

**LAPORAN KERJA PRAKTEK**  
**DI**  
**PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GAS DAN UAP**  
**PLN KITLUR SUMBAGUT SEKTOR BELAWAN**  
**SUMATERA UTARA**

**O**  
**L**  
**E**  
**H**

**JAPRILMAN . S**  
**958120024**



**JURUSAN ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MEDAN AREA**  
**M E D A N**  
**2000**



LAPORAN KERJA PRAKTEK  
DI  
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GAS DAN UAP  
PLN KITLUR SUMBAGUT SEKTOR BELAWAN  
SUMATERA UTARA

Disetujui Oleh :  
PLN KITLUR SUMBAGUT  
SEKTOR BELAWAN

Kepala PLN Sektor Belawan  
  
( Ir . H . Syahban Sinuraya )

Diketahui oleh :  
Koordinator Kerja Praktek  
Jurusan Elektro  
Fakultas Teknik UMA

  
( Ir . Maryam Amin )

Diketahui Oleh :  
Dosen  
Pembimbing

  
( Ir . H . Usman Harahap )

JURUSAN ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN

2000

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan sukur dipanjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kesehatan , kekuatan dan keselamatan penulis dalam melaksanakan Kerja Praktek di Perusahaan Listrik Negara Pembangkitan dan Penyaluran Sumatera Bagian Utara serta dalam menyelesaikan laporan Kerja Praktek ini .

Kerja Praktek merupakan merupakan suatu kewajiban mahasiswa jurusan teknik elektro Universitas Medan Area Yang dicantumkan didalam pedoman kerja praktek dan dalam hal ini mahasiswa dituntut untuk bekerja sebaik – baiknya . Penulis memilih lokasi kerja praktek pada mesin – mesin pembangkit listrik yang berada dibawah naungan PLN Pembangkit dan Penyaluran Sumatera Bagian Utara khususnya pada Sektor Belawan .

Dengan selesainya Kerja Praktek dan sampai pada penyusunan laporan ini , penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Koordinator Kerja Praktek Jurusan Teknik Elektro Universitas Medan Area .
2. Bapak Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas teknik Universitas Medan Area .
3. Bapak Dosen Pembimbing Praktikan .
4. Bapak Kepala PLN Sektor Belawan yang telah memberikan izin bagi penulis untuk melaksanakan Kerja Praktek .
5. Karyawan / karyawanati yang telah membantu penulis selama melaksanakan Kerja Praktek .

Dalam penyusunan laporan Kerja Praktek ini , penulis menyadari dengan sesungguhnya bahwa masih banyak terdapat kesalahan baik dalam teknis penulisan maupun dalam teoritis semua itu dikarenakan keterbatasan kemampuan serta pengalaman dalam penyusunan .

Oleh karena hal tersebut , penulis dengan segala kerendahan serta hati yang terbuka untuk menerima kritikan dan saran yang bersifat membangun dari setiap pembaca laporan ini .

Semoga laporan ini berguna untuk penulis , pihak PLN Sektor Belawan dan Almamater yang saya cintai .

Medan 9 April 1999

Penulis

Japrilman. S

## DAFTAR ISI

	Hal
KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	iii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
I.1 Tujuan Kerja Praktek .....	1
I.2 Sejarah Singkat PLN Sektor Belawan .....	1
BAB II KEDUDUKAN PLN SEKTOR BELAWAN PADA SISTIM SUMATERA UTARA .....	4
II.1 Umum .....	4
II.2 Pemilihan Lokasi .....	5
II.3 Susunan Organisasi .....	6
II.4 Pembangunan PLTGU .....	7
BAB III PENGGERAK MULA .....	9
III.1 Turbin Gas .....	9
III.2 Sistim Pelumasan .....	12
III.3 Pengaman Turbin .....	17
III.4 Start Up Procedure .....	18
III.5 Shut Down Program .....	19
BAB IV PERALATAN LISTRIK .....	20
IV.1 Generator .....	20
IV.2 Prinsip Kerja Generator .....	21
IV.3 Excitation System .....	24
IV.4 SFC .....	26
IV.5 Transformator .....	28

BAB V	PLTGU .....	31
V.1	Heat Recovery Steam Generator .....	31
V.2	Condensor .....	33
BAB VI	SISTIM KELISTRIKAN .....	34
VI.1	Sistim AC .....	34
VI.2	DC Sistim .....	35
VI.3	UPS Sistim .....	36
VI.4	Emergency Diesel Generator Set .....	37
BAB VII	PENUTUP .....	38
VII.1	Kesimpulan .....	38
VII.2	Saran .....	38
DAFTAR PUSTAKA	.....	39
LAMPIRAN	1. Susunan Organisasi No 008 / W.II/1984 .....	40
	2. Susunan Organisasi No 009A/ W.II/1984 .....	41
	3. Susunan Organisasi No 003 / Wil-II/1989 .....	42
	4. Susunan Organisasi No 035K/023/PW.II/1991 .....	43
	5. Gambar Lub Oil Sistim dengan Pendingin Udara ....	44
	6. Simpel Start Up Program .....	45
	7. Simpel Shut – Down Program .....	46
	8. Data – data Transformator Utama GT 22 .....	47

# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1 Tujuan Kerja Kerja Praktek

Tujuan Kerja Praktek Merupakan suatu kewajiban maupun syarat bagi setiap mahasiswa jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Medan Area Yang dicantumkan didalam kurikulum ( GBPP ) dan pedoman kerja praktek , dalam hal ini mahasiswa yang bersangkutan dituntut untuk bekerja dengan sebaik – baiknya .

Kerja Praktek yang dilaksanakan sangat berkaitan dengan materi yang diperoleh di bangku perkuliahan yang berupa teori - teori , dimana teori tersebut harus disejajarkan ( paralel ) dengan prakteknya untuk memperoleh pengalaman yang lebih baik dan dibutuhkan . Pengalaman yang diperoleh selama kerja Praktek berlangsung , hendaknya mahasiswa mampu memahami dan menerapkan pada waktu dan tempat yang membutuhkan . Untuk hal ini mahasiswa harus memilih lokasi yang dianggap tepat dan sesuai dengan yang dibutuhkannya . Hal ini praktikan memilih lokasi Kerja Praktek tersebut di PT PLN Kitlur Sumbagut Sektor Belawan untuk dapat mempelajari keadaan dari sistim pembangkitan tenaga listrik yang mengusahakan penyaluran daya , pengembangan dan perencanaan serta permasalahan – permasalahannya yang ada pada saat ini maupun pada saat yang akan datang . Adapun tujuan Kerja Praktek ini di fokuskan untuk mempelajari :

1. Penggerak mula ( prime mover )

Untuk mengetahui atau mempelajari mesin – mesin pembangkit mula dan penggerak mula ( prime mover ) mahasiswa atau praktikan mengikutinya di Pembangkit Listrik Tenaga Gas Dan Uap ( PLTGU ) pada Blok I dan II yang berkapasitas daya terpasang total 630 Mw .

2. Bidang Elektik ( Electric System )

Untuk mempelajari pengetahuan - pengetahuan tentang peralatan maupun sistim yang berhubungan dengan bidang kelistrikan serta permasalahan yang dihadapi .

### **I.2 Sejarah Singkat PLN Sektor Belawan .**

Perusahaan Listrik Negara Sektor Belawan , adalah salah satu unit kerja diantara PLN yang ada dilingkungan PT PLN Kitlur Sumbagut yang bertugas mengelola unit - unit pembangkit guna kebutuhan konsumen yang sebelumnya PLN Sektor Belawan ada dibawah lingkup kerja PLN Wilayah II .

Pada Tahun 1973 studi kelayakan oleh OCTA ( pemerintah Jepang )

Pada Tahun 1974 studi kelayakan oleh team survey Direktorat Bina Program .

Pada 31 Oktober 1974 Pengusulan Lokasi Proyek antara lain :

Kampung Belawan III , Kampung Belawan II , Muara Sungai Dua serta Pulau Naga Putri .

Pada tahun 1975 Survey bersama Energoinvest (Yugoslavia) dan PLN Proyek Induk & Jaringan Sumatera Utara .

Pada tahun 1977 Lokasi Pembangunan Pembangkit Listrik ditentukan yaitu pada lokasi pulau Naga Putri sekaligus dengan penandatanganan kontrak antara PLN dan Energoinvest Jugoslavia dengan nomor kontrak PJ .055 / PST / 1977.

Pada tanggal 24 Juni 1983 SK Pembentukan Sektor Belawan dengan nomor No . 125 / Dir / 1983 .

Pada tanggal 22 maret 1984 Penandatanganan SK Susunan Organisasi .

Oleh karena meningkatnya kebutuhan akan Energi Listrik yang harus dilayani , maka PLN Sektor Belawan Juga menambah mesin - mesin pembangkitnya yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan akan energi listrik terutama di daerah Sumatera Utara yang begitu pesatnya sesuai dengan laju pembangunan yang dicanangkan oleh pemerintah . Unit Pembangkit yang dibangun , juga dilengkapi dengan fasilitas lainnya antara lain : Kantor , Bengkel , Gudang , Water Treatment , laboratorium dan sarana lainnya . Oleh karena bertambah beratnya tugas yang dipikul oleh PLN Sektor Belawan , berikut ini ditanda tangannya SK Susunan Organisasi antara lain :

SK Susunan Organisasi No . 008 / W. II / 1984 . tanggal 22 Maret 1984.

SK Susunan Organisasi No. 009A / W. II / 1984. tanggal 19 April 1984.

