

**DAMPAK PERETAKAN SISTEM MODUL SURYA
TERHADAP DAYA YANG DIHASILKAN PADA PLTS
ROOFTOP 234 kW_p POH 1 PT POMI**

LAPORAN MAGANG



Oleh :

Moh Faiz Ardiansyah

H41192419

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

**DAMPAK PERETAKAN SISTEM MODUL SURYA
TERHADAP DAYA YANG DIHASILKAN PADA PLTS
ROOFTOP 234 kWp POH 1 PT POMI**

LAPORAN MAGANG



Diajukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan
Program Studi D-IV Teknik Energi Terbarukan
Jurusan Teknik

Oleh :

Moh Faiz Ardiansyah

H41192419

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

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN
TEKNOLOGI**

POLITEKNIK NEGERI JEMBER

LEMBAR PENGESAHAN

**DAMPAK PERETAKAN SISTEM MODUL SURYA TERHADAP DAYA
YANG DIHASILKAN PADA PLTS *ROOFTOP* 234 KWp POH 1 PT. POMI**

(Moh.Faiz Ardiansyah)

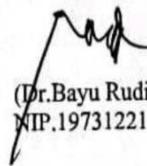
(H411292419)

Telah melaksanakan Magang dan dinyatakan lulus

Pada Tanggal : 16 Januari 2023

Tim Penilai

Dosen Pembimbing Magang



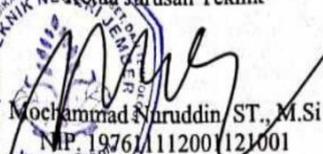
(Dr. Bayu Rudiyanto, .S.T., M.Si)
NIP.197312212002121001

Pembimbing Lapangan



(Fuad Zaen Muttaqin, S.ST., M.M)
NP.510

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik



Mochammad Nuruddin, ST., M.Si
NIP.19761112001121001

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas limpahan rahmat dan maunah-Nya penulis dapat membuat dan menyelesaikan laporan praktek kerja lapang dengan lancar dan selalu semangat, dalam proses pembuatan laporan disini penulis bermaksud memberikan informasi mengenai energi terbarukan khususnya tentang panel surya yang berjudul “Dampak Peretakan Sistem Modul Surya Terhadap Daya Yang Dihasilkan Pada PLTS *RoofTop* 234 kWp POH 1 PT POMI” yang disusun berdasarkan studi literatur dan permasalahan yang ada di lapangan.

Laporan Magang merupakan syarat bagi mahasiswa agar dapat menyelesaikan magang dengan tersruktur dan kompeten . Hal ini dimaksudkan agar mahasiswa memiliki pengalaman dan gambaran kegiatan dalam dunia kerja sehingga mahasiswa dapat beradaptasi saat berada di dunia kerja.

Selama penulisan Laporan Magang di PT POMI, banyak sekali dukungan atau kerjasama yang telah diberikan kepada penulis. itu, pada kesempatan kali ini penulis sampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua yang selalu mengiringi penulis dengan doa, dukungan dan semangat pada setiap langkah kaki.
2. Politeknik Negeri Jember almamater tercinta yang telah menaungi kami dalam kegiatan magang.
3. PT POMI (*Paiton Operation & Maintenance Inonesia*) sebagai tempat kami melakukan magang.
4. Bapak Dr. Bayu Rudiyanto, .S.T., M.Si., selaku Dosen Pembimbing kami dalam melakukan magang hingga penulisan laporan.
5. Bapak Fuad Zaen Muttaqin selaku Pembimbing Lapang yang telah memberikan begitu banyak ilmu.
6. Ibu Dr. Yuana Susmiati, S.TP., M.Si. dan Ibu Qanitah, S.ST. M.T selaku dosen penguji magang.
7. Teman sekelompok yang saling mendukung satu sama lain.
8. Teman-teman program studi Teknik Energi Terbarukan 2019.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Laporan Magang ini masih terdapat kekurangan, oleh karena itu penulis berharap adanya masukan yang membangun dari semua pihak. Semoga laporan ini dapat memberikan kontribusi positif serta manfaat bagi perusahaan dan pembaca.

Probolinggo, 30 Desember 2022

Penulis

RINGKASAN

Laporan Magang dengan judul **“Dampak Peretakan Sistem Modul Surya Terhadap Daya Yang Dihasilkan PLTS *RoofTop* 234 KWp POH 1 PT POMI”** Moh.Faiz Ardiansyah, Nim H41192419, Tahun 2022, Teknik, Politeknik Negeri Jember, Bapak Dr.Bayu Rudiyanto(Dosen Pembimbing).

Tujuan dari pembuatan laporan ini adalah yang pertama mengetahui daya peretakan sebelum dan sesudah pada Panel Surya, yang kedua mengetahui pengaruh pada modul instalasi Panel Surya.

Laporan ini digambarkan bahwa terjadi persoalan keretakan pada beberapa modul surya yang berada di *Roof Top* Gedung Rechall PT POMI, dimana keretakan tersebut diakibatkan karena *Thermal Shock* yaitu terjadinya perubahan *temperature* yang sangat cepat, modul yang mengalami keretakan berjumlah 11 modul surya dimana pada Gedung Rechall POH 1 PT POMI terdapat 4 layer modul surya yang terbagi ke dalam beberapa *string* dan yang mengalami keretakan adalah pada bagian layer 2,

Metodologi dalam analisis laporan ini adalah yang pertama yaitu Metode Interview Metode ini dilakukan dengan cara mendapatkan informasi mengenai proses overview pembangkit listrik tenaga surya di POH 1 – Paiton *Energy*, melalui diskusi atau tanya jawab dengan pihak yang ahli di bidangnya. Yang kedua dengan Metode Studi Literatur Metode ini dilakukan dengan cara membaca Manual Book yang terdapat di perpustakaan Politeknik Negeri Jember dan membaca Jurnal.

Setelah dilakukan analisis didapatkan nilai rata-rata daya keluaran PLTS pada bulan agustus 2021 sebesar 7.864,425 Watt, sedangkan nilai rata-rata daya keluaran PLTS pada bulan Agustus 2022 sebesar 6.912,8 Watt dimana daya keluaran bulan Agustus 2021 lebih tinggi daripada bulan Agustus 2022 yang disebabkan *thermal shock*, kesalahan pemasangan, kesalahan titik panas, dan faktor lingkungan sehingga panel surya mengalami keretakan.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PRAKATA	iv
RINGKASAN	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
2.1 Tujuan dan Manfaat.....	3
1.1.1 Tujuan Umum Magang.....	3
1.1.2 Tujuan Khusus.....	3
1.1.3 Manfaat Magang.....	3
2.2 Lokasi dan Jadwal Kerja.....	4
1.1.4 Lokasi.....	4
1.1.5 Waktu	4
2.3 Metode Pelaksanaan	4
BAB 2. KEADAAN UMUM PERUSAHAAN	5
2.1 Sejarah Perusahaan	5
2.2 Gambaran Umum Perusahaan	6
2.2.1 Pemegang Saham PT. Paiton Energy	9
2.2.2 Personalia <i>Perusahaan</i>	10

2.2.3	Kondisi Lingkungan di PT POMI	10
2.3	Mission (Misi)	11
2.4	Vision (Visi).....	11
2.5	Values (Nilai-nilai).....	12
2.6	Struktur Organisasi PT POMI	12
2.6.1	<i>Plant Manager</i>	13
2.6.2	<i>HR Manager</i>	13
2.6.3	<i>Maintenance Manager</i>	14
2.6.4	<i>Purchasing and Contract Manager</i>	14
2.6.5	<i>Finance and Corp Services Manager</i>	14
2.6.6	<i>Engineering Manager</i>	15
2.6.7	<i>HSE and Compliance Manager</i>	15
2.6.8	<i>Production Manager</i>	16
2.6.9	<i>Fuel and Ash Manager</i>	16
2.7	Bentuk dan Badan Hukum.....	17
2.8	Bidang Pekerjaan Perusahaan.....	17
2.8.1	Hasil Produksi	17
2.8.2	Jasa Pelayanan.....	18
2.9	HSEC (<i>Health, Safety, Environmental & Compliance</i>).....	18
2.9.1	<i>Implements Procedure</i>	19
2.9.2	POMI Program	19
2.9.3	<i>Contractor Program</i>	19
2.9.4	<i>Core Team</i>	19
BAB 3.	KEGIATAN UMUM LOKASI MAGANG	20

3.1 Deskripsi Umum PLTU Paiton Unit 7,8	20
3.2 Siklus <i>Rankine</i> Ideal.....	20
3.3 Siklus Overview PLTU PT POMI Unit 7 & 8	23
3.3.1 Sistem Air.....	23
3.3.3 Sistem Bahan Bakar	30
3.3.4 Sistem Elektrikal.....	33
3.3.5 Sistem Uap.....	34
3.4 Deskripsi Umum POH 1 – Paiton <i>Energy</i>	37
3.5 Fasilitas POH 1 – Paiton Energi	37
3.5.1 <i>Recreation Hall</i>	38
3.5.2 EDG <i>Room</i>	38
3.5.3 MDB <i>Room (Main Distribution Board)</i>	39
3.5.4 Penyaluran Air Bersih	40
3.5.5 Electrical Room.....	43
3.5.6 SWWT (<i>Sanitary Waste Water Treatment</i>).....	43
 BAB 4 KEGIATAN KHUSUS DAN PEMBAHASAN	 48
4.1 Tinjauan Pustaka	48
4.1.1 Berkembangnya PLTS Rooftop	48
4.1.1 Desain Sistem PLTS.....	48
4.1.1 Spesifikasi PLTS	48
4.1.4 Prinsip Kerja PLTS <i>On Grid</i>	53
4.2 DATA DAN PEMBAHASAN	54
4.2.1 Kapasitas PLTS	54

4.2.2	Keretakan Modul PLTS.....	54
4.2.3	Bagian PLTS yang Mengalami Retak.....	54
4.2.4	Data Daya <i>Output</i> Pada Bulan Agustus 2021.....	55
4.2.5	Data Daya <i>Output</i> bulan agustus 2022.....	57
4.2.6	Grafik Perbandingan Rata Rata Daya <i>Output</i>	59
4.2.7	Penyebab dan Solusi.....	60
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....		61
5.2 KESIMPULAN.....		61
5.3 SARAN.....		61
DAFTAR PUSTAKA		Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN.....		62

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Tabel Spesifikasi Modul Surya	49
Tabel 4.2 Tabel Spesifikasi Inverter	51
Tabel 4.3 Tabel Daya <i>Output</i> 2021	54
Tabel 4.4 Tabel Daya <i>Output</i> 2022	56

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 PLTU Paiton Unit 3, 7 dan 8.....	6
Gambar 2.2 Logo PT Pomi	6
Gambar 2.3 Project Struktur PT Pomi	9
Gambar 2.4 Pemegang Saham PT Paiton Energi.....	10
Gambar 2.5 Kompleks PLTU Paiton	11
Gambar 2.6 Struktur Organisasi PT Pomi Unit 3, 7 dan 8.....	12
Gambar 3.1 Siklus Rankine.....	21
Gambar 3.2 Alur Proses PLTU	22
Gambar 3.3 Siklus Air	22
Gambar 3.4 Siklus Udara dan Gas Buang.....	28
Gambar 3.5 Siklus Bahan Bakar	30
Gambar 3.6 Siklus Kelistrikan	33
Gambar 3.7 Siklus Uap	34
Gambar 3.8 <i>ReCreation Hall</i>	38
Gambar 3.9 <i>EDG Room</i>	39
Gambar 3.10 <i>MDB Room</i>	40
Gambar 3.11 Pompa Sumur Deebwell.....	40
Gambar 3.12 <i>Sand Filter</i>	41
Gambar 3.13 Tong NaOCl	41
Gambar 3.14 <i>Reservoir Tank</i>	42
Gambar 3.15 <i>Hydropop Tank</i>	42
Gambar 3.16 Inverter	43

Gambar 3.17 SWWT.....	44
Gambar 3.18 <i>Lifting Station</i>	44
Gambar 3.19 <i>Holding Tank</i>	45
Gambar 3.20 SBR	45
Gambar 3.21 <i>Treated Tank</i>	46
Gambar 3.22 <i>Sand Filter</i>	46
Gambar 4.1 PLTS <i>Rooftop</i>	48
Gambar 4.2 Modul Surya.....	49
Gambar 4.3 <i>Layout String</i>	50
Gambar 4.4 Inverter Solid Q 50.....	50
Gambar 4.5 PV Monitoring	51
Gambar 4.6 Prinsip Kerja PLTS	52
Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Rata Rata.....	57

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Surat keterangan selesai melaksanakan magang	62
Lampiran 2 Daftar hadir magang	63
Lampiran 3 Data /dokumen pendukung	67
Lampiran 4 Dokumentasi kegiatan magang.....	68
Lampiran 5 Denah lokasi perusahaan	69
Lampiran 6.Nilai perusahaan	7

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Magang merupakan kegiatan yang memiliki tujuan sebagai sarana bagi mahasiswa menerapkan disiplin ilmu yang telah didapatkan dalam kegiatan perkuliahan pada dunia kerja. Mahasiswa diharapkan mampu mempersiapkan diri memasuki dunia kerja, khususnya mahasiswa vokasi. Pendidikan vokasional berbasis keahlian, dimana program pendidikan tersebut digunakan mengembangkan keahlian-keahlian khusus pada bidang masing-masing. Program Studi Teknik Energi Terbarukan yang berada di bawah naungan Jurusan Teknik merupakan salah satu program studi yang berada di Politeknik Negeri Jember yang memiliki konsentrasi pembelajaran pada bidang konversi energi dan bahan bakar alternatif.

Energi listrik merupakan energi yang dibutuhkan masyarakat menunjang kehidupan sehari-hari. Selain masyarakat, juga banyak perusahaan atau industri yang membutuhkan energi listrik dengan jumlah yang sangat besar. PT POMI (Paiton Operations & Maintenance Indonesia) merupakan perusahaan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang memiliki tiga unit dengan kapasitas 615 NMW pada Unit 7 dan 8, serta 815 NMW pada Unit 3 yang berlokasi di Jl. Raya Surabaya Situbondo Km. 141 Paiton, Kabupaten Probolinggo. PLTU PT POMI Unit 7 dan Unit 8 setiap tahunnya mampu memproduksi energi listrik rata-rata 9.158.580 MWH dan mengkonsumsi batu bara mencapai 4,6 juta ton per tahun, sedangkan pada Unit 3 total energi listrik yang diproduksi per tahunnya rata-rata sebesar 6.425.460 MWH dan konsumsi batu bara mencapai 3,06 juta ton pertahun. Batu bara ini didatangkan dari tambang batu bara Adaro Energy dan Kideco Jaya Agung di Kalimantan Timur dengan menggunakan kapal tongkang yang kemudian disimpan di *coal plant* dengan bantuan *jetty*. Batubara yang disimpan pada *coal plant*, selanjutnya dipindahkan menuju *coal silo* melalui *coal conveyor*. *Coal conveyor* ini dilengkapi oleh magnet mengikat logam-logam yang tak diinginkan yang terdapat pada batubara. Sebelum memasuki *coal silo* batubara dihancurkan dengan mesin

primary crusher. *Coal* silo menampung batubara yang akan dipindahkan ke dalam *coal feeder* yang berfungsi mengatur kebutuhan batubara yang akan dimasukkan ke dalam *pulverizer*. *Pulverizer* berfungsi menggerus dan menghaluskan batubara menjadi serbuk halus sebelum masuk ke dalam *furnace*. PLTU Paiton Unit 3, 7 dan 8 dilengkapi dengan peralatan yang mendukung dalam prosesnya dan salah satunya adalah boiler sebagai penghasil uap karena panas yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar di transfer ke air, kemudian mengubah air (*feed water*) menjadi uap panas lanjut (*superheated steam*) yang akan digunakan memutar turbin.

