

**PERENCANAAN INSTALASI PLTS *ON-GRID*
KAPASITAS 118 KWP DI CIJERAH BANDUNG
PADA PROYEK PT ATW SOLAR**

LAPORAN MAGANG



Oleh :

**ALFAN MUBAROK
H41191462**

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

**PERENCANAAN INSTALASI PLTS *ON-GRID*
KAPASITAS 118 KWP DI CIJERAH BANDUNG
PADA PROYEK PT ATW SOLAR**

LAPORAN MAGANG



Oleh :

**ALFAN MUBAROK
H41191462**

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

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

LEMBAR PENGESAHAN

**PERENCANAAN INSTALASI PLTS ON-GRID DENGAN
KAPASITAS 118 KWP DI CIJERAH BANDUNG
PADA PROYEK PT ATW SOLAR**

(Alfan Mubarak)

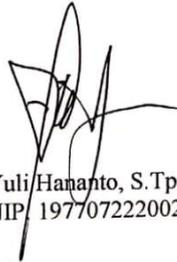
(H41191462)

Telah melaksanakan Magang dan dinyatakan lulus

Pada Tanggal: 5 Januari 2023

Tim Penilai

Pembimbing PKL



Yuli Hananto, S.Tp., M.Si.
NIP. 197707222002121001

Pembimbing Lapangan



Riski Imanu Widiya S.Tr.T.

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik



Mochammad Nuruddin, S.T, M.Si.
NIP. 19761111 20112 1 001

PRAKATA

Puji syukur Alhamdulillah kami panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya, sehingga dapat menyelesaikan Laporan Magang yang merupakan tahapan proses untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik (S.Tr.T) di Politeknik Negeri Jember.

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. Ibu, Bapak, Saudara saya tercinta yang selalu memberi do'a, semangat dan dukungan secara materi maupun moral.
2. PT ATW SOLAR INDONESIA, sebagai tempat kami melaksanakan Magang.
3. Bapak Mochammad Nuruddin, ST., M.Si selaku Ketua Jurusan Teknik.
4. Bapak Yuli Hananto, S.Tp., M.Si selaku Ketua Program Studi Teknik Energi Terbarukan dan selaku Dosen Pembimbing Magang.
5. Bapak Rizki Imanu Widiya S.Tr.T selaku Pembimbing Lapangan Magang.
6. Seluruh pegawai PT ATW SOLAR INDONESIA yang telah membimbing di tempat Magang.

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, Januari 2023

Penulis

RINGKASAN

Perencanaan Instalasi PLTS *On-Grid* Kapasitas 118 kWp di Cijerah Bandung pada Proyek PT ATW Solar, Alfian Mubarak, NIM H41191462, Tahun 2023, 60 Halaman, Teknik, Politeknik Negeri Jember, Yuli Hananto, S.Tp., M.Si. (Dosen Pembimbing Magang Internal), Rizki Imanu Widiya S.Tr.T. (Pembimbing Magang Eksternal).

PLTS merupakan suatu sistem pembangkit listrik yang energinya bersumber dari iradiasi matahari. Pada sistem PLTS terdapat sel *photovoltaic* yang berfungsi mengubah iradiasi sinar matahari menjadi listrik. Pada dasarnya 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. Akan tetapi terdapat sistem PLTS yang dapat dipasang di atap rumah/gedung, yaitu pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) *rooftop*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komponen-komponen yang digunakan, dapat mengetahui batas *maximum* dan *minimum string*, serta membantu dalam penentuan jumlah *string* yang baik perencanaan PLTS *on-grid* di Cijerah. Selain itu, 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. Dalam hal ini magang dilaksanakan pada 15 Agustus 2022 sampai 5 Januari 2023 di PT ATW Solar Indonesia.

Berdasarkan perencanaan yang telah dilakukan pada PLTS *on grid* di Cijerah membutuhkan beberapa komponen seperti panel surya JAM72S30-540, inverter Solis 100K-5G, dan MCCB NSX250F TMD 36 kA 4P 200 A. Pada perencanaan ini terdapat batas *minimum* dan *maximum* panel surya pada inverter per *string* adalah 5 dan 22 panel surya. Akan tetapi jumlah *string* yang baik adalah sebanyak 11 *string* dengan 1 *string* sebanyak 20 pcs yang dapat menghasilkan daya 10,8 kWp.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PRAKATA	iv
RINGKASAN	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan dan Manfaat	2
1.3 Lokasi dan Jadwal Kerja.....	4
1.4 Metode Pelaksanaan.....	4
BAB 2. KEADAAN UMUM PERUSAHAAN	5
2.1 Sejarah Perusahaan	5
2.2 Struktur Organisasi Perusahaan	6
2.3 Kondisi Lingkungan.....	11
BAB 3. KEGIATAN UMUM PERUSAHAAN.....	13
3.1 Tahapan Kegiatan Magang	13
3.2 Kegiatan di Kantor Operasional.....	14
3.3 Kegiatan <i>Site Project</i> Residensial	15
3.4 Kegiatan <i>Site Project</i> Komersial.....	16
3.5 Kegiatan <i>Project Industrial</i>	20
3.6 Kegiatan <i>Project Operational & Maintenance</i>	22

BAB 4. KEGIATAN KHUSUS DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Tinjauan Pustaka	24
4.2 Analisis Perencanaan Instalasi PLTS Gedung Tekstil di Cijerah ...	35
4.3 Hasil dan Pembahasan	37
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA	44

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 <i>Datasheet</i> Panel Surya JAM72S30-540.....	31
Tabel 4.2 <i>Datasheet</i> Solis 100K-5G	33
Tabel 4.3 Komponen-Komponen Pengaman PLTS.....	34
Tabel 4.4 Penentuan <i>String</i> Panel Surya.....	39
Tabel 4.5 <i>Datasheet</i> MCCB NSX250F TMD.....	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Profil Perusahaan	5
Gambar 2.2 Struktur Perusahaan.....	7
Gambar 2.3 Struktur <i>Management Team</i>	8
Gambar 2.4 Struktur <i>Core Team</i>	9
Gambar 2.5 Struktur <i>Operation Team</i>	10
Gambar 2.6 Struktur Keseluruhan PT ATW Solar	11
Gambar 2.7 Peta Lokasi Perusahaan.....	12
Gambar 3.1 Survei Untuk Pemasangan PV di Menteng, Jakarta.....	16
Gambar 3.2 Melakukan pengisian <i>survey</i>	16
Gambar 3.3 Melakukan <i>Briefing</i> Pada <i>Man Power</i>	17
Gambar 3.4 Melakukan Pemasangan <i>Safety Induction</i> Pada Area Kerja	17
Gambar 3.5 Melakukan Pengecekan Komponen PLTS.....	18
Gambar 3.6 Melakukan Pembuatan <i>Mounting</i> Panel Surya	18
Gambar 3.7 Melakukan <i>Lifting</i> Panel Surya.....	18
Gambar 3.8 Pemasangan <i>End Clamp</i> dan <i>Mid Clamp</i>	19
Gambar 3.9 Melakukan <i>Connecting</i> Kabel MC-4 pada Panel Surya.....	19
Gambar 3.10 Melakukan Pemasangan <i>Bracket</i>	19
Gambar 3.11 Melakukan Pemasangan Inverter	20
Gambar 3.12 Melakukan <i>Connecting</i> Kabel AC ke LVMDP.....	20
Gambar 3.13 Melakukan Pembuatan <i>Single Line Diagram</i>	21
Gambar 3.14 Melakukan Pembuatan <i>Schematic Diagram</i>	21
Gambar 3.15 Melakukan Pembuatan Jalur <i>String</i>	22
Gambar 4.2 Panel Surya Polikristal (<i>Poly-Crystalline</i>)	25
Gambar 4.3 Inverter Mikro	26
Gambar 4.4 Inverter <i>String</i>	27
Gambar 4.5 Sistem PLTS <i>Off Grid</i>	28
Gambar 4.6 Sistem PLTS <i>On Grid</i>	28
Gambar 4.7 Sistem PLTS <i>Hybrid</i>	29
Gambar 4.8 Lokasi PLTS pada Gedung Industri Tekstil di Cijerah	30

Gambar 4.9 Panel Surya JAM72S30-540	31
Gambar 4.10 Solis 100K-5G.....	32
Gambar 4.11 Komponen-Komponen Pengaman PLTS	35
Gambar 4.12 String Panel Surya pada Gedung Tekstil di Cijerah.....	40
Gambar 4.13 MCCB NSX250F TMD	41
Gambar 4.14 <i>Single Line Diagram</i>	42

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. 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 Magang.

PLTS merupakan suatu sistem pembangkit listrik yang energinya bersumber dari iradiasi (W/m^2) matahari melalui konversi sel *photovoltaic* (BSN, 2017). Sistem *photovoltaic* dapat mengubah iradiasi sinar matahari menjadi listrik. Semakin tinggi intensitas iradiasi matahari maka, semakin tinggi daya listrik yang dihasilkannya. Potensi energi surya di wilayah Indonesia cukup besar karena terletak di daerah khatulistiwa. Iradiasi rata-rata harian 4,5 kWh/m². Indonesia merupakan negara yang beriklim tropis, energi surya sangat berpotensi digunakan karena memiliki curah sinar matahari yang tinggi dan bersih untuk pemanfaatan sebagai sumber energi listrik. Selain itu juga tidak menghasilkan polusi karena tidak menggunakan bahan bakar apapun (Martawati, 2018). Hal ini sejalan dengan Peraturan Pemerintah No.79 Tahun 2014 mengenai kebijakan energi nasional. Dalam rangka mengurangi emisi gas rumah kaca yang diakibatkan oleh penggunaan bahan bakar minyak sebagai sumber energi dari pembangkit listrik tenaga diesel, maka perlu ditingkatkan pembangkit dengan energi alternatif ramah lingkungan (Boedoyo, 2008).

