

**PERENCANAAN PLTS *ON-GRID* ATAP 2 mWp
MENGUNAKAN *HELIOSCOPE* DI KAWASAN *INDUSTRIAL***

LAPORAN MAGANG



oleh

**FATTAH FANDHI PUTRA
NIM H41190509**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ENERGI TERBARUKAN
JURUSAN TEKNIK
POLITEKNIK NEGERI JEMBER
2023**

**PERENCANAAN PLTS *ON-GRID* ATAP 2 mWp
MENGUNAKAN *HELIOSCOPE* DI KAWASAN *INDUSTRIAL***

LAPORAN MAGANG



oleh

**FATTAH FANDHI PUTRA
NIM H41190509**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ENERGI TERBARUKAN
JURUSAN TEKNIK
POLITEKNIK NEGERI JEMBER
2023**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN
TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI JEMBER**

LEMBAR PENGESAHAN

**PERENCANAAN PLTS *ON-GRID* ATAP 2 mWp MENGGUNAKAN
HELIOSCOPE DI KAWASAN *INDUSTRIAL***

FATTAH FANDHI PUTRA

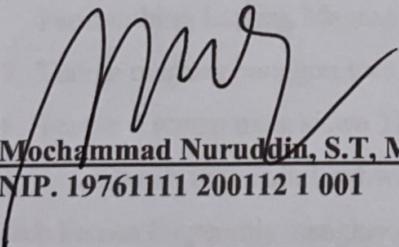
NIM H41190509

Telah melaksanakan Magang dan dinyatakan lulus

Pada Tanggal: 25 Januari 2023

Tim Penilai

Pembimbing Magang


Mochammad Nuruddin, S.T, M.Si
NIP. 19761111 200112 1 001

Pembimbing Lapangan


Cholis Indra Masruri, S.ST
03010817

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik



Mochammad Nuruddin, S.T, M.Si
NIP. 19761111 200112 1 001

PRAKATA

Puji syukur Alhamdulillah penulis haturkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga dapat menyelesaikan laporan magang yang berjudul “Perencanaan PLTS *On-Grid* Atap 2 mWp Menggunakan *Helioscope* di Kawasan *Industrial*” dapat terlaksana dengan baik.

Keberhasilan dalam menyelesaikan laporan magang ini tidak lepas dari bantuan orang - orang yang dengan sepenuh hati memberikan doa, bimbingan, dan dukungan. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Mama, Papa, Saudara saya tercinta yang selalu memberi doa, semangat dan dukungan secara materi maupun moril;
2. Mentari Nirmala Hapsari, yang telah memberi doa, semangat serta dukungan pada saat pelaksanaan, penyusunan laporan, hingga sidang magang selesai;
3. PT. ATW Solar Indonesia, sebagai tempat kami melaksanakan magang;
4. Bapak Mochammad Nuruddin, S.T., M.Si selaku Ketua Jurusan Teknik dan selaku Dosen Pembimbing Magang;
5. Bapak Yuli Hananto, S.Tp., M.Si selaku Ketua Program Studi Teknik Energi Terbarukan;
6. Bapak Cholis Indra Masruri, S.ST dan Bapak Aries Bahthiyar, S.ST selaku Pembimbing Lapang Magang;
7. Teman magang panggon turu yang telah mendukung dan membantu saya;
8. Teman – teman mahasiswa TET angkatan 2019 yang saling membantu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki banyak kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan masukan dan kritikan yang membangun dan dapat bermanfaat bagi Politeknik Negeri Jember maupun bagi pembaca lainnya.

Jember, 01 September 2022

Penulis

RINGKASAN

Perencanaan PLTS *On-Grid* Atap 2 mWp Menggunakan *Helioscope* di Kawasan *Industrial*, Fattah Fandhi Putra, NIM H41190509, Tahun 2022, 68 Halaman, Program Studi Teknik Energi Terbarukan, Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Jember, Mochammad Nuruddin, S.T., M.Si. dan Cholis Indra Masruri, S.ST.

Magang merupakan bentuk dari pembelajaran dengan melaksanakan Praktik kerja langsung di lapangan. Kegiatan ini dilakukan di PT. ATW Solar Indonesia dengan tujuan untuk mengetahui secara langsung proses *Engineering, Procurement, & Contractor* PLTS. Hasil dari magang ini dapat memberikan informasi tentang perencanaan, perancangan dan konstruksi pemasangan panel surya, dalam skala industri maupun residensial. Metode yang digunakan dalam kegiatan magang ini adalah terjun langsung ke lapangan, dokumen, dan studi literatur. Program magang dimaksudkan untuk memperkenalkan dunia industri dengan segala perangkatnya, agar mahasiswa tidak buta dengan dunia industri, serta memiliki keberanian untuk terjun dan berkarir di dunia industri setelah lulus nanti.

Hasil simulasi di *Helioscope* dapat dipasang PLTS berkapasitas 2 mWp dengan tipe panel surya *Longi Solar LR5-72HPH 540M* sebanyak 3760 pcs dan menggunakan inverter *On-Grid* jenis Huawei SUN2000-100KTL-M1 sebanyak 15 buah. *Performance* rasio PLTS selama satu tahun yang disimulasikan di *Helioscope* sebesar 77,8%. Potensi produksi energi yang dibangkitkan PLTS selama 1 tahun sebesar 2.732.898,3 kWh dengan rata-rata produksi perbulan sebesar 227.741,53 kWh.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMBUNG.....	ii
HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PRAKATA	iv
RINGKASAN	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan dan Manfaat	2
1.2.1. Tujuan Umum Magang	2
1.2.2. Tujuan Khusus Magang	3
1.2.3. Manfaat Magang	3
1.3. Lokasi dan Jadwal Kerja	3
1.3.1. Jadwal Kerja Magang	3
1.3.2. Lokasi Magang.....	4
1.4. Metode Pelaksanaan.....	4
BAB 2. KEADAAN UMUM PERUSAHAAN	5
2.1. Sejarah Perusahaan.....	5
2.1.1. <i>Profil</i> PT. ATW Solar	5
2.2. Struktur Organisasi Perusahaan	6
2.3. Kondisi Lingkungan.....	11
BAB 3. KEGIATAN UMUM PERUSAHAAN.....	13

3.1. Tahapan Kegiatan Magang	13
3.1.1. Pengenalan Perusahaan	13
3.1.2. Pelaksanaan Magang	13
3.2. Kegiatan di Kantor Operasional	14
3.2.1. <i>Engineering</i>	14
3.2.2. <i>Project</i>	14
3.3. Kegiatan <i>Site O&M Industrial</i>	16
3.4. Kegiatan <i>Site Project</i> Residensial	19
3.5. Kegiatan <i>Site Maintenance</i> Residensial	20
BAB 4. PERENCANAAN PLTS ON-GRID ATAP 2 mWp	
MENGGUNAKAN <i>HELIOSCOPE</i> DI KAWASAN INDUSTRIAL ...	21
4.1. Sistem PLTS	21
4.1.1. Komponen Utama PLTS <i>On-Grid</i>	23
4.2. <i>Software Helioscope</i>	26
4.3. Hasil dan Pembahasan	26
4.3.1. <i>Survey</i> lokasi pemasangan PLTS	26
4.3.2. Perancangan PLTS menggunakan <i>Helioscope</i>	28
4.3.3. Hasil Simulasi <i>Helioscope</i>	35
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	38
5.1. Kesimpulan	38
5.2. Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN	41

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1. Profil Perusahaan	6
2.2. Struktur Perusahaan	7
2.3. Struktur <i>Management Team</i>	8
2.4. Struktur <i>Core Team</i>	9
2.5. Struktur <i>Operation Team</i>	10
2.6. Struktur Keseluruhan PT. ATW Solar Indonesia.....	11
2.7. Peta Lokasi Perusahaan.....	12
3.1. <i>Meeting HSE Project</i>	15
3.2. Pembuatan simulasi menggunakan <i>PVysyst</i>	15
3.3. Pembuatan <i>Drawing</i>	16
3.4. <i>Briefing</i> Sebelum melaksanakan kegiatan	16
3.5. Pembersihan Panel Surya.....	17
3.6. Perbaikan Sensor.....	17
3.7. Perbaikan kabel DC (MC4).....	17
3.8. Pengukuran Tegangan AC tiap fasa.....	18
3.9. Pengukuran <i>Grounding</i>	18
3.10. Pengambilan Data pada <i>Smartlogger</i>	18
3.11. BAST dengan <i>customer</i> Depok.....	19
3.12. Melakukan SPV	19
3.13. Melakukan <i>Survey</i> ke rumah <i>customer</i>	19
3.14. Pelepasan dari panel surya	20
3.15. Pemasangan <i>Bracket</i> kembali dengan kencang.....	20
4.1. Sistem PLTS <i>Off-Grid</i>	22
4.2. Sistem PLTS <i>Hybrid</i>	22
4.3. Sistem PLTS <i>On-Grid</i>	23
4.4. Panel Surya <i>Monocrystalline</i>	24
4.5. Panel Surya <i>Polycrystalline</i>	24
4.6. Inverter <i>On-Grid</i> SUN2000-50KTL Huawei.....	25

4.7. Tampilan Beranda <i>Website Helioscope</i>	26
4.8. Tampilan <i>New Project</i>	28
4.9. Tampilan <i>Menu Current Project</i>	29
4.10. Tampilan <i>Menu Design</i>	29
4.11. <i>Datasheet</i> Longi Solar LR5-72HPH 540M	30
4.12. Pengisian <i>Field Segment</i>	31
4.13. Tampilan <i>Layout</i> PV pada gedung.....	31
4.14. Tampilan <i>keepout</i> PV pada gedung.....	32
4.15. <i>Datasheet</i> Inverter Huawei SUN2000-100KTL-M1	32
4.16. Grafik Produksi PLTS perbulan.....	37

DAFTAR TABEL

	Halaman
4.1. Tegangan Panel surya dan Inverter	33
4.2. Persentase debu pada bangunan	34
4.3. Produksi Energi dalam setahun	37
4.4. Total Produksi Energi Listrik dari PLTS	37

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Lembar Daftar Hadir	41
2. Hasil Simulasi <i>Helioscope</i>	46
3. <i>Datasheet</i> Panel Surya	50
4. <i>Datasheet</i> Inverter	51
5. Dokumentasi Kegiatan Magang	52
6. Lokasi Magang	56
7. Lembar Penilaian Perusahaan	57

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pendidikan vokasi adalah pendidikan tinggi yang mengarahkan proses belajar pada tingkat keterampilan dan mampu melaksanakan dan mengembangkan standar industri dengan spesifik. Politeknik Negeri Jember merupakan salah satu perguruan tinggi yang menerapkan pendidikan vokasi yang bertujuan untuk meningkatkan kemampuan Sumber Daya Manusia di berbagai bidang dan menjawab semua tantangan di masa depan datang untuk menjawab tantangan yang dibuka politeknik Negeri Jember Program studi D-IV Teknik Energi Terbarukan yang berfokus pada bidang Energi alternatif meliputi bioenergi, energi angin, energi matahari, energi hidro, energi panas serta di bidang audit energi. Program studi ini diupayakan selama 4 tahun dimana pada semester 7 terdapat program sarjana magang.