Pemerintah berencana memberlakukan pensiun dini pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) batu bara mulai tahun 2030. PT POMI mengembangkan atau menerapkan energi baru terbarukan yaitu instalasi solar cell di beberapa tempat. Salah satunya berada di POH 1 Paiton *Energy* yang berkapasitas 234 kWp, digunakan gedung Rec-Hall. Kemudian ash disposal area berkapasitas 689 kWp yang digunakan kebutuhan internal ash disposal. dan terakhir berada di atap kantor pomi yang terletak di sebelah unit 7, 8 dengan kapasitas 85 kWp digunakan kebutuhan listrik kantor. saat ini, PT POMI adalah salah satu pembangkit yang memiliki PLTS terbesar di Indonesia, yaitu 1 MW.

Gedung Rechall PT POMI terpasang PLTS berkapasitas 234 kWp dengan jumlah total 720 modul surya yang masing-masing terbagi dalam 4 layer. Kemudian dalam 1 layer terbagi Kembali menjadi 9 *string* yang dirangkai seri dan tersistem secara *on grid*. Selama berjalannya waktu pemasangan PLTS bagi pembayaran listrik ke PLN sangat menguntungkan karena daya peralatan listrik yang dipakai dapat menggunakan PLTS, namun karena kondisi cuaca yang terkadang suhu tinggi dan faktor lainnya menyebabkan pada modul surya mengalami keretakan, dengan jumlah panel surya yang retak sebanyak 11 modul yang terletak pada layer 2.

Sehingga dari permasalahan keretakan modul surya tersebut dibuatlah laporan yang berjudul “Dampak Peretakan Sistem Modul Surya Terhadap Daya Yang Dihasilkan PLTS *RoofTop* 234 kWp POH 1 PT POMI.” yang bertujuan mengetahui dampak keretakan terhadap daya yang dikeluarkan oleh PLTS dengan menganalisis

rata-rata daya mulai dari bulan Agustus 2021 sebelum terjadi keterakan dan bulan Agustus 2022 saat terjadi keretakan.

2.1 Tujuan dan Manfaat

1.1.1 Tujuan Umum Magang

Tujuan umum pelaksanaan praktik kerja lapang di POH 1 Paiton *Energy* – PT POMI sebagai berikut:

1. Terciptanya suatu hubungan yang sinergis, jelas dan terarah antara dunia perguruan tinggi dan dunia kerja.
2. Meningkatkan kepedulian dan partisipasi dunia industri dalam memberikan kontribusinya pada sistem pendidikan nasional.
3. Meningkatkan wawasan, pengetahuan dan pemahaman mahasiswa pada kegiatan–kegiatan disuatu perusahaan dengan bidang keilmuannya.
4. mengetahui dan memahami sistem kerja di dunia industri.

1.1.2 Tujuan Khusus

Tujuan khusus magang merupakan tujuan yang digunakan dalam pembahasan topik yang dikaji. Tujuan khusus magang POH 1 Paiton *Energy* – PT POMI sebagai berikut:

1. Mengetahui daya keluaran PLTS sebelum terjadi keretakan dan sesudah terjadi keretakan.
2. Mengetahui pengaruh peretakan modul instalasi PLTS terhadap temperature yang tinggi

1.1.3 Manfaat Magang

Manfaat dari kegiatan praktik kerja lapang di POH 1 Paiton *Energy* PT POMI sebagai berikut:

1. Menambah pengetahuan dan pengalaman mahasiswa dalam penerapan teori yang didapatkan di perkuliahan pada dunia kerja terutama dalam pembangkitan energi pada PLTS
2. Mendapat pengalaman kerja di dunia industri terutama di PLTS yang bersifat teknis ataupun non teknis.

3. Menambah wawasan dalam penelitian tugas akhir atau skripsi yang dilakukan.
4. Memberikan sumbangsih pemikiran pengembangan lebih lanjut pada PLTS PT POMI.
5. Menambah pengetahuan mengenai sistem kerja solar cell serta alat alat yang di gunakan PLTS.

2.2 Lokasi dan Jadwal Kerja

1.1.4 Lokasi

Lokasi pelaksanaan praktik kerja lapang di Pembangkit Listrik POH 1 Paiton Energy – PT POMI Kampung Baru, Dusun Kp. Baru, Sukodadi, Kec. Paiton, Jawa Timur.

1.1.5 Waktu

Jadwal kerja pelaksanaan praktik kerja lapang adalah sebagai berikut :

Tanggal : 01 September 2022 – 30 Desember 2022

Hari kerja : Senin – Jumat

Jam kerja : 07.00 – 16.00 WIB

2.3 Metode Pelaksanaan

Proses penulisan laporan Praktik Kerja Lapang menggunakan analisa kuantitatif diskriptif melalui data-data yang telah didapat. Agar mendapatkan informasi yang lebih akurat dilakukanlah cara sebagai berikut:

2. Metode Interview

Metode ini dilakukan dengan cara mendapatkan informasi mengenai proses overview pembangkit listrik tenaga surya di POH 1 – Paiton Energy, melalui diskusi atau tanya jawab dengan pihak yang ahli di bidangnya.

3. Metode Studi Literatur

Metode ini dilakukan dengan cara membaca Manual Book yang terdapat di perpustakaan Politeknik Negeri Jember dan membaca Jurnal.

BAB 2. KEADAAN UMUM PERUSAHAAN

2.1 Sejarah Perusahaan

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Paiton unit 7 dan 8 merupakan dua unit pembangkit listrik yang menggunakan Turbo Generator berbahan bakar batu bara sebagai penghasil uap panas (*steam*) dengan kapasitas maksimum 2 x 640 NMW (net) atau 2 x 670 GMW (*gross*). Kedua unit ini beroperasi dengan faktor kemampuan rata-rata 85% per tahun serta memproduksi energi listrik rata-rata 9,158,580 MWH per tahun dan mengkonsumsi batu bara kira-kira 4,6 juta ton per tahun (bila HHV 4800 Kcal / Kg & Heat Rate 2447 Kcal/Kwh). Batu bara tersebut didatangkan dari tambang batu bara Adaro di Kalimantan Selatan dan Kideco di Kalimantan Timur dengan menggunakan tongkang maupun kapal. Pada saat ini batu bara yang digunakan yaitu Jembayan dan Titan. Batu bara tersebut ditampung di penimbunan batu bara (coal stockpile) di lokasi PLTU Paiton. PLTU Paiton unit 7 dan 8 ini dimiliki oleh Paiton Energy Company yang dioperasikan oleh PT. International Power Mitsui Operation and Maintenance Indonesia (IPMOMI). Pembangunan proyek ini ditujukan memenuhi kebutuhan energi listrik Jawa dan Bali. Proyek ini adalah implementasi dari kebijaksanaan pemerintah Indonesia dalam pertumbuhan diversifikasi energi. Hal ini, kandungan batu bara yang ada di Indonesia akan dimanfaatkan sebagai sumber pembangkit tenaga listrik, dan mengurangi ketergantungan terhadap minyak bumi.

PLTU Unit 3 Paiton merupakan salah satu proyek percepatan pembangunan pembangkit listrik tahap II dengan kapasitas 1 x 815 NMW yang berbahan bakar batu bara. Bilamana kemampuan beroperasi 90% dalam setahun maka perkiraan total energi yang dihasilkan adalah 6,425,460 MWH / tahun dan mengkonsumsi batu bara sebesar 3,06 Juta Ton pertahun (bila HHV 4800 Kcal / Kg & Heat Rate 2286 Kcal/Kwh). Lokasi perusahaan pembangkit listrik tenaga uap PT POMI terletak pada jalan raya 141 km Situbondo-Probolinggo pada gambar 2.1 merupakan tata letak 3 unit PT POMI.



Gambar 2.1 PLTU Paiton Unit 3, 7 & 8

Mitsui & Co adalah perusahaan dagang Jepang yang bergerak di beberapa bidang komoditas bisnis, antara lain sistem tenaga dan energi, besi dan baja, mesin-mesin berat, elektronik, bahan-bahan kimia, makanan, tekstil, real dan estate. Bisnis lain Mitsui antara lain adalah manajemen produk industri, teknologi informasi, bioteknologi, dan jasa keuangan. International Power (IP) adalah pemimpin perusahaan pembangkit listrik yang mengoperasikan 15.219 MW (net) dan 1.649 MW dalam pembangunan. International Power mempunyai beberapa pembangkit, baik yang telah dioperasikan maupun dalam proses pembangunan antara lain Australia, Amerika Serikat, Inggris, Rep. Ceko, Italia, Portugal, Spanyol, Turki, Saudi Arabia, Uni Emirat Arab, Indonesia, Malaysia, Pakistan, Puerto Rico, dan Thailand. PT POMI memiliki gambar logo pemegang saham perusahaan dapat dilihat pada gambar 2.2



Gambar 2.2 Logo PT POMI

2.2 Gambaran Umum Perusahaan

Kebutuhan energi listrik adalah hal yang paling vital dalam seluruh aktivitas kehidupan manusia guna meningkatkan kesejahteraan dan kemakmuran hidup.

menghasilkan energi listrik harus melalui suatu proses yang panjang dan rumit. Energi listrik sangat mempermudah dalam pemenuhan kebutuhan manusia, mengingat sifat dari energi listrik yang mudah disalurkan dan dikonversikan ke dalam bentuk energi yang lain, seperti energi cahaya, energi mekanik, energi kalor, dan sebagainya.

Perkembangan penduduk yang semakin pesat, mengakibatkan peningkatan konsumsi teknologi serta dunia usaha, sehingga kebutuhan akan energi listrik terus meningkat. Kebutuhan ini bahkan belum mampu dipenuhi secara optimal oleh PLN, oleh karena itu sejak diberlakukannya UU No. 15 Tahun 1985, PP No. 10 Tahun 1989 dan Keputusan Presiden Nomor 37 Tahun 1992 memberikan izin kepada pihak swasta ikut berpartisipasi dalam usaha ketenagalistrikan di bidang Pembangkit Transmisi dan Distribusi.

Sesuai dengan PERPRES 71/Thn 2006, pemerintah telah menugaskan kepada PT. PLN melakukan Percepatan Pembangunan Pembangkit Tenaga Listrik yang menggunakan bahan bakar Batubara. Pembangunan PLTU Batubara dibagi 2 tahap yaitu Tahap I kapasitas sekitar 10,000 MW menggantikan PLTU berbahan bakar minyak dan 10,000 MW tahap II menjaga sebagian besar permintaan beban khususnya di Pulau Jawa Madura Bali yang akan dibangun baik oleh PT. PLN maupun Swasta.

Salah satu perusahaan listrik swasta adalah PT. Paiton Energy. PT. Paiton Energy adalah Perusahaan Pembangkit Swasta (Independent Power Producer) pertama di Indonesia. PT. Paiton Energy didirikan pada tahun 1994. Dalam mengoperasikan dan memelihara PLTU Paiton Unit 7 dan 8. PT. Paiton Energy mengikat kerjasama dengan PT. *Edison Mission Operation and Maintenance* Indonesia yang mengoperasikan dan memelihara PLTU Paiton Unit 7 dan 8. Namun sejak Desember 2004, PT. *Edison Mission Operation and Maintenance* Indonesia (PT. EMOMI) digantikan oleh PT. *International Power Mitsui Operation and Maintenance* Indonesia (PT. IPMOMI). Dan pada akhir tahun 2016, PT. *International Power Mitsui Operation and Maintenance* Indonesia (PT. IPMOMI) digantikan oleh PT. *Paiton Operation and Maintenance* Indonesia (PT. POMI).

proses pembangkitan tenaga listrik diperlukan kontinuitas produksi energi listrik. Hal ini disebabkan karena PT POMI sendiri merupakan salah satu Pembangkit Listrik yang mensuplai listrik wilayah Jawa dan Bali. Dengan kapasitas total 1230 MW net atau 615 MW net per unitnya, PLTU Paiton Unit 7 dan 8 diharapkan mampu memenuhi kebutuhan listrik masyarakat wilayah Jawa dan Bali. Dalam mensuplai listrik kebutuhan wilayah Jawa dan Bali tersebut, PLTU Paiton Unit 7 dan 8 dilengkapi dengan peralatan yang mendukung dalam sistem PLTU secara keseluruhan.

memenuhi target pemerintah / PLN dalam hal penyediaan tenaga listrik di Jawa Madura Bali pada percepatan pembangunan pembangkit listrik Tahap II maka PT. Paiton Energy ditunjuk pemerintah proyek perluasan / Expansion Project PLTU di Paiton dengan membangun PLTU Unit 3 berkapasitas 1 x 815 NMW. Sehingga total PLTU Batubara yang dikelola oleh PT. Paiton Energy adalah 2045 NMW di Paiton, Probolinggo. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Paiton unit 7 dan 8 merupakan 2 unit pembangkit listrik yang menggunakan Turbo Generator berbahan bakar Batubara sebagai penghasil uap panas (steam) dengan kapasitas maksimum 2 x 645 NMW(net) atau 2 x 670 GMW (gross). Kedua unit ini beroperasi dengan faktor kemampuan rata-rata 85% per tahun. Dengan memproduksi energi listrik rata-rata 9,158,580 MWH per tahun dan mengkonsumsi batubara kira-kira 4,6 juta ton pertahun. Batubara tersebut didatangkan dari tambang batubara Adaro dan Kideco di Kalimantan Timur dengan menggunakan tongkang maupun kapal. Batubara tersebut ditampung di penimbunan Batubara (*Coal Stock Pile*) di lokasi PLTU Paiton. PLTU Paiton unit 7 dan 8 ini dimiliki oleh Paiton Energy Company yang dioperasikan oleh PT. Paiton *Operation and Maintenance* Indonesia (PT POMI). Pembangunan proyek ini ditujukan memenuhi kebutuhan energi listrik Jawa dan Bali. Proyek ini adalah implementasi dari kebijaksanaan pemerintah Indonesia dalam pertumbuhan diversifikasi energi. Dalam hal ini, kandungan batubara yang ada di Indonesia akan dimanfaatkan sebagai sumber pembangkit tenaga listrik, dan mengurangi ketergantungan terhadap minyak bumi.

PLTU Unit 3 Paiton merupakan salah satu proyek percepatan pembangunan pembangkit listrik tahap II dengan kapasitas 1 x 815 NMW yang berbahan bakar batubara. Bilamana kemampuan beroperasi 90% dalam setahun maka perkiraan total energi yang dihasilkan adalah: 6,425,460 MWH / tahun dan mengkonsumsi batubara sebesar 3,06 Juta Ton pertahun.

Pengoperasian PLTU Paiton Unit 3, 7 & 8, PT. Paiton *Energy* mengikat kerjasama *Operations & Maintenance* dengan PT. Paiton *Operations & Maintenance* Indonesia (PT POMI). Dalam hal ini, PT POMI mengoperasikan PLTU milik Paiton *Energy* memenuhi ketentuan yang diatur dalam *Power Purchase Agreement* dengan PLN.



Gambar 2.3 Project Structure PT POMI

2.2.1 Pemegang Saham PT. Paiton Energy

Hingga saat ini Perusahaan konsorsium dari PT Paiton Energi yang memiliki saham dari proyek PLTU Paiton unit 7 dan 8 serta unit 3, antara lain : Mitsui & Co dari Jepang, Nebras dari Qatar, Tokyo Electric Power Co. dari Jepang dan Batu Hitam Perkasa dari Indonesia :



Gambar 2.4 Pemegang Saham PT. PAITON ENERGY

2.2.2 Personalia Perusahaan

PT POMI adalah perusahaan yang tergolong besar ditinjau dari modal dan jumlah karyawan yang dimiliki. Hal ini dikarenakan operasi rutin perusahaan sangat banyak dan harus ditangani dengan sungguh-sungguh. Sebagian besar karyawan tetap perusahaan ini berpendidikan Sarjana dan Diploma. Disamping itu, ada juga karyawan kontrak yang berasal dari kontraktor yang dibawah PT POMI dengan level jabatan dan tingkat pendidikan yang berbeda-beda sesuai dengan latar belakang pendidikannya. PT POMI mempunyai sumber daya manusia yang terlatih dan berpengalaman dari berbagai disiplin ilmu sebanyak 429 karyawan tetap termasuk 1 expatriate/orang asing sebagai Senior Manager.

