

LAPORAN PENGALAMAN LAPANGAN INDUSTRI

Sistem Kerja dan Perawatan Governor

Di PT.PLN (Persero) Unit Maninjau



Oleh:

HASNUL FADLI

NIM: 15072030/2015

Jurusan Teknik Mesin

Program Studi D3 Teknik Mesin

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2017

LEMBAR PENGESAHAN PERUSAHAAN

Laporan Ini Di Sampaikan Untuk Memenuhi Sebagian Dari Persyaratan

Penyelesaian Pengalaman Lapangan Industri FT-UNP Padang

(3 Juli 2017 s/d 1 September 2017)

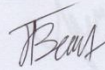
Disusun Oleh:

Hasnul Fadli

Nim: 15072030.2015

Diperiksa Dan Disahkan Oleh:

Pembimbing Dari Perusahaan



Muhammad Bagus Fitrianto
NIP.94151417ZY

Supervisor Pemeliharaan PT.PLN (Persero)

Sektor Pembangkitan Bukittinggi

PLTA Maninjau



LEMBAR PENGESAHAN FAKULTAS

**Laporan Ini Disampaikan Untuk Memenuhi Sebagian dari Persyaratan
Penyelesaian Praktek Lapangan Industri (PLI) FT UNP Padang Semester**

Juli-Desember 2017

Oleh

Hasnul Fadli

15072030/2015

Jurusan Teknik Mesin

Program Studi DIII Teknik Mesin

Diperiksa dan disahkan oleh:

Dosen Pembimbing

Prof. Suparno, M.Pd

NIP. 195112121976041001

a.n Dekan FT UNP

Kepala Unit Hubungan Industri

Ali Basrah Pulungan, S.T.M.T.

NIP. 19741212 200312 1 002



KATA PENGANTAR



Asslamu'alaikum Wr.Wb

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Pengalaman Lapangan Industri di PT.PLN (Persero) Unit PLTA Maninjau sekaligus penyelesaian dalam pembuatan laporan.

Adapun tujuan dari penulisan laporan ini adalah dalam rangka memenuhi persyaratan kurikulum pada perkuliahan di jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang . Laporan ini merupakan hasil Pengalaman Lapangan Industri (PLN) di PT.PLN (Persero) Unit PLTA Maninjau.

Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak , dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Laporan Pengalaman Lapangan Industri ini , sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikannya. Oleh karena itu , penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada:

1. Orang tua tercinta dan seluruh keluarga yang selalu memberikan semangat, dukungan lahir bathin, dan memberikan doa dalam setiap keadaan.
2. Bapak Dr.Fahmi Rizal,M.Pd,M.T Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
3. Bapak Dr.Ir Arwizet K,S.T,M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
4. Bapak Prof.Suparno,M.Pd, selaku Dosen Pembimbing Pengalaman Lapangan Industri.
5. Bapak Budi Syahri,S.Pd,M.Pd.T Koordinator Program PLI Jurusan Teknik Mesin

6. Bapak Ali Basrah Pulungan,S.T, M.T. Kepala Unit Hubungan Industri Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang
7. Bapak Firdaus selaku Supervisor Pemeliharaan.
8. Bapak Muhammad Bagus Fitrianto selaku pembimbing Lapangan yang telah memberikan pengarahan dan bantuan selama penulis menjalani Pengalaman Lapangan Industri.
9. Seluruh Staf dan pekerja di Pt.PLN (Persero) Unit PLTA Maninjau.
10. Rekan-rekan yang sama-sama melaksanakan Pengalaman Lapangan Industri di PT.PLN (persero) Unit PLTA Maninjau dan rekan-rekan jurusan Teknik Mesin.
11. Dan semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan laporan kerja praktek ini.

Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan Laporan Praktek Industri ini masih banyak kekurangan karena keterbatasan pengetahuan dan wawasan yang penulis miliki. Penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun dari semua pihak untuk lebih baiknya Laporan Praktek Industri ini . Penulis berharap semoga laporan Praktek Industri ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri maupun bagi para pembaca.

Semoga Allah SWT memberikan limpahan rahmat hidayah serta ampunan-Nya untuk kita semua, Amin.

Wassalaamualaikum Wr.Wb

Lubuk Sao, 28 Agustus 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Pelaksanaan Praktek.....	1
1.2 Tujuan Pelaksaaan PLI (Pengalaman Lapangan Industri).....	2
1.3 Manfaat.....	3
1.4 Rumusan Masalah.....	5
1.5 Batasan Masalah.....	5
1.6 Metode Pengumpulan Data.....	5
BAB II. TINJAUAN UMUM	
2.1 Deskripsi Instansi/Perusahaan Tempat Pelaksanaan PLI.....	6
2.2 Perencanaan Kegiatan PLI.....	20
2.3 Pelaksanaan Kegiatan Pengalaman Lapangan Industri serta hambatan-hambatan yang ditemui.....	22
BAB III. TINJAUAN PUSTAKA	
3.1 Aspek Teoritis.....	23

3.2	Pengertian Governor secara Umum.....	24
3.3	Jenis-jenis Governor.....	26
3.3.1	Isochronous governor.....	26
3.3.2	Speed-droop characteristic governor.....	26
3.4	Fungsi Dasar Governor.....	27
3.5	Cara Kerja Governor.....	28
3.6	Bagian-bagian Governor.....	29
3.6.1	Governor control.....	29
3.6.2	Governor Actuator.....	30
3.6.3	Magnetic Pick Up (MPU).....	31
3.7	System Kerja Electric Governor.....	31
 BAB IV PEMBAHASAN		
4.1	Komponen-komponen Governor di PLTA Maninjau.....	32
4.1.1	PMG (Permanen Magnet Generator).....	32
4.1.2	Converter.....	35
4.1.3	Main Distributing Valve.....	36
4.1.4	Gate Limit mechanism.....	37
4.1.5	Saringan Bentuk Edge.....	39
4.1.6	Guide vane Servomotor.....	40
4.2	Fungsi dan Sistem Kerja Governoor.....	45
4.2.1	Fungsi governor.....	42
4.2.2	Sistem Governoor Pada PLTA Maninjau.....	43
4.3	Pemeliharaan Governor.....	46

Bab V PENUTUP

5.1 Kesimpulan.....	50
5.2 Saran.....	51

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Area Danau Maninjau	12
Tabel 2.2. Data Bendungan.....	13
Tabel 2.3. Data Weir Intake.....	13
Tabel 2.4. Data Intake	14
Tabel 2.5. Terowongan Pipa Pesat	14
Tabel 2.6. Tail Race.....	15
Tabel 2.7. Luas Area Pembangkitan.....	16
Tabel 2.8. Spesifikasi Turbin.....	16
Tabel 2.9. Spesifikasi Generator.....	17
Tabel 2.10. Trafo.....	18
Tabel 2.11. Jadwal Pelaksanaan Pengalaman Lapangan Industri.....	21
Tabel 4.1 Keterangan nama nama komponen Vertikal PMG.....	33
Tabel 4.2 Keterangan nama nama komponen PMG horizontal.....	34

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gedung Sektor Pembangkitan Bukittinggi	6
Gambar 2.2 Power House PLTA Maninjau.....	7
Gambar 2.3 Pintu Masuk Air (Intake) PLTA Maninjau.....	9
Gambar 2.4 Lokasi PLTA Maninjau.....	10
Gambar 2.5 Struktur Organisasi	11
Gambar 2.6 Danau Maninjau.....	12
Gambar 2.7 Bendungan Air	12
Gambar 2.8 Intake.....	13
Gambar 2.9 Terowongan Pipa Pesat.....	14
Gambar 2.10 Tail Race PLTA Maninjau.....	15
Gambar 2.11 Gedung Pembangkitan	15
Gambar 2.12 Bentuk Turbin PLTA Maninjau.....	16
Gambar 2.13 Unit Generator.....	17
Gambar 2.14 Transformator.....	18
Gambar 3.1 Contoh governor dan bagian-bagiannya.....	24
Gambar 3.2 Sistem kerja Governor.....	26
Gambar 3.3 Respon speed-droop characteristic governor.....	26
Gambar 3.4 Respon Speed-Droop characteristic governor.....	27
Gambar 3.5 Diagram Sederhana Sistem Pembangkitan.....	28
Gambar 3.6 Speed Control.....	29

Gambar 3.7 Prinsip Actuator di PLTA Maninjau.....	29
Gambar 3.8 Magnetic Pick Up.....	30
Gambar 4.1 Vertikal PMG.....	32
Gambar 4.2 Horizontal PMG.....	34
Gambar 4.3 Converter di PLTA Maninjau.....	35
Gambar 4.4 Prinsip Kerja Actuator.....	37
Gambar 4.5 Gate Limit Mechanism.....	39
Gambar 4.6 Edge Type strainer.....	40
Gambar 4.7 salah satu servomotor di PLTA Maninjau.....	41
Gambar 4.8 salah satu governor di PLTA Maninjau.....	42
Gambar 4.9 Skema pengoperasian governoor di PLTA Maninjau.....	44

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada saat ini teknologi dan ilmu pengetahuan sudah berkembang pesat. Seiring dengan perkembangan zaman, dunia industri pun turut berkembang pesat pula di Indonesia. Terdapat banyak macam-macam industri yang berkembang saat ini. Perkembangan industri ini di tunjang karena adanya tenaga kerja yang terampil, kerja keras, disiplin dan berwawasan.

Salah satu industri yang sedang berkembang saat ini adalah industri ketenagalistrikan, yang mana pada saat ini PT.PLN (Persero) salah satu perusahaan BUMN sebagai produsen listrik. PT.PLN (persero) membangun pembangkit- pembangkit untuk memenuhi kebutuhan listrik pelanggan yang semakin meningkat. Pembangkit tenaga air, khususnya Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) menjadi tumpuan bagi PT.PLN (Persero) untuk memenuhi kebutuhan pelanggan.

Umumnya listrik diperoleh dari mengubah energi kinetik menjadi energi listrik, salah satunya adalah generator listrik. Generator listrik terdiri dari bagian utama yaitu stator dan rotor. Rotor berputar terhadap stator sehingga menimbulkan induksi elektromagnetik yang menyebabkan timbulnya energi listrik. Generator tersebut untuk dapat berputar tentunya memerlukan pemutar atau penggerak mula (*primeover*) yang dalam prakteknya bisa bermacam macam jenisnya. Jenis penggerak mula untuk pemutar generator listrik pada umumnya merupakan suatu mesin yang didalamnya terjadi proses kompresi. Salah satu pemutar atau penggerak mula tersebut adalah turbin air. Turbin air memanfaatkan tenaga yang ada pada air untuk memutar *runner* yang selanjutnya memutar poros dan kemudian memutar *rotor* pada generator. Proses konversi yang terjadi adalah perubahan energi dari awal (potensial) diubah menjadi energi mekanik (putar).

Salah satu komponen penting dalam sistem PLTA adalah adanya sistem *Governor*. *Governor* berfungsi sebagai pembaca parameter-parameter yang digunakan untuk menentukan bukaan *control valve* yang bertujuan untuk mengatur dan menjaga kecepatan putaran pada turbin. Putaran turbin dijaga tetap pada nilai *setpoint* yang dikehendaki (600 rpm) agar listrik AC yang dihasilkan oleh generator tetap pada frekuensi 50 Hz. *control valve* merupakan alat yang berfungsi sebagai pengatur fluida (air) yang dibutuhkan untuk memutar turbin agar tetap konstan. Untuk menentukan besar kecilnya bukaan katup, *control valve* mendapat perintah dari *Governor*.

