

**LAPORAN KERJA PRAKTEK**  
**SISTEM PEMBANGKIT TENAGA**  
**(PUSAT LISTRIK TENAGA PANAS BUMI)**

**PT DIZAMATRA 2 X 5.65 MW SIBAYAK, Kec MERDEKA, Kab KARO**

**SUMATERA UTARA**

**Oleh**

**CHARLES GULTOM**

**128120004**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

**2013**

**LAPORAN KERJA PRAKTEK**  
**SISTEM PEMBANGKIT TENAGA**  
**(PUSAT LISTRIK TENAGA PANAS BUMI)**

**PT DIZAMATRA 2 X 5.65 MW SIBAYAK, Kec MERDEKA, Kab KARO**

**SUMATERA UTARA**

**Oleh**

**CHARLES GULTOM**

**128120004**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**


**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

**2013**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**LAPORAN PRAKTEK KERJA LAPANGAN**  
**PT DIZAMATRA POWERINDO (PLTP SIBAYAK)**  
**Kec MERDEKA, Kab KARO**  
**SUMATERA UTARA**

**Disetujui Oleh**

**Pimpinan Perusahaan**



PT DIZAMATRA POWERINDO

**(SOEDARNO)**

**Manager of Power Plant**

**Pembimbing PLTP**



**(Wahyu Gunawan)**

**Spv Maintenance Elektrikal**

**Dosen Pembimbing**



**(Ir. Hermansyah Alam, MT)**

**Ketua Jurusan**



**(Ir. H. Usman Harahap, MT)**

nilai 70 (B)  
09/05/14.

## **ABSTRAK**

Sistem pembangkit adalah suatu alat perubah energi primer menjadi energi listrik.

Umumnya tegangan yang dibangkitkan adalah AC. Sebagai penggerak utama dapat digunakan turbine uap, turbine angin, turbine gas, turbine air atau disel

Pembangkit PLTP Sibayak yang dikelola PT Dizamatra terletak di gunung sibayak desa Semangat gunung. PLTP Sibayak dengan daya terpasang 2x5,65 MW memperoleh energi primer dari PGE (Pertamina). Dari Pertamina) diproses menjadi listrik dengan menggunakan Turbine Uap sebagai penggerak utama untuk memutar proses generator

Untuk menjaga keandalan pembangkit maka unit dilengkapi dengan alat proteksi agar beroperasi dengan baik dan aman

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan perlindungan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan kerja praktek ini dengan baik.

Laporan kerja praktek yang telah penulis lakukan di PT DIZAMATRA POWERINDO (PLTP SIBAYAK) ini adalah tujuan untuk membekali mahasiswa dengan pengalaman kerja agar dapat mengaplikasikan ilmu pengetahuan yang diperoleh selama mengikuti perkuliahan.

Tujuan dari penulisan laporan Kerja Praktek ini adalah untuk memenuhi sebagian persyaratan mata kuliah praktek yang ditetapkan menurut kurikulum program studi di Universitas Medan Area

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak – pihak yang telah membantu dalam bimbingan, bantuan data, dan motivasi sehingga laporan kerja praktek ini dapat diselesaikan, dan penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Ir.Hj.Hanizah, Selaku Dekan FT – UMA
2. Bapak Ir.H.Usman Harahap, MT , selaku Kajur Teknik Elektro FT – UMA
3. Bapak Ir.Hermansyah Alam, MT , selaku Dosen Pembimbing Kerja Praktek
4. Seluruh staf – staf dan karyawan FT – UMA
5. Seluruh staf PT DIZAMATRA yang member ide, saran dan waktunya kepada saya di area produksi dalam menyelesaikan kerja praktek ini
6. Orang Tua yang telah member dukungan moral, materi dan doa nya

Akhirnya penulis berharap semoga laporan kerja praktik ini dapat bermanfaat bagi saya sebagai mahasiswa Teknik Elektro Universitas Medan Area. Dalam penulisan laporan ini

mungkin terdapat kekurangan – kekurangan baik dalam penulisan maupun isi dari laporan, oleh karena itu penulis menerima kritik dan saran demi perbaikan isi laporan ini.

Medan, November 2013

Hormat Saya

Charles Gultom

## DAFTAR ISI

### LEMBAR JUDUL

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
ABSTRAK .....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	ix,x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xi
<b>BAB I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Selayang Pandang PLTP Sibayak .....	1
1.1.1.Data PLTP Sibayak.....	2
1.1.2.Data Teknis .....	2,3
1.1.3.Pembangunan.....	4
1.1.4.Operasi .....	5
1.2 Latar Belakang Masalah .....	6
1.3 Batasan Masalah .....	6
1.4 Tujuan Penulisan.....	7
1.5 Metode Penulisan.....	7
1.6 Sistematika Penulisan .....	8

<b>BAB II. LANDASAN TEORI .....</b>	<b>9</b>
2.1 Pusat PLTPB .....	9
2.2 Energi – energi Bumi .....	9
2.2.1. Bentuk Struktur Bumi .....	9
2.2.1.1. Plate Tectonic.....	10
2.2.1.1.1. Daerah Panas Bumi.....	10
2.2.1.1.2. Klasifikasi Sumber Energi Panas Bumi .....	10
2.2.1.1.3. Hot Water System .....	10,11
2.2.1.1.2.2. Two Phase System .....	11
2.2.1.1.2.3. Vapor Dominated System .....	11
2.2.1.1.2.4. Volcanic Geothermal System .....	11
2.3 Potensi Reservoir Panas Bumi .....	12
2.3.1. Potensi Reservoir .....	12
2.3.2. Field Run Down.....	12
2.4 Eksploitasi Panas Bumi .....	12
2.5 Pengeboran.....	13
2.5.1. Prinsip Pengeboran dan Bagian bagian Utama.....	13
2.5.2. Pengukuran Variabel.....	14
2.5.3. Kapasitas Daya dari Sumur Panas Bumi .....	14
2.6 Sistem Pembangkit Pada PLTP dan Transmisi Uap.....	14
2.6.1. Vapor Dominated System .....	15
2.6.2. Water Dominated System .....	15
2.6.2.1. Flushed Steam System .....	15,16



2.6.2.2.Binary Cycle System .....	16,17
-----------------------------------	-------

**BAB III. SISTEM PEMBANGKIT TEGANGAN PT DIZAMATRA POWERINDO (PLTP SIBAYAK)..... 18**

3.1 Lokasi Pembangkit PT Dizamatra Powerindo .....	18
3.2 Fasilitas Produksi .....	20
3.3 Fasilitas PLTP Sibayak .....	26
3.3.1.Turbin Uap .....	26
3.3.1.1.Klasifikasi Turbin Uap .....	27
3.3.1.2.Kerugian Kalor Pada Turbin Uap.....	29
3.3.1.3.Efesiensi Pada Turbin.....	31
3.3.2.Kondensor .....	31
3.3.3.Separator.....	32
3.3.4.Vacum Pump .....	33
3.3.5.HWP .....	33
3.3.6.Cooling Tower.....	34
3.3.7.Water Basin .....	34
3.3.8.Setting Basin.....	35
3.3.9.Pompa Pelumas .....	35
3.3.10.Air Coler.....	36
3.3.11.Oil Coler .....	36

3.4 Pengoperasian Produksi Panas Bumi .....	36
3.3.1.Sistem dalam PLTP .....	36
3.3.2.Cara penggunaan Uap Alam menjadi Tenaga Listrik .....	37
3.3.3.Syarat penyaluran uap ke Pembangkit .....	37

**BAB IV. SISTEM PROTEKSI GENERATOR DI PT DIZAMATRA POWERINDO**

<b>(PLTP SIBAYAK) .....</b>	<b>39</b>
4.1 Sistem Proteksi PLTP Sibayak.....	39
4.1.1.Sistem Proteksi Generator di PLTP Sibayak.....	40
4.1.2.Fungsi Relay pada MGT 102 .....	40
4.1.3.Fungsi Relay pada MGT 122 .....	42

**BAB V. OPERATION DAN MAINTENANCE.....**

5.1 Operation.....	45
5.2 Maintenance .....	49

**BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN .....**

6.1 Kesimpulan.....	51
6.2 Saran.....	52

**DAFTAR PUSTAKA.....**

**LAMPIRAN.....**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Bangunan PLTP Sibayak .....	4
Gambar 2.1	Skematik Diagram PLTP Flused Steam System.....	16
Gambar 2.2	PLTP Siklus Binary .....	17
Gambar 3.1	Sketsa Sumur PGE Sibayak .....	19
Gambar 3.2	Sumur .....	21
Gambar 3.3	Kepala Sumur dan Valve .....	22
Gambar 3.4	Separator .....	23
Gambar 3.5	Scrubber .....	24
Gambar 3.6	Pipa Air .....	25
Gambar 3.7	Turbin.....	27
Gambar 3.8	Separator .....	32
Gambar 3.9	Hot Water Pump.....	33
Gambar 3.10	Cooling Tower .....	34
Gambar 3.11	Setting Basin .....	35

Gambar 4.1	Panel sistem proteksi NAPI .....	39
Gambar 4.2	Main Switch relay protection untuk MGT 102 NAPI.....	40
Gambar 4.3	Main Switch relay protection untuk MGT 122 NAPI.....	42

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 PLTP Sibayak**

PT. Dizamatra Powerindo adalah sebuah perusahaan swasta yang bergerak dibidang Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi yang berlokasi dikawasan Pertamina Geothermal Energi, Desa Semangat Gunung, Berastagi

Pt. Dizamatra Powerindo dibangun pada tahun 1996 peletakan batu pertama dan mulai beroperasi sejak tahun 2008. Pt. Dizamatra sendiri menggunakan alat alat untuk pembangkitan buatan China. Proyek ini berpotensi sekitar 120 MW dan termasuk dalam program pembangunan PLTP sarulla yang mempunyai potensi 1000 MW

PLTP Sibayak terletak di desa semangat gunung, Kecamatan Merdeka, Kabupaten Karo, dengan ibu kota Kabanjahe, Propinsi Sumatera Utara yang berjarak 100 km dari kota Medan. Ketinggian daerah ini sekitar 1300 m dari permukaan laut.

PT. Dizamatra Powerindo yang mendapat pasokan uap dari pertamina (Persero) yang disalurkan kepada PLN (Persero), dan rencana yang akan diproduksi adalah 30 MW oleh Pertamina (Persero). Sehingga diharapkan total energi yang di produksi PLTP Sibayak adalah 40 MW

### 1.1.1.Data – data PLTP Sibayak

PT. Dizamatra Powerindo telah ditunjuk atau mengikat kontrak dengan PT PLN melalui kontrak penjualan listrik atau ESC – Energy Sales Contract tanggal 15 januari 1996 yang kemudian di amendment tanggal 12 juli 2004, untuk membangun pusat listrik tenaga panas bumi (PLTP) di Sibayak berastagi Sumatera Utara. PT Dizamatra Powerindo telah menandatangani kontrak jual beli uap pada tanggal 15 januari 1996 dengan Pertamina yang kemudian di amendment pada tanggal 8 desember 2003. Pada tahap 1 kapasitas pembangkit yang dibangun 2 x 5.65 MW, sedangkan MW selanjutnya menunggu adanya kepastian tersedianya uap dari Pertamina

#### **Data – data Teknis**

##### *Steam Turbine*

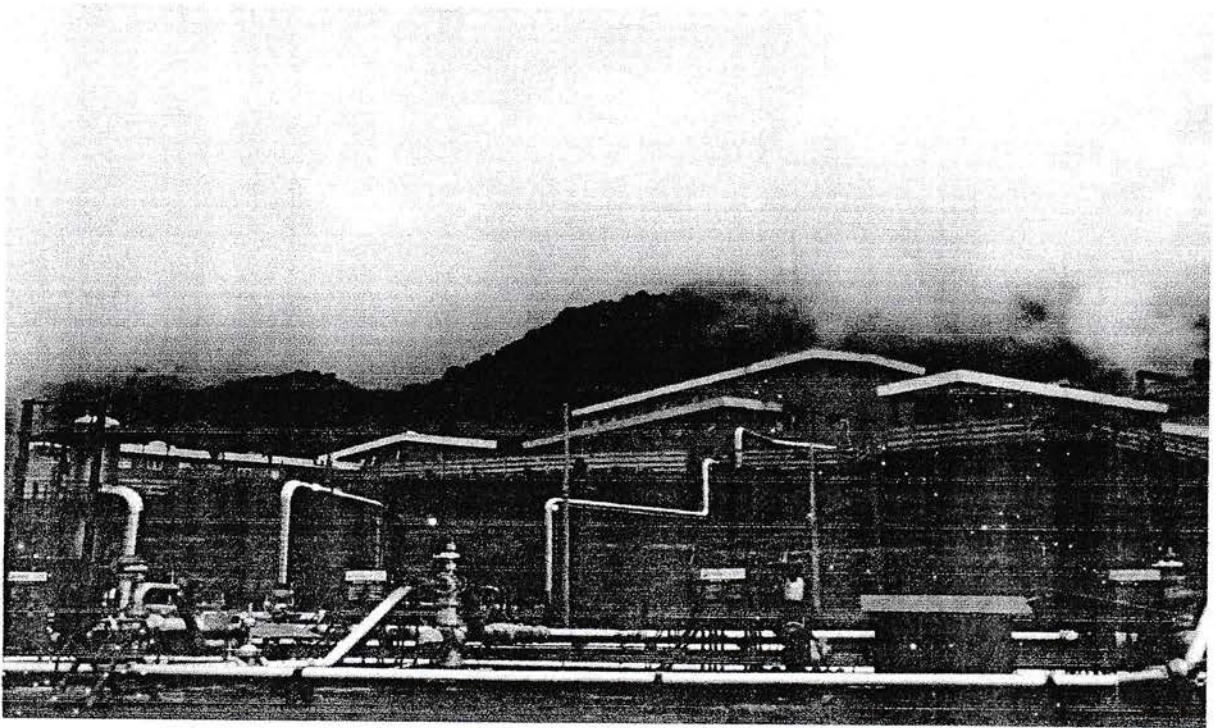
Manufacture	:	Harbin Turbine Industry
Rate Power	:	5.65 MW
Rotating Speed	:	3000 Rpm
Inlet Pressure/ Temperature	:	6.6 Bar/ 162.6 C

