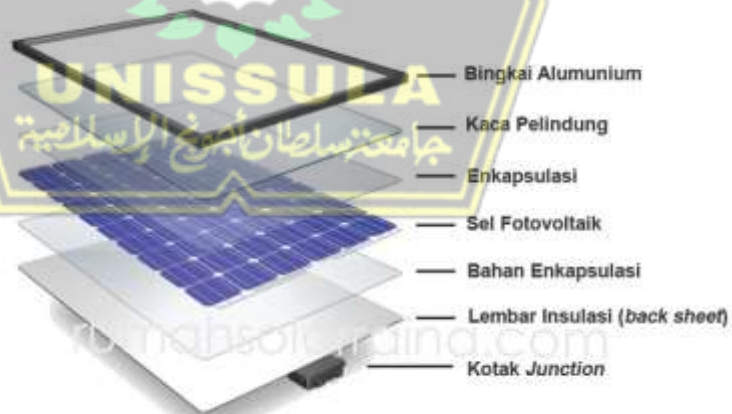
PLTS dengan sistem hybrid adalah PLTS yang menggabungkan sekurang-kurangnya dua jenis sumber pembangkit listrik dengan sistem yang berbeda, sehingga keberadaan 2 sumber pembangkit listrik dengan sistem yang berbeda memberikan manfaat teknik dan ekonomi.



Gambar 2. 3 PLTS sistem Hybrid

2.2.5 Panel Surya

Panel Surya terdiri dari sel-sel surya dijadikan satu dan dikoneksikan dengan cara seri atau paralel sesuai kapasitasnya. Sel surya mempunyai dioda semi konduktor yang mengkonversikan sinar matahari menjadi energi listrik yang tidak akan habis dan tidak membutuhkan bahan bakar. Sistem sel surya tidak menyebabkan kontaminasi dan tidak berbahaya bagi ekosistem.



Gambar 2. 4 struktur modul photovoltaik

Bagian-bagian dari modul photovoltaic adalah sebagai berikut :

- a. Bingkai atau frame bahan yang digunakan untuk menghindari korosi dan terbuat dari aluminium anodized.

- b. Kaca pelindung melindungi sel photovoltaik dari lingkungan sekitar dan sebagai kekokohan sel photovoltaik itu sendiri. Dan disini kaca pelindung merupakan bahan yang paling proposi tertinggi dari pada yang lain.
- c. Laminasi adalah lapisan dari photovoltaik dan kaca pelindung. Komponen yang digunakan dalam laminasi adalah ethylene-vinyl acetate (EVA). Kegunaan dari laminasi antara lain adalah mencegah kerusakan mekanisme sel photovoltaik dan melindungi sel photovoltaik terhadap modul lainnya.
- d. Sel photovoltaik adalah bahan utama dari modul photovoltaik tersebut. Sel photovoltaik terbentuk dari bahan semikonduktor yang dapat mengubah energi menjadi listrik dari tangkapan sinar matahari.
- e. Lembar insulasi (*backsheet*) melindungi modul photovoltaik dan mengisolasi sel- sel dari cuaca dan kelembaban, lebar insulasi terbuat dari bahan plastik.
- f. Kotak penghubung (*junction box*) sebagai penghubung antara modul photovoltaik ke beban. [7]

2.2.6 Pengkonversian panel surya menjadi listrik

Perangkat yang terbuat dari sel surya yang dapat menggunakan cahaya untuk menghasilkan listrik yaitu panel surya. Pengisi daya bertenaga sinar matahari sering disinggung sebagai fotovoltaiik atau fotovoltaiik, yang dapat diartikan sebagai "cahaya listrik". Menggunakan efek fotovoltaiik, sel surya, juga dikenal sebagai sel PV, mentransfer energi matahari antara dua lapisan yang mungkin berseberangan.

Partikel yang dikenal sebagai "foton", yang merupakan sinar matahari yang sangat kecil, berfungsi sebagai dasar pengoperasian sel surya. Sel surya dapat menghasilkan banyak energi untuk memisahkan elektron dari struktur atomnya ketika foton ini mengenai atom semikonduktor. Di area pita konduksi semikonduktor, di mana elektron bermuatan negatif yang terpisah

dapat bergerak bebas, atom yang kehilangan elektron memiliki struktur kosong dan disebut sebagai "hole" bermuatan positif. Semikonduktor tipe-N adalah semikonduktor di mana elektron bebasnya negatif dan berfungsi sebagai penerima elektron, sedangkan semikonduktor tipe P adalah semikonduktor di mana daerah "hole" berfungsi sebagai akseptor elektron. Energi dihasilkan di persimpangan daerah positif dan negatif, menyebabkan elektron dan hole bergerak berlawanan arah. Hole keluar dari daerah positif, sedangkan elektron keluar dari daerah negatif. Ini menciptakan arus listrik saat diterapkan ke beban, seperti lampu atau perangkat listrik lainnya. Sederhananya, pergerakan elektron terjadi antara sisi positif dan negatif sel surya saat menyerap cahaya. Arus listrik dapat digunakan untuk menyalakan perangkat listrik berkat gerakan ini.

Sederhananya, ketika sel surya menyerap cahaya, terjadi pergerakan antara elektron di sisi positif dan negatif. Gerakan ini menciptakan arus listrik yang dapat digunakan untuk menyalakan perangkat listrik. [8]

2.2.7 Jenis – jenis sel surya

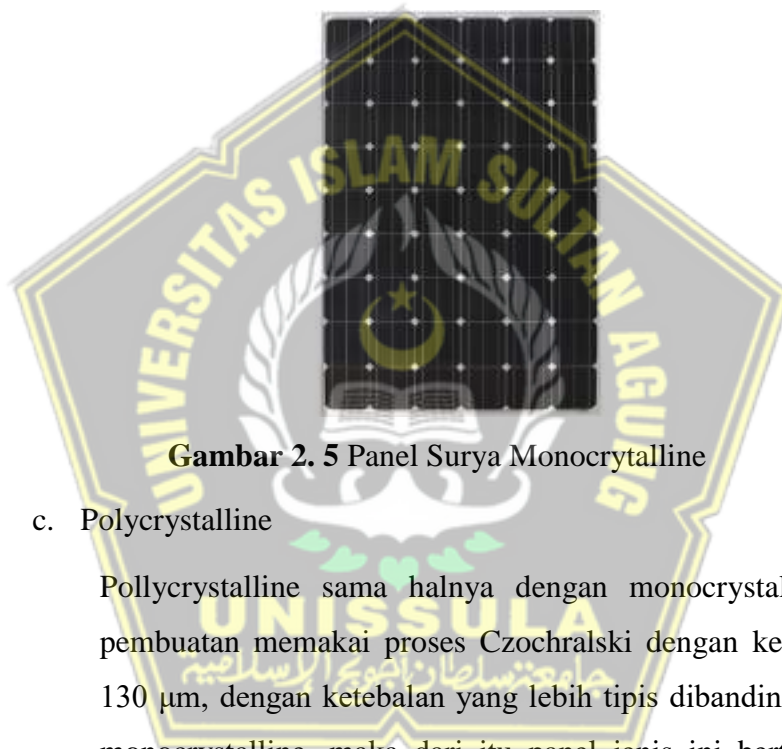
Sel surya sendiri memiliki beberapa jenis, jenis sel surya mempengaruhi daya keluaran panel sel surya tersebut serta juga mempengaruhi dari segi harga jual sel surya tersebut, bahan yang sering digunakan dalam pembuatan sel surya adalah cadmium telluride dan copper indium (gallium) ada juga yang memakai bahan semi konduktor jenis silicon. Selain silicon film tipis juga sebagai bahan pembuatan sel surya dengan menggunakan metode plasma-enhanced chemical vapor deposition (PECVD) dari gas silane dan hydrogen. Berikut adalah jenis – jenis sel surya yang dibagi menurut bahan pembuatannya:

a. Crystalline Silikon (c-Si)

Jenis crystalline silicon banyak digunakan dalam pembuatan sel surya. Efisiensi pada bahan ini mempunyai efisiensi sangat tinggi. Ada dua teknologi yang diterapkan pada panel surya dengan menggunakan bahan crystalline.

b. Monocrystalline

Monocrystalline salah satu dari teknologi sel surya yang mempunyai efisiensi tinggi dengan besaran efisiensi sebesar 14 -17% dan mempunyai rata-rata umur panel surya monocrystalline 20 tahun lebih. Monocrystalline dalam pembuatannya memakai proses Czochralski dengan menghasilkan silicon dengan bentuk silinder-silinder kecil dengan ketebalan sekitar 200- 250 μm . Sekilas gambar dari modul surya monocrystalline di perlihatkan pada Gambar 1.5.



