

**PRAKTEK KERJA LAPANGAN
(ON THE JOB TRAINING 1)**

**PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP
(PLTU PAITON)**

12 OKTOBER 2025 – 12 DESEMBER 2025

**PEMELIHARAAN UNIT AUXILIARY TRANSFORMER (UAT)
1B PADA SAAT OVERHAUL DI PT PLN NUSANTARA POWER
UP PAITON UNIT 1&2**



Disusun Oleh :

YOGI BOY PRADANA
NIT. 30123007

**PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LISTRIK BANDARA
POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA**

2025

LEMBAR PENGESAHAN
PEMELIHARAAN UNIT AUXILIARY TRANSFORMER (UAT)
1B PADA SAAT OVERHAUL DI PT PLN NUSANTARA POWER
UP PAITON UNIT 1&2

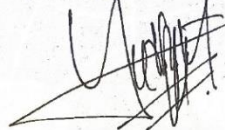
Oleh :

YOGI BOY PRADANA
NIT. 30123007

Laporan *On The Job Training* I Telah diterima dan disahkan
sebagai salah satu syarat penilaian *On The Job Training*

Disetujui oleh :

Dosen Pembimbing OJT



YUDHIS THIRO KABUL YUNIOR, S.T., M.Kom.
NIP. 19870224 202203 1 003

Mengetahui,

Ketua Program Studi



Dr. GUNAWAN SAKTI, ST, MT.
NIP. 19881001 200912 1 003

LEMBAR PENGESAHAN INDUSTRI
PEMELIHARAAN UNIT AUXILIARY TRANSFORMER (UAT)
1B PADA SAAT OVERHAUL DI PT PLN NUSANTARA POWER
UP PAITON UNIT 1&2

Oleh :

YOGI BOY PRADANA
NIT. 30123007

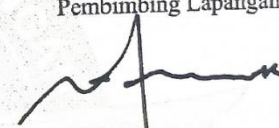
Laporan *On The Job Training* I Telah diterima dan disahkan
sebagai salah satu syarat penilaian *On The Job Training*

Disetujui oleh :

Assistant Manager


SELAMET BASORI
NID. 7294035JA

Pembimbing Lapangan


LUKMANUL HAKIM
NID. 9013112ZJY

Mengetahui,

Manager Pemeliharaan

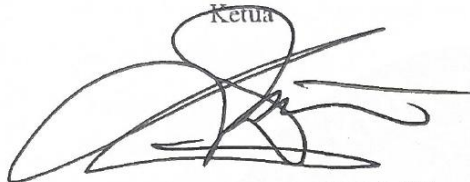

WAWAN SURYANTO
NID. 8208038JA

LEMBAR PENGESAHAN

Laporan *On The Job Training* telah dilakukan pengujian didepan Tim Penguji pada 10 Desember dan dinyatakan memenuhi syarat sebagai salah satu komponen penilaian *On The Job Training*

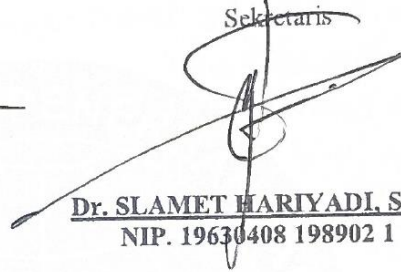
Tim Penguji,

Ketua



Drs. HARTONO. ST. M.Pd. MM
NID. 19610727 198303 1 001

Sekretaris



Dr. SLAMET HARIYADI. ST., MM
NIP. 19630408 198902 1 001

Anggota



YUDHIS THIRO KABUL YUNIOR. S.T..M.Kom
NIP. 19870224 202203 1 003

Mengetahui,

Ketua Program Studi



Dr. GUNAWAN SAKTI. ST. MT.
NIP. 19881001 200912 1 003

KATA PENGANTAR

Penulis menyadari dalam penyusunan laporan Praktik Industri ini masih jauh dari kesempurnaan baik dari segi penulisan, isi dan bahasa. Oleh karena itu, penulis memohon kritik dan saran yang dapat membangun sehingga penulis dapat lebih baik kedepannya. Semoga laporan praktik industri ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

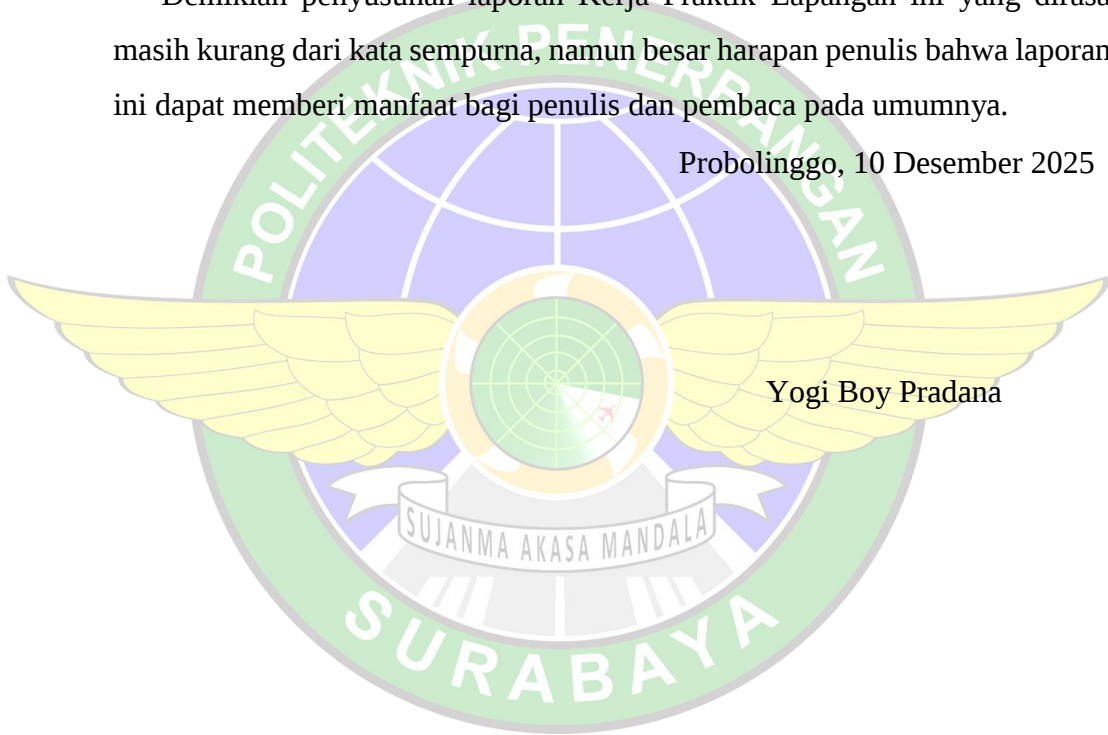
Laporan ini disusun sebagai hasil dari pelaksanaan praktik industri dan untuk memenuhi syarat menyelesaikan mata kuliah Praktik Industri Mandiri di Program Studi Sarjana Terapan (D3) Teknik Listrik Bandara Politeknik Penerbangan Surabaya. Dalam penulisan laporan ini, tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari beberapa pihak terkait, baik dukungan moral maupun material. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua penulis yang telah mendukung dari awal hingga terakhir sehingga penulis dapat menyelesaikan Praktek Kerja Lapangan ini.
2. Bapak Ahmad Bahrawi, ST, MM. selaku Direktur Politeknik Penerbangan Surabaya.
3. Bapak Wawan Suryanto, selaku General Manager Pemeliharaan PT. PLN Nusantara Power UP Paiton Unit 1 & 2.
4. Bapak Selamat Basori, selaku Asisten Manager Pemeliharaan PT. PLN Nusantara Power UP Paiton Unit 1 & 2
5. Bapak Misbiantoro selaku Assisten Officer Admin Sumber Daya Manusia PT PLN Nusantara Power UP Paiton Unit 1 & 2
6. Bapak Dr. Ir. Gunawan Sakti, ST, MT. selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Listrik Bandar Udara Politeknik Penerbangan Surabaya
7. Bapak Yudhis Thiro Kabul Yunior ST., M.Kom. selaku Dosen Pembimbing.

8. Bapak Lukmanul Hakim, selaku Pembimbing *On The Job Training* (OJT) di PT PLN Nusantara Power UP Paiton Unit 1 & 2.
 9. Bapak Zainul, Bapak Samsul, Bapak Sumaryadi (Cleeper), Bapak Sipul, Bapak Agus, Bapak Bawon, Bapak Ghofur, dan Bapak Anto selaku staff MKP PT. PLN Nusantara Power PLTU Paiton Unit 1&2 yang telah memberikan banyak ilmu, pengalaman, dan nasihat kepada penulis.
 10. Seluruh Staff PT. PLN Nusantara Power UP Paiton Unit 1&2 yang telah bersedia memberikan ilmu selama kegiatan PKL (Praktik Kerja Lapangan)
- Demikian penyusunan laporan Kerja Praktik Lapangan ini yang dirasa masih kurang dari kata sempurna, namun besar harapan penulis bahwa laporan ini dapat memberi manfaat bagi penulis dan pembaca pada umumnya.

Probolinggo, 10 Desember 2025

Yogi Boy Pradana



DAFTAR ISI

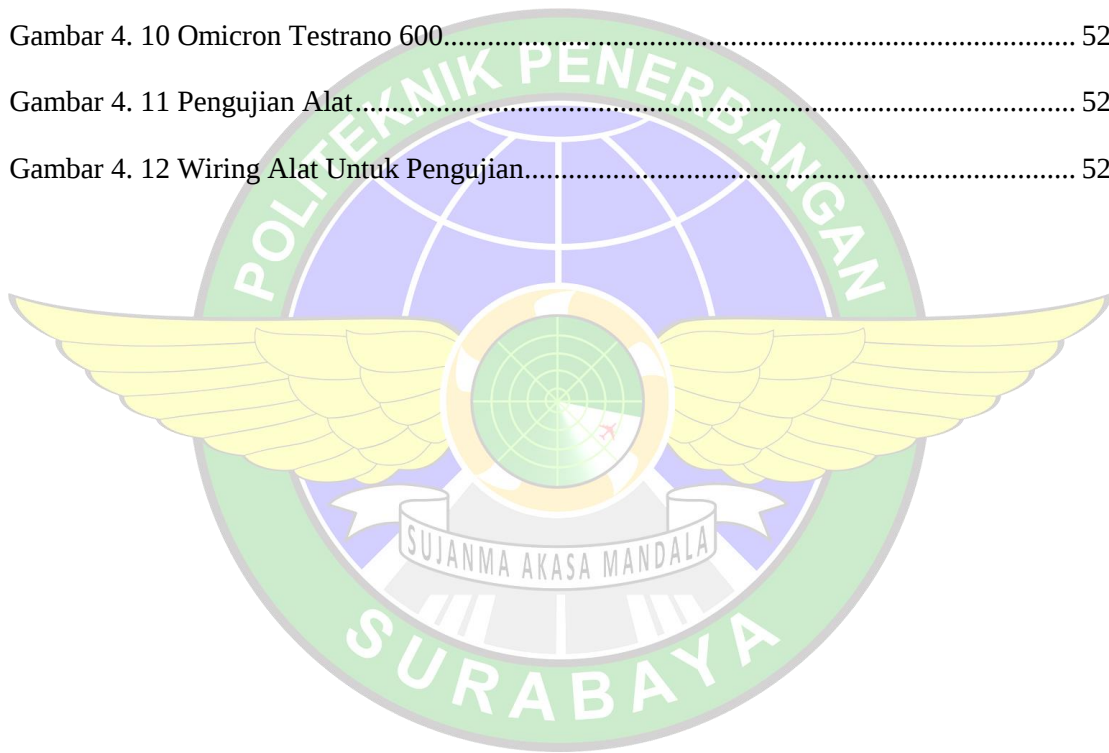
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan Pelaksanaan OJT	2
BAB II PROFIL LOKASI OJT	4
2.1 Sejarah Singkat PT. PLN Nusantara Power UP Paiton Unit 1-2	4
2.2 Data Umum Perusahaan Proyek PLTU Unit 1 dan 2	6
2.3 Visi dan Misi PT. PLN Nusantara Power UP Paiton Unit 1 dan 2	6
2.3.1 Visi	7
2.3.2 Misi.....	7
2.4 Tata Nilai Perusahaan.....	7
2.5 Struktur Organisasi PT. PLN Nusantara Power UP Paiton Unit 1 dan 2	7
2.6 Struktur organisasi divisi Pemeliharaan Listrik (Harlis)	14
2.7 Budaya Perusahaan (5S).....	15
2.8 Definisi K2/K3 Di Perusahaan	15
BAB III TINJAUAN TEORI	18
3.1 Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)	18
3.2 Siklus Bahan Bakar Minyak	19
3.3 Penanganan Batubara	20
3.4 Siklus Umum PLTU Paiton Unit 1&2.....	26
3.5 Siklus Air dan Uap	28
3.6 Siklus Udara Pembakaran	30

3.7 Ash Handling (Unit Penanganan Abu) Electrostatic Precipitator atau (ESP)	32
BAB IV LINGKUP PELAKSANAAN ON THE JOB TRAINING	34
4.1 Sistem Kelistrikan PLTU	34
4.2 Pemeliharaan Listrik	36
4.3 Transformator	38
4.4 Unit Auxiliary Transformer (UAT)	40
4.5 Pemeliharaan Unit Auxiliary Transformer (UAT)	42
4.6 Pengujian Insulation Resistance dan Polarization Index	42
4.6.1 Hasil Pengujian Insulation Resistance dan Polarization Index	45
4.7 Pengujian Winding Resistance (RDC)	49
4.7.1 Hasil Pengujian Winding Resistance (RDC)	49
4.8 Pengujian Turn To Turn Ratio Test (TTR)	51
4.8.1 Hasil Pengujian Turn To Turn Ratio Test (TTR)	51
BAB V PENUTUP	53
5.1 Kesimpulan	53
5.1.1 Kesimpulan Terhadap Permasalahan	53
5.1.2 Kesimpulan Pelaksanaan OJT	53
5.2 Saran	54
5.2.1 Saran Terhadap Permasalahan	54
5.2.2 Saran Terhadap Pelaksanaan OJT Secara Keseluruhan	54
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Lokasi PLTU Paiton.....	4
Gambar 2. 2 Logo PLN Nusantara Power	5
Gambar 2. 3 Tata Nilai Perusahaan	7
Gambar 2. 4 Struktur Organisasi PT PLN Nusantara Power UP Paiton Unit 1 dan 2	8
Gambar 2. 5 Struktur Organisasi Divisi Pemeliharaan Listrik	14
Gambar 2. 6 Alat Pelindung Diri (APD).....	16
Gambar 3. 1 Siklus Bahan Bakar Minyak	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 2 Ship Unloader	21
Gambar 3. 3 Conveyor	21
Gambar 3. 4 Transfer House	22
Gambar 3. 5 Stockpile.....	22
Gambar 3. 6 Silo	23
Gambar 3. 7 Coal Feeder	23
Gambar 3. 8 Mill.....	24
Gambar 3. 9 Burner.....	24
Gambar 3. 10 Furnace.....	25
Gambar 3. 11 Siklus Umum PLTU Paiton Unit 1&2	26
Gambar 3. 11 Siklus Umum PLTU Paiton Unit 1&2	26
Gambar 3. 12 Siklus Air dan Uap.....	28
Gambar 3. 12 Siklus Air dan Uap.....	28
Gambar 3. 13 Ash Handling (Unit Penanganan Abu) Electrostatic Precipitator atau (ESP)	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 1 Sistem Kelistrikan PLTU Paiton Unit 1&2.....	34
Gambar 4. 2 Nameplate Transformer UAT 1B.....	41