*Turbo Generator*

Manufacture	:	Shandong Jinan Power Equipment
Rated Voltage	:	6300 V
Rated Current	:	688 A
Rated Frequency	:	50 Hz
Rated Output	:	7500 KVA
Rated Power	:	6000 KW
Power Factor	:	0.8 Lagging

*Generator Transformer*

Manufacture	:	Chint
Rated Power	:	16 MVA
Rated Voltage	:	20/6.3 KV
Type Cooling	:	ONAN (70 %) / ONAF (100 %)
Short Circuit Impedancy	:	8.08 %



Gambar 1.1 Bangunan PLTP Sibayak

### **Pembangunan**

Setelah memperoleh ijin lokasi dari bupati karo dan diteruskan dengan pembangunan PLTP Sibayak dilakukan selama 2 tahun dengan konsep ramah lingkungan, dimana kontraknya dari Indonesia dan china. Chivil work dari Waskita Karya, kontraktor mechanical dan electrical dari china CCC dan konsultan AMDAL USU.

Karena produksi listrik netto yang dihasilkan saat ini adalah 10 MW maka outgoing jaringannya hanya menggunakan jaringan 20 KV kearah GI Berastagi dan GI Sibolangit. Namun kedepan bila daya pembangkit sudah di atas 20 MW maka akan digunakan jaringan transmission line 150 KV ke GI Berastagi



## Operasi

PLTP Sibyak unit 1 dan 2 telah beroperasi komersial dan sejak saat itu sangat menolong keandalan sistem 20 KV di daerah berastagi dan sibolangit serta menurunkan BPP PLN Wilayah Sumut, adapun tes yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- **Synchronize test** Unit 1 tanggal 23 juli 2008 (Sertifikat laik sinkron tgl 22 juli 2008 oleh PLN Jaser) Load Test Unit 1 tanggal 24 juli 2008 untuk beban 25% (1.45 MW), beban 50% (2.83 MW), beban 75% (4.24 MW) dan beban 100% (5.65 MW)
- **Synchronize test** Unit 2 tanggal 17 juni 2008 (Sertifikat laik sinkron tanggal 16 juli 2008 oleh PLN Jaser) Load test unit 2 tanggal 20 juni 2008
- **Load rejection test** Unit 1 dilakukan tanggal 24 juli 2008 untuk beban 25% (1.41 MW), beban 50% (2.83 MW), beban 75% (4.24 MW), dan beban 100% (5.65 MW) dengan hasil baik
- **Load rejection test** Unit 2 dilakukan tanggal 28 juni 2008 untuk beban 25% (1.41 MW), beban 50% (2.83 MW), beban 75% (4.24 MW) dan beban 100% (5.65 MW) dengan hasil baik
- **Reliability Run test** sudah selesai dilakukan selama 30 hari sesudah URC test selesai
- **COD – Completion Date** Unit 1 diharapkan 28 September 2008 dan untuk Unit 2 tanggal 31 Agustus 2008 yang sudah diajukan dan akan ditetapkan kemudian oleh PLN

## **1.2 Latar Belakang Masalah**

Kehidupan manusia dari dahulu sampai sekarang terus berkembang dan semakin kompleks dengan diiringi kebutuhan yang semakin meningkat terutama kebutuhan energy. Salah satunya yang paling dibutuhkan manusia sekarang adalah energi listrik. Manusia membutuhkan energi listrik untuk keperluan rumah tangga, industry, transportasi dan lain sebagainya.

Seiring meningkatnya kebutuhan energi listrik dimana sumber energi secara umum semakin menipis sehingga membuat kita mengalami krisis listrik yang semakin berkepanjangan. Untuk mengatasi hal tersebut pemerintah mencoba untuk memanfaatkan sumber-sumber energy alternative yang salah satunya adalah energi panas bumi. Dimana energi ini memiliki beberapa keunggulan dibanding dengan sumber energi energi alternatif lainnya.

Di sibayak sendiri saat ini energy yang diproduksi adalah sekitar 10 MW yang dihasilkan oleh PT Dizamatra Powerindo (PLTP Sibayak) yang mendapat pasokan uap dari pertamina (Persero) yang disalurkan kepada PLN (Persero) dan rencana yang diproduksi adalah 30 MW oleh pertamina. Sehingga diharapkan total energy yang diproduksi PLTP Sibayak adalah 40 MW.

## **1.3 Batasan Masalah**

Dalam kerja praktek ini pada PT Dizamatra Powerindo (PLTP Sibayak) akan membahas

1. Prinsip Kerja Pembangkit Tegangan PLTPB PT Dizamatra Powerindo
2. Klasifikasi dan karakteristik PLTPB PT Dizamatra Powerindo

#### **I.4 Tujuan Penulis**

Adapun yang menjadi tujuan penulisan adalah

1. Mengetahui prinsip kerja pembangkit PLTP Sibayak
2. Mengetahui klasifikasi PLTP Sibayak
3. Sebagai syarat menyelesaikan mata kuliah praktek sebanyak 2 sks

#### **I.5 Metode Penulisan**

1. Studi Literatur, berupa studi kepustakaan dan kajian kajian buku teks pendukung
2. Studi Lapangan, yaitu mengambil data sistem pembangkit PLTP Sibayak
3. Metode diskusi, Pengumpulan data dan informasi dengan berdiskusi kepada kordinator kerja serta pembimbing untuk mendapatkan data dan informasi dalam kerja praktek

## **I.6 Sistematika Penulisan**

Untuk memudahkan pemahaman terhadap kerja praktek ini penulis menyusun sistematika penulisan sebagai berikut:

### **BAB I: PENDAHULUAN**

Bab ini merupakan pendahuluan yang berisikan lokasi dan sejarah singkat perusahaan, latar belakang masalah, tujuan penulisan, batasan penulisan, manfaat penulisan, metode penulisan, dan sistematika penulisan.

### **BAB II: LANDASAN TEORI**

### **BAB III: SISTEM PEMBANGKIT TEGANGAN DI PLTP SIBAYAK**

### **BAB IV: SISTEM PROTEKSI GENERATOR DI PLTP SIBAYAK**

### **BAB V: OPERATION DAN MAINTENANCE**

### **BAB VI: KESIMPULAN DAN SARAN**

### **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN - LAMPIRAN**

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Pusat PLTPB

Energi panas bumi (*Geothermal energi*) sudah dikenal sejak ratusan tahun lalu dalam wujud gunung berapi, aliran lava, sumber air panas maupun *geyser*.

Pada mulanya uap panas yang keluar dari bumi tersebut hanya dimanfaatkan untuk tujuan *therapy*. Baru pada awal abad ke-20, seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi serta dimakluminya keterbatasan sumber energi minyak maka, mulai dipikirkan pemanfaatan energi panas bumi untuk keperluan - keperluan yang lebih komersil.

Pada tahun 1913, pembangkit listrik tenaga panas bumi pertama, dengan kapasitas 250 Kw Berhasil dioperasikan di Italia. Kemudian disusul dengan pembangkit lainnya yang sampai dengan tahun 1988 total kapasitas PLTP di dunia sudah mencapai lebih dari 20.000 Mw.

Penelitian potensi panas bumi di Indonesia sudah di mulai sejak tahun 1926 di Kamojang Jawa Barat oleh Belanda dan diteruskan oleh bangsa Indonesia setelah kemerdekaan.

Dari penelitian yang dilakukan ternyata potensi panas bumi di Indonesia sangat memberi harapan, yaitu sekitar  $\geq 16.000$  Mw. Namun demikian hingga 1992, baru sekitar 500 Mw yang berhasil di usahakan sebagai energi listrik.

Kendala-kendala teknis dan non teknis masih perlu diatasi untuk mempercepat terwujudnya PLTP - PLTP yang lain. Dalam rangka memberikan gambaran tentang PLTP, laporan ini disusun dengan sangat ringkas namun demikian diharapkan cukup dapat memberikan penjelasan awal tentang dasar - dasar pusat listrik tenaga panas bumi.

#### 2.2 Energi-energi bumi

##### 2.2.1. Bentuk Struktur Bumi

Bumi diselimuti oleh *atmosphere* terdiri dari lapisan-lapisan yang disebut sebagai *Crust*, *Mantle*, *Liquid core*, *Inner core*.

Temperatur serta massa jenis meningkat semakin mendekati pusat bumi. Hanya lapisan terluar bumi yang sangat dikenal manusia, terdiri dari *Continental crust*, *Ocean Crust* serta lapisan es pada kutub bumi. Dalam 190 *Pembangkitan Tenaga Listrik* pengertian Geothermal energi hanya dipelajari tentang panas yang terdapat pada kerak bumi (*Crust*) dan bagian atas mantle.

### 2.2.1.1. Plate Tectonic

*Crust* atau kerak bumi merupakan lempengan-lempengan yang terpisah dan diperkirakan terdiri dari 6 lempengan besar dan beberapa lempeng yang lebih kecil. Lempengan-lempengan tersebut bergerak dengan kecepatan rata-rata beberapa cm/tahun, lempengan yang bergerak menjauhi akan membentuk rongga saling mendekat akan berbenturan dan salah satu akan terdesak turun, pada daerah-daerah ini sering terjadi gempa dan disebut sebagai *Seismic belt* dan terdapat daerah-daerah gunung berapi, pada daerah-daerah tersebutlah daerah panas bumi terletak.

#### 2.2.1.1.1. Daerah Panas Bumi

Pada kenyataannya tidak semua daerah *Seismic belt* merupakan daerah panas bumi (*Geothermal field*) yang potensial, hal ini disebabkan persyaratan geologi, hidrologi yang tak terpenuhi.

Persyaratan dasar yang harus dipenuhi untuk suatu daerah panas bumi yang potensi untuk di *explotasi* sebagai pembangkit listrik, adalah :

Daerah panas bumi berdasarkan gradient temperatur dipermukaan tanah diklasifikasikan menjadi 2 *group* yaitu :

a) Non thermal area (*grad temp* 10-40°C Km *depth*)

b) Thermal area yang terdiri :

Semi *thermal area* (70-80°C Km *of depth*)

Hyperthermal area (lebih besar dari semi thermal area)

Berdasarkan kemampuan daerah panas bumi memproduksi fluida kerja , daerah panas bumi diklasifikasi sebagai berikut:

- 1) Semi *thermal fields*, mampu memproduksi air panas dengan temperatur sampai dengan 100°C
- 2) *Wet fields*, memproduksi air panas yang berdekatan dengan temperatur diatas 100°C hingga bila tekanan diturunkan , uap dapat dipisahkan dengan air panas.
- 3) *Dry fields*, memproduksi uap jenuh, atau superheated tekanan di atas atmosphere.

#### 2.2.1.1.2. Klasifikasi Sumber Energi Panas Bumi

##### 2.2.1.1.2.1. Hot Water System

Model dasar dari reservoir dengan temperatur air yang tinggi diperkirakan terletak pada daerah dataran rendah, menunjukkan arah aliran zat cair yang menuju permukaan tanah yang berasal dari resevoir. Pengendapan mineral yang menjadi ciri utama terjadi tidak hanya disekitar reservoir tetapi juga dilapisan dekat permukaan tanah.

Seluruh perpindahan panas secara alami terjadi pada bagian atas reservoir.

Contoh

- ◆ *Imperial Valley USA*
- ◆ *Cesano Prospect Italia*
- ◆ *Milos Yunani*

#### **2.2.1.1.2.2. Two Phase System (heat water for Mountainous Terrain)**

Model dasar temperatur tinggi untuk *system dua fasa* ini diperkirakan terletak di daerah pegunungan dengan aliran air yang sangat besar (ditunjukkan pada gambar yang diarsir warna hitam) sumber panas adalah pluton dingin. Aliran air ke permukaan tanah ditandai dengan adanya pengendapan mineral pada permukaan tanah.

Sebagian besar dari perpindahan panas secara alami dari *pluton* melalui *reservoir* adalah timbulnya aliran air panas pada permukaan tanah.

Contoh.

- ◆ Lahendong
- ◆ Dieng
- ◆ Tongonan Piliphina
- ◆ Gunung Salak

#### **2.2.1.1.2.3. Vapor Dominated System**

*Model dasar dari Vapor Dominated System* ini diperkirakan terletak pada daerah yang moderat. pada sistem ini dapat dilihat dengan adanya proses kondensasi (ditunjukkan pada daerah yang diarsir warna hitam) pada lapisan dari fluida diaphasa. Sedikit sekali air permukaan yang dipanasi. Hanya dalam reservoir uap panas dari bagian bawah reservoir bergerak ke permukaan.