Gambar 2. 5 Panel Surya Monocrytalline

c. Polycrystalline

Polycrystalline sama halnya dengan monocrystalline, proses pembuatan memakai proses Czochralski dengan ketebalan 180-130 μm , dengan ketebalan yang lebih tipis dibandingkan dengan monocrystalline, maka dari itu panel jenis ini bertujuan untuk menurunkan harga dan berakibat pada efisiensi yang kurang baik yaitu sekitar 12-14% . Polycrystalline cenderung berwarna biru seperti yang terlihat di Gambar 1.6.



Gambar 2. 6 Panel Surya Polycrystalline

d. Thin Film Solar Cell

Thin Film Solar Cell teknologi dalam pembuatan sel surya kali ini adalah mengurangi biaya produksi. Dengan metode plasma enhanced chemical vapor deposition (PECVD) efisiensi teknologi jenis thin film menjadi tertinggi yaitu 19% . dengan menambahkan satu atau lebih thin film ke dalam substrate menghasilkan device sel surya lebih fleksibel. Terlihat Gambar 1.7 salah satu contoh panel surya dengan teknologi thin film.



Gambar 2. 7 Panel Surya dengan Teknologi Thin Film

2.2.8 Inverter

Inverter ialah rangkaian elektronika yang cara kerjanya untuk mengubah dari arus searah (direct current) menjadi arus bolak-balik (alternating current) pada frekuensi tertentu. Inverter itu sendiri adalah kebalikan dari converter "adaptor", di mana adaptor mengubah arus bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC). Dalam pengaplikasian PLTS sendiri juga harus memperhatikan pemilihan inverter terutama pada sistem off-grid, on-grid dan hybrid. Inverter itu sendiri dibagi menjadi dua fase 15 inverter 1 fasa (L-N) dan 3 fasa (R-S-T).



Gambar 2. 8 Jenis inverter ongrid

Yang perlu diperhatikan dalam penerapan inverter antara lain sebagai berikut :

1. Kapasitas daya Inverter

Kerja *inverter* adalah bekerja dalam kondisi normal, rata-rata maupun daya puncak. Maka dari itu perlunya *factor safety* untuk pengamanan jika terjadi beban puncak, *safety factor* untuk *inverter* adalah sebesar 1,25 . Salah satu cara untuk menentukan kapasitas *inverter* dengan menggunakan persamaan (2.1) yang sudah ada *safety factor*-nya.

$$\text{Capacity of inverter} = \text{Demand Watt} \times \text{Safety factor} \quad (2.1)$$

dengan,

Demand Watt =Permintaan daya / daya output (W)

Safety factor =Faktor keamanan

Capacity of inverter =Kapasitas Inverter

2. Tegangan masukkan *inverter*
3. Arus masukkan *inverter*
4. Memiliki kualitas siklus murni
5. Menggunakan sistem komutasi elektronik dengan *insulated gate bipolar transistor*
6. Memiliki sistem aturan MPPT (*Maximum Power Point Tracking*)
7. Mampu bekerja dalam suhu 45 °C2

2.2.9 Meteran Exim

Metering Exim adalah mekanisme pelayanan dimana listrik yang dihasilkan oleh tata surya rooftop dapat dialirkan ke jaringan distribusi PLN dan digunakan kembali untuk rumah tangga atau industri. Exim meter mengukur kelebihan listrik yang masuk ke jaringan PLN dan juga menghitung konsumsi listrik PLN saat panel surya tidak menghasilkan listrik pada malam hari atau cuaca hujan.

Dalam penerapannya pada PLTS hanya dapat di terapkan pada 2 sistem plts yaitu sistem *on-grid* dan *hybrid* . [9] Terlihat Gambar 2.9 merupakan bentuk dari kWh meter exim(*export import*).



Gambar 2. 9 Meteran Exim

2.2.10 Pengukuran Luas Rooftop

Untuk pengukuran luas rooftop atau ketinggian rooftop dapat dilakukan menggunakan Google Earth atau juga dilakukan secara manual dengan menggunakan meteran antar sisi rooftop.

Lebar masing masing Rooftop pada CV. Qirana berbeda beda untuk Rooftop 1 mempunyai lebar 25 m, untuk Rooftop 2 memiliki lebar sebesar 25 m, dan untuk Rooftop 3 lebar 30 m. Untuk tinggi sama yaitu sebesar 2 m. Dengan melihat gambar maka dapat ditentukan panjang kemiringan dengan persamaan.

$$\text{Lebar atap} = \sqrt{\frac{1}{2} \text{lebar atap}^2 + \text{Tinggi}^2} \quad (2.2)$$

2.2.11 Array modul surya

Saat membuat rencana untuk pembangkit listrik tenaga surya, perlunya mengetahui luasan rencana akan di bangunnya pembangkit listrik. Sebelum menentukan komponen lainnya, hal utama adalah menentukan luas supaya mendapatkan penyusunan array yang tepat dan tidak memakan tempat yang berlebihan, maka dengan persamaan (2.3) luas array modul surya dapat ditentukan.

$$Luas Array = \frac{EL}{Gav \times \eta_{PV} \times \eta_{out} \times FKT} \quad (2.3)$$

Dengan,

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

Gav = Intensitas Radiasi Matahari (kWh/ m^2 /hari)

η_{PV} = Efisiensi panel surya (%)

η_{out} = Efisiensi keluaran sistem (%)

FKT = Faktor koreksi temperatur (%)

$Luas Array$ = Luas permukaan array surya (m^2)

Setelah mendapatkan luas array modul surya, maka selanjutnya dapat mengetahui besarnya pembangkit yang bisa di bangkitkan. Untuk itu persamaan (2.4) merupakan persamaan mencari maksimal besarnya daya yang akan dibangkitkan.

$$P Wattpeak = Luas Array \times PSI \times \eta_{PV} \quad (2.4)$$

Dengan,

$P Wattpeak$ = Daya yang akan dibangkitkan PLTS (W)

$Luas Array$ = Luas permukaan panel surya (m^2)

PSI = Peak solar insolation ($1000 W/m^2$)

η_{PV} = Efisiensi panel surya (%)

Besaran daya yang dibangkitkan dapat diketahui dengan persamaan (2.4), dari persamaan tersebut juga dapat mengetahui berapa jumlah panel yang dapat terpasang dengan besarnya kapasitas tersebut dengan menggunakan persamaan (2.5).

$$Jumlah panel = \frac{P wattpeak}{P max} \quad (2.5)$$

Dengan,

$P wattpeak$ = Daya yang akan dibangkitkan PLTS (W)

P_{max} = Kapasitas daya maksimal panel surya (W)

Setelah diketahui berapa jumlah panel yang dapat terpasang dengan persamaan (2.5). kemudian menghitung energi listrik yang dihasilkan oleh PLTS rooftop dengan persamaan (2.6).

$$E_{out} = E_{in} \times G_{av} \quad (2.6)$$

$$E_{in} = \text{Jumlah Panel} \times P_{mpp} \text{ saat naik } ^\circ\text{C}$$

Dengan,

$$G_{av} = \text{Intensitas Radiasi Matahari (kWh/hari)}$$



BAB III

METODE PENELITIAN

Metode penelitian berisi tentang metode yang dipakai dalam melakukan penelitian. Pada penelitian tugas akhir ini, metode penelitian yang dilakukan sebagai berikut:

3.1 Objek Penelitian

Objek penelitian pembangkit listrik tenaga surya rooftop di CV. Qirana Meubel Jepara dengan menggunakan sistem on-grid menjadi bahan analisis penulis.



Gambar 3. 1 Lokasi Cv. Qirana jepara

3.2 Alat Dan Peralatan Dalam Penelitian

Peralatan dalam penyusunan tugas akhir ini adalah sebuah handphone Xiome Redmi Note 10 pro, sebuah laptop ASUS type A442U dan aplikasi Hoomer untuk menyusun tugas akhir.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Penelitian diawali dengan menentukan lokasi penelitian selanjutnya dilakukan pengumpulan data – data penelitian terlebih dahulu. Terdapat dua data yaitu data primer dan data skunder. Data primer merupakan data yang diperoleh melalui sumber penelitian secara langsung. Data primer didapatkan dari proses pengukuran dan pengujian objek di tempat penelitian secara

langsung di CV. Qirana Jepara. Kemudian diikuti data skunder atau pengumpulan data – data yang diperlukan dari buku, jurnal ataupun data arsip dari CV. Qirana.

