

**LAPORAN PRAKTEK LAPANGAN INDUSTRI
PT PLN (PERSERO) UNIT INDUK PEMBANGKITAN SUMBAGSEL
UNIT PELAKSANA PEMBANGKITAN BUKITTINGGI
PLTA MANINJAU**

“SISTEM EKSITASI PLTA MANINJAU”

*Laporan ini diajukan dalam rangka memenuhi syarat kelulusan mata kuliah
Praktek Lapangan Industri (PLI) Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang*



Disusun oleh :

Fikri Ramadhanil Haq

NIM. 18063045

Pembimbing :

Dr. Hansi Efendi, M. Kom

NIP. 197902112002121001

**PRODI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

2022

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN

Laporan ini diajukan dalam rangka memenuhi syarat kelulusan mata kuliah

Praktek Lapangan Industri (PLI) Prodi Pendidikan Teknik Elektro

Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknik

Universitas Negeri Padang

Dengan lembar pengesahan ini dinyatakan :

Nama : FIKRI RAMADHANIL HAQ

NIM : 18063045

Telah menyelesaikan laporan dan melaksanakan seminar Praktek Lapangan
Industri (PLI) di PLTA MANINJAU

Kepala Unit Hubungan Industri
Fakultas Teknik



Menyetujui,
Dosen Pembimbing Praktek
Lapangan Industri

Dr. Hansi Efendi, M. Kom
NIP. 197902112002121001

LEMBAR PENGESAHAN PLTA

LEMBAR PENGESAHAN PLTA

PT PLN (PERSERO) UNIT INDUK PEMBANGKITAN SUMBAGSEL
UNIT PELAKSANA PEMBANGKITAN BUKITTINGGI
PLTA MANINJAU
(17 JANUARI – 04 MARET 2022)

Dengan Judul Laporan :
“SISTEM EKSITASI PLTA MANINJAU”

Oleh :

NAMA : FIKRI RAMADHANIL HAQ
NIM : 18063045
PRODI : PENDIDIKAN TEKNIK
ELEKTRO
JURUSAN : TEKNIK ELEKTRO
PERGURUAN TINGGI : UNIVERSITAS NEGERI
PADANG

Lubuk Sao, 4 Maret 2022

Mengetahui dan Menyetujui:

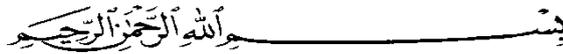
Supervisor Pemeliharaan



Pembimbing Lapangan

Rusli
NIP. 9211033B2Y

KATA PENGANTAR



Puji syukur berkat rahmat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Pengalaman Lapangan Industri (PLI) di PLTA Maninjau dimulai tanggal 17 Januari 2022 sampai 4 Maret 2022.

Laporan ini disusun dengan tujuan untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan mata kuliah Praktek Lapangan Industri pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Padang.

Banyak hal dan pengalaman baru yang penulis dapatkan selama pelaksanaan Pengalaman Lapangan Industri (PLI) ini, disamping menambahkan pengetahuan dan wawasan juga menambah pengalaman bekerja pada suatu instansi sebagai wahana adaptasi terhadap kondisi lapangan kerja sebenarnya dikemudian hari.

Dalam menyelesaikan laporan ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya dalam penulisan laporan Pengalaman Lapangan Industri ini.
2. Orang tua yang telah memberikan doa restu kepada penulis selama melaksanakan Praktek Lapangan Industri.
3. Bapak Dr. Hansi Efendi, M.Komselaku dosen pembimbing Pengalaman Lapangan Industri.
4. Bapak Hamdani, M.Pd.Tselaku Koordinator Pengalaman Lapangan Industri.
5. Bapak Tendy Ariandi selaku Supervisor Pemeliharaan di PLTA Maninjau.
6. Bapak Rusli dan Bapak Rusdi Bay selaku Pembimbing lapangan yang telah membimbing dan memberikan ilmunya selama Praktek Lapangan Industri di PLTA Maninjau.

7. Jajaran staf di PLTA Maninjau dan karyawan yang telah membantu selama praktek kerja industri hingga laporan ini selesai tepat waktu.
8. Rekan-rekan seperjuangan pelaksanaan Praktek Lapangan Industri yang telah mendukung dan memberi semangat kepada penulis dalam menyelesaikan laporan ini dengan baik.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat diharapkan demi kemajuan penulisan laporan berikutnya. Penulis juga meminta maaf sebesar-besarnya apabila ada kesalahan selama masa praktek lapangan industri. Akhir kata, Semoga laporan praktek lapangan industri ini bermanfaat bagi pembacanya.