Pada dasarnya 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). Akan tetapi terdapat sistem PLTS yang dapat dipasang di atap rumah/gedung, yaitu pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) *rooftop*. Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) *rooftop* adalah pembangkit listrik yang memanfaatkan sumber energi terbarukan dari sinar matahari dan atap (*rooftop*) digunakan sebagai sarana tempat pembangkitan.

Dalam hal ini pabrik tekstil di Cijerah akan melakukan pemasangan panel surya (PLTS) *rooftop*. Sebelum dilakukannya pemasangan PLTS ini, maka harus melakukan tahapan perencanaan PLTS. Perencanaan ini bertujuan untuk mengetahui komponen-komponen yang digunakan, mengetahui batas *maximum* dan *minimum string*, dan membantu dalam penentuan jumlah *string* yang baik. Oleh karena itu penulis mengambil judul “Perencanaan Instalasi PLTS *On-Grid* Kapasitas 118 kWp di Cijerah Bandung pada Proyek PT ATW Solar”.

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 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.
5. Mahasiswa dapat mengetahui *mechanical* dan *electrical* pada sistem PLTS.

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. Tujuan khusus magang antara lain:

1. Menentukan spesifikasi komponen-komponen yang digunakan pada instalasi PLTS *on-grid* dengan kapasitas 118 kWp di Cijerah Bandung.
2. Menentukan batas *maximum* dan *minimum* panel surya pada inverter.
3. Menentukan jumlah panel surya per *string* yang sesuai standar.

1.2.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam laporan magang ini adalah sebagai berikut:

1. Tidak membahas tentang perhitungan penentuan kabel DC dan AC.
2. Tidak membahas prinsip kerja inverter secara spesifik.
3. Tidak membahas tentang THDi.
4. Tidak menjelaskan secara detail *current losses*.

1.2.4 Manfaat Magang

Manfaat dari pelaksanaan magang antara lain :

1. Dapat menentukan spesifikasi komponen-komponen yang digunakan pada instalasi PLTS *on-grid* dengan kapasitas 118 kWp di Cijerah Bandung.
2. Menentukan batas *maximum* dan *minimum* panel surya pada inverter.
3. Dapat menentukan jumlah panel surya per *string* yang sesuai standar.

1.3 Lokasi dan Jadwal Kerja

1.3.1 Jadwal Kerja Magang

Kegiatan magang di PT ATW Solar dilaksanakan mulai tanggal 15 Agustus 2022 hingga 5 Januari 2023. Adapun jadwal magang ini termasuk dalam jam kerja perusahaan. Jam kerja ini diatur sebagai berikut :

1. Senin – Jumat : pukul 09:00-18:00 dengan jam istirahat pukul 12:00-13:00 WIB (Kantor).
2. Senin – Sabtu : pukul 08:00-17:00 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 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.

b. Studi dokumen

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

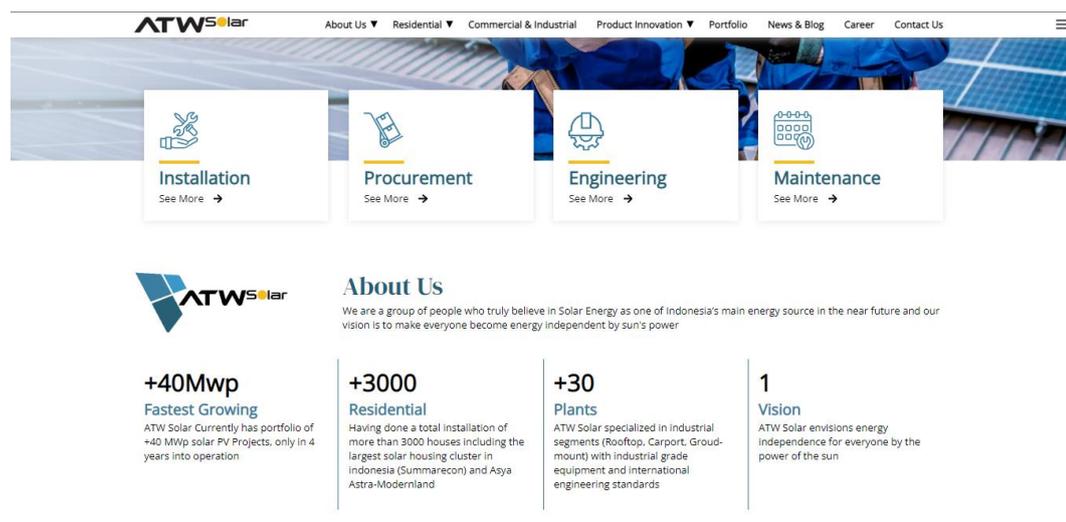
BAB 2. KEADAAN UMUM PERUSAHAAN

2.1 Sejarah Perusahaan

PT ATW Solar 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



The image shows a screenshot of the ATW Solar website. The header includes the ATW Solar logo and navigation links: About Us, Residential, Commercial & Industrial, Product Innovation, Portfolio, News & Blog, Career, and Contact Us. The main content area features four service categories: Installation, Procurement, Engineering, and Maintenance, each with an icon and a 'See More' link. Below this is an 'About Us' section with the company logo and a mission statement. The bottom section highlights four key statistics:

<p>+40Mwp Fastest Growing</p> <p>ATW Solar Currently has portfolio of +40 MWp solar PV Projects, only in 4 years into operation</p>	<p>+3000 Residential</p> <p>Having done a total installation of more than 3000 houses including the largest solar housing cluster in Indonesia (Summarecon) and Asya Astra-Modernland</p>	<p>+30 Plants</p> <p>ATW Solar specialized in industrial segments (Rooftop, Carport, Ground-mount) with industrial grade equipment and international engineering standards</p>	<p>1 Vision</p> <p>ATW Solar envisions energy independence for everyone by the power of the sun</p>
--	--	---	--

Gambar 2.1 Profil Perusahaan
(Sumber: Dokumentasi Perusahaan)

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, Banten 15225.

Kantor *Marketing* :

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 *North Junction* Blok RA-25 Citraland, Jl. Taman Puspa Raya, Sambikerep, Kec. Sambikerep, Kota SBY, Jawa Timur 60217.

Workshop 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

Website : www.atw-solar.id

Tanggal Diresmikan : 27 November 2017

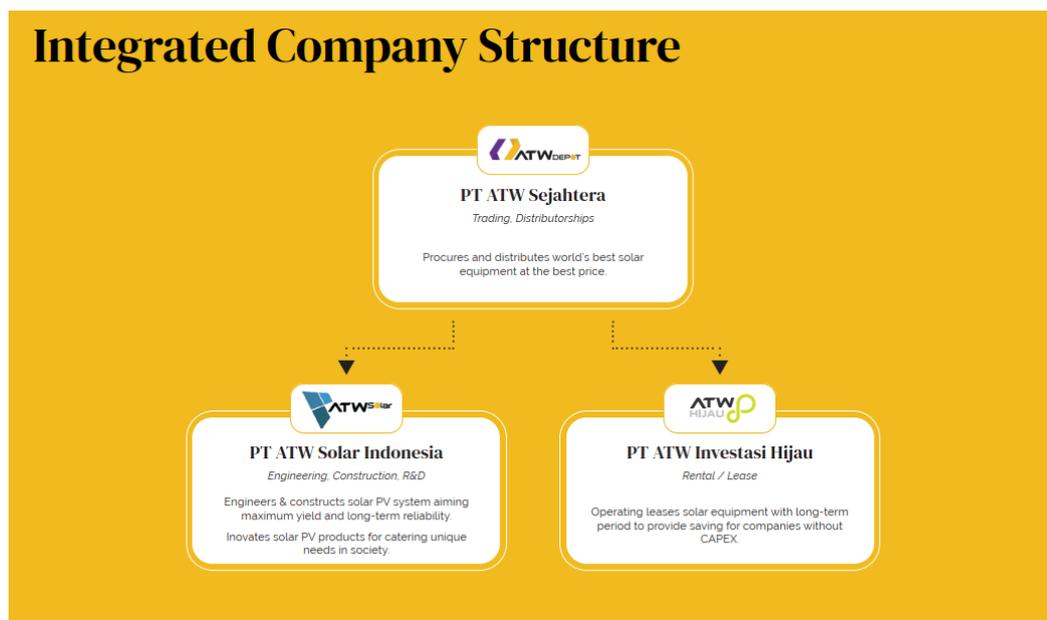
Berfokus pada segmen pasar C & I, ATW Solar sebagian besar dikelola oleh penggemar *renewable energy* ahli fotovoltaik surya, profesional, insinyur, yang memiliki pola pikir tim operasi yang sama untuk menyebarkan penggunaan fotovoltaik surya dengan preposisi yang menarik untuk melayani pelanggan dengan lebih baik.