Metode yang digunakan dalam pengumpulan data untuk penyusunan laporan Tugas Akhir ini adalah :

1. Observasi

Metode ini mencakup tentang pengamatan secara langsung terhadap lokasi lapangan untuk memperoleh data konsumsi daya listrik bulanan, data beban listrik yang terpasang dan data luas rooftop bangunan.

2. Perhitungan

Metode perhitungan adalah metode yang dilakukan dengan cara menghitung hasil dari pengukuran pada saat observasi. Untuk perhitungannya meliputi perhitungan luas array modul supaya mendapatkan penyusunan array yang tepat dan tidak memakan tempat yang berlebihan dengan (persamaan 1.1), kemudian perhitungan besarnya pembangkit yang bisa di bangkitkan dengan menyesuaikan array modul dengan (persamaan 1.2) mencari maksimal besarnya daya yang dibangkitkan, setelah itu perhitungan untuk mengetahui berapa jumlah panel yang dapat terpasang dengan besarnya kapasitas tersebut dengan (persamaan 1.3) dan untuk pengukuran dilakukan untuk mencari luas rooftop atau ketinggian rooftop dapat dilakukan menggunakan Google Earth atau juga dilakukan secara manual dengan menggunakan meteran antar sisi rooftop.

3. Studi Literature

Metode ini meliputi pengumpulan teori-teori dasar yang digunakan dalam tugas akhir. Teori akan diambil melalui jurnal yang telah dipublikasikan, materi kuliah dan beberapa sumber internet. Mengenai cara perancangan PLTS dengan sistem on-grid yang meliputi cara mencari luas rooftop, mencari data intensitas radiasi matahari, cara menentukan jumlah panel yang akan terpasang , cara mencari nilai kapasitas daya plts dengan rumus-rumus, cara mencari nilai kapasitas inverter yang akan digunakan dan

mencari rumus cara menentukan nilai kapasitas scc yang digunakan sebagai landasan untuk menyelesaikan tugas akhir.

4. Studi geografis

Metode ini menggunakan Google Earth untuk menentukan atau mengetahui lokasi yang ditentukan adalah LU (Lintang Utara) - LS (Lintang Selatan) dan BT (Bujur Timur) sebagai titik acuan pengambilan data radiasi satelit. Letak dari Cv.Qirana perbatasan langsung dengan laut, artinya kondisi tersebut memungkinkan mendapat paparan sinar matahari yang cukup atau optimal. Dan karena letaknya yang dekat dengan pantai, kondisi cuaca bisa berubah-ubah, misalnya cerah, kemudian mendung, dan tiba-tiba mendung. Namun panas matahari antara pukul 11.00 WIB. dan 13:00. terasa cukup hangat.

Informasi berdasarkan letas geografis digunakan untuk mengukur radiasi matahari di CV.Qirana yakni : 6° LS - 110° BT

Garis Lintang (*latitude*) : 6° LS

Garis Bujur (*longituide*) : 110° BT.

3.3.1 Data Iradiasi Matahari

Data intensitas radiasi matahari didapatkan melalui aplikasi HOOMER PRO yang berpedoman pada data NASA.



Gambar 3. 2 Data intensitas matahari berdasarkan dari NASA.

3.3.2 Konsumsi Energi CV. Qirana Jepara

Data konsumsi energi di CV. Qirana Jepara, perusahaan di CV. Qirana Jepara di suplai PLN dengan daya 105 KVA berdasarkan data dari perusahaan rata-rata pemakaian di bulan November tahun 2022 di tunjukkan pada Tabel 3.1

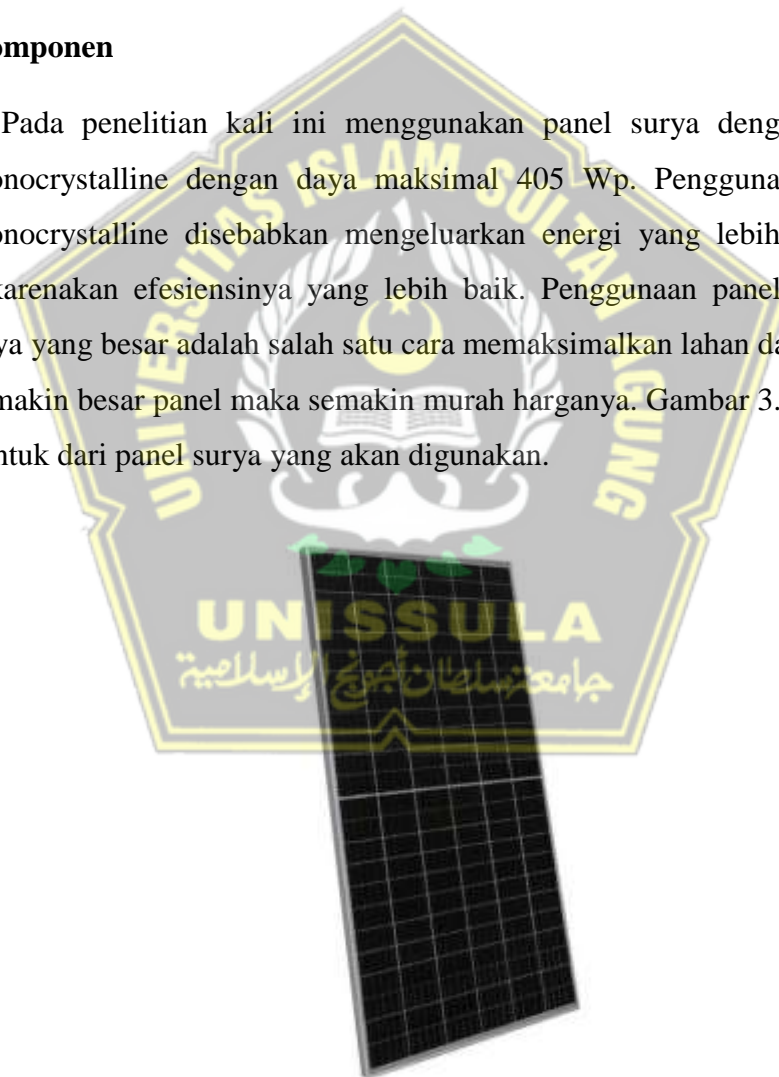
Tanggal	kWh Meter (kWh)	Selisih kWh meter/hari	Pemakaian Energi Listrik/hari (kWh) CT 200/5 =40
1	11151,12		
2	11159,21	8,09	323,6
3	11166,94	7,73	309,2
4	11175,71	8,77	350,8
5	11186,59	10,88	435,2
6	11196,31	9,72	388,8
7	11199,41	3,1	124
8	11210,51	11,1	444
9	11217,82	7,31	292,4
10	11225,69	7,87	314,8
11	11232,84	7,15	286
12	11245,73	12,89	515,6
13	11255,23	9,5	380
14	11265,04	9,81	392,4
15	11268,13	3,09	123,6
16	11275,14	7,01	280,4
17	11286,61	11,47	458,8
18	11297,52	10,91	436,4
19	11309,31	11,79	471,6
20	11318,78	9,47	378,8
21	11326,98	8,2	328
22	11331,62	4,64	185,6
23	11338,26	6,64	265,6
24	11347,22	8,96	358,4
25	11355,47	8,25	330
26	11365,47	10	400
27	11375,39	9,92	396,8
28	11385,74	10,35	414

29	11390,27	4,53	181,2
30	11399,01	8,74	349,6
31	11408,73	9,72	388,8
Jumlah pemakain 1 bulan		10304,4 kWh	
Rata-Rata Harian		343,48 kWh	