Lubuk Sao, 01Maret 2022

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN	i
LEMBAR PENGESAHAN PLTA	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
BAB II GAMBARAN UMUM PLTA MANINJAU.....	4
BAB III	18
LANDASAN TEORI.....	18
3.1 Sistem Eksitasi	18
3.1.1 Pengertian Sistem Eksitasi.....	18
3.1.2 Fungsi Sistem Eksitasi	20
BAB IV	21
PEMBAHASAN DAN HASIL PEMBAHASAN.....	21
4.1 Sistem Eksitasi pada PLTA Maninjau	21
4.2 Komponen Sistem Eksitasi PLTA Maninjau	22
4.2.1 Exciter	22
4.2.2 Generator.....	22
4.2.3 Battery.....	23
4.2.4 Excitation Transformer	24
4.2.5 Thyristor Rectifier.....	24
4.2.6 Field Flashing.....	24
4.2.7 Pilot Exciter (PMG)	24
4.2.8 AVR (Automatic Voltage Regulator)	25
4.3 Proses Kerja Sistem Eksitasi PLTA Maninjau.....	25
BAB V	27
PENUTUP.....	27
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN.....	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Power House</i> PLTA Maninjau.....	5
Gambar 2. 2 Gedung Bukittinggi (UPK)	6
Gambar 2. 3 Lokasi PLTA Maninjau	7
Gambar 2. 4 Struktur Organisasi PLTA Maninjau	8
Gambar 2. 5 Proses pembangkitan PLTA Maninjau	8
Gambar 2. 6 Danau Maninjau.....	9
Gambar 2. 7 Area Danau Maninjau	10
Gambar 2. 8 <i>Weir</i>	11
Gambar 2. 9 <i>Intake</i>	11
Gambar 2. 10 Terowongan Pipa Pesat.....	12
Gambar 2. 11 <i>Tail Race</i> PLTA Maninjau.....	13
Gambar 2. 12 Gedung Pembangkitan	13
Gambar 2. 13 Turbin PLTA Maninjau (a) Bentuk Fisik, (b) Spesifikasi	14
Gambar 2. 14 Unit Generator PLTA Maninjau (a) spesifikasi, (b) bentuk fisik	15
Gambar 2. 15 <i>Transformator</i>	16
Gambar 2. 16 AC Exciter	17
Gambar 3. 1 Sistem Eksitasi Menggunakan Sikat.....	19
Gambar 3. 2 Sistem Eksitasi Tanpa Sikat.....	20
Gambar 4. 1 Wiring Eksitasi pada PLTA Maninjau.....	21
Gambar 4. 2 AC Exciter	22
Gambar 4. 3 Spesifikasi Generator PLTA Maninjau.....	23
Gambar 4. 4 Spesifikasi Battery Sistem Eksitasi PLTA Maninjau.....	23
Gambar 4. 5 Spesifikasi PMG	25

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Area Danau Maninjau	10
Tabel 2. 2 Area Danau Maninjau	10
Tabel 2. 3 Data Weir	11
Tabel 2. 4 Data <i>Intake</i>	12
Tabel 2. 5 Data Terowongan Pipa Pesat	12
Tabel 2. 6 Data <i>Tail Race</i> PLTA Maninjau	13
Tabel 2. 7 Data Luas Area Pembangkitan	14
Tabel 2. 8 Data Spesifikasi Turbin	14
Tabel 2. 9 Data Spesifikasi Generator	16
Tabel 2. 10 Data <i>Transformator</i>	17
Tabel 2. 11 Data AC Exciter	17

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kegiatan Praktek Lapangan Industri (PLI) merupakan salah satu mata kuliah program studi wajib di jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang yang di laksanakan oleh mahasiswa untuk bekerja pada salah satu perusahaan atau industri selama 40 hari guna untuk meningkatkan keterampilan dan pengetahuan mahasiswa dengan menjalankan ilmu yang telah diperoleh dibangu perkuliahan ke dunia industri atau dunia kerja yang sesungguhnya.

Di era yang modern ini kebutuhan akan tenaga listrik sudah menjadi kebutuhan primer baik di kota besar maupun kota kecil, hampir seluruh peralatan penunjang kehidupan sehari-hari kita memerlukan energi listrik. Karena dengan menggunakan energi listrik ini manusia dapat dengan mudah melakukan pekerjaan berat, sehingga kebutuhan energi listrik tidak akan berkurang. Tetapi akan meningkat seiring dengan perkembangan teknologi. Oleh karena itu, program penyediaan listrik di kota dan di desa semakin hari semakin bertambah. Dengan meningkatnya kebutuhan akan energi listrik, maka PT. PLN (Persero) membangun PLTA (Pusat Listrik Tenaga Air).

Pusat Listrik Tenaga Air (PLTA) adalah suatu pembangkit energi listrik dengan mengubah energi potensial air menjadi energi mekanik oleh turbin dan diubah lagi menjadi energi listrik oleh generator dengan memanfaatkan ketinggian dan kecepatan aliran air. Prinsip kerja PLTA adalah Energi Potensial air yang memiliki ketinggian menjadi Energi Kinetik. Air yang bergerak melalui pipa akan memutar turbin sehingga menghasilkan Energi Mekanik. Putaran pada turbin menimbulkan putaran pada rotor generator, sehingga menghasilkan energi listrik.

Unit PLTA maninjau merupakan unit yang krusial sehingga dibutuhkan suatu sistem pemakaian sendiri yang terlindung dari gangguan (*Uninterruptable Power Supply/UPS*). Sistem ini bersumber dari Gardu Induk (GI) 150 KV, Genset 500KVA/380V, dan Generator 10KV.

PLN sebagai satu-satunya perusahaan yang bergerak dalam bidang penyaluran tenaga listrik ke seluruh Indonesia harus mampu menjaga ketersediaan listrik dengan cara salah satunya pemeliharaan peralatan-peralatan dari penyaluran

energi listrik tersebut. Salah satu peralatan yang terdapat dipembangkit ini yaitu sistem eksitasi yang terjadi pada generator.

Dari pembahasan diatas, maka penulis membuat judul laporan tentang "CARA KERJASISTEM EKSITASI PLTA MANINJAU".

1.2. Tujuan

A. Tujuan Umum

Adapun tujuan pelaksanaan praktik lapangandi PLTA Maninjau adalah :

- a. Melaksanakan dengan baik salah satu mata kuliah wajib jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
- b. Untuk memperoleh pengetahuan dan pengalaman kerja di lingkungan perusahaan atau industri.
- c. Mengetahui aplikasi dari teori ilmu pengetahuan yang telah dipelajari selama di perkuliahan.