1.2 Tujuan Pelaksanaan PLI (Pengalaman Lapangan Industri)

Adapun tujuan dari Pengalaman Lapangan Industri di PT.PLN (Persero) Sektor Pembangkitan Bukittinggi PLTA Maninjau adalah :

a. Tujuan Umum

- 1) Membandingkan teori yang telah didapat di bangku perkuliahan dengan penerapannya di dunia kerja, serta hubungannya dengan teknologi yang berkembang dewasa ini di dalam bidang industri.
- 2) Mengaplikasikan teori yang telah didapat di perkuliahan dan menerapkannya dalam dunia industri.
- 3) Mengaplikasikan ide kreatif pada bidang industri.
- 4) Sebagai sarana untuk belajar bersosialisasi di dalam dunia kerja yang berkaitan dengan dunia perindustrian.
- 5) Melatih kerja sama dan kedisiplinan dalam dunia kerja.
- 6) Melihat secara langsung kegiatan di perusahaan / industri.

b. Tujuan Khusus

- 1) Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Teknik mesin, Konsentrasi kontruksi, Universitas Negeri Padang.
- 2) Mempelajari lebih dalam mengenai proses produksi yang ada di perusahaan, dan terutama ingin mengetahui dan memahami tentang *system* dan mekanisme pembangkit listrik tenaga air.
- 3) Mempelajari dan Mengetahui Sistem kerja Governor dan prosedur pemeliharaan di PT.PLN (Persero) Sektor Pembangkitan Bukittinggi PLTA unit Maninjau.

1.3 Manfaat

a. Bagi mahasiswa

- 1) Mengaplikasikan ilmu yang diperoleh selama masa perkuliahan.
- 2) Memperdalam dan meningkatkan kualitas, keterampilan dan kreativitas pribadi.
- 3) Melatih diri agar tanggap dan peka dalam menghadapi situasi dan kondisi lingkungan kerja.
- 4) Melatih diri dalam hal kerja sama untuk menghasilkan pemahaman yang sejalan.
- 5) Mengukur kemampuan mahasiswa dalam bersosialisasi dan bekerja dalam suatu perusahaan.
- 6) Menambah wawasan, pengetahuan dan pengalaman sebagai generasi terdidik untuk nantinya dapat terjun ke dalam masyarakat terutama di lingkungan pendidikan dan industri.

b. Bagi Industri atau Perusahaan

1. Kunjungan mahasiswa PLI dapat dimanfaatkan sebagai mitra tukar pikiran dalam menghadapi berbagai masalah yang terjadi dalam kegiatan praktis yang berhubungan dengan Teknik Mesin.
2. Tugas mahasiswa yang merupakan inti dari program PLI, yaitu *case study* (studi kasus) dan *problem solving* (pemecahan masalah), dapat dimanfaatkan oleh instansi atau perusahaan untuk menyelesaikan suatu topik secara khusus.
3. Instansi atau perusahaan dapat mengusulkan persoalan-persoalan yang timbul di dalam instansi atau perusahaan dan mahasiswa dapat diminta untuk mengidentifikasi yang ada.

c. Bagi Jurusan Teknik Mesin UNP

1. Sebagai bahan masukan, evaluasi dan pengembangan kurikulum bagi Perguruan Tinggi pada umumnya, Jurusan Teknik mesin pada khususnya mengenai ilmu terapan yang sesuai dengan kondisi yang nyata.
2. Selain sangat penting dari segi pola pengembangan kurikulum, aspek tenaga kerja juga akan banyak manfaatnya bagi perguruan tinggi, untuk menyelaraskan perkembangannya dengan dunia profesi yang berhubungan.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

- a. Apa saja komponen-komponen yang ada pada governor di PLTA Maninjau?
- b. Bagaimana fungsi dan proses kerja governor di PLTA Maninjau?
- c. Bagaimanakah perawatan Governor pada turbin air *francis* di PLTA maninjau?

1.5 Batasan Masalah

Laporan ini hanya akan membahas tentang kegiatan selama PLI di PT. PLN (persero) Sektor Pembangkitan Bukittinggi PLTA Maninjau antara lain :

- a. Proses kerja serta komponen-komponen Governor di PLTA Maninjau
- b. Perawatan Governor pada turbin francis di PLTA Maninjau

1.6 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data merupakan faktor yang penting dalam penyusunan laporan, dalam hal ini metode pengumpulan data yang penulis gunakan adalah:

- a. Observasi langsung kelapangan untuk mengetahui peralatan-peralatan yang digunakan pada PLTA Maninjau.
- b. Bertanya kepada karyawan dan staf di PLTA Maninjau
- c. Metode pengumpulan data dan informasi dari buku buku penunjang sebagai referensi.

BAB II

TINJAUAN UMUM PLTA MANINJAU

2.1 Deskripsi Instansi/Perusahaan Tempat Pelaksanaan PLI

Didalam deskripsi tentang perusahaan/industri dimana PLI dilaksanakan akan di bahas mengenai sejarah berdirinya perusahaan/industri, struktur organisasi dan fasilitas yang tersedia di perusahaan tersebut.



Gambar 2.1. Gedung Sektor Pembangkitan Bukittinggi (SBKT)

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

2.1.1 Sejarah Berdirinya PLTA Maninjau

PLTA Maninjau berada disebelah 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 ada putus-putusnya dari ujung yang satu keujung yang lainnya pada pinggir 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 tinggi permukaan air 464 meter, pinggiran perbukitan dikelilingi danau sangat curam dengan ketinggian sekitar mencapai 800 meter.



Gambar 2.2. *Power House* PLTA Maninjau

Rencana pembangunan PLTA Maninjau ini sudah berlangsung 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, Lehman International 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 dana pinjaman dari ADB (*Asian Development Bank*) untuk keperluan pembangunan PLTA Maninjau.

Pada tahun 1977 pihak PLN menunjuk konsultan *Electrowat 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 dan pembangunan terowongan (*tunnel*) dan dam (*weir*) serta pintu masuk air (*intake*). Pekerjaan ini dilaksanakan oleh 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 Sektor Pembangkitan Bukittinggi yang berkedudukan di Bukittinggi dengan unit kerja PLTA Maninjau Lubuk Sao.

Tenaga listrik yang dihasilkan PLTA Maninjau dengan daya terpasang 4x 17 MW dan tegangan 10 kV dinaikkan menjadi 150 kV melalui trafo utama dan disalurkan melalui jaringan transmisi 150 kV yang terinterkoneksi dengan sistem Sumbagsel yang harus mengikuti aturan Unit Pengaturan Beban (UPB) yang terletak di Lubuk Alung, yaitu:

1. *Line* 1 : Pariaman
2. *Line* 2 : Lubuk Alung
3. *Line* 3 : Padang Luar
4. *Line* 4 : Simpang 4 I (satu)
5. *Line* 5 : Simpang 4 II (dua)

Untuk melayani konsumen di Lubuk Basung, Maninjau dan Bukittinggi digunakan *transformer* 150/20 kV yang disalurkan melalui *feeder* I, II, III dan IV Lubuk Basung dan *feeder* Bukittinggi.



Gambar 2.3. Pintu Air Masuk (*Intake*) PLTA Maninjau



Gambar 2.4 Lokasi PLTA Maninjau

2.1.2 Visi Dan Misi PT. PLN (Persero)

VISI

“Menjadi perusahaan pembangkitan terkemuka dan unggul di Indonesia dengan kinerja kelas dunia dengan bertumpu pada potensi insani”.

MISI

1. Menjalankan usaha pembangkitan energi listrik yang efisien, handal, dan berwawasan lingkungan.
2. Menerapkan tata kelola pembangkitan kelas dunia yang didukung oleh sumber daya manusia berpengalaman dan berpengetahuan.
3. Menjadikan budaya perusahaan sebagai tuntunan didalam pelaksanaan tugas dan tanggung jawab.

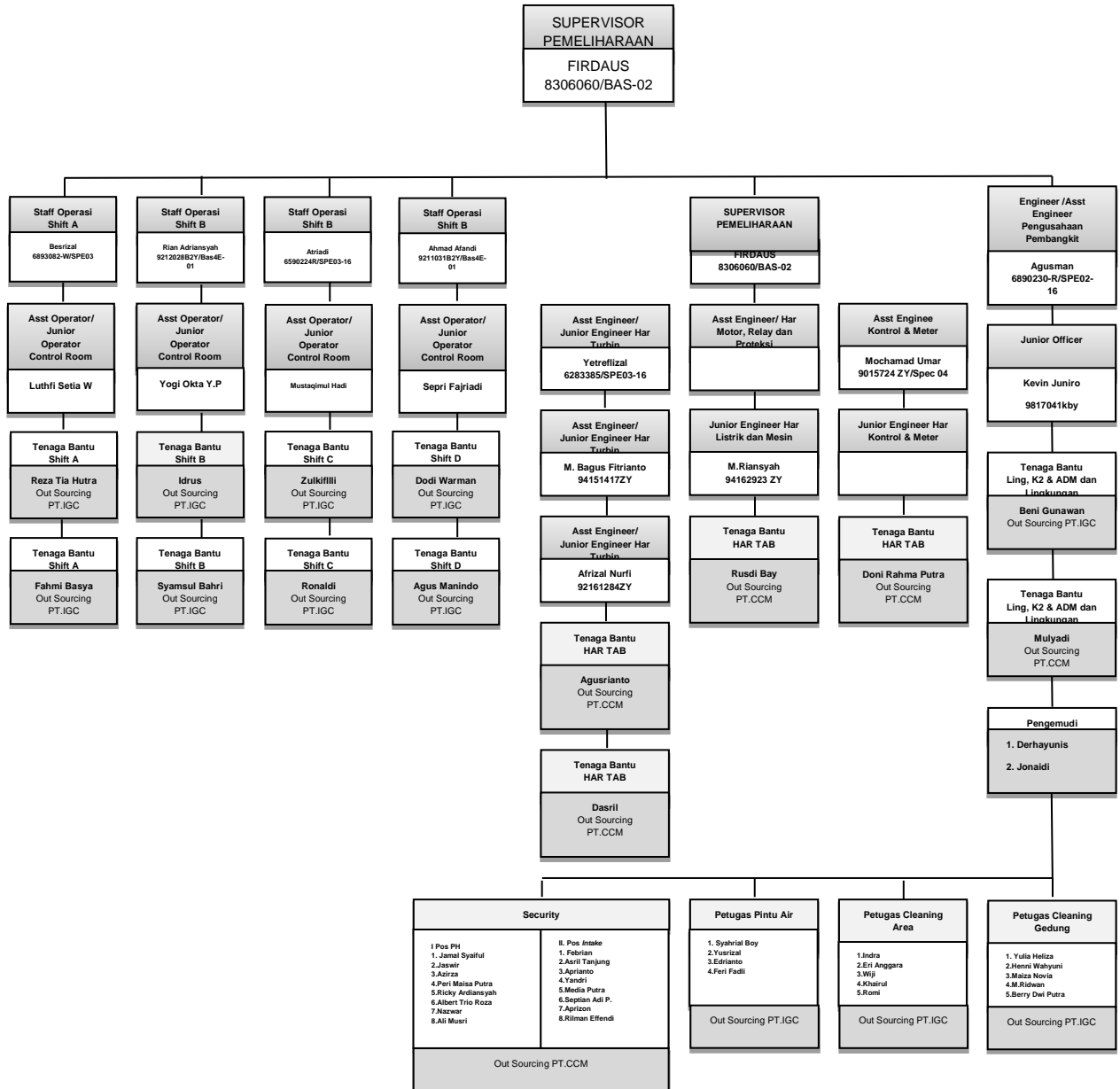
MOTTO

“energi kita untuk kehidupan yang lebih baik”