Tabel 3. 1 Pemakaian Konsumsi Listrik di CV. Qirana

3.4 Komponen

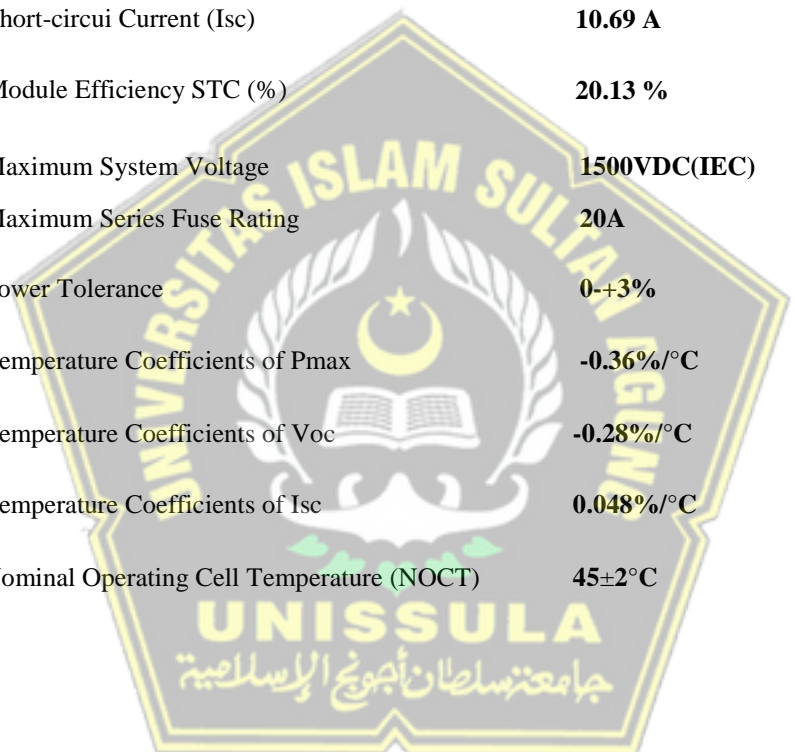
Pada penelitian kali ini menggunakan panel surya dengan jenis monocrystalline dengan daya maksimal 405 Wp. Penggunaan jenis monocrystalline disebabkan mengeluarkan energi yang lebih banyak dikarenakan efesiensinya yang lebih baik. Penggunaan panel dengan daya yang besar adalah salah satu cara memaksimalkan lahan dan biaya, semakin besar panel maka semakin murah harganya. Gambar 3.3 adalah bentuk dari panel surya yang akan digunakan.



Gambar 3. 3 Modul Panel Surya Jinko 405 Wp

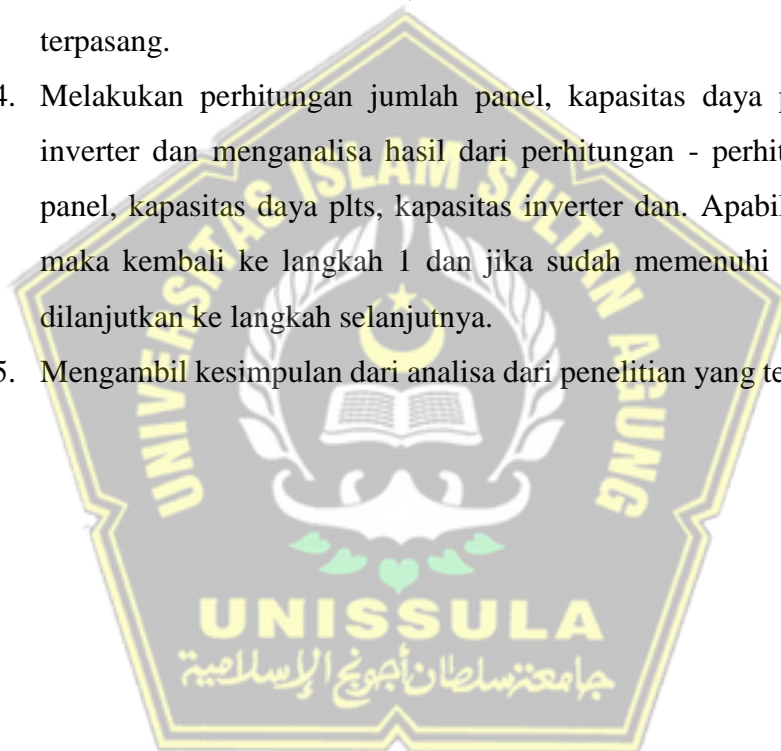
Tabel 3. 2 Spesifikasi Modul Panel Surya 405 Wp Jinko Monocrystalline

Module Type	JKM405M-72H-V(STC)
Maximum Power (Pmax)	405 Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	42.0 Volt
Maximum Power Current (Imp)	9.65 A
Open-circuit Current (Voc)	50.1 V
Short-circuit Current (Isc)	10.69 A
Module Efficiency STC (%)	20.13 %
Maximum System Voltage	1500VDC(IEC)
Maximum Series Fuse Rating	20A
Power Tolerance	0-+3%
Temperature Coefficients of Pmax	-0.36%/°C
Temperature Coefficients of Voc	-0.28%/°C
Temperature Coefficients of Isc	0.048%/°C
Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45±2°C

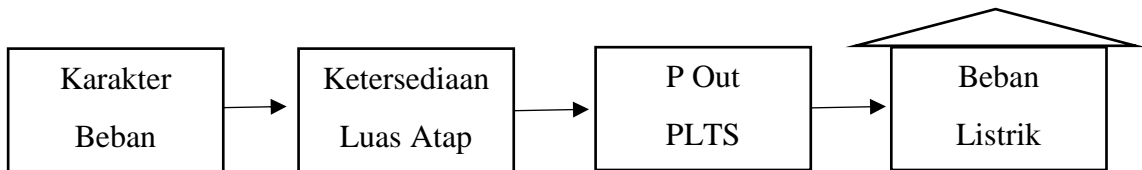


3.5 Tahapan – tahapan penelitian

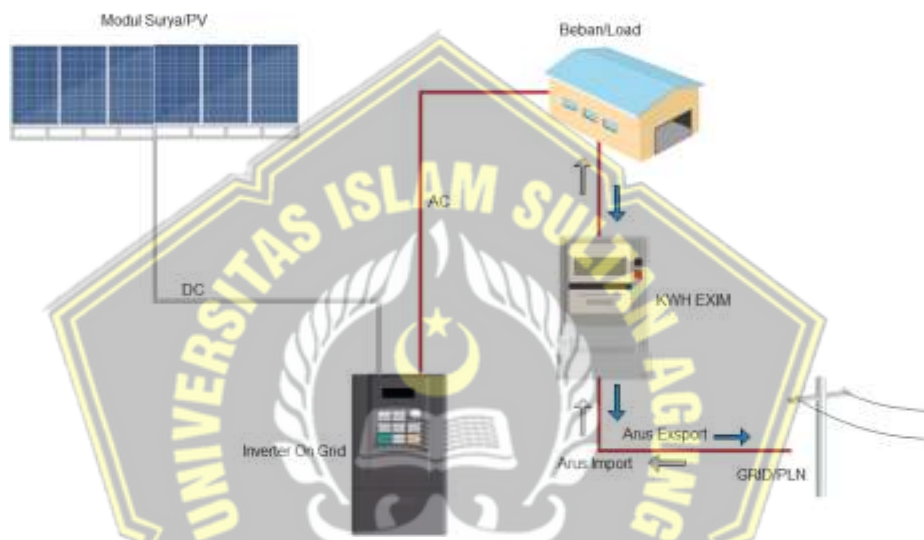
1. Menentukan lokasi perencanaan pembangkit listrik tenaga surya rooftop dengan sistem on-grid yang akan di ambil datanya untuk melakukan penelitian. Disini data yang di ambil di CV. Qirana .
2. Menentukan pemodelan sistem pembangkit listrik tenaga surya rooftop yang cocok diterapkan di CV. Qirana .
3. Menentukan parameter awal yang akan di gunakan yaitu ; luas rooftop, intensitas radiasi matahari, konsumsi listrik bulanan, dan beban terpasang.
4. Melakukan perhitungan jumlah panel, kapasitas daya plts, kapasitas inverter dan menganalisa hasil dari perhitungan - perhitungan jumlah panel, kapasitas daya plts, kapasitas inverter dan. Apabila tidak sesuai maka kembali ke langkah 1 dan jika sudah memenuhi standart dapat dilanjutkan ke langkah selanjutnya.
5. Mengambil kesimpulan dari analisa dari penelitian yang telah dilakukan.