B. Tujuan Khusus

- a. Mengetahui fungsi system eksitasi di PLTA Maninjau.
- b. Mengetahui sistem eksitasi PLTA Maninjau.
- c. Mengetahui cara kerja system eksitasi PLTA Maninjau

1.3. Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Tanggal pelaksanaan : 17 Januari2022 s/d 04 Maret 2022

Tempat pelaksanaan :PLTA MANINJAU

Alamat : Jl. Raya Lubuk Basung – Maninjau, KM 8
Lubuk Sao – Sumatera Barat, Indonesia

Telp. : (0752) 33663

Web : www.pln.co.id

1.4. Batasan Masalah

Dalam penyusunan laporan ini dilakukan pembatasan masalah agar tidak menyimpang dari lingkup permasalahan diantaranya yaitu :

1. Sistem Eksitasi PLTA Maninjau.
2. Proses Eksitasi PLTA Maninjau

1.5. Manfaat

Dari pelaksanaan praktek kerja lapangan di PT. PLN (Persero) PLTA Maninjau dapat diperoleh manfaat:

- a. Dapat mengetahui dan memahami proses pembangkitan listrik di PLTA Maninjau
- b. Memperoleh kesempatan untuk melatih keterampilan dan melakukan pekerjaan atau kegiatan lapangan.
- c. Memperoleh pengalaman yang berguna bagi perwujudan kerja yang akan dihadapi kelak setelah menyelesaikan studi.
- d. Dapat melihat keadaan perusahaan dari sudut pandang pendidikan, khususnya mahasiswa.
- e. Dapat menerapkan teori-teori yang diperoleh di perkuliahan dalam praktik lapangan.

1.6. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika yang digunakan dalam penulisan laporan Praktek Lapangan Industri ini adalah sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang, tujuan, waktu dan tempat pelaksanaan, batasan masalah, sistematika penulisan laporan.

BAB II : GAMBARAN UMUM PLTA MANINJAU

Bab ini berisi tentang water way pada PLTA Maninjau, konversi energi pada PLTA Maninjau.

BAB III : LANDASAN TEORI

Bab ini membahas tentang apa itu Sistem Eksitasi PLTA Maninjau.

BAB IV : PEMBAHASAN DAN HASIL PEMBAHASAN

Bab ini membahas tentang proses sistem eksitasi pada PLTA Maninjau

BAB V : PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran.

BAB II

GAMBARAN UMUM PLTA MANINJAU

2.1. Sejarah Perusahaan

Di Indonesia pada tahun 1945 dibentuklah jawatan dan gas dibawah naungan departemen perusahaan umum melalui surat keputusan presiden NO.1/1945. Barulah pada tahun 1950 dibentuk perusahaan listrik Negara (PLN) yang bertugas untuk mendistribusikan tenaga listrik dibawah pengawasan departemen perusahaan umum. Pada tahun 1958 melalui UU No.86/1958 pemerintah mensosialisasikan semua perusahaan milik Belanda. Tanggal 16 Juli 1958 berdasarkan SK dan PU antena kerja No.E1511/4/14 dibentuklah Dewan Direktur bidang listrik. Pada tahun 1968, PLN berpisah dari departemen perusahaan umum ke departemen perindustrian dasar dan tenaga listrik di bawah direktur jenderal listrik.

Tahun 1969 sampai sekarang PLN dinyatakan sebagai perusahaan listrik tenaga PP No.18/1972. Setelah itu PLN dinaungi oleh departemen pertambangan dan energi. Berdasarkan PP tersebut PLN disahkan dari perusahaan menjadi persero melalui SK menteri pertambangan dan energi No.456/702/MPE/1993 yang ditetapkan tanggal 17 Desember 1993.

PLTA Maninjau berada di sebelah barat daya Danau Maninjau, terletak kira-kira 125 km pinggir pantai ke utara kota Padang. Keseluruhan proyek PLTA Maninjau merupakan daerah vulkanik yang terletak dipinggir Bukit Barisan. Bukit Barisan ini memanjang hampir tidak dapat putus-putusnyadari ujung yang satu ke ujung yang lainya dipinggir sebelah barat Pulau Sumatera dengan evaluasi yang bervariasi, elevasi yang tertinggi dari Bukittinggi mencapai ketinggian 400 meter. Danau Maninjau merupakan suatu kaldera yang sudah mati dengan tinggipermukaan air 464 meter, pinggirannya dikelilingi dengan gunung yang curam dengan ketinggian sekitar mencapai 800 meter.



Gambar 2. 1Power House PLTA Maninjau

Rencanapembangunan PLTAManinjauinisudahberlangsung sejak zaman kolonial Belanda dan Jepang, tetapi realisasi dari perencanaan tersebut dilakukan sekitar tahun 1965, sebuah perusahaan konsultan koe co Ltd. Japan, mengadakan penelitian tentang kemungkinan dibangunnya pembangkit listrik di Maninjau. Setelah diadakan penyelidikan ulang oleh sebuah firma dari Jerman, Lehmayerr Internasional GmbH mengadakan studi menyeluruh terhadap masalah pembangunan pembangkit tenaga listrik di Maninjau pada tahun 1977. Hasil studi tersebut dijadikan sebagai pedoman untuk pembangunan PLTA Maninjau. Penelitian terakhir yang dilakukan oleh pihak PLN pembangunan II PIKITRING Sumbar-Riau yang saat itu dikepalai oleh bapak Ir. Januar Muin, dilakukan bersama beberapa kontributor lainnya pada awal tahun 1975. Hasil penelitian tersebut pada tahun 1976 dijadikan sebagai salah satu pedoman pemerintah untuk memperoleh dan pinjaman dari ADB (Asian Development Bank) untuk keperluan pembangunan PLTA Maninjau.

