

**LAPORAN PENGALAMAN LAPANGAN INDUSTRI  
PT. PLN (PERSERO) UNIT PLTA BATANG AGAM**

***“ PREVENTIVE MAINTENANCE PADA AIR COOLER “***

**Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Tugas Pengalaman Lapangan Industri  
di PT. PLN (Persero) Sektor Pengendalian Pembangkitan Bukittinggi  
Unit PLTA Batang Agam**



**Disusun Oleh:**

**Nama : Dini Huddia**

**NIM : 16067006**

**Prodi : Pendidikan Teknik Mesin**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

**2019**

HALAMAN PENGESAHAN INDUSTRI

*Laporan ini Disampaikan Untuk Memenuhi Sebagian dari persyaratan  
Penyelesaian Pengalaman Lapangan Industri FT-UNP Padang  
Semester Juli - Desember 2019*



Oleh

Nama : Dini Huddin

NIM : 16067006

Diketahui dan Disahkan Oleh:

Supervisor pemeliharaan

PLN Batang Agam



Batno Saputra  
NP.8502025-82

HALAMAN PENGESAHAN PAKDUTAS

*Laporan ini Disampaikan Untuk Memenuhi Sebagian dari persyaratan  
Penyelesaian Pengalaman Lapangan Industri FT-UNP Padang  
Semester Juli - Desember 2019*

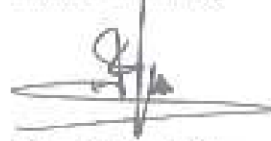
Oleh

Nama : Dini Hudofia

NIM : 16067006

Diperiksa dan disahkan oleh :

Dosen Pembimbing



Dr. Jasman, M.Kes

NIP. 196212281987031003



NIP. 197412122003121002

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT. Karena berkat rahmat dan karunia-Nya lah penulis dapat menyelesaikan penulisan laporan pengalaman lapangan industri (PLI) ini dengan judul “ PREVENTIVE MAINTENANCE PADA AIR COOLER” di PT. PLN (PERSERO) UNIT PLTA BATANG AGAM. Laporan ini disusun berdasarkan pelaksanaan pengalaman lapangan industri yang dilaksanakan pada tanggal 10 Juni s.d 10 Agustus di PT. PLN (PERSERO) UNIT PLTA BATANG AGAM.

Adapun tujuan dari penulisan laporan ini adalah salah satu syarat kelulusan dalam pelaksanaan pengalaman lapangan industri (PLI) yang merupakan kurikulum atau mata kuliah wajib di jurusan teknik mesin di Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Terlaksananya pengalaman lapangan industri (PLI) dan penulisan laporan ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Untuk itu penulis menyampaikan banyak terima kasih pada :

1. Orang tua serta keluarga yang selalu memberikan dorongan moril dan materil selama pelaksanaan pengalaman lapangan kerja.
2. Bapak Ritno Saputra, sebagai Supervisor Pemeliharaan dan pembimbing PLI di PLTA Batang Agam yang telah memberikan bimbingan dan masukan selama pelaksanaan PLI di PLTA Batang Agam.
3. Bapak Drs. Jasman, M.Kes sebagai pembimbing PLI penulis yang telah membimbing dan memberi masukan yang membangun dengan penuh pengertian selama proses PLI hingga penyelesaian laporan PLI di PLTA Batang Agam.

4. Bapak Afrizal Nurfi, Bapak Reyzi Purnomo dan Bapak Hilmi Imawan sebagai pembimbing dan staff HAR di PLTA Batang Agam yang telah memberi bimbingan dan arahan selama pelaksanaan PLI.
5. Bapak Budi Syahri M.Pd sebagai koordinator PLI di jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Padang yang telah memberi pembekalan dan arahan dengan penuh pengertian terkait pelaksanaan PLI pembimbing.
6. Segenap karyawan/staff PLTA Batang Agam yang telah menjadi pembimbing, rekan kerja yang telah banyak memberikan ilmu dan juga dorongan dalam melaksanakan PLI.
7. Rekan-rekan teknik mesin yang telah banyak membantu dan memberi dorongan untuk terselesaikannya pelaksanaan PLI dan pemulisan laporan ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan ini masih jauh dari kata sempurna dan masih banyak terdapat kekurangan-kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan segala kritikan dan saran yang bersifat membangun sebagai pembelajaran untuk kedepannya dan semoga laporan ini dapat berguna bagi pembaca.

Batu hampar, Juli 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

HALAMAN PENGESAHAN

HALAMAN PENGESAHAN

KATA PENGANTAR..... i

DAFTAR ISI..... iii

DAFTAR GAMBAR..... vi

### BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang..... 1

B. Tujuan..... 2

C. Rumusan Masalah..... 2

D. Batasan Masalah..... 2

E. Manfaat..... 3

F. Referensi Penulisan Laporan..... 3

### BAB II TINJAUAN UMUM PERUSAHAAN

A. Profi Perusahaan..... 4

B. Sistem Pembangkit Listrik di PLTA Batang Agam..... 8

C. Visi, Misi, Motto dan Logo PT. PLN (Persero)..... 10

D. Makna Logo..... 11

E. Bangunan-bangunan Utama PLTA Batang Agam.....	13
F. Peralatan Mekanis dan Listrik di PLTA Batang Agam.....	20
G. Letak Geografis PLTA Batang Agam.....	24
H. Struktur Organisasi PLTA Batang Agam.....	25

### **BAB III TINJAUAN PUSTAKA**

A. Pengertian Maintenance.....	26
B. Tujuan Maintenance.....	28
C. Jenis – Jenis Maintenance.....	29
D. Sistem Pendingin.....	32
E. Jenis-jenis Sistem Pendingin.....	33
F. Pengertian Cooler.....	34
G. Fungsi Cooler Pada Generator.....	34
H. Perpindahan Panas.....	35

### **BAB IV PEMBAHASAN**

A. Air Cooler Pada PLTA Batang Agam.....	39
B. Bagian dan Fungsi Air Cooler.....	41
C. Parameter Pada Air Cooler Generator.....	45
D. Pembersihan Air Cooler.....	46
E. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Air Cooler.....	50

## **BAB V PENUTUP**

A. Kesimpulan.....	52
B. Saran.....	53

## **DAFTAR PUSTAKA**



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Bangunan PLTA Batang Agam.....	4
Gambar 2.2	Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Air PLTA Batang Agam.....	8
Gambar 2.3	Intake Weir.....	13
Gambar 2.4	Tunnel 1 ( Terowongan 1 ).....	14
Gambar 2.5	Sand Trap ( Kolam Pasir ).....	14
Gambar 2.6	Daily Pondage ( Kolam Tando ).....	15
Gambar 2.7	Surge Tank.....	16
Gambar 2.8	Valve Chamber.....	17
Gambar 2.9	Penstock (Pipa Pesat ).....	18
Gambar 2.10	Power House ( Rumah Pembangkit ).....	18
Gambar 2.11	Tail Race (Saluran Air Buang ).....	19
Gambar 2.12	Generator.....	20
Gambar 2.13	Spesifikasi Generator.....	20
Gambar 2.14	Turbin.....	21
Gambar 2.15	Transformator.....	22
Gambar 2.16	Governor Kontrol.....	23

Gambar 2.17	Letak Geografis PLTA Batang Agam.....	24
Gambar 2.18	Struktur Organisasi PLTA Batang Agam.....	25
Gambar 3.1	Proses Konduksi.....	35
Gambar 3.2	Proses Konveksi.....	37
Gambar 4.1	Sistem Air Cooler.....	39
Gambar 4.2	Sistem Air Cooler pada Ruang Generator.....	39
Gambar 4.3	Air Cooler.....	40
Gambar 4.4	Main Strainer.....	42
Gambar 4.5	Water Stop Valve.....	42
Gambar 4.6	Reducing Valve.....	43
Gambar 4.7	Flow Relay.....	44
Gambar 4.8	Sump Pit ( Dewatering ).....	44
Gambar 4.9	Thermostat.....	45
Gambar 4.10	Parameter Inlet Air Cooler.....	45
Gambar 4.11	Parameter Outlet Air Cooler.....	46
Gambar 4.12	Water Stop.....	47
Gambar 4.13	Katup In.....	48

Gambar 4.14 Elbow.....	48
Gambar 4.15 Cover Air Cooler.....	49
Gambar 4.16 Pembersihan Air Cooler.....	49

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### A. Latar Belakang

Energy listrik merupakan salah satu kebutuhan pokok yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Hampir semua peralatan yang digunakan dalam kehidupan manusia saat ini adalah menggunakan energi listrik di dalam pengoperasiannya. Sebagian sumber energy listrik dibangkitkan oleh pembangkit listrik tenaga air. Salah satu komponen utamanya adalah poros dan bantalan yang berfungsi untuk mentransmisikan daya dan putaran.