3.6 Alur perancangan PLTS



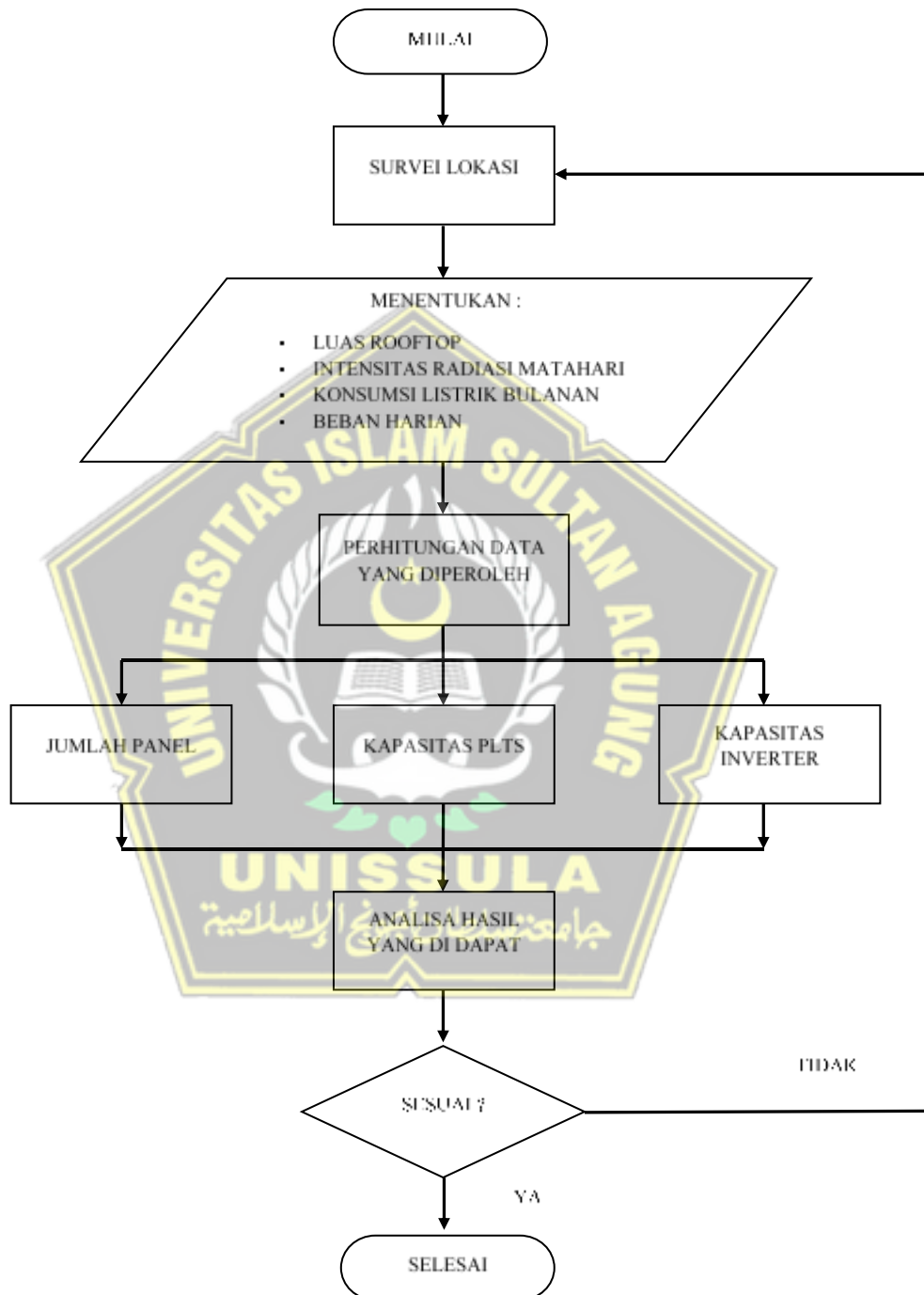
3.7 Desain PLTS on-grid



Gambar 3. 4 Desain PLTS on-grid

Desain pemasangan panel surya diperlihatkan pada gambar dengan hubung seri paralel dan mengacu pada aturan pemerintah yaitu kapasitas daya panel surya tidak boleh melebihi kapasitas daya listrik yang terpasang.

3.8 Flowchart



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Radiasi Sinar Matahari

Data radiasi sinar matahari menurut NASA yang diambil pada software HOOMER menunjukkan seperti pada Tabel 4.1

Tabel 4. 1 Data Intensitas Radiasi Sinar Matahari di CV.Qirana Menurut Software

Bulan	Temperatur Udara	Solar GHI	Kecepatan Angin
	°C	kWh/m/d	m/s
January	26.390	4.220	5.000
February	26.260	4.530	5.000
March	26.640	5.430	3.580
April	27.020	5.520	3.170
May	27.020	5.500	3.790
June	26.630	5.270	4.150
July	26.490	5.730	4.410
August	27.070	6.410	4.430
September	28.020	6.800	4.080
October	28.230	6.400	3.410
November	27.620	5.330	2.920
December	26.850	4.610	3.740
Annual	27.02	5.48	3.97
Source	NASA	NASA	NASA

Pada tabel 4.1 Menunjukkan perubahan suhu dan kecepatan angin dalam waktu satu tahun. Salah satunya yang terpenting dalam penelitian kali ini adalah intensitas radiasi sinar matahari pada CV. Qirana dengan rata- rata intensitas radiasi sinar matahari sebesar 5,48 kWh/m/d dan di bulan desember sebesar 4,61 kWh/m/d. Data ini diambil dari 22 tahun periode (Jul 1983- Jun 2005).

Desain perencanaan dipilih menggunakan nilai intensitas radiasi matahari pada bulan januari 4,22 kWh/m/hari karena pada bulan tersebut intensitas cahaya matahari nilainya paling rendah dibandingkan bulan-bulan lainya degan

demikian maka bisa diharapkan mendapatkan hasil energi listrik secara maksimal dalam sepanjang tahun.

4.2 Luas Atap

Penelitian kali ini mempunyai luas atap sebesar dengan pembagian 3 bagian yaitu produksi 1 dan pembahanan, produksi 2 dan finishing , packing dan stuffing. Semua atap di gunakan sebagai tempat PLTS di karenakan untuk memaksimalkan daya keluaran panel surya maka akan dipilih atap yang cenderung menghadap ke selatan - utara. Perhitungan atap diperlukan untuk memastikan kecukupan atap dalam menampung semua panel surya, yang nantinya akan di pasang di atap Cv. Qirana.



Gambar 4. 1 kemiringan atap gedung Cv. Qirana.

Lebar masing masing gedung berbeda beda untuk produksi 1 dan pembahanan, mempunyai lebar 25 m, produksi 2 dan finishing memiliki lebar sebesar 25 m, untuk packing dan stuffing memiliki lebar sebesar 30 m. Untuk tinggi sama yaitu sebesar 4 m. Dengan melihat gambar maka dapat ditentukan panjang kemiringan sebagai berikut :

Produksi 1 dan Pembahanan

$$\begin{aligned}
 \text{lebar atap 25 m} &= \sqrt{\frac{1}{2} \text{ lebar atap}^2 + \text{tinggi}^2} \\
 &= \sqrt{12,5^2 + 4^2} \\
 &= \sqrt{156,25 + 16} \\
 &= \sqrt{172,25} \\
 &= 13,12 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

Didapatkan hasil antar sisi kemiringan pada atap sebesar 13,12 m dan apabila digabungkan kedua sisi miring menjadi 26,24 m.

Produksi 2 dan Finishing

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar atap 25 m} &= \sqrt{\frac{1}{2} \text{ lebar atap}^2 + \text{tinggi}^2} \\
 &= \sqrt{12,5^2 + 4^2} \\
 &= \sqrt{156,25 + 16} \\
 &= \sqrt{172,25} \\
 &= 13,12 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

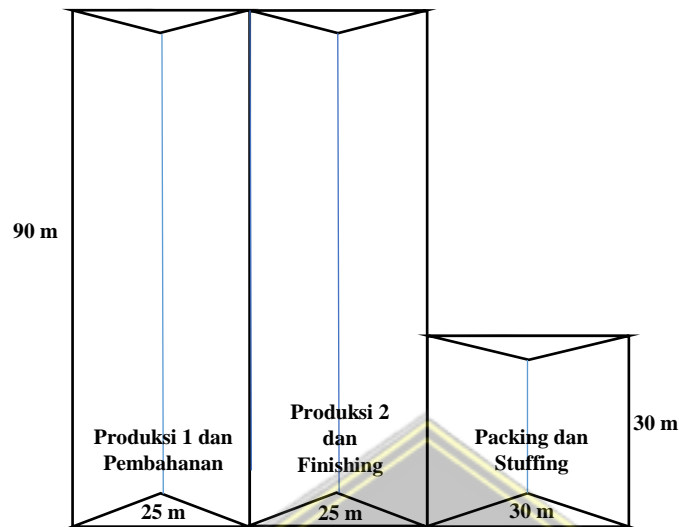
Didapatkan hasil antar kemiringan pada atap sebesar 13,12 m dan apabila digabungkan kedua sisi miring menjadi 26,24 m.

Packing dan Stuffing

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar atap 30 m} &= \sqrt{\frac{1}{2} \text{ lebar atap}^2 + \text{tinggi}^2} \\
 &= \sqrt{15^2 + 4^2} \\
 &= \sqrt{225 + 16} \\
 &= \sqrt{241} \\
 &= 15,52 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

Didapatkan hasil antar kemiringan pada atap sebesar 15,52 m dan apabila digabungkan kedua sisi miring menjadi 31,04 m.

