

**LAPORAN KERJA PRAKTEK  
PT PLN NUSANTARA POWER UNIT LAYANAN PLTA  
KOTO PANJANG**

**PROTEKSI GENERATOR UNIT 2 ULPLTA KOTO PANJANG  
MENGUNAKAN RELAY DIFFERENSIAL**

**DINDA PERMATA SARI**

**NIM. 3204201331**



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
PROGRAM STUDI D-IV TEKNIK LISTRIK  
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS  
RIAU-INDONESIA**

**2023**

# LEMBAR PENGESAHAN

## KERJA PRAKTEK UNIT LAYANAN PLTA KOTO PANJANG LAPORAN

Ditulis sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Kerja Praktek

**DINDA PERMATA SARI**

**NIM. 3204201331**

Koto Panjang, 01 September 2023

Pembimbing Lapangan

Dosen Pembimbing

PT PLN Nusantara Power ULPLTA Koto  
Panjang

Program Studi D4 Teknik Listrik



**MUHAMMAD RIDHO**

NIP. 94162142ZY



**ZULKIFLI, S. Si., M.Sc.**

NIP.197409112014041001

Disetujui/Disahkan

Ka.Prodi Teknik Listrik



**MUJARNIS, ST., MT.**

NIP.197302042021212004

## KATA PENGANTAR

Assalmu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh

Puji syukur kehadirat ALLAH SWT, karena rahmat dan hidayah-Nya lah sehingga penulis dapat melaksanakan kegiatan kerja praktek (KP) di PT PLN Nusantara Power, Unit Layanan PLTA Koto Panjang yang terlaksana pada 05 juni- 01 September 2023 serta mampu menyelesaikan laporan dengan judul ***“PROTEKSI GENERATOR UNIT 2 ULPLTA KOTO PANJANG MENGGUNAKAN RELAI DIFFERENSIAL”***

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan kerja praktek maupun dalam pembuatan laporan ini hingga selesai yaitu kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan kemudahan kepada penulis.
2. Kedua orang tua yaitu bapak Hardanis dan ibu Sri Embun serta Keluarga, yang selalu mendukung.
3. Bapak Syaiful Amri, S. ST., M. T., Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
4. Ibu Muharnis, S.T., M.T., Selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik.
5. Bapak Zulkifli, S. Si., M.Sc., Selaku Dosen Pembimbing KP.
6. Bapak Cecep Sofhan Munawar Selaku Manager Unit Layanan PLTA Koto Panjang.
7. Bapak Muhammad Ridho, Sebagai Pembimbing Lapangan.
8. Seluruh karyawan/ti Unit Layanan PLTA Koto Panjang yang telah banyak membantu penulisan selama melaksanakan kerja praktek.
9. Teman-teman mahasiswa yang sama-sama melaksanakan kerja praktek bersama penulis di Unit Layanan PLTA Koto Panjang.
10. Teman-teman Jurusan teknik Elektro Politeknik Negeri Bengkalis yang telah membantu penulisan dalam penyusunan laporan.
11. Pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu atas bantuannya dan dukungannya.

Saya sangat bersyukur dan berterima kasih kepada pemimpin PT PLN Nusantara Power Unit Layanan PLTA Koto Panjang, karena sudah memberikan kesempatan saya untuk bisa melaksanakan kerja praktek, banyak sekali ilmu yang saya peroleh dari karyawan-karyawan perusahaan.

Tidak lupa juga saya menyampaikan permohonan maaf kepada pimpinan dan karyawan/ti jika saya melakukan kesalahan. Semoga materi laporan kerja praktek ini dapat bermanfaat bagi saya maupun orang lain, sehingga tujuan yang diharapkan dapat tercapai, amin ya rabbal alamin.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuhu.

Koto Panjang, 01 September 2023

Penulis

Dinda Permata Sari  
NIM. 3204201331

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>BAB I PROFILE PERUSAHAAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Sejarah Berdirinya ULPLTA Koto Panjang.....	1
1.2 Deskripsi Proyek .....	3
1.2.1 Jadwal Pembangunan.....	3
1.2.2 Sumber Dana.....	3
1.2.3 Lingkup Pekerjaan .....	3
1.3 Data-data Teknis, Kegiatan dan Kondisi ULPLTA Koto Panjang Secara Umum.....	6
1.4 Visi dan Misi PT PLN Nusantara Power.....	8
1.4.1 Visi .....	8
1.4.2 Misi .....	8
1.5 Struktur Organisasi ULPLTA Koto Panjang.....	8
1.6 Ruang Lingkup .....	9
1.6.1 Seksi Operasi .....	9
1.6.2 Seksi Pemeliharaan .....	10
1.6.3 Seksi Tata Usaha.....	10
<b>BAB II DESKRIPSI KEGIATAN KERJA PRAKTEK (KP) .....</b>	<b>11</b>
2.1 Spesifikasi Tugas Yang Dilaksanakan .....	11
2.2 Target yang diharapkan .....	31
2.3 Perangkat Keras dan Perangkat Lunak yang digunakan .....	32
2.4 Data-data yang diperlukan.....	34
2.5 Dokumen File yang dihasilkan.....	34
2.6 Kendala yang dihadapi Penulis .....	35

2.7 Hal-hal yang dianggap Perlu .....	35
<b>BAB III PRINSIP KERJA ULPLTA KOTO PANJANG .....</b>	<b>36</b>
3.1 Gambaran Umum PLTA .....	36
3.2 Prinsip Kerja ULPLTA Koto Panjang.....	37
3.2.1 Bendungan .....	37
3.2.2 Turbin.....	39
3.2.3 Generator .....	41
3.2.4 Transformator .....	46
<b>BAB IV PROTEKSI GENERATOR UNIT 2 ULPLTA KOTO PANJANG MENGUNAKAN RELAY DIFFERENSIAL .....</b>	<b>48</b>
4.1 Generator PLTA Koto Panjang .....	48
4.2 Proteksi Generator .....	49
4.2.1 Komponen Proteksi Generator.....	49
4.2.2 Syarat Proteksi Generator .....	51
4.3 Relay Proteksi Generator.....	51
4.3.1 Fungsi Relay Proteksi Generator pada Sistem Proteksi.....	52
4.3.2 Elemen Dasar Relay Proteksi Generator .....	52
4.3.3 Cara Kerja Control Elemen Relay Generator .....	52
4.4 Relay Proteksi Generator PLTA Koto Panjang.....	53
4.5 Relay Differensial.....	54
4.5.1 Fungsi Relay Differensial .....	55
4.5.2 Cara Kerja Relay Differensial.....	55
4.5.3 Setting Relay Differensial pada Generator .....	55
4.6 Pengujian Relay Differensial PLTA Koto Panjang.....	56
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>58</b>
5.1 Kesimpulan.....	58
5.2 Saran .....	58
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>59</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Arus <i>Minimum Operating Coil</i> .....	56
Tabel 4.2 Karakteristik.....	56
Tabel 4.3 Pengujian fungsi perangkat keras/ <i>hardware</i> .....	57

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 ULPLTA Koto Panjang.....	1
Gambar 1. 2 Struktur Organisasi ULPLTA Koto Panjang .....	9
Gambar 2.1 Pengenalan lingkungan kerja .....	11
Gambar 2.2 <i>Heat Exchanger</i> 1 dan unit 2.....	12
Gambar 2.3 Generator unit 3.....	12
Gambar 2.4 Generator unit 3.....	12
Gambar 2.5 <i>Heat Exchanger</i> 3.....	13
Gambar 2.6 Baterai basah .....	13
Gambar 2.7 <i>Strainer</i> unit 2.1 dan unit 2.2.....	13
Gambar 2.8 Generator unit 1.....	14
Gambar 2.9 Transformator unit 1.....	14
Gambar 2.10 Sistem kontrol sistem proteksi .....	14
Gambar 2.11 Batang Elektroda Level switch .....	15
Gambar 2.12 <i>Heat Exchanger</i> 3.....	15
Gambar 2.13 Generator unit 3.....	15
Gambar 2.14 Generator unit 3.....	16
Gambar 2.15 Generator unit 2.....	16
Gambar 2.16 Baterai Kering .....	16
Gambar 2.17 <i>Heat Exchanger</i> 1 dan unit 2.....	17
Gambar 2.18 <i>Heat Exchanger</i> 2 dan unit 3.....	17
Gambar 2.19 <i>Heat Exchanger</i> unit 1, 2, 3 dan Sphere.....	17
Gambar 2.20 Generator unit 1.....	18
Gambar 2.21 <i>Heat Exchanger</i> 2 dan unit 3.....	18
Gambar 2.22 Batang Elektroda <i>Level switch</i> .....	18
Gambar 2.23 Baterai Basah.....	19
Gambar 2.24 <i>Tranducer</i> .....	19
Gambar 2 25 Generator unit 3.....	19
Gambar 2.26 <i>Tranducer</i> dan panel Pompa IPAL.....	20



Gambar 2.27 <i>Heat Exchanger</i> 1 dan unit 3.....	20
Gambar 2. 28 Baterai Basah.....	20
Gambar 2.29 Panel <i>Lighting Crane</i> .....	21
Gambar 2.30 Generator unit 2.....	21
Gambar 2.31 Penggantian <i>Tranducer</i> .....	21
Gambar 2.32 RTD panel generator control unit 3.....	22
Gambar 2.33 Pemeliharaan lingkungan kerja di area <i>Top Cover</i> .....	22
Gambar 2.34 Pemeliharaan lingkungan kerja di area <i>Switchgear</i> .....	22
Gambar 235 Pemeliharaan lingkungan kerja di area CCR .....	23
Gambar 2.36 Pemasangan kabel <i>Straight</i> RTD .....	23
Gambar 2.37 Monitor HMI RTD .....	23
Gambar 2.38 Sistem <i>start sequence pada backup desk</i> dan SCADA .....	24
Gambar 2.39 Busbar generator .....	24
Gambar 2.40 Generator unit 1.....	24
Gambar 2.41 Panel MCC .....	25
Gambar 2.42 Generator unit 3.....	25
Gambar 2.43 <i>Heat Exchanger</i> 3.....	25
Gambar 2.44 Generator unit 2.....	26
Gambar 2.45 <i>Heat Exchanger</i> 2.....	26
Gambar 2.46 <i>Heat Exchanger</i> unit 2 dan unit 3.....	26
Gambar 2.47 Pengujian kualitas minyak trafo unit 3.....	27
Gambar 2.48 Baterai Basah.....	27
Gambar 2.49 Panel <i>Draniage pump</i> 2.2.....	27
Gambar 2.50 <i>Heat Exchanger</i> 2 dan unit 3.....	28
Gambar 2.51 Panel <i>oil pumping set control</i> unit 2 .....	28
Gambar 2.52 <i>Heat Exchanger</i> 3.....	28
Gambar 2.53 Gas CO <sub>2</sub> .....	29
Gambar 2.54 Pengukuran tahanan isolasi .....	29
Gambar 2.55 Strainer unit 2.2 .....	29
Gambar 2.56 Pompa <i>raw water</i> .....	30
Gambar 2.57 <i>Heat Exchanger</i> 2 dan unit 3.....	30

Gambar 2.58 <i>Heat Exchanger</i> 1, unit 2 dan unit 3.....	30
Gambar 2.59 <i>Heat Exchanger</i> 1 dan unit 3.....	31
Gambar 2.60 <i>Heat Exchanger</i> 2 dan unit 3.....	31
Gambar 2.61 Pelindung Kepala .....	32
Gambar 2.62 Masker.....	32
Gambar 2.63 Sarung tangan.....	33
Gambar 2.64 Sepatu pelindung.....	33
Gambar 2. 65 <i>Tool box</i> .....	33
Gambar 3.1 Prinsip kerja ULPLTA Koto Panjang .....	37
Gambar 3.2 Bendungan ULPLTA Koto Panjang .....	38
Gambar 3.3 Elevasi air Bendungan ULPLTA Koto Panjang .....	39
Gambar 3.4 Struktur turbin kaplan ULPLTA Koto Panjang .....	41
Gambar 3.5 Generator ULPLTA Koto Panjang.....	42
Gambar 3.6 Rotor ULPLTA Koto Panjang .....	42
Gambar 3.7 <i>Slip Ring</i> ULPLTA Koto Panjang.....	44
Gambar 3.8 <i>Carbon Brush</i> ULPLTA Koto Panjang.....	44
Gambar 3.9 Stator ULPLTA Koto Panjang.....	45
Gambar 3.10 Transformator ULPLTA Koto Panjang unit 3 .....	46
Gambar 4.1 Nemplat Generator unit 2 .....	48
Gambar 4.2 SLD Relay Proteksi PLTA Unit 2 ULPLTA Koto Panjang.....	53
Gambar 4.3 Panel Relay Differensial unit 2 ULPLTA Koto Panjang .....	55

# BAB I

## PROFILE PERUSAHAAN

### 1.1 Sejarah Berdirinya ULPLTA Koto Panjang

Untuk memenuhi kebutuhan listrik di Sumatera khususnya Riau dan Sumatera Barat yang terus meningkat, salah satu cara untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan membangun unit pembangkit baru. Langkah nyata yang dilakukan adalah pembangunan Pusat Pembangkit Listrik Koto Panjang. Terletak di Desa Rantau Berangin, Kabupaten Kampar Provinsi Riau, sekitar 20 km dari Bangkinang atau 87 km dari Pekanbaru. PLTA Koto Panjang dapat membangkitkan tenaga listrik sebesar 114 MW atau 542 GWh pertahun yang terdiri dari 3 unit ( 3 x 38 ) MW, dengan membuat bendungan beton setinggi 58 m pada aliran sungai Kampar. Luas daerah tangkapan air (*catchment area*) Unit Layanan PLTA Koto Panjang sekitar 3.337 km<sup>2</sup> dengan debit air tahunan rata-rata 184,4 m<sup>3</sup>/s. Biaya pembangunan proyek Pusat Listrik Koto Panjang berasal dari pemerintah Indonesia melalui dana APBN dan Non APBN (APLN) dan dana pinjaman luar negeri dari *Oversease Economic Cooperation Funds* (OECF), Jepang. Biaya pembangunan proyek Pusat Listrik Kota Panjang sekitar 700 Milyar Rupiah.