Pada pembangkit listrik tenaga air terdapat sistem pendingin yang salah satu fungsinya adalah untuk mendinginkan udara panas yang dihasilkan oleh putaran rotor pada generator. Sistem pendingin yang tidak berfungsi dengan baik akan menyebabkan panas yang berlebihan pada generator.

Sehubungan dengan salah satu permasalahan pembangkit listrik tenaga air yang diuraikan di atas, melalui kegiatan pengalaman lapangan industri (PLI) ini akan diupayakan suatu kajian analisis sistem pendinginan generator yang sering disebut dengan *air cooler generator*. Fungsi dari *air cooler* pada PLTA adalah untuk menjaga agar mesin tidak beroperasi pada temperatur yang sangat tinggi (*over heating*) maka sangat diperlukan sistem pendingin yang efektif. Jika mesin dioperasikan pada temperatur tinggi maka efisiensi mesin akan menurun. Pada dasarnya sistem pendingin pada PLTA

menggunakan air yang diambil dari *penstock* dengan memanfaatkan energi potensial air untuk dialirkan pada sistem pendingin.

## **B. Tujuan**

Tujuan dari penulisan laporan ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui sistem kerja di PLTA Batang Agam.
2. Melakukan analisis sistem pendingin generator (*air cooler*) pada salah satu unit yang ada di PLTA Batang Agam.
3. Mengetahui komponen dan prinsip kerja dari *air cooler*.

## **C. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada laporan ini adalah menganalisis bagaimana langkah-langkah maintenance dan faktor yang mempengaruhi kinerja *air cooler* generator PLTA Batang Agam.

## **D. Batasan Masalah**

Batasan masalah pada praktek kerja ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem kerja *air cooler* generator.
2. Pemeliharaan preventive pada *air cooler* generator
3. Parameter operasional yang diizinkan pada sistem pendingin *air cooler* generator.

## **E. Manfaat**

Data dan informasi hasil pengalaman lapangan industri (PLI) ini diharapkan dapat dimanfaatkan oleh pembaca, terutama penulis sendiri, serta

dapat mengetahui lebih jelas tentang *air cooler* dan program pemeliharaan dan perbaikan sistem pendingin pada generator.

#### **F. Referensi Penulisan Laporan**

Reverensi penulisan yang digunakan dalam pembuatan laporan pengalaman lapangan industry ini adalah:

##### 1. Survey Laporan

Dilakukan dengan cara menggunakan langsung perangkat dan mempelajari proses kerjanya, serta ikut serta dalam berbagai kegiatan *maintanance* yang dilakukan oleh tim pembimbing.

##### 2. Tanya Jawab

Mengadakan Konsultasi dengan pembimbing maupun pihak lain yang mendukung.

##### 3. Kepustakaan

Mengumpulkan data-data dan mempelajari bahan-bahan yang berkaitan pokok pembahasan baik berupa buku-buku maupun pencarian menggunakan internet

## **BAB II**

### **TINJAUAN UMUM PERUSAHAAN**



**Gambar 2.1** Bangunan PLTA Batang Agam

#### **A. Profil Perusahaan**

PLTA Batang Agam merupakan salah satu pembangkit dengan pemanfaatan potensi air sungai Batang Agam, karena memiliki curah hujan yang cukup tinggi, dengan demikian sungai Batang Agam tidak pernah kering sepanjang tahun dan airnya di manfaatkan sebagai keperluan masyarakat sekitar dan juga untuk pembangkit listrik.

Pembangunan PLTA Batang Agam yang terletak di perbatasan antara Kabupaten Agam dengan Kabupaten Lima Puluh Kota. Daerah-daerah yang mendapat bagian adalah daerah di sekitar Payakumbuh, Bukittinggi, Padang

Panjang, Batusangkar, dan meliputi daerah pedesaan kabupaten Lima Puluh Kota, kabupaten Agam, dan kabupaten Tanah Datar.

Proyek ini merupakan proyek besar di Sumatera Barat selama Pelita I dan Pelita II. Kapasitas tenaga listrik yang dibangkitkan di proyek ini sekitar 10.500KW. Pembangunan proyek PLTA Batang Agam sebenarnya sudah lama direncanakan sejak tahun 1927.

Pemerintah Belanda dalam hal ini Departemen Van Veerkeer en Waterstaat Agdeling Electricitiet telah melakukan survei, penyelidikan, pengukuran debit air, curah hujan dan topografi rampung dilakukan hingga tahun 1938, tetapi karena pecahnya Perang Dunia II, maka rencana proyek tersebut tertunda pelaksanaannya.

Pemerintah RI dalam hal ini Departemen PUTL tahun 1957 melakukan penelitian kembali tentang kemungkinan dibangunnya kembali proyek PLTA Batang Agam ini. Direncanakan waktu itu proyek tersebut akan rampung tahun 1966 dengan kapasitas 10.500KW, tetapi karena terjadinya pergolakan daerah, rencana itu kembali mengalami hambatan.

Dalam keadaan yang tidak menentu itu, Ir. Januar Muin (Sarjana tamatan ITB) dikirim ke Bukittinggi untuk mengurus proyek yang belum tentu ujung kepastiannya. Pada bulan April 1965 ia meninggalkan Jakarta, tidak adanya perencanaan yang matang proyek ini dari pemerintah pusat, membuat dia kebingungan tentang apa yang harus dilakukannya, dia hanya dibekali dengan sebuah mobil sedan tua. Terus dengan delapan pegawai yang



menggunakan belsuit dan 15 orang pegawai harian. Kerja sehari-hari hanya melihat -lihat tempat yang akan dijadikan PLTA.

Proyek yang masih dalam bentuk bukit tandus dan padang penggembalaan, tidak ada tanda-tanda bahwa tempat ini akan menjadi proyek besar untuk ukuran Sumatera Barat. Namun demikian setiap hari ia mencoba mengumpulkan data-data tentang kelistrikan di Sumatera Barat akan pentingnya proyek itu, karena masih sangat minimnya tenaga listrik yang ada di daerah ini.

Setelah pemerintahan orde baru, Ir. Januar Muin bersama dengan Gubernur Sumatera Barat Drs. Harun Zain pada waktu itu melakukan pendekatan-pendekatan, baik resmi maupun tidak resmi kepada pejabat pemerintah pusat di Jakarta. Barulah pada tahun 1959 mulai dikerjakan aktif, karena proyek ini sudah resmi dimasukkan dalam Pelita I. Namun kelanjutannya diperlukan biaya yang cukup besar untuk pembelian alat-alat elektromekaniknya.

Pada suatu sidang kabinet, proyek PLTA Batang Agam dibicarakan. Menurut Menteri Sutami pembicaraan tersebut berlangsung dalam situasi yang tidak menguntungkan. Proyek ini hampir dihapuskan dari Pelita I. Sidang itu meninjau dua kemungkinan karena kekurangan keuangan pemerintahan, Menteri Pertambangan Ir. Sumantri Brojonegoro menyarankan agar tambang Batu bara Ombilin yang harus diselamatkan terlebih dahulu,

karena ditambang tersebut ada pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), lebih baik ini yang diperbaiki, sedangkan PLTA Batang Agam ditunda dulu.

Dalam sidang tersebut, Menteri Sutami meminta kesempatan untuk meninjau proyek PLTA Batang Agam terlebih dahulu, sebelum diputuskan untuk dihapuskan dari Pelita I. Pada bulan April 1970, Menteri Sutami datang ke Sumatera Barat, ia mengadakan diskusi-diskusi dengan pemerintah daerah, mengumpulkan data-data serta mendengarkan pendapat banyak pihak tentang PLTA Batang Agam. Selain kurangnya tenaga listrik di Sumatera Barat padahal potensi tenaga listrik di daerah itu cukup besar.

Akhirnya Menteri Sutami berkesimpulan untuk melanjutkan proyek ini, walaupun harus dikerjakan dengan alat-alat yang tradisional, agar proyek ini terus dikerjakan. Melihat adanya tanda-tanda lampu hijau ini, Ir. Januar Muin merasa harga dirinya pulih. Kini ia akan dapat memimpin sebuah proyek besar dalam ukuran besar Sumatera Barat waktu itu.

Untuk keperluan itulah pada tahun 1970 sengaja didatangkan tim dari Lahmeyer International Consulta dari Jerman Barat. Tim tersebut meneliti kembali studi kemungkinan yang dibuat oleh tenaga-tenaga proyek ini dan Universitas Andalas Padang.

Dari hasil penelitian, ternyata proyek tersebut secara tertulis dan ekonomis adalah memungkinkan dan dengan dasar itulah proyek PLTA Batang Agam diteruskan pelaksanaannya dengan bantuan pinjaman Asian Development Bank (ADB Manila) sebesar US\$ 7,1 Juta.