Jadi untuk kemiringan produksi 1 dan pembahanan yaitu 13,12 m, untuk kemiringan produksi 2 dan finishing yaitu sama 13,12 m dan untuk packing dan stuffing kemiringnya sebesar 15,52 m. Perhitungan kemiringan nantinya akan menjadi lebar dari atap jika dilihat dari atas dan juga menentukan banyaknya panel surya yang akan di pasang. Selanjutnya dapat menghitung setiap luasan atap dengan panjang dikalikan dengan sisi miring atau bisa di ganti dengan lebar.



Gambar 4. 2 Denah rooftop CV. Qirana beserta panjang ukuran perusahaan

Dengan di ketahuinya panjang setiap gedung maka dapat diketahui luas atap setiap gedungnya, luas atap gedung di PT Koloni Timur sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Produksi 1} &= \frac{1}{2} (b_1 + b_2) \cdot t \\ &= \frac{1}{2} (\text{kemiringan 1} + \text{kemiringan 2}) \cdot \text{panjang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produksi 1} &= \frac{1}{2} (13,12 \text{ m} + 13,12 \text{ m}) \cdot 90 \text{ m} \\ &= \frac{1}{2} (26,24 \text{ m}) \cdot 90 \text{ m} \\ &= 13,12 \text{ m} \cdot 90 \text{ m} \\ &= 1.180,8 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produksi 2} &= \frac{1}{2} (b_1 + b_2) \cdot t \\ &= \frac{1}{2} (\text{kemiringan 1} + \text{kemiringan 2}) \cdot \text{panjang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produksi 2} &= \frac{1}{2} (13,12 \text{ m} + 13,12 \text{ m}) \cdot 90 \text{ m} \\ &= \frac{1}{2} (26,24 \text{ m}) \cdot 90 \text{ m} \\ &= 13,12 \text{ m} \cdot 90 \text{ m} \\ &= 1.180,8 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Packing dan satuffing} &= \frac{1}{2} (b_1 + b_2) \cdot t \\
 &= \frac{1}{2} (\text{kemiringan 1} + \text{kemiringan 2}) \cdot \text{panjang} \\
 \text{Packing dan satuffing} &= \frac{1}{2} (15,52 \text{ m} + 15,52 \text{ m}) \cdot 30 \text{ m} \\
 &= \frac{1}{2} (31,0 \text{ m}) \cdot 30 \text{ m} \\
 &= 15,52 \text{ m} \cdot 30 \text{ m} \\
 &= 465,6 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Setiap atap mempunyai 2 sisi jadi berdasarkan hitungan di atas untuk mendapatkan luas secara utuh dikalikan 2. Untuk luas Produksi1 menjadi $2361,6 \text{ m}^2$, produksi 2 luas atap menjadi sebesar $2361,6 \text{ m}^2$, untuk Packing dan warna luas atap menjadi sebesar $931,2 \text{ m}^2$. Jadi luas semua atap di CV. Qirana adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{Luas Atap} &= 2361,6 \text{ m}^2 + 2361,6 \text{ m}^2 + 931,2 \text{ m}^2 \\
 &= 5654,4 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

4.3 Jumlah Panel

Daya yang terpasang di CV, Qirana sendiri memiliki daya terpasang sebesar 105 kVA. Kapasitas yang direncanakan untuk di bangkitkan PLTS sebesar 60 % [10] dari penggunaan energi rata rata setiap harinya pada bulan November yaitu sebesar 343,48 kWh. Pemakaian energi listrik yang akan di pasok oleh PLTS rooftop sebesar :

$$EL = 60 \% \times \text{Pemakaian Rata-rata energi listrik harian}$$

$$EL = 60 \% \times 343,48 \text{ kWh}$$

$$EL = 206,08 \text{ kWh}$$

Pengaruh temperatur mempengaruhi kinerja dari masing-masing panel surya, sehingga perlu diketahui rata-rata intensitas matahari untuk menghitung daya maksimal jika menggunakan panel dengan daya maksimal 405 Wp. Setiap kenaikan 1°C suhu panel surya (lebih dari 25°C) mengurangi kinerja sebesar 0,5%. Temperatur tertinggi $28,2^\circ\text{C}$ bulan oktober, maka kenaikan menjadi $3,2^\circ\text{C}$, maka dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$P \text{ saat } \Delta t = 0,5\% \times P_{Mpp} \times \text{Kenaikan suhu (} ^\circ\text{C)}$$

$$\begin{aligned} P \text{ saat } 28,2^\circ\text{C} &= 0,5\% \times 405 \text{ Watt} \times 3,2^\circ\text{C} \\ &= 2,025 \times 3,2^\circ\text{C} \\ &= 6,48 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Kenaikan suhu di CV.Qirana mempengaruhi kinerja panel surya. Menggunakan solar panel dengan ukuran 405 Wp, mengetahui Δt dapat menentukan daya maksimal.

$$\begin{aligned} P \text{ max } t' &= 405 - 6,48 \\ &= 398,52 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Faktor koreksi temperatue (FKT) sebgai berikut :

$$\begin{aligned} \text{FKT} &= \frac{P \text{ max } t'}{P \text{ max}} \\ &= \frac{398,52}{405} \\ &= 0,98\% \end{aligned}$$

Luas array dalam pengaplikasian solar panel di atap Cv. Qirana dipengaruhi oleh beberapa faktor Efisiensi panel 20,13% efisiensi inverter 95%, faktor suhu intensitas cahaya 4,22 Kwh/m/hari dan energi yang akan bangkitkan.

$$\begin{aligned} \text{Luas Array} &= \frac{EL}{Gav \times \eta_{PV} \times \eta_{out} \times \text{FKT}} \\ &= \frac{206,08 \text{ kWh}}{4,22 \times 20,13\% \times 0,95 \times 0,98} \\ &= \frac{206,08}{0,790} \\ &= 260,87 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Dengan di ketahuinya luas *array* sebesar 260,87 m² dan nilai efesieni panel sebesar 20,13%, dapat mengetahui daya maksimum yang dapat di bangkitkan dengan Peak sun Indonesia senilai 1000 W/m². Dengan menggunakan

persamaan (2.4) maka daya maksimal yang bisa di keluarkan dapat diketahui.

$$\begin{aligned} P_{Wattpeak} &= \text{Luas Array} \times PSI \times \eta_{PV} \\ &= 260,87 \text{ m}^2 \times 1000 \times 0,2013 \\ &= 52.513 \text{ Wp} \end{aligned}$$

Pemasangan modul dapat dimaksimalkan sebesar 52.513 Wp karena hasil daya maksimum ini tidak melebihi kWh meter yang terpasang. Dengan kapasitas panel sebesar 405 Wp, maka jumlah panel yang akan digunakan dapat ditentukan hingga tercapai kapasitas maksimal modul sebesar 52.513 Wp. Kemudian gunakan persamaan (2.5) untuk menentukan berapa banyak panel yang dapat dipasang.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah panel} &= \frac{P_{wattpeak}}{P_{max}} \\ &= \frac{52.513 \text{ watt}}{405 \text{ watt}} \\ &= 129,66 \text{ buah panel surya atau } 130 \text{ buah panel surya} \end{aligned}$$

Kebutuhan energi listrik di Cv. Qirana saat ini disuplai listrik oleh PLN dengan daya pelanggan berkapasitas 105 kVA yang menggunakan jaringan tiga fasa maka harus dijaga keseimbangan instalasinya dan pemakaian bebanya. Akan tetapi panel surya 130 buah tidak seimbang jika dibagi 3 array, maka panel surya ditambah lagi menjadi 135 buah. Panel surya dibagi menjadi 3 array dengan masing-masing 45 panel surya. Agar mendapatkan tegangan besar maka panel surya harus dikombinasikan secara seri dan paralel. Kemudian mencari $P_{wattpeak}$ PLTS rooftop dengan panel surya sebanyak 135 buah diperoleh:

$$\begin{aligned} P_{Wattpeak} &= P_{max} \times \text{Jumlah panel surya} \\ &= 405 \times 135 \\ &= 54.675 \text{ Wp} = 54,6 \text{ KWp} \end{aligned}$$