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah suatu sistem pembangkit listrik yang memanfaatkan radiasi matahari menjadi energi listrik menggunakan modul surya yang termasuk dalam energi hijau sehingga menjadi suatu pembangkit yang terbarukan dan merupakan salah satu solusi untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan listrik yang ramah lingkungan. PLTS pada dasarnya adalah pencatu daya (perangkat yang menyuplai tenaga listrik ke suatu beban listrik) yang dapat dirancang untuk menyuplai kebutuhan energi listrik mulai dari skala kecil maupun besar, baik secara *Off-Grid* maupun *On-Grid* yang terhubung jaringan PLN serta secara *Hybrid* (dikombinasi dengan sumber energi listrik lain). Sistem PLTS memerlukan area terbuka dan bebas dari benda atau bayangan yang dapat menghalangi panel surya dalam menyerap dan menerima radiasi matahari. Salah satu kendala dalam pemanfaatan PLTS, khususnya untuk daerah perkotaan adalah keterbatasan lahan untuk penempatan panel surya. Dalam permasalahan ini salah satu solusi untuk keperluan penempatan panel surya dapat dilakukan dengan memanfaatkan atap bangunan (Tarigan, 2020).

Proyek kawasan Industri Jakarta Utara mempunyai luas atap yang sebagian besar tidak terpakai sehingga dapat dimanfaatkan untuk lokasi penempatan panel surya. Selain itu, penerapan PLTS di atap kawasan *industrial* disini dilatarbelakangi

oleh besarnya penggunaan daya pada pabrik senilai 13,53 mW sehingga dibutuhkan penghematan pengeluaran biaya listrik PLN, tetapi dikarenakan ketatnya regulasi dari PLN yang dimana penggunaan PLTS diperbolehkan 15% dari total penggunaan daya. Disamping itu, atap gudang yang menghadap ke selatan dan utara sehingga PLTS dapat bekerja secara optimal. Penggunaan *software* simulasi dapat memudahkan perancang untuk mendesain sistem PLTS dan mengetahui estimasi produksi energi yang dihasilkan. Pada penelitian ini menggunakan *software Helioscope* dalam mendesain dan mensimulasikan sistem PLTS untuk mengetahui kapasitas modul surya yang dapat terpasang dan estimasi produksi energi yang dihasilkan. Keunggulan dari perangkat lunak ini adalah cukup ringan karena berbasis web, memiliki antarmuka yang sederhana, praktis dalam menentukan data potensi energi matahari, memiliki desain model 3D dan SLD (*single Line Diagram*), tersedia berbagai data modul surya dan inverter. (Karuniawan, 2021).

1.2. Tujuan dan Manfaat

Mahasiswa D4 program studi Teknik Energi Terbarukan pada saat semester 7 diwajibkan magang sehingga mahasiswa bisa langsung terjun ke industri untuk melakukan observasi sesuai dengan bidang yang dipelajari. Adapun tujuan magang program studi Teknik Energi Terbarukan Politeknik Negeri Jember memiliki 2 tujuan yang terdiri dari tujuan umum dan tujuan khusus.

1.2.1. Tujuan Umum Magang

Tujuan Umum adalah magang yang dilakukan oleh mahasiswa di perusahaan PT. ATW Solar Indonesia adalah sebagai berikut :

1. Mendapatkan pengalaman kerja nyata dan menambah ilmu pengetahuan pada industri khususnya pada industri energi terbarukan.
2. Meningkatkan pengetahuan, sikap dan keterampilan mahasiswa melalui latihan kerja dan aplikasi ilmu yang telah diperoleh sesuai dengan bidang energi terbarukan.
3. Mahasiswa dapat mengetahui bagaimana norma-norma, serta budaya kerja di suatu perusahaan.

4. Melatih mahasiswa di lapangan untuk bekerjasama dan bersosialisasi dalam kelompok, serta meningkatkan kemampuan berkomunikasi dan mengakses berbagai informasi.

1.2.2. Tujuan Khusus Magang

Tujuan khusus Magang merupakan tujuan dari masing-masing mahasiswa yang melaksanakan magang sesuai dengan lokasi kegiatan dari topik pembahasan yang diambil.

1. Melakukan simulasi *Helioscope* PLTS 2 mWp.
2. Melakukan perhitungan PR secara teoritis maupun simulasi.
3. Melakukan Analisa performa pada PLTS 2 mWp.

1.2.3. Manfaat Magang

Manfaat dari pelaksanaan magang antara lain :

1. Menambahh pengetahuan mahasiswa dalam penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi secara aplikatif di bidang industri.
2. Mengenal dunia kerja yang nyata pada bidang EPC (*Engineering Procurement Contractor*) dan O&M khususnya pada bidang Pembangkit Listrik Tenaga Surya di PT. ATW Solar.
3. Memperoleh pengalaman kerja baik yang bersifat teknis maupun non teknis, sehingga mahasiswa memiliki bekal untuk terjun di dunia kerja setelah lulus.

1.3. Lokasi dan Jadwal Kerja

1.3.1. Jadwal Kerja Magang

Kegiatan magang di PT. ATW Solar dilaksanakan mulai tanggal 22 Agustus 2022 hingga 31 Desember 2022. Adapun Jadwal magang ini termasuk dalam jam kerja perusahaan. Jam kerja ini diatur sebagai berikut :

1. Senin – Jumat : pukul 08:00-18:00 dengan jam istirahat pukul 12:00-13:00 WIB (kantor).
2. Senin – Sabtu : pukul 08:00-18:00 dengan jam istirahat pukul 12:00-13:00 WIB (*Site Proyek*).

1.3.2. Lokasi Magang

Lokasi Kantor PT. ATW Solar terletak di Jl. Mandar VI Blok DC4 No.12 Pd. Karya, Kec. Pd. Aren Kota Tangerang Selatan, Banten 15225

1.4. Metode Pelaksanaan

Adapun tahapan metode pelaksanaan yang digunakan untuk memperoleh data-data aktual pada penyusunan laporan magang kerja praktek ini meliputi beberapa tahapan diantaranya adalah sebagai berikut:

a. Studi Lapangan

Studi lapangan melakukan *survey* langsung di lokasi dengan pengambilan data tersebut sebagai acuan nantinya untuk *Helioscope*.

b. Studi Literatur

Studi literatur merupakan pengkajian dari beberapa sumber pustaka. Studi literatur memuat beberapa teori yang relevan dengan topik penelitian, dan beberapa hasil penelitian sebelumnya yang juga relevan dengan topik penelitian.

c. Studi dokumen

Mahasiswa melakukan pengumpulan data yang meneliti berbagai macam dokumen yang berguna untuk bahan analisis.

BAB 2. KEADAAN UMUM PERUSAHAAN

2.1. Sejarah Perusahaan

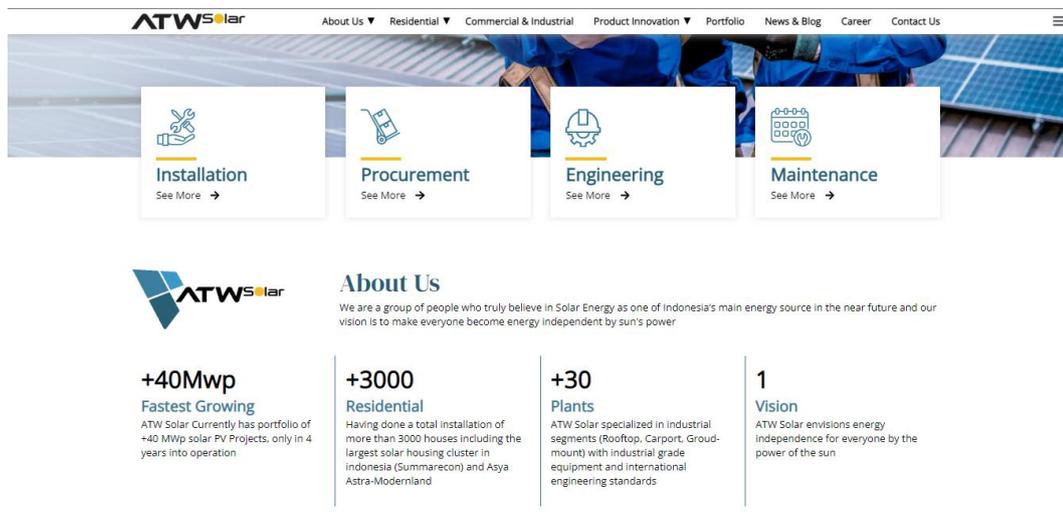
Sejarah berdirinya PT. ATW Solar perusahaan ini didirikan oleh Antonius Taluine Weno. ATW (*Affordability, Trustworthiness, Warranty*) Solar, sebagai pionir dari perusahaan penyedia sistem listrik surya atap (*Rooftop Solar PV System*) di Indonesia, secara resmi memperkenalkan solusi listrik tenaga surya yang dapat diandalkan oleh konsumen di pasar Indonesia bertempat di Hotel Indonesia Kempinski Jakarta pada hari Senin 27 November 2017.

PT. ATW Solar menjalankan usaha dalam bidang *Engineering, Procurement, & Contractor* PLTS. PT. ATW Solar berkomitmen untuk memberdayakan konsumen Indonesia dalam memanfaatkan energi terbarukan sebagai sumber energi listrik mandiri dan menjadikan energi surya sebagai tren gaya hidup baru, dengan menyediakan sistem panel surya fotovoltaik kualitas internasional dari REC, pabrikan panel surya asal Norwegia.

2.1.1. Profil PT. ATW Solar

Berikut adalah profil singkat dari PT. ATW Solar Indonesia:

Nama Perusahaan	: PT. ATW Solar Indonesia
Kantor Operasional	: Jl. Mandar VI DC4 No.12 Bintaro Jaya, Tangerang Selatan Selatan, Banten 15225.
Kantor <i>Marketing</i>	:
	1. Jl. Darmawangsa VI No.31 Kebayoran Baru, Jakarta Selatan 12160.
	2. Jl. Setrasari Mall, Jl. Terusan Sutami No. 72, Sukanagih, Sukajadi, Bandung, Jawa Barat 40163.
	3. Ruko <i>North Junction</i> Blok RA-25 Citraland, Jl. Taman Puspa Raya, Sambikerep, Kec. Sambikerep, Kota SBY, Jawa Timur 60217.
<i>Workshop</i> Pelatihan	: Jl. H. Zaini II No. 10, RT.2/RW.7, Cipete Sel., Kec. Cilandak, Kota Jakarta Selatan, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 12410.
Email	: sales@atw-solar.id
<i>Website</i>	: www.atw-solar.id



Gambar 2.1 Profil Perusahaan
(Sumber: atw-solar.id)

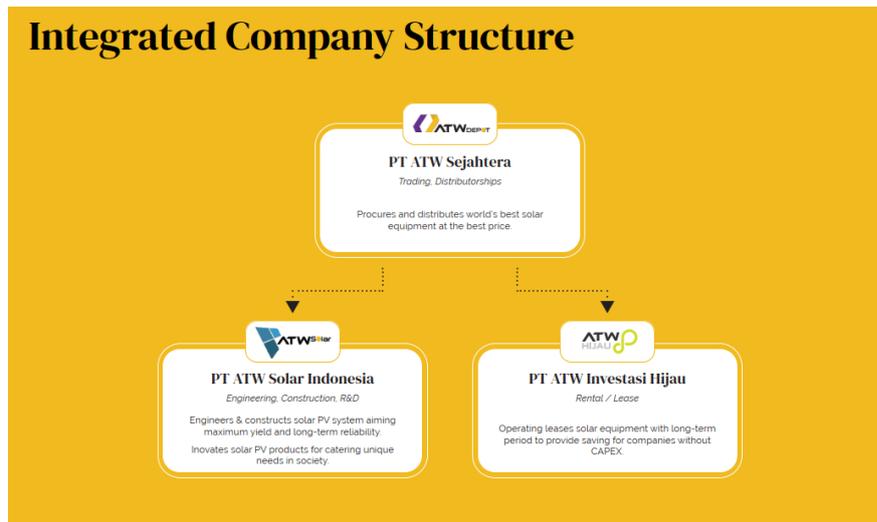
Berfokus pada segmen pasar C & I (*Commercial and Industrial*), PT. ATW Solar sebagian besar dikelola oleh penggemar *Renewable Energy*, ahli fotovoltaik surya, profesional, insinyur, yang memiliki pola pikir tim operasi yang sama untuk menyebarkan penggunaan fotovoltaik surya dengan preposisi yang menarik untuk melayani pelanggan dengan lebih baik.