2.2.3 Kondisi Lingkungan di PT POMI

PT POMI Sejak awal berdiri sampai sekarang, lokasi yang ditempati PT. Paiton Operation & Maintenance Indonesia (PT POMI) berada di :

- a. Desa : Bhinor
- b. Kecamatan : Paiton
- c. Kabupaten : Probolinggo
- d. Propinsi : Jawa Timur

Perusahaan menempati area seluas ± 6 Hektar yang terdiri dari :

- a. *Administration building* : ± 1 Hektar
- b. Plant pembangkit (7 dan 8) : ± 2 Hektar
- c. *Coal handling area* : ± 1 Hektar
- d. *Ash disposal area* : ± 1 Hektar



Gambar 2.5 Kompleks PLTU Paiton

2.3 Mission (Misi)

“Paiton Operations & Maintenance Indonesia (POMI) operates and maintains the Paiton Energy Power Plant by promoting safety and environmental best practices, offering sustained financial returns for its Owners and achieving excellence in all that it does”. Dalam Bahasa Indonesia: Paiton Operations & Maintenance Indonesia (POMI) mengoperasikan dan memelihara *Power Plant* Paiton Energi dengan mengutamakan standar terbaik di aspek keselamatan dan lingkungan, memberikan keuntungan finansial yang berkelanjutan kepada pemiliknya dan pencapaian terbaik di semua bidang.

2.4 Vision (Visi)

“Paiton Operations & Maintenance Indonesia (POMI) will be recognized as a World Class operator of Power Plants”. Dalam Bahasa Indonesia: Paiton Operations & Maintenance Indonesia (POMI) akan dikenal sebagai Operator Power Plant kelas dunia.

2.5 Values (Nilai-nilai)

Nilai-nilai Perusahaan PT POMI sebagai berikut:

- *Trust* – Kepercayaan
- *Empowerment* – Pemberdayaan
- *Teamwork* – Kerjasama
- *Continuous Improvement* – Perbaikan yang berkelanjutan

2.6 Struktur Organisasi PT POMI

Organisasi merupakan sarana dalam tercapainya suatu tujuan. Pengertian dinamis, organisasi adalah tempat dan alat dari sekelompok badan usaha milik swasta maupun instansi pemerintah yang lebih menekankan pada subjek atau pelaku, yaitu interaksi antara orang-orang yang berada dalam organisasi tersebut. Adanya struktur organisasi akan memberikan suatu penjelasan terhadap pendelegasian tugas dan wewenang pada anggota organisasi, dengan demikian akan membantu kelancaran aktivitas organisasi tersebut.



Gambar 2.6 Struktur Organisasi PT POMI Unit 3,7, dan 8

Struktur organisasi di PT POMI, PLTU Paiton unit 3, 7 dan 8 di bagi atas delapan departemen yaitu : *Fuel & Ash Department*, *Production Departemen*, *CSR*

Facility Security Department, Healthy Safety Environment & Compliance Department, Purchasing & Contract Department, Engineering Department, Maintenance Department, Finance & Corporate Service Departemen yang masing-masing departemen dipimpin oleh seorang manager yang membawahi supervisor atau Shift Supervisor, *Engineering, Senior Optech*, Teknisi, Sekretaris serta beberapa Administrasi. Keseluruhan *Department* dipimpin oleh *Plant Manager* yang bertanggung jawab terhadap *Paiton Energy Company* Adapun tugas dan wewenang masing – masing department adalah sebagai berikut:

2.6.1 *Plant Manager*

Berikut tugas – tugas dari *Plant Manager*:

- a. Bertanggung jawab pengoperasian dan pemeliharaan yang efektif di Paiton unit 3, 7 dan 8.
- b. Bertanggung jawab terhadap kepastian pemenuhan pekerja kontrak.
- c. Menetapkan dan mengarahkan kebijakan pada aktifitas operasi dan pemeliharaan.
- d. Menetapkan sumber daya (pekerja) pada bidang yang sesuai.
- e. Bertanggung jawab pelatihan dan pengembangan karyawan.
- f. Bertanggung jawab peningkatan dan implementasi yang efektif menyangkut sistem manajemen mutu dan lingkungan.

2.6.2 *HR Manager*

Berikut tugas – tugas dari *HR Manager*:

- a. Bertanggung jawab mengkoordinasikan hubungan antara pihak manajemen POMI dengan karyawan atau pekerja.
- b. Bertanggung jawab mengkoordinasi program pelatihan bagi karyawan atau pekerja
- c. Bertanggung jawab pengorganisasian karyawan atau pegawai di departemen HR.
- d. Bertanggung jawab memenuhi sistem manajemen mutu dan lingkungan bersama-sama dengan departemennya.

- e. Bertanggung jawab perekrutan dan pemberhentian pekerja atau karyawan termasuk proses seleksinya.
- f. Bertanggung jawab mengkoordinasikan hubungan antara perusahaan dengan lingkungan sekitar.
- g. Mempromosikan hubungan yang baik antara publik dan pegawai dengan lingkungan masyarakat sekitar dan juga dengan lingkungan plant

2.6.3 *Maintenance Manager*

Berikut tugas – tugas dari *Maintenance Manager*:

- a. Bertanggung jawab pemenuhan bagian pemeliharaan dan perbaikan seluruh equipment plant.
- b. Bertanggung jawab pengorganisasian karyawan atau pegawai di *department maintenance*.
- c. Bertanggung jawab memenuhi sistem manajemen mutu dan lingkungan bersama-sama dengan departemennya.

2.6.4 *Purchasing and Contract Manager*

Berikut tugas – tugas dari *Purchasing and Contract Manager*:

- a. Bertanggung jawab pemenuhan pembelian *equipment plant*.
- b. Bertanggung jawab pengorganisasian karyawan atau pegawai di departement *Purchasing and Contract Manager*.
- c. Bertanggung jawab memenuhi sistem manajemen mutu dan lingkungan bersama-sama departemennya.

2.6.5 *Finance and Corp Services Manager*

Berikut tugas – tugas dari *Finance and Corp Services Manager*:

- a. Bertanggung jawab pemenuhan bagian administrasi yang menyangkut dengan PPA dan OMA.
- b. Bertanggung jawab terhadap pemeriksaan administrasi, akuntansi, pembelian, dan aktivitas gudang di paiton unit 3, 7 dan 8.
- c. Bertanggung jawab koordinasi anggaran paiton unit 3,7 dan 8.

- d. Bertanggung jawab pengorganisasian karyawan atau pegawai di departemen F and CS.

2.6.6 *Engineering Manager*

Berikut tugas – tugas dari *Engineering Manager*:

- a. Bertanggung jawab monitor seluruh peralatan plant di unit 3, 7 dan 8.
- b. Bertanggung jawab merencanakan, mengorganisasi dan mengendalikan seluruh kegiatan perbaikan dan pemeliharaan di paiton unit 3, 7 dan 8 memastikan bahwa plant dalam kondisi siap memenuhi kebutuhan lingkungan.
- c. Bertanggung jawab pengorganisasian karyawan atau pegawai di *departemen engineering*.
- d. Bertanggung jawab memenuhi sistem manajemen mutu dan lingkungan bersama-sama dengan departemennya.
- e. Bertanggung jawab memastikan bahwa pelaksanaan kerja *departemen engineering* setelah sesuai dengan departemen tenaga kerja Indonesia dan peraturan pemerintah yang berlaku.

2.6.7 *HSE and Compliance Manager*

Berikut tugas – tugas dari HSE dan *Compliance Manager*:

- a. Bertanggung jawab (*safety*) keamanan semua pekerja plant.
- b. Bertanggung jawab memenuhi sistem manajemen mutu dan lingkungan bersama-sama dengan departemennya.
- c. Bertanggung jawab pengorganisasian karyawan atau pegawai di departemen HSE and *Compliance Manager*.
- d. Bertanggung jawab melaksanakan keamanan, keselamatan kerja seluruh karyawan POMI.
- e. Mengatur pengembangan kebijakan keselamatan dan kesehatan dengan peraturan pemerintahan dan bertanggung jawab memastikan pelaksanaan peraturan yang berlaku

2.6.8 *Production Manager*

Berikut tugas – tugas dari *Production Manager*:

- a. Bertanggung jawab pemenuhan bagian operasional dan environmental yang menyangkut dengan PPA, OMA, dan FSA.
- b. Mengorganisasi dan mengendalikan seluruh aktivitas operasi *plant* di unit 3, 7 dan 8.
- c. Bertanggung jawab mengorganisasi karyawan atau pegawai di departemen produksi.
- d. Bertanggung jawab memenuhi sistem manajemen mutu dan lingkungan bersama-sama dengan *departemennya*.
- e. Bertanggung jawab terhadap pengoperasian *plant* dan keamanan dari orang – orang yang bekerja dibawahnya sesuai dengan perundangan yang berlaku.
- f. Bertanggung jawab terhadap pengoperasian *plant* dengan memenuhi perundangan dari pemerintah.

2.6.9 *Fuel and Ash Manager*

Berikut tugas – tugas dari *Fuel and Ash Manager*:

- a. Bertanggung jawab pengorganisasian keryawan atau pegawai di department *fuel and ash*.
- b. Bertanggung jawab memenuhi sistem manajemen mutu dan lingkungan bersama-sama dengan departemennya.
- c. Bertanggung jawab terhadap pekerjaan *fuel and ash* dan keamanan dari orang-orang yang bekerja di bawahnya sesuai dengan perundangan yang berlaku.
- d. Bertanggung jawab terhadap pekerjaan *fuel and ash* dengan memenuhi perundangan lingkungan dari perintah.
- e. Bertanggung jawab terhadap pengoperasian semua fasilitas *coal handling, ash handling, waste water treatment*, sistem saluran, sistem sanitari dan bengkel mobil.

2.7 Bentuk dan Badan Hukum

Badan hukum PT POMI adalah perseroan terbatas. Perseroan terbatas merupakan badan usaha yang besarnya modal perseroan tercantum dalam anggaran dasar. Kekayaan perusahaan terpisah dari kekayaan pribadi pemilik perusahaan sehingga memiliki harta kekayaan sendiri. Setiap orang dapat memiliki lebih dari satu saham yang menjadi bukti pemilikan perusahaan. Pemilik saham mempunyai tanggung jawab yang terbatas yaitu sebanyak saham yang dimiliki. Apabila hutang perusahaan melebihi kekayaan perusahaan, maka kelebihan hutang tersebut tidak menjadi tanggung jawab para pemegang saham. Apabila perusahaan mendapat keuntungan maka keuntungan tersebut dibagikan sesuai dengan ketentuan yang ditetapkan. Pemilik saham akan memperoleh keuntungan yang disebut dividen yang besarnya tergantung pada besar kecilnya keuntungan yang diperoleh perseroan terbatas.

2.8 Bidang Pekerjaan Perusahaan

2.8.1 Hasil Produksi

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Paiton unit 7 & 8 merupakan dua unit pembangkit listrik yang menggunakan turbo generator berbahan bakar batu bara sebagai penghasil uap panas (*steam*) dengan kapasitas maksimum 2 x 640 NMW (net) atau 2 x 670 GMW (*gross*). Kedua unit ini beroperasi dengan faktor kemampuan rata-rata 85% per tahun. Memproduksi energi listrik rata-rata 9,158,580 MWH per tahun dan mengonsumsi batu bara kira-kira 4,6 juta ton per tahun (bila HHV: 4800 Kcal / Kg & heat Rate 2447 Kcal/Kwh). Batu bara tersebut didatangkan dari tambang batu bara Adaro *Energy* di Kalimantan Selatan dan Kideco Jaya Agung di Kalimantan Timur dengan menggunakan tongkang maupun kapal. Batubara tersebut ditampung di penimbunan batubara (*coal stock pile*) dilokasi PLTU Paiton. PLTU Paiton unit 7 dan 8 ini dimiliki oleh paiton *energy company* yang dioperasikan oleh PT. Paiton *Operation and Maintenance* Indonesia (POMI). Pembangun proyek ini ditunjukan

memenuhi kebutuhan energi listrik Jawa dan Bali. Proyek ini adalah implementasi dari kebijaksanaan pemerintah Indonesia dalam pertumbuhan diversifikasi energi. Dalam hal ini kandungan batu bara yang ada di Indonesia akan dimanfaatkan sebagai sumber pembangkit tenaga listrik dan mengurangi ketergantungan terhadap minyak bumi.

PLTU unit 3 Paiton merupakan salah satu proyek percepatan pembangunan pembangkit listrik tahap II dengan kapasitas 1 x 815 NMW yang berbahan bakar batu bara. Bilamana kemampuan beroperasi 90% dalam setahun maka perkiraan total energi yang dihasilkan adalah: 6,425,460 MWH / tahun dan mengkonsumsi batu bara sebesar 3,06 Juta Ton Pertahun (bila HHV: 4800 Kcal / Kg & *Heat Rate* 2286 Kcal/Kwh).

2.8.2 Jasa Pelayanan

PT POMI tidak memberikan pelayanan secara langsung kepada konsumen, dalam hal ini masyarakat. Akan tetapi, PT POMI hanya menjual daya listrik kepada PT. PLN sesuai dengan kontrak perjanjian yang telah disetujui oleh kedua belah pihak (*PPA/Power Purchase Agreement*). Oleh karena itu, di PT POMI tidak terdapat department marketing menjual hasil produksinya.

2.9 HSEC (*Health, Safety, Environmental & Compliance*)

Salah satu kebijakan PT POMI adalah menyediakan lingkungan kerja yang aman, hal ini diterapkan dengan dibentuknya *Fire, Health and Safety Section*. PT POMI menekankan bahwa Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) merupakan tanggung jawab seluruh karyawan. Karena itu, *Health and Safety Section* disini hanya bertindak sebagai *resources* atau pemberi saran agar seluruh orang (baik karyawan atau tamu) yang berada di areal PT POMI melaksanakan seluruh prosedur yang berkaitan dengan *Health and Safety Program*. *Health and Safety Program Safety Requirement*, berkaitan dengan papan peringatan atau tanda keselamatan yang dipasang diseluruh areal PLTU Paiton Unit 3, 7 & 8, dimana areal tersebut dianggap rawan keselamatan pekerja.

2.9.1 *Implements Procedure*

Implements Procedure berkaitan dengan peraturan-peraturan yang ada di PLTU Paiton Unit 3, 7 & 8. Programnya antara lain:

1.) *Safety Induction*

Petunjuk awal seluruh karyawan dan tamu di PT POMI tentang peraturan atau hal-hal yang berkaitan dengan prosedur keamanan di PLTU Paiton Unit 3, 7 & 8

2.) *Safety Talk*

Program mingguan setiap hari Selasa membicarakan tentang isu – isu *Health and Safety* seputar areal PLTU Paiton Unit 3, 7 & 8

2.9.2 POMI Program

POMI Program yang berkaitan dengan *Health and Safety* seluruh karyawan PT POMI, seperti pemeriksaan kesehatan, pengobatan, imunisasi, dll

2.9.3 *Contractor Program*

Berkaitan dengan *Health and Safety* seluruh tamu atau pekerja kontrak yang berada di areal PLTU Paiton Unit 3, 7 & 8, seperti pemeriksaan keamanan peralatan dan surat izin kerja.

1.) *Lost time Injury* (LTI), yaitu yaitu kecelakaan kerja yang mengakibatkan hilangnya waktu kerja

2.) *Medical Treatment Injury* (MTI), yaitu kecelakaan kerja yang menyebabkan adanya perawatan kesehatan khusus dari dokter atau rumah sakit

2.9.4 *Core Team*

Core Team bertindak sebagai *Emergency Response Team* yang menangani kebakaran, kecelakaan dan tumpahan gas atau bahan kimia di areal PLTU Paiton Unit 3, 7 & 8.