Perpindahan panas dalam reservoir adalah dengan mengalirkannya condensat dan uap menuju permukaan tanah akibat konduksi *Hot Rock* ke air resapan.

Contoh :

- ◆ Kamojang
- ◆ Darajad
- ◆ Ladarelo

#### **2.2.1.1.2.4. Volcanic Geothermal system**

Sistem ini agak sukar dipahami, hanya menurut ahli *geothermal* bernama *Henley* pada daerah gunung berapi ini terdapat gas dan oksidasi yang menghasilkan sulfat atau asam chorida seperti yang terjadi di daerah Sibayak dan Tangkuban Prah.

## 2.3 Potensi Reservoir Panas Bumi

### 2.3.1. Potensi Reservoir

Yang dimaksud dengan resevoir adalah lapisan batuan permeable yang dapat menyimpan dan mengalirkan fluida. Kandungan panas dalam resevoir dihitung berdasarkan data-data Volume resevoir, temperatur, porositas, density, thermal capacity. Data-data tersebut diperoleh dari *survey geology, hydrology, geochemical, geophysic* dan pengeboran sumur-sumur *explorasi*.

### 2.3.2. Field Run Down

Pengambilan uap (fluida) yang terlalu berlebihan akan mempengaruhi tekanan dan temperatur resevoir, sehingga turbin tidak dapat mencapai kapasitas maksimumnya. Oleh karena perhitungan kapasitas resevoir berdasarkan parameter-parameter yang tidak diukur secara langsung maka hasil perhitungan tidak dapat dijadikan pegangan mutlak.

Untuk mengurangi resiko *field run down* biasanya PLPT dibangun secara bertahap sambil mengamati perubahan-perubahan pada resevoir.

## 2.4 Eksploitasi Panas Bumi

Yang dimaksud dengan eksploitasi panas bumi adalah:

- ◆ Usaha mencari/menentukan daerah panas bumi
- ◆ Menentukan karakteristik dari daerah panas bumi (semithermal atau hyperthermal)
- ◆ Menentukan apakah daerah hyper thermal (bila di temukan, merupakan steam atau water dominated)
- ◆ Mempelajari lebih teliti, lokasi, luas, kedalaman dan temperatur daerah panas bumi.
- ◆ Mengetimasi potensi daya yang dapat diperoleh dari energi panas yang ada pada daerah panas bumi itu.

Pelaksanaan kegiatan eksplorasi memerlukan kerja sama dari beberapa disiplin ilmu antara lain *Geology, geochemistry, geophysics dan engineering*.

Dari data-data yang diperoleh tersebut diambil suatu keputusan pertimbangan sebagai berikut

- a) Bagaimanakah kira-kira prospek panas bumi tersebut untuk eksplorasi selanjutnya.
- b) Bila prospeknya baik, apakah pengeborannya secara teknik bisa dilakukan.
- c) Bila dapat, berapa kira-kira kedalamannya
- d) Tentukan letak-letak sumur eksplorasi yang mula-mula akan dibor.



## 2.5 Pengeboran

Peralatan dan teknologi untuk pengeboran sumur panas bumi berasal dari pengalaman untuk pengeboran minyak, yang kemudian disesuaikan dengan keadaan/kondisi panas bumi.

Perbedaan yang nyata antara kondisi pengeboran minyak terhadap panas bumi adalah, panas bumi:

- a) Batuan lebih keras
- b) Temperatur lebih tinggi
- c) Terdapat fluida yang korosif

### 2.5.1. Prinsip pengeboran dan bagian-bagian utama

#### 1) *Cellars*

Sebelum pengeboran, dibuat bangunan beton dengan dimensi 10 ft x 8 ft x 10 ft yang disebut *Concrete cellars*, gunanya untuk menahan beban mesin pengeboran dan nantinya sebagai tempat kepala sumur serta katup-katupnya.

#### 2) *Optimum bore diameter*

Secara teoritis diameter lubang sumur merupakan fungsi dari tahanan aliran (*flow resistance*) pada lubang sumur itu sendiri, tahanan aliran di dalam formasi *permeable*, harga dari pipa, ratio kemungkinan keberhasilan sumur panas bumi.

#### 3) *Rotary drilling*

Mata bor (*bit*) diputar bersamaan dengan batang pemegangnya (*drillstem*) secara mekanis oleh mesin penggerak (*diesel*) dari permukaan tanah.

Pada menara pengeboran (*derrick*), terdapat *pulley* yang digunakan untuk mengatur posisi penempatan batang pemegang mata bor, juga untuk mencabut/menarik batang mata bor dan casing dari lubang sumur.

Peralatan-peralatan lain yang terdapat pada *drilling rig*, adalah pompapompa, kompressor, cooling tower untuk pendingin lumpur, penunjang/pemisah lumpur. Maksud penggunaan lumpur (*mud*) pada pengeboran panas bumi adalah:

- a) Pendingin dan pelumas mata bor dan batang pemegangnya.
- b) Mendorong serpihan-serpihan batuan (*cuttings*) keluar lubang sumur.
- c) Mencegah runtuhnya dinding sumur
- d) Mendinginkan bantuan sekitar lubang sumur.

#### 4) *Casing*

*Casing* merupakan dinding lubang sumur, terbuat dari bahan baja berkapasitas tinggi, dipasang sebelum memasuki daerah produksi.

Casing disemen pada lubang sumur sehingga kokoh dan sanggup menahan pipa-pipa dibawahnya.

Panjang *casing* tergantung pada kedalaman *production zone*. Bagian terbawah dari sumur panas bumi adalah *stalled liner* berbentuk pipa yang berlubang-lubang pada dinding yang berfungsi sebagai penyaring.

#### 5) *Directional drilling*

Pengeboran tidak dilakukan tegak lurus kebawah tapi dibelokkan kearah yang dikehendaki.

Keuntungan dari cara adalah :

- a) Beberapa kepala sumur terletak berdekatan sehingga luas permukaan tanah untuk kepala sumur lebih kecil.
- b) Untuk lokasi-lokasi reservoir yang sulit dijangkau.

Karakteristik sumur panas bumi dapat berlain-lain walaupun terletak pada satu daerah.

### 2.5.2. Pengukuran variabel

Untuk memperoleh parameter-parameter tersebut di atas diperlukan pengukuran tekanan dan temperatur dan dapat diukur dengan menggunakan *thermometer* dan *pressure gauge* untuk memperoleh harga *enthalpy*. Terdapat beberapa cara untuk mengukur *massa flow*, salah satu yang paling sederhana namun cukup akurat adalah *metode James* atau *Critical Lip pressure method* dimana uap/campuran uap dan air di-*discharge* pada kecepatan suara (*sonic velocity*), tekanan pada ujung pipa merupakan ukuran dari energi panas (*heat flow*) per luas area penampang pipa

### 2.5.3. Kapasitas Daya dari Sumur Panas Bumi

Dengan mengetahui parameter-parameter tekanan, temperatur, kualitas, *massa flow* serta *enthalpy* pada kepala sumur, maka dapat dibuat sebuah kurva antara tekanan terhadap *output* (Kw).

Berdasarkan kurva inilah *engineer* kemudian merencanakan mesin pembangkit dengan tekanan kerja, temperatur dan *output* optimum.

## 2.6 Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi dan Transmisi Uap

Masalah yang paling penting dan sangat mendasar dalam merencanakan pembangkit listrik tenaga panas bumi adalah bagaimana mengubah secara efisien energi panas bumi dengan kandungan kalor yang rendah menjadi energi listrik.

Pada umumnya pembangkit listrik panas bumi berdasarkan jenis fluida kerja panas bumi yang diperoleh dibagi menjadi 2, yaitu:

- a) *Vapor dominated system (Sistem Dominasi Uap)*
- b) *Hot Water dominated system (Sistem Dominasi Air Panas)*

### **2.6.1. Vapor dominated system**

*Vapor dominated system* adalah jenis energi panas bumi yang menghasilkan uap kering sebagai fluida kerja. Jenis ini sangat jarang ditemukan, namun merupakan jenis yang sangat sesuai untuk dimanfaatkan pada pembangkit listrik.

Diperlukan *Steam Jet Ejector* dengan kemampuan yang relatif besar untuk mengatasi jumlah *nondensable gas* yang besar Contoh PLTP *Vapor Dominan System* adalah di Geysir (USA), Lardaelo (Itali), Matsukawa (Japan) dan juga Kamojang.

### **2.6.2. Water dominated system**

Pada sistem ini fluida keluar dari sumur dengan tingkat kekeringan (*dryness*) yang sangat rendah, air lebih dominan atau berupa campuran dua phase (*two phase mixture*), dengan temperatur yang bervariasi dari 150°C , untuk sistem pengolahannya dikenal beberapa cara yaitu

#### **2.6.2.1. Flushed steam system**

Pada sistem ini fluida pada kepala sumur merupakan campuran 2 phase cair dan gas, didalam *flash separator* tekanan diturunkan sehingga campuran 2 phasa memperoleh tingkat kekeringan yang lebih baik.

Kandungan air dipisahkan sedang uap digunakan untuk memutar turbin proses selanjutnya seperti pada sistem uap kering. Dibandingkan dengan *vapor dominated system*, *flash steam system* lebih sulit dalam beberapa hal:

- ◆ Jumlah massa yang perlukan lebih banyak.
- ◆ kedalaman sumur lebih dalam.
- ◆ kandungan mineral yang lebih banyak sehingga diperalatan peralatan dengan desain khusus, misalnya: pompa-pompa, valve-valve, separator dan lain - lain
- ◆ korosi pada pipa-pipa, *casing* sumur dan lain-lain.

Ada 2 metode yang masih terus dikembangkan yaitu :

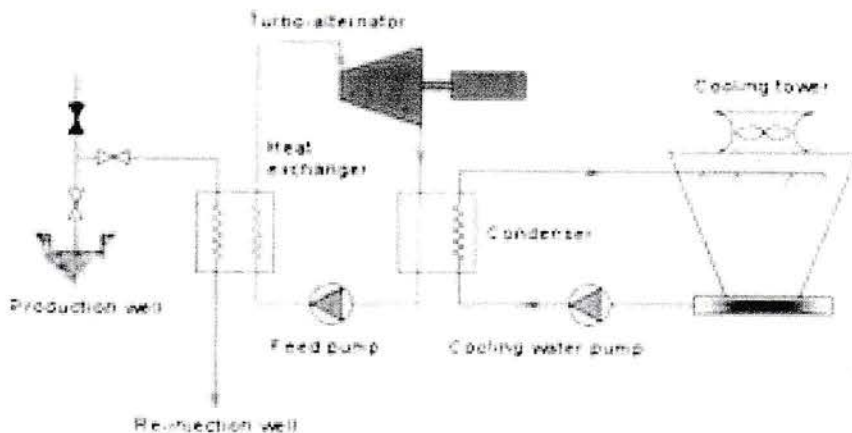
#### **a) Double flash**

Air yang keluar dari separator pertama tidak langsung direinjeksikan kedalam tanah, tetapi dimasukkan ke separator kedua, dimana tekanan air tersebut diturunkan lagi, sehingga diperoleh tingkat kekeringan uap yang lebih baik untuk memutar turbin tekanan rendah, sedangkan air dari sparator II direinjeksikan ke dalam tanah.

## b) Turbin

Tekanan air setelah keluar dari separator I masih Cukup tinggi, digunakan untuk memutar turbin air yang didesign khusus dan generator tambahan yang beroperasi paralel dengan generator dari turbin uap.

Air yang keluar dari separator masih mengandung energi yang cukup besar untuk menggerakkan turbin sehingga sistem ini dikembangkan terus



Gambar 2.1 Skematik Diagram PLTP *Flused Steam Sistem*

### 2.6.2.2. Binary cycle system (Sistem Siklus Biner)

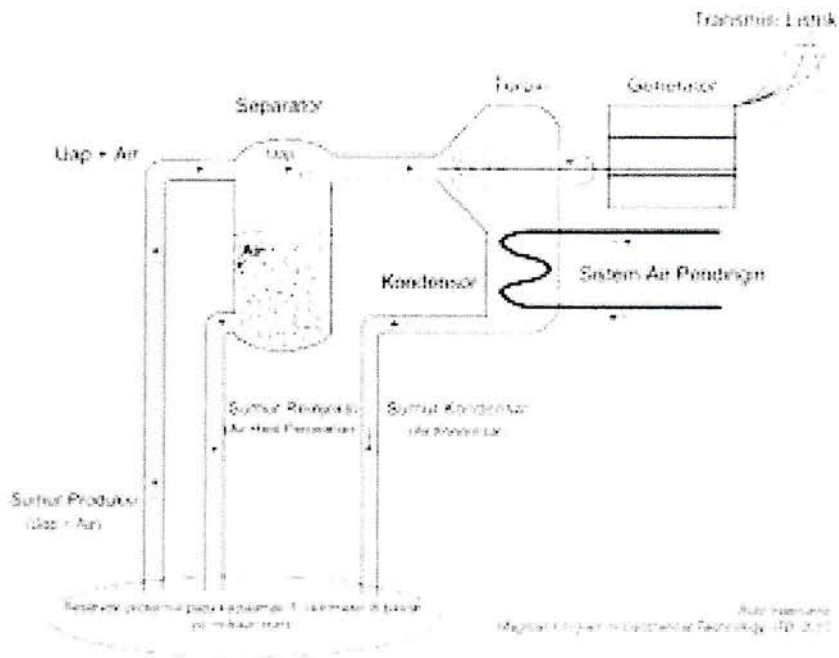
Kira-kira 50% dari air hydrothermal yang ada, bersuhu antara 150°C sampai dengan 205°C

Apabila digunakan pada *Flashed steam system*, tekanan air diturunkan untuk mendapatkan tingkat kekeringan uap yang lebih baik, sehingga diperlukan jumlah aliran air yang lebih banyak.