Mengikuti pesatnya pertumbuhan bisnis fotovoltaik surya di Indonesia, PT. ATW Solar juga terus memperluas operasi bisnisnya. Pengembangan sumber daya manusia dan organisasi adalah perhatian utama manajemen perusahaan. PT. ATW Solar menyambut talenta muda dengan berbagai latar belakang teknik *Renewable Energy* terkait untuk mengembangkan karir masa depan mereka serta membantu melestarikan bumi.

2.2. Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi merupakan sebuah garis bertingkat yang mendeskripsikan komponen-komponen yang menyusun perusahaan, dimana setiap individu atau SDM yang berada di perusahaan tersebut memiliki posisi dan fungsi masing-masing. Struktur organisasi perusahaan menunjukkan pola tahap hubungan diantara fungsi-fungsi, bagian-bagian, dan posisi yang menunjukkan kedudukan tugas, wewenang dan tanggung jawab yang berbeda-beda. PT ATW memiliki struktur organisasi yang menjelaskan alur tugas kerja serta wewenang kepemimpinan dan

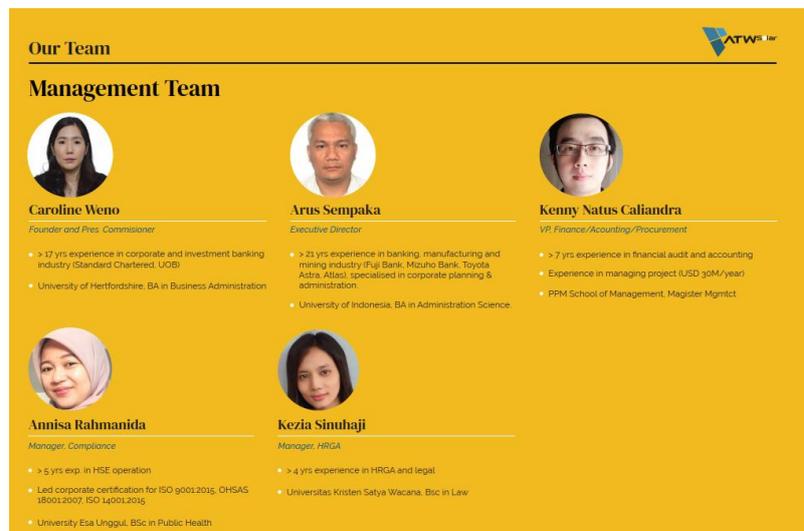
dari struktur organisasi tersebut akan membentuk suatu kerjasama yang baik antar pemimpin yang satu dengan yang lainnya, serta bawahan yang satu dengan yang lainnya. PT. ATW Solar menggunakan struktur organisasi yang bersifat struktural. Berikut ini gambar 2.2 merupakan struktur organisasi PT. ATW Solar Unit:



Gambar 2.2 Struktur Perusahaan

(Sumber: www.atw-solar.id/assets/ATWCompanyProfile.pdf)

- a. PT. ATW Sejahtera
PT. ATW Sejahtera adalah divisi yang menyediakan komponen PV dan mendistribusikan ke konsumen.
- b. PT. ATW Solar Indonesia
PT. ATW Solar Indonesia adalah divisi yang melakukan kegiatan *Engineering, Procurement, Contractor*.
- c. PT. ATW Hijau
PT. ATW Hijau adalah divisi yang bergerak dalam jasa penyewaan PV Solar.



Gambar 2.3 Struktur *Management Team*
(Sumber: www.atw-solar.id/assets/ATWCompanyProfile.pdf)

Pada gambar 2.3 diatas merupakan struktur manajemen tim. Manajemen tim adalah kemampuan individu atau organisasi untuk mengelola dan mengkoordinasikan sekelompok individu untuk melakukan suatu tugas. Manajemen tim melibatkan kerja tim, komunikasi, penetapan tujuan dan penilaian kinerja. Selain itu, manajemen tim adalah kemampuan untuk mengidentifikasi masalah dan menyelesaikan konflik dalam tim. Dalam divisi *Management Team* terdapat beberapa jabatan, yaitu:

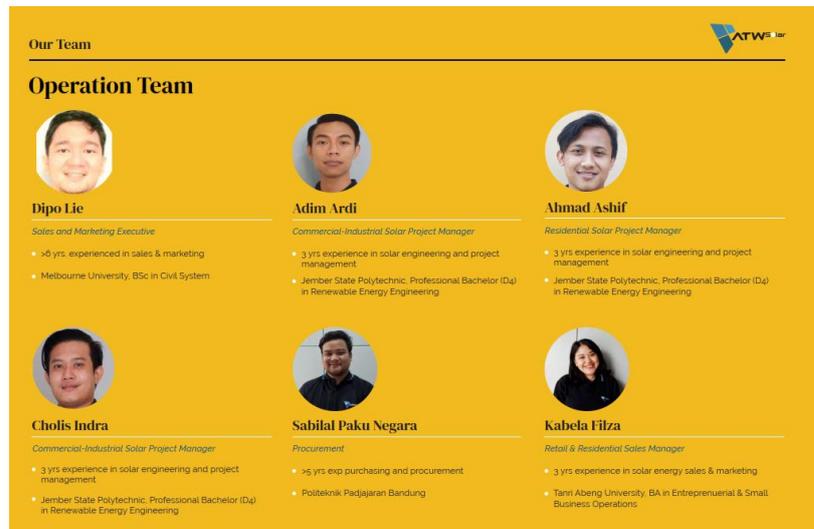
1. *Founder and Pres. Commissioner*
2. *Executive Director*
3. *VP, Finance/Accounting/Procurement*
4. *Manager, Compliance*
5. *Manager, HRGA*



Gambar 2.4 Struktur *Core Team*
(Sumber: www.atw-solar.id/assets/ATWCompanyProfile.pdf)

Pada gambar 2.4 diatas merupakan struktur *Core Team*. Dalam mengembangkan kasus bisnis (*business case*), langkah pertama yang harus dilakukan ialah memilih tim inti (*core team*). Tujuan dalam memilih *core team* sendiri ialah untuk mengawasi atau memantau tiap progress dari tiap tahap pembuatan proyek. Nantinya, tim inti harus mengetahui apakah sebuah proyek telah dikerjakan sesuai dengan jadwal, anggaran biaya, tujuan dan rencana yang telah ditentukan sebelumnya atau belum. Seorang tim inti memiliki tanggung jawab yang besar, karena mereka harus bisa mengambil sebuah keputusan atau tindakan ketika proyek yang berjalan tidak sesuai dengan rencana awal. Keputusan inilah yang nantinya akan menentukan apakah suatu proyek layak untuk dilanjutkan atau tidak. Oleh karena itulah, pemilihan tim inti (*core team*) dalam sebuah organisasi sangatlah penting, karena nantinya *core team* akan memiliki dampak yang besar terhadap kelancaran pembangunan sebuah *project* di dalam organisasi atau perusahaan. Dalam divisi *Core Team* terdapat beberapa jabatan, yaitu:

1. *VP, Marketing & Corporate Sales*
2. *VP, Business Development*
3. *VP, Engineering-Project*
4. *VP, Distribution-Residential*
5. *Manager R&D*



Gambar 2.5 Struktur *Operation Team*
(Sumber: www.atw-solar.id/assets/ATWCompanyProfile.pdf)

Pada gambar 2.5 diatas merupakan struktur *operation team*. *Operation Team* adalah orang-orang yang memastikan kepuasan dan kebahagiaan pelanggan sambil memberikan layanan yang mereka butuhkan. Mereka adalah orang-orang yang bertanggung jawab atas aspek bahwa pelanggan perusahaan yang diperoleh dengan susah payah dirawat. Dalam divisi *Operation Team* terdapat beberapa jabatan:

1. *Sales and Marketing Executive*
2. *Commercial-Industrial Solar Project Manager*
3. *Residential Solar Project Manager*
4. *Commercial-Industrial Solar Project Manager*
5. *Procurement*
6. *Retail & Residential Sales Manager*



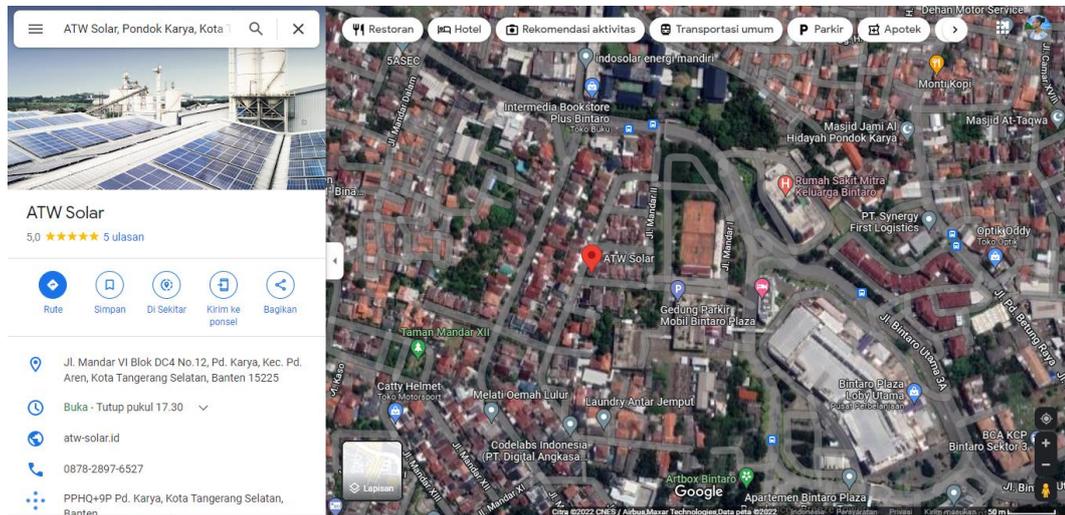
Gambar 2.6 Struktur Keseluruhan PT. ATW Solar Indonesia
(Sumber: Dok. ATW Solar, 2022)

Pada gambar 2.6 diatas merupakan struktur keseluruhan PT. ATW Solar Indonesia. Struktur terdiri dari Direktur Utama, Direktur, *Manager*, dst.