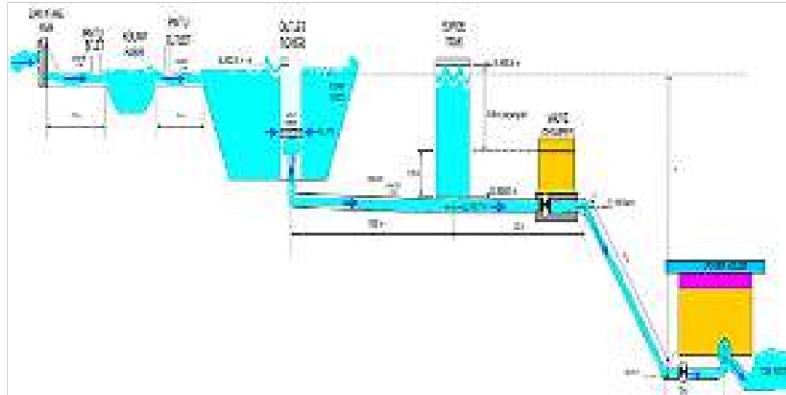
Pembangunan proyek PLTA Batang Agam diteruskan, walaupun baru akan dibangkitkan tenaga sebesar 10,5 MW, akan tetapi telah memperlihatkan titik terang bagi daerah Sumbar secara keseluruhan. Sehingga pada tanggal 28 Februari 1976 proyek tersebut dikerjakan dan mulai dioperasikan pada :

1. Turbin / Generator unit 1 tanggal 1 Maret 1976
2. Turbin / Generator unit 2 tanggal 8 Maret 1976
3. Turbin / Generator unit 3 tanggal 15 September 1982

PLTA Batang Agam membangkitkan tenaga listrik sebesar 10,5 MW yang disalurkan dalam 4 *feeder*, yaitu :

1. Feeder I Bukittinggi sampai GH Tanjung Alam
2. Feeder II Situjuh sampai GI Payakumbuh
3. Feeder III Line Payaumbuh I (*Express Feeder*) interkoneksi sistem Sumbar-Riau
4. Feeder IV Line Payakumbuh II sampai GH Batas Kota.

## B. Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Air di PLTA Batang Agam



**Gambar 2.2** Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Air di PLTA Batang Agam

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Batang Agam turbinnya beroperasi dengan memanfaatkan air yang bersumber dari sungai batang Agam. Air sungai batang agam dialirkan dari *intake weir* menuju kolam pasir (*sand trap*). Di kolam pasir, air sungai batang agam diendapkan setelah itu air akan ditampung atau dikumpulkan di kolam tando, sebelum dialirkan ke rumah pembangkitan (*Power House*) guna memenuhi pasokan air saat unit beroperasi full pada saat beban puncak dari jam 18.00 wib s/d 21.00. Hal ini, jika hanya memanfaatkan debit langsung dari sungai batang agam, maka tidak akan cukup untuk mengoperasikan 3 unit secara full, kecuali pada saat curah hujan tinggi sehingga debit air pada sungai Batang Agam dan kolam tando sangat banyak.

Air pada kolam tando dialirkan melalui terowongan yang terbuat dari pipa *steel liner* yang dilengkapi dengan *Surge Tank* dan *Safety Butterfly Valve*. Kemudian air tersebut diterjunkan melalui pipa pesat (*Penstock*) dengan kemiringan  $70^\circ$  dan memiliki panjang 240 m. Untuk memutar 3 unit turbin, sesampai di *Power House*, *Penstock* tadi dibagi menjadi 3 untuk masing-masing unit yang dilengkapi dengan katup utama (*Inlet Valve*).

*Inlet valve* tersebut berfungsi sebagai katub utama membuka dan menutup arah aliran air menuju *spiral casing*, namun sebelum *inlet valve* itu terlebih dahulu membuka katup *by pass valve* yang berguna untuk menyamakan tekanan di daerah *up stream* dengan *down stream* supaya dapat mencegah kerusakan pada *spiral casing* akibat tekanan air jika *inlet valve* di buka secara langsung.

Setelah *inlet valve* terbuka maka air akan mengalir ke *spiral casing* dan langsung masuk kedalam sudu tetap, dimana aliran air masuk untuk memutar *runner* diatur oleh sudu atur (*Guide Vane*), dan memutar *runner* sampai mencapai 750 rpm. Dan air yang memutar *runner* langsung keluar menuju *draft band* dan mengalir menuju *tailrace*.

Pada saat turbin berputar maka generator akan ikut berputar karena *shaft* yang ada pada turbin seporos dengan *shaft* generator sehingga pada putaran turbin mencapai 750 rpm, generator akan bereaksi setelah diberikan eksitasi pada rotor generator sehingga mengeluarkan tegangan 6,3 KV.

### **C. Visi, Misi, Motto, dan Logo PLTA Batang Agam**

#### **1. Visi**

Menjadi Perusahaan Pembangkit Terkemuka dan Unggul di Indonesia  
Dengan Kinerja Kelas Dunia dengan Bertumpu Pada Potensi Insani

#### **2. Misi**

- a. Menyediakan energi listrik di sistem sumatera yang berorientasi pada kepuasan pelanggan.
- b. Menjalankan usaha pembangkit listrik yang andal, efisien, aman, dan berwawasan lingkungan.
- c. Mengembangkan kompetensi dan produktivitas sumber daya manusia untuk mendukung pengelolaan pembangkit dengan kinerja kelas dunia.

#### **3. Motto**

Energi Kita Untuk Kehidupan yang Lebih Baik

*( Our Energy for A Better Life*

#### **4. Logo PT PLN (Persero)**



#### **D. Makna Logo PT. PLN (Persero)**

Makna logo PT. PLN (Persero) yaitu:

##### **1. Bidang Persegi Panjang**

Menjadi bidang dasar bagi elemen-elemen lambang lainnya melambangkan bahwa PT PLN (Persero) merupakan wadah atau organisasi yang terorganisir dengan sempurna. Berwarna kuning untuk menggambarkan pencerahan, seperti yang diharapkan PLN bahwa listrik mampu menciptakan pencerahan bagi kehidupan masyarakat. Kuning juga melambangkan semangat yang menyala-nyala yang dimiliki setiap insan yang berkarya di perusahaan ini.

##### **2. Petir atau Kilat**

Melambangkan tenaga listrik yang terkandung di dalamnya sebagai produk jasa utama yang dihasilkan oleh perusahaan. Selain itu petir pun mengartikan kerja cepat dan tepat para insan PLN (Persero) dalam memberikan solusi terbaik bagi para pelanggannya. Warnanya yang merah melambangkan kedewasaan PLN sebagai perusahaan listrik pertama di Indonesia dan kedinamisan gerak laju perusahaan beserta tiap insan perusahaan serta keberanian dalam menghadapi tantangan perkembangan zaman.

### **3. Tiga Gelombang**

Memiliki arti gaya rambat energy listrik yang diartikan oleh tiga bidang usaha utama yang digeluti perusahaan yaitu pembangkitan, penyaluran dan distribusi yang seiring sejalan dengan kerja keras para insan PT PLN (Persero) guna memberikan layanan terbaik bagi penggunaanya. Diberi warna biru untuk menampilkan kesan konstan seperti halnya listrik yang tetap yang tetap diperlukan dalam kehidupan manusia. Disamping itu biru juga melambangkan keandalan yang dimiliki insan-insan perusahaan dalam memberikan layanan terbaik bagi para pelanggannya.

#### **E. Bangunan utama di PLTA Batang Agam**

Pada PLTA Batang Agam terdapat beberapa bangunan dengan fungsinya yang merupakan satu kesatuan yang saling terkait antara satu dengan yang lainnya. Berikut ini adalah bangunan yang ada pada PLTA Batang Agam beserta fungsinya :



## 1. Intake Weir ( Pintu Air )



**Gambar 2.3** *Intake Weir*

Merupakan tempat pemasukan air dari sungai Batang Agam dengan debit air maksimum  $13 \text{ m}^3/\text{s}$ , Walaupun debit air sungai lebih darimaksimum yang dibutuhkan, akan tetapi *Intake Weir* secara otomatis tetapmengambil maksimum  $13 \text{ m}^3/\text{s}$  dengan luas penampang  $5,4 \text{ m}^2$ .

Data *intake weir* : Lebar 14 m, Elevasi dasar 677.00 m, Panjang screen 1 m, Tinggi screen 1 m, Lebar screen 70 mm, Tebal screen 12 mm.

## 2. Tunnel 1 ( Terowongan I )



**Gambar 2.4** Tunnel 1

Dari Intake Weir, air disalurkan melalui terowongan I menuju ke sandtrap Kolam Pasir.

Data *tunnel I* : Panjang 175,5 m, Diameter 2,5 m, Volume Tunnel 13 m<sup>3</sup>.

### 3. Sand Trap ( Kolam Pasir )



**Gambar 2.5** *Sand Trap*

Merupakan kolam yang berguna untuk menyaring dan mengendapkan pasir yang terbawa oleh air sungai Batang Agam, karena air yang dialirkan ke turbin harus bersih dari kotoran dan pasir.