(our energy for a better life)

2.1.3 Struktur Organisasi

STRUKTUR ORGANISASI BULAN AGUSTUS 2017



Gambar 2.5 Struktur Organisasi

2.1.4 Data Teknis dan Non-Teknis PLTA Maninjau

1. Danau Maninjau



Gambar 2.6. Danau Maninjau

Tabel 2.1. Area Danau Maninjau

No	Data Area Danau	Satuan
1	Luas Daerah Curahan Hujan	235 Km ²
2	Luas Danau	94 Km ²
3	Elevasi Air Tertinggi	464 mdpl
4	Elevasi Air Terendah	461,5 mdpl

2. Bendungan



Gambar 2.7. Bendungan Air

Tabel 2.2. Data Bendungan

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

3. Weir



Gambar 2.8 Weir

Tabel 2.3. Data weir

No	Data Weir	Satuan
1	Tipe	Double Gate
2	Tinggi	2,5 m
3	Lebar	2 x 3,5 m
4	Elevasi Dasar	462dpl

4. Intake PLTA Maninjau

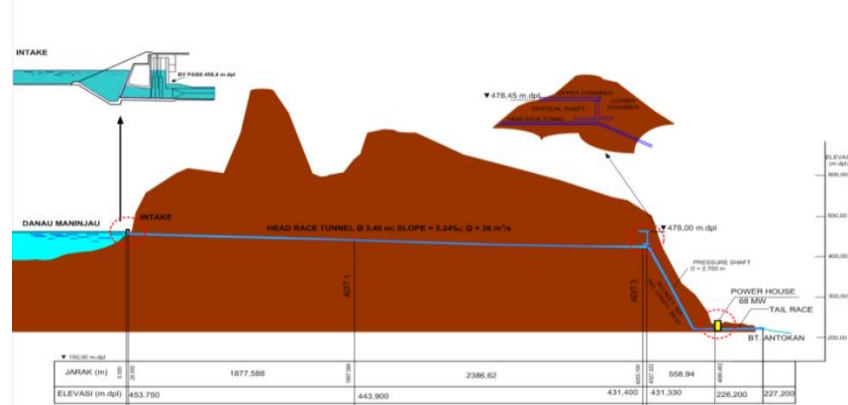


Gambar 2.8. Intake

Tabel 2.4. Data Intake

No	Data Intek	Satuan
1	Tipe	Roller Gate
2	Tinggi	3,4 m
3	Lebar	2,4 m
4	Elevasi Dasar	453,75 mdpl

5. Terowongan Pipa Pesat



Gambar 2.9. Terowongan Pipa Pesat

Tabel 2.5. 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	Panjang Pipa	584 m
5	Sudut Kemiringan	60
6	Mani Fold	Steel Linier

6. Tail Race



Gambar 2.10. Tail Race PLTA Maninjau

Tabel 2.6. Tail Race

No	Data Tail Race	Satuan
1	Ukuran (L x T)	2(2,8X 3,3) m
2	Panjang Saluran	350 m

7. Gedung Pembangkit



Gambar 2.11. Gedung Pembangkitan

Tabel 2.7. Luas Area Pembangkitan

No	Data Area Pembangkit	Satuan
1	Tipe	Semi Under Ground
2	Panjang	56 m
3	Lebar	28 m
4	Tinggi	45 m

8. Turbin



Gambar 2.12. Bentuk Turbin PLTA Maninjau

Tabel 2.8. Spesifikasi Turbin

No	Data Turbin	Satuan
1	Type	VF-IRS
2	Merek	TOSHIBA
3	Kapasitas Terpasang	17,5 kW
4	Serial No.	3601075
5	Rate Head	210,1m
6	Max Head Efisien	226 m
7	Debit Air Max	9,54 m
8	Kecepatan Putar	600 rpm
9	Energi Yang Dihasilkan	99,2 m/kW
10	Kecepatan Awal	1,02 rpm

9. Generator Pembangkit



Gambar 2.13. Unit Generator

Tabel 2.9. Spesifikasi Generator

No	Data Generator	Satuan
1	Type	VF-IRS
2	Frekuensi	50 Hz
3	Kapasitas Terpasang	4 x17 kW
4	Output	4x 21,5 MVA
5	Power Factor	0,79 %
6	Speed	226 m
7	Voltage	10 kV
8	Hubungan Gulungan	Double Star
9	Perbandingan Shortcircuit	: 1,15
10	Tekanan Oli Penggerak	110 Kg/cm ²
11	Tekanan Udara Penggerak	12 –18 Kg / cm ²
12	Pendingin Udara	1300 liter/liter
13	Kelas Isolasi	B Class
14	Arus	2150 A
15	Tegangan Exiter	150 volt
16	Standard	jec. 144
17	Produksi Tahunan	1981

10. Main Transformer



Gambar 2.14. Transformator

Tabel 2.10. Trafo

No	Data Trafo	Satuan
1	Tipe	Boar Diagraf
2	Kapasitas	16000/21500 kVA
3	Tegangan	P.10 kV,S 150 kV
4	Frekuensi	50Hz
5	Cooling	Onan

11. Aktifitas Perusahaan

Tenaga listrik yang dihasilkan PLTA Maninjau dengan daya terpasang 4X17 MW dan tegangan 10 kV dinaikan menjadi 150 kV melalui transformer *step-up* 10/150 kV yang terinterkoneksi dengan sistem Sumbagsel dengan tujuan untuk melayani jaringan interkoneksi Sumbar-Riau melalui SUTT 150 kV Maninjau- Lubuk Alung-Padang-Ombilin-Padang Luar-Payakumbuh-Koto Panjang-Garuda Sakti Teluk Lembu dan gardu-gardu induk serta tegangan

menengah 20 kV. Secara terperinci sistem transmisi tenaga listrik 150 kV PLTA Maninjau adalah sebagai berikut:

1. *Line 1* : Maninjau - Pariaman 40 km
2. *Line 2* : Maninjau – Lubuk Alung 56 km
3. *Line 3* : Maninjau - Padang Luar 42 km
4. *Line 4* : Maninjau - Simpang 4 I (satu) 75 km
5. *Line 5* : Maninjau - Simpang 4 II (dua) 75 km

Untuk melayani konsumen disekitar daerah PLTA Maninjau itu sendiri digunakan *Transformer step-down* 150/20 kV yang disalurkan melalui *feeder-feeder*. Secara terperinci sistem transmisi tenaga listrik 20 kV PLTA Maninjau adalah sebagai berikut:

- a. *Feeder 1* : Maninjau
- b. *Feeder 2* : Lubuk Basung I
- c. *Feeder 3* : Lubuk Sao
- d. *Feeder 4* : Lubuk Basung II

2.2 Perencanaan Kegiatan PLI

Pengalaman Lapangan Industri (PLI) dilaksanakan pada perusahaan/industri yang bergerak dibidang jasa atau non jasa yang disesuaikan dengan jurusan masing-masing mahasiswa. Pemilihan tempat direkomendasikan dari mahasiswa kemudian disetujui oleh koordinator PLI jurusan dan ditetapkan oleh koordinator Unit Hubungan Industri(UHI). Penulis melaksanakan PLI di PT.PLN (persero) Pembangkitan Sumbagsel sektor pengendalian bukittinggi unit PLTA Maninjau.

Dalam melaksanakan Pengalaman Lapangan Industri ini, metode pengumpulan data yang penulis gunakan adalah :

1. Kegiatan Umum

Pada minggu pertama di Perusahaan, mahasiswa melakukan kegiatan orientasi Perusahaan dengan kegiatan berupa observasi, konsultasi, dan

wawancara dengan Pembimbing Industri maupun karyawan lainnya untuk mengenal dan mendapatkan data-data perusahaan, yang meliputi

- a. Pengenalan terhadap sejarah perusahaan , ruang lingkup kerja , tata tertib perusahaan dan struktur organisasi perusahaan.
- b. Pengenalan proses produksi perusahaan.
- c. Pengenalan tentang keselamatan dan kesehatan kerja.
- d. Pengenalan alat tentang bagian bagian governor yang digunakan di PLTA Maninjau.

2. Kegiatan Khusus:

- a. Mengetahui apa itu Governoor pada PLTA Maninjau
- b. Mengetahui sistem kerja di PLTA Maninjau.
- c. Observasi langsung kelapangan untuk mengetahui peralatan-peralatan yang digunakan pada PLTA Maninjau.
- d. Bertanya pada karyawan dan staf di PLTA Maninjau.
- e. Metode mengumpulkan data dan informasi dari buku-buku penunjang sebagai referensi.

Penulis berharap Pengalaman lapangan Industri ini dapat dilaksanakan pada tanggal 3 juli 2017 s/d 1 september 2017.

Rincian kegiatan dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 11. Jadwal Pelaksanaan Pengalaman Lapangan Industri

No	Tanggal	Kegiatan	Catatan
1	3 juli 2017	Kedatangan di perusahaan	Tanggal dan lama kegiatan ini dapat berubah sesuai dengan kondisi perusahaan
2	4 juli – 6 juli 2017	Orientasi Lapangan	
3	7 juli – 11 agustus 2017	Kegiatan Pengambilan data dan ikut serta pada proses bekerja	
4	8 agustus – 21 agustus 2017	Penyusunan laporan	
5	1 September 2017	Kembali ke Kampus	

2.2.1 Pelaksanaan Kegiatan Pengalaman Lapangan Industri serta hambatan-hambatan yang ditemui

Pelaksanaan kegiatan PLI yang dimulai tanggal 3 juli 2017 sampai dengan 1 september 2017. Dalam hal ini pemeliharaan seluruh unit PLTA Maninjau, telah berjalan sesuai perencanaan. Disiplin ilmu yang penulis pahami selama menempuh studi di jurusan Teknik Mesin FT UNP sangat berhubungan dengan apa yang penulis temui di industri khususnya di PLTA maninjau.

Dalam kegiatan proses PLI di PLTA Maninjau, penulis menemukan beberapa hambatan yaitu pemeliharaan di bidang kelistrikan yang tidak dapat pada bangku perkuliahan. Sebagai contoh, pemeliharaan Generator yang tidak ada dipelajari di perkuliahan dan menyebabkan penulis kurang mengerti dan memahaminya. Namun, penulis selalu berusaha untuk belajar dan memahami sesuai yang butuhan PLTA Maninjau, yakni bidang pemesian dan kelistikan. Hambatan ini akan penulis jadikan pelajaran dan sebagai pengalaman yang berharga untuk kedepannya.

Kegiatan pemeliharaan rutin yang direncanakan PLTA Maninjau, tidak seluruhnya berjalan sesuai rencana. Banyak faktor yang menghambat pemeliharaan rutin pada setiap unit, salah satunya adalah kerusakan pada komponen turbin yang diluar dugaan, seperti kebocoran pada *U-Packing* pada turbin, kekurangan oli pada main *cooling water pump* membuat pompa cepat panas. Namun, hambatan ini dapat diatasi dengan cara penambahan jadwal pemeliharaan di luar jadwal yang telah direncanakan.

BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Aspek Teoritis

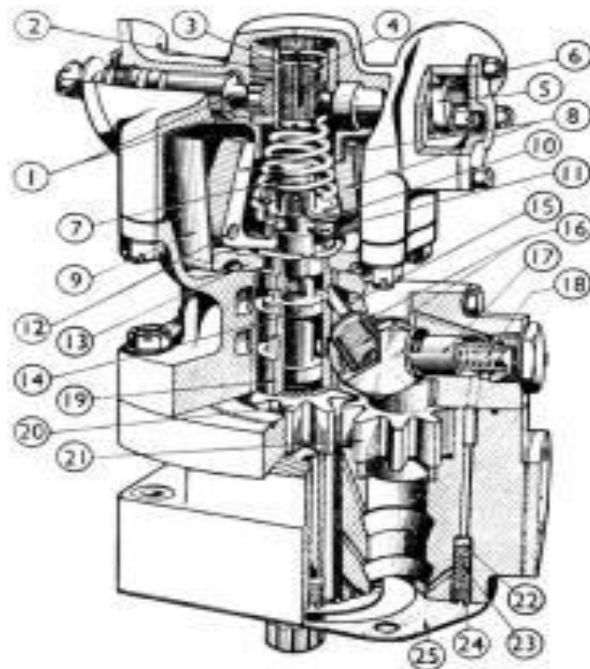
Turbin *francis* bekerja dengan memakai proses tekanan lebih. Pada waktu air masuk ke sudu putar, sebagian dari energi tinggi jatuh telah bekerja di dalam sudu pengarah di ubah sebagai kecepatan arus masuk. Sisa energi tinggi jatuh dimanfaatkan di dalam sudu putar, dengan adanya pipa isap memungkinkan energi jatuh bekerja di sudu dengan semaksimal mungkin. Pada sisi tekanan kerendahan (kurang dari 1 atmosfer) dan kecepatan aliran air yang tinggi. Di dalam pipa isap kecepatan aliran akan berkurang dan tekanannya akan naik, sehingga air dapat di alirkan keluar lewat saluran air bawah dengan tekanan seperti keadaan sekitarnya.

Turbin *francis* yang dikelilingi dengan sudu pengarah semuanya terbenam dalam air. Air yang dimasukkan ke dalam turbin air bisa di alirkan melalui pengisian air dari atas atau melalui rumah yang berbentuk *spiral case*. Daya yang dihasilkan turbin air dapat di atur dengan cara mengubah posisi pembukaan sudu pengarah, dengan demikian kapasitas air yang masuk ke dalam roda turbin air (*flow*) bisa diperbesar atau diperkecil. Turbin francis diletakkan dengan posisi poros vertikal atau horizontal.

Turbin francis pertama kali di temukan di sekitar tahun 1950 oleh orang amerika yang bernama *howk* dan *francis*. Sekarang turbin *francis* adalah yang paling banyak digunakan. Karena tinggi air jatuh dan kapasitas yang paling sering sesuai dengan kebutuhannya. Dari hasil penggunaan dan penelitian terus menerus turbin francis sekarang dapat digunakan untuk tinggi air jatuh sampai 700 m dengan kapasitas air dan kecepatan putar yang memenuhi harapan.

3.2 Pengertian Governor secara Umum

Turbine governor atau yang lebih dikenal dengan governor adalah istilah yang umum dipakai dalam dunia *electromechanical energy conversion*. Istilah ini dipakai dalam Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG), dan lain sebagainya. Definisi yang lazim dari governor adalah suatu peralatan yang berfungsi mengontrol kecepatan (*speed*) dan daya keluaran (*power*) berdasarkan karakteristik *power-frequency*. Governor digunakan sebagai '*interface*' antara turbin penggerak dan generator. Pengaturan putaran turbin sejak turbin mulai bergerak sampai *steadystate* dilakukan oleh governor, jadi bukan diambil alih oleh generator. Fungsi utama pengaturan putaran ini adalah untuk menjaga kestabilan sistem secara keseluruhan terhadap adanya variasi beban atau gangguan pada sistem.

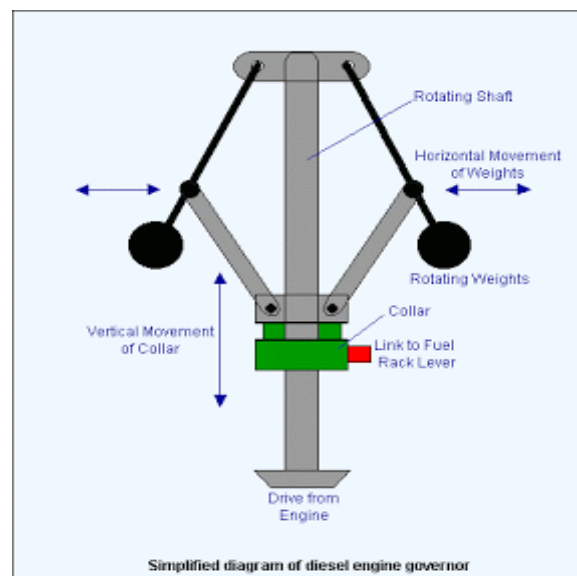


Gambar 3.1 Contoh governor beserta bagian bagiannya

Keterangan Gambar 3.1 :

1. *Speed control shaft
and pinyon*
2. *Speed control rack*
3. *Adjusting screw*
4. *Locking plug*
5. *Rocker arm*
6. *Maximum RPM
adjusting screw*
7. *Governor spring*
8. *Governor weight*
9. *Governor shield*
10. *Governor spring
collar*
11. *Ballrace*
12. *Pivot*
13. *Governor shield*
14. *Control valve*
15. *Feathering valve
spring*
16. *Feathering valve
spring*
17. *Relief valve*
18. *Relief valve spring*
19. *Driving shaft*
20. *Boost pump driving
gear*
21. *Boost pump idle
gear*
22. *Dump ball valve*
23. *Valve spring*
24. *Adjusting screw*
25. *Engine mounting
joint*

Pada dasarnya cara kerja sebuah Governor itu sederhana, hanya mengandalkan kecepatan putaran mesin itu sendiri. Sebuah governor terhubung dengan poros yang berputar. Sepasang bandul dihubungkan pada poros, bandul tersebut sering berputar seiring dengan adanya perputaran poros. Gaya sentrifugal yang terjadi akibat adanya putaran menyebabkan bandul terlempar. bandul tersebut dihubungkan ke *collar* yang terdapat pada poros, *collar* akan naik sesuai dengan pergerakan keluar dari gaya berat pada bandul dan jika bandul bergerak turun maka *collar* akan bergerak turun. Pergerakan *collar* ini digunakan untuk mengoperasikan atau mengatur tuas bahan bakar (pada mesin diesel) atau aliran fluida (pada turbin gas, uap atau air). Governor beroperasi pada mesin penggerak sehingga *generator* menghasilkan keluaran arus yang dapat di atur dari 0% sampai dengan 100% kemampuannya. Jadi masukan ke mesin penggerak sebanding dengan keluaran arus generatornya.

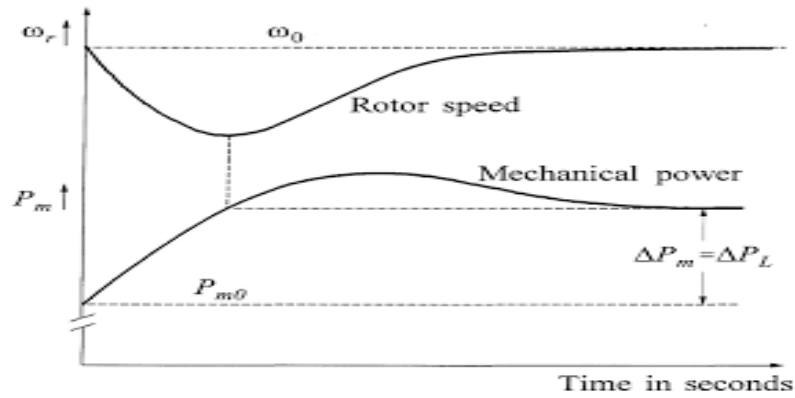


Gambar 3.2 Sistem Kerja Governor

3.3 Jenis-jenis Governor

3.3.1 *Isochronous governor*

Isochronous governor dapat diartikan sebagai governor kecepatan tetap. Governor tipe ini akan mengatur bukaan *valve* agar frekuensi keluaran generator kembali pada nilai awal atau nilai settingnya. Jika terjadi kenaikan beban listrik, maka frekuensi keluaran generator akan turun. Besarnya penurunan ini akan direspon oleh governor dengan cara memerintahkan *valve* untuk membuka lebih lebar agar jumlah uap/air yang masuk ke turbin bertambah.



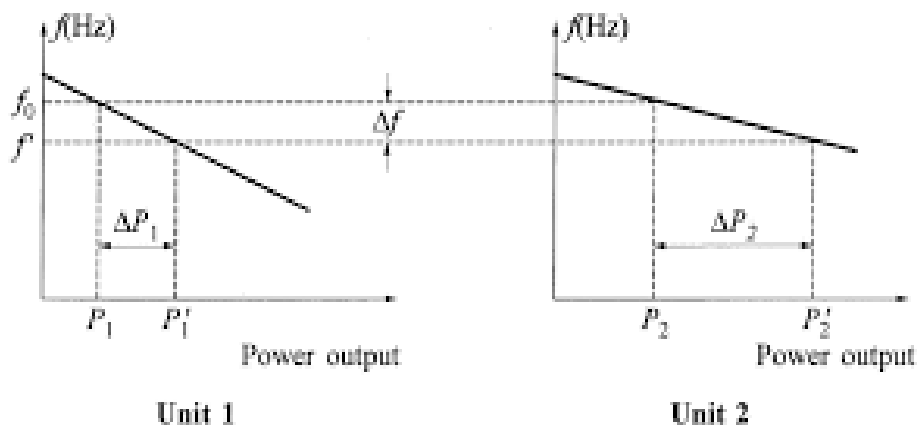
Gambar 3.3 Respon *speed-droop characteristic* governor

Governor tipe ini bekerja baik pada :

- 1) Sistem terisolasi generator tunggal / (*islanded/isolated-single generator*)
- 2) Sistem multigenerator dengan 1 generator sebagai pengontrol frekuensi

3.3.2 *Speed-droop characteristic governor*

Isochronous governor tidak dapat digunakan pada sistem inter koneksi karena setiap generator akan berusaha untuk mengontrol frekuensi system (*fight each other*). Maka, governor dengan karakteristik *speed-droop* harus digunakan. Jika terjadi kenaikan/penurunan frekuensi pada sistem, maka generator yang memiliki governor tipe *Speed-droop* akan mengurangi/menambah bukaan *valve* sesuai dengan daya maksimum generator dan *setting* governornya. *Setting governor* untuk keperluan ini disebut dengan *speed droop* atau *regulation characteristic*. Lebih umum lagi, istilah tersebut disebut dengan *Droop*.