Gambar 4. 3 Transformator UAT 1B.....	42
Gambar 4. 4 Magger MIT1025.....	44
Gambar 4. 5 Wiring Pengujian insulation resistance dan polarization index	44
Gambar 4. 6 Penulis sedang melakukan pengujian.....	45
Gambar 4. 7 Omicron Tetrano 600.....	50
Gambar 4. 8 Penulis sedang melakukan pengujian.....	50
Gambar 4. 9 Wiring alat untuk pengujian.....	50
Gambar 4. 10 Omicron Tetrano 600.....	52
Gambar 4. 11 Pengujian Alat.....	52
Gambar 4. 12 Wiring Alat Untuk Pengujian.....	52



DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Insulation Resistance dan Polarization Index	45
Tabel 4. 2 Standar Insulation Resistance	47
Tabel 4. 3 Standar Polarization Index	48
Tabel 4. 4 Pengujian Winding Resistance (RDC).....	49
Tabel 4. 5 Pengujian Turn To Turn Ratio Test (TTR).....	51



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pelaksanaan *On The Job Training* merupakan kewajiban bagi peserta taruna OJT Program Studi Teknik Listrik Bandar Udara, sebagaimana tercantum dalam Peraturan Kepala Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Perhubungan Nomor PK.09/BPSDM-2016 tentang Kurikulum Program Pendidikan dan Pelatihan Pembentukan di Bidang Penerbangan. Peraturan Kepala Badan Pengembangan Sumber Daya manusia Perhubungan Nomor PK.09/BPSDM-2016 tentang Kurikulum Program Pendidikan dan Pelatihan Pembentukan di Bidang Penerbangan. KP 22 tahun 2015 tentang pedoman teknis Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139-11 tentang Standar Kompetensi. Kalender Diklat Program Studi Teknik Listrik Bandar Udara.

Pemanfaatan teknologi saat ini mendorong perkembangan sistem pembangkit tenaga listrik yang semakin maju, seiring dengan meningkatnya kebutuhan masyarakat akan pasokan energi yang andal dan stabil. Salah satunya adalah peran Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Paiton, yang menjadi salah satu pusat pembangkit listrik terbesar di Indonesia. PLTU Paiton memiliki peranan penting dalam menjaga keandalan sistem kelistrikan nasional, khususnya dalam memenuhi kebutuhan listrik untuk sektor industri, perumahan, hingga layanan publik. Dengan teknologi pembangkitan yang terus ditingkatkan, PLTU Paiton menjadi infrastruktur vital yang mendukung pertumbuhan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat.

Seiring dengan perkembangan teknologi, merupakan suatu kebutuhan untuk mempersiapkan Sumber Daya Manusia yang profesional. Politeknik

Penerbangan Surabaya adalah Unit Pelaksana Teknis (UPT) Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Perhubungan yang mempunyai tugas untuk melaksanakan pendidikan profesional diploma di bidang Teknik dan Keselamatan Penerbangan. Sebagai lembaga Pendidikan dan/atau pelatihan yang memiliki tugas utama mengembangkan dan melatih Sumber Daya Manusia Perhubungan Udara, Politeknik Penerbangan Surabaya memiliki komitmen yang kuat dalam penyelenggaraan oleh fasilitas dan tenaga pengajar yang profesional untuk mendukung tercapainya keselamatan penerbangan. Program studi Diploma III pada Politeknik Penerbangan yaitu Diploma III Teknik Listrik Bandar Udara (TLB), Diploma III Teknik Telekomunikasi dan Navigasi Udara (TNU), Diploma III Teknik Bangunan dan Landasan (TBL), Diploma III Teknik Pesawat Udara (TPU), Diploma III Lalu Lintas Udara (LLU), Diploma III Komunikasi Penerbangan (KP), Diploma III Manajemen Transportasi Udara (MTU). Praktek Kerja Lapangan (*On The Job Training*) dilaksanakan di bandar udara yang telah ditentukan oleh Diklat Pendidikan Politeknik Penerbangan Surabaya. *On The Job Training* (OJT) adalah salah satu kurikulum yang wajib dilaksanakan oleh semua taruna untuk mengukur tingkat kemampuan taruna dalam praktek kerja langsung.

Maka selama melaksanakan OJT ini, pada dasarnya taruna diharapkan mampu menerapkan ilmu yang telah diserap selama menjalani pendidikan kemudian dipraktekkan dengan situasi yang sebenarnya dilapangan, serta dapat memahami dan mengacu pada prosedur lokal di tempat *On The Job Training* (OJT) berada, yang di dalam memberikan pelayanan Teknik Listrik, sehingga dalam pelaksanaan *On The Job Training* (OJT) di PT. PLN NUSANTARA POWER UP. PAITON Unit 1&2 pada saat ini.

1.2 Maksud dan Tujuan Pelaksanaan OJT

- a. Maksud Pelaksanaan *On The Job Training* dilaksanakan dengan maksud agar peserta memiliki kemampuan secara professional untuk menyelesaikan masalah pada bidang kompetensinya pada dunia kerja.

b. Manfaat pelaksanaan Kegiatan On The Job Training ini memiliki maksud dan manfaat sebagai berikut:

- 1) Mengetahui atau memahami kebutuhan pekerjaan di tempat kerja.
- 2) Menyesuaikan dan menyiapkan diri dalam menghadapi lingkungan kerja.
- 3) Mengetahui secara langsung penggunaan atau peranan teknologi terapan ditempat kerja.
- 4) Menyajikan hasil-hasil yang diperoleh selama OJT dalam bentuk laporan OJT.



BAB II

PROFIL LOKASI OJT



Gambar 2. 1 Lokasi PLTU Paiton

2.1 Sejarah Singkat PT. PLN Nusantara Power UP Paiton Unit 1-2

Berdiri dengan nama awal PT Pembangkitan Tenaga Listrik Jawa-Bali II, sejarah PT. PLN Nusantara Power berawal ketika perusahaan listrik dan gas dibentuk pada tahun 1945. Perusahaan Listrik Negara dan Perusahaan Gas Negara resmi berpisah pada tahun 1965. Pada tahun 1972, PLN menjadi Badan Usaha Milik Negara dengan status Perusahaan Umum. Pada tahun 1982, restrukturisasi dimulai dari Jawa-Bali dengan pemisahan unit sesuai fungsinya yaitu PLN unit Distribusi, unit Pembangkitan dan unit Penyaluran.

Pada tahun 1994, status PLN diubah menjadi perseroan. Pada tahun 1995, dilakukan restrukturisasi di dalam PT Perusahaan Listrik Negara (Persero) dengan membentuk anak perusahaan di bidang pembangkitan. Restrukturisasi tersebut bertujuan memisahkan tujuan sosial dan bisnis yang diemban. Pada tanggal 3 oktober 1995, PT Pembangkitan Tenaga Listrik Jawa-Bali II (PLN PJB II) berdiri dengan tujuan untuk menjalankan usaha ketenagalistrikan yang berkualitas tinggi dan handal. Seiring dengan pengembangan strategi usaha, pada tahun 2000 PLN PJB II melakukan penyempurnaan organisasi dan berganti nama menjadi PT Pembangkitan Jawa Bali (PT. PJB). Bertepatan pada hari ulang tahunnya yang ke-

27 pada tahun 2023, PT Pembangkit Jawa Bali meresmikan logo dan mengubah nama baru perusahaan menjadi PT. PLN Nusantara Power.



Gambar 2. 2 Logo PLN Nusantara Power

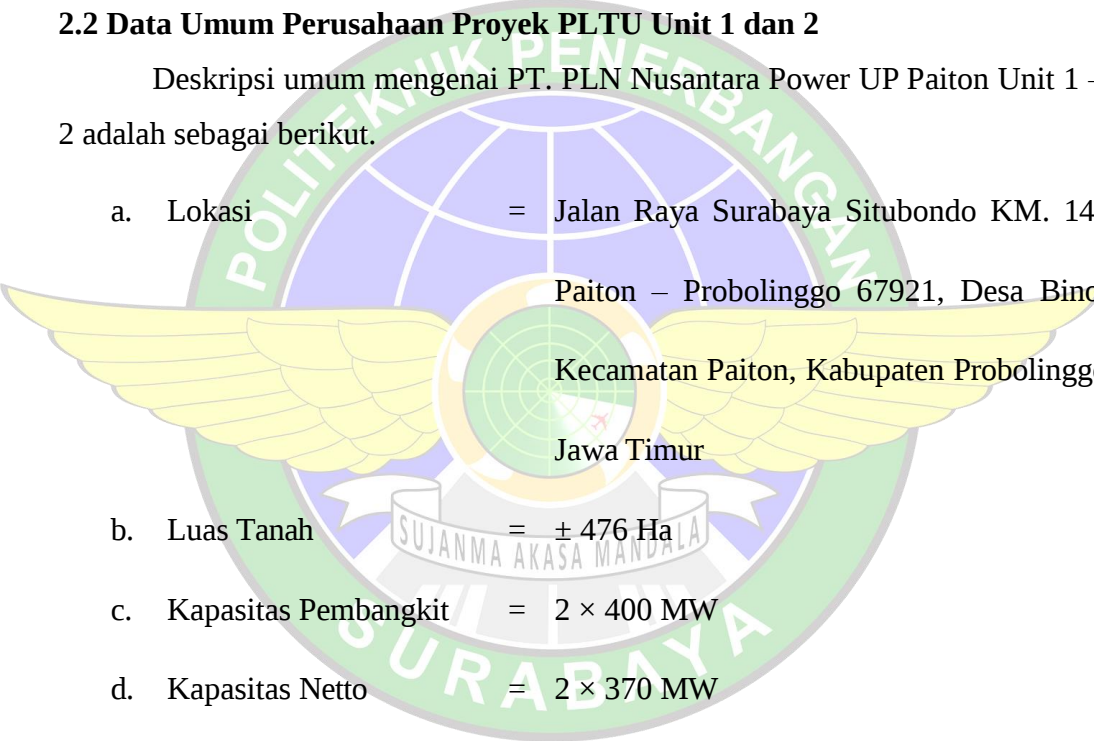
Sejak didirikan, PT. PLN Nusantara Power (PLN NP) telah berkomitmen untuk melayani bangsa dan negara Indonesia, serta berperan dalam mendorong pertumbuhan ekonomi nasional dengan menyediakan energi listrik berkualitas tinggi, andal, dan ramah lingkungan. Dengan visi menjadi perusahaan pembangkit listrik terkemuka di Indonesia yang berstandar kelas dunia, PLN NP terus melakukan inovasi dengan tetap berpegang dan mematuhi prinsip-prinsip tata kelola perusahaan yang baik (Good Corporate Governance/GCG). Berkat dukungan dari para pemegang saham dan pemangku kepentingan, PLN NP terus berkembang dalam berbagai bidang usaha, tanpa meninggalkan tanggung jawab sosial perusahaan untuk mewujudkan kemandirian masyarakat dan menjaga kelestarian lingkungan hidup.

Unit Pembangkitan Paiton adalah sebuah pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) yang dikelola oleh PT PLN Nusantara Power sebagai subholding PT PLN (Persero). Berdasarkan surat keputusan direksi PLN No.030K/023/DIR/1993, Unit Pembangkitan Paiton didirikan pada tanggal 15 Maret 1992. Pembangkit ini berada di kompleks pembangkit listrik di Kecamatan Paiton, Kabupaten Probolinggo. Tepatnya berada di posisi paling timur kompleks yang berada di tepi jalur pantura Surabaya – Banyuwangi. Pembangkit ini mengoperasikan 2 unit PLTU dengan total kapasitas 2×400 MW. Energi listrik ini kemudian didistribusikan melalui SUTET 500 kV Sistem Interkoneksi Jawa-Bali.

PT PLN Nusantara power UP Paiton dikenal sebagai objek vital nasional yang menyuplai energi listrik untuk Jawa dan Bali. Saat ini areal kompleks industri PLTU Paiton terdiri dari 9 unit yang dikelola oleh beberapa perusahaan energi listrik, yaitu PLTU unit 1, 2, dan 9 milik PT. PLN NP (PLN Nusantara Power), PLTU unit 3 milik PT. POMI (Paiton Operations and Maintenance Indonesia), PLTU unit 5 – 6 milik PT. YTL (Yeoh Tiong Lay), dan PLTU unit 7 – 8 milik PT. POMI. Energi listrik yang telah diproduksi akan dikelola PT PLN dan didistribusikan pada pelanggan energi listrik interkoneksi Jawa-Bali.

2.2 Data Umum Perusahaan Proyek PLTU Unit 1 dan 2

Deskripsi umum mengenai PT. PLN Nusantara Power UP Paiton Unit 1 – 2 adalah sebagai berikut.

- 
- a. Lokasi = Jalan Raya Surabaya Situbondo KM. 142,
Paiton – Probolinggo 67921, Desa Binor,
Kecamatan Paiton, Kabupaten Probolinggo,
Jawa Timur
 - b. Luas Tanah = ± 476 Ha
 - c. Kapasitas Pembangkit = 2×400 MW
 - d. Kapasitas Netto = 2×370 MW
 - e. Spesifikasi Bahan Bakar = Batu Bara Rendah Kalori
 - f. Konsumsi Bahan Bakar = 3.467.500 Ton/Tahun

2.3 Visi dan Misi PT. PLN Nusantara Power UP Paiton Unit 1 dan 2

Berikut ini merupakan visi dan misi perusahaan PT. PLN Nusantara Power UP Paiton:

2.3.1 Visi

Menjadi Perusahaan pembangkitan yang terdepan dan terpercaya untuk energi berkelanjutan di Indonesia dan luar negeri

2.3.2 Misi

1. Menjaga Kinerja Pembangkit Listrik yang Unggul Sebagai Kompetensi Inti
2. Membangun Bisnis Inovatif yang terdepan untuk melakukan Diversifikasi dan Pertumbuhan yang Berkelanjutan
3. Mengakselerasi Portofolio Bisnis EBT Untuk Mendukung Tercapainya Nol Emisi Karbon
4. Mengakuisisi dan Membangun Talenta Terbaik Untuk Menjalankan Organisasi yang Responsif dan Adaptif

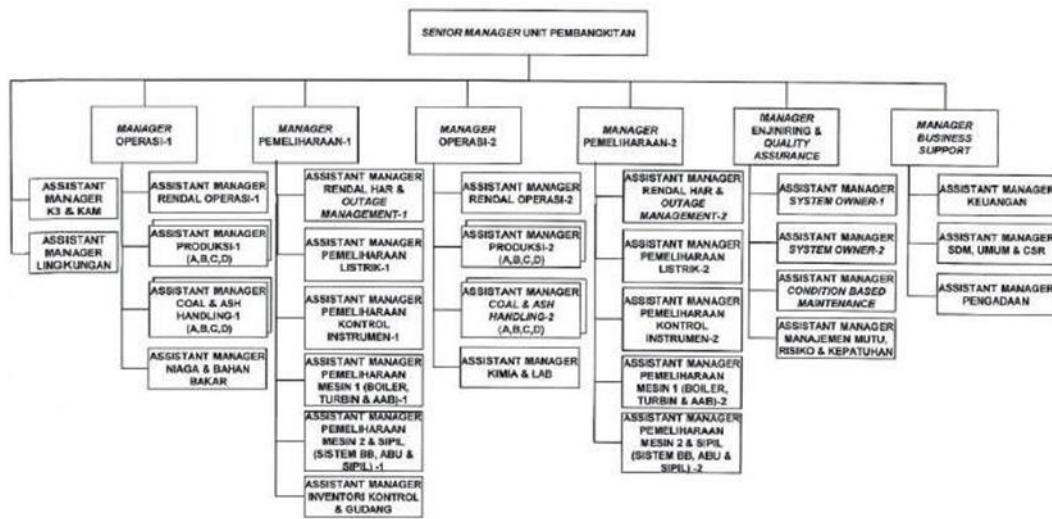
2.4 Tata Nilai Perusahaan



Gambar 2. 3 Tata Nilai Perusahaan

2.5 Struktur Organisasi PT. PLN Nusantara Power UP Paiton Unit 1 dan 2

Berikut struktur organisasi PT PLN Nusantara Power UP Paiton Unit 1 dan 2.