Mengikuti pesatnya pertumbuhan bisnis fotovoltaik surya di Indonesia, 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 merupakan struktur organisasi PT ATW Solar Unit:

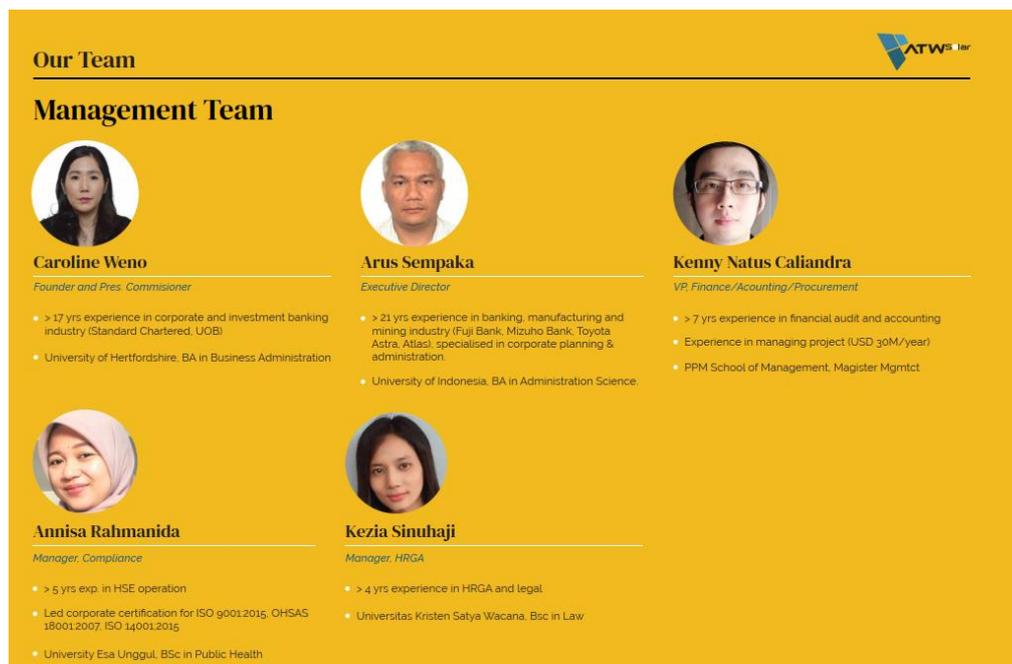


Gambar 2.2 Struktur Perusahaan
(Sumber: Dokumentasi Perusahaan)

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

c. PT ATW Hijau

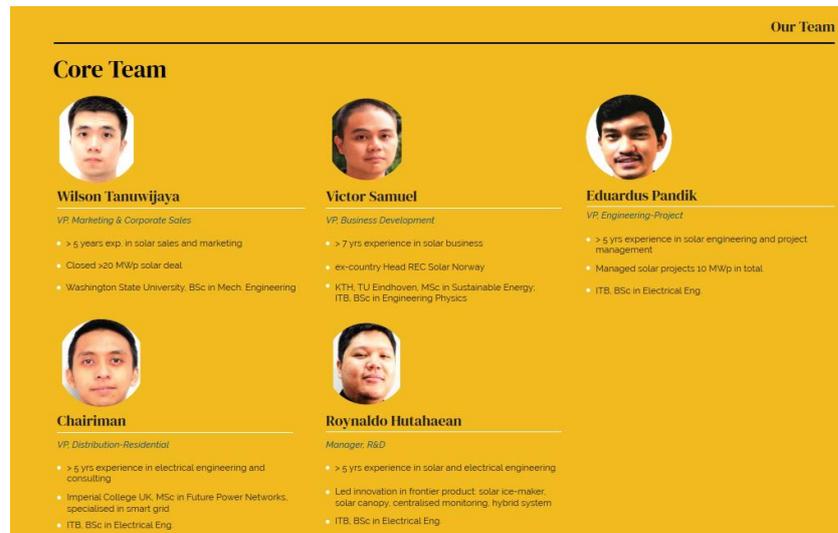
PT ATW Hijau adalah divisi yang bergerak dalam jasa penyewaan PV Solar.



Gambar 2.3 Struktur Management Team
(Sumber: Dokumentasi Perusahaan)

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:

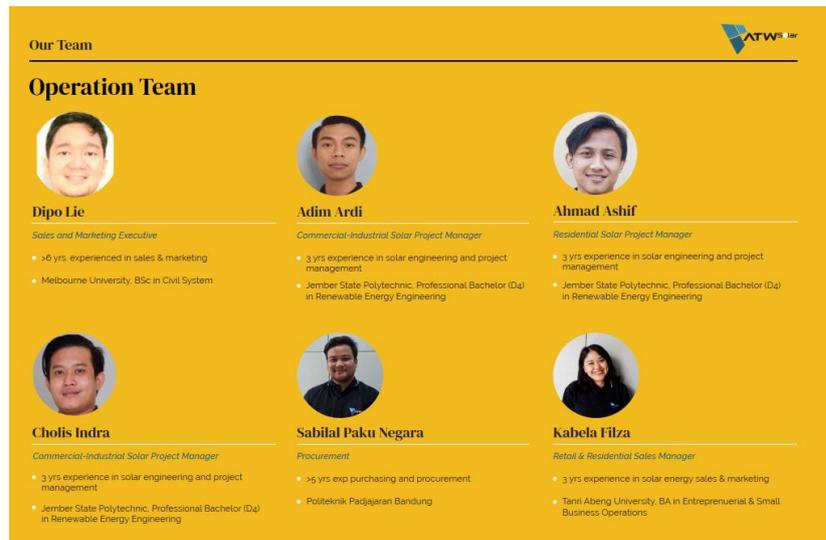
1. *Founder and Pres. Commissioner*
2. *Executive Director*
3. *VP, Finance/Accounting/Procurement*
4. *Manager, Compliance*
5. *Manager, HRGA*



Gambar 2.4 Struktur *Core Team*
 (Sumber: Dokumentasi Perusahaan)

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 itu, 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:

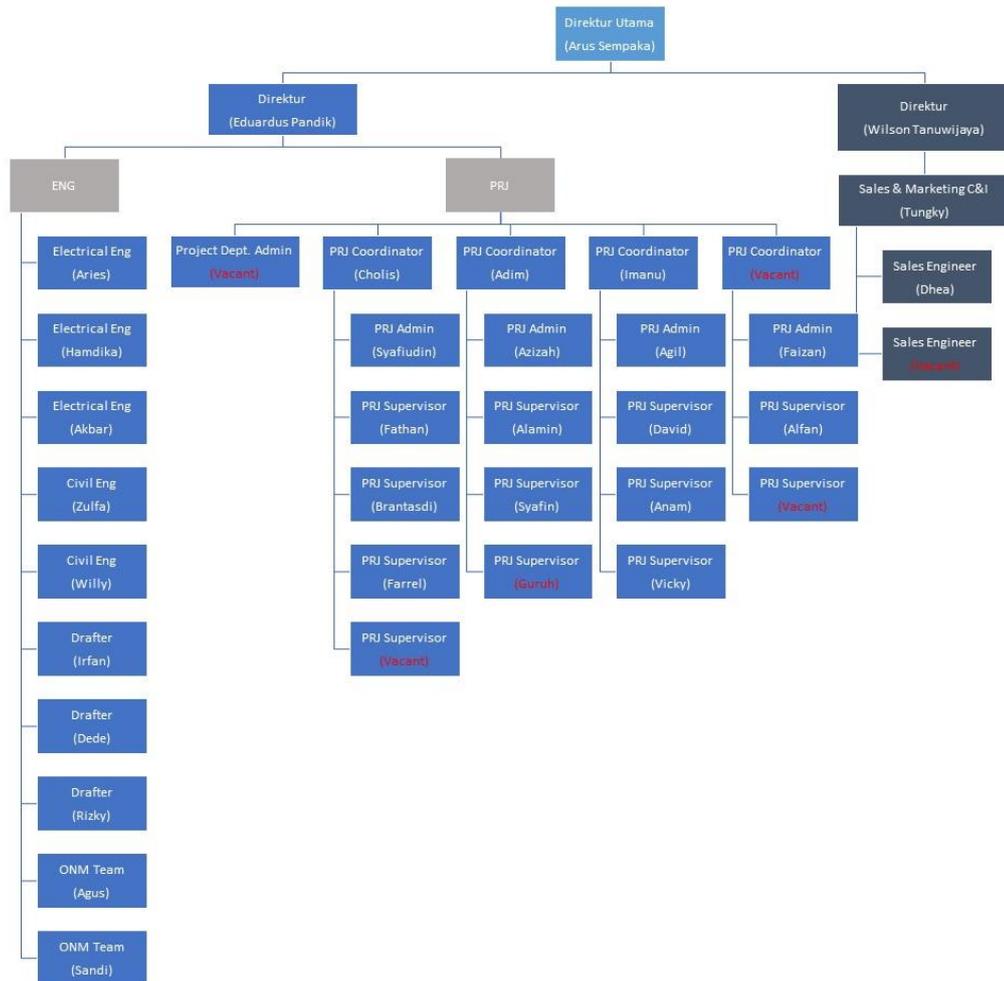
1. *VP, Marketing & Corporate Sales*
2. *VP, Business Development*
3. *VP, Engineering-Project*
4. *VP, Distribution-Residential*
5. *Manager R&D*



Gambar 2.5 Struktur *Operation Team*
(Sumber: Dokumentasi Perusahaan)

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, yaitu:

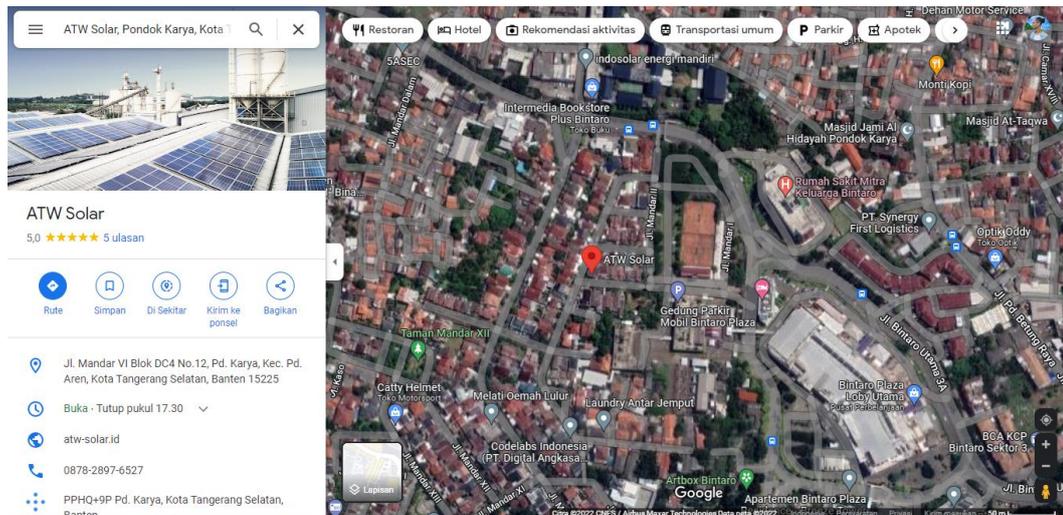
1. *Sales and Marketing Executive*
2. *Commercial-Industrial Solar Project Manager*
3. *Residential Solar Project Manager*
4. *Commercial-Industrial Solar Project Manager*
5. *Procurement*
6. *Retail & Residential Sales Manager*