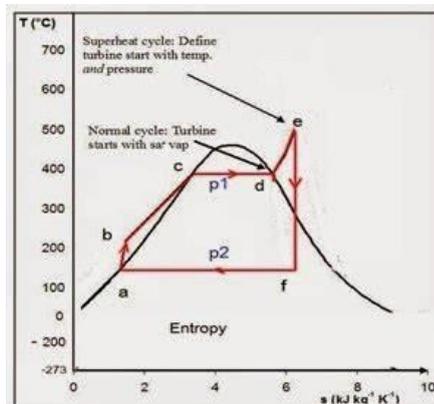
BAB 3. KEGIATAN UMUM LOKASI MAGANG

3.1 Deskripsi Umum PLTU Paiton Unit 7,8

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) merupakan suatu pembangkit listrik yang mengkonversikan energi kimia menjadi energi listrik. Proses konversi energi pada PLTU berlangsung melalui tiga tahapan pertama, energi kimia dalam bahan bakar diubah menjadi energi panas dalam bentuk uap bertekanan tinggi. Kedua, uap diubah menjadi energi mekanik dalam bentuk putaran. Ketiga, energi mekanik diubah menjadi energi listrik. Prinsip kerja PLTU PT POMI unit 7 & 8 secara umum adalah pembakaran batubara pada boiler memanaskan air dan mengubah air menjadi uap kering (energi panas) dengan temperatur (540°C) dan tekanan (166 bar). Uap tersebut digunakan menggerakkan turbin sehingga menghasilkan energi listrik dari kumparan magnet generator. Sistem pengaturan yang digunakan pada Power Plant adalah sistem pengaturan Close Loop (siklus Tertutup) atau sering disebut dengan siklus Rankine, dimana air dipompa dengan tekanan tinggi menaikkan temperatur nya. Air akan berubah wujud menjadi uap jenuh, lalu dipanaskan lebih lanjut hingga uap mencapai temperatur kerjanya menjadi uap panas lanjut (superheated vapour). Uap melakukan kerja sehingga tekanan dan temperaturnya turun. Uap yang temperaturnya turun akan mengalami pembuangan panas laten uap sehingga menjadi air kondensat.

3.2 Siklus Rankine Ideal

Sistem pengaturan yang digunakan pada *Power Plant* adalah sistem pengaturan *Close Loop* (siklus Tertutup) atau sering disebut dengan siklus *Rankine*. Berikut gambar diagram siklus *rankine* beserta penjelasannya :



Gambar 3.1 Siklus Rankine
(Sumber: Google Images)

Siklus kerja PLTU yang merupakan siklus tertutup dapat digambarkan dengan diagram T – s (Temperatur – entropi). Siklus ini adalah penerapan siklus rankine ideal. Adapun urutan langkahnya adalah sebagai berikut :

1. a – b : air dipompa dari tekanan P_2 menjadi P_1 . Langkah ini adalah langkah kompresi isentropis, dan proses ini terjadi pada pompa air pengisi.
2. b – c : air bertekanan ini dinaikkan temperaturnya hingga mencapai titik didih. Terjadi di LP heater , HP heater dan Economizer.
3. c – d : air berubah wujud menjadi uap jenuh. Langkah ini disebut *vapourising* (penguapan) dengan proses isobar isothermis, terjadi di boiler yaitu di *wall tube* dan *steam drum*.
4. d – e : uap dipanaskan lebih lanjut hingga uap mencapai temperatur kerjanya menjadi uap panas lanjut (*superheated vapour*). Langkah ini terjadi di *superheater* boiler dengan proses isobar.
5. e – f : uap melakukan kerja sehingga tekanan dan temperaturnya turun. Langkah ini adalah langkah ekspansi isentropis, da terjadi didalam turbin.
6. f – a : pembuangan panas laten uap sehingga berubah menjadi air kondensat. Langkah ini adalah isobar isothermis, dan terjadi didalam kondensor.

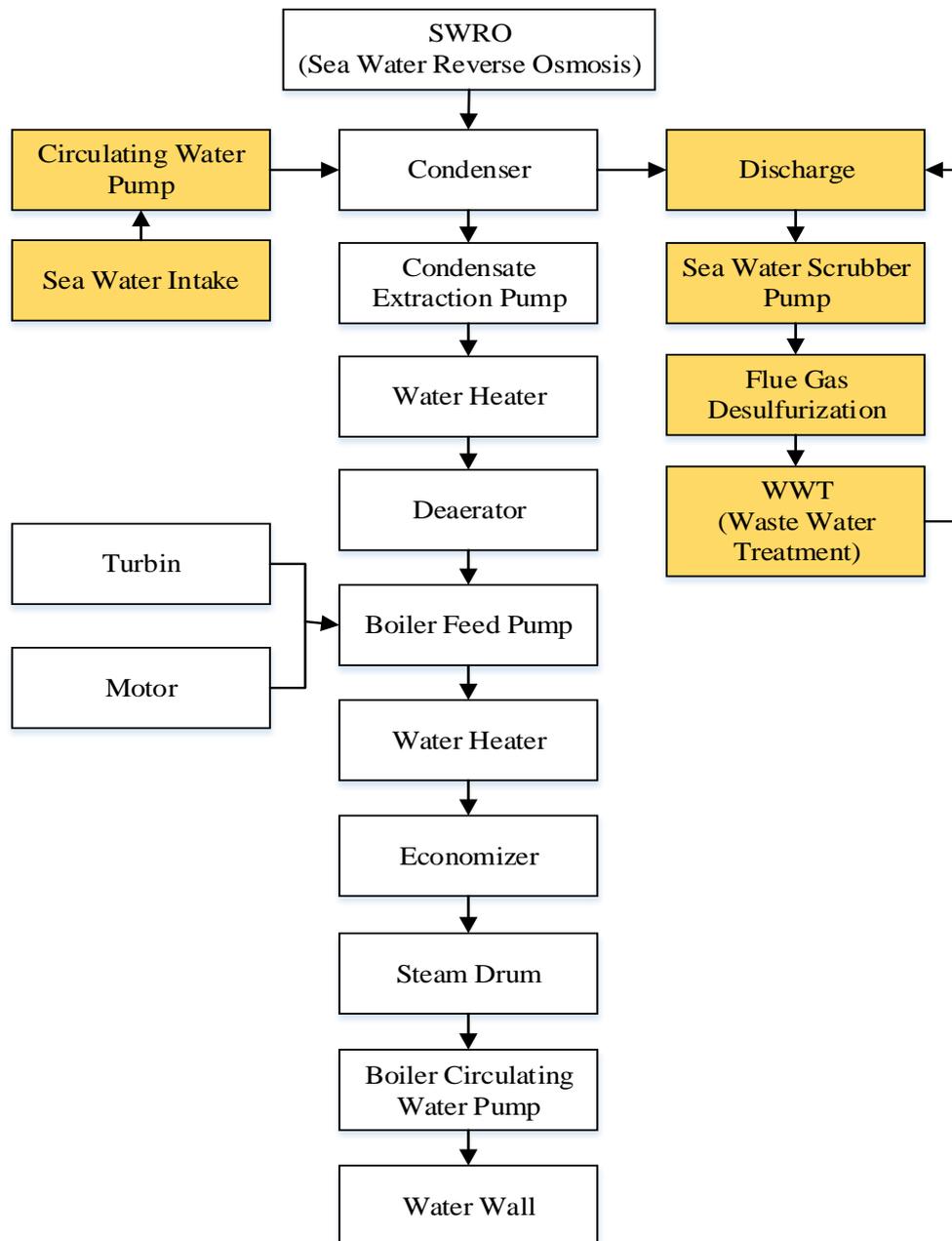
3.3 Siklus Overview PLTU PT POMI Unit 7 & 8

Pada PLTU terdapat beberapa sistem yang digunakan yaitu Sistem air, sistem uap, sistem bahan bakar, sistem udara dan gas buang dan sistem elektrik. Berikut flowchart dan penjelasan dari berbagai macam sistem pada PLTU

3.3.1 Sistem Air

Sistem air berawal dari pemanfaatan air laut dengan menghilangkan kandungan garam menggunakan alat yang bernama *Sea Water Reverse Osmosis* (SWRO), kemudian air tersebut di *treatment* sampai air memenuhi kualitas mengisi boiler dan dialirkan ke Condenser melalui *Water make up* membantu proses pendinginan *steam* menjadi air kembali. Uap yang telah menjadi air kemudian dipompa dengan *Condensate Extraction Pump* dengan tujuan mengalirkan air dari Condenser menuju Daerator yang melewati *Water Heater* (*Water Heater* diambil dari *Extraction Steam*), dimana *Water Heater* menggunakan uap dari LP (*Low Pressure*) *Turbine outlet* memanaskan air dan kemudian air ini ditampung di Daerator yang berfungsi menghilangkan kandungan gas-gas tertentu sehingga dapat menghasilkan air murni. Daerator memiliki dua *intake*, yaitu air dari *Water Heater* dan uap dari *High Pressure* (HP) *Turbine* yang melewati *High Pressure* (HP) *Water Heater* dan 1 (satu) *outlet*. Daerator ini sebagai *reservoir* air dari *Boiler Feed Pump* yang bercabang menjadi 3 (tiga) yaitu 1 (satu) pompa yang bertenaga motor dan 2 (dua) *Auxiliary Steam* dengan *Turbine*. *Boiler Feed Pump* dengan motor digunakan pada saat *plant* baru dihidupkan, karena uap belum dihasilkan jadi tidak menggunakan tenaga uap. *Boiler Feed Pump* ini dapat memindahkan air menuju *Steam Drum* yang melewati *High Pressure* (HP) *Water Heater* dan *Economizer*. Air masuk ke *Steam Drum*, di *Steam Drum* air dan uap dipisahkan sehingga air dapat dipompa oleh *Boiler Circulating Water Pump* dialirkan ke *Water Wall*, dan dari *Water Wall* air kembali ke *Steam Drum*, dan hal ini dinamakan sirkulasi paksa karena ada pompa. Ada beberapa boiler yang tidak menggunakan pompa (natural), hal tersebut tersirkulasi karena ada perbedaan

density ketika 24 waktu pembakaran air yang mendidih akan naik sendiri dan hal tersebut dinamakan natural. Berikut *flowchart* sistem air :



Gambar 3.3 Siklus Air
(Sumber: Dokumen Pribadi,2022)

1. *Sea Water Osmosis (SWRO)*

Sea Water Osmosis merupakan teknologi yang dapat mengubah air yang memiliki kandungan garam menjadi air tawar.

2. *Condenser*

Condenser merupakan salah satu komponen utama dari PLTU yang berfungsi mengkondensasikan uap keluaran *Turbine* menjadi air dengan pendingin air laut. Setelah LP *Turbine* diputar oleh uap, kemudian uap akan mengalir menuju *Condenser* didinginkan dan berubah menjadi air. Letak *Condenser* berada dibawah LP *Turbine*.

3. *Condensate Extraction Pump*

Condensate Extraction Pump berfungsi memompa fluida yang telah berubah fase dari uap menjadi cair selanjutnya diteruskan menuju *Water Heater*.

4. *Water Heater*

Water Heater berfungsi memanaskan air sebelum diproses perubahan fasa menjadi uap.

5. *Deaerator*

Deaerator berfungsi menyerap gas-gas yang terkandung pada air pengisi boiler terutama gas O_2 , karena gas ini akan menimbulkan korosi, dan gas-gas lain yang cukup berbahaya adalah CO_2 . Gas O_2 dan CO_2 akan bereaksi dengan material boiler dan menimbulkan korosi yang sangat merugikan. Prinsip kerjanya, air yang masih mengandung O_2 dan CO_2 dialirkan ke *Deaerator*. Penempatan posisi *Deaerator* yang tinggi memungkinkan pemberian suction head yang cukup *Boiler Feed Water Pump*. Air keluaran dari *Deaerator* akan dipompa dengan tiga *Boiler Feed Water Pump* (2 pompa digerakkan oleh *Turbine* dan 1 pompa digerakkan oleh motor start awal). 26 6. *Boiler Feed Pump* berfungsi menaikkan tekanan air pengisi sehingga dapat mengalir masuk ke dalam boiler. Pompa air pengisi harus mampu mengisi ketel pada beban maksimum dengan pembakaran penuh dan ketika katub pengaman *Super Heater* dan drum ketel membuka pada saat terjadi akumulasi tekanan. Tekanan *Discharge* pompa harus lebih besar

dari tekanan ketel, karena adanya rugi-rugi dalam sistem aliran air pengisi. Fungsi utama dari *Boiler Feed Pump* adalah memasok air pengisi menuju ke *Steam Drum*.

6. *Economizer*

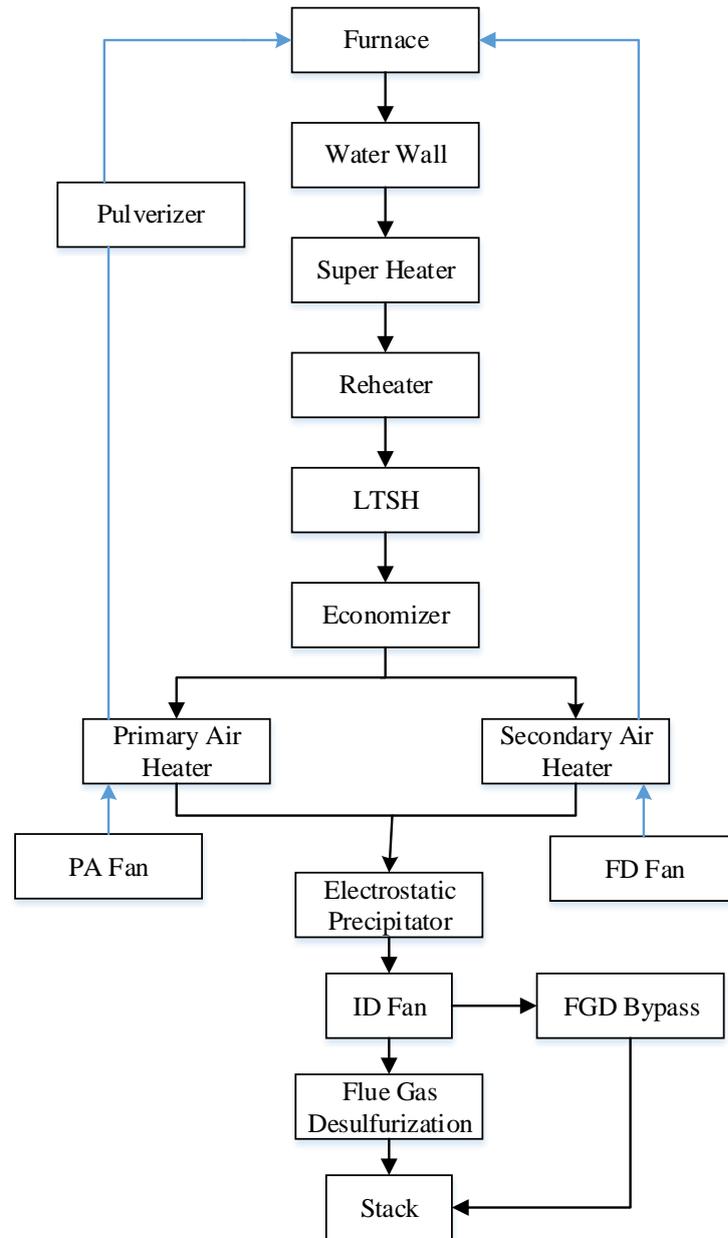
Economizer berfungsi meningkatkan temperatur air selanjutnya dialirkan ke *Steam Drum*. Komponen ini berada dalam boiler yang terdiri dari rangkaian pipa-pipa yang menerima air dari *Water Heater*. Sumber panas yang diperlukan oleh alat tersebut berasal dari gas buang dalam boiler. Air mengalir dalam pipa-pipa, sementara diluar mengalir gas buang yang berasal dari hasil pembakaran boiler.

7. *Steam Drum*

Steam Drum berfungsi memisahkan antara air dan uap basah setelah proses pemanasan yang terjadi di dalam boiler. 9. *Boiler Circulating Water Pump* Pompa ini berfungsi memompa air yang keluar dari *Steam Drum* masuk ke *Water Wall* dipanaskan menjadi uap kering. 10. *Water Wall* merupakan tempat pemanasan air yang keluar dari *Steam Drum* kemudian dijadikan uap dengan cara dipanaskan yang kemudian uap dikembalikan ke *Steam Drum*. *Water Wall* terletak didalam boiler.