Untuk peningkatan efisiensi, air dari dalam tanah digunakan sebagai sumber panas pada siklus tertutup untuk memanaskan fluida kerja yang mempunyai titik didih rendah seperti *Isobutane* (2-Methyl propane) V4H10 (titik didih normal pada tekanan 1 Atm = -10°C, Freon -12 (memiliki titik didih normal -12,6°C -29,8°C), *Amonia Propane*.

Gambar memperlihatkan *schematic diagram binary system*. Fluida panas bumi (air) dari dalam tanah dialirkan ke *Heat exchanger* (penukar kalor) untuk memanaskan fluida organik (1) dan dipompakan kembali kedalam tanah (*Reinjection*) didalam penukar kalor terjadi pertukaran kalor antara fluida panas bumi dengan fluida organik, sehingga diperoleh uap *Superheated* untuk menggerakkan turbin dengan rankin tertutup dan selanjutnya dikondensasikan didalam *Surface condensor* dan kondensat dipompakan kembali ke heat exchanger kondensator didinginkan oleh air

reinjeksikan ke dalam tanah bersama-sama dengan fluida panas bumi yang keluar dari *Heat exchanger*.



Gambar 2.2 PLTP Siklus Binary

## BAB III

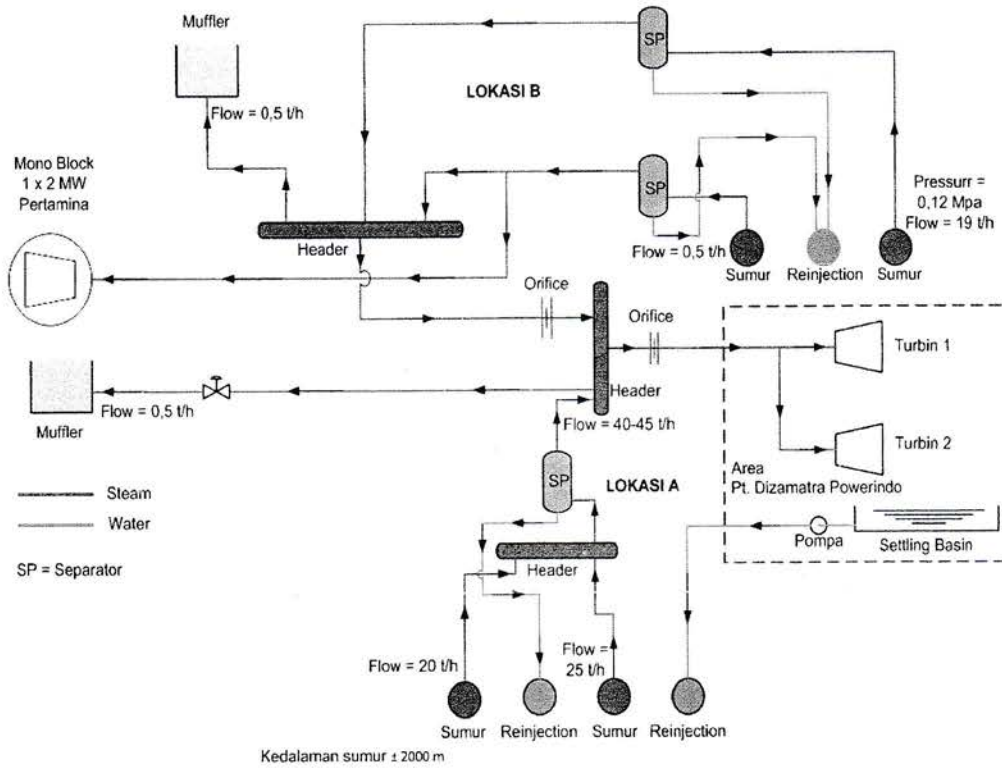
### SISTEM PEMBANGKIT TEGANGAN DI PT DIZAMATRA

#### 3.1 Lokasi Pembangkit PT Dizamatra Powerindo (PLTP Sibayak)

Lokasi Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi PT Dizamatra Powerindo (PLTP Sibayak) Kecamatan Merdeka, Kabupaten Karo, Provinsi Sumatera Utara mendapat pasokan uap dari lahan geothermal yang digunakan Pertamina, terdapat 10 sumur produksi. Kesepuluh sumur produksi tersebut terdiri dari tiga sumur explorasi yang terletak di lokasi CLUSTER A, CLUSTER B, CLUSTER C dengan kedalaman sumur antara 1470 MKU sd 2302 MKU. Pada lokasi CLUSTER A terdapat 5 sumur antara lain sby-1, sby-2, sby-6, sby-7, sby-8. Untuk sumur sby-7 digunakan untuk menginjeksikan kembali air dari proses pemisahan dari uap pada separator dan sumur sby-1 digunakan untuk menginjeksikan kondensat dari PLTP Dizamatra. Untuk sumur sby-2, sby-6, sby-8 merupakan sumur produksi. Pada CLUSTER B terdapat 4 sumur yaitu sumur sby-3, sby-4, sby-5 dan sby-10. Keempat sumur ini merupakan sumur produksi. Pada CLUSTER C terdapat 1 sumur yang mana sumur ini digunakan sebagai sumur injeksi.

Proses - proses pembangkitan listrik dan pengolahan uap panas bumi bermula dari sumur produksi, fluida dua fasa dari sumur produksi dialirkan ke separator yang bertujuan untuk memisahkan fasa uap dengan fasa cair nya. Kemudian uap selanjutnya dialirkan ke scrubber untuk dibersihkan dari butiran kotoran dari separator (Pertamina), kemudian masuk ke silencer dan uap panas dialirkan ke turbin untuk menggerakkan generator. Setelah menyerakkan Energi panas ke turbin sisa uap bekas di alirkan ke condenser sehingga fasa uap akan dirubah menjadi fasa cair dan dihisap oleh Hot Water Pump ke cooling tower, air tersebut kemudian di-dinginkan

di cooling tower, selanjutnya digunakan sebagai pendingin di condenser dan sebagian lagi di injeksikan kembali melalui sumur injeksi sehingga tidak ada limbah yang terbang ke lingkungan. Rock muffler digunakan untuk membuang uap tekanan lebih pada saat turbin mengalami masalah. Generator akan menghasilkan listrik yang diatur tegangannya untuk disinkron pada gardu trafo 20 Kv pada jaringan PLN.



Gambar 3.1 Sketsa sumur PGE Sibayak

### 3.2 Fasilitas Produksi

Fasilitas produksi tergantung dari jenis fluida yang mengalir dari sumur tetapi secara garis besar komponen utamanya adalah sumur, kepala sumur, separator (untuk fluida 2 fasa), scrubber, silencer, pipa alir permukaan. Sumur panas bumi umumnya menggunakan linear berukuran 7" namun dalam beberapa tahun ini banyak sumur yang dibor dengan diameter lebih besar dengan menggunakan serangkaian casing berukuran 30", 20", 13 3/8", dan 9 5/8", biaya pengeboran sumur besar kira kira 25% lebih mahal dari standart hole tetapi laju produksinya bisa 50% lebih besar dari sumur berdiameter standart. Hal tersebut tentunya sangat bergantung pada permibialitas batuan, misalnya lapangan Awibengok-Gn salak, sumur dengan diameter besar berproduksi beberapa kali lebih besar dari sumur berukuran standart

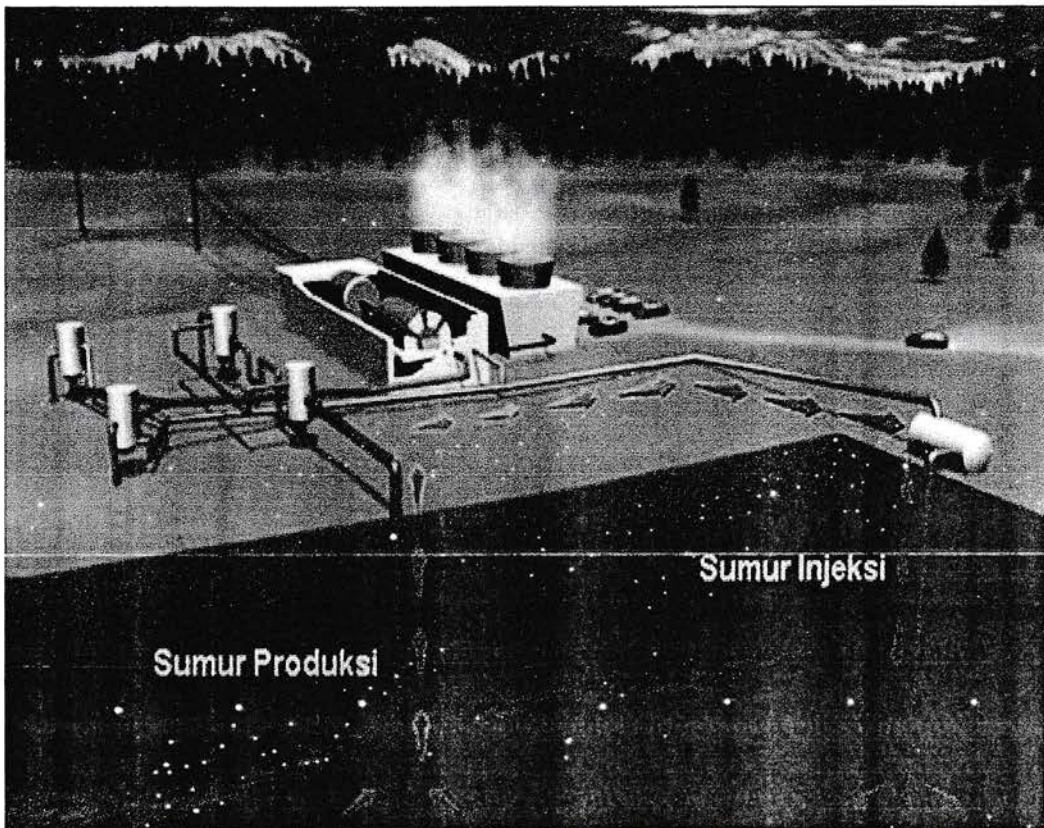
Sumur produksi adalah tempat keluarnya uap yang dihasilkan dan dimanfaatkan sedangkan sumur injeksi adalah tempat di injeksikannya kembali sisa fluida dari proses pemisahan uap dengan air sehingga air tersebut dapat menembus lapisan tanah untuk melakukan sirkulasi

Welpads atau area tempat sumur-sumur produksi atau injeksi di lapangan panas bumi biasanya satu sama lain berjarak 1 sampai 2 Km. Sumur-sumur injeksi biasanya dibor ditempat yang mempunyai elevasi lebih rendah dari sumur-sumur produksi, agar air yang akan di injeksikan kembali sisa fluida dari proses pemisahan uap dengan air sehingga air tersebut dapat menembus lapisan tanah untuk melakukan sirkulasi.



## Sumur

Sumur di lapangan produksi uap ada 2 jenis antara lain: sumur produksi dan sumur injeksi. Sumur produksi digunakan untuk memproduksi uap-air dari bawah permukaan tanah, sedangkan sumur injeksi digunakan untuk mengembalikan air dari separator dan turbin (setelah terpisah antara fasa dan uap dan fasa uap cair) kedalam tanah

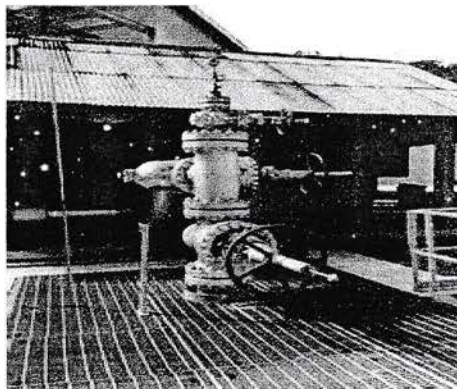


Gambar 3.2 Sumur

## Kepala Sumur dan Valves

Di sumur panas bumi dipasang beberapa valve untuk mengatur aliran fluida. Valve-valve tersebut ada yang dipasang di atas atau di dalam sebuah lubang yang di beton (concrete cellar). Umumnya di sebuah kepala sumur ada empat buah valve, yaitu master valve atau shunt off valve (valve yang digunakan untuk menutup sumur atau mengisolasi sumur untuk perawatan), servis valve (valve yang digunakan untuk mengatur fluida yang akan dimanfaatkan), by pass valve (valve yang digunakan untuk mengatur aliran fluida ke silincer). Fluida perlu dikeluarkan dengan air laju sangat kecil agar sumur tetap panas dan gas tidak terjebak dalam sumur. Dengan membuang sedikit fluida terjadinya thermal shock atau perubahan panas secara tiba-tiba yang disebabkan karena pemanasan dan pendinginan dapat dihindarkan.