SK Susunan Organisasi No.003 / W.II / 1989. tanggal 31 Januari 1989.

SK Susunan Organisasi No. 035. K/ 023 / PW.II / 1991. tanggal 9-9-1991.

## BAB II

### KEDUDUKAN PLN SEKTOR BELAWAN PADA SISTIM SUMATERA UTARA

#### II.1 Umum

PLN Sektor Belawan adalah salah satu pengelola unit pembangkit energi listrik yang terpusat di pulau Naga Putri Belawan yang berjarak kira - kira 24 Km dari pusat kota Medan . Hampir 90. % daya listrik disalurkan melalui pembangkitan Belawan ke Sistim Sumatera Utara . Untuk pembangkit yang ada terpasang di pulau Naga Putri sicanang Belawan adalah sebagai berikut :

1. 4 ( empat ) unit PLTU  $4 \times 65 \text{ Mw} = 260 \text{ Mw}$

2. Blok I PLTGU terdiri dari :

PLTG 1.1 = 120 Mw

PLTG 1.2 = 130 Mw

S. T 1.0 = 150 Mw

3. Blok II PLTGU terdiri dari :

PLTG 2.1 = 135 Mw

PLTG 2.2 = 135 Mw

S. T 2.0 = 160 Mw

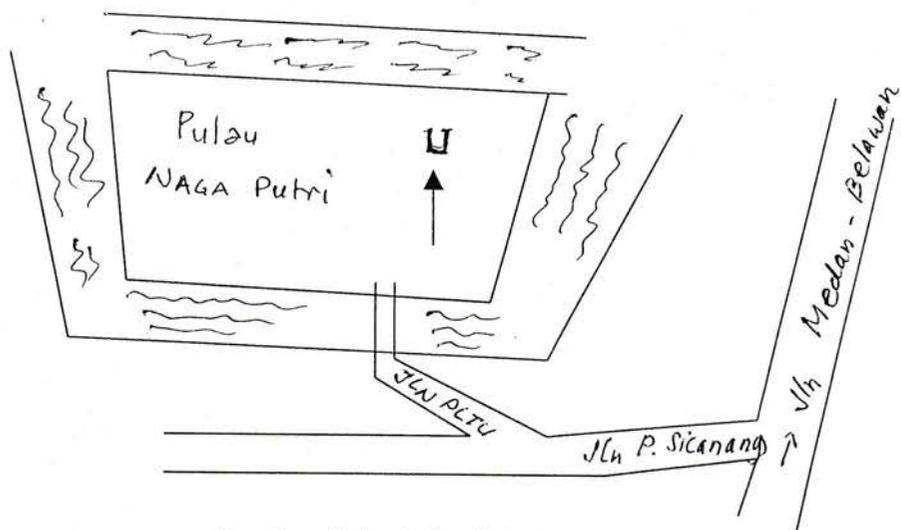
Total Daya terpasang adalah = 1090 Mw.

Keseluruhan Mesin pembangkit menggunakan bahan bakar minyak . Untuk PLTU jenis minyak yang digunakan adalah HFO yang biasa disebut Residu .

Sedangkan bahan bakar PLTG menggunakan bahan bakar Gas dan Solar ( Dual Fuel ) namun untuk S.T tidak menggunakan bahan bakar minyak dan hanya menggunakan Gas buang ( exhaust gas ) PLTG .

## II.2 Pemilihan Lokasi

Umumnya lokasi atau tempat yang akan dibangun , terlebih dahulu diadakan study kelayakan . Hasil study kelayakan yang dilakukan oleh team OCTA dari pemerintah Jepang serta team dari PLN Pusat pada bulan Agustus 1973 , kemudian survey dilanjutkan kembali oleh team ahli dari Energoinvest Jugoslavia bersama - sama dengan PLN Pusat , maka dipilihlah lokasi yang berada di pulau Naga Putri yaitu suatu lokasi dengan luas areal lebih kurang 47 Ha . Lokasi Pulau Naga Putri sangatlah cocok untuk pembangunan pembangkit tenaga listrik disamping jauh dari pemukiman penduduk , pulau tersebut dikelilingi oleh muara sungai sehingga sangat memudahkan untuk transportasi bahan bakar yang menggunakan kapal tanker .



Gambar 2-1 Lokasi Pulau Naga Putri

### II.3 Susunan Organisasi

Susunan Organisasi adalah merupakan salah satu pembagian kelompok kerja dari pemimpin ( Kepala ) kepada bawahannya dan melalui susunan organisasi kita dapat mengetahui tugas dan tanggung jawab yang diberikan kepada kita . Oleh karena semakin berkembangnya suatu perusahaan , maka semakin banyak pula tugas maupun tanggung jawab yang harus dipikul . Demikian pula halnya dengan PLN Sektor Belawan yang pada mulanya hanya mengelola dua buah pembangkit yaitu PLTU unit 1 dan 2 kemudian karena tingginya permintaan pelanggan tentang penggunaan energi listrik , maka harus menambah mesin - mesin pembangkit sebanyak dua buah lagi yaitu PLTU Unit 3 dan 4 . Untuk membangun mesin – mesin pembangkit , dibutuhkan waktu yang lama yaitu berkisar dua sampai tiga tahun sementara permintaan pelanggan akan energi listrik semakin tinggi dan akhirnya jumlah pembangkit yang terpasang pada lokasi pulau Naga Putri sebanyak sepuluh unit . Dapat dibayangkan betapa berat tugas yang di emban oleh PLN Sektor Belawan sementara disamping penyaluran energi listrik untuk pelanggan , mesin - mesin pembangkit dituntut pula harus dalam kondisi yang baik serta keandalan yang tinggi . Untuk mendapatkan semua itu haruslah dengan melaksanakan pemeliharaan yang kontiniu dan untuk itu pembagian tugas yang dituangkan dalam Susunan Organisasi dapat berubah sewaktu – waktu seiring dengan perkembangan . Selanjutnya dilampirkan Susunan Organisasi PLN Sektor Belawan semenjak Pertama kali .

## II.4 Pembangunan PLTGU

Rencana dan strategi perusahaan lima tahun ( RENSALITA ) yang telah ditetapkan PLN pusat 1989/1990 – 1993/1994 maka PLN Wilayah II ( pada waktu itu ) melaksanakan RENSALITA tersebut.

Adapun RENSALITA 1989/1990 – 1993/1994 tersebut memuat empat sasaran pokok terpadu antara lain :

1. Peningkatan Pelayanan.
2. Peningkatan efisiensi.
3. Peningkatan mutu dan keandalan.
4. Peningkatan Pemasaran.

Perusahaan Listrik Negara Wilayah II dalam Repelita demi Repelita berupaya mendukung kebijaksanaan Pemerintah Daerah Sumatera Utara dengan meningkatkan penyediaan Listrik yang diprioritaskan di bidang pengembangan Industri, Pariwisata dan Pertanian. Untuk itu perlu penambahan unit pembangkit Sektor Belawan yang terutama berada dilokasi Pulau Naga Putri. Sesuai yang telah direncanakan sebelumnya, maka dibangunlah Unit Pembangkit Combined Cycle Block I. Dengan memanfaatkan PLTG 1.1 yang telah ada. Pembangunan Pembangkit Combined Cycle Block I terdiri dari 2 ( dua ) buah PLTG dan 1 ( satu ) buah PLTU. Berhubung karena PLTG 1.1 telah ada maka PLN hanya membutuhkan satu buah PLTG dan satu buah PLTU. Demikianlah pembangunan tersebut terus berlanjut sampai kepada Block II.

Dengan melalui Step Up Transformator ( Main Transformator ) tegangan Generator 10,5 Kv dinaikkan menjadi 150 Kv dan disalurkan ke Sub Station atau disebut juga Switch Yard 150 Kv yang mempunyai Busbar ganda yaitu Busbar A dan B dimana busbar ini menggunakan sistim 1,5 ( one half ) Breaker kemudian Tegangan 150 Kv tersebut disalurkan melalui OHL ( Over Head Lines ) antara lain :

- Gardu Induk 150 Kv Sungai Rotan yang terletak disebelah Timur kota Medan dengan menggunakan double sirkit.
- Gardu Induk 150 Kv Binjai yang juga menggunakan double sirkit.

Selanjutnya dari GI Sungai Rotan , tegangan disalurkan kembali ke GI Paya Pasir dan GI Tebing Tinggi, melalui GI T.Tinggi ke GI Kuala Tanjung dan GI Pematang Siantar serta GI Rantau Prapat. Sedangkan GI Binjai disalurkan lagi ke GI Paya Geli dan GI Pangkalan Berandan. Melalui GI Pangkalan Berandan kemudian disalurkan lagi ke GI Langsa yang berada di Propinsi Daerah Istimewa Aceh. Setiap Gardu Induk, tegangan 150 Kv diturunkan kembali menjadi 20 Kv kemudian dibagi menjadi beberapa Feeder lantas disalurkan melalui Jaringan Tegangan Menengah atau disebut dengan JTM . Selanjutnya melalui JTM tegangan kembali diturunkan dari 20 Kv menjadi 0,4 Kv yaitu dengan menggunakan Trafo Distribusi ..Melalui Jaringan Tegangan Rendah ( JTR ) . Kemudian dibagi dan disalurkan ke pelanggan yang disesuaikan dengan permintaan.