3.3.2 Sistem Udara Dan Gas Buang

Sistem Udara dan Gas buang Udara pembakaran ada 2 (dua) macam, yaitu *Primary Air* (udara primer) dan *Secondary Air* (udara sekunder). Udara primer dipasok oleh PA *fan* yang dihembuskan menuju *Pulverizer* dengan bersama serbuk batu bara akan dialirkan ke *Furnace*. Suhu udara primer tidak boleh terlalu tinggi maupun terlalu rendah karena akan mengakibatkan batu bara menyala pada *Pulverizer* dan akan mengakibatkan ledakan, sedangkan suhu terlalu rendah akan mengakibatkan batu bara tidak cepat kering. 34 Udara primer tidak cukup memenuhi kebutuhan turbulensi melakukan pencampuran bahan bakar secara sempurna, itu diperlukan pasokan udara sekunder yang dihasilkan oleh FD *Fan*. FD *fan* sendiri berkaitan dengan kebutuhan udara pembakaran. Faktor terjadinya pembakaran ada empat yaitu: faktor udara, bahan bakar, panas, dan reaksi kimia. Pada PLTU perlu diperhatikan terkait kebutuhan udara dan bahan bakar jika ada tambahan udara yang masuk pada daerah *Flue Gas* akan terjadi ledakan. Pada daerah *Secondary Air Heater* dipanaskan dari *Flue Gas* dengan *air heater* kemudian masuk ke ruang bakar. selain terjadi pembakaran di ruang bakar juga terjadi tekanan yang positif jika ada api, maka dari itu terdapat ID *fan* yang menjaga tekanan di ruang bakar tetap negatif. Setelah itu, sisa dari pembakaran akan memanasi *water wall*, *super heater*, LTSH, *economizer* dan juga memanaskan air heater. Terdapat penyaringan debu yang akan dialirkan menuju *Flue Gas Desulfurization* (FGD) yang berfungsi menurunkan kadar SO₂ yang terdapat pada batu bara agar ramah lingkungan dan tidak terjadi hujan asam. Terdapat Bypass yang merupakan tempat oil FGD jika masih terjadi pembakaran melalui *Stack*, dan dibuang ke udara bebas dengan catatan memenuhi syarat UU tentang lingkungan. Berikut *flowchart* sistem udara dan gas buang :



Gambar 3.4 Siklus Udara Dan Gas Buang
(Sumber: Dokumen Pribadi,2022)

1. *Primary Air Heater* dan *Secondary*

Air Heater Primary Air Heater berfungsi memanaskan udara bertekanan yang dipasok oleh *PA Fan* yang nantinya akan dialirkan ke dalam *Pulverizer* membantu pengeringan batu bara agar mudah dihaluskan. Fungsi dari *Primary Air Heater* dan *Secondary Air Heater* sebenarnya hampir sama, namun *Secondary Air Heater* mengalirkan udara yang lebih panas lalu kemudian dialirkan menuju *Furnace* membantu mempermudah proses pembakaran.

2. *Electrostatic Precipitator (ESP) Fly Ash*

yang terbawa bersamaan dengan gas sisa hasil pembakaran akan diarahkan menuju *Electrostatic Precipitator (ESP)* ditarik Menggunakan *Induce Draft (ID) Fan*. *ESP* digunakan sebagai pemisah *Fly Ash* dengan gas sisa hasil pembakaran menggunakan medan *magnet elektrik*. *Fly Ash* yang terpisah dengan gas buang akan menuju ke *Fly Ash Silo* sedangkan gas sisa pembakaran akan menuju ke *Flue Gas Desulfurization (FGD)*.

3. *ID Fan, PD Fan, PA Fan*

Hanya bergantung pada udara primer saja tidak cukup memenuhi kebutuhan melakukan pencampuran bahan bakar secara sempurna. Oleh karena itu dibutuhkan udara sekunder yang berasal dari *FD Fan*. *ID Fan* digunakan sebagai penyalur gas sisa gas buang yang telah melewati air heater diproses menuju *Flue Gas Desulfurization (FGD)*.

4. *Flue Gas Desulfurization*

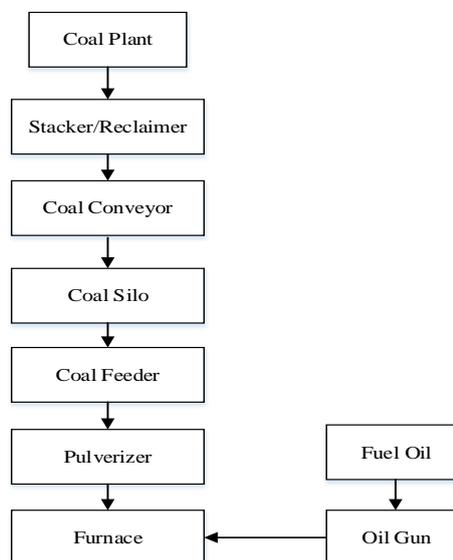
Flue Gas Desulfurization (FGD) merupakan tempat terakhir sebelum gas hasil pembakaran batu bara di buang ke udara bebas melalui cerobong asap (*Stack*). Saat udara panas tersebut memasuki *FGD* maka akan terjadi pengurangan atau menghilangkan kadar gas sulfur (SO_2) dan gas gas polutan lainnya yang dapat mencemarkan lingkungan. di PLTU Paiton, Khususnya unit 7&8 terdapat sebuah sistem penanganan khusus menyerap zat-zat berbahaya yang terkandung dalam gas sisa yang dihasilkan oleh proses pembakaran batu bara di dalam *Furnace*, 37 yaitu menggunakan *flue gas desulfurization (FGD)*.

5. Stack

Stack berfungsi memindahkan gas buang dari boiler dan membuangnya ke atmosfer. Gas buang yang masuk kedalam *Stack* adalah gas buang yang telah dihilangkan baik residu dan gas gas berbahaya, sehingga tidak akan mencemari lingkungan saat keluar dari *stack*.

3.3.3 Sistem Bahan Bakar

Sistem bahan bakar ini dimulai dari *coal plant* dengan alat yang bernama *stacker reclaimers* yang berfungsi memindahkan batu bara ke *coal conveyor*. *Coal conveyor* memindahkan bahan bakar ke *coal silo*, dari *coal silo* turun ke *coal feeder* yang berfungsi mengatur bahan bakar yang dibutuhkan sesuai kebutuhan proses dan selanjutnya menuju *Pulverizer*. Pada *pulverizer* terdapat empat proses yaitu : *drying, grinding, classifying, transport*. Dari *pulverizer* lalu menuju *furnace (burner)* di *furnace* terdapat *fuel oil* penyalaan awal. Terdapat dua jenis bahan bakar yang digunakan dalam proses pemanasan air pada PLTU Paiton unit 7 dan 8 yaitu *Fuel Oil* (solar) dan *Coal* (batu-bara). Berikut *flowchart* sistem bahan bakar



Gambar 3.5 Siklus Bahan Bakar
(Sumber: Dokumen Pribadi,2022)

1. Bahan bakar (*fuel*)

Bahan Bakar adalah suatu material (bahan) yang dikonsumsi guna menghasilkan energi. Dalam Pembangkit Listrik Tenaga Uap Paiton Unit 7

dan 8, menggunakan bahan bakar batubara dan solar, dimana solar dalam penyalannya menggunakan *Ignitor* (pemercik api) pembakaran awal pada boiler. Secara umum bahan bakar yang digunakan termasuk kedalam bahan bakar solid dan cair.

2. *Coal Plant*

Coal Plant merupakan tempat penampungan sementara batu-bara. Pada *Coal Plant* terjadi proses penimbunan dan juga pengambilan batubara.

3. *Stacker Reclaimer*

Alat ini merupakan sebuah *Conveyor* yang kompleks dan terpasang pada sebuah struktur yang dapat bergerak. Didalam proses penimbunan, *Stacker* menyalurkan batu-bara melalui sebuah lengan yang dapat diatur agar selalu diam ditempat, sehingga batu-bara yang tumpah melalui lengan itu akan membentuk timbunan yang tinggi.

4. *Coal Conveyor*

Coal Conveyor merupakan suatu sistem mekanik yang berfungsi memindahkan batu-bara dengan jumlah banyak dari satu tempat ke tempat yang lain. Pada unit 7 dan 8 menggunakan jenis *Belt Conveyor*. *Belt Conveyor* berbentuk semacam sabuk besar yang terbuat dari karet yang bergerak melewati *Head Pully* dan *Tail Pulley*, keduanya berfungsi menggerakkan *Belt Conveyor*, serta *Transioning Pulley* yang berfungsi sebagai peregang *Belt Conveyor*.

5. *Coal Silo*

Coal Silo merupakan tempat menampung batu-bara sebelum dimasukkan ke dalam *Coal Feeder*. Terdapat 6 buah *Coal Silo*, dimana masing masing memiliki kapasitas sebesar 600 ton, namun *Coal Silo* yang beroperasi hanya berjumlah 5 unit, sehingga jumlahnya mencapai $600 \times 5 = 3000$ ton.

6. *Coal Feeder*

Coal Feeder adalah alat yang berfungsi mengalirkan batubara dari *Coal Silo* menuju *Pulverizer* sesuai kebutuhan. Didalam *Coal Feeder* terdapat motor yang digunakan mengatur kecepatan dari *Belt Conveyor*. *Coal Feeder* mengatur banyak sedikitnya batubara yang dialirkan ke *Pulverizer* berdasarkan beban yang masuk ke dalamnya. Ketika beban yang terpasang besar maka *Coal Feeder* akan memerintahkan *Belt Conveyor* berjalan lebih cepat dengan maksud bahwa batubara yang masuk ke dalam *Pulverizer* akan lebih banyak, sehingga proses pembakaran juga akan semakin banyak dan daya yang dihasilkan akan lebih besar. Sebaliknya, jika beban yang terpasang sedikit maka *Coal Feeder* akan memerintahkan *Belt Conveyor* berjalan lambat sehingga daya yang dihasilkan juga akan berkurang.

7. *Pulverizer*

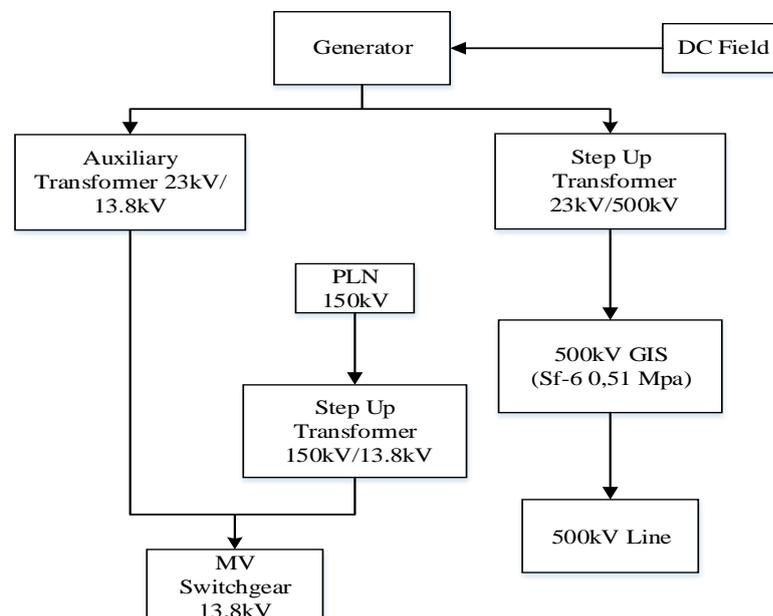
Pulverizer merupakan alat menghancurkan atau menggiling batubara sehingga menjadi serbuk halus yang kemudian bersama dengan udara panas 33 primer akan ditransferkan ke *Furnace*. Fungsi lain dari *Pulverizer* adalah mengeringkan batu-bara dan juga mengklasifikasikan batu-bara. Pengeringan batubara bertujuan agar batubara mudah dihaluskan serta dibakar, sedangkan pengklasifikasian batu-bara bertujuan memastikan bahwa batubara yang masuk ke dalam boiler benar-benar halus, dan memisahkan dari benda-benda asing. Batubara atau benda asing yang tidak tergiling akan keluar melalui sebuah lubang yang ditampung pada *Pyrites Hopper* dan kemudian akan dibawa bersama dengan *Bottom Ash* selanjutnya diproses pada *Bottom Ash Handling System*. Dalam penggunaan *Pulverizer* yang perlu diperhatikan adalah temperatur udara primer, karena temperatur yang terlalu tinggi dapat membakar batubara di dalam *Pulverizer* dan dapat menyebabkan kebakaran dan ledakan pada *pulverizer* serta membuat unit trip. Sedangkan jika temperatur terlalu rendah maka batubara tidak benar-benar kering sehingga sulit dihaluskan dan dibakar

8. *Burner (furnace)*

Batu bara merupakan bahan bakar utama yang digunakan pada PLTU namun startup dibutuhkan bahan bakar lain yaitu solar (*Fuel Oil*). Panas yang diperlukan pembakaran disediakan oleh *Ignitor* yang kemudian membakar *Fuel Oil*. Panas yang dihasilkan cukup menyalakan bahan bakar batubara yang masuk Boiler sehingga setelah itu *ignitor* dapat dimatikan.

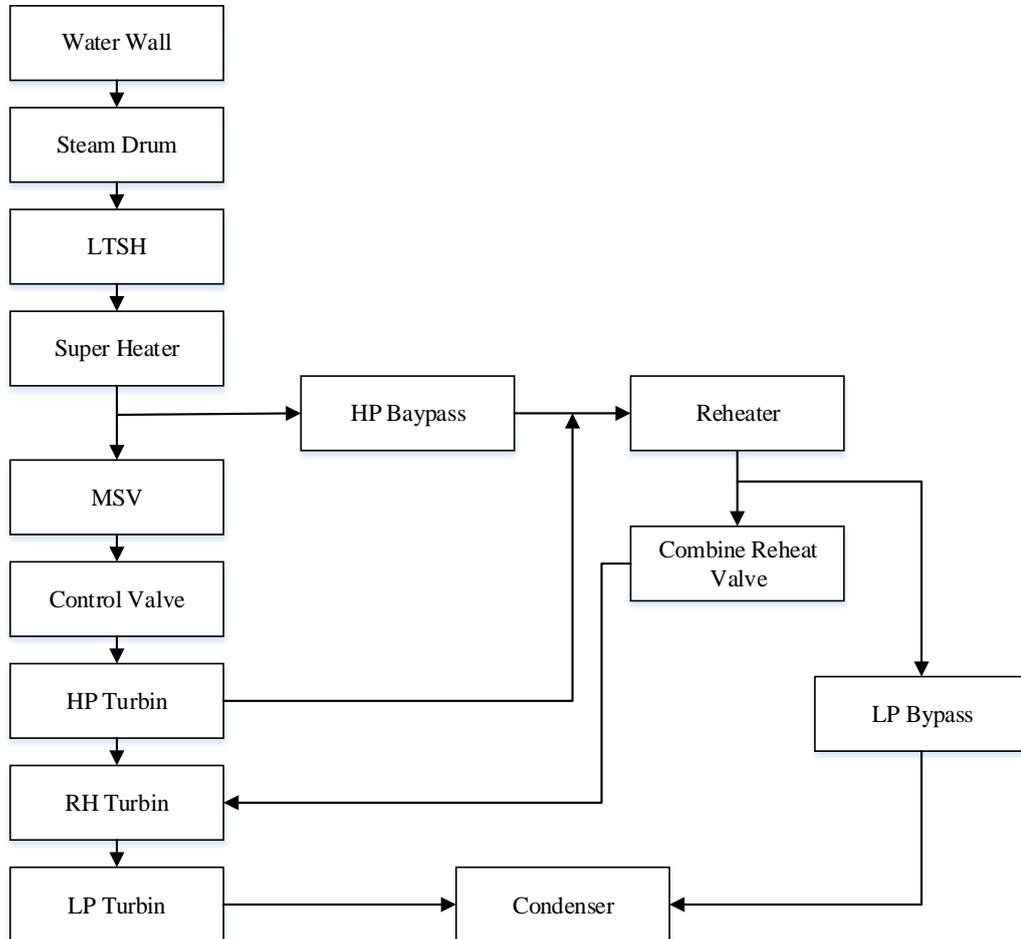
3.3.4 Sistem *Elektrikal*

Ketika rotor berputar akan menghasilkan daya mekanik berupa putaran . generator yang dikopel langsung dengan turbin berputar menghasilkan energi listrik. Terdapat trafo dari yang dikirim ke jaringan dari 23 KV – 500 KV dan juga melalui *auxiliary transformer* yang digunakan kebutuhan internal (*plant house load*). Jika Unit dalam keadaan inservice energi yang didapatkan bersumber dari *start up transformer* yang *powernya* diambil dari PLN 150 KV. Berikut *flowchart* sistem elektrikal:



Gambar 3.6 Siklus Kelistrikan
(Sumber: Dokumen Pribadi,2022)

3.3.5 Sistem Uap



Gambar 3.7 Siklus Uap
(Sumber: Dokumen Pribadi,2022)

Sistem uap dimulai dari *water wall* karena titik panas berada di *water wall*, sehingga terjadi perubahan fasa dari air menjadi uap (uap campuran). Di *steam drum* dipisahkan antara uap dan air menggunakan alat bernama *separator* kemudian uap dilanjutkan ke LTSH (*Low Temperature Super Heater*). Tingkatan pemanasan ada 3 yaitu: LTSH, *Secondary Super Heater* dan *Final Super Heater*. Dari *super heater* menuju ke HP turbin, pada turbin terdapat *Main Stop Valves* (MSV) yang dapat digunakan kondisi turbin saat beroperasi atau tidak, jika beroperasi MSV akan terbuka begitu sebaliknya, *control valves* yang dapat mengatur jumlah uap. Dari HP turbin setelah uapnya digunakan akan menuju turbin. Uap ini merupakan

energi panas dimana dari energi kimia melalui pembakaran dari batu bara menjadi energi panas. Dan energi panas ini yang akan dibawa oleh *steam* menuju turbin sehingga menjadi energi mekanik. Setelah digunakan energinya kemudian uap tersebut dipanaskan kembali ke *reheater* dan digunakan kembali ke *reheat* turbin lalu dibawa ke LP turbin kemudian uapnya didinginkan menjadi air kembali dan hal ini dinamakan siklus tertutup. Karena ada *losses*, maka air yang digunakan perlu ditambah. *Flowchart* sistem uap dapat dilihat pada Gambar 3.7.