Gambar 1.1 ULPLTA Koto Panjang  
(Sumber: Unit Layanan PLTA Koto Panjang. 2023)

Pusat Listrik Koto Panjang diharapkan mampu menghasilkan daya listrik sebesar 114 MW dengan kapasitas pembangkit 542 GWh/tahun, dengan memanfaatkan aliran air sungai Kampar dan sungai Mahat. Energi listrik yang

dihasilkan akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan tenaga listrik di wilayah Sumatera Barat dan Riau, khususnya untuk kota Pekanbaru yang merupakan pusat pemerintahan Provinsi Riau.

Adapun kondisi alam di lokasi proyek Pusat Listrik Kota Panjang sebagai berikut:

- a. Temperatur udara rata-rata 20°C
- b. Kelembaban udara rata-rata 84
- c. Curah hujan 2700 mm/hujan

Proyek Pusat Listrik Kota Panjang diinterkoneksi dengan PLTU Ombilin berkapasitas 200 MW yang mencakup Gardu Induk Salak, Gardu Induk Solok, Gardu Induk Indarung, Gardu Induk Teluk Bayur, Gardu Induk Kandis, Gardu Induk Padang Luar, Gardu Induk Payakumbuh, PLTD Simpang Haru, PLTD/ PLTG Pauh Limo, Pusat Listrik Batang Agam melalui *switchyard* yang ada pada Pusat Listrik Kota Panjang dan selanjutnya akan dihubungkan pula dengan PLTD/G dan Gardu Induk sekitar Pekanbaru. Sarana dan prasarana yang terdapat pada lokasi proyek Pusat Listrik Kota Panjang sebagai faktor penunjang dari kegiatan proyek adalah :

- a. *Power House* sebagai kantor pusat dari proyek Pusat Listrik Kota Panjang Sumatera Barat dan Riau yang terletak di jalan raya km 15 Rantau Berangin.
- b. Rumah dinas yang disediakan untuk karyawan Pusat Listrik Kota Panjang terletak berdekatan dengan kantor pusat.
- c. *Mess-mess* yang disediakan oleh kontraktor sebagai tempat tinggal para pekerja yang terletak langsung dalam proyek Pusat Listrik Kota Panjang.
- d. Sarana transportasi berupa mobil dan motor yang telah disediakan bagi karyawan yang terlibat langsung dalam proyek Pusat Listrik Kota Panjang digunakan untuk mempermudah peninjauan dan pengamatan tentang perkembangan proyek, dimana letaknya kurang lebih 3 km dari *Power House*.

## 1.2 Deskripsi Proyek

Proyek Pusat Listrik Koto Panjang terletak di Rantau Berangin, Kecamatan Bangkinang, Kabupaten Kampar Provinsi Riau, sekitar 20 Km dari Bangkinang atau 87 Km dari Pekanbaru yang dapat membangkitkan tenaga listrik sebesar 114 MW atau 542 GWh pertahun dengan membuat bendungan beton setinggi 58 m pada aliran Sungai Kampar.

### 1.2.1 Jadwal Pembangunan

Maret 1987 - Februari 1997	Pembebasan Tanah
Maret 1987 - Desember 1993	Pekerjaan Prasarana Kontruksi
Febuari 1993 - Maret 1997	Relokasi Jalan Nasional dan Provinsi
Oktober 1992 - Desember 1997	Pekerjaan Utama
Maret 1997 -Agustus 1997	Penggenangan ( <i>Impounding</i> )
Juli 1990 - Maret 2003	Pemantauan Program Kependudukan dan Lingkungan Hidup.

### 1.2.2 Sumber Dana

Pembangunan Pusat Listrik Koto Panjang memerlukan dana sekitar 700 Milyar Rupiah. Sumber dana proyek pembangunan Pusat Listrik Koto Panjang berasal dari pemerintah Indonesia melalui dana APBN dan Non APBN (APLN) dan dana pinjaman luar negeri dari *Overseas Economic Cooperation Funds* (OECE) Jepang.

### 1.2.3 Lingkup Pekerjaan

Secara Garis besar ruang lingkup pekerjaan pembangunan ULPLTA Koto Panjang adalah sebagai berikut:

#### a. Pekerjaan Prasarana, Erection Transmisi dan Gardu Induk

LOT 1	Jalan sementara	L = 1,4 km
LOT 2	Sebagian relokasi jalan nasional	L = 3,8 km
LOT 3	Base camp dan kantor untuk PLN dan Konsultan	

- LOT 4 Jalan masuk ke dam site L = 1,2 km
- LOT 5 Pondasi Tower dan Erection Jaringan Transmisi 150 kV
- LOT 6 Pekerjaan Sipil Gardu Induk dan Erection Trafo
- LOT 7 Pondasi Tower dan Erection Jaringan Transmisi 150 kV

**b. Pekerjaan umum (Kontraktor Internasional)**

- LOT 1 Pekerjaan Sipil Utama (Dam, *Power house*, *Diversion-Tunnel*)
- LOT 2 Pekerjaan *Metal* (Pintu Air, Saringan dan Pipa Pesat)
- LOT 3A Turbin 3 Unit, *Governor 3 Unit dan Overhead Traveling – Crane*
- LOT 3B Generator 3 Unit (45.000 kVA), 3 Unit Trafo Utama (45.000kVA)
- LOT 3C1 Peralatan Serandang Hubung, Trafo 10 MVA
- LOT 3C2 *Supply* material Gardu Induk Pekanbaru dan Bangkinang
- LOT 4 *Supply* material tower, kabel 150 kV dan isolator
- LOT 5 *Flood forecasting dan warning system dan telemetering – System*
- LOT A' Relokasi jalan nasional (41 km), jembatan Gulamo (288 m) dan jembatan Kampar (293 m)
- LOT B' Relokasi jalan provinsi (22,2 km)

**c. Tahap Pelaksanaan Pembangunan Pusat Listrik Kota Panjang**

1. Survei Pendahuluan (*Reconnissance Survey*)  
Dilaksanakan pada tahun 1979 oleh TEPCO (*Tokyo Electric Power Services Co. Ltd*).
2. Pra Study Kelayakan (*Pre Peasibility Study*)  
Dilaksanakan pada tahun 1980 oleh TEPCO (*Tokyo Electric Power Services Co. Ltd*).
3. Study Kelayakan (*Peasibility Study*)  
Dilaksanakan pada tahun 1982 - 1984 oleh JICA (*Japan International Cooperation Agency*).
4. Perencanaan Detil (*Detail Engineering Design*)

Dilaksanakan pada tahun 1987 - 1988 oleh TEPSO bekerja sama dengan konsultan nasional PT. Yodya Karya, Jakarta.

5. Pra Kontruksi (*Pre Construction Engineering*)

Dilaksanakan pada tahun 1989 oleh TEPSO bekerja sama dengan konsultan nasional PT. Yodya Karya. Jakarta.

6. Tahap Pembangunan (*Construction Stage*)

Disain-disain pekerjaan prasarana kontruksi dilaksanakan oleh PLN Pikitring Sumbar dan Riau, bekerja sama dengan konsultan-konsultan lokal.

Supervisi pelaksanaan pekerjaan umum dilaksanakan oleh konsultan dari Jepang yaitu TEPCO (*Tokyo Electric Power Services Co. Ltd*) bekerja sama dengan konsultan nasional yaitu PT. Yodya Karya dan PT. Trimitra Nusa *Engineering*. Kontraktor yang melaksanakan pekerjaan pembangunan Pusat Listrik Kota Panjang adalah sebagai berikut :

LOT 1	<i>Civil Works</i>	HAZAMA-BRANTAS- ABIPRAYA J.O.
LOT 2	<i>Metal Works</i>	SUMITOMO CORP.
LOT 3A	<i>Turbines</i>	KVAERNER BOVING
LOT 3B	Generator	ELIN – AUSTRODWIPA
LOT 3	<i>CISwitchyard</i>	SIEMENS AG
LOT	<i>C2 Material Substation</i>	HIUNDAI CORP.
LOT 4	Material T / L 150 kV,	NICHIMEN CORP.
LOT 5	<i>Flood Forecasting dan Warning System dan Telemetering System</i>	- - -
LOT5A'	Relokasi Jalan Nasional,	CITRA SARANA BAHARI
LOT 5B'	Relokasi Jalan Provinsi	BERINGIN MAS JAYA
LOT 5	<i>Erection T / L 150 kV</i>	ELMECCITRA TECHNICA
LOT 6	<i>Erection Gardu induk</i>	IDEE MURNI PRATAMA
LOT 7	<i>Erection T / L 150 kV</i>	WIJAYAKARYA

Pekerjaan sipil utama yaitu LOT 1 dimulai sejak tanggal 16 Oktober 1992 dan selesai pada tanggal 15 Desember 1997. Unit I dengan kapasitas 38 MW beroperasi membangkitkan energi listrik pada bulan Agustus 1997, selanjutnya Unit 2 bulan Oktober 1997 dan Unit 3 bulan September 1997.

### **1.3 Data –data Teknis, Kegiatan dan Kondisi ULPLTA Koto Panjang Secara Umum**

Pusat Listrik Kota Panjang dengan kapasitas 3x38 MW mulai beroperasi pada tahun 1998, selain untuk memenuhi sistem tenaga listrik Riau, Pusat Listrik Kota Panjang juga terhubung dengan sistem Sumatera Barat dengan menggunakan jaringan transmisi 150 kV. Saat ini sistem sambungan Pusat Listrik Kota Panjang terhubung di seluruh Sumatera namun terbagi menjadi dua sistem jaringan transmisi yakni utara dan selatan. Pusat Listrik Kota Panjang merupakan sistem jaringan transmisi utara yang terinterkoneksi langsung ke selatan melalui gardu induk Payakumbuh. Karena Pusat Listrik Kota Panjang beroperasi langsung ke sistem selatan yakni Sumatera barat, maka pengaturan operasional Pusat Listrik Kota Panjang dilakukan oleh Pusat Pengaturan dan Penyaluran Beban Sumatera (P3BS) yang berada di Pekanbaru. Adapun data-data teknis dari Pusat Listrik Kota Panjang :

1. Kapasitas Pembangkit
  - Daya Maksimum : 38 MW / unit
  - Daya Maksimum Operasi : 114 MW (3 X38 MW)
  - Produksi energi rata-rata pertahun : 542 GWh
2. Daerah Genangan
  - Kapasitas genangan : 545 Juta m<sup>3</sup>
  - Ketinggian muka air maksimum : 85,0 m
  - Ketinggian muka air minimum : 73,5 m
  - Luas area genangan : 124 km<sup>2</sup>
  - Rata-rata debit masuk pertahun : 184,4 m<sup>3</sup>/det
3. Dam
  - Type Dam* : *Concrete Gravity*



Tinggi	: 58,0 m
Panjang puncak	: 257,5 m
Volume Dam	: 330.000 m <sup>3</sup>
4. Bangunan Pelimpah	
<i>Type</i>	: <i>Gate over flowing</i>
Kapasitas	: 8.000 m <sup>3</sup> /det
5. Terowongan Pengelak	
Jumlah unit	: 2 unit
Diameter dalam	: 10 m
Total kapasitas rencana	: 1.300 m <sup>3</sup> /det
6. Pipa Pesat/ <i>Penstok</i>	
Panjang	: 86,9 m
Jumlah unit	: 3 Unit
Garis tengah	: 5,0 m
7. Gedung Pembangkit	
Panjang	: 803 m
Lebar	: 35,6 m
Tinggi	: 44,0 m
8. Turbin	
<i>Type</i>	: <i>Vertical Shaft, Kaplan</i>
Kapasitas terpasang	: 39.400 Kw × 3 unit
Tinggi efektif	: 38,1 m
9. Generator	
<i>Type</i>	: <i>3 phase AC</i>
Kapasitas	: 45.000 kVA × 3 unit
<i>Voltage</i>	: 11 kV
10. Transformator Utama	
<i>Type</i>	: <i>3 phase ONAF out door</i>
Kapasitas	: 45.000 kVA × 3 unit
<i>Voltage</i>	: 11 / 150 kV
11. Jaringan transmisi	