Data sand trap : Luas 7.000 m<sup>2</sup>, Volume 20.000 m<sup>3</sup>.

### 4. Tunnel II ( Terowongan II )

Merupakan saluran yang menghubungkan air dari *Sand Trap* ke *Daily Pondage* ( Kolam Tando ).

Data tunnel II: Diameter 2,1 m, Luas 131 m<sup>2</sup>, Volume Tunnel II 12 m<sup>3</sup>.

## 5. **Daily Pondage (Kolam Tando)**



**Gambar 2.6** *Daily Pondage* / Kolam Tando

Merupakan kolam penampungan yang berfungsi sebagai penampung air dari Sand Trap dan mengalirkannya ke Tunnel III menuju Surge Tank.

Dalam kolam tando terdapat 3 bangunan:

1. *Inlet*, berfungsi sebagai pemasukan air dari terowongan II
2. *Spil Way*, berfungsi sebagai pelimpahan jika air kolam tando telah maksimum dan sebagai penguras jika sewaktu-waktu kolam dikuras atau dibersihkan
3. *Outlet*, berfungsi mengalirkan air menuju pembangkit

Data *Daily Pondage*: Luas 45.000 m<sup>2</sup>, Volume 116.000 m<sup>3</sup>, Elevasi dasar 675 mdpl, Tinggi Outlet 675 m dpl – 684 mdpl.

## 6. **Tunnel III ( Terowongan III )**

*Tunnel III* berfungsi untuk menyalurkan air dari outlet kolam tando menuju Surge Tank ( Kolam Peredam). Terowongan ini menembus bukit sepanjang 1.150 m. Data tunnel III : panjang 1080 m dan diameter 2,2 m.

## 7. *Surge Tank* ( Kolam Peredam )



**Gambar 2.7***Surge tank*

Berfungsi sebagai peredam pukulan air yang dapat menimbulkan tekanan balik bila debit air berubah secara mendadak. *Surge tank* juga berfungsi sebagai penghilang gelembung-gelembung udara yang ada pada tekanan sebelum masuk ke dalam pipa pesat. Data *Surge Tank*: Tinggi 28 m, Diameter 8 m dan Elevasi dasar 631,1 m dpl.

## 8. *Valve Chamber*( Bagunan Katup Utama )



**Gambar 2.8***Valve Chamber*

*Valve chamber* berfungsi sebagai pembuka dan penutup aliran air dari Kolam Tando menuju ke Power House ( Rumah Pembangkit ).

### 9. *Penstock* (Pipa Pesat)



**Gambar 2.9***Penstock* ( Pipa Pesat )

Merupakan saluran yang berfungsi untuk mengalirkan air dari surge tank ke turbin. *Penstock* diatur dengan kemiringan sedemikian rupa, agar tekanan air dapat menghasilkan energy potensial yang disesuaikan dengan kekuatan turbin. Data *penstock* : elevasi awal 670,30 m dpl, panjang 240 m, elevasi akhir 581,30 m dpl, kemiringan 70°.

## 10. *Power House*(Rumah Pembangkit)



**Gambar 2.10***Power House*

Pada rumah pembangkit terdapat 3 turbin dan generator yang masing-masing berkapasitas 3,5 MW disimpan dan ditempatkan alat-alat control bagi daerah areal servis peralatan bantu PLTA Batang Agam.

## 11. *Tail Race*(saluran air buang)



**Gambar 2.11***Tail Race*

Merupakan saluran akhir / pembuangan dari air PLTA dimana air yang mempunyai tekanan akan dialirkan keturbin, sehingga air akan memutar

turbin. Sedangkan air yang tidak memiliki tekanan akan dialirkan *drafttub* dan selanjutnya akan di buang melalui *tail race* hingga kembali ke aliran sungai Batang Agam.

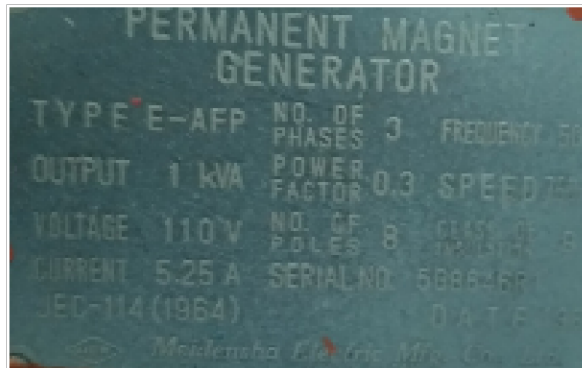
## F. Peralatan Mekanis Dan Listrik PLTA Batang Agam

### 1. Generator



**Gambar 2.12** Generator PLTA Batang Agam

Generator yang digunakan di PLTA Batang Agam adalah AC Generator merk MEIDENSHA *type* TC-AF NO OF PHASE 3 *Frequency* 50Hz pada unit 1,2, dan 3 memiliki spesifikasi yang sama sebagai berikut:



**Gambar 2.13** Spesifikasi Generator AC PLTA Batang Agam

Untuk Turbin dan Generator pada unit 1 dan unit 2 dibuat pada tahun 1975, berbeda halnya dengan generator unit 3 yang dibuat pada tahun 1980. Tetapi ketiga turbin dan generator sama dibuat di TOKYO JAPAN.

## 2. Turbin



**Gambar 2.14** Turbin Francis

Turbin yang digunakan di PLTA Batang Agam memiliki data teknik dan spesifikasi sebagai berikut :



Merk	: EBARA TOKYO JAPAN
Type	: HORIZONTAL SHAFT FRANCIS
No. Seri	: R. 410028 - 01
Daya	: 3500 kW
Putaran	: 750 rpm
Pemakaian Air	: 4.49 m <sup>3</sup> /s
Tinggi Air	: 90.8 m
Tahun Pembuatan	: 1975
Tahun Operasi	: 1976

### 3. Transformator



**Gambar 2.15** Transformator PLTA Batang Agam

Transformator yang digunakan PLTA Batang Agam terdapat dua tipe yaitu :

- a. Unit 1 dan unit 2 , type TTUB 21
- b. Unit 3, type MGA 53

Transformator di PLTA Batang Agam dipasang dengan hubungan bintang disisi high voltage dan hubungan segitiga (delta) disisi low voltage.

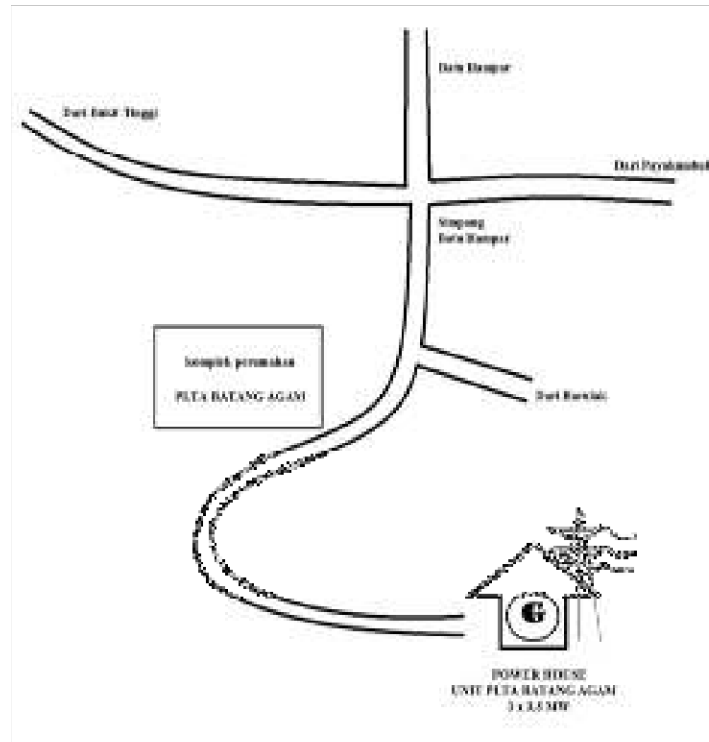
#### 4. Governor

Governor adalah suatu alat yang berfungsi mengatur/mengontrol putaran agar turbin tetap konstan walaupun kondisi beban berbeda-beda. Governor terbagi menjadi tiga jenis yaitu : Governor digital, Governor mekanik dan Governor automatic. Governor yang digunakan di PLTA Batang Agam adalah governor dengan system digital.