2.3. Kondisi Lingkungan

PT. ATW Solar Indonesia (Kantor Bintaro) berada di Bintaro, Tangerang Selatan, tepatnya Jl. Mandar VI Blok DC4 No. 12. Pd Karya, Kecamatan Pd. Aren, Kota Tangerang Selatan, Provinsi Banten dengan bangunan 2 lantai. Saat ini kantor

bintaro menjadi kantor operasional, berbeda dengan di Surabaya, Bandung, dan Jakarta Selatan sebagai *Showroom* serta Cikarang menjadi tempat proyek. Pada gambar 2.7 merupakan peta yang diambil dari *google maps* :



Gambar 2.7 Peta Lokasi Perusahaan
(Sumber: www.google.co.id/maps)

BAB 3. KEGIATAN UMUM PERUSAHAAN

Kegiatan umum mahasiswa di PT. ATW Solar, melakukan Pemasangan Panel Surya, *Procurement, Contractor, Operation & Maintenance*, dimana semua kegiatan umum tersebut perlu dipahami terlebih dahulu fungsi dari setiap divisi dan proses alur kerjanya untuk mempermudah dalam melakukan pekerjaan.

3.1. Tahapan Kegiatan Magang

Kegiatan magang merupakan serangkaian kegiatan yang dilakukan secara tersusun sesuai dengan pedoman magang dari Politeknik Negeri Jember dan prosedur yang ada di PT. ATW Solar mulai dari awal hingga akhir. Tujuan dari kegiatan magang ini adalah sebagai pelatihan maupun pembelajaran yang dilaksanakan di dunia industri yang relevan dengan kemampuan mahasiswa dibidangnya. Adapun tahapan-tahapan yang dilakukan dalam kegiatan magang adalah sebagai berikut.

3.1.1. Pengenalan Perusahaan

Pengenalan perusahaan merupakan kegiatan magang berupa pengenalan lokasi perusahaan, gambaran umum perusahaan, pengenalan *safety induction*, dan pengenalan kepada karyawan PT. ATW Solar yang dipandu HSE di PT. ATW Solar dan *Project Manager* serta pembimbing lapang mahasiswa/i magang.

3.1.2. Pelaksanaan Magang

Pelaksanaan kegiatan magang dilaksanakan pada tanggal 23 Agustus 2022 sampai dengan 31 Desember 2022. Kegiatan magang dilaksanakan di Kantor Operasional, *Showroom Solaristic, Site O&M Industrial, Site Project Industrial, Site Project Residensial*, dan *Site Maintenance Residensial*.

3.2. Kegiatan di Kantor Operasional

Kegiatan di kantor operasional bintaro meliputi apa saja tentang Pra *Project*, seperti *drawing, electrical engineering, procurement, civil engineering*. Lebih lengkapnya seperti penjelasan berikut:

3.2.1. Engineering

1. *Electrical Engineering*

- a. Membuat desain sistem PLTS.
- b. Menentukan kapasitas *string* panel surya, inverter, kabel, dan *bracker* proteksi sistem PLTS.
- c. Melakukan *survey* untuk memastikan kapasitas kelistrikan sesuai dengan kapasitas PLTS yang akan dipasang.
- d. Melakukan tes *commissioning* ketika konstruksi selesai.

2. *Civil Engineering*

- a. Melakukan *survey* konstruksi gedung yang akan dipasang PLTS.
- b. Membuat simulasi desain konstruksi bangunan yang akan dipasang PLTS.
- c. Menganalisa kekuatan struktur bangunan yang akan dipasang PLTS.

3. *Drafter*

- a. Membuat desain gambar *detail of engineering* proyek PLTS.
- b. Melakukan *survey* untuk memastikan gambar sesuai dengan kondisi aktual lapangan.

3.2.2. Project

Project merupakan divisi yang akan melaksanakan proyek di berbagai tempat

1. Koordinator *Project*

- a. Memberi wewenang dan tugas kepada *Supervisor* sebagai pengawas selama proyek berlangsung.
- b. Menyiapkan segala dokumen perizinan penunjang proyek.
- c. Mengawasi seluruh tahapan proyek dari *survey* hingga *commissioning*.

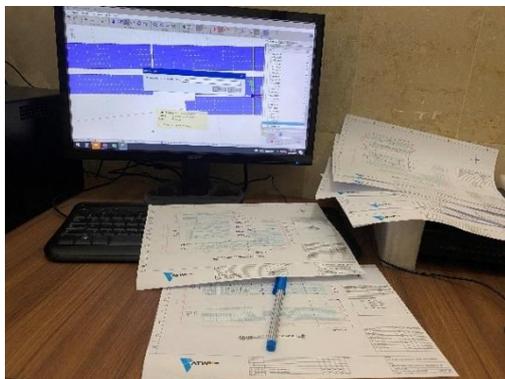
2. Admin *Project*

- a. Membantu *Project* Manajer membuat dokumen administrasi penunjang proyek.

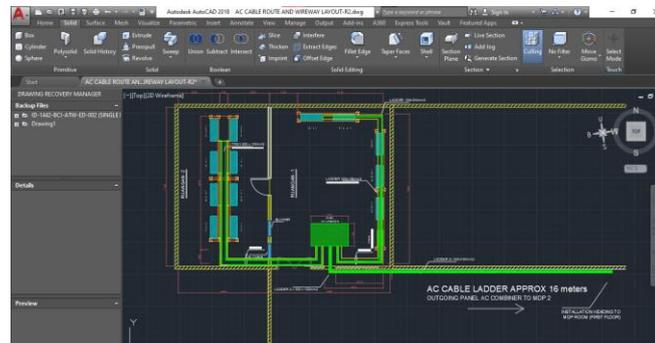
- b. Membuat dokumen material yang akan dipesan tim pengadaan.
 - c. Mengatur alur keuangan selama proyek berjalan.
3. *Supervisor*
- a. Mengawasi jalannya proyek dari awal hingga selesai.
 - b. Mengatur dan mengontrol pekerja lapangan agar pekerjaan proyek dapat berjalan sesuai target.
 - c. Memberi arahan kepada *installer* dan *helper* tentang prosedur kerja.
 - d. Memastikan konstruksi berjalan dengan kualitas sesuai standart perusahaan.
4. *Sales dan Marketing*
5. *Sales Engineer*
- a. Melakukan *survey* lokasi yang akan dipasang PLTS.
 - b. Menentukan kapasitas PLTS yang akan dipasang.
 - c. Membuat BoQ dan harga penawaran sistem PLTS kepada *client*.



Gambar 3.1 *Meeting HSE Project*
(Sumber: Dok. Pribadi, 2022)



Gambar 3.2 Pembuatan simulasi menggunakan *PVysyst*
(Sumber: Dok. Pribadi, 2022)



Gambar 3.3 Pembuatan *Drawing*
(Sumber: Dok. Pribadi, 2022)

Gambar diatas merupakan salah satu contoh kegiatan yang terdapat di kantor operasional seperti *meeting*, perencanaan proyek menggunakan *Ms.Project*, *Software AutoCad*, *software PVysyst*, *Helioscope*, dll.

3.3. Kegiatan *Site O&M Industrial*

Kegiatan di *Site O&M Industrial* didampingi oleh O&M dari PT. ATW Solar melakukan *maintenance* di kawasan industri B7 Delta Mas. Disana kita melakukan SPV untuk kegiatan *cleaning* panel surya yang dilakukan oleh vendor, juga pengambilan data produksi dari PLTS pada *Shelter* Inverter, pada saat itu terdapat masalah pada sensor suhu disana kita juga melakukan perbaikan dan juga memperbaiki dari kabel DC (MC4) yang rusak. Berikut ini merupakan kegiatan yang dilakukan pada saat O&M B7 Delta Mas.



Gambar 3.4 *Briefing* Sebelum melaksanakan kegiatan
(Sumber: Dok. Pribadi, 2022)



Gambar 3.5 Pembersihan Panel Surya
(Sumber: Dok. Pribadi, 2022)



Gambar 3.6 Perbaikan Sensor
(Sumber: Dok. Pribadi, 2022)



Gambar 3.7 Perbaikan kabel DC (MC4)
(Sumber: Dok. Pribadi, 2022)

Maintenance di kawasan industri Sampoerna Kayoe Jombang. Disana kita melakukan SPV untuk kegiatan *cleaning* panel surya yang dilakukan oleh vendor, juga pengambilan data produksi dari PLTS pada *Shelter* Inverter, pada saat itu

terdapat masalah pada Kabel DC sehingga diharuskan untuk membongkar *Cable Tray*. Berikut ini merupakan kegiatan yang dilakukan pada saat Sampoerna Kayoe Jombang.



Gambar 3.8 Pengukuran Tegangan AC tiap fasa
(Sumber: Dok. Pribadi, 2022)



Gambar 3.9 Pengukuran *Grounding*
(Sumber: Dok. Pribadi, 2022)



Gambar 3.10 Pengambilan Data pada *Smartlogger*
(Sumber: Dok. Pribadi, 2022)

3.4. Kegiatan *Site Project Residensial*

Kegiatan di *Site Project Residensial* dimentori oleh Tim Residensial dari ATW Depot. Kegiatan di Residensial penulis terjun langsung dilapangan menghadapi *customer* seperti pelaksanaan *survey* untuk pemasangan PV, melakukan SPV terhadap *man power*, melakukan BAST (Berita Acara Serah Terima) dan *test Commissioning* dari instalasi PLTS *On-Grid*. Berikut merupakan kegiatan yang terdapat di Residensial.



Gambar 3.11 BAST dengan *customer* Depok
(Sumber: Dok. Pribadi, 2022)



Gambar 3.12 Melakukan SPV
(Sumber: Dok. Pribadi, 2022)



Gambar 3.13 Melakukan *Survey* ke rumah *customer*
(Sumber: Dok. Pribadi, 2022)

3.5. Kegiatan *Site Maintenance* Residensial

Kegiatan di *Site Maintenance* Residensial di *briefing* oleh tim dari ATW Sejahtera. Kegiatan *maintenance* di kawasan perumahan yang berada di depok. Disana kita melakukan kita melakukan perbaikan yang berdasarkan keluhan dari *customer* mendengar suara berisik dari arah atap saat kondisi angin kencang. Kita menemukan permasalahan yaitu *bracket* yang menghubungkan antara *Rail* dan rangka atap mengalami kondisi longgar, dikarenakan kondisi dari rangka sendiri sudah keropos dimakan oleh rayap. Berikut ini merupakan kegiatan yang dilakukan pada saat *maintenance* di lokasi.