Gambar 2. 4 Struktur Organisasi PT PLN Nusantara Power UP Paiton Unit 1 dan 2

Struktur organisasi di PLTU Nusantara Power Paiton Unit 1-2 dirancang untuk mendukung efisiensi operasional dan komunikasi yang efektif antar divisi. Berikut penjajarannya:

1. Pimpinan Tertinggi (Senior Manajer) Unit Pembangkitan Paiton

Sebagai pemimpin utama, Senior Manajer bertanggung jawab atas peningkatan kinerja operasional serta pengelolaan kompetensi sumber daya manusia di Unit Pembangkitan Paiton. Tujuan utamanya adalah memastikan produksi tenaga listrik yang efisien, berkualitas, dan andal, dengan tetap memperhitungkan aspek komersial. Selain itu, senior manajer juga memastikan harga jual listrik tetap kompetitif sesuai kontrak kinerja yang telah ditetapkan oleh direksi PT. PLN Nusantara Power.

2. Manajer Operasi

Manajer Operasi bertugas mengelola, merencanakan, serta menganalisis seluruh kegiatan operasional pembangkit listrik. Selain itu, ia juga mendorong inovasi dan mengevaluasi sistem yang diterapkan agar produksi listrik tetap optimal dan efisien. Fungsi lainnya mencakup pemantauan

pencapaian target kinerja unit, pelayanan kepada pelanggan internal dan eksternal, serta penerapan berbagai sistem manajemen yang telah ditetapkan perusahaan, seperti Sistem Informasi Terpadu (SIT), Tata Kelola Perusahaan yang Baik (Good Corporate Governance/GCG), Sistem Manajemen Terpadu (IMS), serta Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3).

a. Asisten Manajer Perencanaan dan Pengendalian Operasi

Bertanggung jawab dalam memberikan dukungan kepada Manajer Operasi terkait perencanaan, pelaksanaan, serta pengendalian kegiatan operasional. Selain itu, memastikan langkah-langkah teknis yang tepat dalam menangani permasalahan yang timbul selama implementasi program kerja.

b. Asisten Manajer Produksi (A, B, C, D)

Membantu Manajer Operasi dalam menyusun rencana serta anggaran pengendalian operasional, kemudian menguraikannya ke dalam fungsi produksi. Selain itu, bertugas untuk menjalankan serta mengawasi proses produksi guna memastikan pencapaian produksi tenaga listrik yang efisien dan efektif sesuai dengan rencana operasional yang telah ditetapkan.

c. Asisten Manajer Coal & Ash Handling

Mendukung Manajer Operasi dalam merancang, mengoperasikan, serta mengawasi kegiatan operasional terkait batu bara, mulai dari tahap pengolahan hingga proses pembakaran. Selain itu, bertanggung jawab atas pengelolaan limbah pembakaran berupa abu (ash) hingga proses pembuangan yang sesuai dengan regulasi.

d. Asisten Manajer Bahan Bakar

Berperan dalam membantu Manajer Operasi dalam perencanaan

dan penyusunan anggaran terkait penyediaan serta distribusi bahan bakar yang diperlukan dalam produksi listrik di Unit Pembangkit Paiton

e. Asisten Manajer K3 dan Keamanan

Bertugas membantu Manajer Operasi dalam merancang serta mengalokasikan anggaran untuk bidang Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3). Selain itu, menjalankan fungsi K3 yang mencakup keselamatan serta kesehatan seluruh pekerja, serta memastikan pengelolaan aset operasional di Unit Pembangkit Paiton sesuai dengan standar internasional yang berlaku.

3. Manajer Pemeliharaan

Bertanggung jawab dalam merancang, melaksanakan, dan memantau kegiatan pemeliharaan serta pengendalian agar unit selalu dalam kondisi siap beroperasi setiap saat. Hal ini dilakukan untuk memastikan pencapaian target Unit Pembangkit Paiton sesuai dengan kontrak kinerja yang telah ditetapkan.

a. Asisten Manajer Perencanaan Pengendalian (Rendal) Pemeliharaan dan Outage Manajemen

Bertugas mendukung Manajer Pemeliharaan dalam mengoordinasikan pelaksanaan perencanaan, pengendalian, serta pemeliharaan yang mencakup tindakan prediktif, preventif, korektif, dan darurat di Unit Pembangkitan Paiton. Tugas ini dilakukan untuk memastikan unit dapat beroperasi secara optimal dalam mencapai target yang telah ditetapkan berdasarkan kontrak kinerja dari direksi.

b. Asisten Manajer Harian Mesin 1 (Boiler, Turbin, dan Peralatan Pendukung)

Mendukung Manajer Pemeliharaan dalam menjalankan dan menjaga

kondisi peralatan mekanis secara harian, terutama yang berkaitan dengan pengoperasian boiler, turbin, serta peralatan pendukung lainnya di Unit Pembangkitan Paiton. Tanggung jawab ini bertujuan untuk memastikan unit tetap beroperasi secara optimal.

c. Asisten Manajer Harian Mesin 2 (Sistem Bahan Bakar dan Abu)

Bertanggung jawab membantu Manajer Pemeliharaan dalam pelaksanaan serta pemeliharaan mekanis harian pada peralatan yang berkaitan dengan sistem bahan bakar dan abu di Unit Pembangkitan Paiton. Hal ini bertujuan untuk mendukung keberlangsungan operasi unit secara maksimal.

d. Asisten Manajer Pemeliharaan Listrik

Mendukung Manajer Pemeliharaan dalam mengelola evaluasi, analisis, serta pemeliharaan harian pada sistem kelistrikan Unit Pembangkitan Paiton. Upaya ini dilakukan untuk memastikan unit tetap beroperasi dengan efisien dan optimal.

e. Supervisor Harian Control Instrument

Bertugas membantu Manajer Pemeliharaan dalam menjalankan serta menjaga sistem kontrol dan instrumen di Unit Pembangkitan Paiton melalui kegiatan pemeliharaan harian. Tanggung jawab ini bertujuan untuk menjamin unit tetap beroperasi dengan baik dan optimal.

4. Manajer Enjiniring & Quality Assurance

Bertanggung jawab atas kelancaran aktivitas enjiniring dan quality assurance guna mendukung kinerja operasional serta pemeliharaan. Memberikan rekomendasi dan mengevaluasi pelaksanaan eksekusi tugas sebagai bahan analisis, serta mengarahkan dan mengoordinasikan proses audit dan penyusunan laporan audit yang komprehensif sesuai dengan standar

yang berlaku.

a. Asisten Manajer System Owner

Mendukung manajer enjiniring dan quality assurance dalam pengalokasian dana untuk implementasi proyek sistem informasi yang menunjang produksi listrik di PLN NP UP Paiton. Merancang, mengelola, dan menjalankan pekerjaan terkait Teknologi Informasi (IT), termasuk aplikasi dan perangkat lunak dalam operasional harian PT. PLN NP UP Paiton, serta memberikan konsultasi dan solusi teknologi guna mencapai tujuan serta strategi bisnis perusahaan.

b. Asisten Manajer Manajemen Mutu, Risiko, dan Kepatuhan

Mendukung manajer enjiniring dan quality assurance dalam merancang, mengimplementasikan, serta mengontrol kegiatan audit internal. Tugasnya mencakup penentuan dan penilaian efektivitas serta efisiensi pengendalian operasional unit pembangkitan Paiton atau unit bisnis lainnya. Selain itu, memastikan pelaksanaan tanggung jawab yang diberikan memiliki reliabilitas serta integritas informasi di bidang audit operasional, keuangan, dan administrasi sesuai dengan kebijakan yang berlaku.

c. Asisten Manajer Kimia dan Laboratorium

Mendukung manajer enjiniring dan quality assurance dalam menyusun rencana serta anggaran di bidang kimia, yang kemudian dijabarkan ke dalam fungsi teknik kimia dan laboratorium. Bertanggung jawab dalam pelaksanaan serta pengendalian agar tujuan unit pembangkit Paiton dapat tercapai sesuai standar atau ketentuan yang berlaku.

d. Asisten Manajer Condition Based Maintenance

Membantu manajer enjiniring dan quality assurance dalam merancang

strategi pemeliharaan peralatan yang digunakan dalam proses produksi. Mengatur pelaksanaan pemeliharaan yang tepat waktu dan akurat secara real-time guna memastikan keandalan serta efisiensi operasional peralatan.

e. Asisten Manajer Lingkungan

Mendukung manajer enjiniring dan quality assurance dalam merancang serta mengalokasikan anggaran terkait aspek lingkungan. Tugasnya mencakup penerapan rencana tersebut dalam pengelolaan tata letak, pemeliharaan, serta pelestarian lingkungan di sekitar Unit Pembangkit Paiton, dengan memastikan kepatuhan terhadap standar nasional maupun internasional.

5. Manajer Business Support

Bertanggung jawab dalam merumuskan rencana tahunan Unit Pembangkit Paiton, termasuk menyusun anggaran tahunan yang mencakup berbagai bidang di dalam unit tersebut. Selain itu, merancang strategi pengendalian keuangan serta memastikan pelaksanaannya berjalan optimal guna mendukung pencapaian target unit pembangkitan Paiton secara efektif dan efisien sesuai dengan kontrak kerja yang ditetapkan oleh direksi.

a. Asisten Manajer SDM dan Keuangan

Mendukung manajer business support dalam perencanaan, pelaksanaan, serta pengendalian kegiatan di bidang sumber daya manusia (SDM). Tanggung jawabnya mencakup pengelolaan sistem dan struktur organisasi SDM, pengembangan pendidikan dan pelatihan, penyediaan fasilitas kerja, pembinaan mutu terpadu, serta manajemen hubungan karyawan di Unit Pembangkit Paiton. Semua ini dilakukan guna memastikan pencapaian target unit sesuai dengan kontrak kinerja yang telah ditetapkan oleh direksi.

b. Asisten Manajer Inventori Kontrol dan Gudang

Membantu manajer business support dalam merancang rencana serta anggaran terkait pengendalian dan pemeliharaan inventori. Tugasnya mencakup penerapan strategi inventori kontrol dan katalogisasi, serta memastikan pelaksanaan dan pengawasan yang efektif agar tingkat inventori tetap optimal.

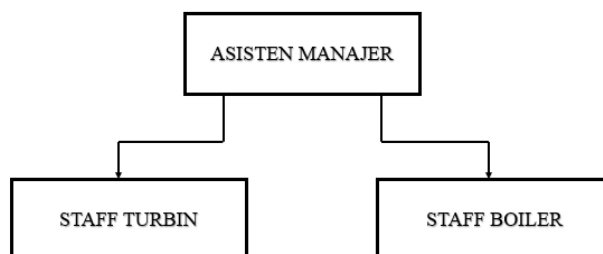
c. Asisten Manajer Pengadaan

Mendukung manajer business support dalam merancang serta mengalokasikan anggaran di bidang pengadaan. Selain itu, bertanggung jawab atas pelaksanaan dan pengendalian proses pengadaan agar berjalan secara sistematis, efektif, dan efisien. Proses ini dijalankan sebagai bagian dari upaya mendukung kelancaran produksi.

d. Asisten Manajer Sipil, Umum, dan CSR

Membantu manajer business support dalam merancang, mengimplementasikan, dan mengawasi berbagai kegiatan di bidang umum. Tanggung jawab ini bertujuan untuk memastikan pencapaian target yang telah direncanakan oleh Unit Pembangkit Paiton berjalan sesuai rencana.

2.6 Struktur organisasi divisi Pemeliharaan Listrik (Harlis)



Gambar 2. 5 Struktur Organisasi Divisi Pemeliharaan Listrik

2.7 Budaya Perusahaan (5S)

Berikut budaya Perusahaan yang diterapkan di PT. PLN Nusantara Power UP Paiton Unit 1 dan 2.

1. *Seiri*/Pemilahan/Ringkas, yaitu kegiatan memisahkan segala sesuatu barang yang benar – benar diperlukan dan kemudian menyingkirkan yang tidak diperlukan.
2. *Seiton*/Penataan/Rapi, yaitu kegiatan menata tata letak peralatan dan perlengkapan kerja dengan rapi sehingga memudahkan untuk mencari dan menemukan kembali.
3. *Seisa*/Pembersihan/Resik, yaitu kegiatan membersihkan tempat kerja, mesin, perlengkapan, peralatan kerja dari debu dan kotoran.
4. *Seiketsu*/Perawatan/Rawat, yaitu kegiatan memelihara fasilitas tempat kerja, mesin, peralatan serta barang secara teratur agar tidak terdapat barang yang tidak diperlukan, tidak ada kotor/kerusakan serta menjaga dan mempertahankan kondisi optimal.
5. *Shitsuke*/Pembiasaan/Rajin, yaitu kegiatan membudayakan dan membiasakan bekerja sesuai sistem dan prosedur serta mengembangkan perilaku kerja yang positif sebagai kebiasaan disiplin

2.8 Definisi K2/K3 Di Perusahaan

Keselamatan Ketenagalistrikan adalah segala upaya atau langkah-langkah pengamanan instalasi tenaga listrik dan pengamanan pemanfaat tenaga listrik untuk mewujudkan kondisi andal bagi instalasi dan kondisi aman dari bahaya bagi manusia, serta kondisi akrab lingkungan (ramah lingkungan), dalam arti tidak merusak lingkungan hidup disekitar instalasi tenaga listrik.