**Gambar 2.16** Governor Control PLTA Batang Agam

## G. Letak Geografis PLTA Batang Agam

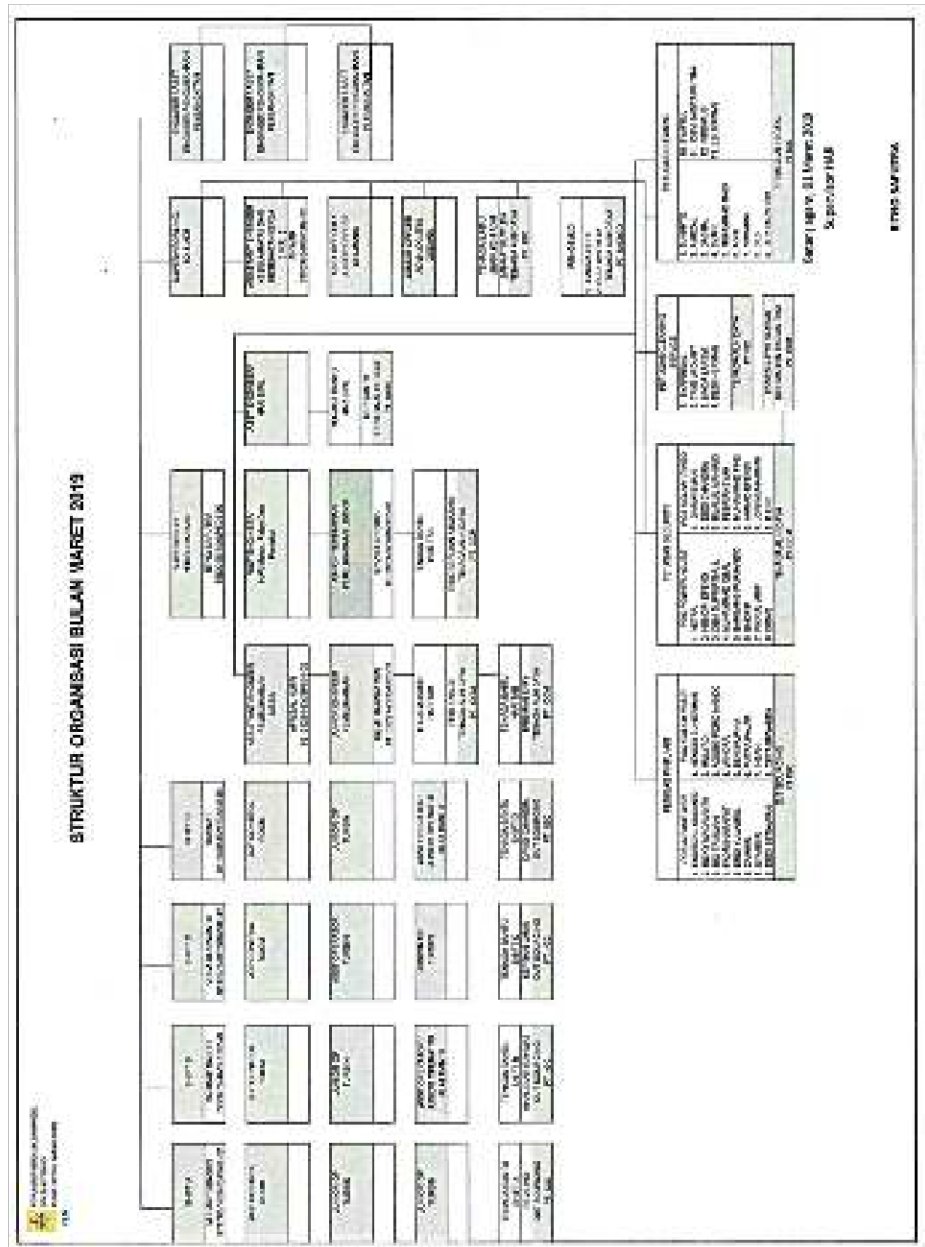


**Gambar 2.17** Letak geografis PLTA Batang Agam

Keterangan denah gambar :

Dari Kota Payakumbuh ke simpang Batu Hampar berjarak  $\pm 8$  km, sedangkan dari simpang Batu Hampar ke PLTA Batang Agam berjarak  $\pm 1$  km dan dari Bukittinggi berjarak  $\pm 23$  km.

## H. Struktur Organisasi Unit PLTA Batang Agam



Gambar 2.18 Struktur Organisasi Unit PLTA Batang Agam

## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### A. Pengertian Maintenance

Maintenance merupakan suatu fungsi dalam suatu industry manufaktur yang sama pentingnya dengan fungsi – fungsi lain seperti produksi. Hal ini karena apabila kita mempunyai mesin / peralatan, maka biasanya kita selalu berusaha untuk tetap dapat mempergunakan mesin / peralatan sehingga kegiatan produksi dapat berjalan lancar. Dalam usaha untuk dapat menggunakan terus mesin / peralatan agar kontinuitas produksi dapat terjamin, maka dibutuhkan kegiatan – kegiatan pemeliharaan yang meliputi: (Stephens, 2004 : 3).

1. Kegiatan pengecekan.
2. Meminyaki (lubrication).
3. Perbaikan / reparasi atas kerusakan – kerusakan yang ada.
4. Penyesuaian / penggantian spare part atau komponen.

Ada dua jenis penurunan kemampuan mesin / peralatan, yaitu :

1. Natural Deterioration yaitu menurunnya kinerja mesin / peralatan secara alami akibat terjadi pemburukan / keausan pada fisik mesin / peralatan selama waktu pemakaian walaupun penggunaan secara benar.
2. Accelerated Deterioration yaitu menurunnya kinerja mesin / peralatan akibat kesalahan manusia (human error) sehingga dapat mempercepat

keausan mesin / peralatan karena mengakibatkan tindakan dan perlakuan yang tidak seharusnya dilakukan terhadap mesin / peralatan.

Dalam usaha mencegah dan berusaha untuk menghilangkan kerusakan yang timbul ketika proses produksi berjalan, dibutuhkan cara dan metode untuk mengantisipasinya dengan melakukan kegiatan pemeliharaan mesin / peralatan. Pemeliharaan (maintenance) adalah kegiatan untuk memelihara atau menjaga mesin / peralatan dan mengadakan perbaikan ayau penyesuaian / penggantian yang diperlukan agar terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sasuai dengan apa yang direncanakan. Jadi dengan adanya kegiatan maintenance maka mesin / peralatan dapat dipergunakan sesuai dengan rencana dan tidak mengalami kerusakan selama dipergunakan untuk proses produksi atau sebelum jangka waktu tertentu direncanakan tercapai.

Hasil yang diharapkan dari kegiatan pemeliharaan mesin / peralatan (equipment maintenance) merupakan berdasarkan dua hal sebagai berikut:

1. Condition maintenance yaitu mempertahankan kondisi mesin / peralatan agar berfungsi dengan baik sehingga komponen – komponen yang terdapat dalam mesin juga berfungsi dengan umur ekonomisnya.
2. Replecement maintenance yaitu mempertahankan tindakan perbaikan dan penggantian komponen mesin tepat pada waktunya sesuai dengan jadwal yang telah direncanakan.

Beberapa istilah tentang *maintenance*, antara lain :

1. Perawatan pencegahan (*preventive maintenance*)

Perawatan yang dilakukan terhadap peralatan untuk mencegah terjadinya kerusakan.

2. Perawatan dengan cara perbaikan (*corrective maintenance*)

Perawatan yang dilakukan dengan cara memperbaiki dari peralatan (mengganti, menyetel) untuk memenuhi kondisi standard peralatan tersebut.

3. Perawatan jalan (*running*)

Perawatan yang dilakukan selama peralatan dipakai

4. Perawatan dalam keadaan berhenti (*shut-down*)

Perawatan yang dilakukan pada saat peralatan tidak sedang dipakai.

## B. Tujuan Maintenance

Maintenance adalah kegiatan pendukung bagi kegiatan pkomersil, maka seperti kegiatan lainnya, maintenance harus efektif, efisien dan berbiaya rendah. Dengan adanya kegiatan maintenance ini, maka mesin / peralatan produksi dapat digunakan sesuai dengan rencana dan tidak mengalami kerusakan selama jangka waktu tertentu yang telah direncanakan tercapai. (Wati, 2009)

Beberapa tujuan maintenance yang utama antara lain, yaitu:

1. Kemampuan berproduksi dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan rencana produksi.

2. Menjaga kualitas pada tingkat yang tepat untuk memenuhi apa yang dibutuhkan oleh produk itu sendiri dan kegiatan produksi yang tidak terganggu.
3. Untuk membantu mengurangi pemakaian dan penyimpanan yang diluar batas dan menjaga modal yang diinvestasiakn dalam perusahaan selama waktu yang ditentukan sesuai dengan kebijakan perusahaan mengenai investasi tersebut.
4. Untuk mencapai tingkat biaya maintenance secara efektif dan efisien keseluruhannya.
5. Untuk menjamin keselamatan orang yang menggunakan sarana tersebut.
6. Memaksimalkan ketersediaan semua peralatan sistem produksi (mengurangi downtime).
7. Untuk memperpanjang umur / masa pakai dari mesin / peralatan.