## BAB III

### PENGGERAK MULA

#### III.1 Turbine Gas

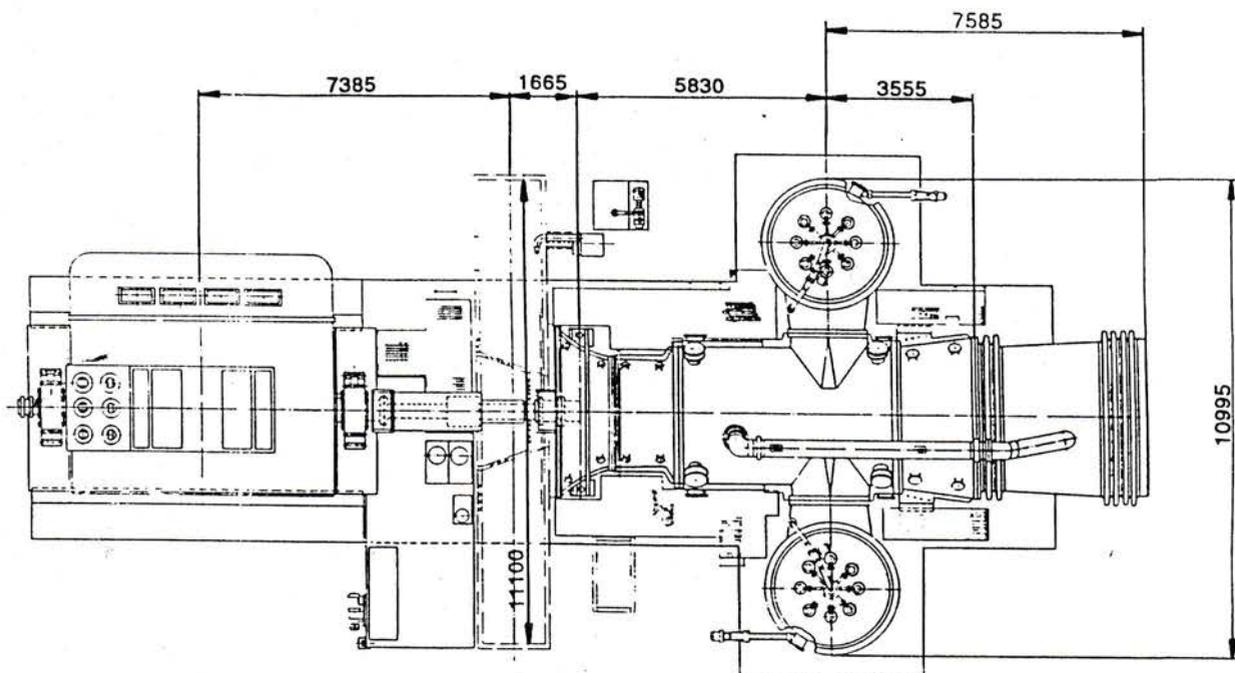
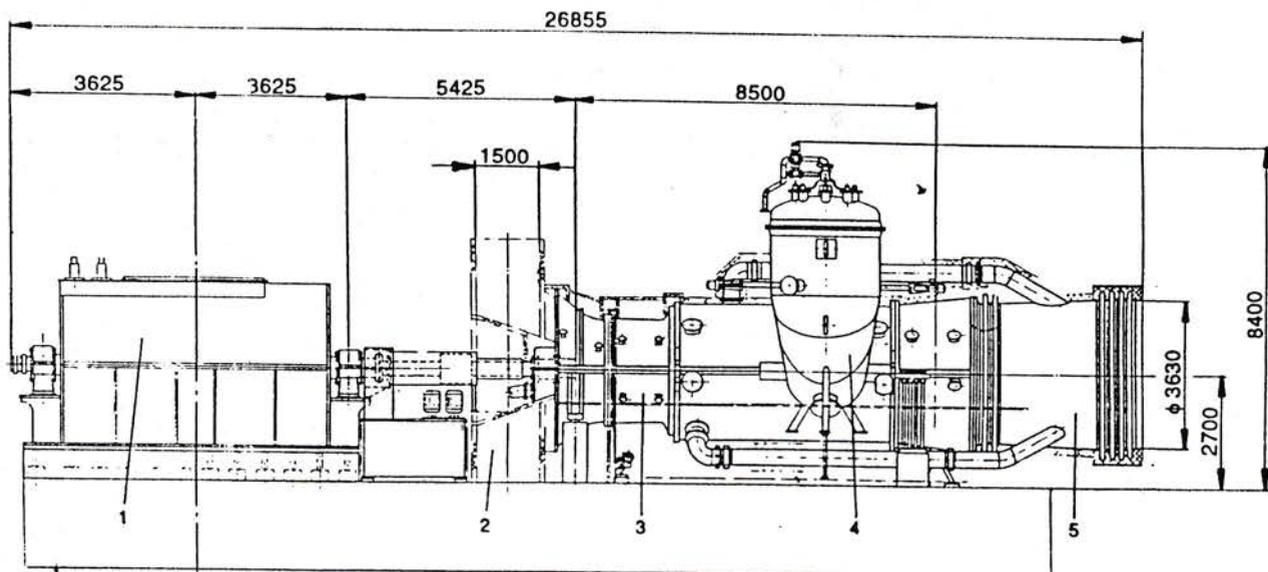
Turbine gas yang digunakan pada PLTGU blok I dan II adalah Turbin Gas Type V 94.2 Buatan Siemens Germany. Turbine Gas dirancang dengan menggunakan Dual Fuel ( dapat menggunakan bahan bakar gas dan juga bahan bakar solar ) Bahan bakar Gas disuply langsung oleh Pertamina dengan menggunakan pipa saluran gas yang dipasang langsung dari Pangkalan Berandan . Sementara bahan bakar minyak solar , juga disuply oleh Pertamina melalui kapal tanker dan dimasukkan kedalam tangki penimbunan . Setiap turbine mempunyai ruang bakar sebanyak dua buah dan masing – masing mempunyai delapan buah burner . Penyalaan burner menggunakan ignition dimana masing – masing ignition menggunakan transformer dengan tegangan 5 sampai 7 kilo volt . Pembakaran yang pertama menggunakan bahan bakar gas Elpiji yaitu yang disebut Propane Gas . Poros Turbine dan kompressor, dihubungkan langsung dengan poros Generator dengan jumlah putaran 3000 Rpm hal ini disesuaikan dengan jumlah kutub generator untuk mengeluarkan frekuensi 50 Hz . Temperatur gas buang turbine ( exhaust gas ) berkisar  $525^{\circ}\text{C}$  , dimanfaatkan untuk memanasi air yang berada pada ketel HRSG ( Heat Recovery Steam Generator ) guna untuk memproduksi uap bagi kebutuhan PLTU . Dengan menggunakan sistim dual fuel , para operator dapat sewaktu – waktu menukar bahan bakar dari gas ke minyak atau sebaliknya tanpa mengganggu kondisi operasi unit .

Berikut ini data – data turbine gas yang di pergunakan pada pembangkit PLTGU Blok II.

Type: V94.2	Unit	Base load		Peak load	
Fuel	--	HSD Fuel	Fuel gas	HSD Fuel	Fuel gas
Lower calorific value	kJ/kg	40090	47320	40090	47320
Power output at generator terminals	kW	126900	130200	135300	139000
Thermal efficiency $\eta$ at terminals	--	0.310	0.313	0.312	0.315
Heat rate $1/\eta$	--	3.230	3.194	3.206	3.171
Turbine inlet temp. (calc. to ISO 2314) approx.	$^{\circ}\text{C}$	1050	1050	1090	1090
Compressor pressure ratio	--	10.04	10.09	10.20	10.25
Exhaust gas flow	kg/s	477.1	475.6	477.7	476.2
Temperature of exhaust gas in stack	$^{\circ}\text{C}$	565	564	592	591
Enthalpy of exhaust gas	kJ/kg	616	624	647	656
Fuel flow	kg/s	10.22	8.79	10.82	9.31
Weighting factor for operating hours <sup>1)</sup>	--	1	1	4	4
Reference conditions:					
■ Speed	$\text{s}^{-1}$	50			
■ Ambient temperature	$^{\circ}\text{C}$	30			
■ Barometric pressure	bar	1.013			
■ Pressure loss at compressor inlet	bar	0.010			
■ Pressure loss at turbine outlet	bar	0.035			

Generator type	--	TLRI 108/41
Type of starter	--	AEG - Start-up converter
Max start-up rating	kW	2900

		Normal gradient	Fast gradient
Time from startup to $50 \text{ s}^{-1}$	s	240	240
Time from startup to base load	s	960	480
Weighting factor for starts and loading <sup>1)</sup>	--	10	10 + 10



- 1 Generator
- 2 Intake duct
- 3 Turbine/compressor
- 4 Combustion chamber
- 5 Exhaust diffuser

Gambar 3 – 1 Out line dari Turbine Gas Type V 94.2

### III.2 Sistim Pelumasan

Untuk menghindari kerusakan pada bagian – bagian yang bergerak terutama akibat adanya friction atau mencegah gangguan sekecil mungkin pada waktu sedang beroperasi dibagian bantalan turbine dan generator serta gear - gear membutuhkan pelumasan yang andal .