Gambar 2.6 Struktur Keseluruhan PT ATW Solar
(Sumber: Dokumentasi Perusahaan)

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. Berikut peta yang diambil dari *google maps*:



Gambar 2.7 Peta Lokasi Perusahaan
(Sumber: Dokumentasi Perusahaan)

BAB 3. KEGIATAN UMUM PERUSAHAAN

Kegiatan umum mahasiswa di PT ATW Solar yaitu melakukan pemasangan panel surya, *procurement, contractor, operation & maintenance*. 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 di bidangnya. 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 oleh mbak Isya Indah Sari selaku HSE di ATW Solar dan mas Rizki Imanu Widiya selaku *Project Manager* serta pembimbing lapang mahasiswa/i magang.

3.1.2 Pelaksanaan Magang

Pelaksanaan kegiatan Magang dilaksanakan pada tanggal 15 Agustus 2022 sampai dengan 6 Januari 2023. Kegiatan magang dilaksanakan di kantor operasional, *showroom solaristic, site o&m industrial, site project industrial, site project residensial, site project komersial, dan site maintenance residensial*.

3.2 Kegiatan di Kantor Operasional

Kegiatan di kantor operasional meliputi pra *project*, seperti *drawing*, *electrical engineering*, *procurement*, dan *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 survei untuk memastikan kapasitas kelistrikan sesuai dengan kapasitas PLTS yang akan dipasang.
2. *Civil Engineering*
 - a. Melakukan survei 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 survei untuk memastikan gambar sesuai dengan kondisi aktual lapangan.

3.2.2 Project

Project merupakan divisi yang akan melaksanakan proyek di berbagai tempat, seperti:

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 Manager* 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 di proyek.
- d. Memastikan konstruksi berjalan dengan kualitas sesuai standar perusahaan.

4. *Sales dan Marketing*

5. *Sales Engineer*

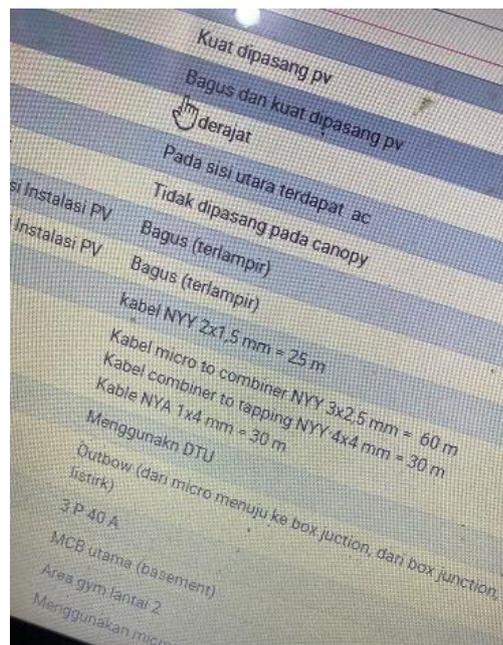
- a. Melakukan *survey* lokasi yang akan dipasang PLTS.
- b. Menentukan kapasitas PLTS yang akan dipasang.
- c. Membuat BoQ dan harga penawaran sistem PLTS kepada *client*.

3.3 Kegiatan *Site Project* Residensial

Kegiatan di *site project* residensial dimentori oleh Residensial dari ATW Sejahtera yaitu Pak Abdur Rokman, Pak Dwiari Febrian Bima Adimanggala Putra, Pak Achmad Iskandar Kamdani dan Pak Ahmad Ashif. Kegiatan di Residensial penulis terjun langsung dilapangan menghadapi *customer*. Berikut merupakan kegiatan yang terdapat di Residensial.



Gambar 3.1 Survei Untuk Pemasangan PV di Menteng, Jakarta
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)



Gambar 3.2 Melakukan pengisian survey
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

3.4 Kegiatan Site Project Komersial

Kegiatan di *site project* komersial dmentori oleh komersial dari ATW Sejahtera yaitu Pak Abdur Rokman, Pak Dwiari Febrian Bima Adimangala Putra, Pak Achmad Iskandar Kamdani dan Pak Ahmad Ashif. Kegiatan di

Residensial penulis terjun langsung dilapangan menghadapi *customer*. Berikut merupakan kegiatan yang terdapat di komersial.



Gambar 3.3 Melakukan *Briefing* Pada *Man Power*
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)



Gambar 3.4 Melakukan Pemasangan *Safety Induction* pada Area Kerja
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)



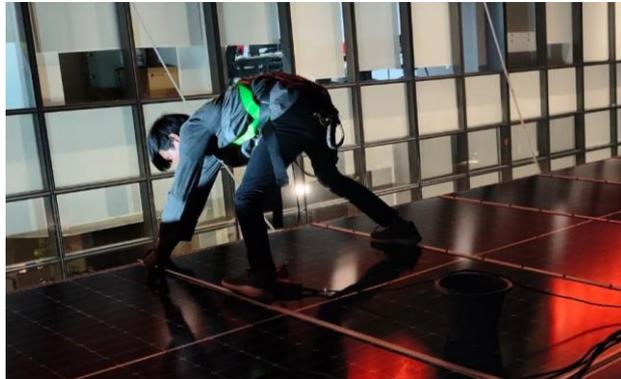
Gambar 3.5 Melakukan Pengecekan komponen PLTS
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)



Gambar 3.6 Melakukan Pembuatan *Mounting* Panel Surya
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)



Gambar 3.7 Melakukan *Lifting* Panel Surya
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)



Gambar 3.8 Pemasangan *End Clamp* dan *Mid Clamp*
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)



Gambar 3.9 Melakukan *Connecting* Kabel MC-4 pada Panel Surya
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)



Gambar 3.10 Melakukan Pemasangan *Bracket*
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)



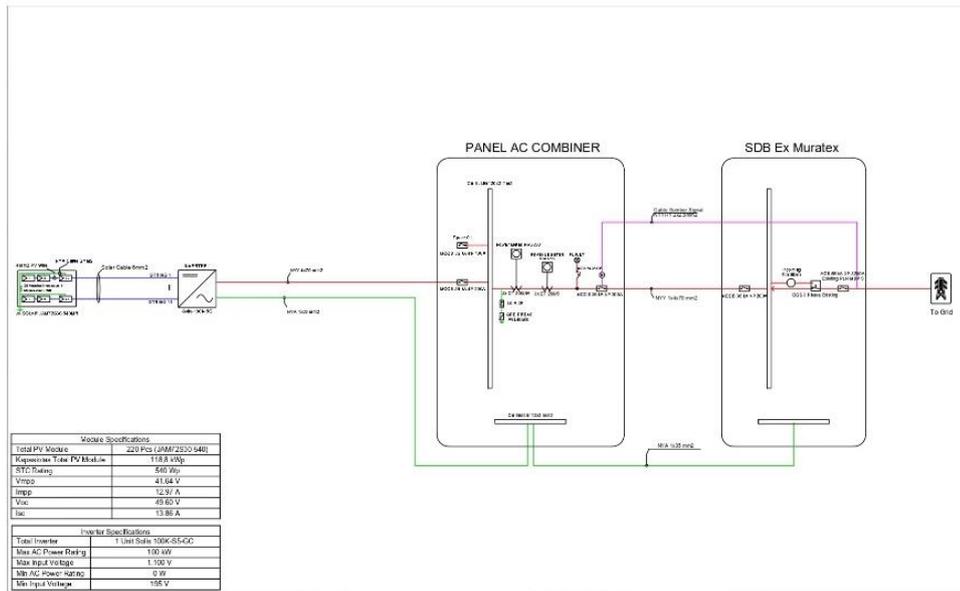
Gambar 3.11 Melakukan Pemasangan Inverter
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)



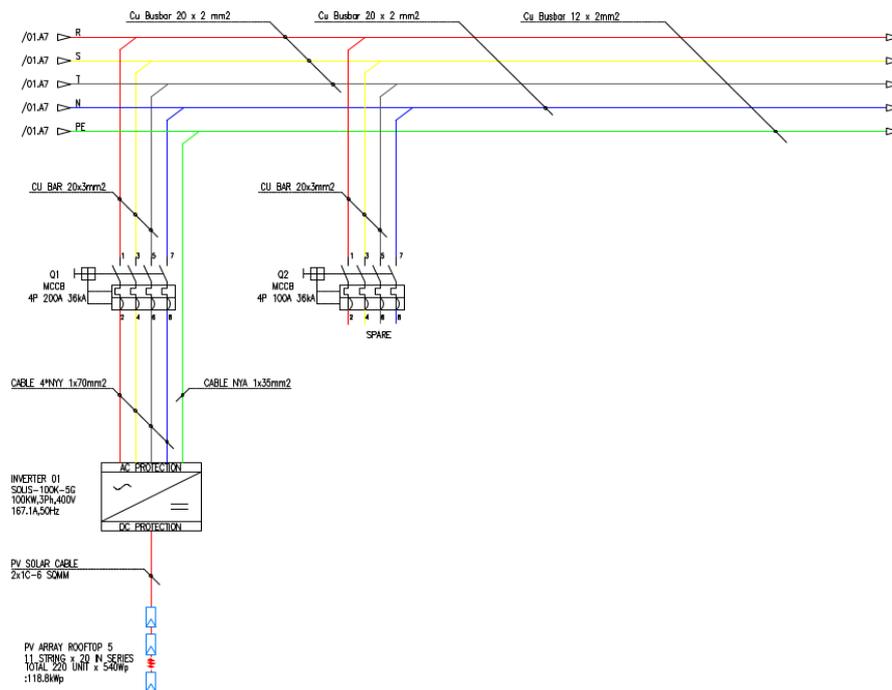
Gambar 3.12 Melakukan *Connecting* Kabel AC ke LVMDP
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

3.5 Kegiatan *Project Industrial*

Kegiatan di *project industrial* dimentori oleh industrial dari ATW Solar yaitu Pak Muhammad Aries Bahthiyar, Pak M. Akbar Abdul J., Pak David Mahendra dan Pak Riski Imanu Widiya. Kegiatan di industrial penulis melakukan kegiatan *drafter* dan *engineering* di *project industrial*. Berikut merupakan kegiatan yang terdapat di *industrial*.