Pada tahun 1977 pihak PLN menunjuk konsultan *Electrowatt Engineering Service* Ltd Zurich Switzerland dan *Nippon Koei Ltd* Jepang untuk memulai pembangunan proyek PLTA Maninjau. Pelaksanaan proyek yang dilakukan kedua perusahaan ini meliputi pekerjaan perencanaan, pembangunan dan pemasangan alat-alat listrik, dan mesin selama pelaksanaan proyek. Sebagai kontraktor pelaksana pembangunan *power house* (bangunan gedung) sentral PLTA Maninjau, pembangunan terowongan (*tunnel*) dan dam (*weir*) serta pintu masuk air (*intake*) yaitu kontraktor *OBAYASHIGUMI Co. Ltd* (meliputi pekerjaan sipil). Pekerjaan pintu air termasuk sistem kontrolnya, pembangunan pipa pesat (*penstock*), dan pipa pembagi (*manifold*) dilaksanakan oleh kontraktor *KURIMOTO Co. Ltd*. Untuk pekerjaan elektromekanik meliputi pengerjaan

pemasangan turbin dan generator serta seradang hubung (switch yard) dilaksanakan dan diawasi oleh kontraktor SUMITOMO Co. Ltd dengan pengerjaan turbin dilaksanakan oleh TOSHIBA, sedangkan bagian generator dan switch yard dilaksanakan oleh MEIDENSA. Penyelesaian proyek tersebut dilaksanakan dengan empat tahap pemasangan turbin dan generator dengan tahap pengoperasian yaitu:

1. Tahapan pertama turbin unit IV tanggal 13 September 1983
2. Tahapan kedua turbin unit II tanggal 2 Oktober 1983
3. Tahapan ketiga turbin III tanggal 13 Oktober 1983
4. Tahapan keempat turbin unit I tanggal 13 November 1983

Peresmian PLTA Maninjau dilaksanakan oleh presiden Soeharto pada tanggal 28 Desember 1983, saat itu PLTA Maninjau berada dibawah pengawasan dan operasional PLN Wilayah III Sumbar-Riau sebagai salah satu bagian dari satu administrasi surat keputusan Direksi No.079/DIR/82. Sesuai dengan tingkat perkembangan organisasi selanjutnya, maka dengan surat keputusan Direksi No.097. K/023/DIR/1997, PLN Sektor Bukittinggi berubah nama menjadi PT. PLN (Persero) Pembangkitan Sumbagsel Unit Pelaksana Pembangkitan Bukittinggi yang berkedudukan di Bukittinggi dengan unit kerja PLTA Maninjau Lubuk Sao.



Gambar 2. 2 Gedung Bukittinggi (UPK)

Gedung Bukittinggi (UPK) melakukan pengolahan *operation* dan *maintenance* seluruh unit Pusat Listrik Tenaga Air (PLTA) di wilayah provinsi Sumatera Barat. Unit Pelaksana pembangkitan Bukittinggi ini telah meraih sertifikat ISO9001 (Sistem Keselamatan dan Kesehatan Kerja) serta memperoleh penghargaan *Zero Accident Award* (ZAA)



Gambar 2. 3 Lokasi PLTA Maninjau

2.2. VISI dan MISI PT PLN (Persero)

VISI

“Menjadi pembangkit listrik terkemuka se-Asia Tenggara dan #1 pilihan pelanggan untuk solusi energi”.

MISI

1. Melakukan pengelolaan pembangkit dan penyediaan tenaga listrik dalam jumlah dan mutu yang memadai.
2. Memastikan keamanan pasokan bahan bakar agar operasi pembangkit menjadi andal, produktif dan ramah lingkungan dengan mengacu kepada standar kinerja yang telah ditetapkan.
3. Mengelola sumber daya dan aset perusahaan secara efisien, efektif, dan sinergis untuk menjamin pengelola usaha secara optimal dan memenuhi kaidah *good corporate governance*.

MOTTO

“Energi kita untuk kehidupanyanglebih baik”
(*Our energyfor a better life*).

2.3. StrukturOrganisasi

2.5. Konversi Energi pada PLTA Maninjau

Energi potensial dari danau akan diubah menjadi energi kinetik pada pipa-pipa yang akan terhubung ke turbin. Pada ujung dari pipa tadi, air akan dibagi menjadi empat cabang yang akan memutar 4 turbin pada PLTA Maninjau. Turbin tadi akan menggerakkan rotor generator yang dihubungkan oleh shaft. Pada kondisi ini, energi kinetik tadi sudah diubah menjadi energi mekanik. Rotor pada generator tadi akan menginduksi stator sehingga dapat dibangkitkan tegangan sebesar 10KV dengan daya 17 KW/unit.

2.6. Komponen-Komponen PLTA Maninjau

Dalam proses produksi pada PLTA Maninjau, terdapat komponen-komponen yang memiliki peranan penting. Berikut komponen-komponen utama PLTA Maninjau :

1. Danau Maninjau

Danau Maninjau merupakan sisa dari kawasan gunung api purba sitinjau (Gunung api strato atau gunung api berbentuk kerucut). Danau Maninjau dibatasi oleh dinding kaldera yang terbentuk oleh sesar (patahan kulit bumi) dan bekas erupsi gunung api.



Gambar 2. 6 Danau Maninjau

Tabel 2. 1 Area Danau Maninjau

No	Data AreaDanau	Satuan
1	LuasDaerah Curahan Hujan	235 Km ²
2	LuasDanau	94 Km ²
3	Elevasi Air Tertinggi	464 mdpl
4	Elevasi Air Terendah	461,5 mdpl

2. Bendungan

Bendungan atau dam adalah kontruksi yang di bangun untuk menahan laju air menjadi waduk.



Gambar 2. 7 Area Danau Maninjau

Tabel 2. 2 Area Danau Maninjau

No	Data BendunganAir	Satuan
1	Tinggi	2 m
2	Lebar Masing-Masing	60 m
3	PanjangPuncak Total	6 m
4	Elevasi Dasar	462 mdpl
5	Tinggi Air Maksimum	464 mdpl

3. Weir

Weir berfungsi untuk menaikkan muka air yang terdapat di Danau Maninjau.