Gambar 3.14 Pelepasan dari panel surya
(Sumber: Dok. Pribadi, 2022)



Gambar 3.15 Pemasangan *Bracket* kembali dengan kencang
(Sumber: Dok. Pribadi, 2022)

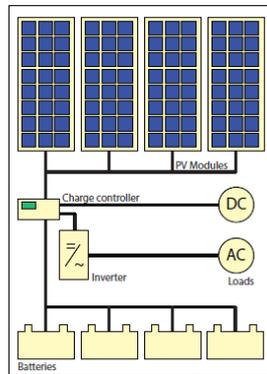
BAB 4. PERENCANAAN PLTS *ON-GRID* ATAP 2 mWp MENGUNAKAN *HELIOSCOPE* DI KAWASAN *INDUSTRIAL*

4.1. Sistem PLTS

Sistem PLTS terdiri dari modul fotovoltaik, *solar charge controller* atau *grid inverter*, baterai, inverter baterai, dan beberapa komponen pendukung lainnya. Ada beberapa jenis sistem PLTS, baik untuk sistem yang terhubung ke jaringan listrik PLN (*On-Grid*) maupun sistem PLTS yang berdiri sendiri atau tidak terhubung ke jaringan listrik PLN (*Off-Grid*). Meskipun sistem PLTS tersebar (*SHS / sistem solar home*) lebih umum digunakan karena relatif murah dan desainnya sederhana, saat ini PLTS (*On-Grid*), PLTS (*Off-Grid*), dan PLTS hibrida (PLTS yang dikombinasikan dengan sumber energi lain seperti angin atau *solar*) juga banyak digunakan. diterapkan, yang bertujuan untuk memperoleh listrik. dan penggunaan energi yang lebih tinggi dan mencapai keberlanjutan sistem yang lebih baik melalui kepemilikan kolektif.

A. PLTS *Off-Grid*

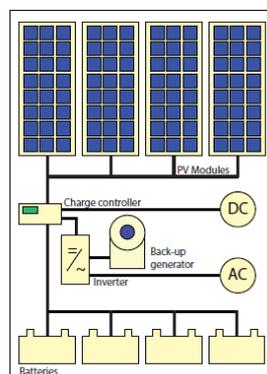
PLTS *Off-Grid* adalah sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Terpusat (*Off-Grid*) merupakan sistem pembangkit listrik yang memanfaatkan radiasi matahari tanpa terhubung dengan jaringan PLN atau dengan kata lain satu-satunya sumber pembangkitnya yaitu hanya menggunakan radiasi matahari dengan bantuan panel surya atau *photovoltaic* untuk dapat menghasilkan energi listrik sistem PLTS *Off-Grid* sendiri juga hanya dimanfaatkan untuk daerah yang tidak terjangkau pasokan listrik dari PLN seperti daerah pedesaan. (Hasanah, Koerniawan, & Yuliasnsyah, 2018)



Gambar 4.1 Sistem PLTS *Off-Grid*
(Sumber: myengineerings.com/pv-system-types/)

B. PLTS *Hybrid*

Penggunaan PLTS dikombinasikan dengan pembangkit listrik lain maka disebut sistem *hybrid* (Setiawan dkk, 2014). Biasanya sistem pembangkit yang banyak digunakan adalah PLTMH, PLTB, dan genset, sistem dapat dilihat pada gambar 4.2. Sistem hibrida memberikan tenaga untuk mengibangi daya dari beberapa pembangkit, setiap terjadi kelebihan daya yang dihasilkan maka akan disimpan terlebih dahulu untuk penggunaan selanjutnya.

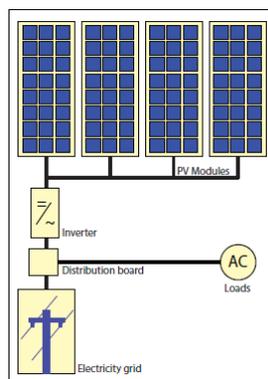


Gambar 4.2 Sistem PLTS *Hybrid*
(Sumber: myengineerings.com/pv-system-types/)

C. PLTS *On-Grid*

PLTS sistem *On-Grid* atau disebut sebagai *Grid-Connected PV System* merupakan penerapan solusi *Green Energy* untuk penduduk perkotaan, industri, perumahan ataupun perkantoran. Sistem ini menggunakan modul surya untuk menghasilkan listrik yang ramah lingkungan dan bebas emisi. Penggunaan PLTS sistem *On-Grid* ini memberikan nilai tambah pada konsumen karena dapat

menghemat biaya tagihan listrik rumah tangga, perkantoran atau industri. Dinamakan *On-Grid* karena sistem PLTS ini terhubung dengan jaringan listrik PLN dengan mengoptimalkan pemanfaatan energi surya untuk menghasilkan energi listrik semaksimal mungkin (Putra, 2015). Sistem kerja dapat dilihat pada gambar 4.3. Salah satu karakteristik pada PLTS sistem *On-Grid* adalah fitur anti *islanding* yang terpasang pada inverter yang membuat PLTS tidak akan menghasilkan listrik bila jaringan listrik padam (Priajana, 2020).



Gambar 4.3 Sistem PLTS *On-Grid*
(Sumber: myengineerings.com/pv-system-types/)

4.1.1. Komponen Utama PLTS *On-Grid*

A. Panel Surya

Panel Surya Komponen utama pada pembangkit tenaga surya ini menghasilkan listrik DC yang biasanya disebut dengan panel surya. Pada panel surya terdapat komponen utama yaitu sel surya yang memiliki fungsinya sebagai menyerap cahaya matahari yang nanti diubah menjadi arus listrik dengan keluaran arus DC. Kapasitas dari panel surya tergantung dari berapa banyak sel surya yang dirangkai pada satu panel surya.

Adapun jenis-jenis dari panel surya yang biasa digunakan terdapat 2 jenis yaitu:

1. Monokristalin (*Monocrystalline*)

Panel surya menggunakan sel monokristalin terbuat dari : bahan silikon. Salah satu kelebihan dari *solar cell* ini adalah *solar cell* yang paling efisien digunakan karena penampangnya dapat menyerap cahaya lebih efisien daripada bahan sel surya lainnya. Sekitar 15% efisiensi diperoleh saat sinar

matahari dikonversi menjadi listrik yang dimiliki oleh bahan sel surya ini. Persentase ini merupakan angka yang cukup besar jika dibandingkan dengan bahan sel surya lainnya. Karakteristik fisik sel surya monokristalin jenis ini berbentuk segi delapan dan berwarna lebih gelap seperti pada gambar 4.4. (Panel Surya: Jenis-Jenis Dan Rekomendasi Pemilihan. 2021).



Gambar 4.4 Panel Surya *Monocrystalline*
(Sumber : Panel Surya: Jenis-Jenis Dan Rekomendasi Pemilihan.2021)

2. Polikristalin (*Polycrystalline*)

Panel surya polikristalin menggunakan sel surya yang terbuat dari: batang silikon diproses dengan peleburan. Keuntungan dari Panel surya ini merupakan susunan yang terlihat lebih rapi dan kompak. Untuk tingkat efisiensi, nilainya lebih rendah dari panel surya monokristalin dengan persentase 12% hingga 14% (Panel Surya: Jenis-Jenis Dan Rekomendasi Pemilihan. 2021).



Gambar 4.5 Panel Surya *Polycrystalline*
(Sumber : Panel Surya: Jenis-Jenis Dan Rekomendasi Pemilihan.2021)

B. Inverter *On-Grid* (*Grid Tie Inverter*)

Perangkat pengubah tegangan DC ke AC yang banyak digunakan pada aplikasi pembangkit listrik tenaga surya On-Grid. Sistem PLTS GTI akan

mensuplai daya yang dihasilkan ke beban, jika terjadi kelebihan beban maka daya yang dihasilkan akan disalurkan ke jaringan. Jika daya tidak cukup untuk mensuplai beban, jaringan juga akan mensuplai daya ke beban. Untuk itu GTI akan bekerja jika terhubung dengan jaringan listrik, jika jaringan listrik mati maka GTI akan berhenti bekerja. Pada gambar 4.6 merupakan contoh dari inverter *On-Grid* huawei (Chien, et al, 2012).



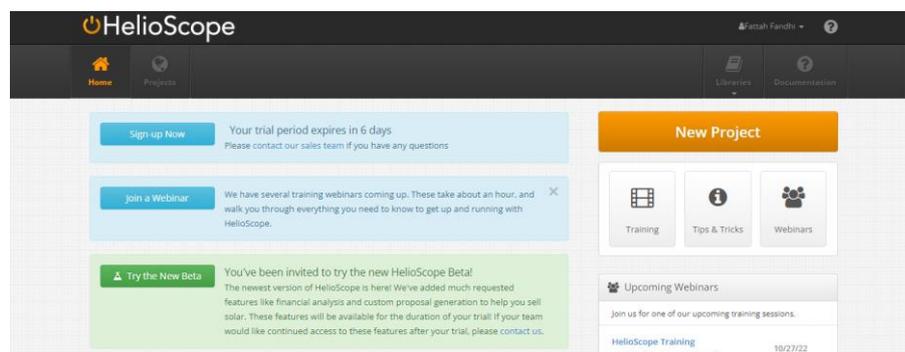
Gambar 4.6 Inverter *On-Grid* SUN2000-50KTL Huawei
(Sumber: solar.huawei.com)

C. Rangkaian seri atau *String* dan Rangkaian *Array*

Pemasangan seri modul surya memiliki tujuan untuk mendapatkan nilai tegangan yang tinggi sesuai dengan kebutuhan. Untuk membuat modul surya dirangkai secara seri yaitu dengan menghubungkan kutub positif modul surya ke kutub negatif modul surya lainnya. Susunan modul surya yang dirangkai dan dihubungkan secara seri disebut *string* modul surya, juga seringkali disebut sebagai panel surya. Ketika terdapat 4 modul surya yang dirangkai secara seri maka nilai tegangannya akan bertambah, namun nilai arusnya tetap. Sedangkan keluaran daya linear (sebanding) dengan jumlah modul surya. Sedangkan Rangkaian *array* modul surya merupakan kumpulan beberapa *string* modul surya yang terhubung secara paralel. Tujuannya yaitu untuk menaikkan nilai tegangan dan arus yang disesuaikan dengan spesifikasi inverter atau kontroler.

4.2. *Software Helioscope*

Helioscope adalah sebuah perangkat lunak berbasis web yang diperkenalkan oleh Folsom Lab USA yang digunakan untuk merancang sistem PLTS dengan memiliki beberapa fitur *PVsyst* dan menambahkan fungsionalitas desain *AutoCAD* yang memungkinkan insinyur, perancang atau peneliti untuk melakukan desain lengkap dalam satu paket. Alamat lokasi, konfigurasi *array*, modul surya dan spesifikasi inverter adalah *input* utama yang dibutuhkan *Helioscope*. Perangkat lunak ini memungkinkan pengguna untuk memperkirakan produksi energi yang memperhitungkan kerugian akibat cuaca dan iklim, bayangan, pengkabelan, efisiensi komponen dan ketidakcocokan panel juga dapat dianalisis untuk memberikan rekomendasi peralatan dan tata letak susunan. *Software* ini dapat menampilkan produksi tahunan, kumpulan data cuaca, *Ratio* kinerja dan parameter sistem lainnya untuk hasil simulasi (Umar dkk., 2018). Berikut gambar 4.7 merupakan tampilan beranda dari *website Helioscope*.



Gambar 4.7 Tampilan Beranda *Website Helioscope*
(Sumber: www.Helioscope.com)

4.3. Hasil dan Pembahasan

4.3.1. *Survey* lokasi pemasangan PLTS

Survey disini merupakan tahapan awal perencanaan PLTS yang dilakukan dengan cara terjun langsung dilapangan, beberapa hal yang dilakukan pada saat *survey* meliputi hal seperti dibawah ini:

- A. Melakukan pengukuran dari lokasi yang akan dilakukan instalasi PLTS meliputi pengukuran ketinggian dari gedung, kemiringan atap, penentuan

potensi dari efek bayangan, melihat posisi dari gedung menghadap ke arah mata angin, pencatatan titik koordinat bangunan.