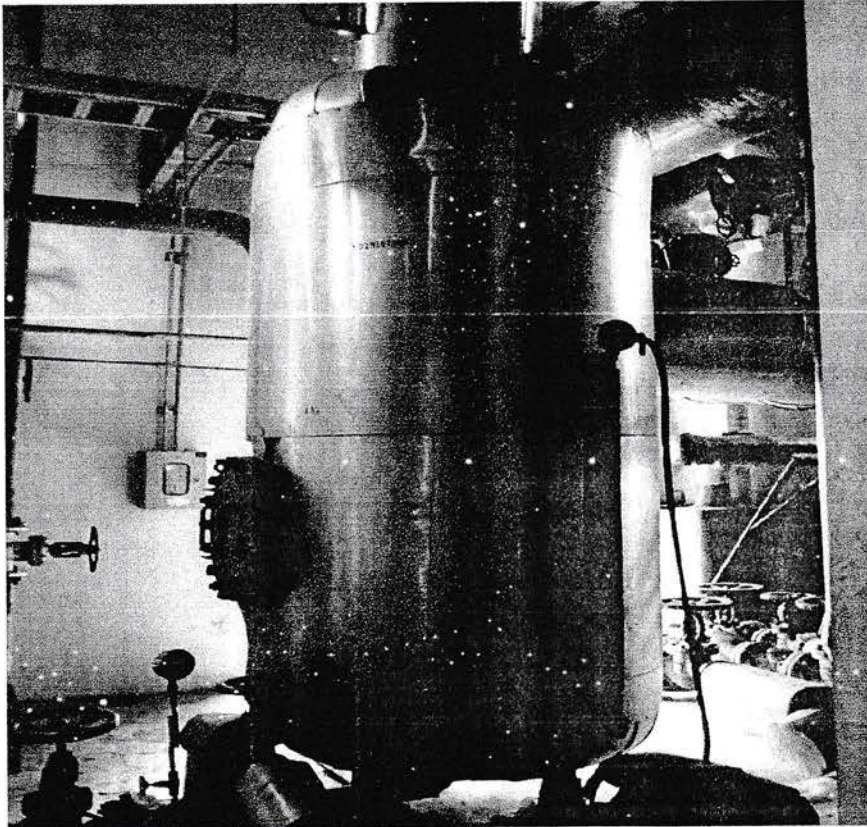
Selain dari jenis-jenis valve diatas, ada beberapa jenis valve lainnya. Salah satunya yaitu ball float valve yang ditempatkan di pipa transmisi uap. Ball float valve merupakan valve pengamanan dari kemungkinan terbawanya air ke dalam pipa air uap. Bila ada air yang terbawa yang biasanya karena kondensasi, bola akan naik dan mengeluarkan air, ball float valve biasanya disebut steam trap



Gambar 3.3 Kepala sumur dan Valve

## Separator

Apabila fluida sumur berupa campuran uap air maka uap dan air dipisahkan dengan separator. Pada waktu dulu separator yang sering digunakan adalah yang berbentuk lengkungan "u". Campuran uap air bila dialirkan melalui pipa dengan sudut  $180^\circ$  diharapkan akan mendapat gaya sentripugal yang sangat tinggi yang melempar fluida ke arah dinding sehingga akan terpisah menjadi fasa uap dan fasa cair. Air akan terlempar ke dinding sedangkan uap akan mengisi bagian tengah pipa. Pemisahan dengan cara ini masih kurang sempurna dimana hasil drynessnya hanya sekitar 50-60%

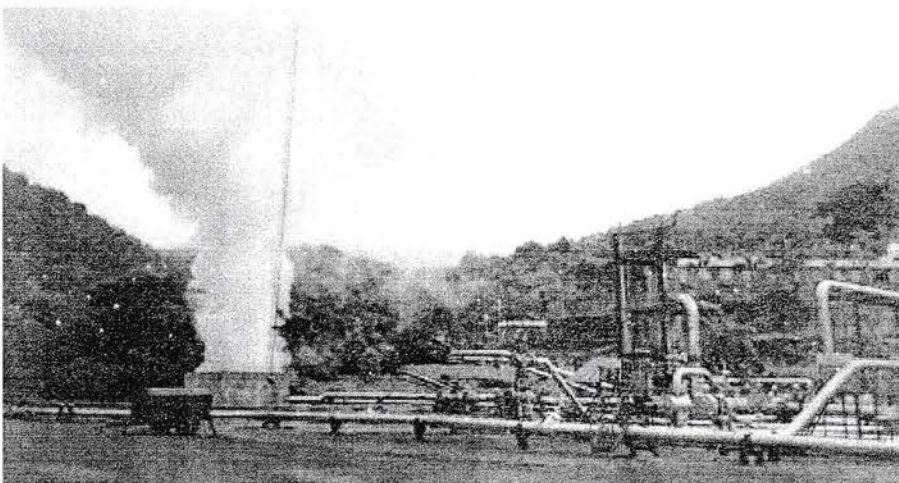


Gambar 3.4 Separator

Berbagai jenis separator telah dibuat tetapi yang paling sering digunakan saat ini adalah webre cyclone separator karna paling murah dan efesien inlet spiral memberikan efesiensi pemisahan yang lebih tinggi. Dengan separator ini jenis uap yang keluar dari separator bisa mempunyai dryness sangat tinggi. Lebih dari 99% efesiensi dari separator ini berkurang apabila kecepatan fluida masuk ke dalam separator lebih dari 50 m/detik, sedangkan air dari separator diinjeksikan ke sumur injeksi

### **Scrubber**

Pada prinsipnya scrubber sama dengan separator sama sama memisahkan aliran dua fasa dan mampu menahan tekanan uap  $54,8 \text{ kg/cm}^2$ . Karena sistem panas bumi di Sibayak water dominated maka perpisahan dilakukan hingga dua kali. Uap dari separator dialirkan ke scrubber dengan tujuan memisahkan air dan partikel-partikel yang masih dalam uap, uap yang sudah bersih kemudian dialirkan untuk menggerakkan turbin sehingga uap tersebut tidak akan merusak Sudu turbine



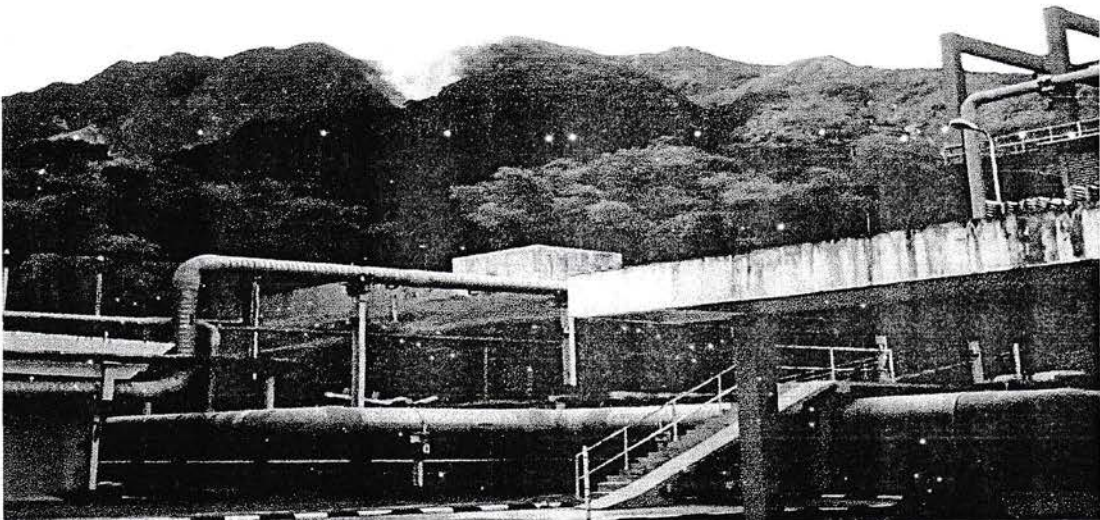
Gambar 3.5 Scrubber

## **Silincer**

Suatu tempat yang diisi dengan batuan apung yang berdingding beton yang berfungsi untuk mengurangi atau meredam kebisingan dari semburan fluida. Bagian atas silencer dibiarkan terbuka sehingga silencer sering disebut atmospheric flash tank.

## **Pipa Alir**

Pipa aliran di panas bumi terdiri dari pipa alir uap, pipa alir air dan saluran. Dilapangan panas bumi didominasi air, pipa alir dua fasa dimulai dari sumur hingga separator sedangkan pipa alir uap membentang dari separator hingga ke turbin dan pipa alir air membentang dari separator hingga sumur injeksi. Disamping itu juga terdapat pipa aliran kondensat yang untuk mengalirkan kondensat dari PLTP hingga ke sumur injeksi. Pipa alir di lapangan panas bumi dominasi uap lebih sederhana terdiri dari pipa alir uap



Gambar 3.6 Pipa alir

## **Insulator**

Untuk menghindari panas yang berlebihan pipa alir uap harus selalu di insulasi. Material yang digunakan sebagai bahan insulasi sangat beragam baik bentuk ukuran, ketebalan, dan jenis materialnya dan material yang banyak tersedia adalah mineral, fibrous atau cellular, alumunia, asbestos., rock, silica, cane, cotton, wood dan lain lain

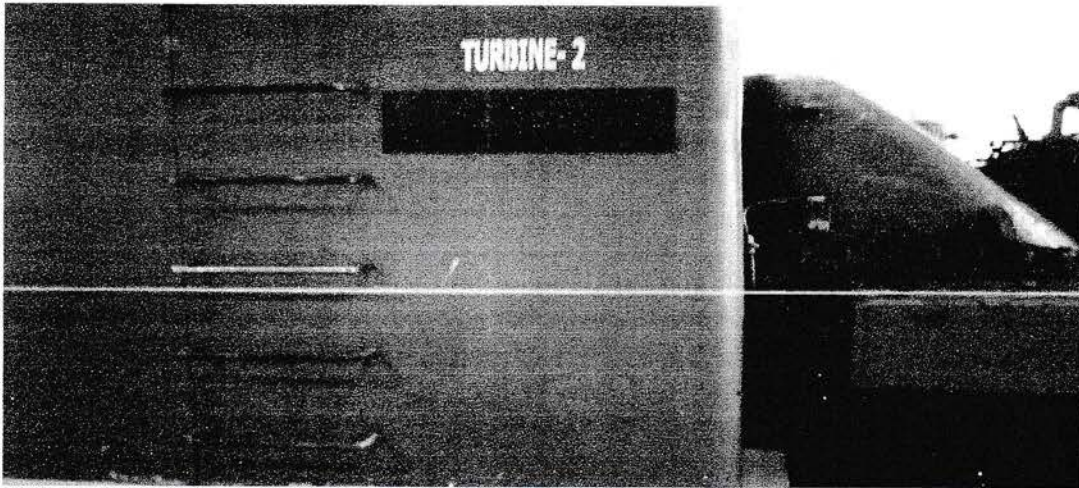
### **3.3 Fasilitas PLTP Sibayak**

Adapun fasilitas pada unit PLTPB adalah sebagai berikut:

#### **3.3.1. Turbin Uap**

Turbin uap adalah suatu mesin penggerak dimana energi fluida kerja, dalam hal ini adalah uap, dipergunakan langsung untuk memutar roda turbin. Pada umumnya turbin pada PLTPB tidak berbeda dengan turbin yang digunakan pada PLTU. Yang berbeda hanya pada pemilihan bahan turbin dimana turbin PLTPB harus lebih tahan korosif karna umumnya uap PLTPB mengandung sulfur

Untuk merencanakan suatu turbin uap dibutuhkan kecermatan dalam menentukan jenis turbin uap agar kelangsungan operasi pembangkit tidak mengalami kerugian yang besar. Oleh sebab itu perlu diketahui beberapa jenis turbin uap sebagai perbandingan terhadap turbin yang direncanakan



Gambar 3.7 Turbin

### 3.3.1.1. Klasifikasi Turbin Uap

Adapun jenis-jenis turbin yang umum digunakan adalah sebagai berikut:

#### 1. Turbin uap De Lapal

Turbin uap De Lapal adalah turbin uap yang bekerja menurut prinsip impuls aksi dengan aliran aksial, satu tingkat tekanan dari satu tingkat kecepatan. Turbin ini mempunyai satu rotor penggerak dan satu susunan sudut gerak sehingga seluruh panas jatuh dan uap diekspansikan dalam satu baris sudut gerak. Turbin ini mempunyai kecepatan putar yang tinggi dengan daya yang dihasilkan kecil kira-kira 1500 Kw. Turbin jenis ini membutuhkan roda gigi transmisi yang cukup besar

## **2. Turbin Uap jenis Curtis**

Turbin Curtis adalah turbin uap yang bekerja dengan prinsip impuls aksi dengan aliran aksial. Dalam hal ini turbin yang dimaksud adalah turbin impuls tingkat tunggal dengan dua tingkat kecepatan. Dalam prinsipnya turbin Curtis mengambil untung sebanyak mungkin dari tenaga gerak uap dari ekspansi sekelilingnya. Kelemahan dari turbin Curtis antara lain:

- ♦ Tidak ekonomis dipakai pada daya yang besar
- ♦ Gesekan antara uap dengan dinding sudut besar
- ♦ Tidak dapat dibuat turbin yang besar

Mengingat hal itu semua maka turbin Curtis hanya dibuat tiga tingkat saja.