Gambar 2. 8Weir

Tabel 2. 3 Data Weir

No	DataWeir	Satuan
1	Type	DoubleGate
2	Tinggi	2,5 m
3	Lebar	2 x3,5 m
4	Elevasi Dasar	462 MdPl

4. IntakePLTA Maninjau

Intakeadalahberfungsiuntukmengaturbanyaknyaairyang masuk ke Salurandanmencegahmasuknyabenda-benda padatdankasar ke dalam saluran.



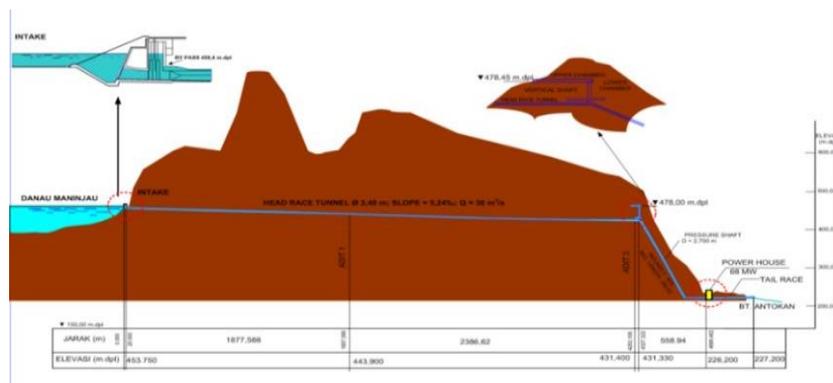
Gambar 2. 9Intake

Tabel 2. 4 Data Intake

No.	Data Intake	Satuan
1	Type	Roller Gate
2	Tinggi	3,4 m
3	Lebar	2 ,4 m
4	Elevasi Dasar	453,75 mdpl

5. TerowonganPipa Pesat

Terowonganpipapesatuntukmengalirkanairketurbindengan kemiringan 60^o



Gambar 2. 10 Terowongan Pipa Pesat

Tabel 2. 5 Data Terowongan Pipa Pesat

No	Data Terowongan Pipa Pesat	Satuan
1	Diameter	3,4 m
2	Panjang	4,3 km
3	Diameter Pipa	2,7 m
4	PanjangPipa	584 m
5	Sudut Kemiringan	60 ^o
6	Mani Fold	Steel Linier

6. Tail Race

Tailrace adalah sisa pembuangan air sesudah memutar turbindan akan dialirkan kesungaibatangatokan.



Gambar 2. 11Tail Race PLTA Maninjau

Tabel 2. 6 Data Tail Race PLTA Maninjau

No	Data TailRace	Satuan
1	Ukuran (LxT)	2(2,8X 3,3)m
2	PanjangSaluran	350 m

7. Gedung Pembangkit/Power House

Sumberpusat pembangkitdi PLTAManjau.



Gambar 2. 12 Gedung Pembangkitan

Tabel 2. 7 Data Luas Area Pembangkitan

No	Data AreaPembangkit	Satuan
1	Type	Semi Under Ground
2	Panjang	56 m
3	Lebar	28 m
4	Tinggi	45 m

8. Turbin

Turbin adalah sebagai penggerak dengan dorongan debit air. Turbin mengubah energi kinetik menjadi energi mekanik.



(a)

WATER - TURBINE			
TYPE VF-IRS			
	NET HEAD	OUTPUT	DISCHARGE
MAXIMUM	234.7 m	17500 kW	8.28 m ³ /s
NORMAL	226.0 m	17500 kW	8.73 m ³ /s
MINIMUM	210.1 m	17500 kW	9.54 m ³ /s
RATED SPEED	600 rpm	PIRWAY SPEED	1020 rpm
SERIAL NO.	3601075	STANDARD SPEC.	JEC-153
MANUFACTURED IN 1980			
TOSHIBA CORPORATION			

(b)

Gambar 2. 13 Turbin PLTA Maninjau (a) Bentuk Fisik, (b) Spesifikasi

Tabel 2. 8 Data Spesifikasi Turbin

No	Data Turbin	Satuan
1	Type	VF-IRS
2	Merek	TOSHIBA
3	Kapasitas Terpasang	17500 KW
4	Serial No.	3601075
5	RateHead	210,1m
6	MaxHead Efisien	226 m
7	DebitAir Max	9,54 m ³
8	Kecepatan Putar	600 rpm
9	Kecepatan Awal	1,02 rpm

9. Generator

Generator adalah sebuah mesin yang dapat mengubah energi gerak (mekanik) menjadi energi listrik. Pada Generator memiliki kelas Isolasi B.

Temperatur operasional maksimum yang diperbolehkan untuk *Insulation Class-B* adalah $130\text{ }^{\circ}\text{C}$. Peningkatan temperatur yang diperbolehkan saat beban puncak adalah $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ pada *service factor* 1.0 dan $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ pada *service factor* 1.15 [2].



(a)

(b)

Gambar 2. 14 Unit Generator PLTA Maninjau (a) spesifikasi, (b) bentuk fisik

Tabel 2. 9 Data Spesifikasi Generator

No.	Data Generator	Satuan
1	Type	VF-IRS
2	Frekuensi	50 Hz
3	Kapasitas Terpasang	4 x17 MW
4	Power Factor	0,79 %
5	Voltage	10 KV
6	Hubungan Gulungan	Star-Delta
7	Tekanan UdaraPenggerak	12–18 Kg/ cm ²
8	KelasIsolasi	B Class
9	Arus Generator	2150 A
10	Standard	jec. 144
11	Produksi Tahunan	1981

10. Transformator

Pada PLTA Maninjau terdapat transformator yang di gunakan untuk menaikkan tegangan yang di hasilkan oleh generator yaitu dari 10 KV menjadi 150 KV (*Transformator step up*) sebelum dikirim ke gardu induk.