Sistim pelumasan pada turbin gas termasuk type sistim sirkulasi bertekanan sehingga merupakan suatu siklus yang tertutup . Sistim pelumasan PLTG dilengkapi dengan beberapa buah pompa antara lain :

1. Pompa pelumas utama ( Main oil pump )

Pompa pelumas utama ini digerakkan oleh motor listrik AC 3 phasa yaitu pompa yang memompakan minyak pelumas ke seluruh bantalan poros turbine dan generator . Jumlah terpasang pada unit PLTG sebanyak dua buah dengan kapasitas  $2 \times 100 \%$  . Disamping untuk pelumasan , pompa juga berfungsi untuk Turning gear dimana turning gear ini gunanya untuk memutar poros turbine dan poros generator pada waktu pertama sekali ( sebelum PLTG di operasikan ) .

2. Bearing Emergency Oil Pump

Pompa Bearing Emergency Oil Pump adalah pompa yang digerakkan oleh motor listrik dengan menggunakan tegangan DC yang diambil dari Battery bank . Peran pompa ini sangatlah penting mengingat beroperasinya pada waktu tegangan Bus-bar 0,4 Kv pemakaian sendiri turun dibawah  $80 \% ( U < 80 \% )$  atau pada saat kondisi black out dan tugas utamanya hanya melumasi bantalan .

Yang dimaksud dengan black out ( black net ), dimana kondisi tegangan AC pemakaian sendiri maupun tegangan sistim tidak ada total . Maka tugas Bearing Emergency Oil Pump menggantikan fungsi Main Oil Pump untuk melumasi bantalan turbine maupun bantalan generator . Bearing Emergency Oil Pump yang terpasang pada PLTG sebanyak satu buah .

### 3. Lift Oil Pump

Lift Oil Pump atau disebut juga dengan Jacking Oil Pump yang berfungsi untuk mengangkat poros turbine maupun generator sebelum poros diputar tujuannya untuk memperingan berputarnya poros dan juga agar tidak terjadi gesekan langsung antara poros dengan bantalan . Oleh karena massa rotor turbin dan generator cukup besar , maka tekanan yang digunakan untuk mengangkat poros juga besar yaitu total berkisar 150 bar .

Minyak pelumas yang sudah dipakai melumasi bantalan , kemudian disalurkan kedalam suatu alat pendingin yang disebut dengan cooler dan sebagai media pendinginnya , digunakan beberapa buah Fan ( kipas angin ) . Minyak pelumas yang kembali dari oil cooler dimasukkan kedalam tangki oil ( oil tank ) . Oleh karena tangki tersebut tertutup rapat sementara temperatur oil masih panas maka dipasang satu buah exhaust fan yang bertujuan menghisap udara panas dari dalam tangki . Adapun temperatur minyak pelumas yang keluar dari cooler berkisar 55° C .



Selanjutnya dibawah ini kami lampirkan data – data dari lubricating oil tank , Lube oil Cooler dan Main lube oil pump.

### Lube Oil Tank

Oil filling quantity	13.2	m <sup>3</sup>
Initial oil filling	14.0	m <sup>3</sup>
Total capacity	16.4	m <sup>3</sup>
1 barrel oil filling increases level by	14.5	mm approx.
Viscosity at 40 °C	46	mm <sup>2</sup> / sec
Oil levels (measured from the top)		
-- normal operation	420	mm
-- oil system not in service	385	mm
-- max. filling	320	mm
-- min. filling	440	mm

### Lube Oil Coolers

Number of coolers available	4
Number req'd for operation	3

### Main Lube Oil Pumps

Number of pumps	2
Manufacturer / Type	KSB / ETA 80 - 20 VL
Discharge pressure	5 bar
Mass flow	28.6 l / sec
Speed	49.2 sec <sup>-1</sup>
Motor rating, nominal	30 kW
Motor current, nominal	32 / 56 A (Star / Delta)

The reproduction, transmission or use of this document or its contents is not permitted without express written authority. Offenders will be liable for damages. All rights, including rights created by patent grant or registration of a utility model or design, are reserved.

Data – data dari sistim parameter pada saat rotor tidak bergerak ( diam ) , rotor berputar pada putaran turning gear , dan dalam keadaan operasi dengan putaran penuh serta data – data dari Emergency Oil Pump dan Lift Oil Pump .

### System Parameters

	Standstill	Turning	Norm. Op.	
Pressure after pump(s)	4.7	3.8	4.5	bar
Pressure in bearing header	2.1	1.8	1.9	bar
Pressure upstream turning gear	0	3.8	0	bar
Current Input ( * per pump)	36.5	43.5 *	37	A
Oil temperature	40	40	50	°C

### Emergency Oil Pump (DC)

Number of pumps	1	
Manufacturer / Type	KSB / ETA 65 - 16 VL	
Discharge pressure	1.2	bar
Mass flow	11.3	l / sec
Speed	35	sec <sup>-1</sup>
Motor rating, nominal	2.95	kW
Motor current, nominal	18.5	A

### Shaft Lift Oil Pump

Number of pumps	1	
Manufacturer / Type	Sauer - Getriebe / 6P 039 - A2	
Discharge pressure, max.	140	bar
Discharge pressure, nom.	100	bar
Mass flow	0.9	l / sec
Motor rating, nominal	15	kW

Pengukuran tekanan minyak pelumas serta pengukuran temperatur dan efek yang ditimbulkan .

### Pressure Measurements

Measuring Point	Function	Effect
MBV21 CP011	Pressure downstream Main Oil Pumps	Alarm at < 3.3 bar Start Standby Pump
MBV21 CP031/032	Pressure Upstream Bearing Header	Alarm at < 1 bar Start Emergency Pump
MBV25 COP011	Duplex Oil Filter Differential Pressure	Alarm at > 0.6 bar
MBV25 CP021	Pressure Upstream Bearing Header	Alarm at < 0.7 bar Monitoring in Control Room
MBV31 CP001	Lift Oil Pressure in Distribution Header	Alarm at < 55 bar

### Temperature Measurements

Measuring Point	Function	Effect
MBV10 CT011	Oil Tank Temperature	Release Turbine Start at >25 °C
MBV10 CT012	Oil Tank Temperature	Lube Oil Heating on at < 27 °C off at > 32 °C
MBV25 CT001	Bearing Feed Temperature	Alarm at > 58 °C

The reproduction, transmission or use of this document or its contents is not permitted without express written authority. Offenders will be liable for damages. All rights, including rights created by patent grant or registration of a utility model or design, are reserved.

### III.3 Pengaman Turbin

Oleh karena harga sebuah Turbin sangatlah mahal, maka harus pula dilengkapi dengan pengaman. Dimana pengaman tersebut mengamankan turbin dari kondisi yang tidak normal. Adapun pengaman yang dapat di jelaskan dari sekian banyak pengaman turbin antara lain ialah :

- |   |            |
|---|------------|
| a. Temperatur Outlet Turbin ( exhaust ) | High       |
| b. Pressure Fuel Oil / Fuel Gas         | Low        |
| c. Bearing Vibration                    | High       |
| d. Pressure Oil Lubricating             | Verry Low  |
| e. Level Oil Tank                       | Verry Low  |
| f. Temperature Bearing / oil            | Verry High |

Kesemuanya bagian – bagian yang diproteksi diatas adalah menjaga agar kondisi operasinya turbin tidak mengalami masalah. Untuk Temperatur Outlet turbin ialah menjaga agar Blade ( sudu – sudu ) turbin tidak over heating. Low Pressure Fuel Oil / Gas adalah agar pembakaran berjalan dengan sempurna di dalam ruang bakar. Vibration tinggi agar tidak ada bagian bagian yang berlepasan pada saat operasi. Sedangkan Tekanan lubricating menjaga adanya minyak yang dipompakan ke bantalan. Selanjutnya Level oil tank adalah menjaga agar pompa tidak terjadi kapitasi sehingga pompa dapat bekerja dengan tekanan yang konstant sedangkan Temperatur bearing adalah untuk mengamankan bearing dari kerusakan. Temperatur Oil adalah untuk menjaga agar Viscositas oil ( kekentalan ) dalam keadaan baik.

### III. 4 Start Up Procedure

Prosedur untuk menjalankan turbin gas yang diciptakan oleh Siemens AG yaitu dengan Full Automatic yang mana prosesnya dilakukan melalui tahap demi tahap. Sebagai pemutar Turbine yang pertama dilakukan dengan menggunakan SFC yaitu Starting Frekuensi Converter dimana sistem ini menggunakan Generator yang berfungsi sebagai motor untuk memutar turbine.

Sebelum Starting Frekuensi Converter digunakan, terlebih dahulu rotor diputar oleh Turning Gear dan ini merupakan syarat utama untuk menggunakan SFC sebelum start. Dengan menggunakan formula

$$N_s = 120 \cdot f / p$$

Dimana  $N_s$  = Putaran

$f$  = frekuensi

$p$  = jumlah kutub

Maka jelaslah bahwa bila frekuensi diberikan harga yang tertentu maka akan berpengaruh kepada putaran. Turning gear hanya mampu memutar poros turbine dan generator sebesar lebih kurang 100 s/d 105 Rpm dan selanjutnya SFC digunakan antara putaran turning gear hingga 2100 Rpm. Adapun structure dari Start Up secara simpel dapat dilihat dari Flow Chart berikut ini.