## **3. Turbin Uap jenis Zoelly**

Turbin uap Zoelly adalah turbin uap yang bekerja dengan prinsip impuls aksi dengan system tekanan bertingkat. Tekanan uap turun secara bertahap didalam baris sudut tetap saja dan sedangkan dalam baris sudut gerak tidak terjadi penurunan tekanan

Daya yang dihasilkan adalah daya yang besar pada putaran yang rendah sehingga turbin ini dipakai sebagai penggerak daya yang besar. Keuntungan turbin ini adalah efisiensinya yang tinggi dan mempunyai daya mahal dan konstruksi yang lebih rumit dari turbin dari satu tingkat tekanan.



#### **4. Turbin Uap jenis Parson**

Turbin Parson adalah turbin dengan beberapa tingkat tekanan dan kecepatan pada garis besarnya, konstruksi turbin adalah sumbu turbin yang berupa tromol dengan dikelilingi oleh sejumlah sudu-sudu jalan. Tiap rumahan sudu jalan ada tersusun sudu-sudu antar dalam rumah - rumah turbin. Sudu antar mengatur supaya bagian uap dapat masuk diantara sudu jalan dengan tidak saling bersentuhan (bertumbukan)

##### **3.3.1.2. Kerugian kalor pada Turbin Uap**

Pada saat pengoperasian turbin uap mengalami kehilangan energi yang dapat dikategorikan beberapa jenis, yaitu

Kerugian internal, adalah kerugian yang berkaitan dengan kondisi-kondisi uap seawaktu mengalir melalui turbin yang meliputi:

##### **1. Kerugian pada katup pengatur**

Uap sebelum masuk ke turbin haruslah melalui katup penutup (stop valve) dari katup pengatur yang mana ini merupakan bagian terpadu dari turbin tersebut. Aliran uap melalui katup penutup dan katup pengatur disertai oleh kerugian energi akibat proses pencekikan

##### **2. Kerugian pada nosel**

Kerugian pada nosel disebabkan oleh adanya gesekan uap pada dinding nosel, turbulensi dan lain lain

### 3. Kerugian pada sudu gerak

Kerugian pada sudu gerak dipengaruhi oleh beberapa factor:

- ♦ Kerugian akibat tolakan pada ujung belakang sudu
- ♦ Kerugian akibat kebocoran uap melalui ruang melingkar antara stator dan rotor
- ♦ Kerugian akibat gesekan
- ♦ Kerugian akibat pembelokan semburan pada sudu

### 4. Kerugian akibat kecepatan luar

Uap meninggalkan sisi keluar sudu gerak dengan kecepatan mutlak  $C_2$  pada turbin aneka tingkat (multi stage) energi kecepatan uap yang keluar dapat dipakai sebagian atau seluruhnya pada tingkat-tingkat yang berikutnya

### 5. Kerugian akibat gesekan cakram

Kerugian ini terjadi karena adanya gesekan antara rotor dengan uap dan kerugian pengadukan dalam hal pemasukan parsial. Sebagai akibat kerja digunakan untuk melawan gesekan dan kecepatan partikel uap akan dikonversi menjadi kalor sehingga memperbesar kandungan kalor uap

### **3.3.1.3.Efisiensi pada Turbin**

#### 1.Efisiensi relatif sudu

Hubungan antara kerja satu kilogram uap pada keliling cakram yang mempunyai sudu-sudu gerak terhadap kerja teoritis

#### 2.Efisiensi internal

Hubungan antara kerja yang bermanfaat dilakukan oleh sudu dengan 1 kg uap pada tingkat atau didalam turbin terhadap kerja teoritis yang tersedia

#### 3.Daya dalam turbin

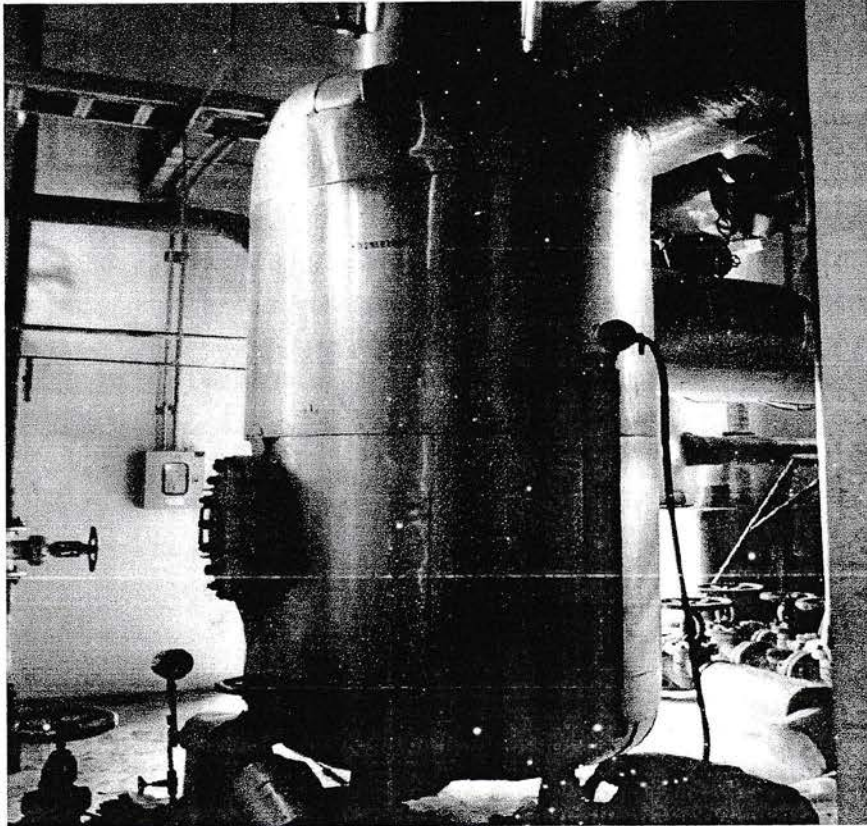
### **3.3.2.Kondensor**

Fungsi dari kondensor adalah untuk meningkatkan efisiensi dengan cara menurunkan tekanan diruang kondensor serendah mungkin, mendekati tekanan 0 absolut menggunakan vacuum pump atau steam air ejector. Proses terjadinya vacuum ini adalah secara termodinamika bukan secara mekanik. Hal ini dimungkinkan karena setelah fluida keluar dari turbin yang sebagian besar masih berupa uap akan bercampur dengan air dingin di kondensor sehingga mencapai kesetimbangan massa dan energi. Pada PLTP Sibayak digunakan jenis kondensor campur langsung, hal ini digunakan untuk mengatasi keterbatasan sumber air pada lokasi PLTPB. Kondensor bertugas menerima uap yang telah memutar turbin, mengembunkan uap menjadi air (kondensat) serta mempertahankan tekanannya serta lebih rendah dari tekan atmosfer karena uap dengan volume yang besar menjadi air dengan volume kecil.

### 3.3.3. Separator

Untuk membersihkan uap-uap yang keluar dari sumber panas bumi sebelum digunakan memutar turbine, terlebih dahulu masuk ke Steam separator dan Mist Eliminator/Demister.

Separator berfungsi untuk memisahkan partikel partikel padat yang terbawa oleh uap



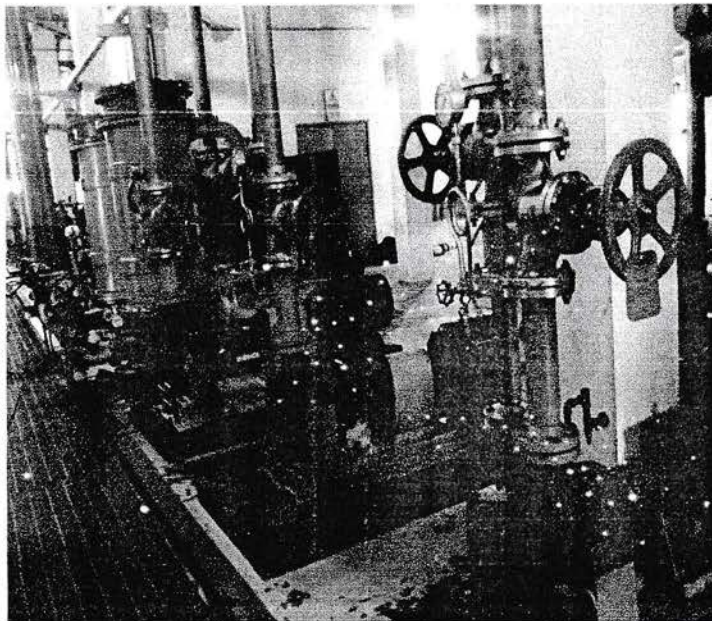
Gambar 3.8 Separator

### 3.3.4. Vacum Pump

Untuk menciptakan dan menjaga tekanan vacuum pada ruang kondensor dengan cara membuang gas yang tidak dapat terkondensasi. Pompa vakum seperti pompa pada umumnya namun dengan clearan yang sangat kecil, agar bekerja dengan sempurna maka diperlukan perapat dalam bentuk air (sering disebut ligmit ring seal). Bekerjanya pompa ini adalah dengan cara mengekspansikan sisi hisap dan memperkecil sisi keluar. Ini memungkinkan karena dikonstruksikan titik panas rotor tidak separoh dengan rumah rotor

### 3.3.5. Hot Water Pump

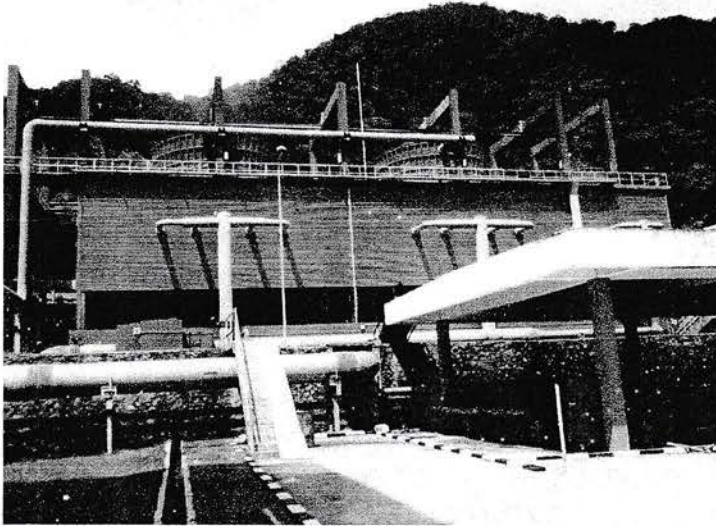
Untuk memompa uap bekas dari turbine menuju cooling tower untuk di-dinginkan selanjutnya dialirkan kembali ke kondensor sebagai pendingin uap bekas



Gambar 3.9 Hot Water Pump

### 3.3.6. Cooling Tower

Bagian dari sistem sirkulasi air yang berfungsi sebagai penukar panas, dimana air kondensasi didinginkan. Pendinginan dengan cara mengurai air dan dihembus dengan udara yang digerakkan oleh fan. Air yang telah dingin selanjutnya dialirkan ke kondensor untuk digunakan sebagai pendingin uap bekas dari turbine.



Gambar 3.10 Cooling Tower

### 3.3.7. Water Basin

- ◆ Tempat penampungan air dari Cooling Tower untuk digunakan kembali
- ◆ Tempat penampungan air lebih dari bak Cooling Tower
- ◆ Tempat Penampungan air selokan
- ◆ Tempat penampungan air dari steam uap

### 3.3.8. Setting Basin

Dari beberapa tempat tersebut air diendapkan agar tidak tercampur kotoran. Setelah air tersebut bersih selanjutnya di enjeksikan ke bumi lagi agar terjadi keseimbangan Ekosistem.



Gambar 3.11 Setting Basin

### 3.3.9. Pompa Pelumas

Minyak pelumas yang digunakan melumasi panas turbine juga digunakan sebagai minyak hidrolik. Untuk mengalirkan minyak tersebut digunakan pompa pelumas terdiri dari pompa utama dan pompa bantu. Pompa bantu (AOP) digunakan ketika proses start unit. Bila poros pompa bantu di stop. Jelasnya manakala unit sudah berbeban kebutuhan supali minyak pelumas dan hidrolik dilakukan oleh MOP

### **3.3.10. Air Cooler**

Berfungsi untuk mendinginkan generator (stator dan rotor)

### **3.3.11. Oil Cooler**

Berfungsi untuk mendinginkan minyak pelumas bantalan (bearing) agar tetap dengan suhu yang di-dinginkan bantalan poros turbine harus dilumasi agar tidak rusak karena gesekan antara poros dengan bantalannya karena fungsi minyak pelumas tersebut maka terjadi kenaikan suhu. Kenaikan suhu minyak pelumas perlu dikendalikannya agar tetap sesuai dengan yang diinginkannya. Dengan demikian diperlukan oil cooler untuk mengendalikannya.