- Panjang jaringan transmisi 153 km. 83 km ke pekanbaru dan 70 km ke Payakumbuh. Tegangan 150 kv dan banyak sirkuit ganda.  
Konduktor : ACSR 435/ 55 mm<sup>2</sup><ACSR 300  
Banyak tower : 459 buah

#### **1.4 Visi dan Misi PT PLN Nusantara Power**

##### **1.4.1 Visi**

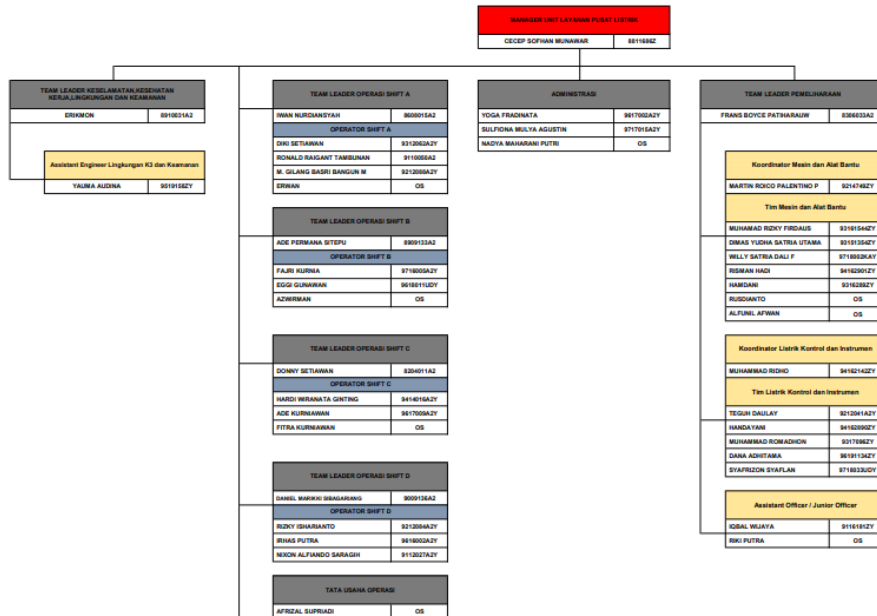
Menjadi Perusahaan terdepan dan terpercaya dalam bisnis energi berkelanjutan.

##### **1.4.2 Misi**

1. Menjalankan bisnis energi yang inovatif dan kolaboratif, tumbuh dan berkelanjutan, serta berwawasan lingkungan.
2. Menjaga tingkat kinerja tertinggi untuk membersihkan nilai tambah bagi pemangku kepentingan.
3. Menarik minat dan mengembangkan talenta terbaik serta menjalankan organisasi agile dan adaptif.

#### **1.5 Struktur Organisasi ULPLTA Koto Panjang**

Dalam struktur keorganisasian, Pusat Listrik Koto Panjang dipimpin oleh seorang Manajer unit. Dalam menjalankan segala kewajibannya, seorang pemimpin Pusat Listrik dibantu oleh beberapa supervisor. Di samping itu juga teknisi-teknisi dibidang kelistrikan, mesin-mesin, sipil dan tata usaha.



Gambar 1. 2 Struktur Organisasi ULPLTA Koto Panjang  
(Sumber: Arsip perusahaan)

## 1.6 Ruang Lingkup

Unit Layanan PLTA Kota Panjang dipimpin oleh Manager Unit yang dibantu oleh seksi operasi, seksi pemeliharaan dan seksi tata usaha.

### 1.6.1 Seksi Operasi

Seksi operasi mempunyai tugas sebagai berikut:

1. Mengkoordinasikan, memberikan petunjuk dan mengarahkan kepada operator dan petugas operasi bidang pembangkit dan pemeliharaan dalam menjaga keandalan sistem dalam pengoperasian pembangkit serta kontinuitas penyaluran tenaga listrik.
2. Untuk melaksanakan tugas-tugas pokok, seksi operasi mempunyai fungsi sebagai berikut:
  - a. Persiapan pengoperasian instalasi pembangkit tenaga listrik.
  - b. Pengoperasian instalasi pusat listrik tenaga air sesuai dengan pedoman serta petunjuk yang ditetapkan.
  - c. Pelaporan pengoperasian, gangguan, kerusakan peralatan dan keamanan dari pusat tenaga air.
  - d. Pengaturan pengoperasian unit.

### **1.6.2 Seksi Pemeliharaan**

Tugas pokok seksi pemeliharaan, yaitu melaksanakan pemeliharaan pembangkit tenaga listrik sesuai dengan petunjuk yang ditetapkan. Seksi pemeliharaan mempunyai fungsi sebagai berikut:

3. Menyediakan rencana pemeliharaan instalasi tenaga air.
4. Melaksanakan pemeliharaan instalasi tenaga air sesuai dengan pedoman dan petunjuk yang telah ditetapkan.
5. Melaporkan pelaksanaan pemeliharaan instalasi pusat tenaga air.
6. Melaksanakan pekerjaan bengkel ULPLTA Kota Panjang.

### **1.6.3 Seksi Tata Usaha**

Seksi tata usaha mempunyai tugas pokok seperti mengkoordinasikan, memberikan petunjuk dan mengarahkan petugas di lingkungan tata usaha dalam hal pembukuan, pegawai, tata usaha, gudang, keamanan, dan keselamatan kerja. Seksi tata usaha mempunyai fungsi sebagai berikut:

7. Melaksanakan tata usaha kepegawaian.
8. Melaksanakan kesekretariatan.
9. Melaksanakan tata usaha gudang.
10. Melaksanakan keselamatan dan keamanan kerja.

## BAB II

### DESKRIPSI KEGIATAN KERJA PRAKTEK (KP)

#### 2.1 Spesifikasi Tugas Yang Dilaksanakan

Dalam pelaksanaan Kerja Praktek (KP) yang dilakukan di PT Nusantara Power ULPLTA Koto Panjang, yaitu sangat penting bagi kita untuk menambah wawasan yang lebih bermanfaat, karena pada saat melakukan Kerja Praktek kita bisa melihat semua secara langsung proses suatu pekerjaan dengan jelas dari segi alat maupun yang lain. Adapun kegiatan- kegiatan yang telah dilakukan penulis mulai dari tanggal 05 Juni sampai 01 September 2023 di PT PLN Nusantara Power ULPLTA Koto Panjang adalah sebagai berikut:

1. Senin, 05 Juni 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan pengenalan lingkungan kerja dan melakukan kerja praktek membersihkan batang elektroda *Level switch* di *Water Treatment Plant* (WTP) seperti Gambar 2.1:



Gambar 2.1Pengenalan lingkungan kerja

2. Selasa, 06 Juni 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan *Maintenance* pada *Heat Exchanger*(HE) unit 1 dan unit 2 seperti pada Gambar 2.2:



Gambar 2.2 *Heat Exchanger* 1 dan unit 2

3. Rabu, 07 Juni 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan rutin Pembersihan area *Slip Ring*, penggantian Filter *Slip Ring*, dan pengukuran *Carbon Brush* generator pada unit 3 seperti Gambar 2.3:



Gambar 2.3 Generator unit 3

4. Kamis, 08 Juni 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan Pengecekan *Oil Head* generator pada unit 3 seperti Gambar 2.4:



Gambar 2.4 Generator unit 3

5. Jum'at, 09 Juni 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan *Maintenance* pada *Heat Exchanger*(HE) unit 3 seperti Gambar 2.5:



Gambar 2.5 *Heat Exchanger 3*

6. Senin, 12 Juni 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan pengecekan dan pengukuran pada Baterai basah seperti Gambar 2.6:



Gambar 2.6 Baterai basah

7. Selasa, 13 Juni 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan *Maintenance Strainer* pada unit 2.1 dan 2.2 seperti Gambar 2.7:



Gambar 2.7 *Strainer unit 2.1 dan unit 2.2*

8. Rabu, 14 Juni 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan rutin Pembersihan area *Slip Ring*, penggantian Filter *Slip Ring* dan pengukuran *Carbon Brush* generator pada unit 1 seperti Gambar 2.8:



Gambar 2.8 Generator unit 1

9. Kamis, 15 Juni 2023

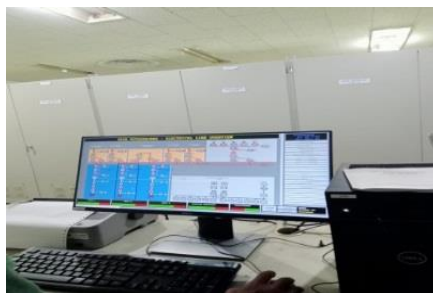
Pada hari ini penulis melakukan kegiatan Pengecekan Transformator pada unit 1 seperti Gambar 2.9:



Gambar 2.9 Transformator unit 1

10. Jum'at, 16 Juni 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan Monitoring dan pengenalan seputar sistem kontrol pada system proteksi seperti Gambar 2.10:



Gambar 2.10 Sistem kontrol sistem proteksi

11. Senin, 19 Juni 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan Pembersihan pada batang Elektroda *Level switch* di Dam Galeri seperti Gambar 2.11:





Gambar 2.11 Batang Elektroda *Level switch*

12. Selasa, 20 Juni 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan *Maintenance* pada *Heat Exchanger*(HE) unit 3 seperti Gambar 2.12:



Gambar 2.12 *Heat Exchanger 3*

13. Rabu, 21 Juni 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan *Pembongkaran* untuk memperbaiki *Oil Head* pada generator unit 3 seperti Gambar 2.13:



Gambar 2.13 Generator unit 3

14. Kamis, 22 Juni 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan *Pemasangan dan Pengecekan* *Oil Head* pada generator unit 3 seperti Gambar 2.14:



Gambar 2.14 Generator unit 3

15. Jum'at, 23 Juni 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan rutin Pembersihan area *Slip Ring*, Penggantian Filter *Slip Ring* pengukuran *Carbon Brush* generator pada unit 2 seperti Gambar 2.15:



Gambar 2.15 Generator unit 2

16. Senin, 26 Juni 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan pengecekan dan pengukuran pada baterai kering seperti Gambar 2.16:



Gambar 2.16 Baterai Kering

17. Selasa, 27 Juni 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan *Maintenance* pada *Heat Exchanger*(HE) unit 1 dan unit 2 seperti Gambar 2.17:



Gambar 2.17 *Heat Exchanger* 1 dan unit 2

18. Senin, 03 Juli 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan *Maintenance* pada *Heat Exchanger*(HE) unit 2 seperti Gambar 2.18:



Gambar 2.18 *Heat Exchanger* 2 dan unit 3

19. Selasa, 04 Juli 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan *Maintenance* pada *Heat Exchanger*(HE) unit 1, 2, 3 dan *Sphare* seperti Gambar 2.19:



Gambar 2.19 *Heat Exchanger* unit 1, 2, 3 dan *Sphare*

20. Rabu, 05 Juli 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan rutin pembersihan area *Slip Ring* dan pengukuran *Carbon Brush* pada generator unit 1 seperti Gambar 2.20:



Gambar 2.20 Generator unit 1

21. Kamis, 06 Juli 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan *Maintenance* pada *Heat Exchanger(HE)* unit 2 dan unit 3 seperti Gambar 2.21:



Gambar 2.21 *Heat Exchanger* 2 dan unit 3

22. Jum'at 07 Juli 2023

Pada hari ini penulis melakukan perawatan batang elektroda *Level switch* di *Water Treatment Plant* seperti Gambar 2.22:



Gambar 2.22 Batang Elektroda *Level switch*

23. Senin, 10 Juli 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan Pengecekan dan pengisian air baterai basah seperti Gambar 2.23:



Gambar 2.23 Baterai Basah

24. Selasa, 11 Juli 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan pengecekan *Tranducer* dirungan *Central Control Room* lantai 2 seperti Gambar 2.24:



Gambar 2.24 *Tranducer*

25. Rabu, 12 Juli 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan rutin Pembersihan area *Slip Ring*, Penggantian Filter *Slip Ring* dan pengukuran *Carbon Brush* pada unit 3 seperti Gambar 2.25:



Gambar 2 25 Generator unit 3

26. Kamis, 13 Juli 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan pengecekan tranduser dan penggantian alat yang rusak pompa Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) seperti Gambar 2.26:



Gambar 2.26 *Tranducer* dan panel Pompa IPAL

27. Jum'at, 14 Juli 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan *Maintenance* pada *Heat Exchanger*(HE) unit 1 dan unit 3 seperti Gambar 2.27:



Gambar 2.27 *Heat Exchanger* 1 dan unit 3

28. Senin, 17 Juli 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan Pengecekan dan pengukuran tegangan pada baterai basah seperti Gambar 2.28:



Gambar 2. 28 Baterai Basah

29. Selasa, 18 Juli 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan pengecekan panel *Lighting Crane* dan penggantian *Lighting Crane* yang rusak pada area generator seperti Gambar 2.29:



Gambar 2.29 Panel *Lighting Crane*

30. Kamis, 20 Juli 2023

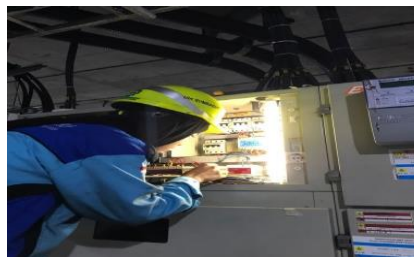
Pada hari ini penulis melakukan kegiatan rutin Membersihkan area *Slip Ring*, penggantian Filter *Slip Ring*, dan pengukuran *Carbon Brush* pada generator unit 2 seperti Gambar 2.30:



Gambar 2.30 Generator unit 2

31. Jum'at, 21 Juli 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan Pengecekan dan penggantian *Tranducer* yang rusak seperti Gambar 2.31:



Gambar 2.31 Penggantian *Tranducer*

32. Senin, 24 Juli 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan Penggantian *Resistance Temperature Detektors* (RTD) pada panel *Generator Control* pada unit 3 seperti Gambar 2.32:



Gambar 2.32 RTD panel generator control unit 3

33. Selasa, 25 Juli 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan Pemeliharaan lingkungan kerja diarea *Top Cover* pada unit 2 lantai B2 seperti Gambar 2.33:



Gambar 2.33 Pemeliharaan lingkungan kerja di area *Top Cover*

34. Rabu, 26 Juli 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan pemeliharaan lingkungan kerja diarea *Switchgear* lantai B1 seperti Gambar 2.34:



Gambar 2.34 Pemeliharaan lingkungan kerja di area *Switchgear*

35. Kamis, 27 Juli 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan Pemeliharaan lingkungan kerja diarea *Central Control Room (CCR)* lantai 2 seperti Gambar 2.35:





Gambar 235 Pemeliharaan lingkungan kerja di area CCR

36. Jum'at, 28 Juli 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan pemasangan kabel *Straight Resistance Temperature Detektors* (RTD) pada panel *Generator Control* pada unit 3 seperti Gambar 2.36:



Gambar 2.36 Pemasangan kabel *Straight* RTD

37. Senin, 31 Juli 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan Mengganti monitor *Human Machine Interface* (HMI) *Resistance Temperature Detektors* (RTD) pada panel GB *Generator Control* unit 3 seperti Gambar 2.37 :

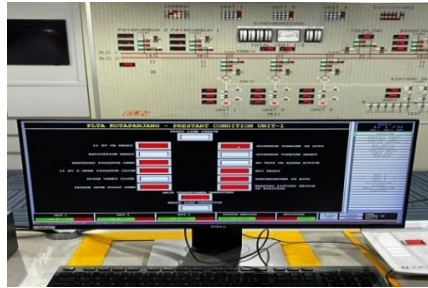


Gambar 2.37 Monitor HMI RTD

38. Selasa, 01 Agustus 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan mempelajari sistem *start sequence* pada *Backup Desk* dan *supervisory Control and Data*

*Acquisition (SCADA) di Central Control Room (CCR) seperti Gambar 2.38:*



Gambar 2.38 Sistem *start sequence* pada *backup desk* dan SCADA

39. Rabu, 02 Agustus 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan Pengenalan dan Mempelajari sistem kerja busbar generator di *Combine Bearing* unit 1 seperti Gambar 2.39:



Gambar 2.39 Busbar generator

40. Kamis, 03 Agustus 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan Pembersihan area *Slip Ring*, Penggantian Filter *Slip Ring* dan pengukuran *Carbon Brush* pada generator unit 1 seperti Gambar 2.40:



Gambar 2.40 Generator unit 1

41. Jum'at, 04 Agustus 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan Pengecekan pada panel *Motor Control Centre* (MCC) di *Water Treatment Plant* (WTP) seperti Gambar 2.41:



Gambar 2.41 Panel MCC

42. Senin, 07 Agustus 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan rutin Pembersihan area Slip Ring, Penggantian Filter Slip Ring dan pengukuran Carbon Brush generator pada unit 3 seperti Gambar 2.42:



Gambar 2.42 Generator unit 3

43. Selasa, 08 Agustus 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan *Maintenance* pada *Heat Exchanger*(HE) unit 3 seperti Gambar 2.43:



Gambar 2.43 *Heat Exchanger* 3

44. Rabu, 09 Agustus 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan rutin Pembersihan area *Slip Ring*, Penggantian Filter *Slip Ring* dan pengukuran *Carbon Brush* generator pada unit 2 seperti Gambar 2.44:



Gambar 2.44 Generator unit 2

45. Kamis, 10 Agustus 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan *Maintenance* pada *Heat Exchanger(HE)* unit 2 seperti Gambar 2.45:



Gambar 2.45 Heat Exchanger 2

46. Jum'at, 11 Agustus 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan *Maintenance* pada *Heat Exchanger(HE)* unit 2 dan unit 3 seperti Gambar 2.46 :



Gambar 2.46 Heat Exchanger unit 2 dan unit 3

47. Senin, 14 Agustus 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan Pengambilan sampel oli untuk pengujian kualitas minyak (karakteristik) pada trafo unit 3 seperti Gambar 2.47:



Gambar 2.47 Pengujian kualitas minyak trafo unit 3

48. Selasa, 15 Agustus 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan Pengecekan dan pengisian air baterai basah seperti Gambar 2.48:



Gambar 2.48 Baterai Basah

49. Rabu, 16 Agustus 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan pengecekan panel *draniage pump* 2.2 dan penggantian *relay* yang rusak pada panel seperti Gambar 2.49:



Gambar 2.49 Panel *Draniage pump* 2.2

50. Jum'at, 18 Agustus 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan *Maintenance* pada *Heat Exchanger(HE)* unit 2 dan unit 3 seperti Gambar 2.50:



Gambar 2.50 *Heat Exchanger* 2 dan unit 3

51. Senin, 21 Agustus 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan penggantian kontaktor dan *timer* di panel *oil pumping set control* unit 2 seperti Gambar 2.51:



Gambar 2.51 Panel *oil pumping set control* unit 2

52. Selasa, 22 Agustus 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan *Maintenance* pada *Heat Exchanger(HE)* unit 3 seperti Gambar 2.52:



Gambar 2.52 *Heat Exchanger* 3

53. Rabu, 23 Agustus 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan monitoring pada gas  $\text{CO}_2$  yang terhubung ke generator seperti Gambar 2.53:



Gambar 2.53 Gas CO<sub>2</sub>

54. Kamis, 24 Agustus 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan pengukuran tahanan isolasi pada motor listrik di area under ground seperti Gambar 2.54 :



Gambar 2.54 Pengukuran tahanan isolasi

55. Jum'at, 25 Agustus 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan *Maintenance Strainer* pada unit 2.2 seperti Gambar 2.55:



Gambar 2.55 *Strainer* unit 2.2

56. Senin, 28 Agustus 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan perbaikan selang air pembuangan di pompa *Raw Water Heat Exchanger*(HE) unit 2 seperti Gambar 2.56:



Gambar 2.56 Pompa raw water

57. Selasa, 29 Agustus 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan *Maintenance* pada *Heat Exchanger*(HE) unit 2 dan unit 3 seperti Gambar 2.57:



Gambar 2.57 Heat Exchanger 2 dan unit 3

58. Rabu, 30 Agustus 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan *Maintenance* pada *Heat Exchanger*(HE) unit 1, unit 2 dan unit 3 seperti Gambar 2.58:



Gambar 2.58 Heat Exchanger 1, unit 2 dan unit 3

59. Kamis, 31 Agustus 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan *Maintenance* pada *Heat Exchanger*(HE) unit 1 dan unit 3 seperti Gambar 2.59:





Gambar 2.59 Heat Exchanger 1 dan unit 3

60. Jum'at, 01 September 2023

Pada hari ini penulis melakukan kegiatan *Maintenance* pada *Heat Exchanger(HE)* unit 2 dan unit 3 seperti Gambar 2.60:



Gambar 2.60 Heat Exchanger 2 dan unit 3

## 2.2 Target yang diharapkan

Pada masa globalisasi seperti saat ini, persaingan pada Sumber daya manusia sembatrain ketat, baik bidang industri maupun bidang lainnya, orang yang memiliki soft skill atau keahlian akan lebih mudah dalam mendapatkan kesempatan, karena sudah memiliki sedikit pengalaman dalam bidang tersebut. Adapun target yang diharapkan dari kerja praktek adalah sebagai berikut:

1. Menanamkan sifat kedisiplinan kepada mahasiswa terhadap waktu dalam jam kerja di industri.
2. Dapat melatih diri untuk bisa bekerja sama dengan tim
3. Memahami sistem kelistrikan pada ULPLTA koto Panjang
4. Dapat membiasakan diri di perusahaan untuk menjadi pekerja yang profesional
5. Dapat mengetahui bagaimana cara kerja pada bidang perindustrian
6. Dapat mengetahui permasalahan-permasalahan di industri dan dapat mencari solusinya

7. Dapat melihat, mengetahui dan memahami secara langsung dan dapat mempraktekan secara langsung di perusahaan

### 2.3 Perangkat Keras dan Perangkat Lunak yang digunakan

Adapun beberapa perangkat lunak dan perangkat Keras dan lunak yang diperlukan oleh karyawan ULPLTA Koto panjang sebagai berikut:

1. Pelindung kepala (*Safety Helmet*)

*Safety Helmet* Berfungsi sebagai pelindung kepala dari benda yang bisa mengenai kepala secara langsung. Pelindung kepala yang digunakan pada ULPLTA Koto Panjang. Seperti gambar 2.61:



Gambar 2.61 Pelindung Kepala

2. Masker (*Respirator*)

*Respirator* berfungsi sebagai alat pelindung pernapasan dari bahaya saat bekerja dengan kualitas udara buruk misalkan debu, beracun, dsb. Adapun bentuk masker yang digunakan di ULPLTA Koto panjang. Seperti gambar 2.62:



Gambar 2.62 Masker

3. Sarung tangan

Sarung tangan ini berfungsi sebagai pelindung tangan dari suhu panas, dingin, tergores benda tajam dan kasar selain itu juga melindungi tangan dari

kontak biologis, bahan kimia dan infeksi virus atau bakteri. adapun bentuk sarung tangan pada ULPLTA Koto Panjang. Seperti gambar 2.63:



Gambar 2.63 Sarung tangan

#### 4. Sepatu pelindung (*Safety Shoes*)

*Safety Shoes* berfungsi untuk melindungi kaki jika terjadi kecelakaan fatal pada saat didalam proses pekerjaan misalnya tertimpa benda tajam atau benda berat, benda panas, cairan kimia dan lain sebagainya. Salah satu sepatu pelindung yang digunakan pada PLTA Koto Panjang seperti gambar 2.64:



Gambar 2.64 Sepatu pelindung

#### 5. *Tool Box*

*Tool Box* di bawah ini memiliki beberapa peralatan sebagai pembantu mempermudah pekerjaan dan memiliki fungsi yang berbeda-beda seperti gambar 2.65:



Gambar 2. 65 *Tool box*

## **2.4 Data-data yang diperlukan**

Adapun data-data yang diperlukan penulis dalam penulisan laporan ini sebagai berikut:

1. Data Sejarah Singkat Perusahaan
2. Data Struktur Organisasi Perusahaan
3. Data Kegiatan Harian Selama Kerja Praktek.

Untuk mendapatkan atau memperoleh data yang benar dan akurat, penulis melakukan metode pengumpulan data melalui berbagai cara yang diantaranya sebagai berikut:

### **1. Studi literatur**

Metode yang digunakan oleh penulis untuk mendapatkan teori-teori yang akan dibahas. Hal ini sangat bermanfaat bagi penulis untuk mempelajari dasar-dasar teori dari studi kepustakaan yang diberikan pembimbing lapangan maupun dari buku-buku dan media lain seperti internet sebagai referensi penulisan dalam penyusunan laporan kerja praktek.

### **2. Wawancara**

Metode yang digunakan oleh penulis untuk melakukan Tanya jawab dengan pembimbing, kepala dinas, dan pegawai di lapangan. Metode wawancara digunakan untuk mendapatkan data-data yang diperlukan dengan pembimbing kerja praktek yang berhubungan dengan alat-alat maupun objek penulisan dalam laporan kerja praktek ini.