### **C. Jenis Jenis Maintenance**

#### **1. Planned Maintenance (Pemeliharaan Terencana)**

Planned maintenance (pemeliharaan terencana) adalah pemeliharaan yang terorganisir dan dilakukan dengan pemikiran ke masa depan, pengendalian dan pencatatan sesuai dengan rencana yang telah ditentukan sebelumnya. Oleh karena itu program maintenance yang akan dilakukan harus dinamis dan memerlukan pengawasan dan pengendalian secara aktif dari bagian maintenance melalui informasi dari catatan riwayat



mesin / peralatan. Konsep planned maintenance ditujukan untuk mengatasi masalah yang dihadapi dengan pelaksanaan kegiatan maintenance. Komunikasi dapat diperbaiki dengan informasi yang dapat memberi data yang lengkap untuk mengambil keputusan. Adapun data yang penting dalam kegiatan maintenance antara lain laporan permintaan pemeliharaan, laporan pemeriksaan, laporan perbaikan dan lain – lain. Pemeliharaan terencana (planned maintenance) terdiri dari tiga bentuk pelaksanaan, yaitu: (Stephen, 2004 : 15).

a. **Preventive maintenance (pemeliharaan pencegahan)**

Preventive maintenance adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan – kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi atau keadaan yang dapat menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan pada waktu digunakan dalam proses produksi.

Dengan demikian semua fasilitas produksi yang diberikan preventive maintenance akan terjamin kelancarannya dan selalu diusahakan dalam kondisi atau keadaan yang siap dipergunakan untuk setiap operasi atau proses produksi pada setiap saat. Sehingga dapatlah dimungkinkan pembuatan suatu rencana dan jadwal pemeliharaan dan perawatan yang sangat cermat dan rencana produksi yang lebih tepat.

b. **Corrective maintenance (pemeliharaan perbaikan)**

Corrective maintenance adalah suatu kegiatan maintenance yang dilakukan setelah terjadinya kerusakan atau kelalaian pada mesin / peralatan sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik.

c. **Predictive maintenance**

Predictive maintenance adalah tindakan – tindakan maintenance yang dilakukan pada tanggal yang ditetapkan berdasarkan prediksi hasil analisa dan evaluasi data operasi yang diambil untuk melakukan predictive maintenance itu dapat berupa getaran, temperature, vibrasi, flow rate dan lain – lainnya. Perencanaan predictive maintenance dapat dilakukan berdasarkan data dari operator di lapangan yang diajukan melalui work order ke departemen maintenance untuk dilakukan tindakan yang tepat sehingga tidak akan merugikan perusahaan

**2. Unplanned Maintenance (Pemeliharaan Tak Terencana)**

Unplanned maintenance biasanya berupa breakdown / emergency maintenance. Breakdown / emergency maintenance (pemeliharaan darurat) adalah tindakan maintenance yang tidak dilakukan pada mesin / peralatan yang masih dapat beroperasi, sampai mesin / peralatan tersebut rusak dan tidak dapat berfungsi lagi. Melalui bentuk pelaksanaan pemeliharaan tak terencana ini, diharapkan penerapan pemeliharaan tersebut akan dapat

memperpanjang umur dari mesin / peralatan dan dapat memprkecil frekuensi kerusakan.

#### **D. Pengertian Sistem Pendingin**

Sistem pendingin adalah suatu sistem yang menyangkut tentang pendinginan suatu peralatan. Sistem pendingin dimaksudkan untuk mengurangi panas berlebih dari suatu peralatan agar peralatan tersebut tidak cepat rusak.

Dalam sistem pendingin ada beberapa media yang digunakan untuk pendinginan yaitu :

##### **1. Air**

Air berfungsi sebagai media pertukaran panas dengan udara panas. Sistem pendinginan air bersirkulasi ini berfungsi untuk menjaga suhu udara sesuai dengan temperatur kerjanya. Sistem pendingin air (*air cooler*) merupakan sistem pendingin dengan tingkat kegagalan sangat rendah.

##### **2. Minyak**

Minyak mempunyai sifat sebagai media pemindah panas (disirkulasi) dan juga berfungsi pula sebagai isolasi (memiliki daya tegangan tembus tinggi) sehingga berfungsi sebagai media pendingin dan isolasi. Selain sebagai media pendingin minyak juga digunakan sebagai pelumasan.

##### **3. Udara**

Udara juga merupakan media pendingin, udara yang dimaksudkan disini adalah penguapan air. Akibat penguapan air, terjadi penyerapan

kalor dari udara yang dihembuskan, sedemikian sehingga diperoleh udara keluaran yang lebih dingin.

Tidak dapat dipungkiri bahwa generator listrik wajib memiliki sistem pendingin yang sangat baik untuk membuang panas yang tercipta di dalamnya. Jika panas di dalam generator tidak secepatnya dibuang, ia akan secara langsung merusak generator itu sendiri. Panas berlebih dapat secara ekstrim merusak kumparan rotor, stator, bahkan akan membakar komponen-komponen generator tersebut.

Sistem pendingin pada PLTA Batang Agam menggunakan media air sebagai media pendingin atau yang biasa disebut dengan *Air Cooler Generator*. Air digunakan sebagai pendingin udara panas yang dihasilkan oleh putaran rotor pada generator.

## **E. Jenis Sistem Air Pendingin**

Berdasarkan siklusnya, terdapat 2 macam system air pendingin yaitu :

### **1. Sistem Siklus terbuka**

Air pendingin dipasok secara kontinyu dari sumber tak terbatas seperti sungai, danau atau laut yang dialirkan untuk akhirnya dibuang kembali keasalnya. Letak saluran masuk dan saluran pembuangan air pendingin harus dibuat terpisah sejauh mungkin. Pemisah ini bertujuan untuk mencegah terjadinya resirkulasi air dari sisi pembuangan mengalir ke sisi masuk.

## **2. Sistem Siklus Tertutup**

Sistem pendingin tertutup adalah suatu rangkaian aliran air pendingin bersirkulasi ulang (tertutup) yang berfungsi sebagai media pendingin alat-alat bantu di PLTA, diantaranya adalah pendingin bantalan mesin putar, pendingin sampel dan sebagainya.

### **F. Pengertian Cooler**

Cooler adalah suatu alat yang berfungsi untuk mencegah terjadinya over heating (panas berlebihan) dengan cara mendinginkan suatu fraksi panas dengan menggunakan media cairan dingin, sehingga akan terjadi perpindahan panas dari fluida yang panas ke media pendingin. Alat pendingin menggunakan media air, dalam prosesnya air pendingin tidak mengalami kontak langsung dengan fraksi panas tersebut, karena air pendingin mengalir di dalam pipa sedangkan fraksi panas berada di luar pipa.

### **G. Fungsi Cooler pada Generator**

Terjadinya panas pada generator / alternator disebabkan karena adanya rugi tembaga dan rugi besi, yang dimaksud dengan rugi tembaga adalah panas yang disebabkan karena adanya arus pembebananyang mengalir melalui penghantar tembaga stator dan rotor.

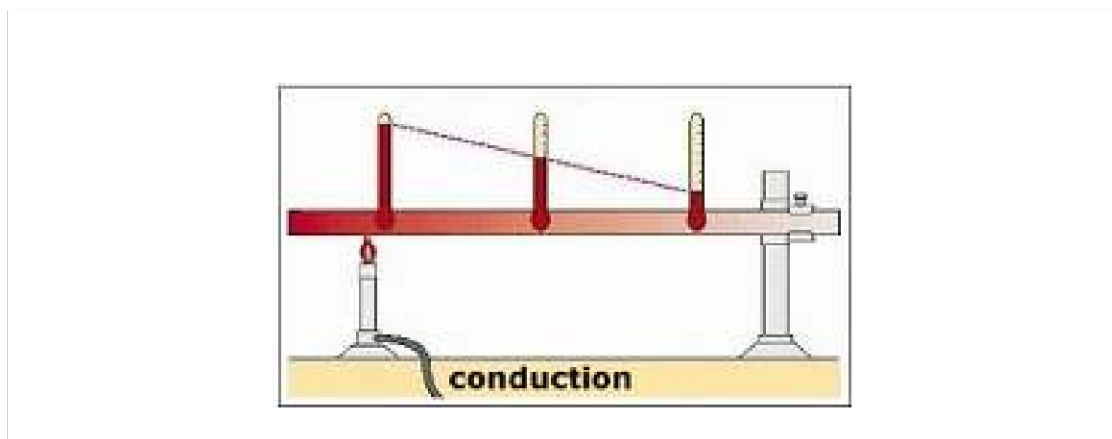
Sedangkan rugi besi adalah kerugian yang diakibatkan dari panas yang ditimbulkan dengan adanya arus pusar (*eddy current*) yang terjadi pada intistator maupun rotor. Selain panas yang diakibatkan seperti tersebut diatas, juga terjadi panas yang diakibatkan dari gesekan dan anginpada generator

perlu dicegah, hal ini dapat mengakibatkan kerusakan isolasi penghantar atau terbakar, oleh sebab itu perlu adanya pendinginan pada generator.