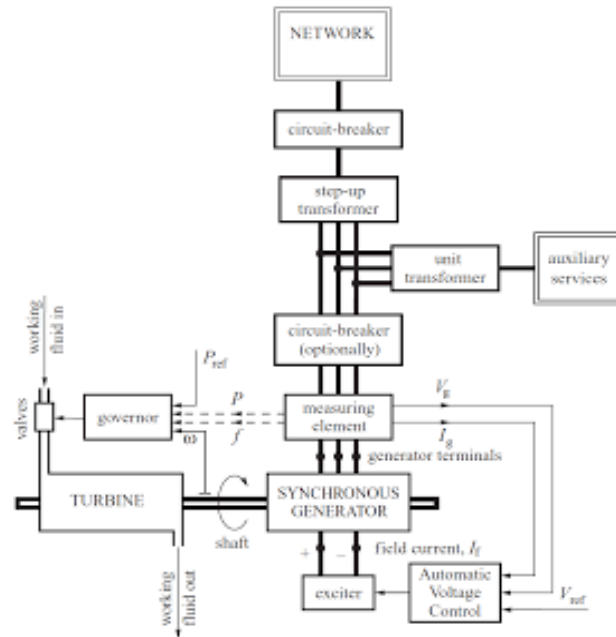


Gambar 3.4 Respon *Speed-Droop characteristic* governor

3.4 Fungsi Dasar Governor

- Menjaga putaran turbin tetap stabil dalam berbagai variasi beban
- Beban dapat dengan mudah diatur sesuai dengan kebutuhan
- Dapat mematikan unit dengan cepat pada waktu terjadi gangguan
- Dapat dioperasikan secara otomatis maupun manual

3.5 Cara Kerja Governor



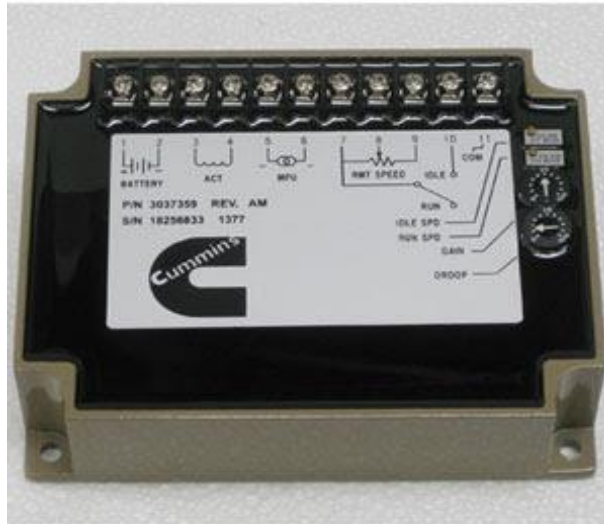
Gambar 3.5 Diagram Sederhana Sistem Pembangkitan

Dalam gambar di atas terlihat bahwa governor berperan penting dalam mengontrol putaran turbin generator pada sebuah pembangkit khususnya PLTA. Energi listrik yang dibangkitkan oleh generator sinkron (*synchronous generator*) berasal dari energi yang dihasilkan oleh putaran poros turbin. Energi untuk memutar turbin tersebut berasal dari fluida yang digunakan. Misalkan, PLTU menggunakan fluida uap air, PLTA menggunakan fluida air, dan PLTG menggunakan fluida gas. Untuk mengontrol jumlah energi yang dihasilkan generator, maka jumlah fluida yang memasuki turbin haruslah dikontrol. Banyak sedikitnya fluida yang masuk, tergantung pada bukaan katup (valve), dimana valve ini dikontrol oleh governor. Untuk menentukan besarnya bukaan valve, maka governor akan mendapat sinyal masukan berupa daya setting (P_{ref}), daya aktual keluaran generator (P), frekuensi (f), atau putaran turbin (ω).

3.6 Bagian-bagian Governor

Governor system terdiri dari 3 bagian, yaitu :

3.6.1 *Governor control.*



Gambar 3.6 *Speed Control*

Governor control merupakan bagian yang mengontrol secara *elektronik* dan membandingkan antara *input* berupa *pulse* dari *Magneticpick-up* dengan *output* berupa tegangan DC yang menggerakkan *actuator control*. Peralatan ini lazim disebut *speed control*.

3.6.2 *Governor Actuator*



Gambar 3.7 Prinsip *Actuator* di PLTA Maninjau

Actuator (*peralatan penggerak*) biasanya ditempatkan di dalam kabinet (*panel*). *Governor actuator* merupakan bagian yang menggerakkan mekanisme *fuel pump* yang mengatur pembukaan katup bahan bakar sehingga putaran mesin dapat naik atau turun.

actuator terdiri : satu unit *primary distributing valve*, *opening limiter* dan peralatan *autoamatic shud down* ditempatkan pada sebuah kedudukan dalam panel.

3.6.3 *Magnetic Pick Up* (MPU)



Gambar 3.8 *Magnetic Pick Up*

Magnetic Pick Up (MPU) merupakan peralatan yang dapat membangkitkan pulsa tegangan antara 5-50 volt AC dengan frekuensi sebesar 1000-2750 Hz. Dengan dasar induksi *magnetic* yang timbul dikarenakan perputaran *flywell* dimana terdapat gigi-gigi antara 118 *teeth* sampai 148 *teeth* .

3.7 *System Kerja Electric Governor*

System kerja *Electric Governor* adalah sebagai berikut:

- a. Dalam keadaan *running* dan beban kosong *engine* diset dalam putaran 600 Rpm atau setara dengan 50 Hz.
- b. Jika terjadi kenaikan beban pada generator, maka arus yang mengalir ke stator membuat perlawanan/interaksi terhadap *mainrotor* sehingga timbul gaya yang sifatnya melawan dan menghambat putaran. Dengan demikian poros diesel generator cenderung menurun putarannya karena beban tersebut. Semakin besar beban yang tiba-tiba masuk semakin kuat dan semakin turun putaran generator.
- c. Melalui *transducer* berupa *magnetic pick up* ini frekuensi *impulse* yang terbaca menjadi ikut turun. Melalui referensi pulsa MPU ini dibaca dan di *compare* oleh *speedcontrol*. Karena sudah diset sedemikian rupa pada pulsa *impule* 2,75 KHz akan berputar pada 1500 Rpm. Maka jika terjadi penurunan *impulse* maka sesaat atau segera *speed control* memerintahkan *actuator* untuk menambah sudut bukaan *fuel* sehingga kecepatan ditambah sampai MPU mengirimkan sinyal *pulse* sebesar 2,75 KHz. Dengan berbagai level beban

maka didapat *speed* yang konstan. Waktu dan reaksi yang dibutuhkan untuk kembali pada putaran nominal dapat diatur melalui setelan *Proporsional*, *Differensial* dan *Integral* yang ada pada *speed* kontrol.

d. Jika pada saat beban tinggi kemudian ada pengurangan beban yang tiba tiba atau perlahan. Maka terjadi pengurangan arus listrik yang ada pada *stator generator*. Sehingga interaksi perlawanan medan magnet berkurang. Dengan demikian putaran poros generator cenderung naik karena beban lebih ringan. Maka terjadi kenaikan *impulse* pada MPU, segera *speed control* memerintahkan *actuator* untuk mengurangi sudut buka *fuel* sehingga kecepatan berkurang dan mendekati putaran nominal.

e. Demikian terus berkelanjutan berulang-ulang, sehingga dapat disimpulkan putaran generator dan frekuensi generator akan tetap dengan berbagai level beban.

BAB IV PEMBAHASAN

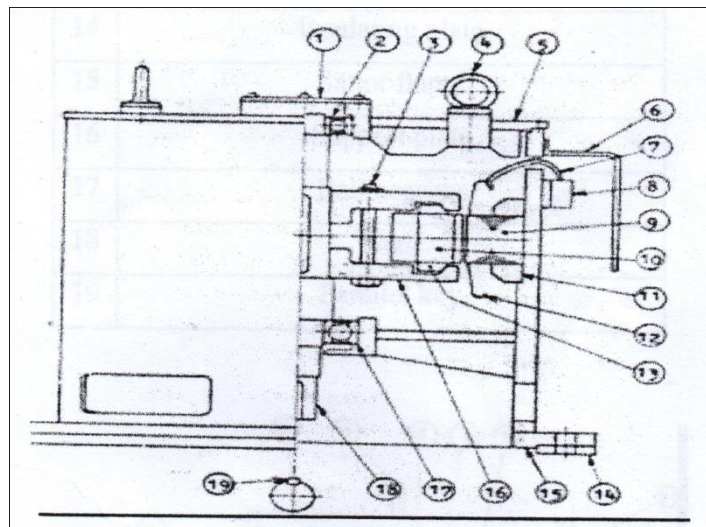
4.1 Komponen-komponen Governor di PLTA Maninjau

4.1.1 PMG (*Permanen Magnet Generator*)

Permanen magnet generator disediakan untuk governor PID guna mendeteksi kecepatan putaran poros dari unit pembangkit dan untuk menyediakan sumber daya governor yang dilengkapi diatas poros *permanen magnet generator* serat untuk mengoperasikan *relay* kecepatan dan jarak. Perintah ini menggambarkan kontruksi dan penanganan *permanen magnet generator* (PMG) yang digunakan untuk sumber governor listrik dari generator dan *water turbin*.

PMG adalah konstuksi dengan pelat berbentuk baja magnet permanen yang berada diantara baja ringan membentuk kutub saient, seperti ditunjukan pada gambar 4.1 dan 4.2.

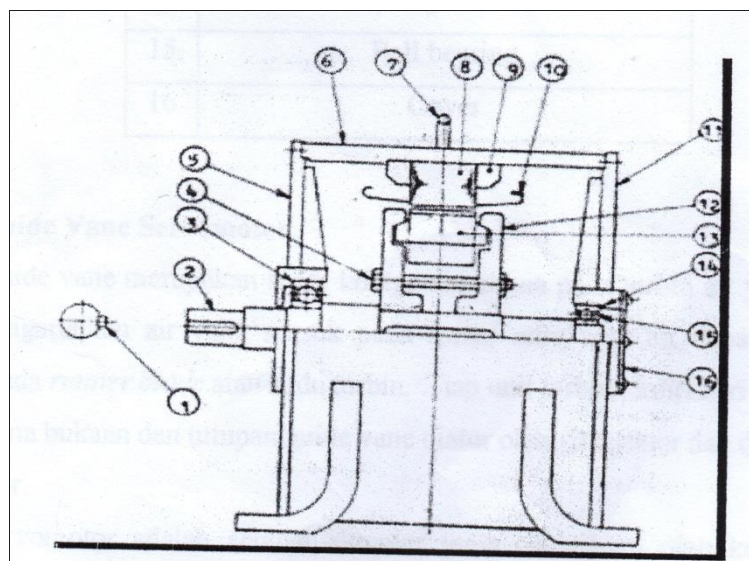
Baja magnetik memiliki kekuatan koresif yang sangat tinggi dengan sendirinya dan tidak berubah kemagnetannya terjadi hubungan singkat. Baja *magnetic* sangat rapuh dan dapat dengan mudah mengalami kerusakan jika jatuh atau diberi tekanan, sehingga harus diganti peralatan dalamnya dan harus mengalami perbaikan guna pembongkaran dan perakitan bantalan.