Untuk $P_{wattpeak}$ sebesar 54.675 Wp maka luas area array adalah:

$$\text{Area Array} = \frac{P_{watt peak}}{PSI \times \eta_{pv}}$$

$$= \frac{54.675}{1000 \times 0,2013}$$

$$= 271,60 \text{ m}^2$$

Setelah diketahui jumlah panel surya yang akan dipasang, maka dihitung berapa total luas modul yang akan dipakai untuk penempatannya, kemudian menghitung luas area panel yang akan digunakan persamaan:

a. Panjang total panel = Panjang modul x Seri

$$= 2008 \text{ mm} \times 9 \text{ seri}$$

$$= 18.072 \text{ mm} = 18.07 \text{ m}$$

b. Lebar total panel = Lebar modul x Paralel

$$= 1001 \text{ mm} \times 5 \text{ Paralel}$$

$$= 5.005 \text{ mm} = 5.00 \text{ m}$$

c. Luas area panel = Panjang total modul x Lebar total modul

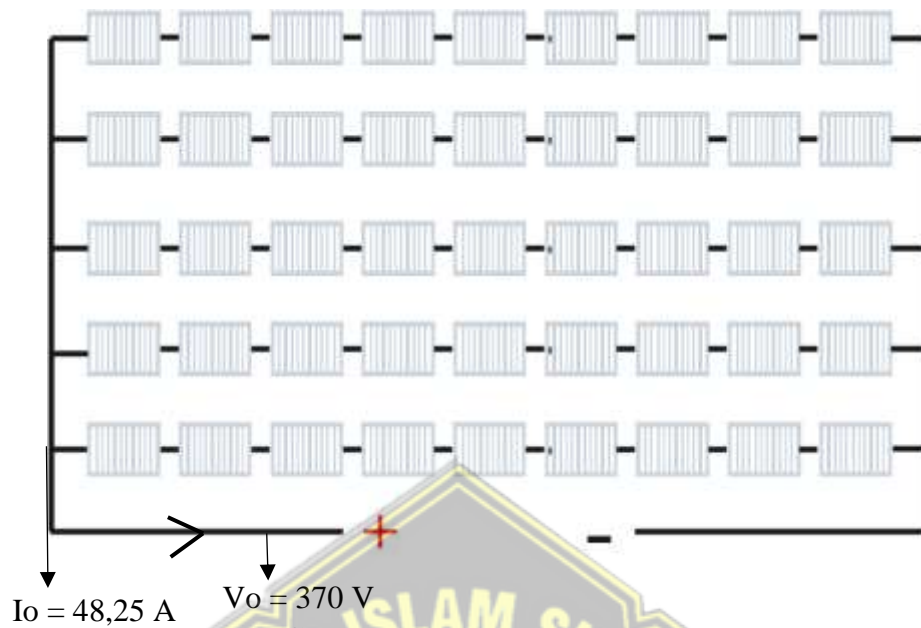
$$= 18.07 \text{ m} \times 5.00 \text{ m}$$

$$= 90.35 \text{ m}^2$$

Untuk 1 array luas total area sebesar 90.46 m^2 dikarenakan menggunakan 3 array maka $90.46 \text{ m}^2 \times 3 = 271.05 \text{ m}^2$.

4.4 Penyusunan Array Panel Surya

Saat perencanaan pembangkit listrik tenaga surya perlu menyusun array panel surya agar dapat menentukan tegangan kerja dan tidak melebihi luas atap Cv. Qirana. Berikut susunan seri dan paralel panel surya yang akan mendapatkan tegangan, arus dan daya.



Gambar 4. 3 Array Panel Surya

Berdasarkan gambar rangkaian array PLTS di Cv. Qirana terdapat 45 panel surya. Dengan setiap array menghasilkan tegangan maksimal (V_{mpp}) dan arus maksimal (I_{mpp}) sebagai berikut :

Tegangan maksimum yang dihasilkan setiap arraynya :

$$V_{mpp} \text{ array} = V_{mp} \times \text{Jumlah seri}$$

$$= 42 \text{ volt} \times 9$$

$$= 378 \text{ V}$$

Arus maksimum yang dihasilkan setiap arraynya :

$$I_{mpp} \text{ array} = I_{mp} \times \text{Jumlah Paralel}$$

$$= 9,65 \text{ A} \times 5$$

$$= 48.25 \text{ A}$$

Daya maksimal yang dihasilkan panel surya setiap arraynya adalah :

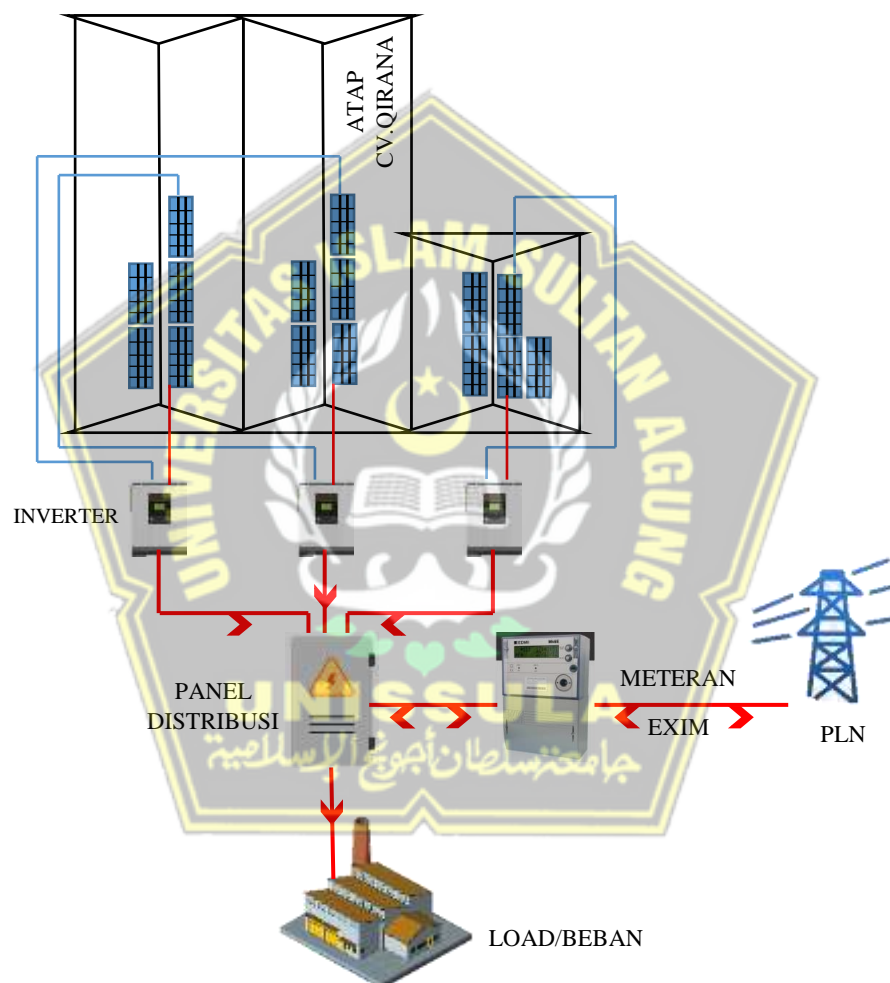
$$P_{mpp} \text{ array} = V_{mpp} \times I_{mpp}$$

$$= 378 \text{ volt} \times 48.25 \text{ Ampere}$$

$$= 18.238 \text{ Watt}$$

Dengan perhitungan array yang terpasang pada Cv. Qirana sebanyak 3 array dimana setiap arraynya mempunyai tegangan maksimal sebesar 378 Volt dan arus maksimal sebesar 48.25 Ampere, sehingga menghasilkan daya sebesar 18.238 Watt. Total daya listrik tenaga surya yang akan dibangkitkan adalah $18.238 \times 3 \text{ array} = 54.715 \text{ Wattpeak}$ atau 54,7 KWp.

4.5 Penempatan Array Pada Rooftop



Gambar 4. 4 Penempatan Array Pada Rooftop

Berdasarkan gambar 4.4 Penempatan Array Pada Rooftop CV.Qirana tertampilkan perencanaan penempatan array pada rooftop di 3 atap gedung. Terdapat total 135 panel surya, dimana pada setiap gedungnya terpasang 45 panel. Dengan menggunakan komponen pendukung berupa 3 inverter yang

digunakan untuk mengkonversi tegangan DC ke tegangan AC dari masing-masing array, kemudian pendistribusian listrik akan disesuaikan jalurnya oleh panel distribusi, di antara panel distribusi keluarannya akan menuju ke alat meteran exim yang fungsinya mensinkronisasikan ke beban dan ke jaringan listrik PLN.