Gambar 2. 15Transformator

Tabel 2. 10 Data Transformator

No	Data Trafo	Satuan
1	Type	Boar Diagram
2	Kapasitas	17 MW/21,5 MVA
3	Tegangan	10/150KV
4	Frekuensi	50 Hz
5	Cooling	ONAN danONAF

11. Exciter

Pada PLTA Maninjau menggunakan Sistem Eksitasi tanpa sikat (*brushless excitation Exciter*) merupakan alat yang digunakan untuk membangkitkan arus listrik DC untuk disalurkan ke rotor generator.



Gambar 2. 16 AC Exciter

Tabel 2. 11 Data AC Exciter

No	Data AC Exciter	Satuan
1	Type	VE-AA
2	Arus	625 A
3	Tegangan	120V
4	Frekuensi	80 Hz
5	Power Factor	0.9%
6	Kecepatan	600 rpm
7	Kelas Isolasi	B class max. 130°C
8	Produksi Tahun	1981
9	Serial no.	5G9778R4

BAB III

LANDASAN TEORI

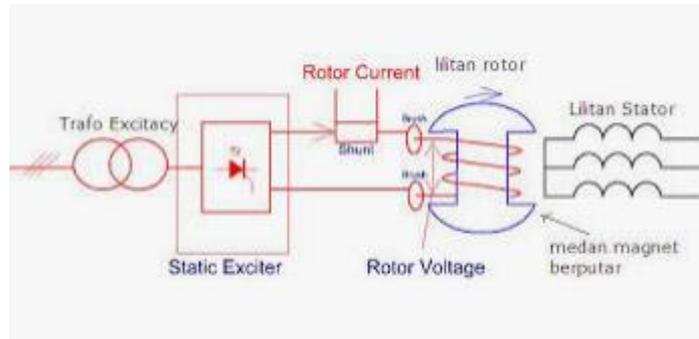
3.1 Sistem Eksitasi

3.1.1 Pengertian Sistem Eksitasi

Sistem eksitasi adalah sistem pasokan listrik DC sebagai penguatan pada generator listrik atau sebagai pembangkit medan magnet pada rotor, sehingga suatu generator dapat menghasilkan energi listrik dengan besar tegangan keluaran generator bergantung pada besarnya arus eksitasinya. Sistem ini merupakan sistem yang vital pada proses pembangkitan listrik dan pada perkembangannya, sistem Eksitasi pada generator listrik ini dapat dibedakan menjadi 2 macam, yaitu sistem Eksitasi dengan menggunakan sikat (*brush excitation*) dan sistem Eksitasi tanpa sikat (*brushless excitation*).

A. Sistem Eksitasi dengan menggunakan sikat (*brush excitation*)

Pada Sistem Eksitasi menggunakan sikat, sumber tenaga listriknya berasal dari generator arus searah (DC) atau generator arus bolak balik (AC) yang disearahkan terlebih dahulu dengan menggunakan *rectifier*. Jika menggunakan sumber listrik yang berasal dari generator AC atau menggunakan *Permanent Magnet Generator* (PMG) medan magnetnya adalah *magnet permanent*. Dalam lemari penyearah, tegangan listrik arus bolak balik diubah atau disearahkan menjadi tegangan arus searah untuk mengontrol kumparan medan eksiter utama (*main exciter*). Untuk mengalirkan arus eksitasi dari *main exciter* ke rotor generator menggunakan *slip ring* dan sikat arang, demikian juga penyaluran arus yang berasal dari *pilot exciter* ke *main exciter*.



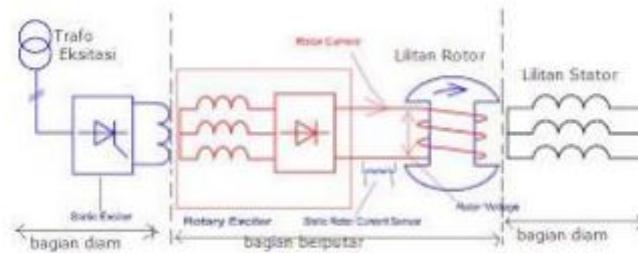
Gambar 3. 1 Sistem Eksitasi Menggunakan Sikat

B. Sistem Eksitasi tanpa sikat (*brushless excitation*)

Penggunaan sikat atau slip ring untuk menyalurkan arus eksitasi ke rotor generator mempunyai kelemahan karena besarnya arus yang mampu dialirkan pada sikat arang relatif kecil. Untuk mengatasi keterbatasan sikat arang, digunakan sistem eksitasi tanpa menggunakan sikat (*brushless excitation*).

Keuntungan sistem eksitasi tanpa menggunakan sikat (*brushless excitation*), antara lain adalah:

- 1) Energi yang diperlukan untuk Eksitasi diperoleh dari poros utama (*main shaft*), sehingga keandalannya tinggi
- 2) Biaya perawatan berkurang karena pada sistem Eksitasi tanpa sikat (*brushless excitation*) tidak terdapat sikat, komutator dan *slip ring*.
- 3) Pada sistem Eksitasi tanpa sikat (*brushless excitation*) tidak terjadi kerusakan isolasi karena melekatnya debu karbon pada farnish akibat sikat arang.
- 4) Mengurangi kerusakan (*trouble*) akibat udara buruk (*bad atmosfere*) sebab semua peralatan ditempatkan pada ruang tertutup
- 5) Selama operasi tidak diperlukan pengganti sikat, sehingga meningkatkan keandalan operasi dapat berlangsung terus pada waktu yang lama.



Gambar 3. 2 Sistem Eksitasi Tanpa Sikat

3.1.2 Fungsi Sistem Eksitasi

Sistem eksitasi mempunyai berbagai fungsi. Fungsi tersebut antara lain:

- Mengatur tegangan keluaran generator agar tetap konstan (stabil).
- Mengatur besarnya daya reaktif.
- Mempertinggi kapasitas daya pemuatan (*charging capacity*) saluran transmisi tanpa beban dengan mengendalikan eksitasi.
- Menekan kenaikan tegangan pada pelepasan beban (*load rejection*).