A. Alat Pelindung Diri (APD)

Alat Pelindung Diri (APD) merupakan peralatan yang memiliki kemampuan untuk melindungi seseorang ketika bekerja, fungsinya untuk

menjaga atau mengisolasi sebagian atau seluruh tubuh dari potensi bahaya yang tidak terduga dan memperkecil resiko kecelakaan di tempat kerja. Beberapa APD yang digunakan untuk melindungi diri ketika bekerja seperti pelindung kepala (safety helm), Rompi Reflector (high visibility safety), pelindung kaki (Safety shoes), Pelindung Tangan (Safety gloves), Pelindung Telinga (Ear plug), Pelindung Mata dan Muka.



Gambar 2. 6 Alat Pelindung Diri (APD)

Penerapan K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja) sangat penting untuk menciptakan lingkungan kerja yang aman, sehat, dan bebas dari kecelakaan. K3 bertujuan melindungi pekerja, peralatan, dan lingkungan kerja dari berbagai risiko yang dapat menimbulkan kerugian fisik maupun material. Dengan menerapkan K3 secara baik, proses kerja dapat berjalan lebih efisien dan produktif.

Sementara itu, APD (Alat Pelindung Diri) digunakan sebagai perlindungan langsung bagi pekerja dari bahaya di tempat kerja, seperti benturan, kebisingan, bahan kimia, panas, dan debu. Penggunaan APD membantu mencegah dan mengurangi cedera apabila terjadi kecelakaan. Oleh

karena itu, APD menjadi salah satu unsur penting dalam mendukung keberhasilan penerapan K3 di lingkungan kerja



BAB III

TINJAUAN TEORI

3.1 Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) merupakan pembangkit yang mengandalkan energi kinetik dari uap untuk menghasilkan energi listrik. PLTU merupakan pembangkit yang mampu untuk memproduksi energi listrik dengan memanfaatkan aliran uap panas (steam) yang digunakan untuk memutar sudu – sudu turbin yang digunakan untuk memutar rotor generator (Irawan et al., 2021). Sebuah Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) terdiri atas komponen utama (main equipment) dan sejumlah komponen pendukung (accessories), yang meliputi ketel uap (boiler), turbin uap (steam turbine), generator, transformator, serta berbagai sistem pendukung seperti sistem bahan bakar, sistem udara pembakaran, sistem pengelolaan abu batu bara, sistem air ketel uap, dan sistem air pendingin (cooling water system). Setiap elemen ini harus memiliki kualitas serta keandalan yang tinggi agar dapat menjamin operasi sistem pembangkitan berjalan tanpa gangguan.

Pada prinsipnya proses konversi energi pada pembangkit dalam memproduksi listrik dengan sistem uap berlangsung melalui 3 tahapan, yaitu:

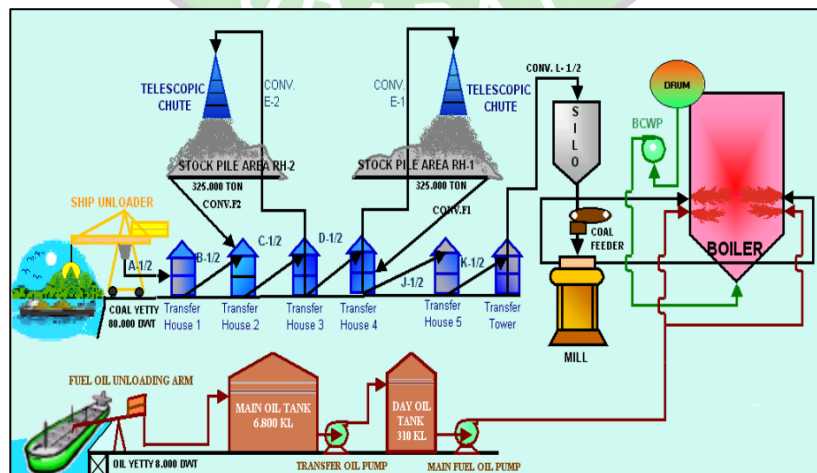
1. Energi kimia dalam bahan bakar diubah menjadi energi panas untuk mengubah air menjadi bentuk uap bertekanan dan bertemperatur tinggi.
2. Uap bertekanan diubah menjadi energi mekanik dalam bentuk putaran dengan digunakan untuk memutar sudu – sudu turbin.
3. Energi mekanik diubah menjadi energi listrik.

PLTU menggunakan fluida kerja berupa air dan uap dengan sistem sirkulasi tertutup, yang berarti fluida yang sama digunakan secara berulang. Urutan sirkulasi fluida dalam PLTU dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Di dalam boiler, terdapat komponen pemindah panas yang memanaskan air hingga berubah menjadi uap menggunakan gas panas hasil pembakaran bahan bakar dan udara.
2. Uap yang dihasilkan oleh boiler dengan tekanan dan temperatur tertentu dialirkan ke turbin untuk menghasilkan daya mekanik berupa putaran.
3. Turbin yang terhubung langsung dengan generator akan berputar, sehingga menghasilkan energi listrik melalui perputaran medan magnet dan kumparan.
4. Uap bekas yang keluar dari turbin kemudian masuk ke kondensor, di mana uap tersebut didinginkan dengan air pendingin hingga kembali menjadi air. Air hasil kondensasi ini selanjutnya digunakan kembali sebagai air pengisi boiler.
5. Siklus ini berlangsung secara terus-menerus dan berulang.

Dengan demikian, PLTU beroperasi berdasarkan siklus tertutup yang memungkinkan efisiensi energi lebih optimal dalam proses konversi energi panas menjadi energi listrik.

3.2 Siklus Bahan Bakar Minyak



Gambar 3. 1 Siklus Bahan Bakar Minyak

Bahan bakar minyak diangkut oleh kapal yang kemudian dibongkar di unloading arm. Dari unloading arm, minyak dipompa dengan menggunakan pompa dari kapal tersebut menuju *Main Oil Tank*. Dari *Main Oil Tank*, minyak dipompa oleh *transfer oil pump* menuju *Day Oil Tank*. Kemudian minyak akan ditransfer menggunakan *Main Fuel Oil Pump* menuju *boiler* untuk digunakan pada saat proses *Firing*

3.3 Penanganan Batubara

Batubara terlebih dahulu masuk ke *coal feeder* untuk ditimbang dan diatur laju alirannya sebelum dialirkan ke *mill*. Di dalam *mill*, batubara digiling hingga mencapai tingkat kehalusan yang sesuai dengan standar, yaitu 200 mesh. Setelah itu, batubara ditiup ke *burner* menggunakan PA fan (*Primary Air fan*). Proses pembakaran berlangsung di ruang bakar *boiler (furnace)*, dengan udara pembakaran yang dipasok oleh FD fan (*Force Draft fan*) setelah terlebih dahulu dipanaskan.

Sisa batubara yang tidak terbakar sempurna akan dibuang menuju bottom ash silo. Sementara itu, gas buang (*flue gas*) diarahkan oleh ID fan ke ESP (*Electrostatic Precipitator*). Kotoran pada gas buang dibersihkan dengan cara mematikan muatan positif pada pelat, sehingga partikel kotoran jatuh dengan sendirinya dan dikumpulkan di *fly ash silo*. Proses ini berlangsung secara berulang dalam siklus bahan bakar.

Sistem *coal handling* memiliki tiga tahap utama pemindahan batubara, yaitu:

- a. *Unloading*: Pemindahan batubara dari kapal tongkang ke stockpile (*coal yard*) menggunakan ship unloader.
- b. *Loading*: Pemindahan batubara dari stockpile 1 atau 2 ke dalam silo dengan bantuan conveyor.
- c. *Direct Unloading*: Pemindahan langsung dari kapal tongkang ke stockpile sementara dan silo menggunakan conveyor.

Berikut adalah deskripsi singkat dari setiap instrumen yang terlibat dalam siklus bahan bakar batu bara:

a. *Ship Unloader*



Gambar 3. 2 Ship Unloader

Ship unloader merupakan alat yang digunakan untuk membongkar batu bara dari kapal tongkang. Batu bara yang telah dibongkar akan dikirimkan ke stockpile atau silo melalui conveyor

b. *Conveyor*



Gambar 3. 3 Conveyor

Conveyor adalah alat mekanik yang digunakan untuk memindahkan batu bara dari satu lokasi ke lokasi lain. Conveyor yang digunakan berbentuk ban karet berjalan yang berfungsi mendistribusikan batu bara untuk kebutuhan bahan bakar.

c. *Transfer House*



Gambar 3. 4 Transfer House

Transfer house adalah fasilitas yang memungkinkan perpindahan batu bara dari satu jalur conveyor ke jalur conveyor lainnya. Di dalam transfer house terdapat hopper yang berfungsi mengarahkan perpindahan batu bara dengan lebih teratur.

d. *Stockpile*



Gambar 3. 5 Stockpile

Stockpile adalah area penyimpanan sementara untuk batu bara yang diterima dari ship unloader sebelum batu bara tersebut dikirimkan ke silo

e. *Silo*



Gambar 3. 6 Silo

Silo berfungsi sebagai tempat penyimpanan sementara batu bara sebelum dipasok ke boiler. Pada PLTU Paiton, setiap unit dilengkapi dengan lima silo. Silo dirancang untuk memasok kebutuhan boiler selama beberapa jam meskipun tidak ada pasokan batu bara masuk

f. *Coal Feeder*



Gambar 3. 7 Coal Feeder

Coal feeder berfungsi untuk menimbang dan mengatur laju aliran batu bara yang akan masuk ke mill. Selain itu, alat ini juga berfungsi

sebagai penyalur batu bara menuju mill.

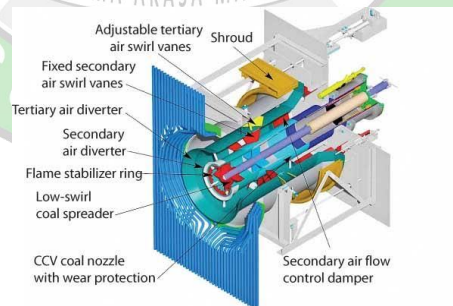
g. Mill



Gambar 3. 8 Mill

Mill digunakan untuk menggiling batu bara yang disuplai oleh coal feeder hingga mencapai tingkat kehalusan 200 mesh. Serbuk batu bara yang dihasilkan kemudian dibawa ke boiler dengan bantuan udara primer

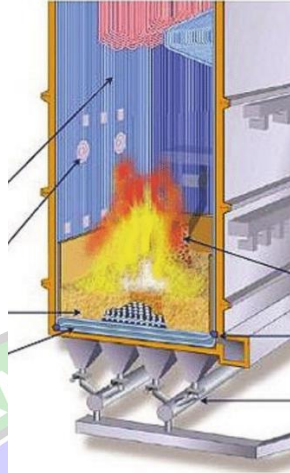
h. Burner



Gambar 3. 9 Burner

Burner adalah perangkat mekanis yang digunakan untuk membakar serbuk batu bara di area furnace.

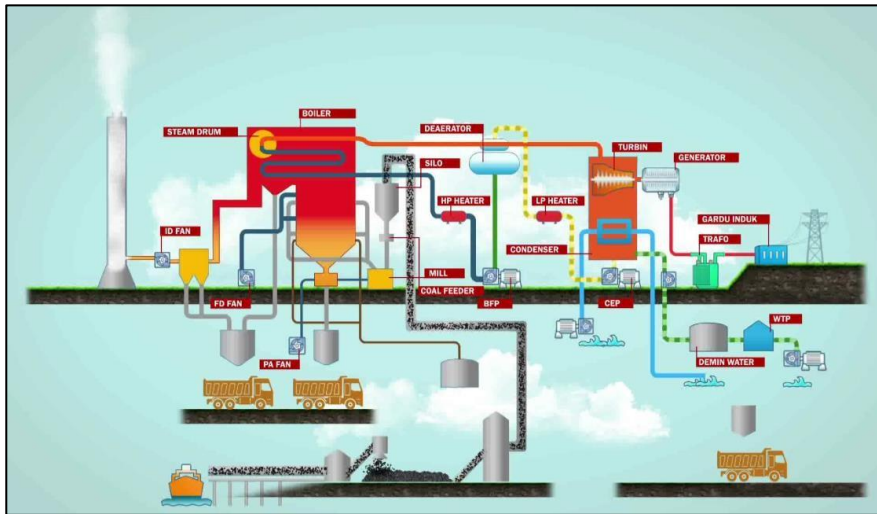
i. *Furnace*



Gambar 3. 10 Furnace

Furnace adalah ruang tempat terjadinya pembakaran bahan bakar untuk menghasilkan panas yang digunakan untuk memanaskan dan mengubah air menjadi uap.

3.4 Siklus Umum PLTU Paiton Unit 1&2



Gambar 3. 11 Siklus Umum PLTU Paiton Unit 1&2

Gambar 3. 12 Siklus Umum PLTU Paiton Unit 1&2

Sumber air untuk PLTU Paiton Unit 1 dan 2 berasal dari mata air di Desa Klontong. Air ini dihisap oleh enam pompa yang menyalurkannya ke tangki sumur berkapasitas 5000 KL, lalu dipompa kembali menuju tangki layanan dengan kapasitas 12000 KL. Air dari tangki layanan ini didistribusikan untuk tiga kebutuhan utama: pemadam kebakaran, penanganan batu bara dan abu (coal and ash handling), serta pengolahan air di WTP (water treatment plant).

Di WTP, air difiltrasi menggunakan clarifier dan sand filter, kemudian disimpan dalam tangki clear well. Sebagian air dari tangki ini dipompa ke tangki portabel untuk kebutuhan sanitasi di kantor PLTU Paiton Unit 1 dan 2, sementara sisanya diproses lebih lanjut menjadi air make-up yang digunakan sebagai kondensat dalam proses pembentukan uap.

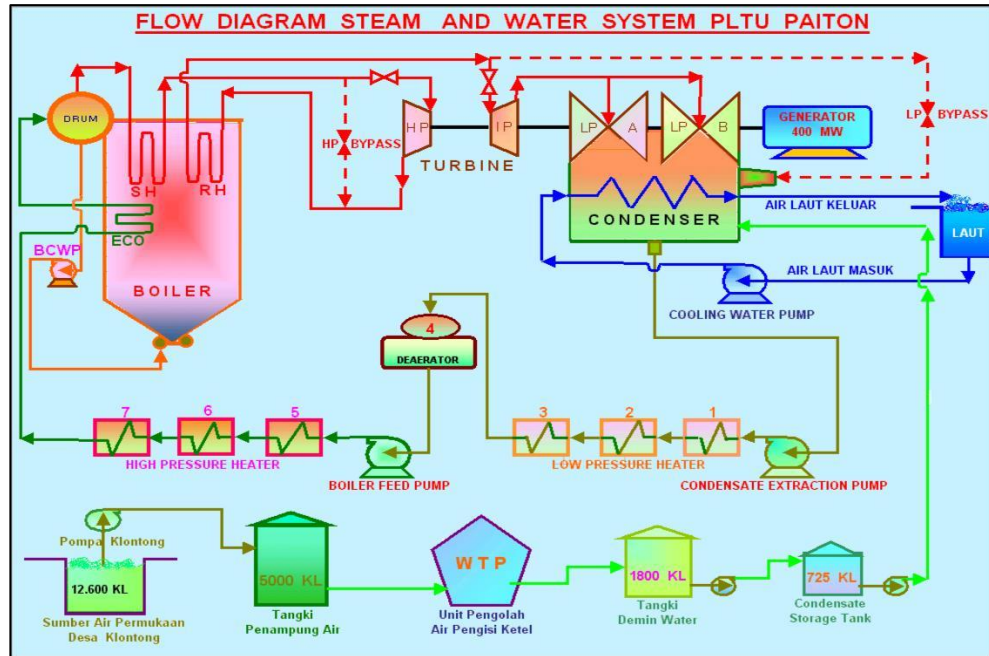
Air kondensat yang telah diproses akan mengalami pemanasan bertahap melalui LPH (Low Pressure Heater), Deaerator, HPH (High Pressure Heater), dan Economizer hingga berubah menjadi uap di water wall/water tube/evaporator. Uap

panas ini kemudian dialirkan ke Superheater untuk mencapai suhu 538°C dengan tekanan 169 kg/cm^2 , yang digunakan untuk memutar turbin uap yang terhubung dengan generator. Generator ini berputar dengan kecepatan 3000 rpm, menghasilkan daya listrik sebesar 473 MVA pada frekuensi 50 Hz dan tegangan 18 kV. Listrik yang dihasilkan kemudian ditingkatkan tegangannya oleh Generator Transformer (GT) menjadi 18/500 kV dengan kapasitas 473 MVA, lalu disalurkan melalui jaringan transmisi 500 kV ke GI Krian serta melalui transmisi 150 kV ke GI Probolinggo dan Situbondo.