## **3.4 Pengoperasian Produksi Panas Bumi**

Uap basah yang berasal dari dalam perut bumi masuk kedalam pipa, lalu uap basah ini masuk kedalam separator, didalam separator ini akan memisahkan antara uap dan air kemudian air yang ada didalam separator tersebut dihisap oleh pompa penghisap, kemudian air yang berada didalam separator diinjeksikan kembali ke dalam tanah agar tetap menjaga keseimbangan jumlah air yang tersedia didalam tanah tetap terjaga, uap yang berada didalam separator dihisap ke turbin uap kemudian mendorong turbin uap. Oleh karena turbine kopel dengan generator maka generator turut berputar sesuai putaran turbine. Setelah uap keluar dari turbine uap tersebut di-dinginkan dalam kondensor



### 3.4.1. Cara penggunaan Uap Alam menjadi Tenaga Listrik

Untuk bisa menggunakan sebagai sumber pembangkit tenaga listrik perlu dilalui tahap-tahap pelaksanaannya sebagai berikut:

1. Survei Rekonaisan : Mengenal lapangan panas bumi
2. Survei Teliti : Pengumpulan data geologi, geokimia, geofisika
3. Pengeboran Eksplorasi : Penuntasan luas cadangan dan lama produksi
4. Studi Kelayakan : Penentuan ekonomis
5. Pengeboran Produksi : Persiapan pembangunan
6. Pembangunan dan Perawatan : Konstruksi PLTP

### 3.4.2. Syarat penyaluran uap ke pembangkit

Penentuan jenis uap

Ada 2 jenis uap yang diketahui yaitu basah dan kering, sistem uap basah dan kering diperlukan untuk menentukan:

- ◆ Konsumsi uap yang diperlukan
- ◆ Pemilihan separator

Transmisi uap dari sumur ke turbin menggunakan pipa yang cukup panjang dan factor yang bisa memperkecil kehilangan energi panas selama transmisi tersebut

### *Kondisi uap masuk turbin*

Untuk menentukan besarnya tekanan uap yang disalurkan ke turbin agar mendapat daya yang besar

### *Pemilihan material*

Mengingat uap geothermal mengandung unsure yang bersifat korosif seperti H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub> maka material yang dipilih perlu disesuaikan dengan sifat uap yang ada

### *Kevakuman kondensor*

Merupakan factor penting dari suatu PLTP apabila kevakuman tinggi maka energi yang dimanfaatkan menjadi lebih besar dan ini diperoleh bila suhu air pendingin rendah

### *Menara pendingin*

Suhu air pendingin yang rendah diperoleh bila kemampuan menara pendinginnya besar dan ini tercapai dengan biaya besar

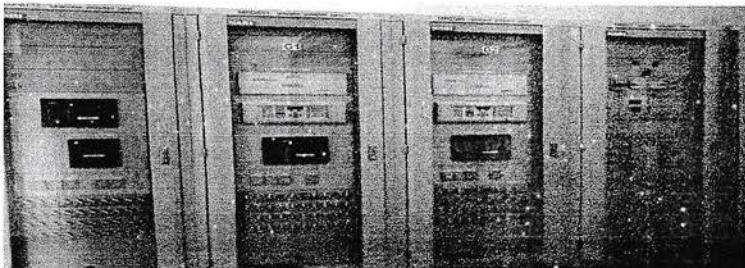
## BAB IV

### SISTEM PROTEKSI GENERATOR DI PLTP SIBAYAK

#### 4.1 Sistem Proteksi PLTP Sibayak

Pada PLTP Sibayak terdapat MGT 100 Series (Jenis modul relay) yang dirancang untuk menyediakan proteksi utama (primary) dan proteksi cadangan (back up) generator sinkron berbagai ukuran/ type dan menggunakan kemajuan teknologi mikroprosesor. MGT 100 menyediakan banyak fungsi proteksi, gangguan keseluruhan relay dan catatan operasi relai. Pada MGT 100 memiliki jenis-jenis relay dan nomor modul relay dan fungsi yang berbeda yaitu:

1. MGT 102 dan MGT 122 untuk peralatan proteksi generator
2. MGT 101 untuk peralatan proteksi differensial transformator
3. MGT 112 untuk peralatan spare Transformator proteksi
4. MGT 132 untuk peralatan Bus Bar and Short Lead Proteksi
5. Mgt 135 untuk peralatan line generator measuring dan peralatan control
6. MGT 141 untuk peralatan Automatic cast dan standby power supply

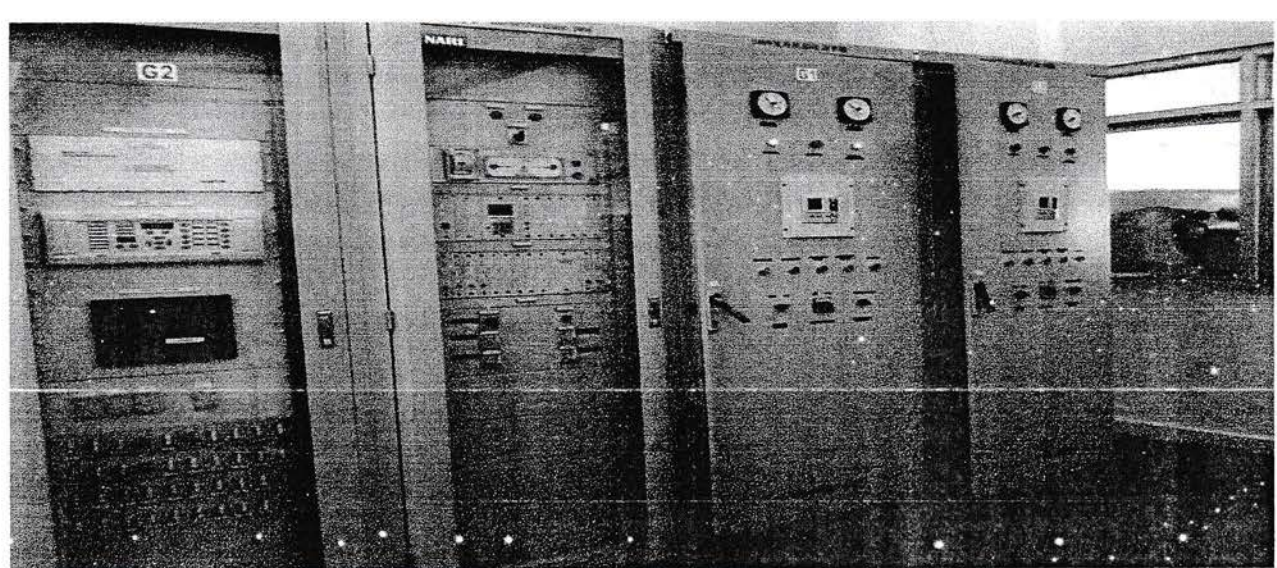


Gambar 4.1 Panel sistem proteksi NARI

#### 4.1.1.Sistem Proteksi Generator di PLTP Sibayak

Proteksi pada generator di PLTP Sibayak menggunakan proteksi utama (primary) dan proteksi cadangan (back up) yaitu MGT 102 proteksi utama (primary) dan MGT 122 (back up). Relay pengaman ini bekerja untuk mengamankan unit, relay ini bekerja mengerjakan sistem lock out unit dan mentripkan unit. PLTP Sibayak terdapat beberapa relay yang biasa menyebabkan unit trip, sesuai jenis gangguan yang terdapat pada system proteksi di PLTP

#### 4.1.2.Fungsi masing-masing Relay pada MGT 102



Gambar 4.2 Main switch relay protection untuk MGT 102 NARI

##### 1. 100% Stator Ground (64GI/G2)

Pengaman gangguan tanah stator digunakan untuk mendeteksi gangguan tanah pada kumparan stator mesin 3 fasa yang dihubungkan ke sistem jaringan melalui transformator. Bila pengaman ini bekerja maka akan membuka breaker generator, valve steam menutup dan system eksitasi lepas yang berarti unit trip, unit siapa dioerasikan lagi bila relay tersebut telah direset

## **2. Differential Protective Relay (87)**

Pengaman utama generator terhadap hubung singkat antara fasa yang terjadi pada belitan generator (internal fault) sehingga relay tersebut harus bekerja tanpa waktu tunda. Relay ini berfungsi mendeteksi gangguan dalam kumparan stator generator dan harus bekerja lebih cepat daripada relay arus lebih agar ada selektifitas. Prinsip kerja relay ini adalah membandingkan arus yang masuk dan keluar dari kumparan stator generator, apabila ada selisih berarti ada gangguan pada kumparan stator generator. Selisih arus yang terdeteksi ini adalah yang mengoperasikan relay differensial

## **3. Zero-Sequence Voltage (87GN)**

Pengaman utama generator apabila satu fasa terputus dikarenakan kabel atau breaker mengalami gangguan kebumi, gangguan ini adalah gangguan internal pada generator, gangguan ini akan menyebabkan ketidakseimbangan tegangan. Jika salah satu tegangan tiga fasa putus maka longitudinal Zero-Sequence Voltage relay bekerja mengirim sinyal ke breaker untuk membuka PMT

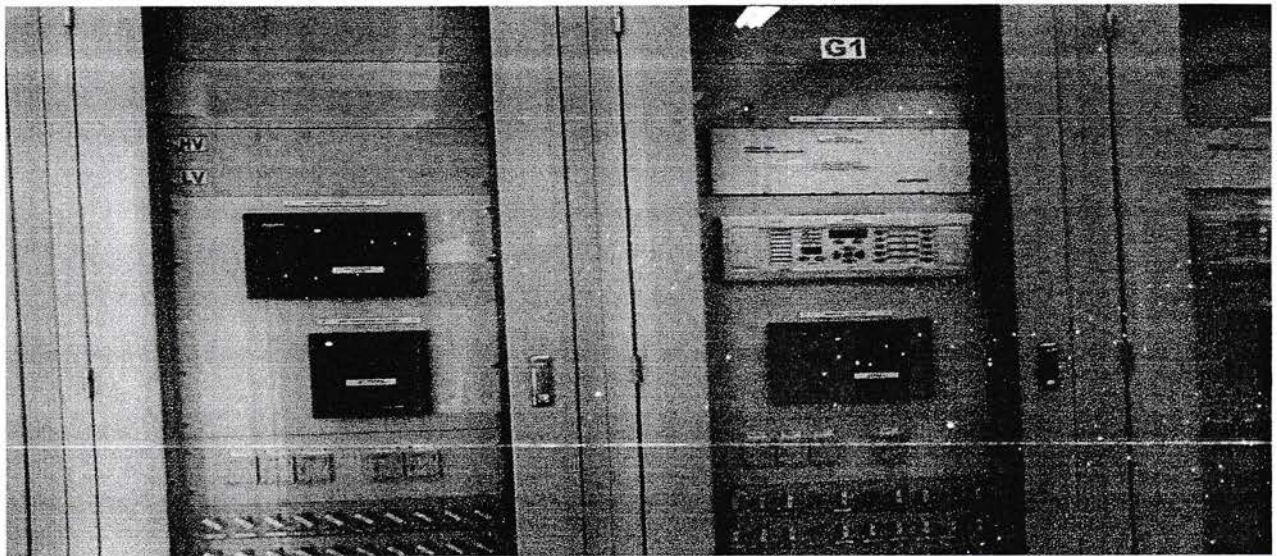
## **4. Rotor Ground (64R1/R2)**

Hubungan tanah ke sirkuit rotor yaitu hubungan singkat antara konduktor rotor dengan badan rotor dimana dapat menimbulkan distorsi medan magnet yang dihasilkan rotor dan selanjutnya dapat menimbulkan getaran berlebihan dalam generator. Oleh karena itu hal ini harus dihentikan oleh relay rotor hubung tanah karena sirkuit rotor adalah sirkuit arus searah, maka relay motor hubung tanah pada prinsipnya merupakan relay arus lebih untuk arus searah

## 5. AC Time Over Current Relay (51)

Relay pengaman fasa current lebih jika arus fasa melebihi batas maka relay ini akan bekerja mengakibatkan relay mengirim sinyal pada breaker untuk trip. Arus lebih ini dapat merusak isolasi generator termasuk kabel-kabel penghubungnya oleh karena itu keadaan ini harus dicegah dengan menggunakan relay fasa current

### 4.1.3. Fungsi masing-masing Relay pada MGT 122



Gambar 4.3 Main switch relay protection untuk MGT 122 NARI

#### 1. Over Voltage Relay (59)

Tegangan lebih dapat terjadi apabila generator berbeban kemudian pemutus tenaganya (PMT) trip karena salah satu atau beberapa relay bekerja. Tegangan lebih ini dapat merusak isolasi generator termasuk kabel-kabel penghubungnya, oleh karena itu keadaan ini harus

dicegah dengan menggunakan relay tegangan lebih. Apabila tegangan ini melampaui batas maka relay akan mentrip PMT generator dan PMT medan penguat generator

## **2. Under Voltage Relay (27)**

Relay ini berfungsi sebagai pengaman cadangan generator terhadap tegangan rendah akibat gangguan yang tidak hilang atau lama dipadamkan pada sistem 20 Kv ataupun sistem 6.3 Kv. Relay akan bekerja jika tegangan yang dirasakan relay sesuai dengan setting set point yang digunakan PLTP