Karena mempunyai fungsi seperti diatas maka sistem eksitasi harus mempunyai sifat antara lain ;

- Mudah dikendalikan.
- Dapat mengendalikan dengan stabil/sifat pengendalian stabil.
- Mempunyai respon/tanggapan yang cepat.
- Tegangan yang dikeluarkan harus sama dengan tegangan yang diinginkan.

arus berpengaruh pada besarnya arus yang dihasilkan main exciter, maka besarnya arus *main exciter* juga mempengaruhi besarnya tegangan yang dihasilkan oleh generator utama. Pada sistem Eksitasi tanpa sikat, permasalahan timbul jika terjadi hubung singkat atau gangguan hubung tanah di rotor dan jika ada sekering lebur dari dioda berputar yang putus, hal ini harus dapat dideteksi. Gangguan pada rotor yang berputar dapat menimbulkan distorsi medan magnet pada generator utama dan dapat menimbulkan vibrasi (getaran) berlebihan pada unit pembangkit.

1.1 4.2 **Komponen Sistem Eksitasi PLTA Maninjau**

4.2.1 **Exciter**

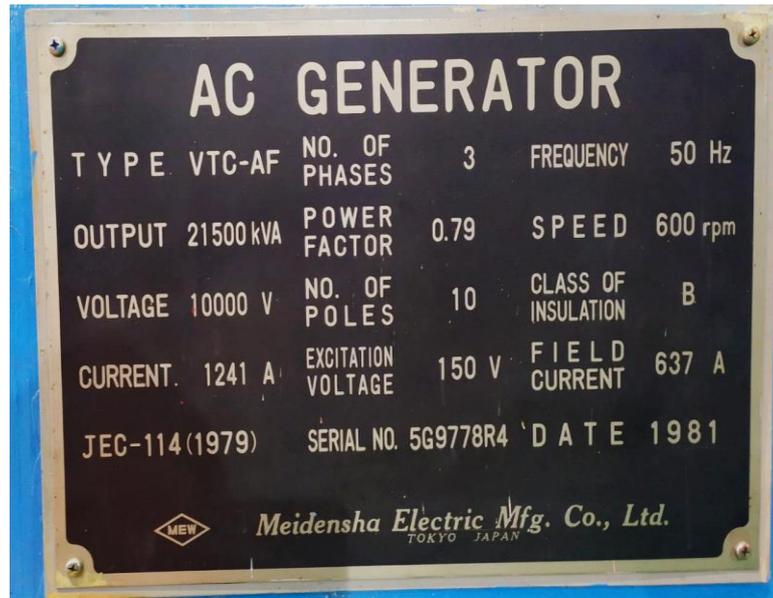
Pada PLTA Maninjau menggunakan Sistem Eksitasi tanpa sikat (*brushless excitation Exciter*) merupakan alat yang digunakan untuk membangkitkan arus listrik DC untuk disalurkan ke rotor generator.



Gambar 4. 2 AC Exciter

4.2.2 **Generator**

Generator berfungsi untuk menghasilkan daya listrik untuk konsumen yang ditransmisikan ke jaringan SUMBAGSEL, pemakaian sendiri dan mencatu daya sistem eksitasi generator itu sendiri. PLTA Maninjau menggunakan generator sinkron 3 fasa buatan Meidensha Electric, Japan. Berikut ini spesifikasi generator sinkron yang digunakan pada PLTA Maninjau.



Gambar 4. 3 Spesifikasi Generator PLTA Maninjau

4.2.3 Battery

Battery berfungsi sebagai sumber catu daya sistem eksitasi pada saat starting awal. Dimana generator belum mampu menghasilkan tegangan untuk sistem eksitasi sendiri

Berikut ini spesifikasi battery yang digunakan di PLTA Maninjau.



Gambar 4. 4 Spesifikasi Battery Sistem Eksitasi PLTA Maninjau

4.2.4 Excitation Transformer

Excitation Transformer yang digunakan oleh PLTA Maninjau merupakan buatan pabrikan Elin. Excitation Transformer ini berfungsi untuk menurunkan keluaran generator dari 10 kV menjadi 380 V.

4.2.5 Thyristor Rectifier

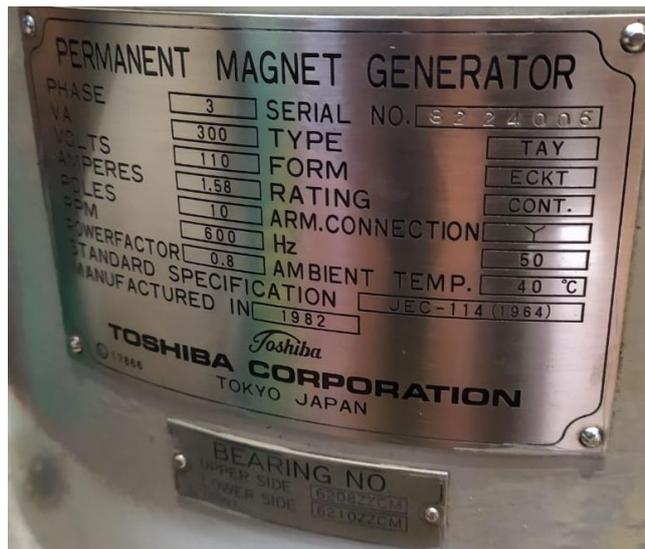
Thyristor Rectifier berfungsi untuk menyearahkan tegangan 3 fasa keluaran daritrafo eksitasi dari 380 VAC menjadi 110 VDC. Tegangan 110 VDC inilah yang digunakan sebagai sumber arus eksitasi pada generator tersebut.