Bahan bakar batu bara untuk PLTU ini berasal dari tambang di Kalimantan. Batu bara diangkut dengan kapal tongkang dan dibongkar di coal jetty menggunakan Ship Unloader, kemudian dipindahkan ke stockpile menggunakan conveyor. Dari stockpile, batu bara disalurkan ke silo sebelum digiling menjadi serbuk halus di pulverizer/mill hingga mencapai ukuran 200 mesh.

Serbuk batubara ini kemudian dikirim ke ruang bakar boiler untuk pembakaran. Sisa pembakaran terdiri dari dua jenis abu: bottom ash dan fly ash. Fly ash ditangkap oleh elektrostatik dan disimpan di fly ash silo, biasanya digunakan untuk campuran semen. Sementara itu, bottom ash dikumpulkan oleh Submerged Scraper Conveyor (SSC) dan dibawa ke bottom ash silo sebelum diangkut ke Ash Disposal Area menggunakan truk bak terbuka.

3.5 Siklus Air dan Uap



Gambar 3. 13 Siklus Air dan Uap

Gambar 3. 14 Siklus Air dan Uap

Siklus air dan uap yang diterapkan di PLTU menggunakan siklus Rankine. Prinsip kerja siklus ini adalah memanfaatkan panas dari sumber energi untuk menguapkan air. Uap yang dihasilkan kemudian digunakan untuk menggerakkan turbin, yang pada gilirannya memutar generator guna menghasilkan listrik.

Di PLTU Paiton Unit 1 dan 2, sumber air berasal dari mata air Desa Klontong, yang memiliki enam pompa. Air dari sumber tersebut dipompa ke tangki air sumur (well water tank) berkapasitas 5000 KL, kemudian diteruskan ke tangki air layanan (service water tank) dengan kapasitas 12.000 KL. Air ini digunakan untuk tiga keperluan utama: pemadam kebakaran, penanganan batubara dan abu, serta pengolahan air di Water Treatment Plant (WTP). Tangki air layanan ditempatkan di ketinggian untuk memungkinkan aliran gravitasi saat terjadi situasi darurat tanpa perlu menggunakan pompa.

Proses penyaringan air di WTP dimulai dengan clarifier dan sand filter yang mengendapkan partikel besar seperti pasir dan lumpur dengan bantuan lamella. Air yang sudah lebih bersih kemudian difilter ulang menggunakan gravity filter yang terdiri dari pasir, arang, serta batu kecil dan besar. Hasilnya ditampung di clear well yang berada di bawah tanah. Sebagian air dipompa ke tangki portabel untuk kebutuhan sanitasi kantor PLTU, sementara sebagian lainnya dipompa menuju proses WTP sebagai air make-up yang digunakan sebagai air kondensat dalam proses pembentukan uap.

Selanjutnya, mineral dalam air dihilangkan di WTP menggunakan resin bermuatan positif dan negatif untuk mengikat ion-ion yang terkandung dalam air. Hasilnya adalah air bebas mineral (demineralized water) yang ditampung di demin water tank. Air ini kemudian dipompa ke condensate tank untuk menambah air kondensat jika diperlukan.

Air kondensat diproses di condensate polisher yang berisi resin anion dan kation untuk menangkap kotoran akibat korosi atau kebocoran kondensor. Jika konduktivitas air kondensat melebihi batas yang ditetapkan, condensate polisher diaktifkan untuk menurunkannya. Selanjutnya, air dipanaskan di LP heater menggunakan uap dari Low Pressure Turbine (LP Turbin) dengan sistem pemanasan tidak langsung.

Proses berlanjut ke deaerator untuk menghilangkan oksigen dalam air dengan metode kontak langsung antara uap dan air. Gas-gas yang terpisah dari air bergerak ke bagian atas deaerator dan dibuang ke atmosfer. Uap pemanas berasal dari Intermediate Pressure Turbine (IP Turbin). Air dari deaerator kemudian dipompa oleh Boiler Feed Water Pump (BFWP) ke HP heater untuk pemanasan lebih lanjut sebelum masuk ke economizer.

Di steam drum, air yang belum sepenuhnya menjadi uap dipisahkan berdasarkan massa jenisnya: uap berada di atas, sedangkan air di bawah. Uap basah dari steam drum dialirkan ke superheater untuk dipanaskan menjadi uap kering. Uap ini kemudian digunakan untuk memutar sudu-sudu High Pressure Turbine (HP Turbin).

Setelah melewati HP Turbin, tekanan dan suhu uap turun. Uap tersebut kemudian dipanaskan kembali secara isobarik di reheater sebelum dialirkan ke IP Turbin dan LP Turbin. Uap yang keluar dari LP Turbin akhirnya dikondensasikan kembali di condensor menjadi air pengisi untuk memulai siklus kembali.

3.6 Siklus Udara Pembakaran

Sistem udara pembakaran memegang peranan vital dalam proses pembakaran yang berlangsung di furnace. Sistem ini bertugas menyediakan udara yang dibutuhkan untuk pembakaran, termasuk udara primer yang digunakan untuk membawa batu bara ke ruang bakar. Berikut adalah perangkat-perangkat yang berperan dalam sistem ini:

1. PA Fan (Primary Air Fan)

PA Fan berfungsi menarik udara dari luar dan mengalirkannya ke dalam mill (pulverizer). Udara primer yang dihasilkan PA Fan terbagi menjadi dua jalur, yaitu yang dipanaskan dan yang tidak, namun keduanya bermuara di pulverizer. Fungsi utama udara primer ini adalah menjaga suhu pulverizer agar tetap ideal (200-230 °C), sehingga batu bara dapat dikeringkan dan digiling hingga mencapai tingkat kehalusan 200 mesh.

Udara primer ini dipanaskan terlebih dahulu melalui steam coil dan Primary Air Heater (PAH) untuk memastikan suhu ideal di dalam mill tercapai. Selain itu, udara ini membantu mengalirkan batu bara yang sudah digiling menuju furnace sekaligus berfungsi sebagai udara pembakaran. PA Fan menyuplai sekitar 30% kebutuhan udara pembakaran di ruang bakar, dengan pengaturan aliran udara melalui damper.

Setiap unit memiliki dua PA Fan yang bekerja dengan konfigurasi 2x50%. Jika salah satu PA Fan tidak beroperasi, kapasitas pembangkitan akan berkurang setengahnya. Selain menyuplai udara ke pulverizer, PA Fan juga menyediakan udara untuk mill seal air fan.

2. ID Fan (Induced Draft Fan)

ID Fan berfungsi menghisap gas sisa pembakaran dari furnace dan mengalirkannya ke Electrostatic Precipitator (EP) sebelum dibuang melalui

cerobong (stack). Setiap unit memiliki dua ID Fan yang bekerja dengan konfigurasi 2x50%. Jika salah satu berhenti beroperasi, kapasitas pembangkitan menjadi setengahnya.

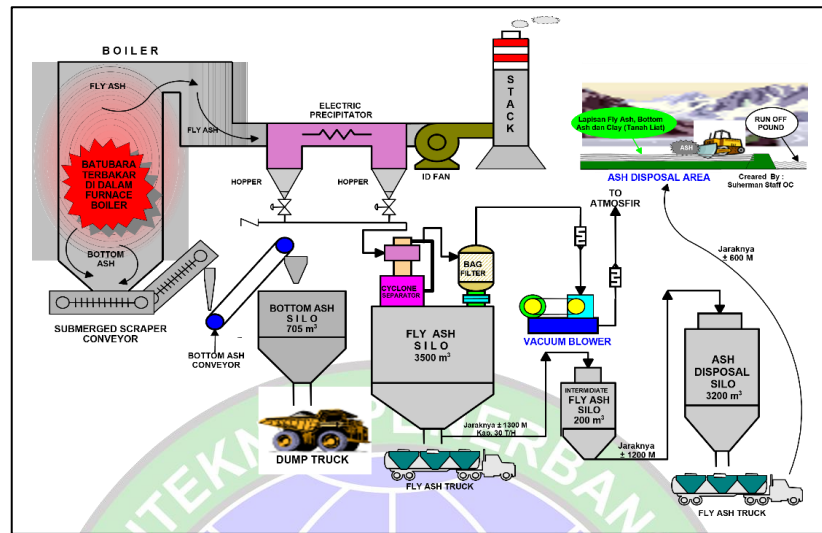
3. FD Fan (Forced Draft Fan)

FD Fan berfungsi menarik udara dari luar dan mengalirkannya ke furnace. FD Fan menyuplai sekitar 70% kebutuhan udara pembakaran di furnace. Sebelum mencapai furnace, udara dipanaskan terlebih dahulu melalui steam coil dan Secondary Air Heater (SAH) hingga mencapai suhu sekitar 250-300°C agar proses pembakaran berlangsung secara efisien. Setiap unit dilengkapi dengan dua FD Fan yang bekerja dalam konfigurasi 2x50%. Jika satu FD Fan tidak beroperasi, kapasitas pembangkitan berkurang setengahnya.

4. PAH (Primary Air Heater), SAH (Secondary Air Heater), dan Steam Coil (SC)

- a. PAH (Primary Air Heater) berfungsi memanaskan udara dari PA Fan sebelum masuk ke pulverizer dengan memanfaatkan panas flue gas (gas buang) dari furnace melalui piringan berputar yang memfasilitasi transfer panas antara flue gas dan udara.
- b. SAH (Secondary Air Heater) memanaskan udara sekunder sebelum masuk ke furnace.
- c. Steam Coil berfungsi sebagai pemanas awal udara dari PA Fan dan FD Fan sebelum udara tersebut melewati PAH dan SAH. Steam Coil memanfaatkan panas dari uap yang dihasilkan oleh turbin IP.

3.7 Ash Handling (Unit Penanganan Abu) Electrostatic Precipitator atau (ESP)



Gambar 3. 15 Ash Handling (Unit Penanganan Abu)
Electrostatic Precipitator atau (ESP)

Sistem Penanganan Abu adalah proses pengelolaan residu pembakaran batu bara di boiler. Abu yang dihasilkan disimpan sementara sebelum diangkut ke Area Pembuangan Abu menggunakan dump truck. Sistem ini terbagi menjadi dua bagian:

Bottom Ash: Abu yang tertinggal di bagian bawah ruang bakar. Abu ini berupa material padat hasil pembakaran yang berasal dari slagging, yaitu kerak yang menempel dan mengeras pada pipa boiler. Slagging akan jatuh saat terkena semprotan sistem shoot blowing yang menggunakan uap panas. Jika tidak terlepas dengan metode ini, slagging dibersihkan secara manual saat unit mengalami overhaul. Abu juga dapat berasal dari tangki Pyrite Mill yang terletak di setiap mill. Selanjutnya, abu dialirkan menuju submerged scraper conveyor (SSC), yaitu bak penampung berisi air yang terletak di bagian bawah furnace. SSC berfungsi sebagai seal trough dan alat pengumpul serta pengangkut abu menuju bottom ash silo melalui bottom ash conveyor.

Setelah mencapai bottom ash silo, abu dipindahkan ke area pembuangan

di luar pembangkit dengan dump truck. Area pembuangan dirancang untuk menampung abu selama masa operasional unit yang diperkirakan sekitar 30 tahun. Sebelum diangkut, limbah ditampung sementara dalam silo yang dapat menampung abu selama 24 jam.

Fly Ash: Abu yang terbawa bersama gas buang hasil pembakaran (flue gas). Abu ini terkumpul di Electrostatic Hopper (EP Hopper) dan secara berkala ditransfer ke jalur pengangkut abu melalui ash intake valve (ASH) yang mengatur aliran abu dari EP Hopper. Abu kemudian disedot oleh vacuum blower menuju fly ash silo melalui dua tahap pemisahan:

1. Separator Primer: Menangkap sekitar 80% abu, yang kemudian turun ke fly ash silo.
2. Separator Sekunder: Menggunakan bag filter untuk menangkap sisa abu (sekitar 20%), sehingga udara yang dilepaskan ke atmosfer bersih.

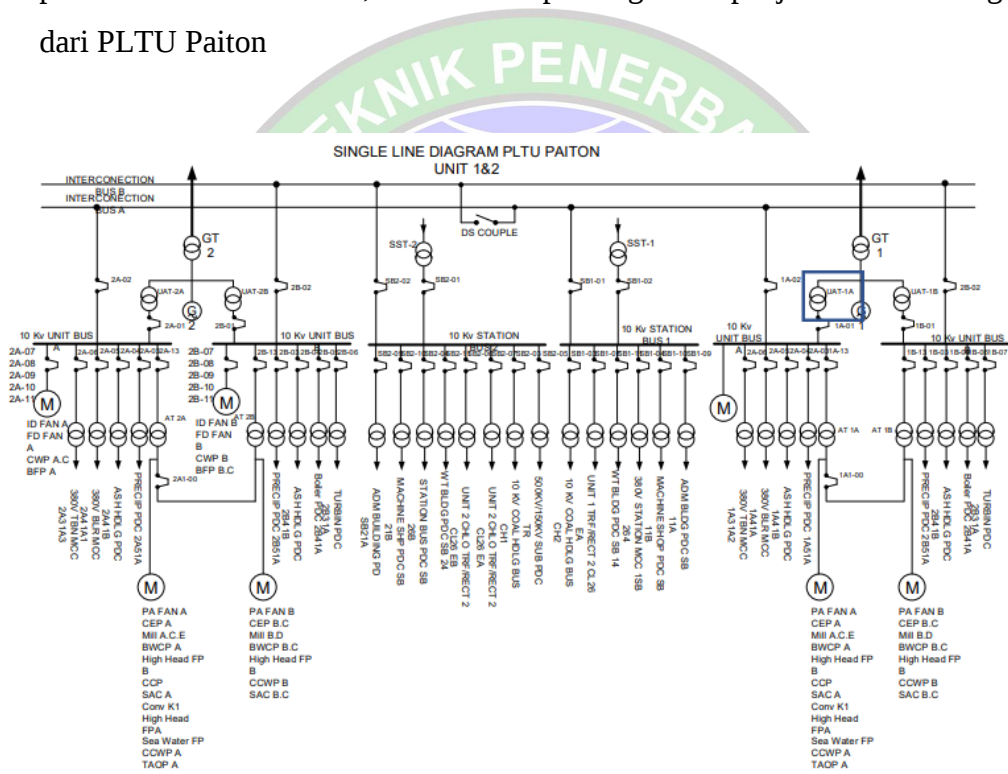
Fly ash yang telah terkumpul di silo diangkut ke lokasi pembuangan menggunakan dump truck. Area pembuangan fly ash berada di barat daya dan selatan PLTU Paiton, dengan luas sekitar 222 hektare. Untuk mencegah pencemaran air tanah, lokasi ini dilengkapi dengan lapisan kedap air serta dilengkapi selokan dan penghijauan di sekitarnya.