- B. Perhitungan konsumsi daya dari pabrik yang mana nantinya diperlukan untuk menentukan dari jumlah PV yang akan digunakan. Pada gedung kawasan Jakarta Utara ini didapatkan konsumsi daya pabrik sebesar 13,53 mW. Sehingga dari konsumsi daya tersebut dapat ditentukan jumlah modul tipe LR5-72HPH 540M merek *Longi Solar* yang digunakan seperti perhitungan dibawah ini:

$$\begin{aligned} \frac{\text{total daya pabrik} \times \text{regulasi PLN}}{\text{kapasitas PV}} &= \frac{13,53 \text{ mW} \times 15\%}{540 \text{ Wp}} & (4.1) \\ &= \frac{2,0295 \text{ mW}}{540 \text{ Wp}} = 3758,33 \text{ pcs} \end{aligned}$$

- C. Penentuan jenis inverter yang akan digunakan yaitu dengan melihat spesifikasi dari modul PV yang dirangkai secara seri. Perhitungan tersebut dapat dilihat seperti berikut:

- Perhitungan tegangan secara seri

$$\text{Jumlah PV tiap string} \times V_{mp} = 16 \times 41,65 \text{ V} = 666,4 \text{ V} \quad (4.2)$$

- Perhitungan arus secara seri

$$12,97 \text{ A} \quad (4.3)$$

- Perhitungan MPPT tegangan secara paralel

$$666,4 \text{ A} \quad (4.4)$$

- Perhitungan MPPT tegangan secara paralel

$$I_{mp} \times 2 = 12,97 \text{ A} \times 2 = 25,94 \text{ A} \quad (4.5)$$

$$I_{mp} \times 1 = 12,97 \text{ A} \times 1 = 12,97 \text{ A}$$

- Penentuan kapasitas inverter

$$\text{Jumlah PV tiap string} \times \text{string} = 16 \times 16 = 256 \text{ pcs} \quad (4.6)$$

$$256 \text{ pcs} \times \text{kapasitas PV} = 256 \times 450 \text{ W} = 115.200 \text{ W} \quad (4.7)$$

Maka dari data diatas dapat menentukan tipe dan jenis inverter apa yang akan digunakan, oleh karena itu pada laporan magang ini menggunakan inverter *on-grid* Huawei SUN2000-100KTL-M1. Pada inverter tersebut terdapat beberapa hal yang menentukan pemilihannya, meliputi *max. Input Voltage* 1.100 V, *max.*

Current per MPPT 26 A, MPPT *Operating Voltage Range* 200 V – 1.000 V, dan *Rated AC Active Power* 100.000 W.

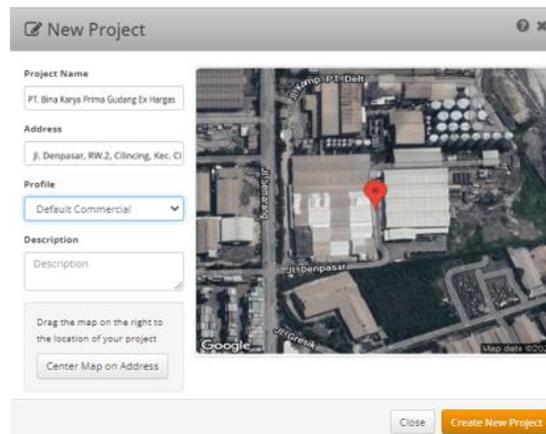
- D. Penentuan jalur kabel, penempatan *shelter* inverter, serta jenis kabel yang akan digunakan, disini menggunakan kabel dengan ukuran 6 mm².

4.3.2. Perancangan PLTS menggunakan *Helioscope*

Dalam perancangannya terdiri beberapa langkah-langkah untuk mengetahui potensi energi listrik yang dapat dibangkitkan oleh sistem PLTS pada, sebagai berikut:

A. Penentuan *Field Segmen* Lokasi

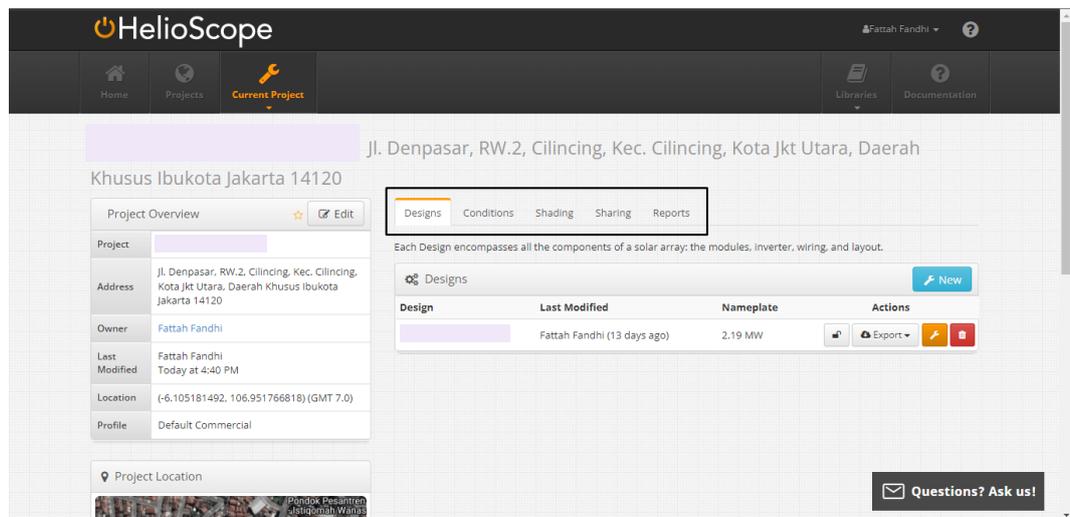
Klik “*New Project*” untuk melakukan simulasi perancangan PLTS dan isi beberapa data tentang proyek yang akan di pasang (nama proyek, alamat, profil bangunan) seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.8.



Gambar 4.8 Tampilan *New Project*
(Sumber: www.Helioscope.com)

B. Menu *Current Project*

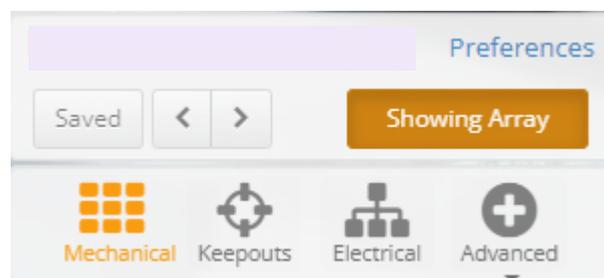
Pada gambar 4.9 merupakan tampilan dari *menu current project*, dimana nantinya dapat menyesuaikan beberapa hal saat akan melakukan simulasi.



Gambar 4.9 Tampilan Menu *Current Project*
(Sumber: www.Helioscope.com)

Terdapat beberapa menu yang harus diperhatikan dalam aplikasi *Helioscope* antara lain:

1. *Menu Designs* berfungsi untuk mendesain PLTS di. Dalam menu design terdiri beberapa bagian diantaranya *Mechanical*, *Keepout*, *Electrical*, dan *Advanced*, tampilan dapat dilihat pada gambar 4.10 dibawah ini.

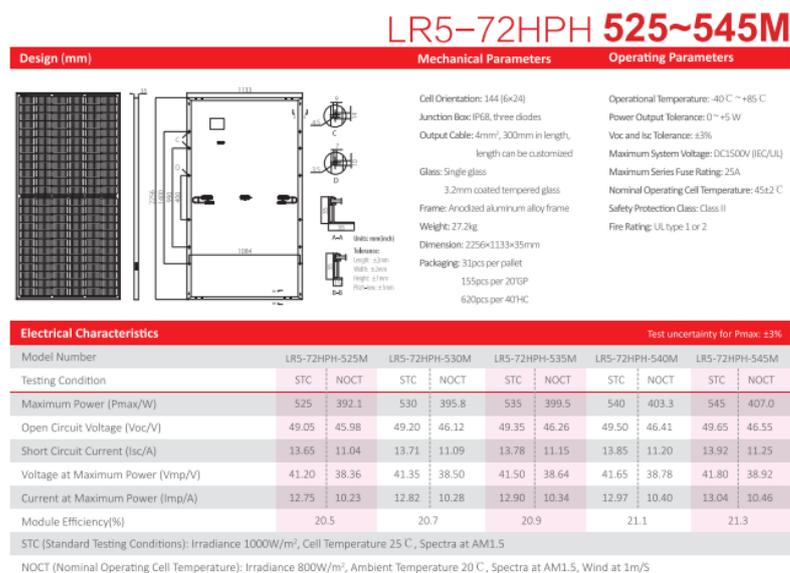


Gambar 4.10 Tampilan Menu *Design*
(Sumber: www.Helioscope.com)

2. *Mechanical* tersebut terdapat kondisi *layout* dari suatu lahan yang akan dipilih, dengan menambahkan *field segmen* dan klik “*new*”. Setelah menambahkan *field segmen*, pengguna harus memilih bagian atap atau area yang akan dipilih untuk meletakkan modul PV dengan menarik garis. Setelah selesai memetakan area yang akan dipasang modul PV pada bagian atap, pada bagian *Mechanical* juga terdapat beberapa form untuk menyesuaikan beberapa spesifikasi diantaranya :

a. Pemilihan modul surya.

Modul Panel surya yang digunakan pada *Project Industrial* yaitu modul tipe LR5-72HPH 540M merek *Longi Solar*. Gambar 4.11 merupakan *Datasheet* dari inverter yang digunakan.



Gambar 4.11 *Datasheet* Longi Solar LR5-72HPH 540M
(Sumber: <http://mesolarstores.com>)

b. Penentuan *mounting* PV pada gedung

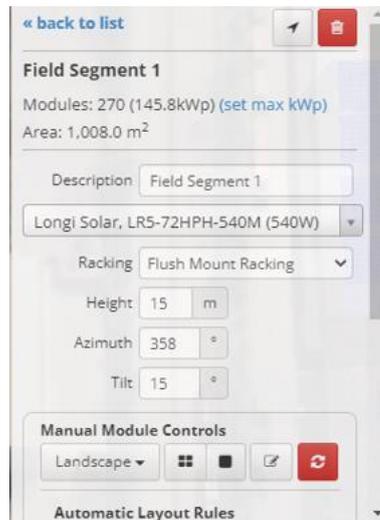
Pada *Helioscope* jenis *mounting* PV terbagi menjadi beberapa tipe:

- *Fixed Tilt* yaitu tipe *mounting* yang digunakan untuk pemasangan PLTS di area lahan atau di permukaan air.
- *Flush Mount* yaitu digunakan untuk pemasangan PLTS di area atap.
- *East-west* digunakan untuk pemasangan PLTS pada atap datar.
- *Carport* yaitu tipe *mounting* untuk pemasangan PLTS di *Canopy*.

Pada Kawasan Industri PV dipasang diatas atap oleh karena itu, jenis *mounting* menggunakan tipe *flush mount*.