Gambar 4.1 Vertikal PMG

Tabel 4.1 Keterangan nama nama komponen Vertikal PMG :

No	Part Name
1	<i>Cover</i>
2	<i>Ball Bearing</i>
3	<i>Stud Bold</i>
4	<i>Eye Bold</i>
5	<i>Bearing Bracket</i>
6	<i>Terminal Box</i>
7	<i>Lead Cable</i>
8	<i>Terminal Block</i>
9	<i>Armature Core</i>
10	<i>Permagnen Magnet Steel</i>
11	<i>Suppoert Plate</i>
12	<i>Armatur Winding</i>
13	<i>Pole Core</i>
14	<i>Insulating</i>
15	<i>Saftor flame</i>
16	<i>Support Plate</i>
17	<i>Ball Bearing</i>
18	<i>Shaft</i>
19	<i>Parallel key</i>



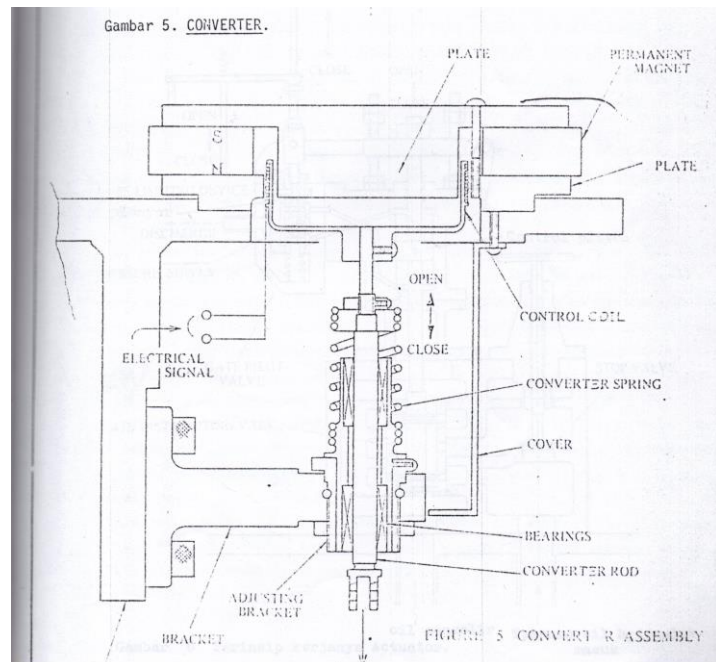
Gambar 4.2 Horizontal PMG

Tabel 4.2 Keterangan nama nama komponen PMG horizontal :

No	Part Name
1	<i>Parallel Key</i>
2	<i>Shaft</i>
3	<i>Ball Bearing</i>
4	<i>Stud Bolt</i>
5	<i>Bearing Bracket</i>
6	<i>Stator Flame</i>
7	<i>Lifting Lag</i>
8	<i>Armature Core</i>
9	<i>Support Plate</i>
10	<i>Armature Winding</i>
11	<i>Bearing Bracket</i>
12	<i>Support Plate</i>
13	<i>Permanen Magnet Steel</i>
14	<i>Spring Washer</i>
15	<i>Ball Bearing</i>
16	<i>Cover</i>

4.1.2 Converter

Converter tidak termasuk peralatan *hydraulic*, konverter merupakan bagian komponen yang mengkonversi sinyal elektrik dari *governor regulator* menjadi perpindahan mekanik *actuator main distributing valve*. Nilai perpindahan berubah-ubah berdasarkan sinyal elektrik yang diberikan. sinyal yang berkedip secara terus menerus terpasang di atas *converter driving signal* berfungsi untuk membuat vibrasi didalam *pilot spool* dan *main spool* agar mencegah terjadinya *sticking*. Sebuah *regulating coil* didukung (*sapported*) oleh *coil spring* pada sebuah medan magnet yang dihasilkan oleh *permanen magnet generator* sesuai dengan nilai arus (*rated current*). Coil merubah gerakan ke arah atas (*upward*) atau gerakan ke bawah (*down ward*) atau dari kedudukan netral.



Gambar 4.3 Converter

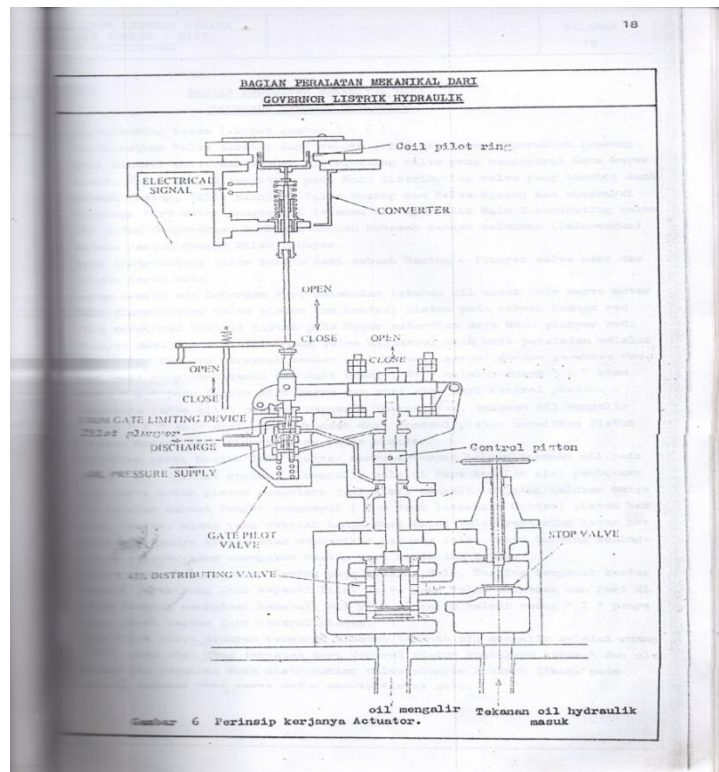
4.1.3 Main distributing valve

Di dalam *main distributing valve* terdapat *distributing valve* dengan prinsip kerja sebagai berikut :

Distributing valve terdiri dari *inlet valve* dimana gerakan diperintah secara langsung dari kontrol unit dan *main distributing valve* untuk mengontrol *guide vane servomotor*. *inlet valve* menyatu pada *main distributing valve* yang terdiri dari *casing*, *pilot plunger*, *valve bushing* dan *valve spring* serta bagian untuk mengontrol oli pada *main distributing valve*. *Valve spring* serta bagian untuk mengontrol oli pada *main distributing valve*. *Valve bushing* berada diantara *casing* dan *pilot blunger* diantara sisi atas dan sisi bawah mereka. Didalam *casing* terdapat bagian untuk menuju *guide vane servomotor*. *Main distributing valve* pada piston dan *control piston* merupakan *common rod*, yang memiliki *control piston* yang berada diatas dari *main plunger rod*. *Main distributing valve* dengan sisi *inlet*. Untuk oli bertekanan

tinggi dan dua sisi outlet untuk *guide vane servomotor*, dimana dikendalikan oleh *hidrolik automatic valve*.

Sebuah *plunger* dari bagian *pilot distributing valve* dikontrol oleh kontrol unit yang siap terkoneksi dengan *rod* dan berpindah ke atas atau kebawah mengikuti perpindahan dari kontrol unit dan mengirim ke oli ke bagian sisi bawah atau atas pada kontrol piston. Jika *pilot plunger* ke atas, oli bertekanan tinggi mengalir ke sisi bagian bawah pada kontrol piston. Perpindahan ke sisi bagian atas pada *valve plunger* yang terbuka akan mengikuti oli bertekanan tinggi menuju bagian sisi yang terbuka pada *gate servomotor piston*. Ketika kontrol piston berpindah ke sisi atas, bagian ujung pada kanan pada *pilot restoring lever* akan berpindah dengan *pilot valve bushing* untuk meninggalkan *stopper*, dimana *stopper* merupakan bagian dari *restoring lever*, dan gaya yang dihasilkan oleh kinerja pegas pada *bushing* mengalami kenaikan. *bushing* berpindah kesisi atas pada jarak yang sama dengan *pilot valve* yang berpindah, serta bagian dari *bushing* yang tertutup akan diberhentikan oleh aliran oli. Jika *pilot valve plunger* berpindah ke bawah, maka oli bertekanan tinggi akan mengalir menuju sisi bagian bawah dari kontrol piston, dimana kontrol piston akan mendesak oli bertekanan tinggi akan mengalir menuju sisi bagian bawah dari kontrol piston, dimana kontrol piston akan mendesak oli bertekanan tinggi ke bawah, tekanan pada *pilot valve restoring lever* mendesak *pilot valve bushing* untuk jatuh menuju bagian terluar dan menghentikan aliran oli serta menghentikan *main distributing valve plunger* yang ada di sisinya.



4.4 Prinsip kerja *actuator*

4.1.4 Gate Limit Mechanism

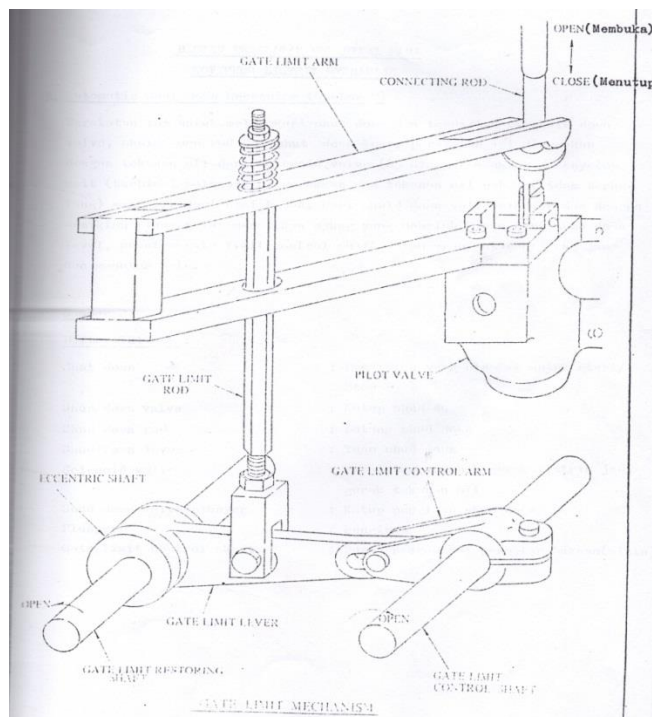
Gate limit mechanism terdiri dari *connecting rod*, *gate limit control shaft*, *gate limit arm control restoring lever*, *gate limit restoring lever*, *gate limit rod*, *control arm* dan seterusnya. Pada sisi depan governor dilengkapi dengan indikator dan sebuah tuas kontrol manual. Indikator mempunyai jarum penunjuk berwarna hitam yang berfungsi untuk menunjukkan posisi atau kedudukan pembukaan gate (pintu air). Apabila pembukaan *gate* dengan *manual control* putarlah *gate limit handle* sesuai dengan arah putaran jarum jam dan jarum penunjuk yang merah bergerak sebelum pembukaan *gate* diinginkan.

Selanjutnya *control gate* berputar memindahkan gerakannya melalui *connecting rod*, *arm* dan *shaft* pada *gate limit arm* memutar *arm* kearah atas (membuka sisi), dan *gate limit restoring lever* mengangkat control rod dan dengan bebas dari posisi atau kedudukannya *pilot valve* ditentukan oleh *gate limit mechanism*, dan yang terdekat pada *close side* menerima dalam pilihan dan mempertahankan pembukaannya.

Unit kontrol pada *upper limit* dan *gate limit arm* bertempat pada *lower limit arm* dan menekan *stopper* bergerak ke bawah, ini dilakukan oleh penekan *upper connecting rod*, dan dengan bebas dari posisi atau kedudukannya. Dengan pengontrolan ini, *pilot valve* akan mempertahankan bukaan yang ditentukan oleh gerak *gate* (keatas) dari *gate limit arm*

memutar *spring* dalam *spring case* dari *connecting rod* menentukannya keatas *pilot valve piston* gerakan ini berputar melalui *control piston* dan *secondary distributing valve*, *servomotor* membuka *guide vane*, dengan terbukanya *guide vane* oleh *servomotor* maka, *restoring wire* berputar sesuai dengan arah putaran jarum jam *gate limit restoring shaft* melalui *wire cover tube* dan *sektor arm*.