BAB IV

LINGKUP PELAKSANAAN ON THE JOB TRAINING

4.1 Sistem Kelistrikan PLTU Paiton Unit 1&2

Dari kelistrikan PT. PLN Nusantara Power UP Paiton 1-2. Mengambil suplai dari PLN melalui interconnection bus A dan B, yang nantinya akan menghasilkan energi listrik dengan masing–masing kapasitas 400 MW 18 kV. Nantinya akan disalurkan ke jaringan JAMALI (Jawa,Madura,Bali) dan pemakaian sendiri di unit, berikut merupakan gambar penjelasan sistem tegangan dari PLTU Paiton



Gambar 4. 1 Sistem Kelistrikan PLTU Paiton Unit 1&2

1. Sistem tegangan 500 kV

Tegangan 500 kV yang sudah dinaikkan tegangannya dari tegangan 18 kV ke 500 kV oleh transformator GT selanjutnya akan disalurkan melalui SUTT 500 kV Krian 1 dan Krian 2 ke GITET Krian dan disalurkan melalui tie transformer (TT 1 dan TT 2) masing–masing 500/150 kV, 500 MVA ke substation 500 kV

2. Sistem Tegangan 150 kV

Sistem tegangan 150 kV disalurkan melalui station service transformer (SST 1 dan SST 2) masing-masing 150/10 kV, 60 MVA ke station bus SB 1 dan SB 2 untuk 2 pemakaian unit 2 pada waktu start dan juga untuk mensuplai interconnection bus A (dari SST 1) dan interconnection bus B (dari SST 2).

3. Sistem Tegangan 18 kV

Sistem tegangan 18 kV dihasilkan dari tegangan output generator unit 1 dan 2 yang disalurkan ke substation 500 kV melalui main/generator transformer (GT, 18/500 kV, 470 MVA).

4. Sistem Tegangan 10 kV

Sistem tegangan 10 kV adalah sistem tegangan yang menyuplai beban-beban dengan level tegangan 10 kV. Beban-beban tersebut terhubung dengan bus 10 kV yaitu Unit Bus 1A, 1B, 2A, 2B, serta Station Bus 1 dan 2. Unit Bus disuplai oleh UAT sementara Station Bus disuplai oleh SST. Untuk menyuplai beban-beban 10 kV, bus-bus 10 kV dihubungkan ke beban oleh switchgear 10 kV. Switchgear adalah suatu kombinasi dari peralatan-peralatan seperti Disconnecting Switch, Fuse atau Circuit Breaker yang digunakan untuk keperluan kontrol, proteksi maupun isolasi terhadap peralatan-peralatan listrik lainnya.

5. Sistem Tegangan 3 kV

Sistem tegangan 3 kV digunakan untuk menyuplai beban dengan level tegangan 3 kV. Busbar 3 kV disuplai oleh Auxiliary Transformer (AT) 1A, 1B, 2A, dan 2B. Auxiliary Transformer mengambil tegangan masukan dari busbar 10 kV yang kemudian diturunkan tegangannya menjadi 3 kV oleh Auxiliary Transformer. Busbar 3 kV dihubungkan ke beban oleh Switchgear 3 kV

6. Sistem Tegangan 380 V

Sistem tegangan 380 V digunakan untuk menyuplai beban-beban dengan level tegangan 380 V. Bus 380 V 2 disuplai 2 oleh Trafo-trafo PDC

10 kV/380 V dan disalurkan melalui MCC–MCC untuk menyuplai peralatan bantu dengan level tegangan 380 V. Power Distribution Control (PDC) adalah suatu panel untuk mendistribusikan listrik ke peralatan–peralatan di unit pembangkit. Dalam housing PDC terdapat trafo yang berfungsi untuk menurunkan tegangan masukan, tegangan keluaran dari trafo ini kemudian digunakan untuk menyuplai peralatan–peralatan seperti MCC dan lain–lain. Sedangkan Motor Control Center (MCC) adalah sebuah panel yang berisi peralatan–peralatan kontrol motor, biasanya berisi motor drive, PLC, motor starter metering dan lain– lain.

7. Sistem Tegangan 220 Vdc

Sistem tegangan 220 Vdc disuplai oleh station battery, sistem tegangan ini menyuplai peralatan–peralatan emergency, DCS dan UPS. Sebagai contoh: Turbine Emergency Oil Pump, Generator Emergency Seal Oil Pump, DC E emergency Lighting, Distributed Control System dan Uninterruptible Power Supply (UPS) GUTOR. UPS adalah suatu peralatan listrik yang mampu memberikan suplai daya back-up/emergency kepada beban ketika sumber daya utama gagal. Kelebihan UPS dari peralatan listrik emergency lainnya adalah UPS mampu menyuplai daya kepada beban dalam waktu nyaris seketika (near instantaneous) atau tanpa interupsi ketika sumber utama gagal, sehingga peralatan terhindar dari kerusakan akibat interupsi/kedip saat pergantian suplai daya.

8. Sistem Tegangan 125 Vdc

Sistem tegangan 125 VDC berasal dari station battery, untuk melayani 10 kV unit switchgear, 3 kV sweatchgear, semua control panel, control power untuk GT, UAT dan sebagainya.

4.2 Pemeliharaan Listrik

Pemeliharaan peralatan listrik adalah serangkaian proses tindakan untuk mempertahankan kondisi dan meyakinkan bahwa 3 peralatan dapat berfungsi sebagaimana mestinya, sehingga dapat dicegah terjadinya gangguan yang menyebabkan kerusakan. Tujuan dilakukannya pemeliharaan peralatan listrik

adalah untuk menjamin kontinuitas penyaluran tenaga listrik dan menjamin keandalan. Berikut merupakan jenis-jenis pemeliharaan yang dilakukan di PLTU Paiton.

1. Predictive Maintenance (Conditional Maintenance)

Pemeliharaan yang dilakukan dengan cara memprediksi kondisi suatu peralatan listrik, apakah dan kapan kemungkinannya peralatan listrik tersebut menuju kegagalan. Dengan memprediksi kondisi tersebut dapat diketahui gejala kerusakan secara dini. Cara yang biasa dipakai adalah memonitor kondisi secara online baik pada saat peralatan beroperasi atau tidak beroperasi. Untuk ini diperlukan peralatan dan personal khusus untuk analisa. Pemeliharaan ini disebut juga pemeliharaan berdasarkan kondisi (Condition Base Maintenance). Dalam prakteknya predictive maintenance memerlukan special tools untuk memantau kondisi mesin secara online. Pada transformator bentuk dari predictive main tenance antara lain pemeliharaan minyak transformator (Dissolved Gas Analysis), tes vibrasi, tes termografi, dan tes karakteristik arus motor, partial discharge online, kadar air hingga pengujian Break Down Voltage (BDV).

2. Preventive Maintenance (Time Base Maintenance)

Pemeliharaan yang dilaksanakan untuk mencegah terjadinya kerusakan peralatan secara tiba-tiba dan untuk mempertahankan unjuk kerja peralatan yang optimum sesuai umur teknisnya. Kegiatan ini dilaksanakan secara berkala dengan berpedoman kepada : Instruction Manual dari pabrik, standar-standar yang ada (IEC, IEEE) dan pengalaman operasi di lapangan. Pemeliharaan ini disebut juga dengan pemeliharaan berdasarkan waktu (Time Base Maintenance). Secara umum kegiatan yang dilakukan saat preventive maintenance tidak memerlukan special tools antara lain penggantian komponen yang aus, cleaning, dan pemeriksaan rutin. Adapun contoh preventive maintenance pada sebuah transformator dilakukan dengan memonitor kondisi dan parameter transformator secara visual seperti pemeriksaan temperature minyak dan belitan, level minyak, silica gel,

kebocoran minyak dan seterusnya.

3. Corrective Maintenance

Pemeliharaan yang dilakukan secara terencana ketika peralatan listrik mengalami kelainan atau unjuk kerja rendah pada saat menjalankan fungsinya dengan tujuan untuk mengembalikan pada kondisi semula disertai perbaikan dan penyempurnaan instalasi. Pemeliharaan ini disebut juga curative maintenance, yang bisa berupa trouble shooting atau penggantian part/bagian yang rusak atau kurang berfungsi yang dilaksanakan dengan terencana. Adapun part yang seringkali mengalami kerusakan dan mengganggu operasi transformator seperti kerusakan pada bushing isolator, sambungan konduktor, kebocoran minyak, kerusakan motor fan pendingin, gangguan pada sistem kontrol pendingin dan juga beberapa kerusakan lainnya. Kerusakan yang paling dihindari pada transformator adalah kerusakan pada bagian utama transformator yaitu belitan dan inti besi.

4. Periodic Maintenance

Pemeliharaan yang dilakukan setelah terjadi kerusakan mendadak yang waktunya tidak tertentu dan sifatnya darurat. Periodic maintenance adalah pemeliharaan yang dilakukan berdasarkan time-based / waktu, dan dilaksanakan pada saat unit shutdown. Baik pada saat major inspeksi, minor inspeksi maupun shutdown dikarenakan permintaan atau kondisi. Periodic maintenance yang biasanya dilakukan pada sebuah transformator antara lain membersihkan dan mengecek kondisi fan transformator, bushing, arrester, electrical test, pengukuran tahanan isolasi, pengukuran tan delta, pengukuran ratio test, pengukuran tahanan dc, HV test, PD offline, dan seterusnya.

4.3 Transformator

Transformator merupakan suatu alat listrik statis yang mengubah suatu nilai arus dan tegangan. Pada umumnya transformator terdiri dari suatu inti yang terbuat dari besi berlapis dan dua buah kumparan utama yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder. Kumparan primer dan kumparan sekunder terhubung secara magnetik dengan menggunakan fluks magnetik yang terdapat pada inti.

Salah satu dari dua kumparan transformator dihubungkan ke sumber energi listrik dan kumparan kedua serta kumparan ketiga jika ada, akan menyuplai energi listrik ke beban. Penggunaan transformator sangatlah luas.(Suganda and Muis 2021).

Prinsip kerja transformator didasarkan pada hukum Faraday tentang induksi elektromagnetik. Ketika arus bolak-balik (AC) mengalir pada kumparan primer, maka akan timbul medan magnet yang berubah-ubah di inti besi. Medan magnet yang berubah tersebut kemudian menginduksi tegangan pada kumparan sekunder. Besarnya tegangan pada kumparan sekunder bergantung pada perbandingan jumlah lilitan antara kumparan primer dan kumparan sekunder. Jika jumlah lilitan pada sekunder lebih banyak daripada primer, maka transformator disebut step-up (menaikkan tegangan). Sebaliknya, jika lilitan sekunder lebih sedikit, maka disebut step-down (menurunkan tegangan).

4.3.1 Jenis Jenis Transformator Di PLTU Paiton

Pada PLTU Paiton terdapat banyak transformator daya. Disini ditulis hanya tiga buah transformator yang mempunyai daya besar, yaitu Generator Transformer, Auxiliary Transformer, dan Station Service Transformer.

A. Main Transformer / Generator Transformer

Berfungsi sebagai transformator Step Up, yaitu menaikkan tegangan output generator sebesar 18 KV ke tegangan 500 KV untuk disalurkan ke substation 500 KV sistem.

B. Unit Auxiliary Transformer (UAT)

Sebagai transformator penurun tegangan untuk keperluan pemakaian sendiri menurunkan tegangan output generator 18 KV ke tegangan 10 KV, yang akan disalurkan ke unit bus 10 KV, terdapat 2 transformator, UAT A dan UAT B. Untuk keperluan tegangan 3 KV digunakan transformator penurun tegangan, yaitu Auxiliary Transformer 10/3 KV

C. Station Service Transformer (SST)

Berfungsi menurunkan tegangan sistem 150 KV ke tegangan 10 KV. Terdapat dua transformator SST unit 1 dan unit 2 masing-masing 150/10

KV, 60 MVA yang disalurkan ke station bus S1 dan S2 yang digunakan untuk pemakain unit pada saat Start Up, pada saat unit belum menghasilkan tegangan

Secara umum, transformator terdiri dari tiga bagian utama, yaitu kumparan primer, kumparan sekunder, dan inti besi. Inti besi berfungsi memperkuat jalur medan magnet sehingga proses induksi menjadi lebih efisien. Untuk transformator berdaya besar, digunakan pendingin minyak dan radiator guna menjaga suhu kerja tetap stabil.

4.4 Unit Auxiliary Transformer (UAT)

Unit Auxiliary Transformer (UAT) adalah jenis transformer yang memiliki peran yang cukup krusial pada sistem pembangkit listrik, khususnya untuk menyediakan daya bagi peralatan bantu (auxiliary equipment) di dalam pembangkit. UAT merupakan transformator stepdown yang menerima tegangan dari transformator utama (transformator daya) dan menurunkannya ke tingkat tegangan yang lebih rendah yang sesuai untuk digunakan oleh peralatan bantu, seperti sistem pendingin, pompa, dan sistem kontrol. UAT berfungsi untuk memastikan bahwa peralatan bantu di pembangkit listrik mendapatkan daya yang stabil dan sesuai dengan spesifikasinya. Jika ada kegagalan pada UAT maka akan terjadi gangguan pada operasi pembangkit secara keseluruhan. Secara konstruksi, UAT dirancang untuk menahan beban yang terus menerus dan fluktuasi yang bisa terjadi pada sistem pembangkit listrik. Kualitas sistem pendingin, bahan isolasi, dan desain inti merupakan aspek yang harus diperhatikan dalam mendesain UAT, karena aspek tersebut dapat mempengaruhi keandalan dan umur dari transformator. UAT biasanya dilengkapi oleh berbagai proteksi seperti relay diferensial dan proteksi terhadap arus lebih untuk mencegah kerusakan yang disebabkan oleh kondisi abnormal.