Gambar 3.13 Melakukan Pembuatan *Single Line Diagram*
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)



Gambar 3.14 Melakukan Pembuatan *Schematic Diagram*
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)



Gambar 3.17 Melakukan Pengukuran Tegangan Bocor
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

BAB 4. KEGIATAN KHUSUS DAN PEMBAHASAN

4.1 Tinjauan Pustaka

4.1.1 Panel Surya

Panel surya merupakan komponen yang berfungsi untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Panel surya dibuat sedemikian rupa untuk mengubah sinar matahari menjadi listrik menggunakan prinsip kerja *photovoltaic*. *Photovoltaic* adalah teknologi yang digunakan untuk memanfaatkan energi matahari menjadi arus searah menggunakan bahan semikonduktor yang biasa kita sebut sebagai panel surya (*solar cell*) (Purwoto dkk. 2018). Terdapat beberapa jenis panel surya, yaitu:

a. Panel Surya Monokristal (*Mono-crystalline*)

Panel surya monokristal adalah panel surya yang dibuat dengan menggunakan silikon kristal tunggal yang dibentuk menjadi batangan dan diiris. Panel surya ini paling efisien yang dibuat dengan teknologi terkini dan menghasilkan daya tertinggi dalam satu satuan luas (Hidayat, 2015). Keuntungan dari panel surya ini adalah memiliki efisiensi panel surya monokristal ini sebesar 15-20 %. Kerugian dari panel jenis ini adalah tidak bekerja dengan baik dibawah sinar matahari rendah (teduh) dan secara signifikan kurang efisien pada hari berawan.



Gambar 4.1 Panel Surya Monokristal (*Mono-crystalline*)
(Sumber: Dokumentasi Website)

b. Panel Surya Polikristal (*Poly-Crystalline*)

Panel surya polikristal adalah panel surya yang terbuat dari campuran silikon dengan material lain. Jenis ini membutuhkan luas permukaan yang lebih besar daripada jenis kristal tunggal untuk menghasilkan daya yang sama. Kelebihan dari panel surya jenis ini adalah dapat bekerja dengan baik pada iradiasi rendah (berawan). Kekurangan dari panel surya jenis ini adalah memiliki nilai efisiensi yang lebih rendah dari panel surya jenis monokristal yaitu sebesar 13-18%.



Gambar 4.1 Panel Surya Polikristal (*Poly-Crystalline*)
(Sumber: Dokumentasi Website)

4.1.2 Inverter

Inverter merupakan komponen yang dapat merubah tegangan DC menjadi tegangan AC yang berupa sinyal sinus (Mudaris, 2020). Prinsip kerja inverter ini adalah sumber arus searah atau DC berupa tegangan dari baterai atau panel surya menjadi arus bolak balik atau AC. Pada instalasi PLTS terdapat beberapa inverter yang digunakan, yaitu:

a. Inverter Mikro

Inverter mikro dipasang dibagian belakang panel surya yang dapat menghasilkan daya 500-2000 W. Inverter mikro ini hanya memiliki input panel surya yang dirangkai secara paralel. Sehingga nantinya akan ada banyak inverter mikro dan membuat biaya yang dibutuhkan lebih tinggi.

Selain itu, membuat perawatannya menjadi sulit. Keuntungan dari inverter ini adalah penggunaan kabel DC yang sedikit, karena inverter ini berada dibawah panel surya. Selain itu dapat berfungsi dengan baik pada area yang teduh atau terkena *shading*. Berikut merupakan gambar dari inverter mikro.



Gambar 4.2 inverter mikro
(Sumber: Dokumentasi Website)

b. Inverter *String*

Inverter *string* adalah inverter yang dirangkai secara seri dan dapat digunakan dalam pemasangan dengan kapasitas daya 1 kW sampai 12 kW (Sitohang, 2019). Kekurangan dari inverter ini adalah jika salah satu panel terkena *shading*, maka tegangan yang dihasilkan akan turun dan membutuhkan kabel DC yang lebih banyak daripada inverter mikro. Kelebihan dari inverter ini adalah lebih mudah dalam menemukan masalah ketika terjadi gangguan dalam produksi dan lebih murah dibandingkan inverter mikro. Berikut merupakan gambar dari inverter *string*.



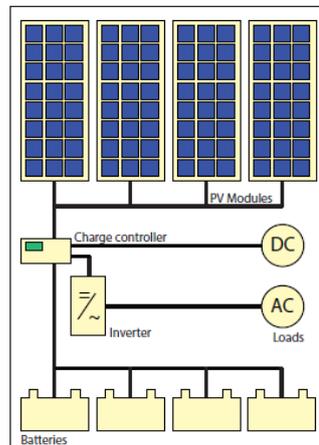
Gambar 4.3 Inverter *String*
(Sumber: Dokumentasi Website)

4.1.3 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Dalam pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) terdapat beberapa sistem yang digunakan yaitu PLTS *off grid*, PLTS *on grid*, dan PLTS *hybrid*. Pada umumnya PLTS yang digunakan adalah PLTS *off grid* dan PLTS *on grid* yang disesuaikan dengan kebutuhan beban yang ada (Jufrizel dan Irfan, 2017). Berikut merupakan beberapa sistem PLTS:

a. Sistem PLTS *Off Grid*

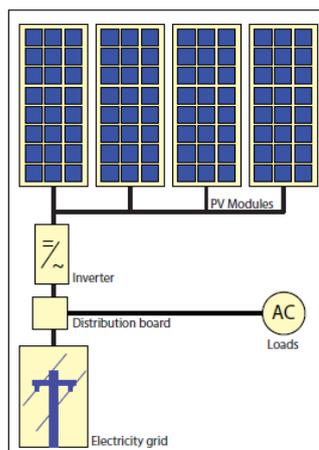
Sistem PLTS *off grid* adalah PLTS yang dirancang untuk peroperasian dimana menghasilkan energi secara mandiri dan diperuntukan untuk kebutuhan beban listrik disuatu tempat itu sendiri dengan hanya mengandalkan *solar* panel sebagai pembangkit. PLTS ini memanfaatkan radiasi matahari tanpa terhubung dengan jaringan PLN, sehingga dapat dimanfaatkan untuk daerah yang tidak terjangkau pasokan listrik dari PLN seperti daerah pedesaan/pedalaman.



Gambar 4.4 Sistem PLTS *Off Grid*
(Sumber: Dokumentasi Website)

b. Sistem PLTS *On Grid*

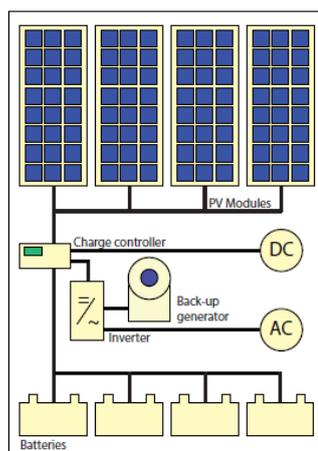
Sistem PLTS *on-grid* adalah sistem pembangkit listrik yang memanfaatkan radiasi matahari untuk menghasilkan listrik yang dihubungkan dengan jaringan PLN. Salah satu karakteristik yang terdapat dalam sistem PLTS *on-grid* adalah fitur anti *islanding* yang terpasang pada inverter. Fitur ini dapat membuat PLTS tidak dapat memproduksi energi listrik jika jaringan PLN mati/padam (Priajana dkk. 2020). Biasanya sistem ini digunakan pada bangunan, rumah, kantor dan pabrik. Hal ini dapat mengurangi tagihan listrik yang digunakan.



Gambar 4.5 Sistem PLTS *On Grid*
(Sumber: Dokumentasi Website)

c. Sistem PLTS *Hybrid*

Sistem PLTS *hybrid* adalah PLTS yang dikombinasikan dengan pembangkit listrik lain (Setiawan dkk. 2014). Dalam hal ini biasanya PLTS ini dikolaborasikan dengan genset, sehingga dapat mengurangi jam kerja genset.