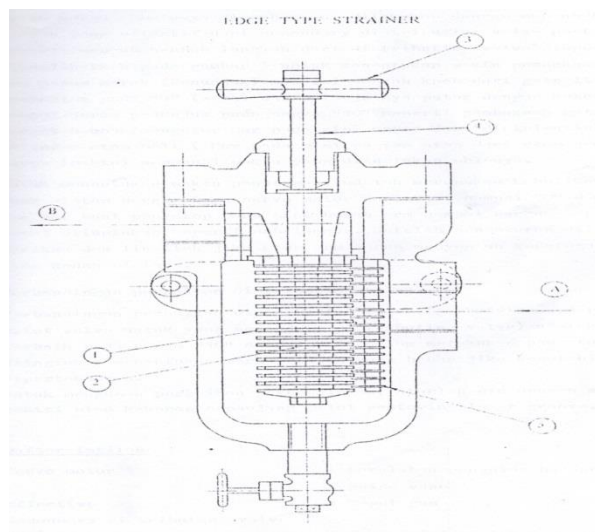
Seperti sebuah *eccentric shaft* dilengkapi *gate limit brod* berhubungan *gate limit restoring lever* bergerak kearah pada kedudukan *gate limit arm*, secara serempak *gate limit arm* juga bergerak ke arah bawah melalui *gate limit rod*. Dengan demikian, *connecting rod* ditekan kebawah melawan *spring force* menekannya ke bawah *pilot valve*. Dengan pergerakan pada mekanisme *gate limit* ini *control piston* dan *secondary distributing valve* bergerak terlebih dahulu dengan gerakan, dan menyediakan pada posisi atau kedudukan netral dan *pilot valve* juga berada pada posisi kedudukan netral menghentikan laju oli mengalir.



Gambar 4.5 Gate Limit mechanism

4.1.5 Saringan Bentuk *Edge*

Aliran oli bertekanan mengalir dari port a dan setelah diberikan dengan cara meng sirkulasi melalui *filter silinder* merupakan satu *multiple layer* (kisi kisi) dari saringan 1 dan spacer 2 yang dipasang pada peralatan ini. Kotoran-kotoran yang mengganggu antara jaringan dari silinder saringan dapat dibuang tanpa menyetop tekanan oli yang mengalir, dengan membersihkan pegangan pemutar 5 dengan memutar tuas 3 sebanyak dua atau satu kali dan kotoran alirkan pada bagian bawah kemudian dibuang melalui *cock* yang ditempatkan pada ujung dari *drain port* (tempat buang kotoran).



Gambar 4.6 Edge Type Strainer

4.1.6 *Guide vane servomotor*

Guide vane merupakan suatu komponen utama pada turbin air yang berfungsi untuk mengarahkan air yang masuk pada *spiral case* agar air dapat memusatkan tekanan pada *runner blade* atau sudu turbin. Tiap turbin unit terdiri dari 20 buah *guide vane* diatur oleh governor dan digerakan oleh *servomotor*.

Servomotor adalah sebuah aktuator yang dilengkapi oleh kendali dengan system *closed feedback* yang terintegrasi dalam *servomotor*. Pada *servomotor* posisi putaran sumbu dari motor di informasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada pada *servomotor*.

Ukuran yang cocok untuk *guide vane* ialah dimana masing-masing dari *guide vane* memiliki batang yang dapat didukung oleh *bearing guide vane*, *guide vane* memiliki fungsi untuk mengontrol dan mengarahkan air ke *runner*. *Guide vane*, *stay vane* dan *runner blade* saling terkoordinasi sehingga tidak mengakibatkan kelebihan air yang mengalir yang dapat

mengakibatkan kelebihan air yang mengalir yang dapat mengakibatkan getaran pada *system* operasi turbin. Dalam pemilihan *guide vane* harus didasari oleh besar dari setiap *guide vane* dan gaya resultan hidrolis. *Guide vane* dirancang untuk dapat menahan tegangan yang secara terus menerus. *Guide vane* terbuat dari material baja cor. Area yang kritikal pada *guide vane* yaitu bodi *guide vane* dan batang *guide vane* itu sendiri yang memang di desain dengan *stainless steel* pada bagian atas dan bawah serta sepanjang garis *guide vane* yang berdekatan. Setiap *guide vane* dipasang *oil-less bearing* dibagian *head cover* dan ring bagian bawah. Pada setiap bagian atas batang *guide vane* juga dipasang *thrust bearing* (bantalan) untuk menahan beban dari *guide vane* dan menahan gaya hidrolis keatas dan kebawah.

Mekanisme operasi *guide vane* terdiri dari *guide vane arms link* dan *guide vane operating ring*. *Guide vane* dipasang sekitar dan di luar bagian *inlet runner*. *Guide vane* digerakkan dan ditempatkan oleh mekanisme *guide vane*.

Air keluar menuju batang *guide vane* membawa aliran keluar dan menuju *head cover*, kemudian turun menuju lubang *drainase guide vane* dan menuju tempat drainase.



Gambar 4.7 Servomotor

4.2 Fungsi dan Sistem Kerja Governor

4.2.1 Fungsi governor

Energi listrik yang dibangkitkan (dihasilkan) tidak dapat disimpan melainkan langsung habis digunakan oleh konsumen (beban). Oleh karena itu, daya yang dibangkitkan selalu sama dengan daya yang digunakan konsumen (beban). Penyediaan daya aktif (*watt*) harus mampu menyediakan tenaga listrik dengan nilai frekuensi yang praktis dan konstan, karena penyimpanan frekuensi dari batas nominal selalu dalam batas toleransi yang diperbolehkan, yaitu 50 Hz. Apabila pembangkit daya listrik tidak mencukupi kebutuhan konsumen atau terjadinya gangguan dalam *system* dan sebaliknya apabila pembangkit daya listrik lebih besar dari pada kebutuhan.



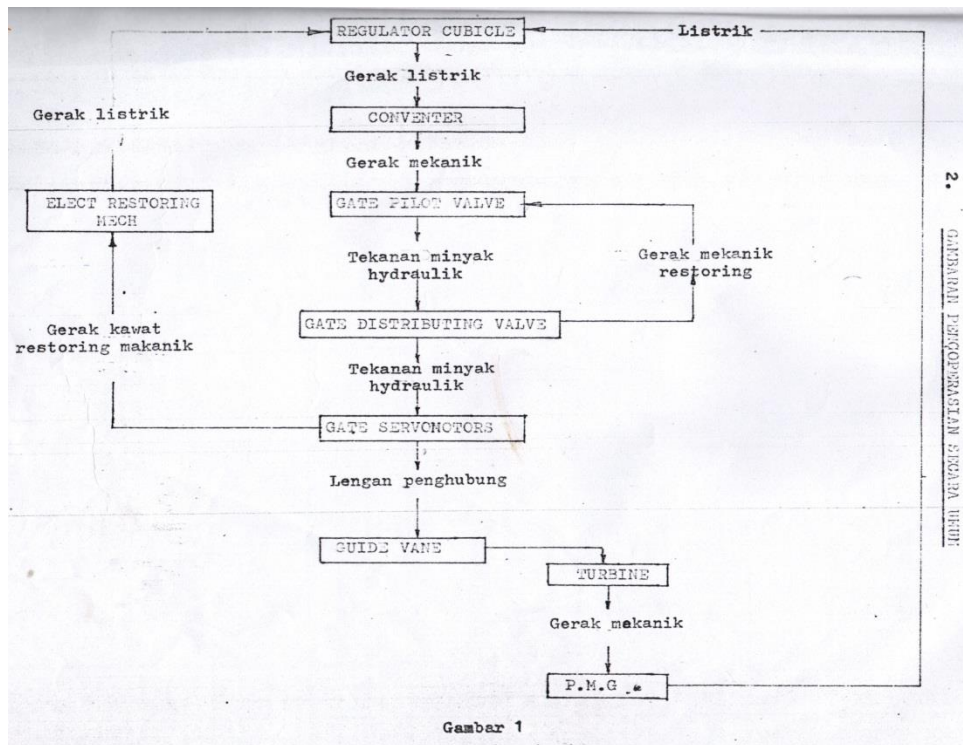
Gambar 4.8 salah satu governor di PLTA Maninjau

Governor adalah sebuah peralatan mekanis yang berfungsi sebagai *controller* aliran *fluida* guna menjaga putaran pada turbin agar tetap konstan pada kecepatan 600 rpm dengan frekuensi yang dihasilkan 50 Hz pada generator. Pada PLTA Maninjau terdapat 4 unit pembangkit dan masing masing pembangkit memiliki governor.

4.2.2 Sistem Governoor Pada PLTA Maninjau

Pada PLTA Maninjau menggunakan system governor *elektrohidrolis* atau governor *isochronous* untuk mengatur jumlah fluida yang di inginkan atau sesuai settingan yang telah ditetapkan. Governor jenis ini merupakan suatu *system controller* aliran *fluida* yang bekerja apabila terjadi perubahan pada putaran poros turbin sehingga frekuensi pada generator berubah. Maka, *torak distributor* akan bergerak yang diakibatkan oleh adanya perbedaan medan magnet karena adanya perubahan *frekuensi* dari *pilot generator* atau generatornya sendiri, sehingga frekuensi yang dihasilkan generator tetap pada 50 Hz.

Secara umum, governor memiliki fungsi yang sama, yaitu mengatur atau mengontrol aliran atau fluida yang diperlukan untuk memutar *runner* pada turbin. Perbedaan putaran pada torsi turbin akan dirasakan langsung oleh PMG (Permanen Magnet Generator). PMG merupakan suatu sistem yang mampu mempertahankan magnet yang dihasilkan oleh generator dan juga sebagai pengalir gesekan antara atom-atom yang dihasilkan dari generator atau yang biasa kita sebut listrik. PMG (*Permanen Magnet Generator*) secara langsung akan merasakan beban keluaran, jika beban keluaran besar maka putaran torsi pada turbin akan meningkat dan jika beban keluaran yang dibutuhkan kecil maka putaran torsi pada turbin juga menurun. Oleh sebab itu, sinyal-sinyal yang dirasakan oleh PMG disalurkan ke governor, sehingga governor atau lengan pada *guide vane* akan menjadi *kontroller* bukaan fluida pada *guide vane* sesuai isyarat yang diberikan oleh governor, sehingga putaran torsi pada poros turbin tetap terjaga atau konstan pada *setpoint* yang telah ditetapkan, berikut diagram alir dari kerja governor berdasarkan isyarat PMG.



Gambar 4.9 Skema pengoperasian governor di PLTA Maninjau

Dari rangkaian di atas kita bisa mengetahui prinsip kerja governor sebagai berikut:

- Apabila terjadi gangguan atau hal yang tidak diinginkan PMG akan mendeteksi gangguan tersebut dan kemudian akan menyalurkan sinyal tersebut ke *regulator cubicle*
- Kemudian *regulator cubicle* dengan menggunakan gerak listrik memberi sinyal ke *converter*
- Lalu *converter* yang mengkonversi sinyal elektrik menjadi perpindahan mekanik yang kemudian memerintahkan *gate pilot valve*
- *Gate pilot valve* dengan tekanan minyak hidrolik memberi perintah ke *gate distributing valve* yang memberi sinyal ke *gate servomotor*.
- Dan *gate servomotor* yang menggerakkan *guide vane*, *guide vane* kemudian berfungsi untuk membuka dan menutup air yang masuk untuk menggerakkan *runner* pada turbin

Apabila perubahan terjadi pada putaran atau pada saat *load system* (pada saat ada beban) governor penggerak segera menerima sinyal listrik yang dikirim dari *regulator cubicle* maka *converter* berfungsi sebagai *controller* terhadap bukaan pada *servomotor* melalui *valve primer* dan *valve sekunder* distribusi. Pembukaan *guide vane* dari turbin merubah output generator dengan demikian kecepatan putaran turbin akan tetap pada harga yang dikehendaki

(600) rpm dengan frekuensi yang dihasilkan generator tetap pada 50 Hz. Gerakan dari *guide vane servomotor* adalah berupa listrik, yang merupakan *feed back* pada *regulator cubicle* melalui *electric restoring mechanism* untuk mencegah *over running* dari *guide vane*. *Restoring mechanism* dipasang dalam panel.