## **3. Reverse power protection (32)**

Relaya pengaman daya balik digunakan untuk mengamankan generator atas kegagalan dari pengiriman energi ke penggerak mula yang mengakibatkan generator berjalan sebagai motor dan menggerakkan turbin. Dengan begitu berarti penggerak daya diambil dari pembangkit lain. Pengaman pembangkit balik dibagi 2 waktu untuk pelengkap trip, dengan waktu tunda pendek bila valve trip menutup dan trip waktu tunda panjang bila trip valve membuka. Bila pengaman ini bekerja maka breaker generator akan membuka, valve steam menutup dan eksitasi akan lepas berarti unit trip dan unit siap dioperasikan lagi bila relay tersebut telah direset

## **4. Loss of Excitation relay (40)**

Relay proteksi hilangnya penguatan generator, bila suatu generator yang penguatnya hampir hilang atau hilang sama sekali maka akan mengganggu stabilitas sistem dan juga bisa lepas sinkron. Penguat yang hilang dapat menimbulkan pemanasan berlebihan pada kepala kumparan stator, selain itu penguat generator sinkron yang lemah dapat menyebabkan generator

menjadi lepas dari hubungan sinkron dengan generator lainnya. Dalam keadaan lepas sinkron generator yang penguatnya lemah masih diberi kopel pemutar oleh mesin penggerak sehingga generator ini berubah menjadi generator asinkron, keadaan ini akan menimbulkan pemanasan yang berlebihan pada rotor generator sinkron ini akan menimbulkan pemanasan yang berlebihan pada rotor generator sinkron ini karena tidak direncanakan beroperasi asinkron

#### **5. Phase Unbalance relay (46)/ negative sequence over current (10)**

Relay 46 berfungsi mengamankan generator terhadap ketidakseimbangan arus. Gangguan yang menimbulkan ketidak simetrisan tegangan maupun arus menimbulkan negative sequence current (12). Gangguan tersebut misalnya hubung singkat satu fasa, hubung singkat dekat titik netral ataupun salah satu fasa kendur/ terlepas dan gangguan ini membahayakan rotor karena menyebabkan over heating



## BAB V

### OPERATION AND MAINTENANCE

#### 5.1 Operation

Pengoperasian Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi di PT Dizamatra Powerindo mulai dari sumur pertamina adalah sebagai berikut

1. Uap dari sumur produksi 5 yang berada di Cluster A yang memiliki tekanan uap sebesar  $12,5 \text{ kg/cm}^2$  dan memiliki kapasitas uap 36 t/h masuk ke separator untuk memisahkan uap dengan air dan partikel lainnya, uap yang telah dipisahkan oleh separator masuk ke manifold (tempat pengumpulan uap) dan air dari separator akan di reinjeksikan ke dalam sumur 10
2. Uap dari sumur 3 yang berada di Cluster A yang memiliki laju airan uap sebesar  $11,5 \text{ kg/cm}^2$  dan memiliki kapasitas uap 29 t/h masuk ke separator untuk memisahkan uap dengan air dan partikel lainnya, uap yang telah dipisahkan oleh separator masuk ke manifold dan bersatu dengan uap dari sumur produksi 5 dan air dari separator akan diinjeksikan ke dalam sumur 4 dan 9.
3. Uap dari sumur produksi 8 yang berada di Cluster B yang memiliki tekanan uap sebesar  $9.5 \text{ kg/cm}^2$  dan memiliki kapasitas uap 21 t/h masuk ke separator untuk memisahkan uap dengan air dan partikel lainnya, uap yang telah dipisahkan oleh separator masuk ke manifold dan air dari separator akan dirinjeksikan kedalam sumur 7. Pada pid Cluster B ada 2 sumur produksi sumur 6 dan 8 tetapi sumur 6 tidak beroperasi lagi karena

mengalami kerusakan dan saat ini sumur 4 yang berada di Cluster A yang merupakan sumur reinjection diubah menjadi sumur produksi dengan kapasitas uap 20 t/h

4. Sumur 2 sebagai sumur monitoring
5. Sumur 9 merupakan sumur reinjection pt Dizamatra Powerindo
6. Uap dari manifold Cluster A dan Cluster B digabungkan di manifold yang ada di Cluster A dan interface ke pt Dizamatra Powerindo setelah tekanan disamakan yaitu laju aliran uap  $7.2 \text{ kg/cm}^2$  dan kapasitas uap 88 t/h. Pertamina dan Dizamatra sama sama memiliki Rock Muffler yang berguna untuk membuang uap ke udara apabila terjadi trip dan Rock Muffler milik Pertamina akan beroperasi otomatis bila tekanan uap mencapai 11 bar dan Rock Muffler milik Dizamatra akan beroperasi bila tekanan uap mencapai 8 bar yang melalui katup safety relay
7. Uap yang masuk ke pt Dizamatra akan masuk kedalam demister untuk memisahkan uap dengan air. Uap masuk kedalam turbin dengan laju aliran  $4.8\text{-}5.2 \text{ kg/cm}^2$  dan memiliki temperature  $152\text{-}160^\circ\text{C}$  dan akan memutar generator. Sisa uap dari dalam turbin akan masuk kedalam kondensor dan diubah menjadi air dengan temperature (- 68 sd 73kpa) dan akan dihisap oleh Hot Water Pump dengan temperature antara  $53\text{-}56^\circ\text{C}$  dan diteruskan ke Cooling Tower untuk didinginkan setelah didinginkan dengan temperature antara  $25\text{-}28^\circ\text{C}$  akan masuk kembali ke dalam Kondenser. Vacum Pump berfungsi untuk menjaga ke vacuum didalam Kondenser.
8. Sebagian air dari Cooling Tower akan masuk ke Setting Basin dan di reinjeksikan ke sumur 9 milik Pertamina yang berada di Cluster C

Uap dari Pertamina masuk ke Demister melalui pipa yang dilengkapi dengan Safety Relay Valve yang berfungsi untuk menjaga apabila terjadi trip, maka uap akan disalurkan ke Rock Muffler yang berfungsi untuk pembuangan uap ke alam bebas. Uap yang masuk ke Demister dipisahkan antara uap dan titik-titik air, air sendiri akan masuk ke settling basin untuk di reinjeksikan kembali ke bumi. Uap basah dari Demister masuk ke Main Steam Valve dibagi ke dua pipa dan masuk ke dalam turbin yang diatur oleh Katup Governor. Uap akan menghantap sudu-sudu turbin yang terdiri dari 8 tingkatan. Sudu turbin akan bergerak dan generator akan berputar dan menghasilkan listrik sedangkan sisa uap turbin akan masuk ke Kondensor dan uap akan diubah menjadi air. Air panas yang di Kondensor akan dihisap oleh Hot Water Pump yang disalurkan ke Cooling Tower untuk didinginkan dan masuk ke Water Basin. Air yang telah didinginkan oleh Cooling Tower akan masuk kembali ke Kondensor dan untuk menjaga kevakuman di dalam Kondensor maka Vacuum Pump bekerja karena hasil kerja turbin akan maksimal apabila kevakuman Kondensor mencapai  $-71^{\circ}\text{C}$  dan disebut dengan Siklus tertutup.

Untuk pendinginan sendiri air dingin dari cooling tower akan masuk ke Cooling Water Pump dan digunakan untuk mendinginkan Oil Cooler, Air Cooler, Exchanger, Steam Seal Cooler dan lain sebagainya.

Arus yang dihasilkan oleh generator dengan tegangan 6 Kv akan langsung masuk ke trafo step up 20 Kv. Arus yang masuk melalui generator 20 Kv akan masuk ke jaringan PLN setelah proses sinkronisasi. Untuk pemakaian sendiri arus yang dihasilkan generator akan mengalir ke trafo 0.4 Kv dan arus yang melalui generator 0.4 Kv akan digunakan untuk memutar motor-motor sendiri yang memiliki tegangan 380 Kv. Jika terjadi trip di Dizamatra maka PLN akan menyalurkan arus dengan tegangan 20 Kv dan akan masuk ke trafo step down 0.4 Kv yang digunakan untuk memutar motor-motor sendiri

Bila menggunakan Genset (Disel) arus masuk ke Change Over switch melalui master control room dan akan stand by di house transformer setelah melalui trafo 6 Kv. PLN dan pt Dizamatra didalam menyalurkan arus menggunakan kode 11, 12, 13, 14 dimana 11 adalah PLN menyalurkan/mengirim arus ke pt Dizamatra dan 12 pt Dizamatra menyalurkan/mengirim arus ke PLN dan untuk 13, 14 adalah sebagai perbandingan.

## 5.2 Maintenance

Perawatan (maintenance) adalah hal yang sangat penting dalam suatu sistem pembangkit yang bertujuan untuk mendapatkan kondisi-kondisi dari sistem yang baik dan siap dipakai.

Metode yang digunakan untuk melakukan perawatan terdiri dari 3 metode yaitu:

### 1. Preventive Maintenance

Perawatan secara berkala tanpa menunggu mesin/peralatan pada sistem rusak terlebih dahulu, bentuk dari preventive maintenance antara lain

- ♦ Menjaga kebersihan mesin, instalasi PLTPB dan lingkungan
- ♦ Pemeriksaan kebocoran-kebocoran pada sistem mis; tangki, pipa dll
- ♦ Pemeriksaan Ph air dengan menambahkan NaOH untuk menurunkan kadar korosif air sehingga tidak masuk sistem
- ♦ Melakukan analisa data dari operasional harian turbin maupun peralatan lainnya
- ♦ Pemeriksaan dan penggantian minyak oli secara rutin mis; oli turbin, roda gigi dan unit lainnya
- ♦ Melakukan pengecatan pada mesin-mesin, pipa dan peralatan pendukung lainnya untuk mencegah korosif

## 2. Corective Maintenance

Perawatan yang dilakukan dengan cara memperbaiki mesin-mesin dan peralatan instalasi PLTP yang mengalami kerusakan, antara lain

- ♦ Mengganti suku cadang yang rusak dengan persediaan yang ada apabila tidak ada maka akan dilakukan pembelian suku cadang yang baru
- ♦ Mendatangkan ahli khusus untuk memperbaiki peralatan yang rusak dan jika tidak mungkin melakukan perbaikan maka akan dilakukan penggantian peralatan baru dengan terlebih dahulu

## 3. Improment Maintenance

Perawatan dengan melakukan penjadwalan ulang terhadap pemeliharaan suatu peralatan dengan tujuan mendapatkan suatu hasil maupun performance dari peralatan tersebut

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

Kerja Praktek ( KP ) adalah salah satu bentuk pendidikan dengan cara memberikan pengalaman belajar kepada mahasiswa untuk hidup ditengah tengah masyarakat (perusahaan atau instansi pemerintah atau swasta ) diluar kampus, dan secara langsung mengidentifikasi serta menangani masalahmasalah yang dihadapi. KP dilaksanakan oleh perguruan tinggi dalam upaya meningkatkan isi dan bobot pendidikan bagi mahasiswa dan untuk mendapatkan nilai tambah yang lebih besar pada pendidikan tinggi. Dan Kerja praktek merupakan salah satu bukti adanya interaksi antara industri dengan lembaga pendidikan yang merupakan jembatan bagi mahasiswa khususnya, yaitu mengenal dan memahami bagaimana dunia industri itu sebenarnya, sebelum nanti masuk ke dunia industri tersebut.

Dari hasil praktek secara langsung dan data-data yang telah diperoleh selama melaksanakan Kerja Praktek di PT. Dizamatra Powerindo yang meliputi pengamatan langsung kelapangan, analisa proses kerja alat serta kegiatan lain sebagai bagian integral dalam pelaksanaannya antara lain:

- ◆ Energi panas bumi yang dikelola saat ini bersifat bersih dan aman terhadap lingkungan karena produksinya merupakan siklus tertutup
- ◆ Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi merupakan penghasil energi listrik yang saat ini banyak dimanfaatkan

- ♦ Jenis fluida panas bumi yang dihasilkan geothermal sibayak merupakan sistem panas bumi yang didominasi air sehingga sebelum uap air dialirkan ke turbin harus melalui pemisahan yang benar-benar sensitive antara fasa uap dan fasa cair nya dengan menggunakan separator, scrubber dan demister
- ♦ Energi mekanik yang dihasilkan turbin merupakan perubahan dari energi panas bumi yang akan dialirkan ke generator untuk kemudian dirubah lagi menjadi energi listrik yang di distribusikan ke PLN melalui saluran 20 Kv karena memiliki tegangan yang kecil

## **5.2. Saran**

Semua fasilitas yang tersedia seharusnya dapat benar benar dimanfaatkan oleh para pekerja saat sedang bertugas untuk menghindari resiko kecelakaan kerja



## DAFTAR PUSTAKA

1. Wikipedia, 2011, Steam Turbine, [http://www.wikipedia.org/wiki/steam\\_turbine](http://www.wikipedia.org/wiki/steam_turbine)
2. <http://images.google.co.id>
3. Shlyakhin, P, turbin uap (Steam Turbines) teori rancangan, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1990
4. Ir. Soenarjo Sosrodiharjo, "INTRODUKSI GEOLOGI DAN EKSPLOKASI PANAS BUMI", Dirjen Migas dan Departemen Pertambangan Energi, 1995