### **3. Observasi**

Metode pengumpulan data dengan cara mengamati, menganalisa hubungan dengan topik yang dibahas. Observasi dimulai dengan pemantauan langsung kelapangan tempat bagian kerja praktek di unit layanan ULPLTA Koto Panjang dengan cara pengamatan.

## **2.5 Dokumen File yang dihasilkan**

Adapun beberapa dokumen dan file-file yang dihasilkan sebagai berikut:

1. Dokumen pendukung untuk penyusunan laporan
2. Dokumen Panduan Kerja Praktek (KP) dari kampus

3. File-file yang di peroleh dari PLTA Koto panjang

## **2.6 Kendala yang dihadapi Penulis**

Adapun kendala-kendala yang dihadapi dalam menyelesaikan tugas kerja praktek ini, yaitu:

1. Kurangnya pengetahuan dalam sistem panel listrik dan cara penggunaan alat ukur.
2. Kurangnya pengetahuan dalam membaca gambar *single line* diagram
3. Kurangnya pengetahuan fungsi alat-alat listrik dan mesin dalam lingkungan kerja
4. Kurangnya gangguan di bidang kelistrikan sehingga penulis kurang bekerja di bidang kelistrikan dan hanya melakukan pemeliharaan

## **2.7 Hal-hal yang dianggap Perlu**

Dalam penyelesaian penulisan laporan KP ini, ada beberapa hal yang dianggap perlu oleh penulis di antaranya sebagai berikut:

1. Menentukan judul yang sesuai dalam kerja praktek kita dan dalam bidang kelistrikan.
2. Mengambil dokumentasi dan data-data di lapangan yang akurat untuk penyusunan laporan kerja praktek (KP).
3. Mencari beberapa Sumber dari internet maupun arsip perusahaan untuk penyelesaian laporan kerja praktek (KP).

## **BAB III**

### **PRINSIP KERJA ULPLTA KOTO PANJANG**

#### **3.1 Gambaran Umum PLTA**

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) adalah pembangkit listrik yang mengandalkan energy potensial dan kinetik dari air untuk menghasilkan energy listrik. Energi listrik yang dibangkitkan dari ini biasa disebut sebagai *hidroelektrik*. Bentuk utama dari pembangkit listrik jenis ini adalah motor yang dihubungkan ke turbin yang digerakkan oleh tenaga kinetik dari air. Namun secara luas, pembangkit listrik tenaga air tidak hanya terbatas dari air dari sebuah waduk atau air terjun, melainkan juga meliputi pembangkit listrik yang menggunakan tenaga air dalam bentuk lain seperti ombak. Dibanding dengan pembangkit lain PLTA mempunyai beberapa keuntungan dan kelemahan.

Keuntungan PLTA antara lain:

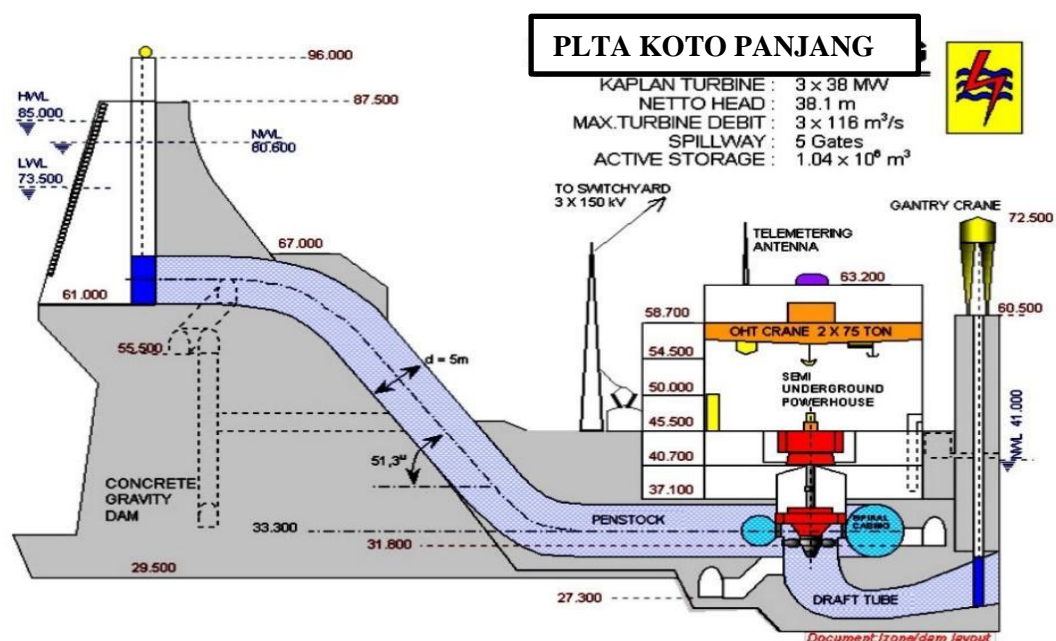
1. Respon pembangkit listrik yang cepat dalam menyesuaikan kebutuhan beban.
2. Kapasitas daya keluaran PLTA relatif besar dibandingkan dengan pembangkit energy terbarukan lainnya.
3. Bebas emisi karbon yang merupakan kontribusi sangat berharga bagi lingkungan.

Kelemahan PLTA antara lain:

1. Pembangunan PLTA membutuhkan biaya yang sangat mahal.
2. Lokasi PLTA yang biasanya jauh dari konsumen pengguna listrik dalam jumlah besar membutuhkan sarana jaringan tower transmisi tegangan tinggi yang panjang
3. Musim kemarau panjang menyebabkan berkurangnya cadangan air sehingga mempengaruhi kuantitas produksi daya listrik yang disalurkan kepada konsumen.

### 3.2 Prinsip Kerja ULPLTA Koto Panjang

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) bekerja dengan cara mengubah energy potensial (dari dam atau air terjun) menjadi energi mekanik (dengan bantuan turbin air) dan dari energi mekanik menjadi energi listrik (dengan bantuan generator). Turbin untuk mengubah energi potensial menjadi energi mekanik. Air akan memukul sudut - sudut dari turbin sehingga turbin berputar, putaran turbin ini dihubungkan ke generator.



Gambar 3.1 Prinsip kerja ULPLTA Koto Panjang  
(Sumber: Arsip Perusahaan)

Gambar 3.1 merupakan gambaran prinsip kerja ULPLTA Koto Panjang, turbin dihubungkan ke generator dengan bantuan poros dan gearbox. Memanfaatkan putaran turbin untuk memutar kumparan magnet dalam generator sehingga terjadi pergerakan elektron yang membangkitkan arus AC.

#### 3.2.1 Bendungan

Bendungan merupakan bangunan yang dipergunakan sebagai penahanan aliran air sungai sehingga membentuk suatu waduk dengan cadangan air. Bendungan berfungsi menaikkan permukaan air sungai untuk menciptakan tinggi

jatuh air, Selain menyimpan air, bendungan juga dibangun dengan tujuan untuk menyimpan energi. Pada bendungan ULPLTA Koto Panjang terdapat 2 bagian:

1. *Spillway* (pelimpah)

Berfungsi sebagai pengaman terhadap bahaya untuk mengatur elevasi air jika hilir sungai naik maka *spillway* dibuka, begitu juga sebaliknya jika hilir kering maka *spillway* ditutup. Gambar 3.2 dibawah *spillway* berada di kanan, di ULPLTA Koto Panjang terdapat 5 buah *spillway*.

2. *Intake Gate*

Berfungsi tempat jalur air untuk memutar turbin. Terdapat 3 *Intake Gate*, yang mana satu *intake Gate* untuk satu turbin. Pada Gambar 3.2 di bawah *intake Gate* berada di kiri yang berjumlah 3 buah *intake Gate* di ULPLTA Koto Panjang, yang mana satu *intake Gate* untuk satu turbin.



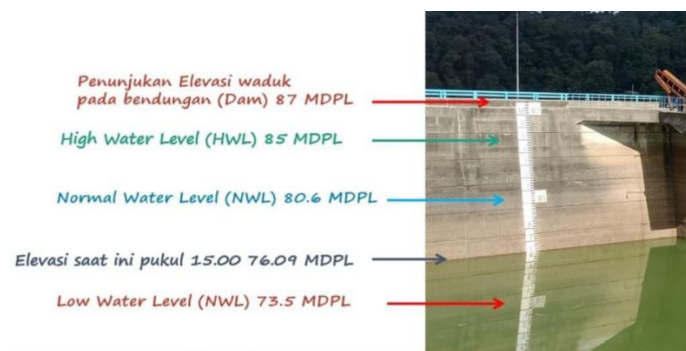
Gambar 3.2 Bendungan ULPLTA Koto Panjang

Dengan membuat bendungan beton setinggi 58 m pada aliran sungai kampar dengan luas tangkapan air ( catchment area) PLTA koto panjang sekitar 3.337 km<sup>2</sup> dengan debit air tahunan rata-rata 184,4 m<sup>3</sup>/s. Untuk mengetahui kondisi ketinggian air atau elevasi pada bendungan di ULPLTA Koto Panjang dilakukan pemantauan elevasi. Pemantauan elevasi atau tinggi permukaan air pada waduk ULPLTA Koto Panjang berfungsi juga untuk mengetahui ketinggian efektif (*net head*) pada turbin dimana hal ini merupakan tujuan utama dari penghitungan level ketinggian permukaan air.

Pada pengukuran elevasi atau level ketinggian air dilakukan untuk menghitung ketinggian efisien (*net head*). *net head* yang optimal dan efisien rata – rata pada PLTA Koto Panjang terletak pada ketinggian 38m. Apabila semakin



tinggi *net head*, maka tekanan air yang masuk ke turbin semakin besar, tetapi hal itu tidak mempengaruhi putaran pada rotor generator dikarenakan pada governor sudah di setting apabila *net head* melebihi dari ketinggian optimal atau efektif, maka governor akan memerintahkan *guid vane* untuk menutup lebih rapat agar air yang masuk ke turbin tidak terlalu banyak. Begitu pula sebaliknya, apabila *net head* rendah maka governor akan memerintahkan *guid vane* untuk membuka lebih lebar agar kecepatan laju air yang masuk tetap sama seperti pada keadaan *net head* efektif.



Gambar 3.3 Elevasi air Bendungan ULPLTA Koto Panjang

### 3.2.2 Turbin

Turbin adalah alat untuk mengubah energi air menjadi energi puntir, energi puntir ini kemudian akan diubah menjadi energi listrik yang ditransmisikan pada generator. Energi potensial dari air dalam pipa secara terus menerus berubah menjadi energi kinetik. Kemudian didalam turbin, energi kinetik ini diubah menjadi energi mekanik. Perubahan energi pada turbin ini dilakukan oleh *runner* (sudu jalan) yang dihubungkan oleh transmisi untuk memutar generator sehingga energi mekanik dapat dirubah menjadi energi listrik.

Terdapat dua bagian utama pada turbin air yaitu:

1. Rotor

Rotor yaitu bagian yang berputar pada sistem yang terdiri dari:

- a. Sudu-sudu, berfungsi untuk menerima beban pancaran yang disemprotkan oleh *nozzle*.
- b. Poros, berfungsi untuk meneruskan aliran tenaga yang berupa gerak putar yang dihasilkan oleh sudu.

- c. Bantalan, berfungsi sebagai perapat komponen-komponen dengan tujuan agar tidak mengalami kebocoran pada sistem.
2. Stator

Stator yaitu bagian yang diam pada sistem yang terdiri dari:

    - a. Pipa pengarah/*nozzle* yang berfungsi untuk meneruskan aliran fluida sehingga tekanan dan kecepatan fluida yang digunakan didalam sistem besar
    - b. Rumah turbin, berfungsi sebagai rumah kedudukan komponen komponen turbin.

Pada ULPLTA Koto Panjang turbin yang dipakai adalah jenis turbin kaplan horizontal karena *head* (tinggi hidrolis air) hanya 11,6 meter. Pada ULPLTA Koto Panjang memiliki kecepatan putaran sebesar 200 rpm.

Bagian-bagian turbin pada ULPLTA Koto Panjang meliputi:

1. *Casing*

*Casing* (rumah turbin) berfungsi mengarahkan atau menyalurkan air ke arah runner vane, agar air terbagi ke seluruh sisi *runner vane* dengan tekanan dan kecepatan yang sama.