1. *Water Wall*

Water Wall merupakan tempat mendistribusikan uap ke *low temperature super heater* dan di tempat ini terjadi pemanasan uap kembali yang telah keluar dari *steam drum*, dengan cara air mendapatkan pemanasan dari pembakaran kemudian terjadi perubahan fase menjadi uap basah.

2. *Steam Drum*

Stream Drum berfungsi memisahkan antara air dan uap setelah proses pemanasan yang terjadi di dalam boiler.

3. LTSH (*Low Temperature Super Heater*)

Low Temperature Super Heater merupakan tempat memanaskan kembali *saturated* keluar dari *Steam Drum*. *Low Temperature Super Heater* (LTSH) juga berfungsi meningkatkan *temperature* uap basah yang keluar dari *Steam Drum*.

4. *Super Heater*

Super Heater merupakan alat memanaskan uap jenuh yang keluar dari *steam drum* dengan memanfaatkan gas panas hasil pembakaran. Panas dari gas ini dipindahkan ke *Saturated Steam* yang ada dalam pipa *Super Heater*, sehingga berubah menjadi *superheated steam*. Terdapat 2 panel yang ada di *super heater* ini yaitu *super heater division* panel dan *super heater final*. a. *Super Heater Division Panel* atau yang dapat disebut juga dengan *second superheater* merupakan tempat dimana *steam* yang sudah kering dipanaskan kembali agar benar-benar kering sebelum masuk ke HP Turbin. b. *Final Super Heater* adalah tempat

dimana uap yang kering akan keluar dan masuk ke Turbin menggerakkan HP Turbin.

5. HP (*High Pressure*)

Turbine Superheated Steam yang dihasilkan oleh *super heater* akan masuk ke dalam turbin menggerakkan sudu – sudu *high pressure* (HP) *turbine* yang nantinya akan menghasilkan energi listrik. Uap tersebut masuk ke *steam jet*. Disini kecepatan uap dinaikkan, sebagian energi kinetik dari uap tersebut dikirim kesudu-sudu turbin berputar. Besar dan kecil beban sangat berpengaruh sekali terhadap uap yang dihasilkan. Bila beban cukup tinggi, maka uap yang dibutuhkan juga besar dan sebaliknya.

6. *Main Stop Valves* (MSV)

Katub yang men-*start* atau menyetopkan uap.

7. *Control Valves*

Control Valves berfungsi mengendalikn uap dengan cara membuka/menutup penuh atau membuka/menutup sebagian respon terhadap sinyal yang diterima dari pengendali yang membandingkan *setpoint* 30 variabel proses yang nilainya akan diberikan oleh sensor yang dapat memantau perubahan dalam kondisi seperti itu.

8. *Reheater*

Reheater merupakan salah satu alat pada bagian boiler yang berfungsi memanaskan kembali uap air keluaran turbin uap, sehingga kembali menjadi uap *superheated*.

9. RH *Turbine* dan LP *Turbine*

Setelah tekanan dan temperatur *Super Heater steam* turun maka *Super Heater steam* tersebut akan dikembalikan ke boiler pemanasan ulang. Pemanasan ulang ini berlangsung dibagian boiler yang disebut *Reheater*. *Super Heater steam* akan dikembalikan memutar *Reheat* (RH) *Turbine* dan *Low Pressure* (LP) *Turbine*. Sehingga dari gerakan sudu-sudu ini akan memperkuat gerakan poros Turbin. Poros Turbin ini dihubungkan dengan poros Generator menggunakan kopling tetap (*fixed coupling*). Dari

Generator terjadi perubahan energi dari energi mekanik menjadi energi listrik.

3.4 Deskripsi Umum POH 1 – Paiton Energy

POH 1 – Paiton *Energy* adalah sebuah perumahan milik PT POMI, yang di khususkan karyawan yang bekerja di PT POMI. Berlokasi di Kampung Baru, Sukodadi, Paiton, Probolinggo, Jawa Timur; Dengan luas area kurang lebih 6 Ha terdapat 164 rumah di dalamnya. Beragam fasilitas yang disediakan kebutuhan penghuni perumahan ini di antaranya adalah *recreation hall*, pengolahan limbah, distribusi air bersih, genset, PLTS, dan lain sebagainya.

Terdapat tiga sumber daya yang digunakan pada *recreation hall*, yaitu bersumber dari PLN, PLTS, dan Genset. Instalasi PLTS dipasang di atap *recreation hall*, dengan modul surya berjumlah 720 yang berkapasitas 234 Kw menggunakan sistem *On-Grid*. PLTS ini sebagai suplai energi listrik *recreation hall* dengan beban sebesar 110 kW.

Energi listrik dari PLN sebagai jaringan awal sebelum energi listrik dari PLTS dapat digunakan beban. Terdapat controller pada sistem yang berfungsi mendahulukan listrik yang dihasilkan panel dikonsumsi beban. Jadi, listrik dari PLN tidak digunakan atau sebagai *backup* ketika energi beban kurang. Kemudian genset digunakan ketika terjadi pemadaman.

3.5 Fasilitas POH 1 – Paiton Energi

Dalam melakukan proses keberlangsungan hidup sehari-hari, dibutuhkan fasilitas-fasilitas penunjang agar penghuni perumahan merasa nyaman dan tidak perlu suplai fasilitas dari luar. Berikut ini adalah fasilitas-fasilitas yang ada di POH 1 – Paiton Energi :

3.5.1 *Recreation Hall*

Merupakan lokasi inti dari perumahan POH 1 – Paiton Energi, dimana didalamnya terdapat fasilitas umum berupa kolam renang, ruang musik, gym, taman sekolah kanak-kanak, cafe, dll.



Gambar 3.8 *Recreation Hall*

(Sumber: Dokumen Pribadi,2022)

Tepat di atap *Recreation Hall* terdapat instalasi panel surya (PLTS *On-Grid*) dengan kapasitas 234 Kw yang menyuplai seluruh kebutuhan energi listrik, dimana total beban yang berada di *recreation hall* sebesar 110 Kw. Awal pemasangan panel surya pada tanggal 19 Juli 2019, sudah berjalan sekitar \pm 3 tahun. Terdapat web memantau atau memonitoring berapa hasil keluaran energi yang dihasilkan panel surya secara *realtime* setiap harinya. Dapat diketahui total energi yang dihasilkan dari awal pemasangan hingga saat ini yaitu 1091,8 MWh dan sudah menghemat pengeluaran tagihan PLN sebesar \pm 39 juta setiap bulannya.

3.5.2 *EDG Room*

Emergency Diesel Generator (EDG) merupakan fasilitas genset yang digunakan *mengcover* atau *backup* energi listrik ketika terjadi pemadaman. Terdapat 3 genset dengan besar kapasitas yang sama yaitu 350 kvA atau 280 kW yang letaknya disamping Gedung *Recreation Hall*, yaitu :

1. EDG – A

Merupakan genset yang *mengcover* bagian lampu jalan, gedung *Recreation Hall*, SWWT (pengolahan limbah cair), dan LS.

2. EDG – B

Merupakan genset yang *mengcover* Jalan Sumatera genap sampai Jalan Timor.

3. EDG – C

Merupakan genset yang *mengcover* Jalan Jawa sampai Sumatera Ganjil. menjalankan 3 genset tersebut dibutuhkan bahan bakar solar yang ditempatkan disebuah tangki berkapasitas 10.000 liter. Ketika terjadi pemadaman, hal yang pertama dilakukan yaitu menyalakan EDG – A *backup* energi listrik bagian *Recreation Hall*, kemudian diikuti dengan EDG – B dan EDG – C *backup* energi listrik bagian perumahan.

Jika sewaktu-waktu terjadi permasalahan pada salah satu EDG, maka beberapa bisa *membbackup* nya. Misal terjadi kerusakan pada EDG – B maupun EDG – C, saat pemadaman terjadi EDG – A masih mampu *membbackup*, sedangkan jika terjadi kerusakan pada EDG – A, kedua genset lainnya masih belum bisa *membbackup*. Hal ini dikarenakan performa EDG – A lebih bagus dibandingkan dengan yang lainnya. Berikut EDG *Room* dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.9 EDG Room
(Sumber: Dokumen Pribadi,2022)

3.5.3 MDB Room (*Main Distribution Board*)

MDB *room* adalah tempat kontrol genset EDG A, B, dan C berada. Sistem kerja kontrol genset masih menggunakan tenaga manusia (*manual*). Jadi ketika terjadi pemadaman listrik oleh PLN maka teknisi akan menghidupkan genset

dengan tenaga solar kemudian memindahkan sumber energi listrik ke genset. Alat ini bernama *Change Over Switch (COS)*.



Gambar 3.10 MDB Room
(Sumber: Dokumen Pribadi,2022)

3.5.4 Penyaluran Air Bersih

Salah satu fasilitas penting lainnya yang terdapat di perumahan POH 1 adalah sistem penyaluran air bersih. POH 1 memiliki sumur *Deepwell* sendiri, sebagai sumber air yang akan di gunakan kebutuhan sehari hari termasuk di konsumsi. Sumur *Deepwell* berkedalaman kurang lebih 100 meter kebawah. Beberapa proses yang harus dilewati sebelum air bersih didistribusikan :

1. Pompa Sumur *Deepwell*, berfungsi menyedot air dari *deepwell* (sumur dalam). Pompa beroperasi secara otomatis, jika air yang disedot masih dibawah level atau kurang pompa akan menyala, sedangkan jika air sudah mencapai level maksimum pompa akan mati dengan sendirinya. Sumur *deepwell* dapat dilihat pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 Pompa Sumur *Deepwell*
(Sumber: Dokumen Pribadi,2022)

2. *Sand Filter*, merupakan tahap filtrasi awal, air yang disedot dari pompa disalurkan kedalam tangki *Sand Filter*. Didalamnya terdapat pasir silika yang digunakan sebagai penyaringan menghilangkan kandungan lumpur atau tanah dan sedimen pada air. Penggantian pasir silika biasanya dilakukan setiap $\frac{1}{2}$ atau 1 tahun sekali. Sand Filter dapat dilihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12 Sand Filter
(Sumber: Dokumen Pribadi,2022)

3. Tong NaOCl, Tong berisi obat air yang dicampur bersamaan saat air masuk dari sumur dalam ke sand filter dan melalui proses penyaringan.



Gambar 3.13 Tong NaOCl
(Sumber: Dokumen Pribadi,2022)

4. *Reservoir Tank* (Tandon), merupakan penampungan air bersih sebelum melewati proses penyaringan kedua dan sebelum disalurkan ke perumahan.



Gambar 3.14 *Reservoir Tank*
(Sumber: Dokumen Pribadi,2022)

5. *Hydropope Tank*, air yang berada di *Reservoir Tank* akan disedot oleh pompa menuju ke *Hydropope Tank*. Didalam *Hydropope Tank* akan melewati proses penyaringan kedua yaitu dengan cara memberi HCL, pemberian obat bertujuan membunuh kuman dan bakteri.



Gambar 3.15 *Hydropope tank*
(Sumber: Dokumen Pribadi,2022)

3.5.5 *Electrical Room*

Ruangan ini khusus yang didedikasikan peralatan listrik. Pada *electrical room* POH 1 terdapat 4 inverter, 1 panel distribusi, baterai yang berfungsi sebagai pusat kontrol server telepon dan tv channel pada perumahan yang terdapat 34 channel.



Gambar 3.16 Inverter
(Sumber: Dokumen Pribadi,2022)

3.5.6 *SWWT (Sanitary Waste Water Treatment)*

SWWT (Sanitary Waste Water Treatment) adalah tempat pengolahan limbah cair, yang bermula dari *lifting station*. *Lifting station* merupakan saluran pusat dari saluran air beberapa rumah. Pada POH 1 terdapat 4 *lifting station*, bermula jika *lifting station* 1 penuh menuju ke *lifting station* 2 begitu seterusnya sampai ke *lifting station* 4, pada *lifting station* 4 ini dikumpulkan ke *holding tank* atau bak penampungan kemudian disedot oleh pipa menuju SBR 1 diolah selama 4 jam, lalu diendapkan selama 1 jam. Pada SBR 1 terdapat alat yang dinamakan

mixer dan aerotor yang berfungsi mengaduk limbah, dan dilakukan penambahan oksigen di dalam air sekaligus memisahkan partikel padatan dan diamkan memproses berkembang biak bakteri pengurai. Jika telah mengendap, maka air bersih akan disalurkan ke SBR 2. Pada SBR 2 terdapat ikan nila yang berfungsi menguji indikator kualitas air limbah, bahwa air telah aman bagi hewan maupun lingkungan. Air olahan limbah ini disalurkan menuju pipa yang terdapat sinar *ultra violet* membunuh bakteri yang terkandung pada air limbah dan disedot menuju *sand filter*, alat ini berguna menyaring air limbah dan terakhir akan didistribusikan ke pipa air pada taman-taman yang terdapat pada perumahan POH 1 guna menyirami tanaman sekaligus pupuk.



Gambar 3.17 SWWT
(Sumber: Dokumen Pribadi,2022)

1. *Lifting Station*

Lifting station merupakan saluran ujung yang dipasang pada setiap jarak tertentu pada jaringan perpipaan. *Lifting station* menjadi awal dalam pengolahan air limbah. Pada POH 1 terdapat 4 *lifting station*, jika *lifting station* 1 penuh maka air limbah akan menuju ke *lifting station* 2 begitu seterusnya sampai ke akhir yaitu *lifting station* 4.



Gambar 3.18 *Lifting Station*
(Sumber: Dokumen Pribadi,2022)

2. *Holding Tank*

Setelah berada pada *lifting station* 4 air limbah akan ditampung di bak penampungan atau *holding tank*.