Untuk memastikan UAT berfungsi dengan baik, sangat penting untuk melakukan pemeliharaan rutin berupa pemeliharaan fisik, pengujian minyak transformator untuk mendeteksi kontaminasi atau degradasi, dan monitoring

secara real-time. Berbagai studi kasus di pembangkit listrik menunjukkan bahwa keandalan UAT sangat dipengaruhi oleh pelaksanaan program pemeliharaan yang baik serta pemilihan bahan isolasi yang berkualitas. Pelaksanaan pemeliharaan secara tepat waktu dan penerapan teknologi diagnostik yang canggih dapat meningkatkan keandalan dan mengurangi kemungkinan terjadinya kegagalan pada UAT. Keberhasilan dalam menjalankan program pemeliharaan UAT ini memiliki dampak yang signifikan terhadap keandalan dan efisiensi operasional pembangkit listrik.



Gambar 4. 2 Nameplate Transformer UAT 1B



Gambar 4. 3 Transformator UAT 1B

4.5 Pemeliharaan Unit Auxiliary Transformer (UAT)

Dalam pemeliharaan Unit Auxiliary Transformer (UAT) saat overhaul, terdapat beberapa hal yang harus dilakukan untuk mengetahui dan menjaga kualitas kerja dari transformator tersebut. Pemeliharaan yang dilakukan pada UAT mencakup pekerjaan yang bersifat mekanikal maupun elektrik. Kegiatan pemeliharaan Unit Auxiliary Transformer PLTU UP Paiton Unit 1 ini dilakukan oleh pihak PLN NP UMRO (Unit Maintenance, Repair, and Overhaul).

4.6 Pengujian Insulation Resistance dan Polarization Index

Tahanan isolasi (Insulation Resistance) adalah ukuran kebocoran arus yang melalui isolasi. Yang bertujuan untuk mengetahui kondisi isolasi antara belitan dengan ground atau antara dua belitan. (Suganda and Muis 2021) Pengujian insulation resistance ini dilakukan untuk mengetahui kondisi isolasi antara belitan dengan ground atau antar dua belitan dalam transformator. Metode yang umum digunakan adalah dengan memberikan tegangan searah (DC) dan hasil pengujian direpresentasikan dalam satuan Megohm. Nilai ini menunjukkan seberapa besar tahanan isolasi yang dimiliki oleh transformator. Pengujian tahanan isolasi memiliki peran yang sangat penting, karena berfungsi untuk mencegah terjadinya arus bocor pada belitan. Arus bocor ini dapat menimbulkan gangguan dalam

sistem kerja transformator dan berpotensi menyebabkan kerusakan serius jika tidak terdeteksi sejak dini. Beberapa faktor yang dapat memengaruhi penurunan kualitas tahanan isolasi pada transformator tenaga antara lain adalah suhu lingkungan, jalur bocor pada permukaan eksternal seperti adanya kotoran pada bushing atau isolator, usia peralatan atau komponen, serta kualitas alat uji yang digunakan. Oleh karena itu, pemeliharaan dan pengujian rutin sangat penting untuk memastikan transformator tetap berfungsi dengan baik dan aman dalam sistem kelistrikan. (Anon n.d.)

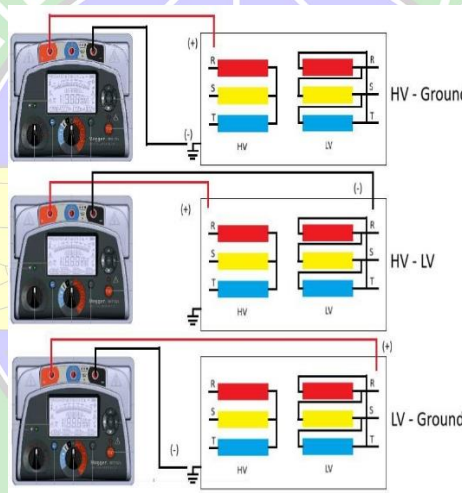
Tujuan dari pengujian indeks polarisasi (Polarization Index/IP) adalah untuk memastikan bahwa peralatan, khususnya transformator, berada dalam kondisi layak untuk dioperasikan. Pengujian ini umum digunakan untuk menunjukkan pembacaan tahanan isolasi transformator, yang dikenal dengan istilah dielectric absorption. Nilai ini diperoleh dari pengukuran berkelanjutan selama periode waktu tertentu menggunakan sumber tegangan DC yang konstan. Pengujian indeks polarisasi biasanya dilakukan selama 10 menit. Hal ini karena tahanan isolasi pada transformator memiliki sifat kapasitif, sehingga dibutuhkan waktu untuk "mengisi" kapasitansi internal dalam isolasi. Jika kondisi isolasi bersih dan kering, maka pembacaan resistansi akan meningkat lebih cepat seiring waktu. Indeks polarisasi diperoleh dari rasio antara pembacaan tahanan isolasi pada menit ke-10 dengan pembacaan pada menit pertama. Semakin tinggi rasio ini, semakin baik kualitas isolasi transformator. Menurut standar IEEE 62-1995 tentang evaluasi isolasi transformator, nilai indeks polarisasi ini dapat dihitung menggunakan persamaan 2.2, yang merupakan rumus perbandingan nilai tahanan pada dua titik waktu tersebut. (Anon n.d.)

Pengujian IR dan PI pada generator transformer unit 1 dilakukan dengan menggunakan alat Megger MIT1025. Pengujian ini dilakukan selama 10 menit untuk setiap konfigurasi pengukuran. Adapun konfigurasi pengukuran yang digunakan yaitu pengukuran antara HV (High Voltage) – Ground, HV (High

Voltage) – LV (Low Voltage), LV (Low Voltage) – Ground. Sedangkan untuk tegangan yang diberikan atau diinjeksikan yaitu tegangan sebesar 5000 VDC.



Gambar 4. 4 Magger MIT1025



Gambar 4. 5 Wiring Pengujian insulation resistance dan polarizaton index



Gambar 4. 6 Penulis sedang melakukan pengujian

4.6.1 Hasil Pengujian Insulation Resistance dan Polarization Index

Berikut ini hasil pengujian insulation resistance dan polarization index dari generator transformer unit 1 yang disajikan dalam tabel dibawah ini.

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Insulation Resistance dan Polarization Index

Waktu (Menit Ke)	HV – LV (GΩ)	HV – Ground (GΩ)	LV – Ground (GΩ)
1	2,75	4,21	2,69
2	3,66	4,67	3,09
3	4,18	4,90	3,33
4	4,51	5,02	3,48
5	4,74	5,14	3,59
6	4,95	5,29	3,67

7	5,10	5,39	3,76
8	5,18	5,44	3,83
9	5,30	5,48	3,89
10	5,38	5,50	3,94
PI	1,95	1,31	1,47

Pengujian Insulation Resistance (IR) dan Polarization Index (PI) pada generator transformer Unit 1 dilakukan secara bersamaan dengan durasi pengujian selama 10 menit pada setiap konfigurasi pengukuran, yaitu HV–LV, HV–Ground, dan LV–Ground, menggunakan tegangan uji 5000 VDC. Nilai IR diambil dari hasil pengukuran pada menit ke-1, sedangkan hasil pengukuran pada menit selanjutnya digunakan untuk menghitung nilai PI sebagai perbandingan antara tahanan isolasi pada menit ke-10 terhadap menit ke-1.

Berdasarkan data hasil nilai tersebut menunjukkan bahwa kondisi isolasi generator transformer Unit 1B berada dalam keadaan baik dan layak operasi, karena telah memenuhi kriteria acuan praktik menurut IEEE C57.152-2013, di mana resistansi isolasi untuk transformator beroperasi dinyatakan aman apabila melebihi 100 M Ω .

Tabel 4. 2 Standar Insulation Resistance

Circuit Nominal Voltage (V)	Test Voltage d.c. (V)	Minimum Insulation Resistance (MΩ)
SELV and PELV	250	0.5
Up to and including 500 V with the exception of the above systems	500	1.0
Above 500 V	1000	1.0

Pengujian isolasi menggunakan metode Insulation Resistance (IR) terbukti efektif sebagai langkah preventif dalam menjaga kinerja motor induksi. Metode ini dipilih karena bersifat ekonomis, sederhana, dan sesuai dengan standar IEEE Std 43-2013 (Hidayat and Kartawidjaja 2025).

Tahanan isolasi yang diukur merupakan fungsi dari arus bocor yang melalui isolasi atau arus yang melewati jalur kebocoran pada permukaan luar. Oleh karena itu, hal ini dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti suhu, kelembaban dan jalur kebocoran ke permukaan yang dipengaruhi oleh adanya kotoran yang menempel pada insulasi. Arus bocor tidak dapat dihindarkan, namun harus sesuai dengan syarat dan ketentuan yang telah ditentukan. (Robbani et al. n.d.) Perhitungan indeks polarisasi seperti rumus di bawah ini:

$$PI = \frac{IR_{10}}{IR_1}$$

Dimana:

PI = Polarization Index

IR_{10} = Pengukuran IR pada menit ke 10

IR_1 = Pengukuran IR pada menit ke 1

Dari data hasil pengujian PI pada tabel 4.3 sebagai contoh pada konfigurasi HV – Ground, didapat bahwa nilai PI adalah 1,95. Nilai tersebut menunjukkan kondisi PI dalam kondisi yang Questionable/dipertanyakan jika berdasarkan standar IEEE C57.152-2013 seperti pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 3 Standar Polarization Index

Nilai PI	Kategori Kondisi Isolasi	Interpretasi
$< 1,0$	Buruk (Poor)	Kondisi isolasi buruk.
$1,0 - 1,25$	Kurang (Questionable)	Kondisi isolasi kurang baik.
$1,25 - 1,5$	Cukup (Marginal)	Kondisi cukup aman.
$1,5 - 2,0$	Baik (Good)	Isolasi dalam kondisi baik
$> 2,0$	Sangat Baik (Excellent)	Kondisi isolasi sangat baik,.

Namun nilai polarization index untuk peralatan dengan insulation liquid/isolasi dengan cairan selalu mendekati 1. Oleh karena itu, polarization index untuk transformator dengan cairan konduktivitas rendah (misalnya, minyak mineral baru) mungkin rendah meskipun kondisi insulasinya baik.

4.7 Pengujian Winding Resistance (RDC)

Pengujian winding resistance (RDC) merupakan salah satu pengujian penting pada transformator yang dilakukan untuk mengetahui nilai resistansi pada masing-masing lilitan (winding) baik pada sisi HV (High Voltage) maupun LV (Low Voltage). Nilai resistansi ini berfungsi untuk menilai kondisi fisik lilitan, sambungan internal, dan integritas koneksi pada tap changer.

Pengujian RDC dilakukan dengan memberikan arus DC dari alat ukur winding resistance tester ke terminal transformator, kemudian alat mengukur penurunan tegangan sehingga diperoleh nilai resistansi. Hasil pengujian harus dibandingkan dengan data pabrikan atau standar untuk mengetahui apakah terjadi kelainan.

4.7.1 Hasil Pengujian Winding Resistance (RDC)

Pengujian resistansi lilitan dilakukan untuk memeriksa adanya gangguan pada transformator, seperti sambungan longgar, kawat lilitan putus, short circuit antar lilitan, atau kerusakan isolasi. Pengujian ini biasanya dilakukan setelah uji eksitasi, FRA, dan impedansi hubung singkat, untuk menghindari pengaruh magnetisme sisa.

Tabel 4. 4 Pengujian Winding Resistance (RDC)

Tap Changer				Winding Resistance Test					
Position	Volt (KV)	Winding Temp (°C)	Arus Uji	HV SIDE			LV SIDE		
				U-V (mΩ)	V-W (mΩ)	W-U (mΩ)	u-n (mΩ)	v-n (mΩ)	w-n (mΩ)
3	13,8/6,3	44	20 A / 20 A	21,441	21,565	21,514	3,384	3,353	3,294
3		75		23,828	23,965	23,909	3,761	3,726	3,661
Deviasi (%)				-0,305	0,271	0,034	1,206	0,279	-1,485

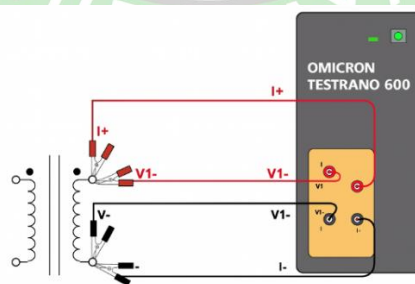
Pengukuran dilakukan pada setiap fasa dan hasilnya dibandingkan antar fasa atau dengan data pabrikan. Nilai resistansi antar fasa harus berada dalam batas 2%, dan perbedaan hingga 5% masih dianggap dapat diterima. Jika nilai tidak seragam, dapat mengindikasikan kerusakan winding atau tap changer,



Gambar 4. 7 Omicron Testrano 600



Gambar 4. 8 Penulis sedang melakukan pengujian



Gambar 4. 9 Wiring alat untuk pengujian

4.8 Pengujian Turn To Turn Ratio Test (TTR)

Pengujian Turn To Turn Ratio (TTR) dilakukan untuk mengetahui kesesuaian rasio lilitan antara sisi tegangan tinggi (HV) dan sisi tegangan rendah (LV) pada transformator. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa jumlah lilitan pada setiap fasa masih sesuai dengan perancangan pabrik, serta untuk mendeteksi adanya kerusakan seperti hubungan singkat antar lilitan (short turn) atau perubahan struktur lilitan akibat penuaan atau gangguan mekanis.

4.8.1 Hasil Pengujian Turn To Turn Ratio Test (TTR)

Pengujian rasio adalah untuk mengetahui perbandingan jumlah kumparan sisi tegangan tinggi dan sisi tegangan rendah pada setiap tapping (Makkulau, Pasra, and Siswanto 2018).

Hasil pengujian pada masing-masing fasa (U, V, W) menunjukkan nilai rasio nominal 1,6688, sementara hasil TTR terukur adalah 1,6761 sehingga menghasilkan deviasi rasio sebesar 0,38% untuk setiap fasa. Nilai ini menunjukkan bahwa ketiga fasa memiliki hasil yang konsisten dan seragam, menandakan tidak adanya indikasi gangguan,

Tabel 4. 5 Pengujian Turn To Turn Ratio Test (TTR)

Measurement settings		
Test voltage	120 V	
Test frequency	50,00 Hz	
Tap changer under test	DETC	

Ratio	V ratio
-------	---------

Measurements (sorted by tap)									
Tap	Phase	Nom. Ratio	V prim (L-L)	I prim	V sec (L-L)	V phase	V ratio	Ratio dev	Assessment
3	A	1,6698	119,97 V	24,276 mA	71,58 V	330 °	1,6761	0,38 %	Pass
3	B	1,6698	119,97 V	17,901 mA	71,58 V	330 °	1,6761	0,38 %	Pass
3	C	1,6698	119,97 V	17,754 mA	71,58 V	330 °	1,6761	0,38 %	Pass

Berdasarkan standar IEEE C57.152–2013, nilai deviasi rasio lilitan yang dapat diterima adalah maksimum $\pm 0,5\%$ dari rasio nominal. Karena hasil

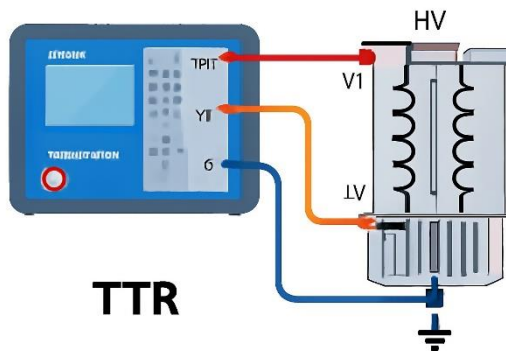
pengujian menunjukkan deviasi 0,38%, maka dapat disimpulkan bahwa kondisi lilitan transformator masih sangat baik dan dalam batas toleransi standar.