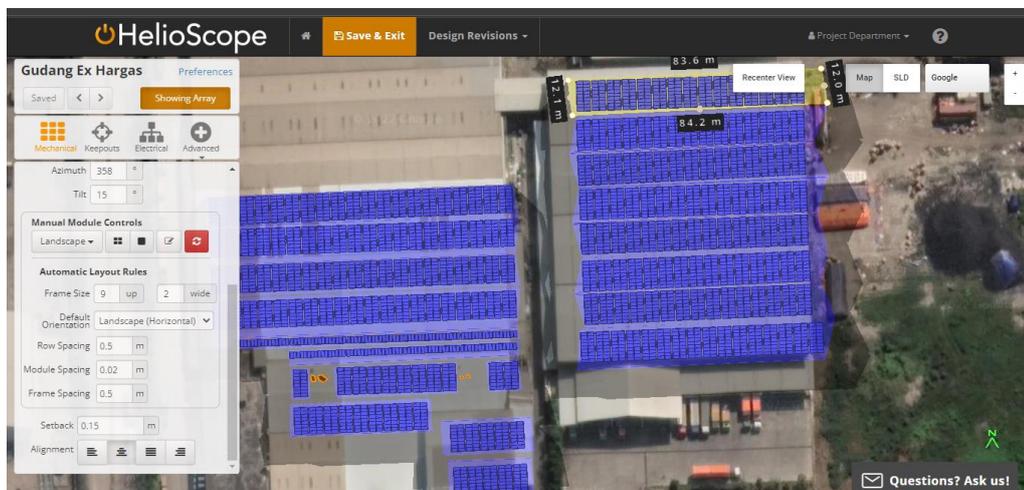
c. Penentuan ketinggian, *azimuth*, dan kemiringan dari atap

Pada gambar 4.12 dibawah merupakan tampilan untuk mengatur beberapa detail dari bangunan. Pada gedung kawasan *industrial* Jakarta Utara memiliki ketinggian 11 meter dari permukaan tanah, titik *Azimuth* 358° & 178,2°, dan kemiringan atap 11°.



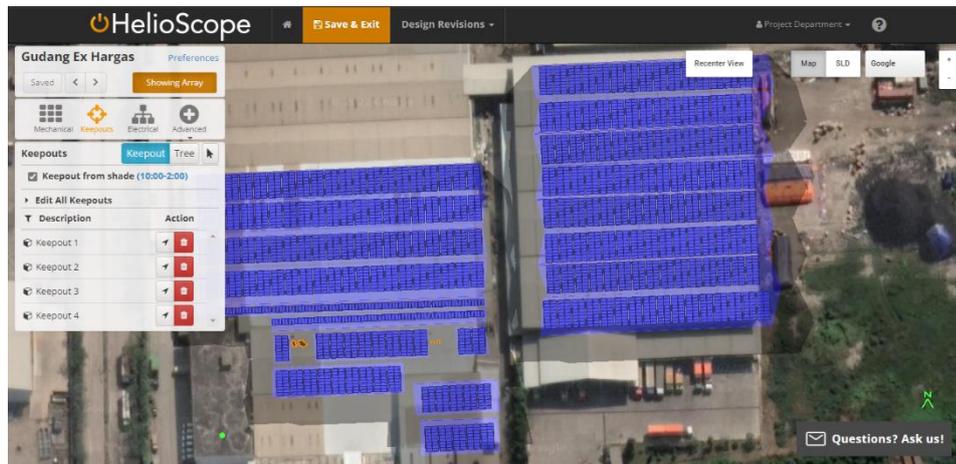
Gambar 4.12 Pengisian *Field Segment*
(Sumber: www.Helioscope.com)

- d. Peletakkan PV pada gedung sesuai standar *Helioscope*.
Setelah bagian *mechanical* telah terisi maka muncul *layout* dan jumlah pv yang dapat terpasang di atas atap yaitu sebanyak 3760 PV, seperti gambar 4.13.



Gambar 4.13 Tampilan *Layout* PV pada Gedung
(Sumber: www.Helioscope.com)

3. *Keepout* digunakan untuk memperkirakan Potensi *Shading* pada Atap seperti *Jack Roof*, *Skylight*, *Cerobong*, *Canopy*, *Pohon*, dll. Pada kawasan *industrial* terdapat cerobong asap sehingga *menu keepout* digunakan untuk mengetahui potensi *shading*, seperti gambar 4.14 berikut:



Gambar 4.14 Tampilan *keepout* PV pada gedung
(Sumber: www.Helioscope.com)

4. *Electrical (wiring zone)* terdapat beberapa bagian yang harus diisi diantaranya:

a. Pemilihan Inverter yang digunakan

Perencanaan ini menggunakan inverter jenis Huawei SUN2000-100KTL-M1 berkapasitas 100 kW. Gambar 4.15 dibawah merupakan spesifikasi dari inverter.

Technical Specification	SUN2000-100KTL-M1
Efficiency	
Max. Efficiency	98.8%
European Efficiency	98.6%
Input	
Max. Input Voltage	1,100 V
Max. Current per MPPT	26 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	40 A
Start Voltage	200 V
MPPT Operating Voltage Range	200 V ~ 1,000 V
Rated Input Voltage	600 V
Number of Inputs	20
Number of MPP Trackers	10
Output	
Rated AC Active Power	100,000 W
Rated AC Apparent power	100,000 VA
Max. AC Apparent Power	110,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	110,000 W
Rated Output Voltage	400 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Rated Output Current	144.4 A
Max. Output Current	160.4 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	<3%

Gambar 4.15 *Datasheet* Inverter Huawei SUN2000-100KTL-M1
(Sumber: <https://solar.huawei.com>)

b. Penentuan DC/AC *Ratio*

DC/AC *Ratio* yaitu perbandingan daya yang dibangkitkan oleh PLTS dengan daya keluaran dari inverter yang digunakan.

$$\frac{Dc}{AC} = \frac{\text{Jumlah Pv} \times \text{Daya per Pv}}{\text{Daya Output Inverter}} \quad (4.8)$$

$$\frac{Dc}{AC} = \frac{3760 \times 540 \text{ wp}}{15 \times 100 \text{ kw}} = \frac{2030,4 \text{ kwp}}{1500 \text{ kw}} = 1,35$$

c. Penentuan *Range* PV dalam 1 *String*

Tabel 4.1. Tegangan Panel surya dan Inverter

<i>Longi Solar</i> LR5-72HPH 540M	Huawei SUN2000-100KTL-M1
V _{mp} = 41,65 V	V _{min} = 200 V
V _{oc} = 49,50 V	V _{max} = 1100 V

$$\text{minimal jumlah panel surya tiap string} = \frac{V_{min}}{V_{mp}} = \frac{200 \text{ v}}{41,65 \text{ v}} = 5 \quad (4.9)$$

$$\text{maksimal jumlah panel surya tiap string} = \frac{V_{max}}{V_{oc}} = \frac{1100 \text{ v}}{49,50 \text{ v}} = 22 \quad (4.10)$$

Sehingga *range* PV dalam satu *string* berkisar 5 - 22 PV

5. *Conditions* merupakan menu untuk mengetahui kondisi sekitar atap kawasan industri yang dapat mempengaruhi produksi dari PLTS. *Menu Conditions* terdiri dari beberapa bagian antara lain:

a. *Weather*

Cuaca mendefinisikan kondisi lingkungan per jam di sekitar *array*, termasuk iradiasi, suhu udara, dan kecepatan angin. Ini biasanya merupakan pendorong utama bagaimana kinerja sistem PLTS. Pada *Helioscope* pilih pengaturan *basic* atau bawaan dari *website* yaitu '*Meteonorm*'.

b. *Soiling Losses*

Kotoran pada modul surya dapat mengurangi efisiensi keluaran PLTS. Hal tersebut dikarenakan kotoran atau debu yang menghalangi sel surya dalam menerima radiasi matahari. Kotoran yang terdapat pada modul tidak dapat diukur secara pasti, namun hal ini dapat diasumsikan jika lokasi sangat berdebu dengan sedikit hujan. Misalnya potensi debu suatu lokasi memiliki kerugian efisiensi 2%, yang berarti efisiensi yang dihasilkan yaitu 98%. Pada *Helioscope* bagian *soiling Losses* dapat diisi berdasarkan kondisi dari tempat yang akan dibangun PLTS. Dapat dilihat pada tabel 4.2 merupakan beberapa persentase untuk *soiling losses* atau debu.

Tabel 4.2. Persentase debu pada bangunan

Persentase	Keterangan kondisi atap
0-2%	tidak ada debu
3-4%	tempat yang berdebu
5%	tempat yang sangat berdebu

Pada kondisi atap *industrial* setelah dilakukan *survey*, kondisi atap sangat berdebu sehingga dalam penginputan *soiling* menggunakan menggunakan persentase 5%.

c. Cell Temperatur

Efisiensi modul surya akan menurun seiring dengan meningkatnya temperatur pada modul surya. Jika temperatur pada modul surya meningkat, maka akan mempengaruhi daya keluaran modul surya tergantung dari besarnya koefisien temperatur pada modul surya, sehingga tegangan akan berkurang. Penurunan tegangan akibat kenaikan temperatur pada modul surya dapat mencapai 0,5% V setiap peningkatan 1°C. *Diffusion Model* dengan *input constant thermal loss* : 20 (*for flush mount*), *Diffusion Model* dengan *input constant thermal loss* : 40 (*for Fixed Tilt-Floating PV*).

d. Mismatch (Kerugian Ketidakcocokan di *Helioscope*)

Helioscope menghitung kerugian karena ketidakcocokan berdasarkan variasi fisik dalam larik – beberapa di antaranya dapat berasal dari bayangan, tetapi hal-hal seperti awan, *binning* modul, dan penyimpangan suhu semuanya juga dapat menyebabkan kerugian ketidakcocokan. Berikut beberapa *Mismatch* yang mempengaruhi produksi PLTS antara lain:

1. Varians Iradiasi

Varians Iradiasi mendefinisikan perbedaan sinar matahari antara modul dalam *array*. Dalam *Helioscope* dapat menentukan standar deviasi sinar matahari di seluruh modul dalam *array*. *Helioscope* menggunakan distribusi normal yang berpusat di sekitar radiasi yang dihasilkan dari model transposisi sebesar 5%.

2. Kisaran suhu

Rentang Suhu menjelaskan fakta bahwa tidak semua modul akan beroperasi pada suhu yang sama. Variabel ini menentukan ukuran kisaran suhu modul di

seluruh larik, dan mewakili distribusi seragam di sekitar suhu sel, untuk modul berkisar 4°C.

3. Toleransi Modul

Toleransi Modul mendefinisikan kisaran daya modul yang sebenarnya, berdasarkan toleransi manufaktur. Perbedaan ini diterapkan pada keluaran modul saat ini berdasarkan distribusi yang seragam. Parameter ini memiliki dua nilai *input*, sehingga dapat digeser ke atas atau ke bawah sesuai kebutuhan (misalnya, untuk memperhitungkan modul toleransi positif). *Min and max module tolerance* tergantung *Datasheet* pada *Datasheet* Longi Solar LR5-72HPH 540M tercantum *power tolerance* $\pm 0.5W$, maka *min tolerance* diisi 0% dan *max* diisi 0,926%.

e. AC Losses

Rugi-rugi AC diterapkan antara inverter dan titik koneksi jaringan. Ini memperhitungkan kerugian dalam pengkabelan AC dan efisiensi transformator. Dimana dalam *Helioscope* AC Losses yang digunakan maksimal 1,5%.