Tujuan dari governor adalah untuk menentukan dan mempertahankan (menjaga) putaran turbin agar tetap pada putaran harga yang dikehendaki dengan mengatur pembukaan pada *guide vane*, apabila terjadi *over running* maka gerakan *restoring* dalam *main distributing valve* mengambil tempat satu kali, tetapi dua kali pada *pilot distributing valve*, seperti pengoperasian *restoring* ini lengkapnya ada dijelaskan pertama ia akan diperlihatkan pada blok diagram dan selanjutnya tiap pengoperasian dilukiskan dengan referensi pada skematik kerjanya.

Blok diagram dan ilustrasi diagram kerja pengoperasian dari governor apabila beban dengan tiba-tiba berkurang dan dalam hal ini dimana beban secara tiba-tiba bertambah, pengoperasian juga akan bekerja berdasarkan perintah yang diberikan oleh *regulator cubicle*.

4.3 Pemeliharaan Governor

Pada suatu komponen mesin ataupun sistem dari sebuah komponen mesin akan mengalami kerusakan maupun kinerja dari sebuah mesin atau sistem dari mesin tersebut akan mengalami penurunan begitu juga dengan governor.

4.3.1 Macam-macam Pemeliharaan Governor pada PLTA Maninjau

Pada umumnya pemeliharaan (Maintenance) pada governor dan alat bantu nya dilakukan dalam 2 kategori, yaitu:

1. Perawatan *Preventif*

Perawatan *Preventif* adalah perawatan yang bertujuan mencegah terjadinya kerusakan, atau cara perawatan yang direncanakan untuk pencegahan (*preventif*). Perawatan *preventif* dilakukan secara rutin, dilakukan secara berulang dengan periode waktu harian, mingguan dan bulanan.

Mesin maupun sistem dari sebuah mesin perlu melaksanakan pemeliharaan rutin dan pemeriksaan guna mempertahankan kinerja dari mesin tersebut, begitupun governor yang akan dijelaskan sebagai berikut:

- a. Membuat pemeriksaan visual harian suhu minyak, tingkat minyak dan tekanan hidrolik dalam pompa hidrolik unit *investigate*.
- b. Melakukan pemeriksaan terhadap tingkat kontaminasi minyak hidrolik secara teratur, karena merupakan aspek yang sangat penting dalam manajemen pemeliharaan.
- c. Memeriksa dan mengganti garis-garis *filter hidrolik*. Jika dibiarkan terblokir mereka dapat menyebabkan kesalahan fungsi. Jika ada partikel karat atau kotoran lainnya dalam *filter*, selidiki sumber korosi segera dan mengambil langkah-langkah pencegahan. Jika indikator garis filter di blok dan garis filter di ubah hidroliknya, maka kondisi ini merupakan kondisi normal.
- d. Rangkaian mendeteksi kecepatan abnormal:
 1. Periksa PMG dan rangkaian PMG
 2. Periksa rangkaian pendeteksi kecepatan pada governor.
- e. Sumber tenaga governor abnormal:
 1. Periksa PMG dan rangkaian PMG
 2. Periksa unit sumber tenaga governor
 3. Periksa control pemberi daya DC

2. Perawatan Korektif.

Perawatan korektif adalah perawatan yang dilakukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kondisi fasilitas/peralatan sehingga mencapai standar yang diinginkan. Perawatan korektif dilakukan apabila governor mengalami kerusakan/terjadinya hal-hal yang tidak diinginkan.

4.3.2 Pada governor ada hal-hal yang perlu diperhatikan sebagai berikut:

a. Tidak melepas kabel grounding

Operasi *controller* dengan landasan kawat dapat menyebabkan sengatan listrik ketika kebocoran arus terjadi dan dapat menyebabkan sengatan listrik ketika kebocoran arus terjadi dan dapat menyebabkan sengatan listrik atau luka bakar dan dapat menyebabkan operasi yang salah atau kerusakan pada sistem kendali.

b. Tidak menyentuh ruang pemanas

Menyentuh ruang pemanas dapat menyebabkan sengatan listrik atau luka bakar dan dapat menyebabkan cedera serius bahkan kematian.

c. Tidak memercikkan air atau minyak dari luar governor kontrol.

Memercikkan air atau minyak selama *controller* governor berjalan dapat menyebabkan kerusakan pada sistem kendali.

d. Membersihkan secara teratur

Debu dapat menyebabkan kerusakan pada governor kontrol.

e. Tidak menggunakan kain pembersih kimia atau bahan sejenis yang menyebabkan listrik statis saat membersihkan governor kontrol.

Pembersih kimia yang berupa kain atau bahan sejenisnya dapat menghasilkan listrik statis dan dapat menyebabkan kerusakan pada governor kontrol.

Pembersih kimia yang berupa kain atau bahan sejenisnya dapat menghasilkan listrik statis dan dapat menyebabkan kerusakan pada governor kontrol.

f. Tidak menggunakan peralatan yang memancarkan gelombang radio seperti transceiver atau ponsel di dalam panel pengontrol.

Apabila menggunakan peralatan yang memancarkan gelombang radio untuk panel kontrol, ini dapat menyebabkan operasi yang salah atau kerusakan pada sistem kendali.

- g. Tidak adanya getaran atau guncangan ke panel kontrol.

Getaran atau kerusakan operasi yang salah dapat menyebabkan kerusakan pada sistem kendali.

- h. Tidak meletakkan sesuatu yang mudah terbakar di dekat controller.

Menempatkan sesuatu yang mudah terbakar didekat controller dapat menyebabkan kebakaran dan juga menyebabkan operasi yang salah atau kerusakan pada sistem kendali.

- i. Mematikan daya sebelum installing atau menghapus aliran arus

Menginstal atau menghapus *current-board* sepenuhnya ke tempat, ini dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan kontroler yang dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan controller.

4.3.3 Beberapa gangguan yang terjadi pada Governor dan cara mengatasinya

No	Bentuk Gangguan	Cara mengatasinya
1	Pilot valve <i>plunyer</i> bekerja tidak lancar	Periksa kotoran-kotoran yang kemungkinan melekat atau menyangkut pada <i>plunyer pilot valve</i> .
2	Adanya oil yang bocor terlalu banyak	Memeriksa sumber kebocoran yang menetes pada tempat yang mungkin pada bagian governor.
3	Suara dari peralatan atau komponen-komponen governor melebihi dari yang biasanya	Melakukan pemeriksaan pada peralatan dalam, kemungkinan ada mur yang kurang kencang (longgar) lalu lakukan pengencangan sesuai dari kekerasan dari peralatan tersebut.
4	Terjadinya perubahan <i>Setting</i> pada bagian dalam governor.	Periksa dan selidiki kemungkinan sumber penyebab yang demikian jika ditemukan sesuaikan kembali dengan harga settingnya yang telah ditentukan pada hasil test terakhir.
5	Rusak atau terbakarnya <i>Coil solenoid</i> governor	Memeriksa dan mengganti satu set <i>solenoid</i> .

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan kegiatan Pengalaman lapangan Industri di PT.PLN (Persero) Pembangkitan unit Maninjau berlangsung, maka penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada PLTA Maninjau menggunakan governor *elektrohidrolis* atau governor *isochronous* untuk mengatur jumlah fluida. Governor jenis ini bekerja menggunakan tekanan minyak dan bahan bakar, governor memiliki beberapa komponen seperti PMG (*Permanen Magnet Generator*), *Converter*, *main diistributing valve*, *gate limit mechanism*, saringan bentuk *edge*, dan *guide vane servomotor*.
2. Fungsi governor adalah sebagai *controller* aliran fluida guna menjaga putaran pada turbin agar tetap konstan pada kecepatan 600 rpm dengan frekuensi yang dihasilkan 50 Hz pada generator.
3. Sistem kerja governor yaitu apabila perubahan terjadi pada putaran atau pada saat *load system* (pada saat ada beban) maka PMG (*Permanen Magnet Generator*) secara langsung akan merasakan beban keluaran. oleh sebab itu, sinyal-sinyal yang dirasakan oleh PMG disalurkan ke *regulator cubicle*, maka converter berfungsi sebagai controller terhadap bukaan pada *servomotor* melalui *valve primer* dan *valve sekunder* distribusi. Pembukaan *guide vane* dari turbin akan tetap pada harga yang dikehendaki (600 rpm) dengan frekuensi yang dihasilkan generator tetap pada 50 Hz. Gerakan dari *guide vane servomotor* adalah berupa listrik, yang merupakan *feed back* pada *regulator cubicle* melalui *electric restoring mechanism* untuk mencegah *over running* dari *guide vane*.
4. Pemeliharaan Governor di PLTA Maninjau dilakukan dalam 2 kategori:
 - a) Perawatan *Preventif* adalah perawatan yang bertujuan mencegah terjadinya kerusakan, cara perawatan yang direncanakan untuk pencegahan (*preventif*). perawatan preventif dilakukan secara rutin dilakukan secara berulang dengan waktu harian, mingguan, bulanan. Seperti pemeriksaan *filter oil* di dalam governor.

- b) Perawatan Korektif adalah perawatan yang dilakukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kondisi fasilitas/peralatan sehingga mencapai standar yang diinginkan. perawatan korektif ini biasa dilakukan apabila ada gangguan atau hal-hal yang tidak diinginkan seperti adanya oil yang bocor terlalu banyak dan kemudian dilakukan kegiatan perbaikan dengan cara memeriksa sumber kebocoran tersebut.

A. Saran

Setelah melaksanakan kegiatan Pengalaman Lapangan Industri (PLI) di PLTA Maninjau, adapun saran yang dapat disampaikan penulis :

1. Dalam melakukan pemeliharaan hendaklah memperhatikan aspek *safety* kerja/ keselamatan kerja, karena *obyek* yang dihadapi mesin yang kadang-kadang menimbulkan error yang mungkin berbahaya terhadap keselamatan jiwa.
2. Dalam melaksanakan Praktek Lapangan Industri (PLI) mahasiswa harus pro-aktif agar hasil dan pengalaman yang didapat lebih maksimal.
3. Ketika adanya pekerjaan, sangat diperlukan kerja tim baik dengan teknisi maupun dengan rekan semagang lainnya.

Semoga dengan pelaksanaan Pengalaman Lapangan Industri (PLI) ini dapat memberi tambahan pengetahuan dan wawasan tentang luasnya aplikasi dari system tenaga listrik yang tidak hanya terbatas pada sistem-sistem yang terlibat dalam upaya untuk memenuhi kebutuhan listrik masyarakat saja akan tetapi juga diterapkan untuk memenuhi kebutuhan listrik untuk berbagai industri.

DAFTAR PUSTAKA

Unit Hubungan Industri. 2014. Buku pedoman Pengalaman Lapangan Industri (PLI) Mahasiswa FT UNP Padang. Padang : Padang : Unit Hubungan Industri.

<https://www.scribd.com/doc/311678972/Laporan-PLI-TURBINE-GOVERNOR-PLTA-SENGGURUH>

<http://electrical-zone.blogspot.co.id/2013/03/governor.html>

<https://documentslide.com/documents/governor-plta-saguling.html>