### III.5 Shut Down Program

Seperti halnya start up, program shut down juga menggunakan sistem full automatic dimana pada saat shut down normal, peran dari Reverse Power Relay sangat diperlukan, ini diharapkan agar turbine terhindar dari kondisi Over speed saat pelepasan beban. Setting relay Reverse Power yang di izinkan pada PLTG maximum sebesar 5 % dari beban nominal PLTG. Untuk menjaga hal – hal yang tidak di inginkan, seperti kegagalan pelepasan Circuit Breaker ( dalam hal ini kegagalan relay ), maka relay Reverse Power di pasang sebanyak 2 ( dua ) buah. Dengan menggunakan perbedaan waktu, sehingga relay di buat dengan sistem kerja bertingkat atau relay yang kedua digunakan sebagai back up. Sumber tegangan yang digunakan untuk relay Proteksi adalah sumber tegangan DC yang juga dirancang dengan sistem Redundant. Keuntungan dari sistem ini adalah , untuk meningkatkan performance (unjuk kerja / keandalan ) sehingga kegagalan relay akan dapat ditekan sekecil mungkin.

Permasalahan serius akan timbul jika terjadi kegagalan pelepasan Circuit Breaker dan terutama Circuit Breaker Generator bila hal ini terjadi, maka akan dapat berakibat fatal bagi sistem pembangkitan.

Untuk itu, sistem dilengkapi dengan Breaker Failure Protection yang mana jika ada kegagalan pembukaan circuit breaker, maka tugas breaker failure yang akan mengisolasi / melepaskan breaker yang lainnya.

## BAB IV

### PERALATAN LISTRIK

#### IV.1 Generator

Secara umum generator merupakan suatu peralatan untuk mengkomersilkan energi mekanik menjadi energi listrik yang berlangsung melalui medan magnet. Generator atau juga disebut dengan Alternator terdiri dari dua bagian yaitu :

1. Stator
2. Rotor

Stator merupakan bagian elemen yang diam yang terdiri dari belitan stator dan inti stator. Sedangkan rotor adalah bagian elemen yang berputar yang mempunyai dua jenis yaitu :

1. Rotor dengan kutub menonjol ( Salient Pole ) yaitu type yang dipakai pada putaran yang rendah seperti turbin air.
2. Rotor Silinder Yaitu suatu rotor dengan permukaan yang rata dan berbentuk silinder type ini digunakan untuk generator Turbo dimana kecepatannya ( putarannya ) tinggi dan ujung belitannya ditutupi oleh alat yang disebut dengan Retaining Ring. Retaining Ring ini berfungsi untuk menahan ujung kumparan agar tidak terlepas keluar pada saat rotor berputar pada kecepatan yang tinggi.

Biasanya Rotor kutub menonjol mempunyai kutub yang banyak sehingga dengan memiliki kutub yang banyak maka putaran yang dibutuhkan untuk mengeluarkan frekuensi 50 Hz, adalah rendah. Sedangkan Rotor silinder biasanya mempunyai dua buah kutub.

## IV.2 Prinsip Kerja Generator

Prinsip timbulnya tegangan pada generator adalah : Bila suatu konduktor digerakkan dalam suatu medan magnet, maka konduktor yang digerakkan tersebut akan membangkitkan gaya gerak listrik ( ggl ), Bila rapat fluksi medan magnet  $B$  ( weber ) dengan panjang efektif konduktor  $L$  ( meter ) dan konduktor digerakkan dengan kecepatan  $V$  ( m/ detik ) , maka perubahan fluksi pada konduktor :

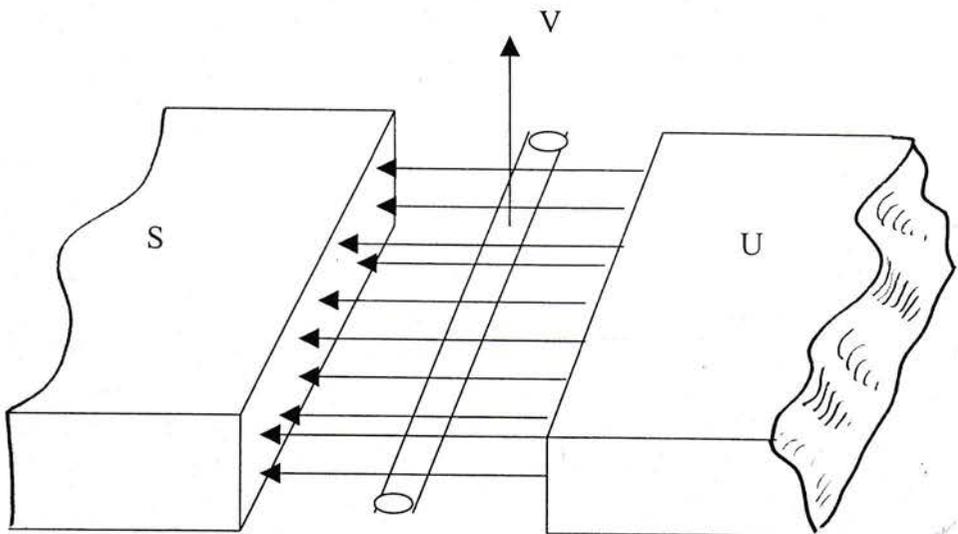
$$d\phi = BL \cdot ds$$

Dari hukum Faraday diketahui ggl :

$$e = \frac{d\Phi}{dt} \quad \text{maka}$$

$$e = \frac{bl \cdot ds}{dt}$$

dimana :  $ds / dt = V = \text{kecepatan}$  .



Gambar 4-1 Prinsip timbulnya Tegangan

Demikian halnya dengan Generator yang terpasang pada pembangkit yang ada di Blok I dan II PLTGU Belawan dimana rotornya mempunyai kutub sebanyak dua buah sehingga putarannya 3000 Rpm Adapun data-data Generator GT 21 dan GT 22 dapat dilihat seperti yang terlampir dibawah ini .

Turbogenerators  
Description

Technical Data  
General and Electrical Data

General	Belawan CAPP - GTG	
Job name	Unit 21	Unit 22
Generator type	TLRI 108/36	
Year of manufacture	1994	
Stator manufacturer's serial no.	M 127554	M 127583
Rotor manufacturer's serial no.	M 127554	M 127583
Shaft identification no.	G-4823	G-5215

Rated Data and Outputs	Turbogenerators
Apparent power	166.0 MVA
Active power	132.8 MW
Current	9 128 A
Voltage	10.5 kV $\pm$ 525 V
Speed	50 s <sup>-1</sup>
Frequency	50 Hz
Power factor	0.8
Inner connection of stator winding / slots	YY / 54
Cont. perm. unbalanced load	10 %
Rated field current for rated output	942 A
Rated field voltage	430 V

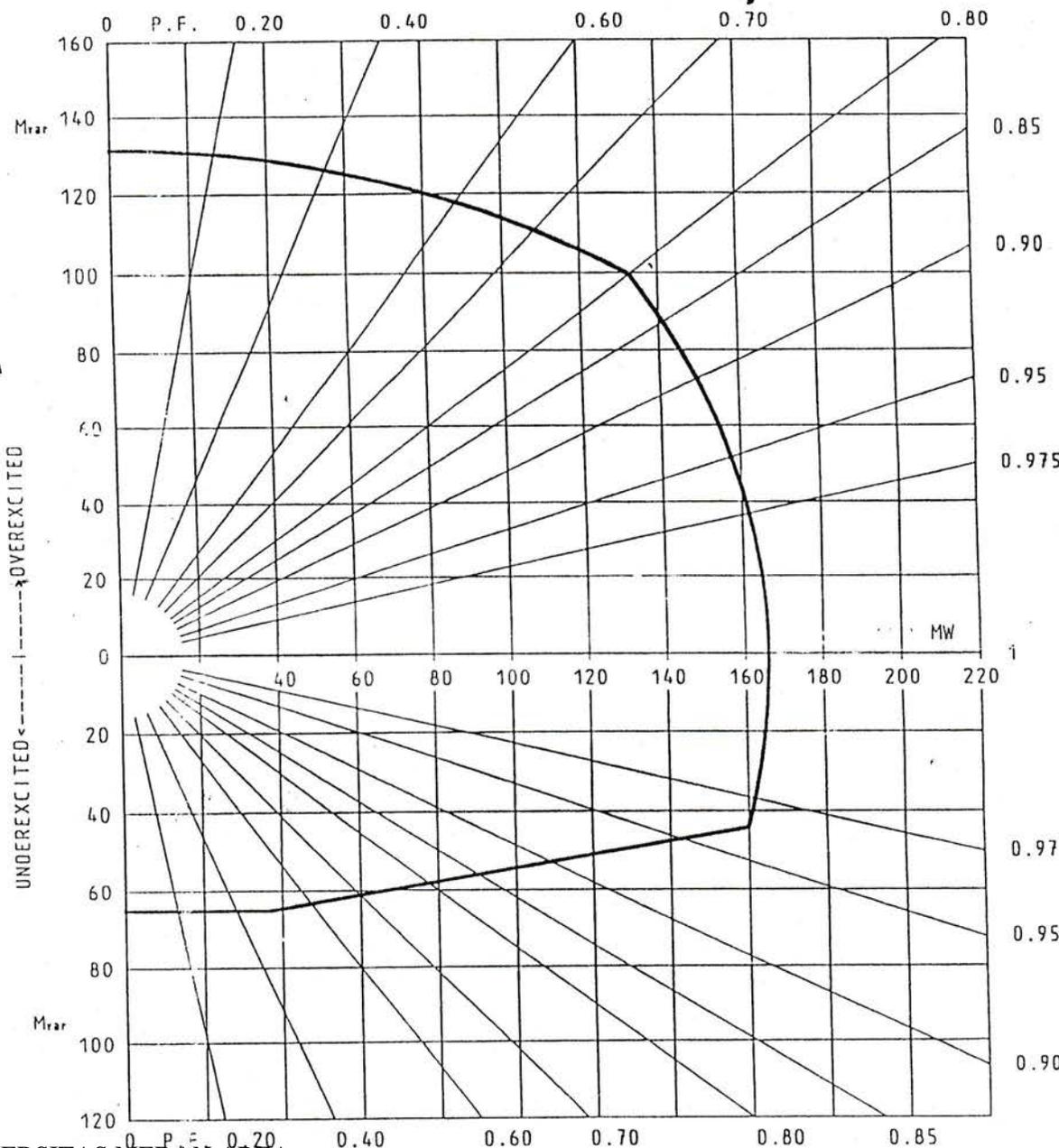
The machine is designed in conformity with IEC 34 and should be operated according to these specifications.  
The field current is not criterion of the load carrying capacity of the turbogenerator.