4.2.6 Field Flashing

Field Flashing adalah proses catu daya sistem eksitasi dilakukan oleh battery pada saat generator belum mampu menghasilkan tegangan keluaran sendiri. Ketika generator sudah mampu menghasilkan 5% dari tegangan nominalnya, maka thyristor mulai beroperasi. Kemudian ketika arus eksitasi pada Bus-AC telah mencapai 90% dari arus eksitasi beban nol generator, maka suplai eksitasi dari battery akan terputus dan akan di change over oleh keluaran dari generator itu sendiri.

4.2.7 Pilot Exciter (PMG)

Pilot Exciter merupakan exciter mula yang digunakan untuk membangkitkan listrik AC untuk disalurkan menuju main exciter. Pilot exciter memiliki rotor berupa magnet permanen (Permanent Magnet Generator) yang terletak pada poros utama dan stator yang berupa kumparan. Berikut spesifikasi Pilot Exciter generator PLTA Maninjau.



Gambar 4. 5 Spesifikasi PMG

4.2.8 AVR (Automatic Voltage Regulator)

AVR (Automatic Voltage Regulator) berfungsi untuk menjaga agar tegangan generator tetap konstan. Dengan kata lain generator akan menjaga tegangan keluaran supaya tetap stabil terhadap perubahan beban yang selalu berubah-ubah yang dikarenakan beban sangat mempengaruhi tegangan keluaran generator.

1.2

1.3 4.3 Proses Kerja Sistem Eksitasi PLTA Maninjau

PLTA Maninjau memiliki tipe sistem eksitasi tanpa sikat yang mana arus eksitasi berasal dari tegangan keluaran dari generator itu sendiri yang telah diturunkan dan disearahkan dari tegangan AC 3 fasa menjadi sistem tegangan DC. Pada prosesnya, tegangan keluaran yang dihasilkan oleh generator PLTA Maninjau adalah tegangan AC 10 kV 3 fasa. Kemudian tegangan ini diturunkan menggunakan trafo step down eksitasi menjadi 380 VAC 3 fasa, selanjutnya tegangan 3 fasa 380 VAC ini disearahkan oleh converter AC to DC menggunakan thyristor No.1 atau No.2 sehingga dihasilkan tegangan DC 110 volt. Tegangan 110. VDC ini akan diinjeksikan ke kumparan medan magnet pada rotor Eksitasi melalui rotating dioda untuk membangkitkan medan magnet pada rotor.

Untuk kondisi start awal dimana generator belum mampu menghasilkan tegangan keluaran, maka sistem eksitasi untuk generator dilakukan dengan menggunakan battery. Battery yang digunakan memiliki tegangan 2 V dan arus 700 Ah tiap unitnya. Battery ini tersusun secara seri sebanyak 55 unit battery yang terletak di station battery, sehingga dihasilkan tegangan 110 V dengan arus 700 Ah. Selain itu pada station battery juga terdapat 55 unit battery lainnya yang terhubung secara seri, yang diparalelkan dengan 55 battery pertama dengan tegangan dan arus yang sama. 55 battery kedua ini difungsikan sebagai redudant, yakni battery tersebut pada posisi standby dan bekerja untuk membantu apabila 55 battery pertama sebagai suplai utama mengalami kegagalan serta tidak mampu atau kekurangan daya dalam mencatu arus eksitasi ke kumparan medan di rotor. Ketika generator telah mampu menghasilkan 90% dari arus beban nol, maka suplai eksitasi dari battery secara otomatis akan terputus (change over) dan eksitasi akan dicatu daya oleh tegangan keluaran generator itu sendiri selama operasi pembangkitan dilakukan.

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan praktek lapangan industri yang dilaksanakan di PLTA Maninjau dapat disimpulkan bahwa :

1. Sistem eksitasi merupakan sistem pasokan listrik DC sebagai penguatan pada generator listrik atau sebagai pembangkit medan magnet pada generator.
2. Jenis sistem eksitasi pada generator PLTA Maninjau adalah system eksitasi statis dan eksitasi dinamis dengan catu daya saat starting menggunakan battery,
3. Sistem eksitasi yang dipakai generator PLTA Maninjau menggunakan sistem eksitasi tanpa sikat (brushless excitation).
4. Keuntungan sistem eksitasi tanpa sikat adalah :
 - a. Keandalan tinggi.
 - b. Tidak perlu penggantian sikat.
 - c. Mengurangi troubleshoot/kerusakan akibat udara buruk.
 - d. Biaya perawatan lebih murah.

B. Saran

Sebagai dari akhir penulisan laporan ini, penulis akan memberikan saran sebagai berikut :

1. Sebaiknya dilakukan pengujian massa jenis elektrolit pada baterai menggunakan alat uji hydrometer untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.
2. Performa peralatan eksitasi sudah sangat baik. Namun, tidak menutup kemungkinan terjadinya kerusakan sehingga perlu dilakukan pemeliharaan rutin/pembongkaran komponen-komponen eksitasi seperti pembongkaran rotor dan generator exciter.

DAFTAR PUSTAKA

Azhar, Muhammad Kamal, Subhan. 2017. *Penerapan Automatic Voltage Regulator pada Sistem Eksitasi*. Seminar Nasional dan Expo Teknik Elektro, hal 1-7.

Figiel, Tom, Jim Bothwell, William Moore, P.E. 1998. *Preventive Maintenance and Overhaul Experience for Rotating Brushless Exciters and other Excitation Systems*. Konferensi Pemeliharaan dan Pemulihan Prediktif Generator Utilitas EPRI Phoenix, Arizona.

Z., Dennis Hasnan, Ir. Agung Nugroho M,kom. *Sistem Eksitasi Generator dengan Menggunakan AVR*. Makalah.

LAMPIRAN