## H. Perpindahan Panas

### 1. Macam-macam perpindahan panas

#### a. Perpindahan panas secara konduksi atau hantaran



Gambar 3.1 Proses Konduksi

Ini merupakan contoh peristiwa konduksi, yakni memanaskan batang besi di lilin, maka panas api akan terasa sampai tangan kita. Berdasarkan daya hantar kalor, benda dibedakan menjadi tiga, yaitu:

#### 1) Konduktor

Konduktor adalah zat yang memiliki daya hantar kalor baik. Contoh bahan yang bersifat konduktor adalah besi, baja, tembaga, aluminium, dan lain-lain.

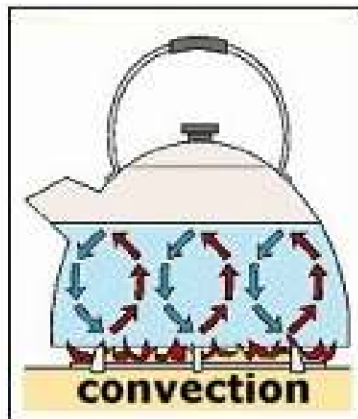
## 2) Isolator

Isolator adalah zat yang memiliki daya hantar kalor kurang baik. Contoh : kayu, plastik, kertas, kaca, air, dan lain-lain.

## 3) Semikonduktor

Semikonduktor adalah sebuah bahan dengan konduktivitas listrik yang berada di antara isolator dan konduktor. Semikonduktor disebut juga sebagai bahan setengah penghantar listrik. Sebuah semikonduktor bersifat sebagai isolator pada temperatur yang sangat rendah, namun pada temperatur ruangan bersifat sebagai konduktor. Bahan semikonduksi yang sering digunakan adalah silikon, germanium, dan gallium arsenide.

## 2. Perpindahan kalor secara konveksi atau aliran



Gambar3.2ProsesKonveksi

Konveksi adalah perpindahan kalor pada suatu zat yang disertai perpindahan partikel-partikel zat tersebut. Konveksi terjadi karena

perbedaan massa jenis zat. Kamu dapat memahami peristiwa konveksi, antara lain:

1. Pada zat cair karena perbedaan massa jenis zat, misal sistem pemanasan air, sistem aliran air panas.
2. Pada zat gas karena perbedaan tekanan udara, misal terjadinya angin darat dan angin laut, sistem ventilasi udara, untuk mendapatkan udara yang lebih dingin dalam ruangan dipasang AC atau kipas angin, dan cerobong asap pabrik.

### **3. Perpindahan kalor secara Radiasi atau pancaran**

Pengertian Radiasi adalah perpindahan kalor tanpa melalui zat perantara. Contoh lain yang merupakan peristiwa radiasi adalah peristiwa panasnya sinar matahari hingga sampai ke bumi. Peristiwa ini dimanfaatkan untuk mengeringkan sesuatu misalnya menjemur pakaian. Jika tidak ada peristiwa radiasi anda tidak akan bisa mengeringkan pakaian.

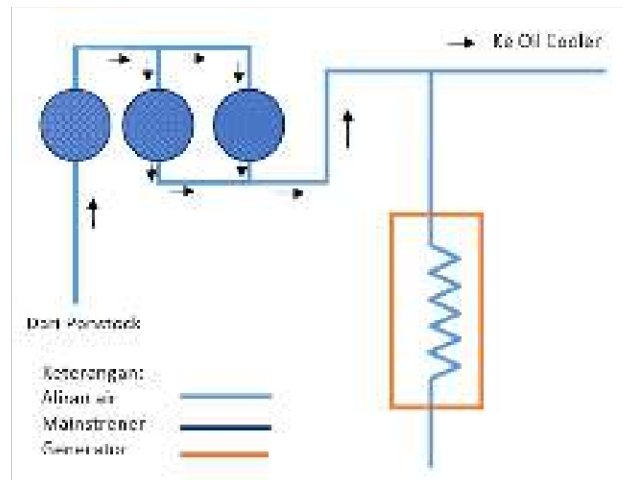


## BAB IV

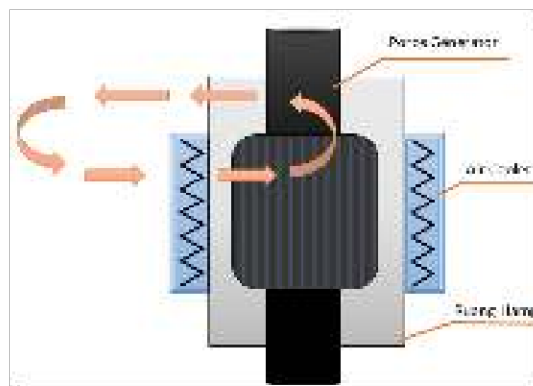
### PEMBAHASAN

#### A. Air Cooler pada PLTA Batang Agam

Sama halnya dengan bearing yang menghasilkan panas akibat adanya putaran dan gesekan, generator juga menghasilkan panas. Oleh karena itu generator juga terdapat sistem pendingin untuk mengurangi panas.



**Gambar 4.1** Sistem *Air Cooler* pada Generator PLTA Batang Agam



**Gambar 4.2** Sistem *Air Cooler* pada Ruang Generator

Air yang masuk dari penstock pertama dialirkan ke main strainer dengan tujuan untuk disaring, setelah air tersaring selanjutnya dialirkan ke reducing valve untuk diturunkan tekanannya dari 9,8 bar menjadi rentang 2,2 – 2,7 bar, kemudian dialirkan ke air cooler generator. Air ini kemudian keluar dewatering yang kemudian diteruskan ke tail race sebagai tempat pembuangan akhir dengan temperature yang lebih tinggi akibat perpindahan panas dari generator.

Pendingin pada generator ini berbentuk kotak persegi panjang pada sisikiri dankan, yang bagian tengahnya merupakan ruang hampa yang merupakan tempat terjadinya perpindahan panas (*heatexchanger*). Energi panas pada udara yang dihasilkan dari generator didinginkan pada air cooler. Energi panas tersebut selanjutnya berpindah ketube-tube dan media pendingin air yang mengalir didalam tube-tube pada kotak pendingin sisi kiri dan kanan.



**Gambar 4.3** *Air Cooler* PLTA Batang Agam

## **B. Bagian dan Fungsi Sistem Air Cooler**

Sistem Pendingin pada PLTA Batang Agam berfungsi untuk menjaga agar mesin beroperasi pada temperatur yang stabil/diizinkan agar tidak melebihi temperature normalnya (*over heating*) maka sangat diperlukan sistem pendingin yang efektif, sehingga kehandalan peralatan dapat terjaga ketika beroperasi. Jika mesin dioperasikan pada temperatur tinggi maka efisiensi kerja mesin akan mengalami penurunan. Pada dasarnya sistem kerja pendingin pada PLTA Batang Agam menggunakan air yang diambil dari *penstock* dengan memanfaatkan energi potensial air untuk dialirkan pada sistem pendingin.

Adapun komponen terkait yang digunakan pada sistem pendingin adalah sebagai berikut :

### **1. Main Strainer**

Main strainer merupakan tempat air pendingin mengalami penyaringan secara maksimal. Main strainer berfungsi untuk menyaring kotoran-kotoran dari air yang diambil dari *cooling tank*. *Main* dan B dan beroperasi secara bergantian. Diantara keduanya salah satu *main strainer* berfungsi sebagai *primary*, sedangkan lainnya bersifat *stanby* (siap beroperasi sewaktu-waktu apabila main strainer *primary* terjadi kendala). Tipe dari *main strainer* ini adalah Poros vertical dan manual roatry, gunanya untuk menyaring air pendingin dari *cooling tank* yang akan dialirkan menuju

ke *heat exchanger*(*Radiator, Cooler Governoor Sump Tank, Cooler Lubrication Sump Tank, Cooler Trushdan Lower Bearing*) dan *Shaft Shield*.



**Gambar 4.4***Main Strainer*

## **2. Water Stop Valve**

*Water stop valve* berfungsi sebagai penutup dan membuka katup aliran air, termasuk aliran air menuju *air cooler*.



**Gambar 4.5***Water Stop Valve*

## 2. Reducing Valve

*Reducing valve* adalah katup yang berfungsi untuk menurunkan tekanan air dari pipa pesat dari 9,8 bar menjadi 2,2 - 2,7 bar menuju tendon (*cooling tank*) untuk dipakai sebagai air pendingin unit generator. Tekanan pada air di *reducing valve* diturunkan untuk menjaga penampang dari design tube-tube pendingin agar tidak terjadi gesekan yang melampaui batasan normal pada *air cooler* tersebut.