2. *Guide vane*

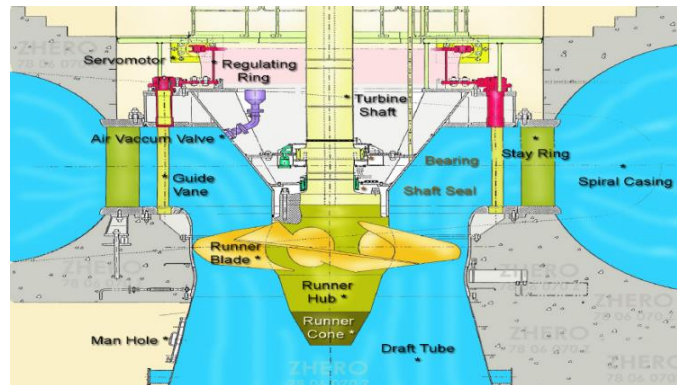
*Guide vane* berfungsi untuk mengatur daya output turbin. Pada *guide vane* terdapat pisau (*blade*) yang dapat diatur untuk menambah atau mengurangi debit air yang melalui turbin. Besar kecilnya pembukaan *guide vane* diatur oleh sistem governor secara otomatis dengan tujuan menjaga kecepatan putaran poros turbin konstan meskipun pada saat beban berfluktuasi.

3. *Runner Blade*

*Runner blade* berfungsi untuk merubah energi kinetik dan potensial air menjadi energi mekanik berupa putaran poros turbin. Pada turbin kaplan, selain mengatur pembukaan *guide vane*, sistem governor juga mengatur sudut-sudut *runner blade* untuk menjaga efisiensi turbin secara optimal.

#### 4. Poros Turbin

Poros turbin berfungsi untuk meneruskan daya yang diperoleh dari runner blade ke poros generator. Pada ujung poros turbin terdapat Permanent Magnet Generator (PMG) yang digunakan untuk mendeteksi putaran turbin, PMG akan memberi sinyal ke sistem governor untuk menstabilkan putaran turbin.



Gambar 3.4 Struktur turbin kaplan ULPLTA Koto Panjang

#### 3.2.3 Generator

Generator adalah suatu alat yang terdapat di suatu industri bahkan pembangkit yang dapat mengubah gaya mekanis menjadi energi listrik yang dimana energi mekanis yang berasal dari putaran turbin yang bergerak 1 poros dengan generator melewati tahapan proses bahkan siklus induksi elektromagnetik. Generator AC (*alternating current*), atau generator sinkron. Dikatakan generator sinkron karena jumlah putaran rotornya sama dengan jumlah putaran medan magnet pada stator. Kecepatan sinkron ini dihasilkan dari kecepatan putar rotor dengan kutub-kutub magnet yang berputar dengan kecepatan yang sama dengan medan putar pada stator. Mesin sinkron tidak dapat start sendiri karena kutub-kutub tidak dapat tiba-tiba mengikuti kecepatan medan putar pada waktu sakelar terhubung dengan jala-jala.

Komponen *primer mover* atau penggerak awal sendiri juga mengambil peran pada generator memberikan gaya mekanis pada generator. Hukum *Lenz* mendasari prinsip kerja dari generator, yaitu arus listrik yang disuplai pada stator akan memicu terjadi moment elektromagnetik sehingga menimbulkan EMF (*ElectroMagnetic Field*) terhadap kumparan rotor yang bersifat melawan arah putaran rotor.

Tegangan EMF akan memberikan *output* yaitu suatu arus jangkar. Rotor generator akan memutar yang digerakkan oleh *primer mover*, lalu sistem eksitasi menyuplai daya ke rotor agar menimbulkan medan magnet yang berlawanan dengan konduktor pada stator dan menghasilkan tegangan *output* pada stator. Karena pada generator mempunyai dua kutub yang berbeda yaitu utara dan selatan, maka pada sudut 90 derajat utara akan memberi keluaran tegangan puncak negatif. Ini terjadi secara terus menerus, bentuk tegangan seperti ini lebih dikenal sebagai fungsi tegangan bolak balik.



Gambar 3.5 Generator ULPLTA Koto Panjang

Pada ULPLTA Koto Panjang memakai jenis generator sinkron. Generator sinkron adalah mesin pembangkit listrik yang mengubah energi mekanik sebagai input menjadi energi listrik sebagai energi output. Tegangan output dari generator sinkron adalah tegangan bolak-balik, karena itu generator sinkron disebut juga generator AC. Secara Umum Generator terdiri dari:

a. Bagian Yang Bergerak (Rotor)

Rotor adalah bagian dari generator yang bergerak dan berputar diakibatkan oleh putaran turbin dan berputar menghasilkan energi listrik. Rotor dan stator dipisahkan oleh celah udara (*air gap*) agar sisi antara rotor dan stator tidak saling bergesekan.



Gambar 3.6 Rotor ULPLTA Koto Panjang

Rotor terdiri dari beberapa komponen utama yaitu:

a. Inti Rotor

Inti rotor terbuat dari baja tuang yang dibubut atau bahan ferromagnetik yang mempunyai permeabilitas tinggi di sekeliling inti motor dibuat alur-alur dalam arah aksial untuk menempatkan konduktor kumparan dan sebagai saluran bagi media pendingin.

b. Kumparan Rotor (Kumparan Medan)

Kumparan rotor terbentuk dari lempengan konduktor tembaga, yang mempunyai konduktifitas tinggi yang dimasukkan ke dalam alur-alur pada inti rotor setelah seluruh permukaan alur dilapisi bahan isolasi. Konduktor-konduktornya sendiri juga dilapisi bahan isolator. Kedua ujung kumparan masing-masing dihubungkan ke "*slip ring*" yang terbuat dari baja tempa yang diisolasi terhadap rotor bodi (untuk rotor generator dengan sistem eksitasi statis). Untuk generator dengan sistem eksitasi tanpa sikat arang (*brushless*), kedua ujung kumparan rotor disambungkan ke konduktor yang melintasi lubang dipusat rotor agar dapat disambung ke *output rotating rectifier*. Di kedua ujung rotor kemudian dipasang fan untuk mensirkulasikan media pendingin.

c. Poros Rotor

Poros rotor merupakan tempat meletakkan kumparan medan, dimana pada poros tersebut telah terbentuk slot-slot secara paralel terhadap poros rotor.

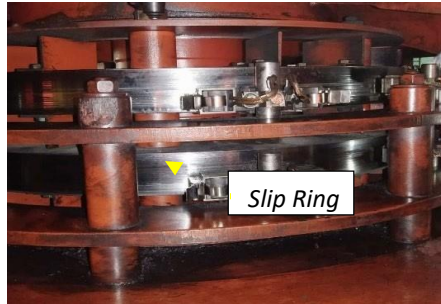
d. Bantalan (*Bearing*)

Rotor pada umumnya diitumpu dikedua ujungnya dengan bantalan (*bearing*). Perlu diketahui bahwa salah satu atau bahkan kedua bantalan ini diisolasi terhadap pondasi (*ground*). Hal ini dilakukan untuk mencegah terjadinya sirkuit tertutup antara rotor, bantalan dan pondasi (*ground*) yang dapat menimbulkan aliran arus liar. Bila aliran arus liar ini terjadi, maka permukaan bantalan minyak pelumas akan rusak akibat efek elektrokimia (*electro chemical*).

e. *Slip Ring*

*Slip ring* merupakan cincin logam yang melingkari poros rotor tetapi dipisahkan oleh isolasi tertentu. Dibuat dari bahan kuningan atau tembaga yang dipasang pada poros dengan memakai bahan isolasi. Terminal kumparan rotor

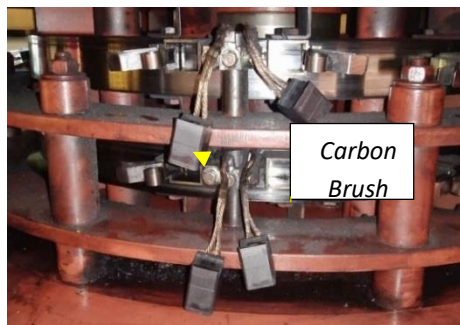
dipasangkan ke-*slip ring* ini kemudian dihubungkan kesumber arus searah melalui sikat (*brush*) yang letaknya menempel pada *slip ring*.



Gambar 3.7 *Slip Ring* ULPLTA Koto Panjang

f. Sikat Arang (*Carbon Brush*)

Sikat pada generator sinkron berfungsi sebagai saklar putar untuk mengalirkan arus DC ke-kumparan medan pada rotor generator sinkron, sikat terbuat dari bahan karbon tertentu.



Gambar 3.8 *Carbon Brush* ULPLTA Koto Panjang

b. Bagian yang diam (Stator)

Stator terdiri atas tumpukan laminasi inti yang memiliki alur yang menjadi tempat kumparan dililitkan yang berbentuk silindris. Alur pada tumpukan laminasi inti diisolasi dengan kertas. Tiap elemen laminasi inti dibentuk dari lembaran besi. Tiap lembaran besi tersebut memiliki beberapa alur dan beberapa lubang pengikat untuk menyatukan inti. Tiap kumparan tersebar dalam alur yang disebut belitan fasadimana untuk motor tiga fasa, belitan tersebut terpisah secara listrik sebesar  $120^\circ$ .



Gambar 3.9 Stator ULPLTA Koto Panjang

Stator terdiri dari beberapa komponen utama yaitu:

a. Rangka Stator

Merupakan bagian *cover* dari suatu motor yang terbuat dari besi tuang dengan unsur besi yang berbeda karena pada luar besi sendiri memiliki sirip-sirip di bagian belakang rumah stator yang juga berguna untuk pendingin saat keadaan motor panas.

b. Inti Stator

Inti stator mempunyai bentuk berupa cincin-cincin melingkar atau menyerupai lingkaran yang konstruksinya di pasang serapat mungkin untuk menghindari adanya rugi-rugi (*Eddy Current Losses*) dan memaksimalkan proses fluksi elektromagnetik yang terjadi. Pada inti ini tempat terbentuknya fluks magnet dan slot-slot untuk memberi posisi konduktor dalam mengatur arah medan magnet.

c. Belitan Stator

Merupakan sisi stator berisi beberapa lilitan-lilitan dengan ketebalan tertentu sebagai pemicu gerak gaya listrik yang terdiri dari beberapa batang konduktor.

d. Alur Stator

Merupakan suatu wadah pada bagian stator yang berperan sebagaiudukan belitan stator dan posisi belitan juga mempengaruhi kinerja dalam menghasilkan fluks.

### 3.2.4 Transformator

Transformator merupakan peralatan listrik yang berfungsi untuk menyalurkan daya atau tenaga listrik dari tegangan tinggi ke tegangan rendah ataupun sebaliknya, memindahkan dan mengubah energi listrik dari satu atau lebih rangkaian listrik ke rangkaian listrik yang lain. Transformator menggunakan prinsip hukum faraday dan hukum lorentz, dimana arus bolak-balik yang mengalir mengelilingi suatu inti besi maka inti besi itu akan berubah menjadi magnet.

Apabila magnet tersebut dikelilingi oleh suatu belitan, maka pada kedua ujung belitan tersebut akan terjadi beda potensial. Arus yang mengalir pada belitan primer akan menginduksi inti besi transformator sehingga dalam inti besi akan mengalir medan magnet, yang kemudian medan magnet tersebut menginduksi belitansekundersehingga pada ujung belitan sekunder akan terdapat beda potensial. Penggunaan transformator daya secara aman dapat dilakukan bila transformator tersebut digunakan pada sistem tenaga listrik sesuai dengan kemampuan yang dimiliki oleh transformator itu sendiri.



Gambar 3.10 Transformator ULPLTA Koto Panjang unit 3

#### 1. Konstruksi Transformator

Pada transformator daya secara umum konstruksi transformator dari transformator daya tersebut terdiri dari:

- a. Inti besi, sebagai media berjalannya medan magnet yang timbul akibat induksi arus bolak-balik pada kumparan.
- b. Bushing, sebagai penghubung antara belitan dengan jaringan luar.
- c. Peralatan pendingin, berfungsi untuk menyalurkan panas ke luar transformator.



- d. Minyak trafo, berfungsi sebagai media pendingin dan isolasi yang mempunyai sifat media pemindah panas dan daya tegangan tembus tinggi.
- e. Konservator, berfungsi untuk menampung minyak saat transformator mengalami kenaikan suhu.
- f. Peralatan pernafasan, berfungsi sebagai ventilasi udara yang berupa silica gel yang menyerap uap air yang disebabkan naik turunnya beban trafo maupun suhu dari luar yang disebabkan minyak trafo.
- g. Perubah tap, berfungsi untuk menyesuaikan rasio dengan mengubah belitan sisi primer dan sisi sekunder untuk menyesuaikan antara tegangan keluaran dengan tegangan masukan.
- h. Neutral Grounding Resistance, berfungsi untuk mengontrol besarnya arus gangguan yang mengalir dari sisi netral ke tanah, yang dipasang seri dengan netral sekunder trafo sebelum terhubung ke tanah.
- i. Indikator, berfungsi untuk mengawasi transformator selama beroperasi, antara lain adalah suhu minyak, permukaan minyak, sistem pendingin dan kedudukan tap.