Gambar 3.19 *Holding Tank*
(Sumber: Dokumen Pribadi,2022)

3. *SBR (Sequance Batch Reactor) 1*

Setelah air limbah berada bak penampung akan disedot oleh pipa dan akan disalurkan menuju *SBR 1*, tempat mengolah air limbah selama 4 jam lalu diendapkan selama 1 jam. Pada *SBR 1* ini terdapat alat yang dinamakan *mixer* dan aerotor yang berfungsi mengaduk limbah, dan dilakukan proses aerasi yaitu suatu proses penambahan udara/oksigen di dalam air dengan membawa air dan udara ke dalam kontak yang dekat,

dengan cara menyemprotkan air ke udara atau dengan memberikan gelembung-gelembung halus udara dan membiarkannya naik melalui air dan juga memisahkan partikel padatan dan diamkan memproses berkembang biak bakteri pengurai. Jika telah mengendap, maka air bersih akan disalurkan ke SBR 2.



Gambar 3.20 *SBR Tank*
(Sumber: Dokumen Pribadi,2022)

4. *Treated Tank*

Setelah diendapkan selama 1 jam, akan di turunkan menuju ke *Treated Tank*. Pada *Treated Tank* terdapat juga ikan nila yang berfungsi menguji indikator kualitas air limbah, bahwa air telah aman bagi hewan maupun lingkungan.



Gambar 3.21 *Treated Tank*
(Sumber: Dokumen Pribadi,2022)

5. *Sand Filter*

Air yang sudah bersih akan disedot oleh pipa ke *sand filter*. *Sand filter* adalah alat penyaring kotoran halus yang terdapat dalam air. Sebelum menuju ke *sand filter*, air akan melalui sinar ultra violet yang berfungsi membunuh bakteri yang terkandung pada air. Dan proses yang terakhir akan didistribusikan ke pipa-pipa air pada taman-taman yang terdapat pada perumahan POH 1 guna menyirami tanaman sekaligus pupuk



Gambar 3.21 *Sand Filter*
(Sumber: Dokumen Pribadi,2022)

BAB 4 KEGIATAN KHUSUS DAN PEMBAHASAN

4.1 Tinjauan Pustaka

4.1.1 Berkembangnya PLTS *Rooftop*

Salah satu teknologi energi surya fotovoltaik yang saat ini sedang berkembang adalah teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Surya di atap bangunan atau PLTS *Rooftop*. Sistem PLTS *Rooftop* adalah sistem PV yang lebih kecil dibandingkan dengan sistem PV yang dipasang di tanah, PLTS *Rooftop* dipasang di atap perumahan, bangunan komersial atau kompleks industri. Listrik yang dihasilkan dari sistem tersebut dapat seluruhnya dimasukkan ke dalam jaringan yang diatur dengan *Feed-in- Tarif (Fit)*, atau digunakan konsumsi sendiri dengan pengukuran *net metering*. Melalui sistem *net metering* tersebut, produksi listrik oleh pelanggan akan mengimbangi energi listrik dari sistem jaringan (PLN).

PLTS *Rooftop* memiliki banyak kelebihan dan manfaat. PLTS *rooftop* merupakan solusi yang handal bagi penyediaan energi di gedung-gedung perkantoran karena mayoritas gedung perkantoran menggunakan listrik pada siang hari atau jam kerja. Perawatan dan pengoperasian PLTS cukup mudah dan dampaknya signifikan mengurangi polusi dan efek rumah kaca. Selain itu, bentuk PLTS *rooftop* tersebut memiliki keunggulan tersendiri apabila dibandingkan dengan PLTS skala besar, diantaranya lebih mudah dan murah diintegrasikan dengan system kelistrikan yang sudah ada, dapat memanfaatkan lahan yang ada (mengurangi biaya investasi lahan), serta dapat turut mengurangi beban jaringan sistem yang ada meskipun dalam kapasitas yang kecil dibanding dengan pembangkit lain, PLTS *Rooftop* sudah dapat membantu menghasilkan energi listrik dengan cara mandiri *energy* serta membuat lingkungan menjadi lebih bersih.

4.1.2 Desain Sistem PLTS *Rooftop* 234kWp PERUM POH 1 Rechall

Berdasarkan hasil observasi pada PLTS *rooftop* yang ada di PT PERUM POH 1, PLTS memiliki kapasitas 234 kW dengan total modul surya sebanyak 720 modul surya yang memiliki kapasitas 234 Wp dari setiap modul surya tipe

polycrystalline. Keseluruhan modul surya dibagi menjadi 4 *string* yang masing-masing *string* terdiri dari 720 modul yang terhubung seri. PLTS ini digunakan mensuplai beban perum POH 1 Rechall. PLTS 234 kW IP terletak pada lokasi perum POH 1 Rechall. PLTS ini terpasang di atas atap gedung Rechall dengan luas modul surya yang terpasang 720 modul.



Gambar 4. 1 PLTS *rooftop* 234 kWp Perum POH 1 Rechall
(www.seraphim-energy.com)

4.1.3 Spesifikasi Komponen PLTS *Rooftop* Perum POH 1 Rechall

PLTS *rooftop* Perum POH 1 Rechall menggunakan berbagai jenis komponen dapat menjadi satu instrument unit pembangkit PLTS yang dapat menghasilkan energi listrik. Karena banyaknya perangkat komponen yang di gunakan maka perlu dilakukan penggolongan menjadi 2 kategori yaitu komponen utama dan komponen pendukung. Berikut ini merupakan pengolongan perangkat komponen yang di gunakan PLTS *rooftop* Perum POH 1 Rechall.

A. Komponen Utama

Komponen utama adalah seluruh komponen yang wajib ada di PLTS mengkonversi energi foton matahari menjadi energi listrik hingga siap di distribusikan menuju jaringan listrik. Berikut penggolongan komponen utama yang digunakan di PLTS *rooftop* Perum POH 1 Rechall.

1. Modul Surya



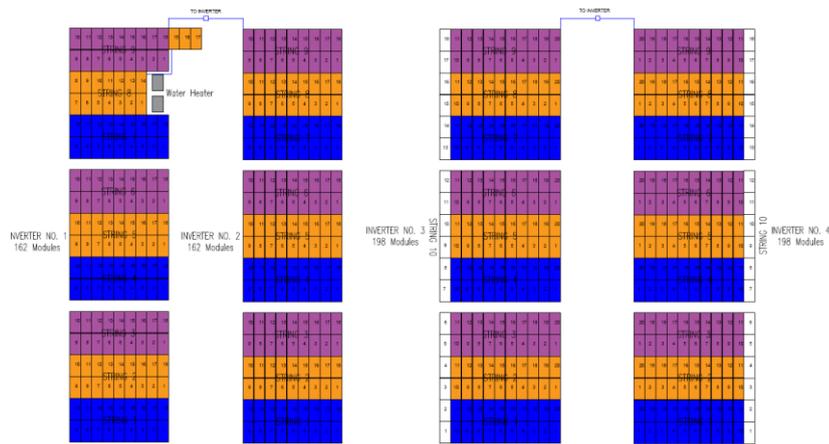
Gambar 4. 2 Modul surya *polycrystalline* CS6U 335 Wp
(www.seraphim-energy.com)

Pada PLTS *rooftop* Perum POH 1 Rechall menggunakan modul surya *Polycrystalline* karena biaya modul ini murah dan mampu bertahan di kala cuaca mendung atau minim akan intensitas cahaya matahari. Modul surya dihubungkan secara seri yang disebut dengan *string* lalu rangkaian *string* diparalel menjadi 1 *array*. Satu *string* ditandai dengan peletakan modul surya dalam 1 konstruksi peyangga modul. Adapun spesifikasi modul surya PLTS *rooftop* PT Indonesia Power sebagai berikut:

Tabel 4.1 Spesifikasi modul surya

Subjek	Simbol	Nilai
Daya Maksimum	Pmax	325 Wp
Efisiensi Modul		16.75 %
Tegangan sirkuit terbuka	Voc	45.7 V
Arus hubungan singkat	Isc	9.03 A
Tegangan daya maksimum	Vmpp	37,3 V
Arus daya maksimum	Impp	8.72 A
Tegangan sistem maksimum	Vsys	1000V / 1500V
Tipe fuse maksimum	Isf	20 A
Dimensi	P x l x T	1970 x 992 x 40 mm
Temperature operasi modul		-40°C sampai 85°C
Masa modul		22Kg

www.seraphim-energy.com



Gambar 4. 3 Layout string PV Perum POH 1 Rechall

(Sumber: PT POMI)

menghasilkan 234 kW daya yang terbangkit maka memerlukan suplay modul surya lebih besar. PLTS *rooftop* Perum POH 1 Rechall menggunakan 4 *array* yang terdiri dari 720 modul PV dengan kapasitas 2 *string* 162 2 *string* lagi 198.

2. Inverter



Gambar 4. 4 Inverter Solid Q 50

(www.SMA-solar.com)

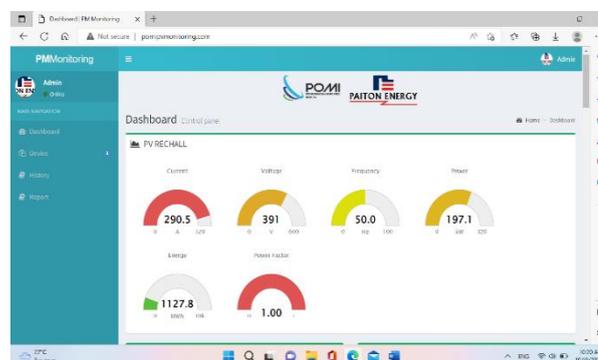
Inverter merupakan sebuah komponen elektronika yang berfungsi mengubah tegangan searah (DC) menjadi tegangan bolak-balik (AC). Inverter yang digunakan di PLTS *rooftop* PT Indonesia Power yaitu SMA SUNNY TRIPOWER 25000TL dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 4.2 Spesifikasi Inverter Merek SMA-solar.com

Subjek	Nilai
Max. input PV	51020 W
Tegangan DC max	1000 V
Max. Arus DC	30 A
Max. Arus AC	80 A
Tegangan MPP	520 V – 800 V / 625 V
Tegangan AC	3 / N / PE; 220 V / 380 V
Daya keluar	55000 VA
Dimensi (p/1/t)	510 / 790 / 263 MM
Efisiensi	98,3 %

www.SMA-solar.com

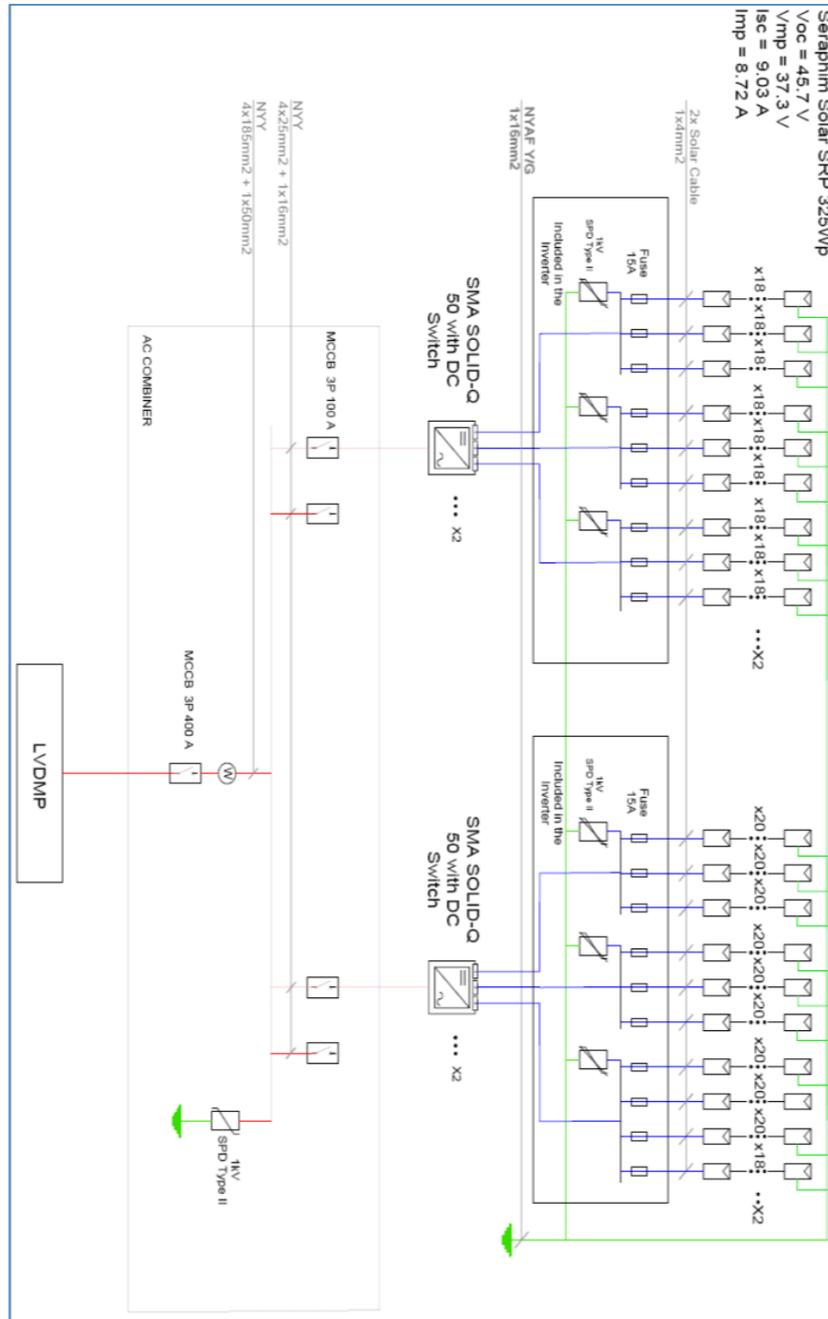
3. Data *Internet Of Things*



Gambar 4. 5 PV Monitoring
(www.pomipvmonitoring)

PLTS *rooftop* Perum POH 1 Rechall menggunakan teknologi *microcontroller*, sensor mendapatkan data yang akan di koneksikan dengan PC. Dengan menggunakan PC dan dapat merekap data dengan dapat memprediksi error pada perangkat dengan melihat pada setiap proses pengolahan data dimulai dari pengambilan data primer melalui beberapa sensor dan indikator lainnya. Data sensor diolah oleh mikrokontroller, kemudian ditransmisikan kedalam PC. Pada akhirnya data didalam PC akan diolah oleh sebuah program aplikasi SMA.

4.1.4 Prinsip Kerja PLTS *On Grid*



Gambar 4.6 Prinsip kerja PLTS

4.2 DATA DAN PEMBAHASAN

4.2.1 Kapasitas PLTS

Kapasitas dari PLTS *rooftop Recreation Hall* POH 1 PT POMI sebesar 234 kWp (325Wp x 720 modul surya) dengan orientasi pemasangan mengikuti bangunan atap yang memiliki 2 sisi menghadap ke timur dan 2 sisi menghadap ke barat. Pengambilan data diperoleh menggunakan inputan dari sensor yang terinterkoneksi dengan internet. Data yang digunakan yaitu berupa daya puncak yang dihasilkan tiap inverter selama 1 tahun peretakan dan sebelum panel surya retak dan setelah peretakan. Menurut informasi yang didapat, peretakan panel surya pada rooftop Recreation Hall peretakan di awal bulan agustus 2021 hingga 2022.

4.2.2 Keretakan Modul PLTS

PLTS yang terletak pada *roof top* Gedung Rechall PT POMI mengalami keretakan karena berbagai factor dimana retak terjadi pada layer 2 dengan jumlah modul surya yang retak sebanyak 11 unit, yang mana modul yang mengalami retak pada bagian kaca pelindung sehingga Ketika menerima cahaya matahari kurang maksimal dalam mengkonversinya menjadi daya listrik.

4.2.3 Bagian PLTS yang Mengalami Retak

Keretakan PLTS terjadi di layer 2 pada string 3, yang mana perlu diketahui dalam system PLTS di Gedung Rechall terdapat 720 modul yang terbagi dalam 4 layer yang dalam 4 layer tersebut dirangkai seri menaikkan tegangan, lalu dirangkai parallel saat dihubungkan ke inverter menaikkan arus yang sudah menyesuaikan dengan daya beban yang dibutuhkan, pada layer 2 string 3 dihubungkan ke inverter 2, dalam string 3 tersebut terdapat 11 modul surya yang retak yang disebabkan oleh suhu tinggi, kesalahan pemasangan, kesalahan titik panas, serta faktor lingkungan, keretakan tersebut terjadi pada bulan agustus tahun 2022 sehingga berpengaruh terhadap daya yang dikeluarkan oleh PLTS, namun tetap mengontrol daya agar tetap stabil dan tidak terlalu berefek kepada beban yang dipakai maka PT POMI

juga melakukan monitoring melalui sistem *Internet Of Things* (IOT) menggunakan mikrokontroler Arduino.