Resistances in 10 <sup>-3</sup> Ohms at 20 °C		Manufacturer's Serial No.:	
		M 127554	M 127583
Stator winding	U1-U2	0.5823	0.5829
	V1-V2	0.5824	0.5821
	W1-W2	0.5818	0.5825
Rotor winding	F1-F2	323.2	337.4

Demikian halnya dengan pembebanan Generator yang biasanya digambarkan kedalam sebuah kurva yang disebut dengan kurva capability. Melalui kurva Capability kita dapat melihat karakteristik dari Generator tersebut.

Rated Apparent Power	$S_N = 166.0 \text{ MVA}$	Rated Frequency	$f_N = 50 \text{ Hz}$
Rated Active Power	$P_N = 132.5 \text{ MW}$	Power Factor	P.F. = 0.80
Rated Armature Voltage	$V_N = 10.5 \text{ kV} \pm 0.525 \text{ kV}$	Speed	$n_N = 50 \text{ s}^{-1}$
Rated Armature Current	$I_N = 9.128 \text{ kA}$	Cold Air Temperature	$t_K = 40 \text{ }^\circ\text{C}$

Stator No.: M127554 and M127583  
 Rotor No.: M127554 and M127583

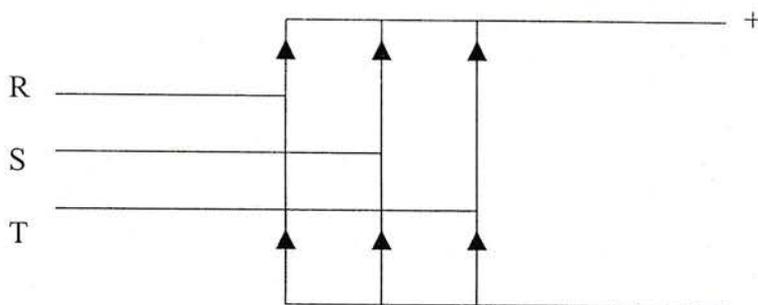


Gambar 4-2 Kurva Capability Generator

### IV.3 Excitation System

Penguat medan generator atau disebut juga dengan excitation adalah suatu peralatan yang berfungsi memberikan arus DC kepada belitan medan Generator yang terletak pada rotor disamping itu juga berfungsi untuk menjaga kestabilan tegangan output .Generator serta mengontrol beban reaktif . Peralatan yang digunakan pada PLTGU adalah dengan menggunakan Medan Stasioner yang berada diluar generator maupun diluar rotor . Oleh sebab itu , maka penyaluran arus DC ke Rotor generator adalah menggunakan cincin seret ( slip ring ) hal ini dapat dikatakan sistim konvensional dimana kebanyakan pada waktu ini menggunakan medan stasioner yang berputar atau Brushless sistim . Adapun alasan dibuat demikian adalah dikarenakan Generator pada waktu akan start difungsikan sebagai motor untuk memutar poros turbin .

Sumber arus searah diambil dari sumber arus AC tiga fasa melalui rangkaian Dioda Bridge yang mana menggunakan penyearah Thyristor guna dapat mengontrol besarnya arus yang dibutuhkan .

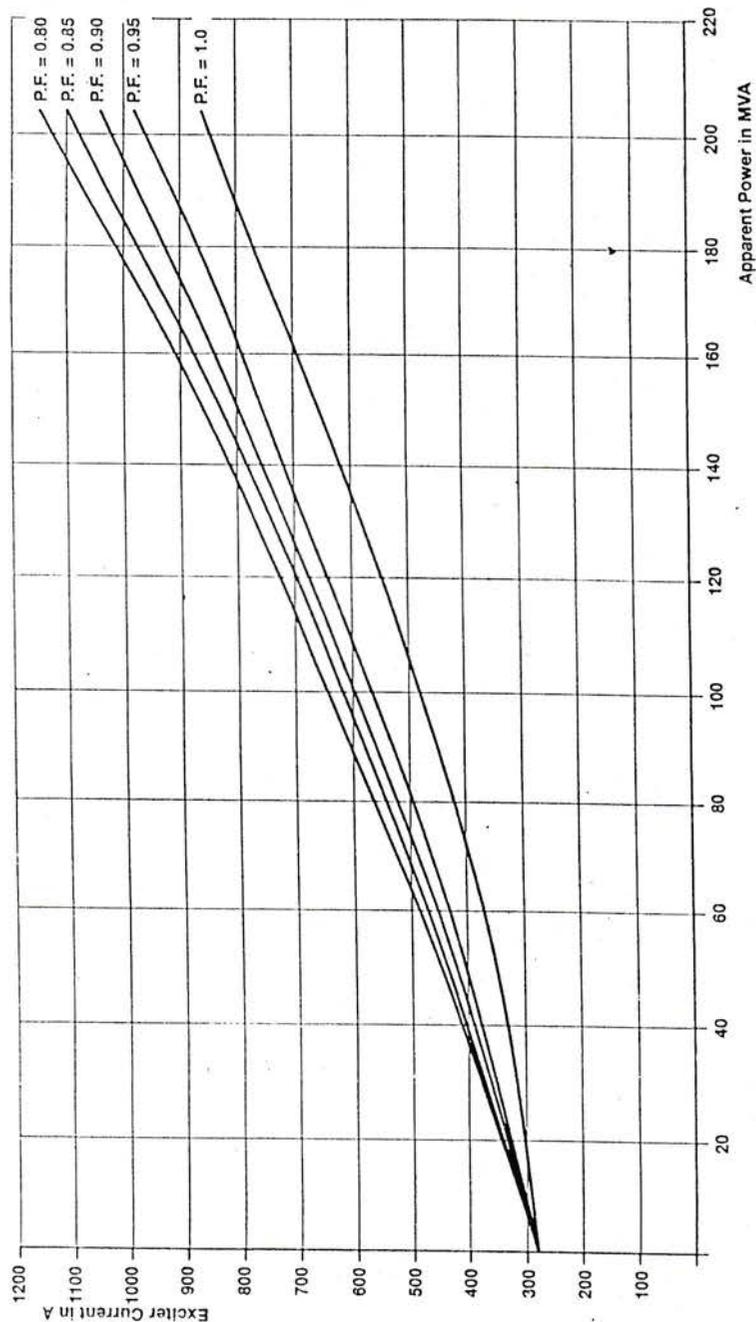


Gambar 4-3 Penyearah 3 fasa gelombang penuh

Berikut ini dilampirkan kurva dari arus excitation dengan power faktor yang berbeda – beda .

Turbogenerators  
Description

Exciter Current Vs.  
Apparent Power and P.F.  
TLRI 108/36  $U_N = 10,5 \text{ kV}$



Gambar 4 – 4 Kurva Arus Excitation

#### IV.4 SFC

Starting Frekuensi Converter yang disingkat dengan SFC adalah suatu peralatan khusus yang dirancang oleh Siemens guna untuk start up gas turbin. Dengan menggunakan formula :