## 2. Jenis-jenis Transformator

Berdasarkan perbandingan antara jumlah lilitan primer dan lilitan sekunder, transformator dibagi menjadi dua jenis, yaitu:

- a. Transformator step-up (penaik tegangan), adalah transformator dengan lilitan sekunder lebih banyak daripada lilitan primer, sehingga berfungsi sebagai penaik tegangan.
- b. Transformator step-down (penurun tegangan), adalah transformator dengan lilitan sekunder lebih sedikit daripada lilitan primer, sehingga berfungsi sebagai penurun tegangan.

## BAB IV

### PROTEKSI GENERATOR UNIT 2 ULPLTA KOTO PANJANG MENGUNAKAN RELAY DIFFERENSIAL

#### 4.1 Generator PLTA Koto Panjang

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Koto Panjang mempunyai 3 unit generator, masing-masing unitnya mempunyai kapasitas 38 MW. Adapun *type* pada generator yaitu tiga fasa generator sinkron, *vertical shaft*, semi *umbrella type*, dengan sistem pendingin udara bersih yang didinginkan oleh air.

3 - phase synchronous generator			
type	Ssv 540/30-170	serial number	1.659 147
year of manufacture	1996	insulating class	F
rated output	kVA 45000	rated speed	rpm 200
rated voltage	V 11000 +5%	admissible overspeed	rpm 480
rated current	A 2361.9	direction of rotation	clockwise, viewed from n.s.
rated frequency	Hz 50	circuit connection	A. series
rated power factor	0.85	total weight	kg 280000
potential source: static excitation			
rated current	A 871.1	IEC 34	IM 8225 / DIN 42950: W42
rated voltage	V 263.2	protection type	IP 23

Gambar 4.1 *Nemplate* Generator unit 2

Berikut adalah spesifikasi dari generator:

1. Nama Generator : ELIN EV
2. *Rated Output* : 45 MVA
3. Tegangan *Output* : 11 kV
4. Putaran Rotor : 200 Rpm
5. *Rated Power Factor* : 0,85 *Lagging*
6. Frekuensi *Output* : 50 Hz
7. Type Rotor : Rotor kutub menonjol (30 kutub)
8. Berat Rotor : 120 Ton
9. Berat Stator : 65 Ton
10. Arus Eksitasi : 876 Ampere

## 4.2 Proteksi Generator

Salah satu bagian peralatan yang penting dari sistem tenaga listrik adalah generator, sebagai sumber tenaga listrik. Karena itu generator harus dapat beroperasi secara kontinyu untuk menyuplai tenaga listrik. Generator yang beroperasi harus dapat diamankan dari gangguan yang mungkin terjadi, khususnya gangguan pada generator itu sendiri. Oleh karena itu maka pada generator dipasang pada seperangkat relay pengaman (proteksi). Gangguan-gangguan yang terjadi pada generator tidak boleh dibiarkan berlangsung lama karena akan menyebabkan generator beroperasi dalam keadaan yang tidak stabil. Karena itu rele pengaman yang digunakan harus dapat segera bekerja bila pada generator terjadi gangguan atau bekerja dalam keadaan tidak stabil. Generator pada PLTA Koto Panjang dilindungi dengan seperangkat relay pengaman yang telah umum digunakan pada generator sebagai pembangkit tenaga listrik, dan pada tinjauan ini di titik beratkan pada penggunaan relay differensial.

### 4.2.1 Komponen Proteksi Generator

Sistem proteksi terdiri dari beberapa komponen peralatan yang membentuk satu rangkaian yang masing-masing komponen mempunyai tugas sesuai dengan fungsinya. Komponen peralatan pada sistem pengaman adalah sebagai berikut:

1. Pemutus tenaga (*Circuit Breaker*)

Pemutus tenaga *Circuit Breaker* (CB) adalah peralatan listrik yang berfungsi menghubungkan atau memutuskan rangkaian listrik dalam keadaan normal atau tidak normal yang dilengkapi alat pemadam busur api. Ketika terjadi gangguan atau keadaan tidak normal, CB sebagai saklar otomatis harus dapat memisahkan bagian yang terganggu dengan bagian yang tidak terganggu. Proses pengoperasian CB ini menggunakan suatu rangkaian *trip (tripping coil)* yang mendapat sinyal dari *relay* pengaman.

2. *Relay*

*Relay* proteksi suatu alat yang mengawasi keadaan sebuah rangkaian dan memberikan perintah untuk membuka rangkaian saat kondisi tidak normal. *Relay* proteksi harus bekerja sesuai dengan yang diharapkan dengan waktu yang cepat

sehingga tidak akan mengakibatkan kerusakan, ataupun kalau suatu peralatan terjadi kerusakan secara dini telah diketahui, dari uraian yang sudah dijelaskan diatas maka *relay* proteksi pada sistem tenaga listrik berfungsi untuk :

- a. Mengurangi kerusakan yang lebih parah dari peralatan yang terganggu.
- b. Mengurangi pengaruh gangguan terhadap bagian sistem yang lain yang tidak terganggu di dalam sistem tersebut serta mencegah meluasnya gangguan.
- c. Memperkecil bahaya bagi manusia.

### 3. Trafo Arus (*Current Transformator*)

Trafo arus berfungsi untuk untuk menurunkan arus. Pada umumnya arus nominal sekunder trafo arus adalah 5A atau 1A. Trafo arus dalam sistem tenaga listrik digunakan untuk keperluan pengukuran dan proteksi, batas kejenuhan trafo arus untuk proteksi lebih tinggi dari pada trafo arus untuk pengukuran.

### 4. Trafo Tegangan (*Potential Transformator*)

Trafo tegangan adalah trafo satu fasa/tiga fasa *step-down* yang mentransformasi tegangan tinggi atau tegangan menengah ke suatu tegangan rendah yang layak untuk perlengkapan indikator, alat ukur, *relay*, dan alat sinkronisasi. Hal ini dilakukan atas pertimbangan harga dan bahaya yang dapat ditimbulkan tegangan tinggi. Tegangan perlengkapan seperti indikator, meter, dan *relay* dirancang sama dengan tegangan terminal sekunder trafo tegangan.

### 5. Sumber Tegangan DC

Untuk menjaga stabilitas sistem proteksi dibutuhkan sumber tenaga yang mempunyai keandalan dan stabilitas yang tinggi. Karena persyaratan tersebut maka dipakai baterai sebagai sumber arus searah yang dipakai untuk menyuplai daya ke *relay* proteksi agar *relay* tersebut dapat mengolah informasi yang diterima dan memberikan perintah trip ke PMT. Hal ini penting agar tidak terjadi kegagalan proteksi yang diakibatkan tidak tersedianya sumber tenaga (*out of service*).

### 6. Pengawatan (*Wiring*)

Setelah semua elemen-elemen sistem proteksi di atas terpenuhi maka dibutuhkan suatu elemen terakhir sebagai unsur penyempurnaan dari semua aspek

di atas yang berfungsi mengintegrasikan semua elemen tersebut dan membentuk suatu sistem proteksi. Elemen penting tersebut yaitu pengawatan (*wiring*).

#### **4.2.2 Syarat Proteksi Generator**

Pada sistem proteksi ada beberapa persyaratan yang harus dipenuhi dalam mengamankan komponen-komponen listrik, yaitu:

1. Kecepatan (*speed*)

Sebuah relay proteksi harus mampu bereaksi cepat ketika merasakan adanya gangguan yang berada dalam daerah kerjanya.

2. Sensitivitas (*sensitivity*)

Relay proteksi harus peka sehingga dapat merasakan dan bereaksi ketika terjadi gangguan sekecil apapun.

3. Selektivitas (*selectivity*)

Relay proteksi harus dapat membedakan kondisi dimana relay harus segera bereaksi, memperlambat reaksinya atau tidak bereaksi sama sekali.

4. Keandalan (*reability*)

Relay proteksi harus tetap konsisten bekerja didalam daerah proteksi yang telah ditentukan tanpa terpengaruh dari faktor luar daerah proteksinya.

#### **4.3 Relay Proteksi Generator**

Relay adalah komponen dalam rangkaian elektronika yang berupa saklar atau switch untuk mengontrol sebuah rangkaian rangkaian listrik dengan mengaktifkan ataupun menonaktifkan kontak saklar. Relay proteksi generator adalah susunan peralatan pengaman yang dapat merasakan atau mengukur adanya ketidakstabilan pada sistem yang kemudian secara otomatis dapat memberikan respon berupa sinyal untuk menggerakkan sistem mekanis pemutus tenaga agar dapat memisahkan bagian yang mengalami gangguan.

#### **4.3.1 Fungsi Relay Proteksi Generator pada Sistem Proteksi**

Terdapat beberapa fungsi relay pada sistem proteksi generator, yaitu:

1. Mencegah dan mengurangi kerusakan peralatan pada sistem proteksi akibat terjadinya gangguan atau kondisi operasi abnormal.
2. Memperkecil daerah yang mengalami gangguan, sehingga gangguan tidak menyebar ke sistem proteksi yang lain.
3. Memberikan pelayanan pada sistem proteksi dengan keandalan dan mutu terbaik kepada konsumen.
4. Mengamankan manusia dari dampak bahaya yang timbul dari terjadinya gangguan atau kondisi abnormal.

#### **4.3.2 Elemen Dasar Relay Proteksi Generator**

Terdapat tiga elemen dasar pada relay proteksi generator, yaitu:

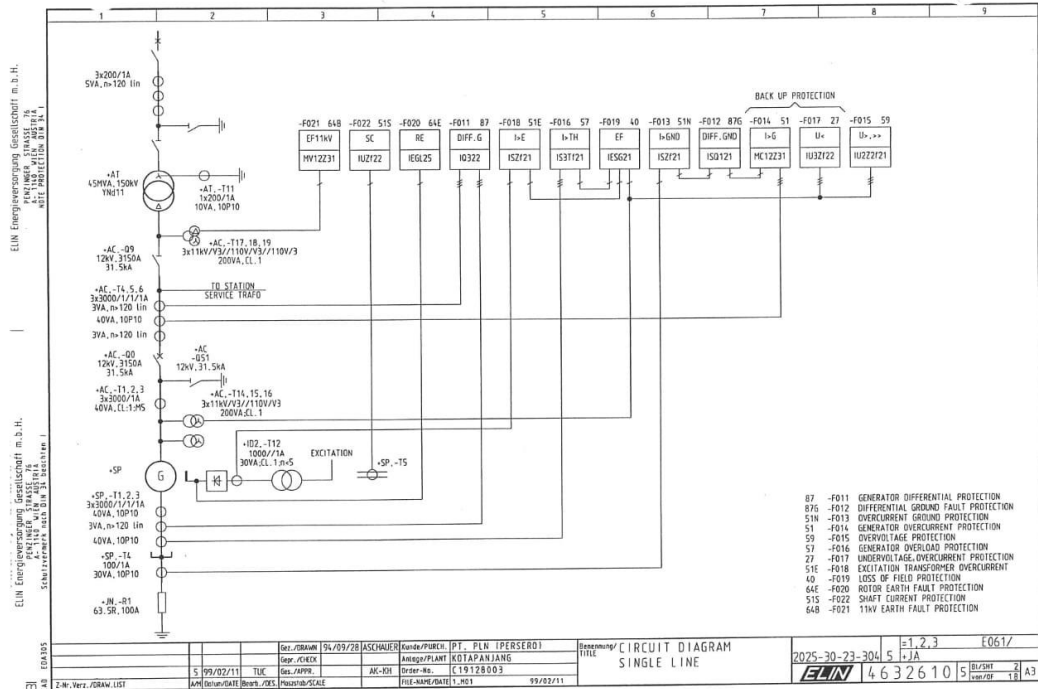
1. Elemen perasa (*sensing element*), berfungsi merasakan atau mengukur besaran arus, tegangan, frekuensi atau besaran lainnya yang akan di proteksi.
2. Elemen pembanding (*comparison element*), berfungsi membandingkan arus yang masuk ke relay pada saat terjadi gangguan.
3. Elemen kontrol (*control element*), berfungsi mengadakan perubahan dengan tiba-tiba pada besaran kontrol dengan menutup arus operatif.

#### **4.3.3 Cara Kerja Control Elemen Relay Generator**

Berdasarkan cara kerja kontrol elemen pada relay proteksi generator dibedakan menjadi dua yaitu:

1. *Direct acting*, yaitu kontrol elemen bekerja langsung memutuskan aliran.
2. *Indirect acting*, yaitu kontrol elemen hanya digunakan untuk menutup.