Gambar 4.6 Sistem PLTS *Hybrid*
(Sumber: Dokumentasi Website)

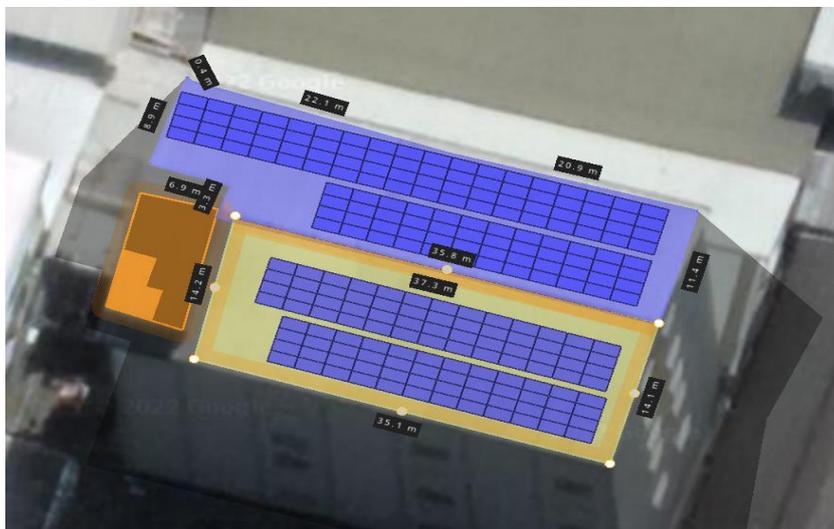
4.1.4 Perkembangan sistem PLTS *On Grid*

Perkembangan PLTS *on grid* di Indonesia sangat berkembang pesat, terutama di kota-kota besar. PLTS *on grid*, yaitu sistem PLTS yang terhubung dengan jaringan PLN. PLTS ini biasanya banyak dipasang di atas atap gedung (*rooftop*) umumnya berkapasitas 118,8 kWp sampai dengan 1 MWp. Penggunaan PLTS *on grid* ini tidak perlu menggunakan baterai untuk menyimpan energi. Kelebihan dari sistem ini adalah dapat melakukan pengiriman akibat kelebihan produksi energi listrik dan dapat menggunakan listrik PLN ketika sinar matahari tidak ada. Proses ini dapat disebut proses ekspor-impor atau proses jual-beli yang dapat menggunakan net metering atau kWh meter EXIM (Ekspor-Impor).

Sistem *on grid* ini merupakan instalasi yang sederhana dan efektif dalam segi biaya karena tidak membutuhkan baterai. Selain itu, sistem ini merupakan sebuah solusi *green* energi bagi masyarakat perkotaan baik perkantoran maupun perumahan yang bertujuan untuk dapat memperkecil tagihan listrik dari PLN.

4.1.5 Desain Sistem PLTS Menggunakan Helioscope

Berdasarkan hasil *survey* instalasi PLTS yang telah dilakukan di Cijerah Bandung, energi listrik yang digunakan untuk menyuplai kegiatan industri tekstil. Daya yang akan terpasang memiliki kapasitas 118,8 kWp. Pada Gedung ini terdapat 220 modul panel surya yang menggunakan sistem *on-grid* dan pemasangan dilakukan di *rooftop*. Instalasi PLTS ini membutuhkan luas total 768,76 m². Berikut merupakan denah lokasi gedung yang akan dipasang sistem PLTS *on-grid*.



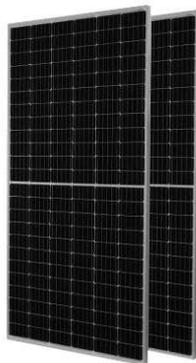
Gambar 4.7 Lokasi PLTS pada Gedung Industri Tekstil di Cijerah
(Sumber: Dokumentasi Helioscope)

4.1.6 Spesifikasi Komponen PLTS pada Gedung Industri Tekstil di Cijerah

Pada Industri Tekstil di Cijerah menggunakan tipe instalasi yang berbentuk *flush mount* pada atapnya. Dalam melakukan pemasangan PLTS ini menggunakan beberapa komponen. Komponen yang digunakan adalah sebagai berikut:

a. Panel Surya JAM72S30

Panel Surya ini dapat menghasilkan daya sebesar 540 Wp merupakan salah satu panel surya yang bertipe monokristal. Berikut merupakan gambar dan *datasheet* Panel Surya JAM72S30 sebesar 540 Wp.



Gambar 4.8 Panel Surya JAM72S30-540
(Sumber: Dokumentasi Website)

Tabel 4.1 *Datasheet* Panel Surya JAM72S30-540

Subjek @STC	Simbol	Nilai
Rated Maximum Power	(Pmax)[W]	540
Open Circuit Voltage	(Voc)[V]	49,60
Maximum Power Voltage	(Vmp) [V]	41,64
Short Circuit Current	(Isc)[A]	13,86
Maximum Power Current	(Imp)[A]	12,97
Module Efficiency	[%]	20,90
Subjek @ NOCT		
Rated Maximum Power	(Pmax)[W]	408
Open Circuit Voltage	(Voc)[V]	46,43
Maximum Power Voltage	(Vmp) [V]	38,99
Short Circuit Current	(Isc)[A]	11,09
Maximum Power Current	(Imp)[A]	10,47

Sumber: *Datasheet* JAM72S30-540

Pada tabel *datasheet* panel surya JAM72S30-540 terdapat STC. STC (*Standart Test Condition*) adalah standar yang menunjukkan kinerja panel surya pada suhu 25°C dengan iradiasi 1000 W/m². Pada instalasi ini panel surya dapat menghasilkan daya sebesar 540 Wp dan memiliki Voc yang berarti tegangan yang dihasilkan panel surya dalam kondisi *open circuit* (tanpa beban) sebesar

49,60 V. Sedangkan V_{mpp} merupakan tegangan *maximum power point* (daya maksimal) yang dihasilkan panel surya dalam kondisi terdapat beban sebesar 41,64 V. Selain itu, terdapat I_{sc} yang merupakan *short-circuit current* (arus hubung singkat) sebesar 13,86 A. Sedangkan I_{mpp} (*Current maximum power point*) adalah arus maksimal yang dihasilkan panel surya yang memiliki nilai sebesar 12,97 A. Akan tetapi, panel surya yang terpasang dilapangan memiliki suhu $> 25^{\circ}\text{C}$ sehingga berbeda pada kondisi STC. Oleh karena itu terdapat standar lain pada panel surya yaitu NOCT.

NOCT (*Normal Operating Condition Temperature*) merupakan standar yang memiliki spesifikasi yang lebih rendah akan tetapi hasil dari produksi panel surya lebih realistis. NOCT juga memiliki standar kinerja panel surya pada suhu 20°C pada iradiasi 800 W/m^2 . Pada *datasheet* terdapat nilai daya maksimal yang dapat dihasilkan adalah sebesar 408 Wp. Sedangkan nilai V_{oc} dan V_{mpp} adalah sebesar 46,43 V dan 38,99 V. Selain itu nilai I_{sc} dan I_{mpp} adalah sebesar 11,09 A dan 10,47 A.

b. Inverter

Komponen inverter memiliki fungsi mengubah arus searah (*DC/direct current*) menjadi arus bolak balik (*AC/alternating current*) yang digunakan untuk peralatan listrik industri. Pemilihan inverter bergantung kepada beban dan juga pada konfigurasi PLTS. Pada instalasi ini menggunakan inverter Solis 100K-5G.



Gambar 4.9 Solis 100K-5G
(Sumber: Dokumentasi Website)

Berikut merupakan *datasheet* dari inverter solis yang akan digunakan.

Tabel 4.2 *Datasheet* Solis 100K-5G

Model Name	Simbol	Nilai
Input DC		
Max. input voltage	[V]	1100
Rated voltage	[V]	600
Start-up voltage	[V]	195
MPPT voltage range	[V]	180-1000
Max. input current	[A]	10*26
Max. short circuit current	[A]	10*40
MPPT number/Max. input strings number		10/20
Output AC		
Rated output power	[kW]	100
Max. apparent output power	[kVA]	110
Max. output power	[kW]	110
Rated grid voltage	[V]	3/N/PE, 220 V / 380 V, 230 V / 400 V
Rated grid frequency	[Hz]	50 / 60
Rated grid output current	[A]	152.0 / 144.3
Max. output current	[A]	167.1
THDi	[%]	<3

Sumber: *Datasheet* Solis 100K-5G

Pada *datasheet* inverter Solis 100K-5G memiliki *max. input voltage* atau tegangan input DC dari panel surya maksimal sebesar 1100 V. Selain itu terdapat *start-up voltage* atau tegangan minimal untuk menghidupkan inverter sebesar 195 V. Dalam hal ini terdapat *max. input current* atau arus maksimal yang masuk adalah 10x26 A. Dapat diketahui bahwa 10 merupakan jumlah MPPT yang berada dalam inverter dan 26 A merupakan arus maksimal yang masuk. Sehingga arus maksimal yang masuk pada setiap MPPT adalah 26 A. Selain itu juga terdapat *max. short circuit current* yang berarti arus maksimal ketika terjadi hubung singkat sebesar 10x40 A. Dan terdapat MPPT *number/max. input string number* sebesar 10/20, yang berarti bahwa inverter ini memiliki 10 MPPT yang dimana setiap MPPT memiliki 2 buah *string*. Sehingga jumlah *string* pada seluruh MPPT yang berada dalam inverter sebanyak 20 *string*.