$$N_s = \frac{120 \cdot f}{p} \quad \text{dimana}$$

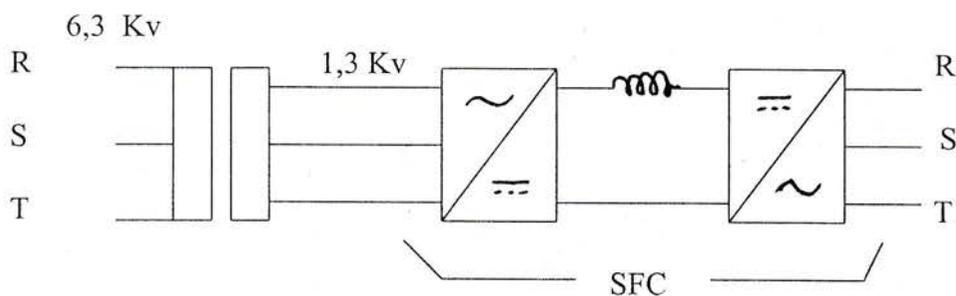
$N_s$  = Putaran sinkron

$f$  = frekuensi

$p$  = jumlah kutub

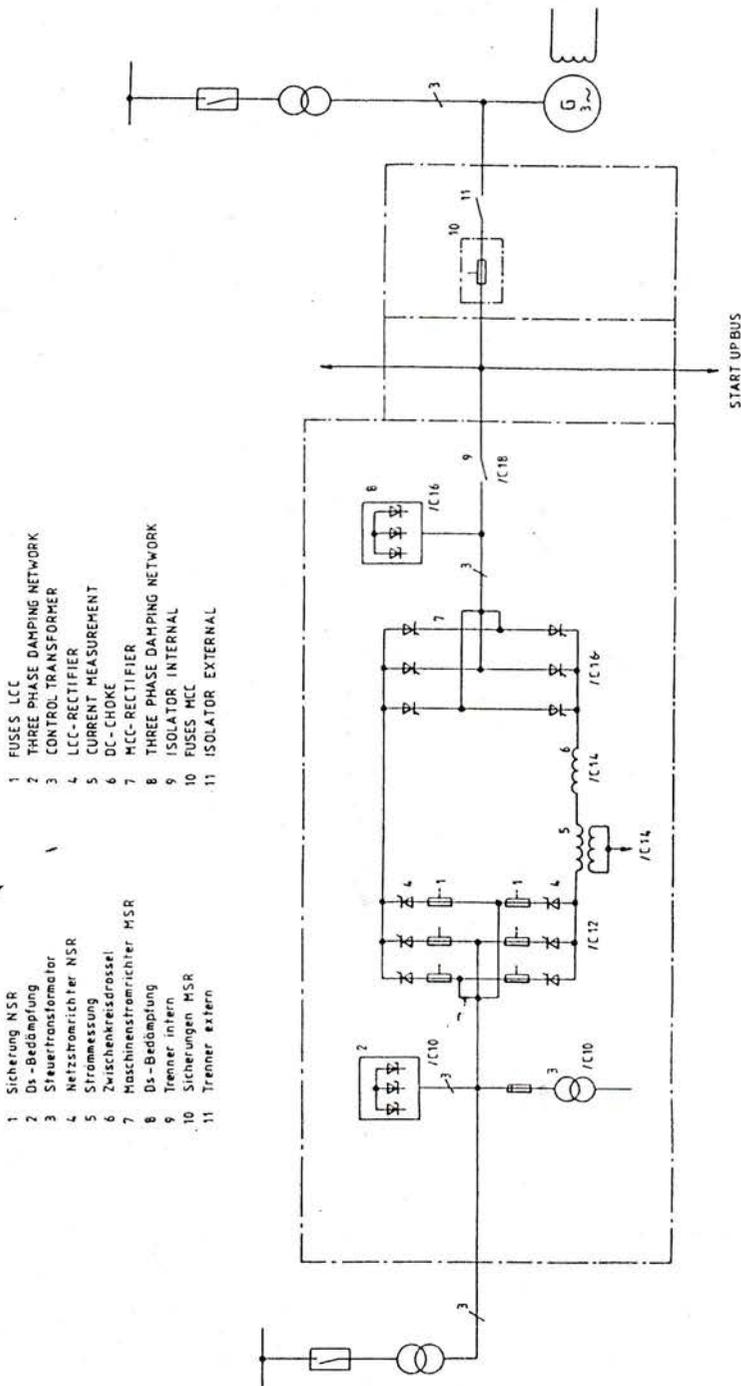
Maka dengan memasukkan harga – harga diatas  $N_s$  dapat berubah .

SFC juga menggunakan sumber arus bolak balik ( AC ) dengan tegangan sebesar 1300 volt untuk disearahkan kemudian tegangan yang telah di searahkan ( DC ) tersebut di buat kembali menjadi menjadi tegangan bolak – balik setelah itu baru dfisalurkan ke Bus Duct generator guna memberi tegangan kepada generator untuk Start Up.



Gambar 4 – 5 Blok diagram SFC

Baik Excitation maupun Starting Frekuensi Converter menggunakan sumber tegangan dari Bus-bar 6,3 Kv pemakaian sendiri yang mana pemakaian sendiri diambil dari Transformer Auxiliary .



Gambar 4 - 6 Diagram Rangkaian Satu garis SFC

#### IV.5 Transformator

Transformator adalah suatu alat listrik yang dapat mengubah energi listrik dari satu atau lebih rangkaian listrik ke rangkaian listrik yang lain melalui suatu gandengan magnet dan berdasarkan prinsip elektro magnet. Transformator digunakan secara luas, baik dalam bidang tenaga listrik maupun elektronika. Penggunaannya dalam sistim tenaga memungkinkan dipilihnya tegangan yang sesuai dan ekonomis untuk tiap – tiap keperluan misalnya : kebutuhan akan tegangan tinggi dalam pengiriman daya listrik jarak jauh.

Dalam bidang elektronika, transformator digunakan antara lain sebagai gandengan impedansi antara sumber dan beban, untuk memisahkan satu rangkaian dari rangkaian yang lain, untuk menghambat arus searah sambil melalukan arus bolak – balik antara rangkaian.

Dalam bidang tenaga listrik pemakaian transformator dikelompokkan menjadi :

1. Transformator Daya
2. Transformator Distribusi
3. Transformator Pengukuran : yang terdiri dari transformator arus dan transformator tegangan.

Kerja Transformator yang berdasarkan induksi elektromagnet menghendaki adanya gandengan magnet antara rangkaian primer dan rangkaian sekunder. Gandengan magnet ini ialah berupa inti besi yang berfungsi untuk tempat melalukan fluks bersama. Berdasarkan lilitan kumparan pada inti dikenal 2 tipe trafo yaitu tipe inti dan cangkang.

Transformator yang digunakan pada PLTG ialah jenis Transformator Daya dengan kapasitas yang sama dengan kapasitas generator . Tegangan primer ( input ) sebesar 10,5 Kv sedangkan tegangan sekundernya ( out put ) sebesar 150 Kv . Transformator juga menggunakan “ On Load “ Tap Changer maksudnya adalah transformator dapat dirobah tegangannya bila dalam keadaan sedang beroperasi . Keuntungan dari On Load tap changer ini adalah tentang pembebanan dimana beban reaktif dapat diatur melalui tap changer tanpa mengganggu pengaturan medan eksitasi generator . Untuk kumparan primer dibuat dengan hubungan segi tiga ( delta ) sedangkan kumparan sekunder dihubungkan dengan hubungan bintang ( star ) . Pergeseran phasa antara Primer dan Sekunder menggunakan vektor  $Y_d$  11 . Kumparan transformator direndam oleh oil transformator dimana oil tersebut berfungsi sebagai isolasi dan pendingin . Ada 3 jenis tipe pendinginan pada trafo daya yang menggunakan minyak yaitu :

ONAN = Oil Natural Air Natural yaitu pendinginan secara alami .

ONAF = Oil Natural Air Fan yaitu pendinginan dengan Fan

ODAF = Oil Draft Air Fan Yaitu pendinginan sirkulasi paksa dan Fan

Minyak yang akan digunakan pada transformator , haruslah diuji tegangan tembusnya yaitu sekitar 2,5 mm dalam 60 Kv Untuk penambahan oil digunakan tangki yang dipasang diatas transformator dan tangki tersebut dinamakan Konservator . Adapun pengaman yang dipasang pada Transformator antara lain : Bucholz relay . Temperatur Winding / oil . Diferensial relay . Over Current relay serta Over fluxing.

Proteksi Bucholz dipasang pada pipa oil yang menuju tangki konservator . Bucholz dipasang pada suatu ruangan dimana dindingnya dipasangi bahan kaca yang gunanya untuk dapat dimonitor . Sistem bekerjanya adalah bila ada gas yang ditimbulkan oleh panas minyak didalam transformator , maka gas tersebut akan naik melalui pipa menuju tangki konservator dan berkumpul diruangan yang disediakan sebagai perangkat persisnya diatas relay bucholz . Bila gas – gas tersebut sudah terkumpul , maka gas tersebut akan menekan bucholz relay kebawah sehingga kontaknya menjadi terhubung dan sekaligus mengirimkan sinyal alarm maupun trip . Selain dari itu , bucholz juga dapat bekerja bila adanya surja minyak yang begitu kuat yang diakibatkan oleh adanya gangguan di dalam transformator . Dan dapat pula bekerja bila level tangki konservator telah kering akibat adanya kebocoran minyak di body transformator maka bucholz yang dipasang terapung pada tempatnya akan turun sehingga membuat kontaknya menjadi terhubung .

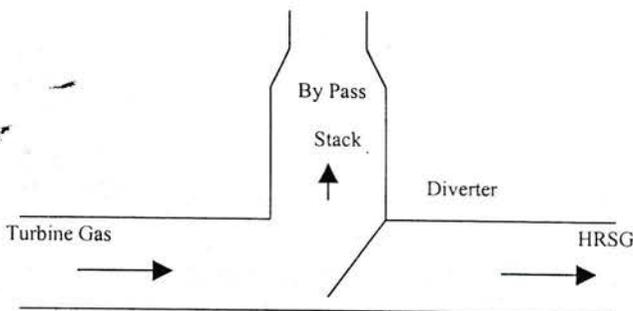
Pengaman bucholz ini dibuat secara bertingkat dimana untuk tingkat pertama hanya memberikan sinyal alarm dan bila tidak ada tindakan maupun perhatian maka kemudian diteruskan ke tingkat yang kedua yaitu sinyal trip . Untuk tingkat alarm , biasanya disebabkan oleh adanya gas yang naik ke tangki konservator . Tetapi bila tingkat alarm tidak ada dan langsung kepada sinyal trip , maka dapat diduga itu berasal dari adanya surja minyak sehingga menurut pengalaman yang dialami banyak orang , transformator tersebut telah mengalami kerusakan .