Dalam IOT tersebut dapat termonitoring arus, tegangan, frekuensi, daya yang dikeluarkan PLTS serta nilai energi dan power factor yang dibutuhkan oleh peralatan listrik yang berada di Gedung Rechall, sehingga dari monitor tersebut dapat diamati daya keluaran PLTS setiap waktu meminimalisir kekurangan daya yang dibutuhkan oleh beban.

4.2.4 Data Daya *Output* Pada Bulan Agustus 2021

mengetahui perbedaan hasil daya output dalam satu bulan dapat dilihat pada inverter 123 dan 4 , data tersebut menunjukkan daya output menghasilkan daya yang maksimal di bulan agustus 2021. Rata rata daya pada inverter 1 ialah 6671.5 Watt, Rata rata daya pada inverter 2 ialah 7646.5 Watt, Rata rata daya pada inverter 3 ialah 8062.4 Watt, Rata rata daya pada inverter 4 ialah 9077.3 Watt. data tersebut di dapat sebelum terjadi peretakan. Tabel 4.3 menunjukkan produksi daya PLTS sebelum terjadi keretakan.

Analisis Perhitungan Daya Sebelum Keretakan :

1. Inverter 1, 2, 3, dan 4

$$\text{Rata – Rata Daya} = \frac{P1 + P2 + P3 + P4}{4}$$

Rata – Rata Daya Bulan Agustus 2021

$$= \frac{6671,5 \text{ Watt} + 7646,5 \text{ Watt} + 8062,4 \text{ Watt} + 9077,3 \text{ Watt}}{4}$$

$$= \frac{31.457,7 \text{ Watt}}{4}$$

$$\text{Rata – Rata Daya} = 7.864,425 \text{ Watt}$$

Tabel 4.3 Data daya output bulan Agustus 2021

No	1	2	3	4
Item Check	Inverter 1 (Watt)	Inverter 2 (Watt)	Inverter 3 (Watt)	Inverter 4 (Watt)
1	194.7	237.2	237.3	284.1
2	222.9	267.9	192.5	231.3
3	187.3	234.3	227.7	278.9
4	222.6	252.5	270.2	302.0
5	230.6	253.6	280.1	304.5
6	170.5	181.3	203.6	213.5
7	221.7	259.8	270.0	308.4
8	204.2	247.1	248.8	294.2
9	198.9	248.8	243.9	295.4
10	207.6	236.9	250.3	285.6
11	222.0	259.9	272.4	311.1
12	181.2	236.8	221.5	282.0
13	219.9	253.7	267.2	304.1
14	232.6	255.8	283.7	305.5
15	225.0	258.2	273.5	305.8
16	210.0	243.1	254.0	290.2
17	207.3	220.4	251.5	261.3
18	190.8	199.2	218.0	239.8
19	191.2	233.1	232.5	278.7
20	225.0	247.9	272.7	299.8
21	231.2	258.8	281.9	310.7
22	231.6	251.7	281.6	304.1
23	233.4	258.5	285.4	310.3
24	234.2	260.6	287.3	311.8
25	232.4	260.0	283.5	311.5
26	239.0	261.2	292.6	305.0
27	200.1	233.7	241.3	278.9
28	224.5	252.7	274.5	307.5
29	235.0	255.8	284.9	306.8
30	304.5	247.0	248.2	294.7
31	239.1	258.8	291.0	312.4
Total	6671.5	7646.5	8062.4	9077.3

Sumber : Dokumen PT POMI

4.2.5 Data Daya Output bulan agustus 2022

mengetahui perbedaan hasil daya output dalam satu bulan dapat dilihat pada inverter 1, 2, 3, dan 4, data tersebut menunjukkan daya output menghasilkan daya yang maksimal di bulan agustus 2022. Rata rata daya pada inverter 1 ialah 5862.3 Watt, Rata rata daya pada inverter 2 ialah 6664.7 Watt, Rata rata daya pada inverter 3 ialah 6858.5 Watt, Rata rata daya pada inverter 4 ialah 8265.7 Watt. data tersebut di dapat setelah terjadi peretakan. Pada bulan agustus 2022 ini terdapat pada panel surya retak yaitu dibagian inverter 2. Diperkirakan terdapat 11 modul panel yang retak .hal tersebut dikarenakan oleh beberapa faktor salah satunya karena *Thermal Shock* yaitu terjadinya perubahan *temperature* yang sangat cepat sehingga mengakibatkan permukaan modul surya tersebut retak.

Analisis Perhitungan Daya Saat Mengalami Keretakan :

2. Inverter 1, 2, 3, dan 4

$$\text{Rata - Rata Daya} = \frac{P1 + P2 + P3 + P4}{4}$$

Rata - Rata Daya Bulan Agustus 2022

$$= \frac{5862,3 \text{ Watt} + 6664,7 \text{ Watt} + 6858,5 \text{ Watt} + 8265,7 \text{ Watt}}{4}$$

$$= \frac{27.651,2 \text{ Watt}}{4}$$

$$\text{Rata Rata Daya} = 6.912,8 \text{ Watt}$$

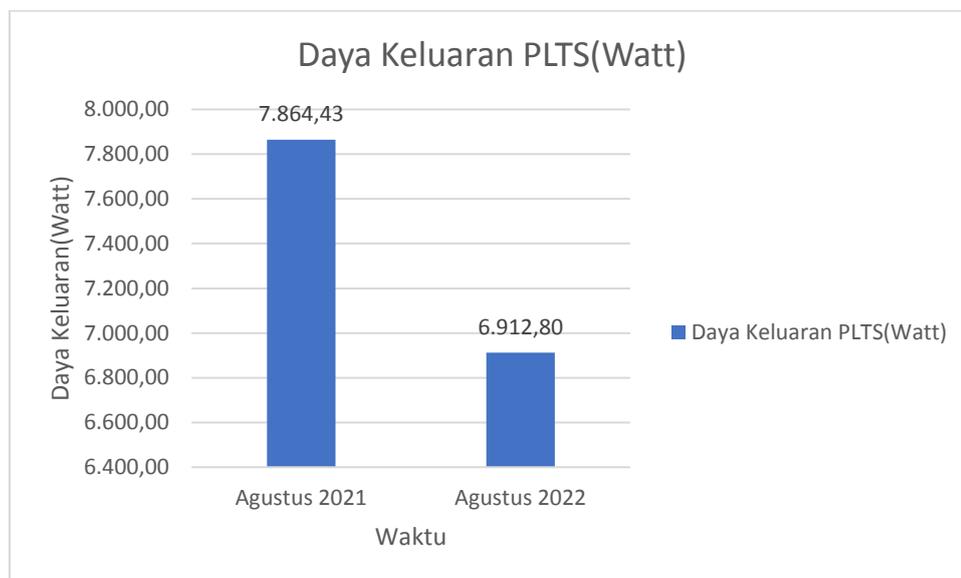
Tabel 4.4 Daya *Output* bulan Agustus 2022

No	1	2	3	4
item check	Inverter 1 (Watt)	Inverter 2 (Watt)	Inverter 3 (Watt)	Inverter 4 (Watt)
1-Aug	147.3	184.0	160.9	226.1
2-Aug	166.2	149.3	177.0	190.5
3-Aug	194.1	235.3	217.6	284.3
4-Aug	197.5	226.5	220.4	276.7
5-Aug	202.0	232.8	223.7	283.7
6-Aug	201.3	230.1	223.0	280.8
7-Aug	160.0	163.6	173.0	203.8
8-Aug	203.7	233.4	228.4	285.0
9-Aug	171.2	222.2	195.0	270.0
10-Aug	162.2	161.2	175.0	204.1
11-Aug	208.4	229.9	230.2	280.3
12-Aug	193.4	205.5	211.1	252.3
13-Aug	168.9	220.6	191.1	267.2
14-Aug	166.8	166.3	181.3	205.5
15-Aug	181.6	225.6	211.2	270.9
16-Aug	213.4	222.3	237.3	278.7
17-Aug	216.8	244.3	243.4	301.0
18-Aug	213.9	239.2	239.1	294.5
19-Aug	98.3	113.0	112.7	136.6
20-Aug	214.6	242.5	241.7	297.9
21-Aug	185.4	215.2	207.3	266.1
22-Aug	215.9	237.2	241.6	292.1
23-Aug	199.0	221.6	221.9	275.7
24-Aug	221.3	244.5	251.6	301.2
25-Aug	189.9	210.1	229.1	261.7
26-Aug	203.8	217.1	245.6	271.8
27-Aug	176.7	198.8	210.7	247.3
28-Aug	218.1	219.3	262.8	274.2
29-Aug	224.2	245.8	275.1	302.5
30-Aug	220.2	245.7	270.8	303.2
31-Aug	227.9	253.6	280.7	311.5
Total	5862,3	6664,7	6858,5	8265,7

Sumber : Dokumen PT POMI

4.2.6 Grafik Perbandingan Rata Rata Daya *Output*

Berdasarkan Rata Rata hasil perbandingan grafik ini mengambil semua data dari bulan agustus 2021 dan bulan agustus 2022 selama satu bulan .terlihat bahwa perbandingan jelas berbeda. Melainkan di pengaruhi oleh factor *Thermal Shock*. daya output yang dihasilkan pada bulan agustus 2021 lebih besar dibandingkan dengan bulan agustus 2022. karena pada tahun 2021 kondisi panel surya masih dalam kondisi lengkap dan tidak ada yang retak sehingga daya output yang di hasilkan lebih optimal. sedangkan di tahun 2022 kondisi sudah terdapat panel surya mengalami peretakan sehingga daya output yang dihasilkan mengalami penurunan. Data tersebut bisa dilihat rata rata daya *output* pada tabel 4.3 total dari rata-rata daya ouput pada bulan agustus 2021 yaitu 31457.7 Watt sedangkan rata-rata daya output pada bulan agustus 2022 yaitu 27651.2 Watt. Gambar 4.7 menunjukkan perbandingan daya yang dihasilkan.



Gambar 4.7 Grafik rata rata daya *output* PLTS

4.2.7 Penyebab dan Solusi

A.) Penyebab Terjadinya Keretakan PLTS di Gedung Rechall POH 1

Berdasarkan perbandingan data sebelum dan sesudah keretakan modul surya seperti Gambar 4.7 menunjukkan penurunan performa dalam memproduksi daya. Pada PLTS Rechall dari POH 1 terdapat beberapa modul surya yang mengalami keretakan pada layer 2 dengan jumlah keretakan 11 unit modul surya. Menurut data yang didapat melalui wawancara bersama Pembimbing Magang menerangkan bahwa keretakan tersebut terjadi karena *thermal shock* dan kesalahan dalam pemasangan.

1. *Thermal Shock*

Thermal shock adalah peristiwa terjadinya perubahan temperatur dari suhu tinggi ke rendah atau sebaliknya secara mendadak dan biasanya *thermal shock* terjadi pada kaca dan lainnya. Paiton yaitu lokasi berdirinya PLTS Rechall, pada umumnya memang termasuk daerah yang memiliki cuaca lebih banyak musim panas 36°C dan hujan di Probolinggo (Kurniawan, 2016). Dengan cuaca tersebut, PLTS akan berpeluang besar mengalami *thermal shock* akibat perubahan temperatur.

2. Kesalahan Pemasangan

Penyebab kerusakan dari hal ini disebabkan oleh factor *internal* yang dilakukan oleh sumberdaya manusia.

3. Kesalahan titik panas

Hal ini menyebabkan kerusakan yang terjadi karena tidak sesuai impedansi antara masing masing cell pada solar karena perbedaan pencahayaan yang diterima oleh masing masing cell

4. Faktor lingkungan

Factor ini menyebabkan panel beroperasi di area keras seperti hujan,dingin,angin,panas dan berdebu akan menyebabkan retakan modul panel surya. Factor lainnya juga dapat dikaitkan dengan siklus termal sel yang kontak logam peregangan kontak logam, dan interkoneksi kawat

B.) Solusi Mengatasi dan Mencegah Keretakan

1. Mengganti modul surya dengan yang baru
2. Merawat dan menjaga kebersihan permukaan modul surya
3. Membuat sebuah alat alternatif yang berfungsi mendinginkan modul surya secara otomatis.
4. Lebih menekankan K3 dalam bekerja baik pemasangan atau perawatan PLTS agar terhindar dari hal yang sama.
5. Pemeriksaan rutin pada semua panel surya yang sudah dipasang melihat adanya kemungkinan keretakan dari lingkungan disekitar seperti tertimpa pohon
6. Meningkatkan kehati hatian selama pengemasan dan peletakan panel surya selama proses pengiriman
7. Keretakan juga dapat mengurangi transmisi cahaya ke sel fotovoltaik sehingga mengurangi keluaran daya dari modul fotovoltaik. Kerusakan akibat peningkatan pelepasan panas atau pemanasan hot spot di sel dengan paparan sinar matahari yang minimal mungkin dapat terjadi jika keretakan pada modul surya tersebut.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.2 KESIMPULAN

1. Dari hasil perhitungan pengeluaran daya output pada bulan agustus 2021 terdapat sebesar 31457.7 Watt , sedangkan pengeluaran daya output pada bulan agustus 2022 terdapat sebesar 27651.2 Watt yang menunjukkan modul panel surya sebelum retak menghasilkan daya keluaran yang lebih besar daripada daya keluaran modul panel surya setelah mengalami keretakan.
2. Jumlah panel surya yang retak sebanyak 11 modul yang disebabkan karena *temperature* yang berubah sehingga nilai daya keluaran sebelum terjadi keretakan dengan setelah terjadi keretakan mengalami penurunan daya keluaran PLTS.

5.3 SARAN

1. *maintenance* atau perawatan pada modul panel sebaiknya lebih di optimalkan dalam melakukan *maintenance* atau perawatan supaya lebih meminimalisir terjadi sesuatu peretakan.
2. Sebaiknya dalam sistem panel surya terdapat sensor suhu agar dapat mendeteksi suhu di permukaan panel surya yang tujuannya mencegah *thermal shock* atau *temperature* yang berubah.
3. Penulis menyarankan memasang pendingin panel surya agar suhu di permukaan panel surya tetap ideal dan tetap efisien dengan mengeluarkan daya yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldyfare, J. 2022. "Analisa Performance PLTS Rooftop 21,44kWp Gedung Di PT Indonesia Power Bali PGU" Dalam. *Laporan Praktik Kerja Lapang Politeknik Negeri Jember*.
- Carolina, I. P, dan D. Saraswati. 2022. "Analisa Performance & Monitoring Pembangkit listrik Tenaga Surya 234kWp pada roof top recreation hall PT POMI." Dalam *Laporan Praktik Kerja Lapang Politeknik Negeri Malang*.
- Hidayat, T. 2020. "Teknologi Deeksi Dan Diagnosis Kerusakan Pada PLTS." Dalam *Jurnal Teknik Elektro Institut Teknologi Padang*.
- Kurniawan, I. A. 2016. "Analisa Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Pemanfaatan Lahan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Paiton." Dalam *Tugas Akhir Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.
- Ulfa, M.. 2022. "Kinerja Boiler Pada PLTU PAITON PT POMI UNIT 7 DAN 8." Dalam *Laporan Praktik Kerja Lapang Politeknik Negeri Jember*.
- Yulanda, R .T. I. 2022. "Sistem Kinerja Economizer Type Centrifugal. DiPLTU PAITON UNIT 7 & 8 PT POMI." Dalam *Laporan Praktik Kerja Lapang Politeknik Negeri Jember*.
- Yurdika, D. F. A. 2022. "Monitoring Dan Evaluasi Kebocoran Pada Sirkulasi Pendingin Kondensor Di PLTU PAITON UNIT 8 PT POMI." Dalam *Laporan Praktik Kerja Lapang Politeknik Negeri Jember*.