4.3.3. Hasil Simulasi *Helioscope*

Hasil simulasi *Helioscope*. *Annual production* merupakan Produksi tahunan yang diperoleh pada sistem PLTS yang mencapai 2,643 GWh dengan *performance ratio* 77,8%. *Performance Ratio* (PR) didefinisikan sebagai *Ratio* antara energi listrik AC yang dihasilkan oleh pembangkit dengan hasil perhitungan teoritis yang akan dihasilkan oleh pembangkit jika modul mengonversi *irradiance* yang diterima menjadi energi listrik berdasarkan kapasitas pembangkit tersebut. Evaluasi baik dan buruknya sistem PLTS dapat menggunakan *Performance Ratio* (PR) yang merupakan ukuran kualitas sistem, apabila sistem memiliki 70% - 90%, maka sistem tersebut dapat dikatakan sebagai layak / standar (Gifson dkk, 2020), apabila nilai PR sistem dibawah 70% maka sistem dikatakan belum layak dan membutuhkan perawatan. PR menghitung efek keseluruhan dari kerugian sistem pada PLTS, termasuk kerugian yang disebabkan oleh suhu modul, efisiensi komponen, irradiasi matahari, toleransi pabrikan, pemasangan kabel, bayangan, peletakkan modul dan pengotor. (Kencana dkk, 2018), *Performance Ratio* (PR)

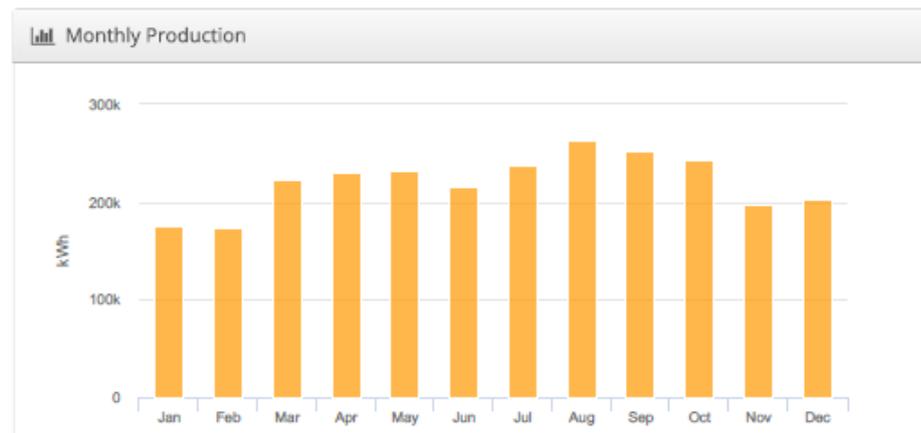
didapatkan dari membagi hasil bagi antara hasil energi tahun pertama (EY) dan Kapasitas PV yang terpasang (Kapasitas PV) dengan hasil bagi antara irradiance pada Modul PV dalam 1 tahun dan *irradiance* pada kondisi STC (GSTC). Seperti rumus dibawah ini :

$$PR = \frac{AC\ yield\ [GWh] \times 1\ \left[\frac{kW}{m^2}\right]}{Kapasitas\ Pv\ [kWp] \times Array\ iradiasi\ \left[\frac{kWh}{m^2}\right]} \times 100\ \% \quad .(4.11)$$

$$PR = \frac{2,643\ GWh \times 1\ \left[\frac{kW}{m^2}\right]}{2030\ kWp \times 1673,6\ \left[\frac{kWh}{m^2}\right]} \times 100\ \% = 77,79\%$$

PR menghitung efek keseluruhan dari kerugian sistem pada PLTS, termasuk kerugian yang disebabkan oleh modul, temperatur, pengurangan efisiensi cahaya rendah, inverter, pemasangan kabel, bayangan, dan pengotoran (IEC 6724, 2021). *Total Collector Irradiations* adalah total iradiasi yang diterima dalam setahun yang mencapai 1522,8 kWh/m² sedangkan *Energy to grid* adalah energi yang dihasilkan PLTS yang disuplai ke PLN. Dimana *energy to grid* mencapai 2.642.898,4 kWh. Komponen yang digunakan antara lain:

1. Inverter dengan tipe Huawei SUN2000-100KTL-M1 dengan jumlah 15 inverter dengan MPPT sebanyak 10, setiap MPPT nya terdapat 1-2 *string*, *string* yang digunakan sebanyak 235 *string*. Dalam satu *string* terdiri dari 16 PV yang dirangkai seri dengan ukuran kabel berdiameter 6 mm² dengan panjang kabel DC 56730,3 m.
2. Modul PV yakni modul *Longi Solar LR5-72HPH 540M* sebanyak 3760 pcs yang terbagi menjadi dua orientasi. Orientasi utara sebanyak 1648 pcs dan orientasi selatan sebanyak 2112 pcs dengan konsep peletakan PLTS ini menggunakan *Flush Mount Racking* dengan pemasangan *landscape* dan *potrait* yang memiliki kemiringan 11 derajat.



Gambar 4.16 Grafik Produksi PLTS perbulan

Tabel 4.3. Produksi Energi dalam setahun

Bulan	Produksi Energi (kWh)
Januari	174.585,1
Februari	173.539,2
Maret	222.491,9
April	230.169,5
Mei	321.397,0
Juni	215.707,4
Juli	236.666,8
Agustus	262.651,5
September	252.424,0
Oktober	242.784,1
November	197.505,9
Desember	202.975,9

Pada Tabel 4.3 menunjukkan bahwa rata-rata produksi energi terendah berada pada bulan Februari sebesar 173.539,2 kWh, sedangkan rata-rata produksi tertinggi terdapat pada bulan Mei yakni sebesar 321.397,0 kWh, dengan grafik yang ditunjukkan gambar 4.16 diatas.

Tabel 4.4. Total Produksi Energi Listrik dari PLTS

Total energi per tahun (kWh)	Produksi Rata-Rata Perbulan (kWh)	Rata-Rata Energi Per Minggu (kWh)	Rata-Rata Produksi Energi Per Hari (kWh)
2.732.898,3 kWh	227.741,53	56.935,4	7.487,4

Pada tabel 4.4 menunjukkan bahwa produksi tahunan yang diperoleh pada sistem yakni sebesar 2.732.898,3 kWh, rata-rata perbulan sistem mencapai 227.741,53 kWh, dan rata-rata produksi harian sistem mencapai 7.487,4 kWh.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil simulasi pada *website Helioscope* untuk Kawasan *Industrial* dapat dipasang PLTS berkapasitas 2 mWp dengan tipe panel surya *Longi Solar LR5-72HPH 540M* sebanyak 3760 pcs dan menggunakan inverter *On-Grid* jenis Huawei SUN2000-100KTL-M1 sebanyak 15 buah.
2. *Performance* rasio PLTS selama satu tahun yang disimulasikan di *Helioscope* sebesar 77,8% sedangkan secara teoritis didapatkan nilai PR sebesar 77,79%. Nilai tersebut sudah melebihi batas *minimum* PR yang dianjurkan yaitu 70%.
3. Potensi produksi energi yang dibangkitkan PLTS selama 1 tahun sebesar 2.732.898,3 kWh dengan rata-rata produksi perbulan sebesar 227.741,53 kWh.

5.2. Saran

Dengan magang yang telah dilaksanakan di PT. ATW Solar Indonesia, maka terdapat beberapa saran agar dapat ditinjau ulang oleh pihak perusahaan. Berikut saran dari penelitian ini:

1. Diharapkan *website* ini akan terus berkembang dan terus melakukan pembaharuan jenis-jenis PLTS maupun jenis inverter seiring berkembangnya teknologi PLTS yang semakin banyak jenisnya, serta nantinya *website* ini dapat digunakan untuk *multi device* agar mempermudah dalam pengerjaan.
2. Diharapkan pada saat *site survey* lebih didetailkan dengan menggunakan *detail engineering design* sesuai dengan kondisi lokasi, seperti gambar jalur penarikan kabel dari PV ke inverter, *layout* pemasangan PV pada atap bangunan, potensi shading, kondisi atap dll.
3. Tidak terdapatnya standarisasi yang dibukukan atau *guidebook* sehingga dapat menghambat dalam perencanaan menggunakan *Helioscope*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdjaber. 2019. “*PV System Types*”. myengineering.com/pv-system-types/. [19 September 2022].
- ATW Solar. 2022. “*Company Profil*”. www.atw-solar.id. [1 September 2022].
- C.L. Chen, J.-S. Lai, D. Martin, K.-H. Wu, P. Ribeiro, E. Andrade, C. Liu, Y.-S. Lee, Z.-Y. Yang, *Applied Power Electronics Conference and Exposition (APEC)*, 2012 Twenty-Seventh Annual IEEE, Orlando, Florida, 2012, p.1494.(GTI)
- Gifson, A., M. R. T. Siregar, dan M. P. Pambudi. 2020. *Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) On-Grid di Ecopark Ancol*. dalam Tesla, 22. No.1.
- Hasanah, A. W., Koerniawan, T., dan Yuliansyah, Y. 2018. *Kajian Kualitas Daya Listrik PLTS Sistem Off-Grid Di STT-PLN. Energi dan Kelistrikan*, Vol. 10. No. 2. Hal. 93-101.
- IEC 6724, *Photovoltaic System Performance Monitoring— Guidelines for Measurement, Data Exchange and Analysis*
- Karuniawan, E. A. 2021. *Analisis Perangkat Lunak PVSYST, PVSOL dan Helioscope dalam Simulasi Fixed Tilt Photovoltaic*. Dalam Jurnal Teknologi Elektro, 12. No. 3. Hal 100-105.
- Kencana, B., B. Prasetyo, H. Berchmans, I. Agustina, P. Myrasandri, R. Bona, R. R. Panjaitan, Winne. 2018. *Panduan Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpusat*. Jakarta: Tetra Tech ES Laporan Skripsi. Universitas Udayana.
- Panel Surya: *Jenis-Jenis Dan Rekomendasi Pemilihan*. (n.d.). 2021 www.sanspower.com/jenis-jenis-panel-surya-yang-bagus.html. [7 September 2022].

- Priajana, P.G.G., I.N.S. Kumara, dan I.N. Setiawan. 2020. *Grid Tie Inverter untuk PLTS Atap di Indonesia: Review Standar dan Inverter yang Compliance di Pasar Domestik*. Dalam Jurnal SPEKTRUM Vol, 7. No. 2.
- Putra, Tjok Gede Visnu Semara. 2015. *Analisa Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya 15 kW di Dusun Asah Teben Desa Datar Karangasem*.
- Setiawan, I.K.A., I.N.S. Kumara, dan I.W. Sukerayasa. 2014. *Analisis Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Satu MWp Terinterkoneksi Jaringan Di Kayubih, Bangli*. Dalam Jurnal Teknologi Elektro, 13. No. 1
- Tarigan, E. 2020. *Simulasi Optimasi Kapasitas PLTS Atap untuk Rumah Tangga di Surabaya*. Dalam Jurnal Multitek Indonesia: Jurnal Ilmiah, 14. No. 1. Hal. 13-22.
- Umar, N., B. Bora, C. Banerjee, and B.S. Panwar. 2018. *Comparison of different PV power simulation softwares: case study on performance analysis of 1 MW*