**Gambar 4.6***Reducing Valve.*

## 3. Flow Relay

*Flow relay* berfungsi untuk mendeteksi volume air yang mengalir didalam pipa pendingin dan terindikasi alarm. Untuk flow relay air memiliki kode 69 WA, sedangkan untuk oli 69 WQ.



**Gambar 4.7***Flow Relay*

#### **4. Sump Pit / Dewatering**

*Sump pit* adalah bagian tempat sisa air pendingin dibuang. Pada *drainage pit* terdapat *drainage pump* yang berfungsi untuk memompa air dalam *sump pit* yang berasal dari *oil cooler governor sumptank, oil cooler lubricating tank* dan kebocoran air, kemudian pada akhirnya juga akan dipompakan (dibuang) ke *tail race*.



**Gambar 4.8***Sump Pit*

## 5. Thermostat

Thermostat berfungsi untuk mendeteksi suhu / temperature pada generator saat bekerja.



**Gambar 4.9** Thermostat

### C. Parameter pada air cooler generator

Parameter bertujuan untuk memonitoring kondisi aktual temperatur sisi masuk (inlet) dan sisi keluar (outlet) *air cooler* pada saat mesin beroperasi.

#### 1. Parameter pada udara sisi masuk (inlet) air cooler



**Gambar 4.10** Parameter Sisi Masuk (inlet) *Air Cooler*

Keterangan :

Temperatur normal : 28°C

Alarm : 66°C

Trip : 76°C

## 2. Parameter pada udara sisi keluar (outlet) air cooler



**Gambar 4.11** Parameter Sisi Keluar (outlet) *Air Cooler*

Keterangan :

Temperatur normal : 37°C

Alarm : 65°C

Trip : 75°C

## D. Langkah Maintenance Air Cooler Generator

### 1. Safety Induction

- a. Pastikan kelengkapan APD (Alat lindung Diri)
  - 1) Safety shoes



- 2) Helmet
  - 3) Siapkan tool dan material yang dibutuhkan
  - 4) Apabila equipment dalam kondisi operasi jangan melakukan tindakan pemeliharaan yang dapat mengganggu jalannya sistem operasi
- b. Pastikan Control Source di Control Room dalam posisi off .

## 2. Tahap Pembersihan

- a. Siapkan dan periksalah kondisi peralatan, pastikan dalam kondisi baik.
- b. Tutup/kunci rapat *water stop valve*, untuk menghentikan aliran yang mengalir dari *main strainer* menuju ke *air cooler*.



**Gambar 4.12** *Water Stop Valve*

- c. Kemudian tutup rapat katup in dan katup out pada air cooler.



In

Out

**Gambar 4.13** Katup in dan katup out

- d. Buka elbow bagian bawah dan elbow bagian atas untuk mengeluarkan sisa air yang masih tertinggal didalam *air cooler* menggunakan kunci 17mm dan 19mm.



Sebelum

Sesudah

**Gambar 4.14** *Elbow*

- e. Buka baut *cover air cooler* pada sisi air cooler yang berjumlah 40 baut menggunakan kunci 24mm.



**Gambar 4.15** *Cover Air Cooler*

- f. Bersihkan tube-tube / lubang saluran *air cooler* menggunakan air dan sikat nilon hingga bersih dari kotoran yang melekat.



Sebelum

Sesudah

**Gambar 4.16** *Pembersihan Air Cooler*

- g. Setelah bersih pasang kembali tutup *cover air cooler*.
- h. *Air cooler* selesai dibersihkan dan dilakukan pengujian awal untuk melihat unjuk kerjanya.
- i. Setelah aman dan unjuk kerja dari *air cooler* tersebut normal maka turbine-generator siap untuk dioperasikan kembali.

### **3. Tahap Penormalan**

- a. Tutup cover dan pasang baut yang berjumlah 40 buah.
- b. Pasang elbow atas dan bawah yang masing-masing memiliki 8 baut.
- c. Buka katup water stop valve.
- d. Buka katup in dan out / draine.

### **4. Tahap Pengujian**

- a. Hidupkan LOP ( *Lubricant Oil Pump* ) secara manual.
- b. Rubah posisi solenoid 20Q ke posisi open.
- c. Perhatikan automatic water stop valve pada posisi open.
- d. Perhatikan dan periksa kebocoran pada cover air cooler dan kedua elbow.
- e. Perhatikan tekanan *pressure gauge* pada *reducing valve* dan pastikan dalam rentang tekanan normal.
- f. Setelah unjuk kerja Air Cooler normal maka turbin generator dapat dioperasikan kembali.

## **E. Faktor- Faktor yang Mempengaruhi Air Cooler pada Generator**

### **1. Kualitas Air**

Media pendingin yang digunakan sebagai pendingin generator adalah air siklus *open loop* (siklus terbuka), sehingga kualitas air sangat mempengaruhi proses pendinginan pada generator dengan konduktivitas air yang tinggi akan meningkatkan efisiensi *cooler*.

### **2. Kondisi Kebersihan dari Cooler Generator**

Salah satu penyebab utama kualitas pendinginan turun adalah kondisi *cooler* generator yang kotor, sehingga secara periodik harus dilakukan pembersihan *cooler* untuk meningkatkan efisiensi *cooler* generator.

### **3. Unbalance Voltage pada Generator**

Kondisi yang tidak sama untuk masing masing fasa akan menyebabkan panas yang di timbulkan oleh generator akan lebih besar. Sehingga kondisi ini harus diperhatikan, karena kondisi ini selain dipengaruhi oleh tekanan dan belitan stator juga di pengaruhi oleh pembebanansistem, maka diperlukan kondisi secara menyeluruh dari pembangkit transmisi hingga distributor.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat ditarik dalam pembuatan laporan pengalaman industri ini adalah sebagai berikut :

1. Air cooler pada generator berfungsi untuk mencegah terjadinya panas berlebih ( over heating ) pada generator pada saat unit beroperasi. Oleh karena itu perlu maintenance agar kinerja air cooler tetap terjaga sesuai fungsinya.
2. Preventive maintenance pada air cooler PLTA Batang Agam dilakukan bulanan.
3. Dalam maintenance Air Cooler terdapat 3 tahapan diantaranya tahapan pembersihan, tahapan penormalan, dan tahapan pengujian.
4. Pada tahap pembersihan terdapat beberapa langkah-langkah diantaranya :
  - a. Tutup Water Stop Valve.
  - b. Tutup katup In dan katup Out.
  - c. Buka Elbow atas dan bawah
  - d. Buka cover air cooler
  - e. Bersihkan tube-tube Air Cooler.
5. Pada tahap penormalan terdapat beberapa langkah diantaranya ;
  - a. Tutup Cover Air Cooler dan pasang baut.

- b. Pasang Elbow atas dan bawah.
  - c. Buka katup Water Stop Valve.
  - d. Buka katup In dan Out.
6. Pada tahap pengujian terdapat beberapa langkah diantaranya :
- a. Hidupkan LOP secara manual.
  - b. Buka solenoid 20Q.
  - c. Perhatikan auto Water Stop Valve dalam posisi open.
  - d. Periksa kebocoran pada Cover dan Elbow.
  - e. Perhatikan tekanan Pressure Gauge pada Reducing Valve dan pastikan pada rentang tekanan normal.
7. Faktor yang mempengaruhi kinerja Air Cooler pada generator antara lain :
- a. Kualitas air.
  - b. Kondisi kebersihan Air Cooler.
  - c. Unbalance voltage pada generator

## **B. Saran**

Saran yang bisa penulis sampaikan dalam laporan kerja praktek ini adalah :

1. Dalam pengerjaan selalu perhatikan dan mengutamakan K3 ( kesehatan dan keselamatan kerja )
2. Untuk meringankan pekerjaan pembersihan air cooler di PLTA Batang Agam, alangkah baiknya dilakukan penambahan filter penyaring pada saluran sebelum masuk ke *air cooler*. Sehingga mengurangi kotoran yang masuk ke *air cooler* dan untuk perawatan dapat dengan membersihkan filter secara berkala kira-kira antara pembersihan filter dan pembersihan tube-tube air cooler dengan perbandingan 2 : 1.
3. Memperhatikan jadwal pemeliharaan yang telah ditentukan oleh prosedur kerja dan di usahakan tepat waktu.
4. Memperhatikan langkah-langkah pengerjaan dan jangan sampai ada yang tertinggal dan menyalahi prosedur untuk kelancaran pekerjaan dan juga keselamatan pekerja.



## DAFTAR PUSTAKA

<https://sikel-rayapen.blogspot.com/2015/01/pengertian-perawatantujuan.html?m=1>

<http://seputarpengertian.blogspot.com/2014/02/seputar-pengertian-pemeliharaan.html>

<https://eprints.umm.ac.id/35993/3/jiptumpp-gdl-mocherwini-47963-3-baii.pdf>

<https://teknikmesin.blogspot.com/2014/03/kalor-dan-jenis-jenis-perpindahannya.html>

# LAMPIRAN