4.6 Menghitung energi yang dihasilkan PLTS rooftop

Produksi energi panel surya dipengaruhi oleh data intensitas matahari. Saat merencanakan PLTS Rooftop, intensitas harian paling rendah digunakan adalah 4,22 kWh/m²/hari. Nilai energi PLTS dalam satu hari dapat dihitung sebagai berikut:

$$E_{out} = E_{in} \times G_{av}$$

$$E_{in} = \text{Jumlah panel} \times P_{mpp} \text{ saat naik } ^\circ\text{C}$$

$$= 135 \times 398,52$$

$$= 53.800 \text{ WP}$$

$$E_{out} = 53.800 \times 4.22$$

$$= 227.036 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{227.036}{343.480} = 0.66 = 66 \%$$

Hasil akhirnya PLTS rooftop yang direncanakan dapat menopang beban listrik tambahan sebesar 66 %, sedangkan selama 1 tahun energi yang dihasilkan sebesar :

$$AkWh = E_{out} \times 365$$

$$= 227.036 \times 365$$

$$= 82.187.032$$

$$= 82.187 \text{ KWh / pertahun}$$

4.7 Menentukan kapasitas Inverter

Inverter adalah komponen yang mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC sesuai dengan tegangan PLN, sesuai dengan kapasitasnya dimana inverter harus dipilih sesuai dengan kapasitas daya yang akan disalurkan agar inverter bekerja seefisien mungkin. Jika daya yang dihasilkan oleh PLTS sebesar 18.238 W maka setiap arraynya membutuhkan inverter yang dapat berubah sesuai dengan tegangan PLN. Karena di CV. Qirana memiliki 3 atap sehingga panel surya dibagi menjadi 3 array sehingga digunakan 3 inverter. Selain itu, kapasitas inverter dapat dihitung dan ditentukan dengan faktor keamanan 1,25 di CV. Qirana sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas Inverter} &= P_{\text{mpp}} \times \text{safety factor} \\ &= 18.238 \times 1,25 \\ &= 22.797 \text{ Watt} = 22.7 \text{ kW} \end{aligned}$$

Hasilnya inverter yang dibutuhkan plts berkapasitas daya 22.7 kW karena inverter berkapasitas 22.7 kW tidak ada maka memakai inverter berkapasitas diatasnya yaitu 25 kW .

Datasheet	MID 15KTL3-X	MID 17KTL3-X	MID 20KTL3-X	MID 22KTL3-X	MID 25KTL3-X
Input Data					
Max. recommended PV power (for module 5C)	15000W	17000W	20000W	22000W	25000W
Max. DC voltage	1100V	1100V	1100V	1100V	1100V
Short Voltage	250V	250V	250V	250V	250V
MPP voltage range	300V-1000V	300V-1000V	300V-1000V	300V-1000V	300V-1000V
Nominal voltage	580V	580V	580V	580V	580V
Number of MPP trackers' (strings per MPP tracker)	2/2	2/2	2/2	2/2	2/3
Max. input current per MPP	25	25	25	25	25/37.5
Max. short circuit current per MPP	32	32	32	32	32/48
Output (AC)					
Rated AC output power	15000W	17000W	20000W	22000W	25000W
Max. AC apparent power	18600VA	18600VA	22000VA	24400VA	27700VA
AC nominal voltage, range	230V/400V; 340-440V	230V/400V; 340-440V	230V/400V; 340-440V	230V/400V; 340-440V	230V/400V; 340-440V
AC grid frequency, range	50/60 Hz: 45-55Hz/55-65 Hz	50/60 Hz: 45-55Hz/55-65 Hz	50/60 Hz: 45-55Hz/55-65 Hz	50/60 Hz: 45-55Hz/55-65 Hz	50/60 Hz: 45-55Hz/55-65 Hz
Max. output current	24.2A	27.4A	31.9A	35.5A	40.2A
Power factor	0.8 leading - 0.8 lagging	0.8 leading - 0.8 lagging	0.8 leading - 0.8 lagging	0.8 leading - 0.8 lagging	0.8 leading - 0.8 lagging
THDi	<3%	<3%	<3%	<3%	<3%
AC grid connection type	3W+N+PE	3W+N+PE	3W+N+PE	3W+N+PE	3W+N+PE
Efficiency					
Max. efficiency	98.5%	98.4%	98.4%	98.7%	98.7%
Euro - eta	98.1%	98.2%	98.2%	98.3%	98.3%

Tabel 4. 2 Datasheet inverter MID 25KTL3-X

4.8 Menghitung Performance Ratio

Performance Ratio (PR) mengukur kualitas sistem dalam hal energi yang dihasilkan setiap tahun. Jika PR sistem sekitar 70-90%, maka dapat dikatakan bahwa sistem dianggap layak. Untuk mengetahui Performance Ratio dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$PR = \frac{E \text{ 1 tahun}}{E \text{ ideal}}$$

$$E \text{ ideal} = P \text{ array} \times H_{\text{tilt}}$$

$$H_{\text{tilt}} = PSH \times 365$$

$$H_{\text{tilt}} = 5.48 \times 1000 \times 365 = 2000,2 \text{ kWh/m}^2$$

H_{tilt} ialah rata-rata radiasi matahari, sehingga rata-rata radiasi matahari selama satu tahun sebesar 2000,2 kWh/m².

$$E \text{ ideal} = P \text{ array} \times H_{\text{tilt}}$$

$$E \text{ ideal} = 405 \text{ Wp} \times 135 \text{ panel} \times 2000,2 \text{ kWh/m}^2$$

$$E \text{ ideal} = 109.360 \text{ kWh/ tahun}$$

Sehingga performance rasionya adalah :

$$PR = \frac{82.187 \text{ Kwh/tahun}}{109.360 \text{ Kwh/tahun}} = 0.75 \approx 75 \%$$

Rancangan ini memberikan rasio daya sebesar 75%, sehingga sistem ini dapat dikatakan layak direalisasikan.

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian perencanaan pembangkit listrik tenaga surya On-Grid di Cv. Qirana meubel Jepara dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Salah satu strategi untuk mengurangi penggunaan energi didasarkan pada permasalahan yang ada di CV.Qirana meubel jepara adalah dengan menggunakan energi baru terbarukan yaitu menerapkan PLTS Rooftop pada sistem Grid. Hasil perhitungan didapatkan daya PLTS sebesar 54,7 kWp dengan total 135 panel surya, masing-masing panel memiliki 405 Wp, dengan 3 array yang dibagi menjadi 3 atap, setiap atap memiliki 45 panel yang terdiri dari 9 panel dirangkai seri dan 5 panel dirangkai secara paralel, sedangkan untuk inverter menggunakan kapasitas sebesar 25.000 Watt.
2. Dari perhitungan dapat diketahui Perencanaan PLTS Rooftop di CV.Qirana meubel Jepara akan menopang sebesar 66 % dari daya pemakaian rata-rata energi listrik harian yang sebesar 343,48 kWh, sedangkan untuk kontribusi dari PLN sebesar 34%.
3. Dari perencanaan plts on-grid ini menghasilkan performance ratio sebesar 75%, maka dapat dikatakan sistem ini dapat diimplementasikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. R. B. Kencan, "Konsumsi Listrik Nasional Naik 8,4 Persen di Kuartal I 2022," 2022.
- [2] A. A. N. Hidayat, "tempo.co," Kamis November 2020. [Online]. Available: <https://bisnis.tempo.co/read/1620096/kemenkeu-beberkan-faktor-pemicu-pertumbuhan-ekonomi-2022-tetap-di-atas-5-persen>.
- [3] R. Mudassir, "Punya Potensi Besar, Energi Panas Bumi Masih Kurang Dimanfaatkan di Indonesia," 2021.
- [4] G. Pradika, "Potensi Pemanfaatan Atap Tribun Stadion Kapten I Wayan Dipta Gianyar sebagai PLTS Rooftop," 2020.
- [5] J. W. E. W. S. Darell Mahardika, "Studi perancangan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) rooftop on grid pada PT. BPR BKK Mandiraja Cabang Wanayasa Kabupaten Banjarnegara ditinjau dari teknis dan ekonomi teknik dengan menggunakan software PVSyst 7.0 dan RETScreen 6.0.7.," 2021.
- [6] M. M. I. S. Jufrizel, "Perencanaan Teknis dan Ekonomis Pembangkit Listrik tenaga surya sistem on-grid," 2017.
- [7] T. SURYA, "sel surya struktur dan cara kerja," 2013.
- [8] superadmin, "electro umy," 4 June 2021. [Online].
- [9] ICAsolar, "ICAsolar," 2021. [Online]. Available: <https://m.icasolar.com/support/blog/eximmm>.
- [10] M. N. Q. Rinna Hariyati, "Konsep Fotovoltaik Terintegrasi On Grid dengan Gedung STT-PLN," *Energi dan Kelistrikan*, vol. 11, 2019.
- [11] H. EBTKE, "Implementasi Peraturan Menteri ESDM tentang PLTS Atap," 2022.