#### 4.4 Relay Proteksi Generator PLTA Koto Panjang



Gambar 4.2 SLD Relay Proteksi PLTA Unit 2 ULPLTA Koto Panjang  
(Sumber: Arsip Perusahaan)

Berdasarkan Gambar 4.2 relay proteksi generator Unit 2 di PLTA Koto Panjang terdiri dari 12 jenis relay, yaitu:

1. *Generator differential protection* (87), berfungsi memproteksi generator terhadap gangguan hubung singkat yang berada di daerah pengamannya.
2. *Differential ground fault protection* (87G), berfungsi melindungi rotor dari sistem pentanahan. Relay ini digunakan sebagai cadangan jika terjadi kegagalan dari sistem relay proteksi utama.
3. *Over current ground protection* (51N), berfungsi melindungi generator dari arus lebih jika terjadi gangguan pada sistem pentanahan.
4. *Generator over current protection* (51), berfungsi melindungi generator dari arus lebih jika terjadi gangguan pada sistem pentanahan.
5. *Over voltage protection* (59), berfungsi melindungi generator dari tegangan lebih jika terjadi gangguan pada sistem pentanahan.

6. *Generator overload protection* (57), berfungsi mengamankan dan melindungi generator dari kelebihan beban dan arus pada kumparan generator yang dapat mengurangi kinerja generator.
7. *Under voltage protection* (27), berfungsi melindungi generator dari tegangan kurang jika terjadi gangguan pada sistem pentanahan.
8. *Excitation transformer over current* (51E), berfungsi mengamankan sistem eksitasi generator dari gangguan pada transformator eksitasi.
9. *Loss of field protection* (40), berfungsi mengamankan generator dari rugi-rugi daya yang berimbas pada meningkatnya atau menurunnya besar muatan arus dan tegangan keluaran pada sistem generator.
10. *Rotor earth fault protection* (64E), berfungsi mengamankan rotor generator dari gangguan kegagalan sistem pentanahan akibat arus eksitasi yang mengalir pada rotor melebihi arus nominal.
11. *Shaft current protection* (51S), berfungsi mengamankan arus bocor yang disebabkan karena adanya kerusakan pada bahan konduktor.
12. *11 kV earth fault protection* (64B), berfungsi mengamankan generator dari gangguan akibat kegagalan sistem pentanahan pada pemutus tenaga 11 kV yang disebabkan beban masuk saat pemutus tenaga menutup.

#### **4.5 Relay Differensial**

Relay differensial merupakan relay untuk mendeteksi gangguan dalam kumparan stator generator dan harus bekerja lebih cepat dari pada relay arus lebih agar terdapat selektifitas. Prinsip kerja relay differensial adalah membandingkan arus yang masuk dan arus yang keluar dari kumparan stator generator. Apabila terdapat selisih, berarti terdapat gangguan dalam kumparan stator generator. CT pertama dipasang pada bagian dekat pentanahan stator, sedangkan CT kedua dipasang pada bagian output stator. Selisih arus yang terdeteksi di antara kedua zona inilah yang mengoperasikan relay differensial. Berikut ini adalah merupakan gambar dari relay differensial yang terdapat di dalam panel proteksi pada generator unit 2 di PLTA Koto Panjang.





Gambar 4.3 Panel Relay Differential unit 2 ULPLTA Koto Panjang

#### 4.5.1 Fungsi Relay Differential

Fungsi relay differensial pada generator adalah sebagai berikut:

1. Merasakan bagian yang terganggu pada generator
2. Mengurangi kerusakan pada generator
3. Meminimalisasikan lamanya gangguan pada generator
4. Mengurangi pengaruh gangguan terhadap bagian yang tidak terganggu
5. Memperkecil bahaya pada jaringan distribusi
6. Mengurangi kerusakan isolasi kawat kumparan
7. Mengurangi gangguan terhadap hubung singkat antar arus
8. Mengurangi gangguan terhadap hubung singkat satu fasa ke tanah
9. Pengamanan terhadap manusia.

#### 4.5.2 Cara Kerja Relay Differential

Relay differensial adalah suatu alat proreksi yang sangat cepat bekerjanya dan sangat selektif berdasarkan keseimbangan yaitu perbandingan arus yang mengalir pada kedua sisi generator melalui suatu perantara yaitu trafo arus (CT). Adapun cara kerja relay differensial adalah arus stator di muka kumparan adalah sama dengan arus setelah kumparan.

#### 4.5.3 Setting Relay Differential pada Generator

Untuk menentukan relay differensial pada generator perlu diperhatikan dahulu rasio CT yang digunakan pada kedua sisi generator. Setelah nilai CT yang digunakan diketahui, langkah selanjutnya adalah menentukan arus differensial.

Berikut nilai-nilai yang perlu dipertimbangkan sebelum melakukan perhitungan:

$$I \text{ sekunder CT1} = \frac{I \text{ primer CT1}}{\frac{1}{\text{Rasio}^{CT}}} \quad I \text{ sekunder CT2} = \frac{I \text{ primer CT2}}{\frac{1}{\text{Rasio}^{CT}}}$$

Sehingga,

$$I \text{ differensial} = I \text{ sekunder CT1} - I \text{ sekunder CT2}$$

Tahap selanjutnya menghitung arus resistain,

$$I \text{ resistain} = \frac{I \text{ sekunder CT1} + I \text{ sekunder CT2}}{2}$$

Tahap akhirnya yaitu menentukan bias differensial (setting)

$$\% \text{ Setting} = \frac{I \text{ differensial}}{I \text{ resistain}} \times 100\%$$

#### 4.6 Pengujian Relay Differensial PLTA Koto Panjang

Lokasi: Koto Panjang/ unit 2

kubikel: =2+JA

Merk/Type: ELIN IQ323

Label: F11

Ratio CT 11 kV: 3.000/1

Rating In: 1A

Ratio CT Star: 3.000/1

Rating In: 1A

##### 1. Penyetelan:

$I_{d>} : 0.2 \times I_n$                        $I_s : 0.2 \text{ A}$

$I_{d>>} : 0.2 \times I_n$                        $I_s : 0.2 \text{ A}$

##### a. Arus *Minimum Operating Coil*

Tabel 4.1 Arus *Minimum Operating Coil*

Phasa Primer/Sekunder	R		S		T	
	I1	I2	I1	I2	I1	I2
Pick Up (A)	0.200	0.460	0.200	0.460	0.200	0.460

##### b. Karakteristik

Tabel 4.2 Karakteristik

Phasa	Arus Op. coil	Satuan	200%	300%	400%
R	Waktu Kerja	Sec.	0.094	0.061	0.048
S	Waktu Kerja	Sec.	0.063	0.063	0.052
T	Waktu Kerja	Sec.	0.059	0.059	0.049

Pada table diatas Jika phasa R disetting 200% maka diperoleh waktu kerja sebesar 0,094 second sehingga relay akan memberi sinyal kepada circuit breaker untuk memutus daya, hal ini juga berlaku pada phasa S dan T.

c. Pengujian fungsi perangkat keras/ *hardware*

Tabel 4.3 Pengujian fungsi perangkat keras/ *hardware*

Visual	Baik
Indikasi/LED	Baik
Kontak Keluaran	Baik
Tombol Reset	Baik

d. Kesimpulan/Catatan

Kesimpulan dari pengujian Relay differensial diatas berfungsi dengan baik

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil kerja praktek penulis di ULPLTA Koto Panjang, maka penulis dapat mengambil beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut:

1. PLTA Koto Panjang dapat membangkitkan tenaga listrik sebesar 114 MW yang terdiri dari 3 unit ( 3 x 38 ) MW.
2. PLTA Koto Panjang mempunyai komponen utama adalah Bendungan, Turbin, Generator dan Transformator.
3. PLTA Koto Panjang mempunyai 12 *relay* proteksi pada generator unit 2 yang berfungsi melindungi generator dari berbagai macam gangguan yang terjadi pada saat generator sedang beroperasi.
4. Prinsip kerja relay differensial adalah membandingkan arus yang masuk dan arus yang keluar dari kumparan stator generator. Tipe relay differensial generator yang digunakan pada sistem proteksi generator unit 2 adalah tipe IQ323 dan setelah dilakukan pengujian maka relay differensial dinyatakan berfungsi dengan baik

#### **5.2 Saran**

Setelah dilakukan kegiatan kerja praktek (KP) serta kesimpulan yang sudah dijelaskan mengenai relay Differensial sebagai proteksi generator ULPLTA Koto Panjang, maka penulis dapat memberikan saran sebagai berikut:

1. Melakukan pengecekan dan pemeriksaan data yang relevan untuk mengetahui apakah keandalan dari relay differensial pada generator sudah baik. Hal tersebut dilakukan dengan membandingkan data actual dengan perhitungan matematis data setting rele differensial.
2. Menyatakan pengukuran waktu dalam uji karakteristik supaya mudah mengetahui apakah relay differensial masih cepat untuk memberi sinyal ke circuit breaker untuk mentriapkan jaringan.

## DAFTAR PUSTAKA

Koto Panjang, *Sejarah PLTA Koto Panjang*, 1999, PT.PLN (Persero).

Marbun, Y. P., Meliala, D., & Zondra, E. (2017). Evaluasi Sistem Proteksi Generator PLTMG Balai Pungut PT. Pln (Persero) Sektor Pembangkitan Pekanbaru. *Jurnal Teknik*, Vol. 1, No. 2, Hal. 98-106.

Fauziyah, Evinur, and Irwanto Irwanto. "Analisis Sistem Proteksi Generator Menggunakan Over Current Relay Di PT. Indonesia Power." *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi* 12.2 (2022).

Doorwar, Ashish, Bhavesh R. Bhalja, dan Om P. Malik. "Pendekatan Baru untuk Perlindungan Generator Sinkron Menggunakan Komponen Diferensial Baru." *Transaksi IEEE tentang Konversi Energi* (2022).

Jurnal, Redaksi Tim. "Analisa Proteksi Diferensial pada Generator di Pltu Suralaya." *Energi & Kelistrikan* 9.1 (2017): 84-92.

## LAMPIRAN

### Lampiran I

#### SURAT KETERANGAN

Yang bertanda tangan dibawah ini menerangkan bahwa:

Nama : Dinda Permata Sari  
Tempat/Tanggal Lahir : Koto Panjang, 20 Juni 2001  
Alamat : Koto Panjang, Simpang Tonang, Kec. Dua Koto  
Kab. Pasaman, Prov. Sumatera Barat

Telah melakukan Kerja Praktek pada perusahaan kami, PT PLN Nusantara Power ULPLTA Koto Panjang sejak tanggal 05 Juni 2023 sampai dengan 01 September 2023 sebagai tenaga Kerja Praktek (KP).

Selama bekerja di perusahaan kami, yang bersangkutan telah menunjukkan ketekunan dan kesungguhan bekerja dengan baik.

Surat keterangan ini diberikan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.  
Demikian agar yang berkepentingan maklum.

Koto Panjang, 01 September 2023  
Manager Unit Layanan PLTA Koto Panjang  
ULPLTA  
KOTO PANJANG  
  
**CECEP SOFHAN MUNAWAR**

**NIP. 8811686Z**

## Lampiran II

### PENILAIAN DARI PERUSAHAAN KERJA PRAKTEK

PT PLN Nusantara Power ULPLTA Koto Panjang

Nama : Dinda Permata Sari

NIM : 3204201331

Program Studi : D4 Teknik Listrik

POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS

No	Aspek Penilaian	Bobot	Nilai
1	Disiplin	20%	95
2	Tanggung jawab	25%	90
3	Penyesuaian diri	10%	90
4	Hasil Kerja	30%	90
5	Perilaku secara umum	15%	95
Total (1+2+3+4+5)		100%	91,75

Keterangan :

Nilai : Kriteria

81 – 100 : Istimewa

71 – 80 : Baik Sekali

66 – 70 : Baik

61 – 65 : Cukup Baik

56 – 60 : Cukup

Catatan :

Koto Panjang, 01 September 2023

Pembimbing Lapangan



**MUHAMMAD RIDHO**

**NIP. 94162142ZY**

### Lampiran III







LEMBAR PENILAIAN


NAMA PESERTA DIDIK : DINDA PERMATA SARI  
NIM : 3204201331  
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO  
INSTITUSI : POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS

NO	KOMPONEN PENILAIAN	ANGKA	HURUF	PREDIKAT
1	Penerapan kesehatan dan keselamatan kerja (K3)	98	A	AMAT BAIK
2	Penerapan dasar-dasar teknik elektro	90	A	AMAT BAIK
3	Penggunaan perkakas tangan elektro	90	A	AMAT BAIK
4	Pengoperasian peralatan kelistrikan	88	B	BAIK
5	Pemahaman prinsip kerja PLTA	90	A	AMAT BAIK
6	Pemahaman dan pelaksanaan pemeliharaan elektro	89	B	BAIK
7	Presentasi	91	A	AMAT BAIK
JUMLAH NILAI		636		
NILAI AKHIR (NA) RATA-RATA		90.85	A	AMAT BAIK

KETERANGAN NILAI

ANGKA	HURUF	PREDIKAT
90.0 – 100.0	A	AMAT BAIK
80.0 – 89.9	B	BAIK
70.0 – 79.9	C	CUKUP

Koto Panjang, 05 September 2023  
Pembimbing Lapangan

  
Muhammad Ridho  
NIP : 941621422Y