Gambar 4. 10 Omicron Testrano 600



Gambar 4. 11 Pengujian Alat



Gambar 4. 12 Wiring Alat Untuk Pengujian

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

5.1.1 Kesimpulan Terhadap Permasalahan

Dari hasil kegiatan yang telah kami lakukan di lapangan ketika On The Job Training (OJT) di Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU Paiton) , penulis dapat menarik kesimpulan terhadap permasalahan yang penulis paparkan dalam bab IV sebagai berikut:

Electrical assessment pada Unit Auxilliary Transformer Unit 1B PLTU Paiton dilakukan setelah kondisi bushing sisi HV dan LV dibersihkan. Pengujian terdiri dari Insulation Resistance Polarization Index (hasil electrical assessment masih sesuai dengan standard IEEE C57.152- 2013), SFRA (hasil electrical assessment masih sesuai dengan standard DL/T911-2004 & NCEPRI), Dielectric Response Analyzer/DIRANA (hasil electrical assessment masih sesuai dengan standard IEC 60422), Tan Delta, Winding Resistance & Turn Ratio (hasil electrical assessment masih sesuai dengan standard IEEE C57.152-2013). Hasil electrical assessment secara keseluruhan Unit Auxilliary Transformer menunjukkan masih masuk dalam acceptance standard dan dalam kondisi normal.

5.1.2 Kesimpulan Pelaksanaan OJT

Berdasarkan kegiatan *On the Job Training (OJT)* yang telah dilaksanakan di PLTU Paiton Unit 1&2 yang memiliki tugas dan tanggung jawab yang sangat besar dalam pemeliharaan fasilitas. Dengan bimbingan para supervisor, dosen pembimbing, dan seluruh anggota MKP, sehingga saya dapat menyelesaikan kegiatan *On the Job Training (OJT)* dengan lancar tanpa ada kendala apapun. Penulis dapat menyimpulkan bahwa dalam pelaksanaan On the Job Training (OJT) penulis mendapatkan banyak hal, diantaranya :

- a. On The Job Training ini dapat menambah pengetahuan, pengalaman, keterampilan kerja dan gambaran sebagai Teknisi Listrik Bandar Udara
- b. On The Job Training ini digunakan taruna agar siap menghadapi lingkungan kerja setelah menyelesaikan studi nantinya
- c. On The Job Training ini bermanfaat untuk menerapkan teori dan keterampilan kerja atau praktek yang telah di peroleh dari pendidikan.
- d. On The Job Training dapat menambah praktek taruna yang tidak di ajarkan di kampus
- e. On The Job Training melatih para taruna agar dapat bekerjasama untuk menyelesaikan suatu permasalahan dalam pekerjaan.
- f. On The Job Training dapat melatih tanggung jawab taruna dalam mengerjakan suatu pekerjaan nyata bagaimana penerapan teori secara langsung ke dalam dunia kerja nyata.

5.2 Saran

5.2.1 Saran Terhadap Permasalahan

Setelah melaksanakan On The Job Training (OJT), penulis memberikan saran pada permasalahan dan pelaksanaan OJT sebagai berikut :

- a. Meningkatkan pengawasan terhadap faktor lingkungan seperti kelembapan dan kebersihan peralatan serta area transformator untuk menghindari kontaminasi pada isolator.
- b. Memanfaatkan teknologi monitoring online seperti Dissolved Gas Analysis (DGA) dan thermography untuk mendeteksi gangguan internal secara real-time.
- c. Melaksanakan pengujian IR, PI, RDC, dan TTR secara berkala sesuai jadwal pemeliharaan agar penurunan kualitas isolasi dapat terdeteksi lebih awal

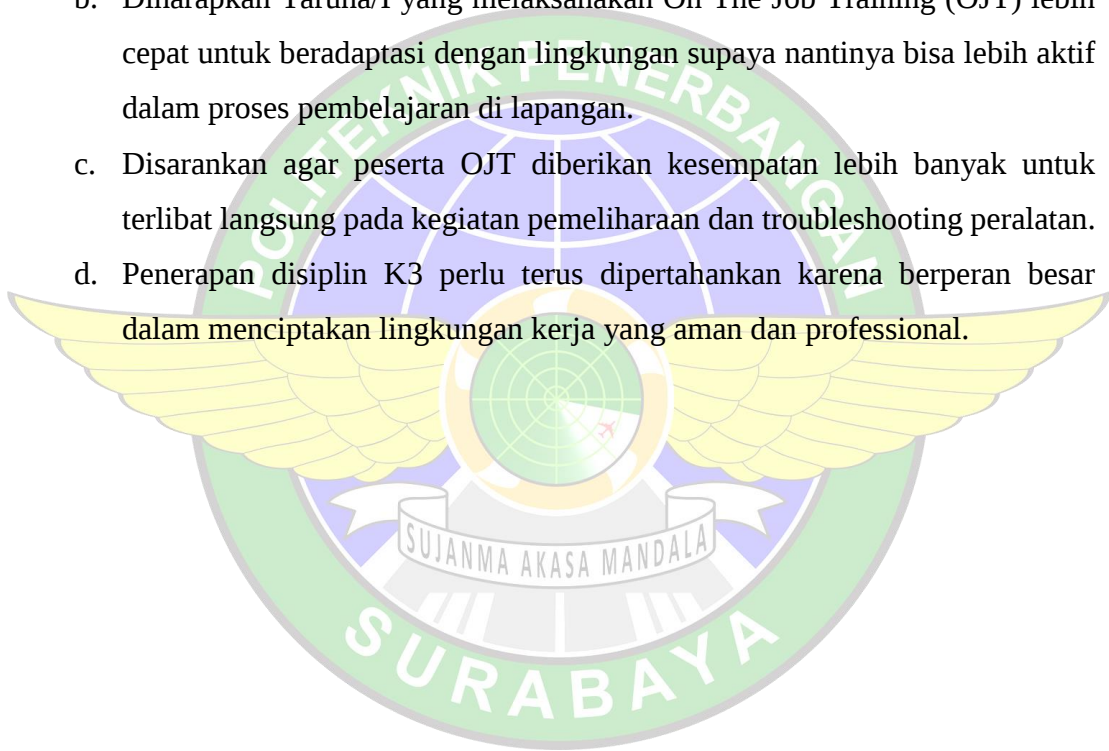
5.2.1 Saran Terhadap Pelaksanaan OJT Secara Keseluruhan

Selama 2 bulan melaksanakan On the Job Training (OJT) ke-1 di PLTU Paiton Unit 1&2 saya selaku penulis sangat mendapatkan banyak ilmu baru yang

sangat bermanfaat dan nantinya akan saya terapkan di dalam dunia kerja, terutama di Unit 1 dan 2.

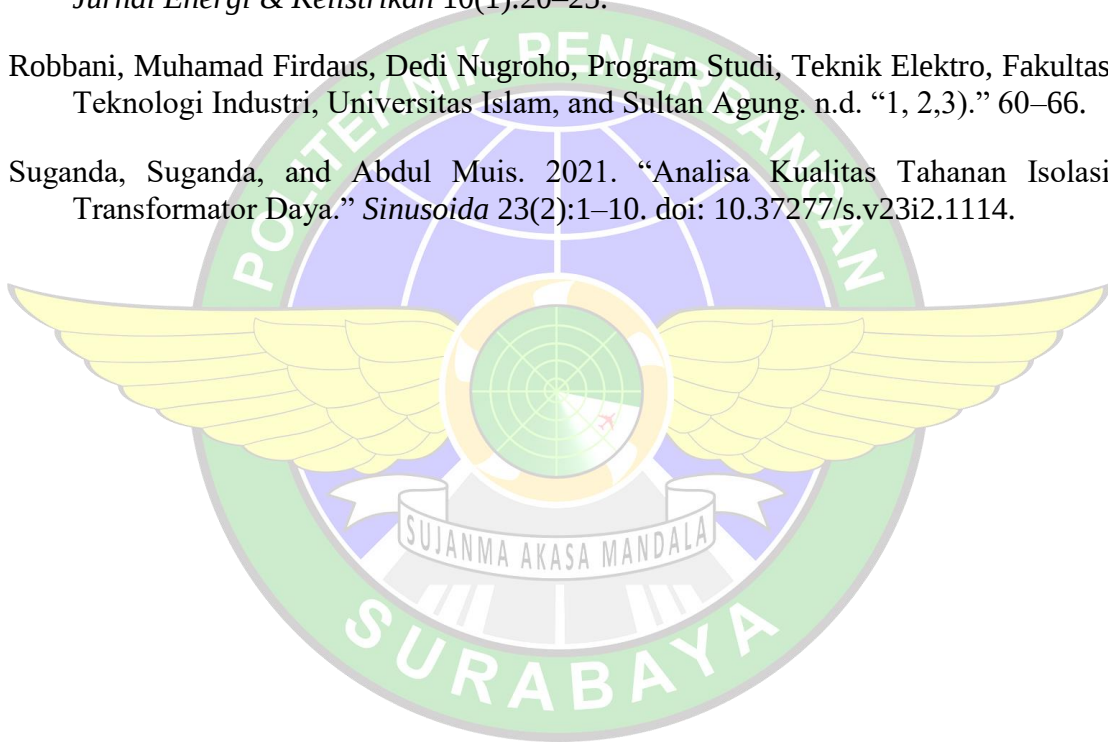
Selain mengucapkan terimakasih, saya selaku penulis juga ingin memberi saran yaitu:

- a. Untuk menungjang keselamatan dan kenyamanan dalam bekerja sebaiknya para teknisi bekerja sesuai dengan Standar Operasional Prosedur (SOP) yang berlaku dan menggunakan seragam dan peralatan safety.
- b. Diharapkan Taruna/I yang melaksanakan On The Job Training (OJT) lebih cepat untuk beradaptasi dengan lingkungan supaya nantinya bisa lebih aktif dalam proses pembelajaran di lapangan.
- c. Disarankan agar peserta OJT diberikan kesempatan lebih banyak untuk terlibat langsung pada kegiatan pemeliharaan dan troubleshooting peralatan.
- d. Penerapan disiplin K3 perlu terus dipertahankan karena berperan besar dalam menciptakan lingkungan kerja yang aman dan professional.



DAFTAR PUSTAKA

- Anon. n.d. “View of Implementasi Dan Pengujian Tahanan Isolasi Pada Transformator Distribusi 200 KVA Di PT. PLN (PERSERO) UP3 Pekanbaru.Pdf.”
- Hidayat, Arifin, and Maria Angela Kartawidjaja. 2025. “Evaluasi Indeks Polaritas (PI) Sebagai Indikator Keandalan Isolasi Kabel Pada Sistem Pressurized Fan Di Gedung Bertingkat PT XYZ.” 2(3).
- Makkulau, Andi, Nurmiati Pasra, and Rifaldi Riska Siswanto. 2018. “Pengujian Tahanan Isolasi Dan Rasio Pada Trafo Ps T15 Pt Indonesia Power Up Mrica.” *Jurnal Energi & Kelistrikan* 10(1):20–25.
- Robbani, Muhamad Firdaus, Dedi Nugroho, Program Studi, Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam, and Sultan Agung. n.d. “1, 2,3).” 60–66.
- Suganda, Suganda, and Abdul Muis. 2021. “Analisa Kualitas Tahanan Isolasi Transformator Daya.” *Sinusoida* 23(2):1–10. doi: 10.37277/s.v23i2.1114.



LAMPIRAN

JADWAL DINAS OJT
DIVISI PEMELIHARAAN LISTRIK
BULAN : OKTOBER 2025

NO	NAMA	TANGGAL																															
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	24	25	26	27	28	29	30	31														
1	Daffa Hafidzt Darmawan	PS	PS	PS	PS	PS	L	L	PS	PS	PS	PS	L	L	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS
2	Miguel Eduardo Soares Da Silva Nunes	PS	PS	PS	PS	PS	L	L	PS	PS	PS	PS	L	L	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS
3	M. Novrizha Ramadhani Akbar	PS	PS	PS	PS	PS	L	L	PS	PS	PS	PS	L	L	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS
4	Sufyan Assauri Fadli	PS	PS	PS	PS	PS	L	L	PS	PS	PS	PS	L	L	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS
5	Yogi Boy Pradana	PS	PS	PS	PS	PS	L	L	PS	PS	PS	PS	L	L	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS

KET :
PS : PAGI – SORE (08.00 – 16.00)
L : LIBUR

JADWAL DINAS OJT
DIVISI PEMELIHARAAN LISTRIK
BULAN : NOVEMBER 2025

No	NAMA	TANGGAL																															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
1	Daffa Hafidzt Darmawan	L	L	PS	PS	PS	PS	PS	L	L	PS	PS	PS	PS	PS	L	L	PS	PS	PS	PS	PS	L	L	PS	PS	PS	PS	PS	PS	L	L	
2	Miguel Eduardo Soares Da Silva Nunes	L	L	PS	PS	PS	PS	PS	L	L	PS	PS	PS	PS	PS	L	L	PS	PS	PS	PS	PS	L	L	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	L	L
3	M. Novrizha Ramadhani Akbar	L	L	PS	PS	PS	PS	PS	L	L	PS	PS	PS	PS	PS	L	L	PS	PS	PS	PS	PS	L	L	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	L	L
4	Sufyan Assauri Fadli	L	L	PS	PS	PS	PS	PS	L	L	PS	PS	PS	PS	PS	L	L	PS	PS	PS	PS	PS	L	L	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	L	L
5	Yogi Boy Pradana	L	L	PS	PS	PS	PS	PS	L	L	PS	PS	PS	PS	PS	L	L	PS	PS	PS	PS	PS	L	L	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	L	L

KET :
PS : PAGI – SORE (08.00 – 16.00)
L : LIBUR

JADWAL DINAS OJT
DIVISI PEMELIHARAAN LISTRIK
BULAN : DESEMBER 2025

NO	NAMA	TANGGAL											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Daffa Hafidzt Darmawan	PS	PS	PS	PS	PS	L	L	PS	PS	PS	PS	PS
2	Miguel Eduardo Soares Da Silva Nunes	PS	PS	PS	PS	PS	L	L	PS	PS	PS	PS	PS
3	M. Novrizha Ramadhani Akbar	PS	PS	PS	PS	PS	L	L	PS	PS	PS	PS	PS
4	Sufyan Assauri Fadli	PS	PS	PS	PS	PS	L	L	PS	PS	PS	PS	PS
5	Yogi Boy Pradana	PS	PS	PS	PS	PS	L	L	PS	PS	PS	PS	PS

KET :
PS : PAGI – SORE (08.00 – 16.00)
L : LIBUR

DOKUMENTASI ON THE JOB TRAINING