Pada *datasheet* ini terdapat atau nilai daya keluaran adalah sebesar 100 kW. Selanjutnya terdapat *max. apparent output power* atau nilai daya semu yang dihasilkan sebesar 110 kVA. Selain itu terdapat *rated grid voltage* atau nilai tegangan jaringan yang digunakan yang bernilai 3/N/PE, 220 V/ 380 V, 230 V/ 400 V. Nilai ini memiliki arti bahwa terdapat 3 fasa, netral, dan *protection earth*. Sedangkan nilai 220 V/ 380 V, 230 V/ 400 V merupakan nilai tegangan normal dan maksimal yang dihasilkan oleh jaringan listrik. selanjutnya *rated grid frequency* atau nilai frekuensi yang berada dalam jaringan sebesar 50/60 Hz. Dan *rated grid output current* atau nilai arus keluaran pada jaringan 152,0/144,3 A. Selain itu terdapat *max. output current* yang berarti maksimal arus yang dihasilkan oleh inverter adalah 167,1 A. Dan terdapat THDi yang berarti *total harmonic distortion* pada arus yang dihasilkan oleh inverter sebesar <3%.

c. Pengaman Instalasi PLTS

Dalam instalasi yang berada di gedung industri tekstil menggunakan beberapa jenis pengaman. Tujuan dari penggunaan pengaman listrik agar dapat melindungi atau mengamankan atau mencegah terjadinya beban arus yang berlebih. Sehingga dapat melindungi komponen-komponen PLTS dari kerusakan. Berikut merupakan pengaman yang digunakan.

Tabel 4.3 Komponen-Komponen Pengaman PLTS

Nama Komponen	Fungsi
<i>Miniature Circuit Breaker</i> (MCB)	Sebagai proteksi dan pemutus arus apabila terjadi kelebihan beban atau terjadi hubung singkat. MCB ini memiliki nilai maksimal 63 A.
<i>Molded Case Circuit Breaker</i> (MCCB)	Fungsi dari MCCB hampir sama dengan MCB, yaitu sebagai proteksi dan pemutus arus apabila terjadi kelebihan beban. Akan tetapi MCCB memiliki nilai maksimum sampai 1000 A.

Sumber: *Website*

Berikut merupakan gambar dari sistem pengaman pada instalasi panel surya.



Gambar 4.10 *Komponen-Komponen Pengaman PLTS*
(Sumber: Dokumentasi Website)

4.2 Analisis Perencanaan Instalasi PLTS Gedung Tekstil di Cijerah

Dalam melakukan perancangan sistem PLTS di Gedung Industri Tekstil Cijerah harus mengetahui spesifikasi yang dibutuhkan. Dalam instalasi PLTS di gedung ini telah ditentukan 220 panel surya yang akan dipasang. Sehingga pada instalasi ini dibutuhkan perhitungan batas *maximum* dan *minimum* panel surya terhadap inverter, *string* yang baik digunakan, dan MCCB.

4.2.1 Perhitungan Batas *Maximum* dan *Minimum* Panel Surya Terhadap Inverter

String merupakan rangkaian panel surya yang saling terhubung secara seri. Berikut rumus batas *maximum* dan *minimum* panel surya terhadap *string* inverter.

$$\text{Batasan } \textit{maximum} \text{ panel surya} = \frac{V_{\text{max input}}}{V_{\text{oc}}} \dots\dots\dots(4.1)$$

$$\sum V_{\text{oc}} = N_{\text{PV}} \times V_{\text{oc}}$$

$$\text{Batasan } \textit{minimum} \text{ panel surya} = \frac{V_{\text{min input}}}{V_{\text{mpp}}} \dots\dots\dots(4.2)$$

$$\sum V_{\text{mpp}} = N_{\text{PV}} \times V_{\text{mpp}}$$

Keterangan:

$V_{\text{max input}}$ = Tegangan *maximum input* inverter (V)

V_{oc} = Tegangan *open circuit* (V)

$V_{\text{min input}}$ = Tegangan *start up* inverter (V)

V_{mpp} = Tegangan *maximum power point* (V)

4.2.2 Pehitungan Per *String* yang Sesuai Standar

Berikut merupakan langkah-langkah mencari *string* pv.

$$\begin{aligned}\sum V_{oc} &= N_{PV} \times V_{oc} \dots\dots\dots(4.3) \\ \sum I_{mpp} &= I_{mpp} \\ \sum \text{String} &= V_{start} < \sum V_{oc} < V_{max} \text{ dan } I_{mp} < I_{max}\end{aligned}$$

Keterangan:

$\sum V_{oc}$	= Total tegangan <i>open circuit</i> (V)
N_{PV}	= Jumlah panel surya
V_{oc}	= Tegangan <i>open circuit</i> (V)
$\sum \text{String}$	= Total string yang digunakan
V_{start}	= Tegangan <i>minimum</i> pada <i>input</i> inverter (V)
V_{max}	= Tegangan <i>maximum</i> pada <i>input</i> inverter (V)
I_{mpp}	= Arus maksimal yang dihasilkan panel surya (A)
I_{max}	= Arus maksimal <i>input</i> pada inverter (A)

Dalam menentukan jumlah string terdapat 2 syarat yaitu tegangan *minimum input* inverter lebih kecil dari tegangan *open circuit* panel dan lebih kecil tegangan *maximum input* inverter. Selain itu arus yang dihasilkan panel surya lebih kecil dari arus maksimal *input* inverter. Jika *string* pada MPPT telah terisi penuh maka dirangkai paralel dan tetap dengan syarat arus yang dihasilkan panel surya lebih kecil dari arus maksimal *input* inverter. Hal ini menyebabkan arus *input* pada inverter bertambah, sehingga syarat rumus adalah sebagai berikut.

$$\sum I_{mpp} = I_{mpp} + I_{mpp} \dots\dots\dots(4.4)$$

Jika nilai pada arus panel lebih kecil dari arus maksimal *input* inverter maka tidak terjadi *current losses*. Jika arus panel surya lebih besar dari *input* inverter maka terjadi *current losses*, sehingga arus yang keluar akan menjadi panas pada inverter.

4.2.3 Perhitungan Sistem Proteksi

Perhitungan sistem proteksi ini menggunakan komponen proteksi yaitu MCCB. Pemilihan sistem proteksi dalam perencanaan ini berdasarkan pada Persyaratan Umum Instalasi Listrik tahun 2011. Dalam menentukan ukuran MCCB yang digunakan dapat menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{MCCB} = I_{\max} \times Fk \dots\dots\dots(4.5)$$

Keterangan:

I_{\max} = Arus maksimal yang dihasilkan oleh inverter (A)

Fk = Faktor koreksi (115%)

4.3 Hasil dan Pembahasan

4.3.1 Perhitungan Batas *Maximum* dan *Minimum* Panel Surya Terhadap Inverter

Pada panel surya ini menghasilkan tegangan *open circuit* (V_{oc}) sebesar 49,60 V dan tegangan *maximum power point* adalah 41,64 V. Berikut merupakan perhitungan batas *maximum* dan *minimum* panel surya terhadap inverter.

$$\begin{aligned} \text{Batasan } \textit{maximum} \text{ panel surya} &= \frac{V_{\max \text{ input}}}{V_{oc}} \\ &= \frac{1100 \text{ V}}{49,60 \text{ V}} \\ &= 22,18 \text{ panel} \end{aligned}$$

$$V_{oc} = \text{Banyak PV} \times V_{oc}$$

$$V_{oc} = 22 \text{ panel} \times 49,60 \text{ V}$$

$$V_{oc} = 1091,2 \text{ V}$$

Dari perhitungan diperoleh nilai V_{oc} dari 22 panel adalah 1091,2 V. Hasil ini telah memenuhi standar pada *maximal input* inverter sebesar 1100 V. Akan tetapi *voltage range* MPPT sebesar 1000 V, sehingga $1000 \text{ V} < 1091,2 \text{ V}$ yang dapat mengakibatkan MPPT tersebut rusak. Hal ini disebabkan karena tegangan yang dihasilkan melebihi tegangan MPPT.

$$\begin{aligned} \text{Batasan } \textit{minimum} \text{ panel surya} &= \frac{V_{\min \text{ input}}}{V_{mpp}} \\ &= \frac{195 \text{ V}}{41,64 \text{ V}} \\ &= 4,68 \text{ panel} \end{aligned}$$

$$V_{mpp} = \text{Banyak PV} \times V_{mpp}$$

$$V_{mpp} = 5 \text{ panel} \times 41,64 \text{ V}$$

$$V_{mpp} = 208,2 \text{ V}$$

Dari perhitungan di atas diperoleh nilai V_{mpp} dari 5 panel adalah 208,2 V. Hasil ini juga telah sesuai dengan standart inverter dan MPPT sebesar 195 V dan 180 V. Akan tetapi hal ini dapat menyebabkan kinerja inverter Solis 100K-5G tidak maksimal.

4.3.2 Penentuan *String* Panel Surya yang Sesuai Standar

Pada perhitungan *string* ini menggunakan panel surya JAM72S30-540 dengan jumlah 220 modul yang berjenis *monocrystalline*. Panel surya ini menghasilkan tegangan *open circuit* (V_{oc}) sebesar 49,60 V dan arus maksimal yang dikeluarkan sebesar 12,77 A. Dalam hal ini diketahui tegangan *minimum* dan *maximum* yang dibutuhkan inverter adalah 195 V dan 1100 V. Sehingga diperoleh perhitungan sebagai berikut. Agar nilai tegangan sesuai dengan nilai tegangan inverter dan MPPT maka diperoleh perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Batasan } \textit{maximum} \text{ panel surya} &= \frac{V_{MPPT}}{V_{oc}} \\ &= \frac{1000 \text{ V}}{49,60} \\ &= 20,16 \text{ panel} \end{aligned}$$

$$V_{mpp} = \text{Banyak PV} \times V_{oc}$$

$$V_{mpp} = 20 \text{ panel} \times 49,60 \text{ V}$$

$$V_{mpp} = 992 \text{ V}$$

Jumlah tegangan ketika *open circuit* (V_{oc}) adalah 992 V. Setelah itu melakukan perhitungan jumlah *string*.

$$\text{Jumlah } \textit{String} = \frac{\text{Jumlah PV}}{\text{Jumlah PV per String}}$$

$$\text{Jumlah } \textit{String} = \frac{220}{20}$$

$$\text{Jumlah } \textit{String} = 11 \text{ String}$$

Dalam hal ini terdapat string yang telah mengisi penuh pada MPPT 1, sehingga perhitungan adalah sebagai berikut.

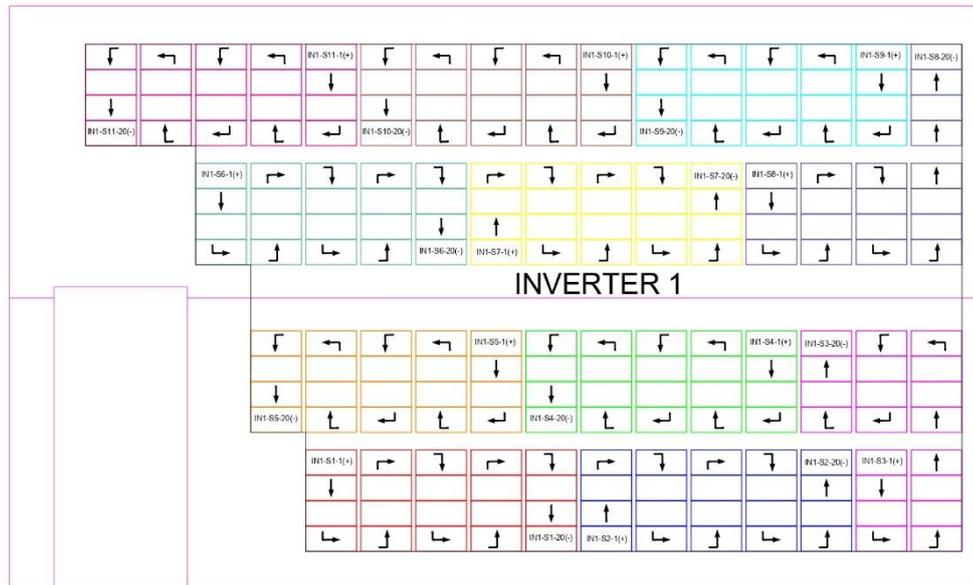
$$\begin{aligned}\sum \text{Imp} &= \text{Imp}_{\text{pv}} + \text{Imp}_{\text{pv}} \\ \sum \text{Imp} &= 12,77 + 12,77 \\ \sum \text{Imp} &= 25,54 \text{ A}\end{aligned}$$

Sehingga tegangan yang dibutuhkan inverter sudah sesuai yaitu *string* PV = 195 V < 992 V < 1100 V dan 12,77 A < 26 A serta 25,54 A < 26 A. Sehingga *string* pada gedung adalah sebagai berikut.

Tabel 4.4 Penentuan *String* Panel Surya

No. MPPT	No. <i>String</i>	Jumlah Panel Surya (Pcs)	Voc (V)	Imp (A)	Kapasitas Daya (Wp)	Koreksi
1	1	20	992	12,77	10800	Benar
	2	20	992	12,77	10800	
2	3	20	992	12,77	10800	Benar
2	4	20	992	12,77	10800	Benar
4	5	20	992	12,77	10800	Benar
5	6	20	992	12,77	10800	Benar
6	7	20	992	12,77	10800	Benar
7	8	20	992	12,77	10800	Benar
8	9	20	992	12,77	10800	Benar
9	10	20	992	12,77	10800	Benar
10	11	20	992	12,77	10800	Benar

Jumlah *string* pada gedung adalah sebanyak 11 *string* dengan banyak PV per *string* adalah 20 pcs. Berikut merupakan gambar arah *string* yang digambar menggunakan *software* Autocad.



Gambar 4.11 *String* Panel Surya pada Gedung Tekstil di Cijerah
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

4.3.3 Perhitungan Sistem Proteksi

Dalam perencanaan sistem PLTS ini menggunakan kabel AC dengan ukuran 4x70 mm² dengan arus yang mengalir adalah 230 A. Sehingga diperlukan sistem proteksi agar ketika terjadi *short circuit* tidak menyebabkan kabel dan komponen lain terbakar. Berikut merupakan perhitungan dalam menentukan MCCB yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$\text{MCCB} = I_{\max} \times Fk_1$$

$$\text{MCCB} = 167,1 \text{ A} \times 115\%$$

$$\text{MCCB} = 192,165 \text{ A}$$

Sehingga MCCB yang digunakan adalah 192,165 A, akan tetapi MCCB yang tersedia sebesar 200 A. Sehingga MCCB yang dipakai adalah NSX250F TMD sebesar 36 kA 4P 200 A. Berikut merupakan gambar dari MCCB NSX250F TMD sebesar 36 kA 4P 200 A.



Gambar 4.12 MCCB NSX250F TMD
(Sumber: Dokumentasi Website)

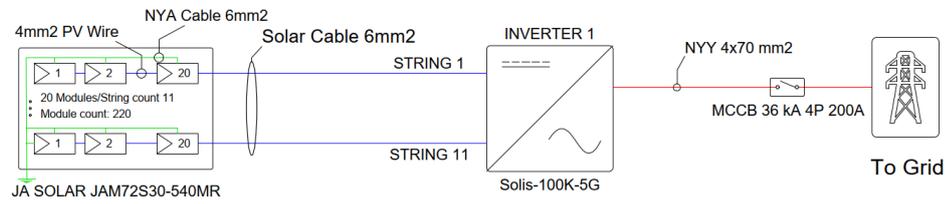
Tabel 4.5 *Datasheet* MCCB NSX250F TMD

Main	
Range of product	NSX250F
Number of poles	4P
(In) rated current	200 A at 40°C
(Ue)rated operational voltage	690 V AC 50/60 Hz
Performance level	36 kA
Trip unit name	TM-D

Sumber: *Website* Scheider MCCB NSX250F TMD

Pada *datasheet* MCCB NSX250F memiliki *number of poles* yang berarti jumlah kutub yang digunakan adalah sebanyak 4. Hal ini karena kabel yang digunakan 4C. Kemudian terdapat (In) *rated current* adalah kemampuan arus yang dapat dihantarkan sebesar 200 A pada suhu 40°C. Selanjutnya terdapat (Ue) *rated operational voltage* atau tegangan yang dianjurkan adalah 690 V. Selanjutnya *performace level* adalah maksimal arus hubunng singkat adalah sebesar 36 kA. Selain itu terdapat trip unit menggunakan TM-D adalah *thermal magnetic adjust* yang berarti trip ini dapat mengubah arus yang dapat dialirkan.

Setelah komponen utama sudah diketahui, maka selanjutnya adalah mengambar *single line diagram* (SLD). Berikut merupakan gambar SLD yang digambar menggunakan *software* Autocad.



Gambar 4.13 *Single Line Diagram (SLD)*
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan diperoleh beberapa kesimpulan yang telah dilakukan pada saat magang ini adalah sebagai berikut:

1. Pada perencanaan ini menggunakan beberapa komponen seperti, panel surya JAM72S30-540, inverter Solis 100K-5G, dan MCCB NSX250F TMD 36 kA 4P 200 A.
2. Dalam penentuan batas *minimum* dan *maximum* panel surya pada inverter adalah 5 dan 22 panel surya.
3. Dalam perencanaan PLTS yang dilakukan pada gedung Ex-Muratex diperoleh jumlah *string* sebanyak 11 *string*. Jumlah panel surya yang digunakan dalam 1 *string* sebanyak 20 pcs yang dapat menghasilkan daya 10,8 kWp.

5.2 Saran

Dengan adanya kegiatan magang yang dilaksanakan di PT ATW Solar, penulis memberikan beberapa saran agar dapat ditinjau ulang oleh pihak perusahaan. Berikut adalah saran dari penulis.

1. Dalam proses perencanaan PLTS dari PT ATW Solar belum ada standarisasi yang dibukukan, sehingga harus mencari standar kembali.
2. Dalam penentuan komponen instalasi PLTS di PT ATW solar sudah terdapat *datasheet* per komponen.

DAFTAR PUSTAKA

- Boedoyo, M. S. 2008. *Pengembangan Teknologi Energi Alternatif untuk Mendukung Ketahanan dan Kemandirian Energi Nasional*. Jakarta: BPPT.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2017. *Panduan Studi Kelayakan Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Fotovoltaik*. Bandung: Komite Teknis.
- Hidayat, S. 2015. "Pengisi Baterai Portable dengan Menggunakan Sel Surya". *Jurnal Energi dan Kelistrikan*, 7(2). Hal. 137 - 143.
- Jufrizel, J., dan M. Irfan. 2017. *Perencanaan Teknis dan Ekonomis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem On-Grid*. Dalam Seminar Nasional Teknologi Informasi Komunikasi dan Industri. UIN Sultan Syarif Kasim Riau.
- Martawati, M. 2018. "Analisis simulasi pengaruh variasi intensitas cahaya terhadap daya dari panel surya". *Jurnal Eltek*, 16(1). Hal. 125 - 136.
- Mudaris, R. 2020. *Analisis Penggunaan Inverter Pure Sine Wave (PSW) Satu Phasa 500 Watt Terhadap Efisiensi Beban RLC Pada Plts Kapasitas 100 Wp*. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- 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". *Jurnal SPEKTRUM*, 7(2).
- Purwoto, B. H., J. Jatmiko, M. A. Fadilah, dan I. F. Huda. 2018. "Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif". *Editor: Jurnal Teknik Elektro*, 18(1). Hal. 10 - 14.

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*”. *Jurnal Teknologi Elektro*, 13(1).

Sitohang, M. P. 2019. *Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpusat Off-Grid System*. Skripsi. Universitas Islam Sultan Syarif Kasim Riau.

Tarigan, E. 2020. “*Simulasi Optimasi Kapasitas PLTS Atap untuk Rumah Tangga di Surabaya*”. *Multitek Indonesia: Jurnal Ilmiah*, 14(1). Hal. 13 - 22.