# BAB V

## PLTGU

### V.1 Heat Recovery Steam Generator

Heat Recovery Steam Generator atau disingkat dengan HRSG merupakan alat untuk memproduksi uap yang akan digunakan untuk kebutuhan turbine uap pada unit pembangkit PLTGU tanpa menggunakan bahan bakar minyak maupun gas. Dengan memanfaatkan gas buang PLTG atau exhaust gas yang mempunyai temperatur  $525^{\circ}\text{C}$  maka air didalam boiler ( ketel ) dalam hal ini HRSG dapat dipanasi sehingga produksi uap dapat terjadi. Untuk mengatur flow exhaust gas ke dalam HRSG, digunakan alat yang disebut dengan Diverter dimana fungsinya persis seperti katup 3 arah ( three way valve ).



Gambar 5 – 1 Exhaust Gas Duct.

Temperatur Exhaust gas hasil sisa pembakaran turbin gas , disalurkan melalui exhaust gas duct kemudian memanasi tube – tube HRSG di sisi HP Super heater yaitu dengan temperatur berkisar  $525^{\circ}\text{C}$  kemudian gas tersebut memanasi HP Evaporator setelah itu HP Economiser dilanjutkan dengan LP Superheater , LP Evaporator dan terakhir pada sisi Condensate preheater setelah itu , gas tersebut dibuang ke atmosfer . Setiap satu unit HRSG mempunyai dua buah Drum yaitu pada sisi High Pressure dan sisi Low Pressure . Uap yang terkumpul pada Drum sisi High Pressure berkisar  $510^{\circ}\text{C}$  dialirkan ke pada turbin uap yaitu pada sisi HP sedangkan uap keluaran dari sisi HP di masukkan ke turbin sisi LP . Hal ini karena Turbin uap mempunyai second stage. Uap sisa pembuangan LP Turbine kemudian dimasukkan kedalam kondeser untuk proses kondensasi kemudian dipompakan ke HRSG yaitu ke LP EVaporator guna untuk dipanasi ulang . Demikianlah sirkulasi uap yang dapat dijelaskan dan sirkulasi tersebut termasuk tipe sirkulasi yang tertutup . Untuk mendapatkan daya PLTU yang maksimal , maka kedua Gas turbin haruslah beroperasi secara beban penuh . Dimana untuk dapat mengeluarkan daya yang maksimal, maka dibutuhkan tekanan uap sebesar lebih kurang 80 Bar . PLTU juga dapat dioperasikan dengan hanya menggunakan satu buah HRSG atau satu buah Gas Turbine yang beroperasi namun daya yang dapat dikeluarkan hanya setengah dari daya maksimumnya . Keuntungan dari Combined Cycle Power Plant ini khususnya PLTU adalah beroperasi tanpa menggunakan bahan bakar .

## V.2 Condensor

Condensor adalah sebuah alat pengubah panas (heat exchanger) yang digunakan pada unit pembangkit dimana uap turbine yang telah menyelesaikan kerjanya, diubah kembali menjadi air dengan proses kondensasi melalui pompa kondensat air dipompakan ke HRSG pada sisi kondensate preheater guna pemanasan ulang.

Air yang digunakan sebagai pendingin, diambil dari laut dalam jumlah yang besar dimasukkan kedalam condensor melalui pipa – pipa condensor, sehingga uap hasil memutar turbin dapat menjadi air. Di dalam condensor, air yang bersih berada pada sisi luar tube – tube condensor sedangkan air pendingin berada didalam tube kondenser sehingga kecil kemungkinan dapat bercampur bila tidak ada tube yang bocor. Pompa kondensate yang terpasang pada PLTU Combined Cycle berjumlah tiga buah yaitu dengan kapasitas kemampuan 3 x 50 % dengan normal operasi hanya menggunakan dua buah. Material tube condensor terbuat dari bahan titanium yang mana bahan ini sangat baik terhadap kondisi panas maupun korosi. Air yang telah dipompakan ke kondensate preheater kemudian dimasukkan kedalam suatu tangki yang disebut dengan Feed water tank. Kemudian melalui feed water tank, air dipompakan ke LP evaporator dengan menggunakan LP Feed water pump dan ke HP Economiser yang menggunakan HP Feed Water Pump.

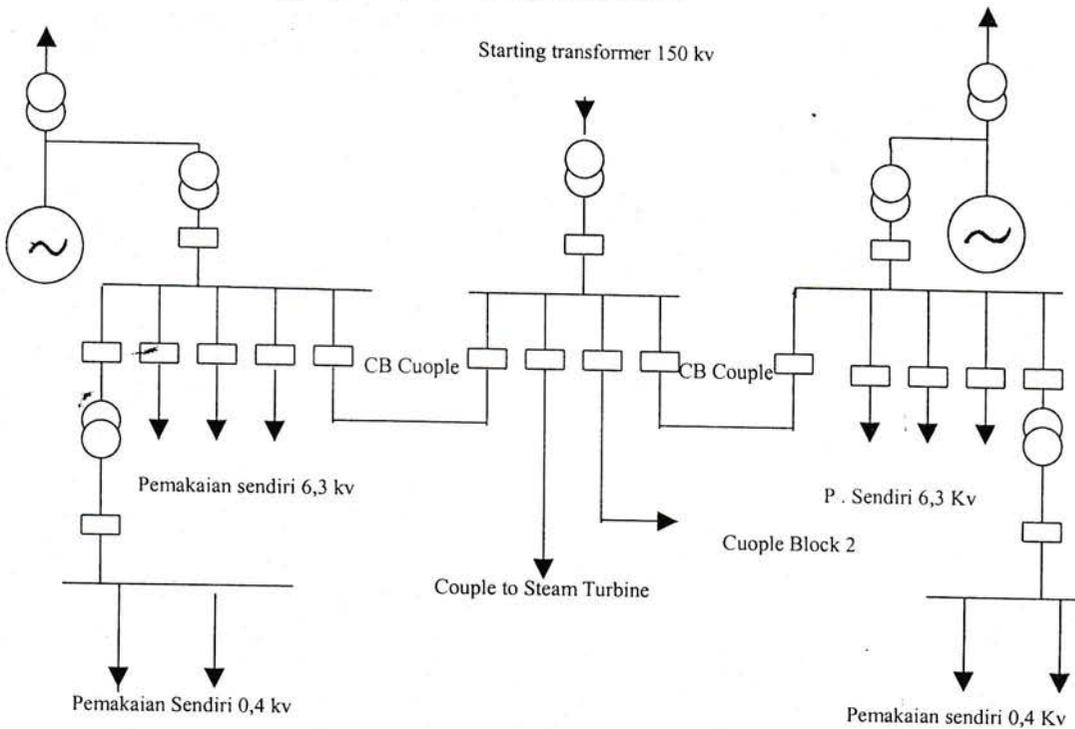
Demikianlah sistim sirkulasi uap dan air yang terjadi pada proses PLTU Combined Cycle dimana sirkulasi ini dapat disebut dengan sirkulasi tertutup.

## BAB VI

### SISTIM KELISTRIKAN

#### VI.1 Sistim AC

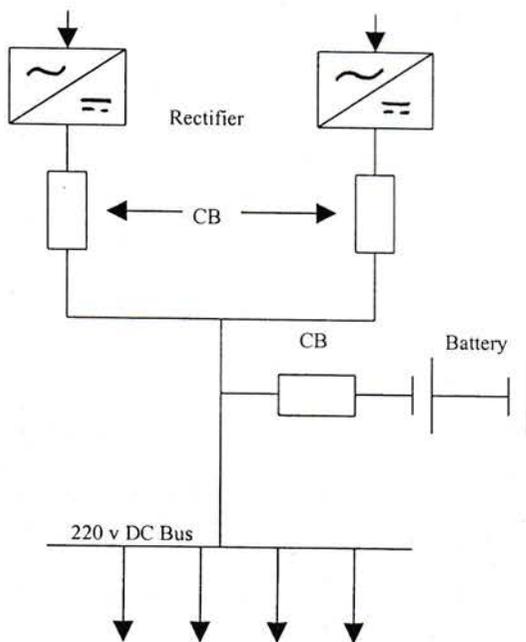
Mengingat kondisi pembangkitan yang ada di Belawan, seluruhnya menggunakan pasokan daya dari luar bila akan dioperasikan. Dengan menggunakan step down Transformator ( Starting Transformer ) maka tegangan 150 kv diturunkan menjadi 6,3 kv kemudian tegangan tersebut ditampung pada busbar 6,3 kv common. Melalui couple busbar, selanjutnya dikirim ke busbar masing –masing unit pemakaian sendiri . Peralatan yang menggunakan tegangan kerja 0,4 kv, seperti pompa bahan bakar, minyak pelumas dan lain sebagainya , maka digunakan Auxiliary Transformer untuk menurunkan tegangan 6,3 kv menjadi 0,4 kv .



Gambar 6 – 1 Pemakaian sendiri dua buah Gas Turbine

## VI.2 DC Sistem

DC Sistem yang ada di station pembangkitan PLTG dan PLTGU disupply oleh battery yang disusun secara seri dengan tegangan 220volt dan 24 volt. Battery ditempatkan pada suatu ruangan yang khusus serta pengisiannya dengan sistim Floating Charge. Dalam kondisi operasi normal, pemakaian tegangan DC diladeni oleh rectifier dan untuk keandalan, maka pengisian battery juga dirancang dengan menggunakan sistim redundant. Adapun penggunaan tegangan DC 220v pada station pembangkit adalah digunakan untuk : Pompa minyak pelumas, pompa bahan bakar, pompa air pendingin, emergency stop valve, solenoid-solenoid, relay proteksi, control circuit breaker danlain sebagainya. Sedangkan penggunaan tegangan DC 24 v digunakan untuk control pengaturan serta indikator dan transducer.

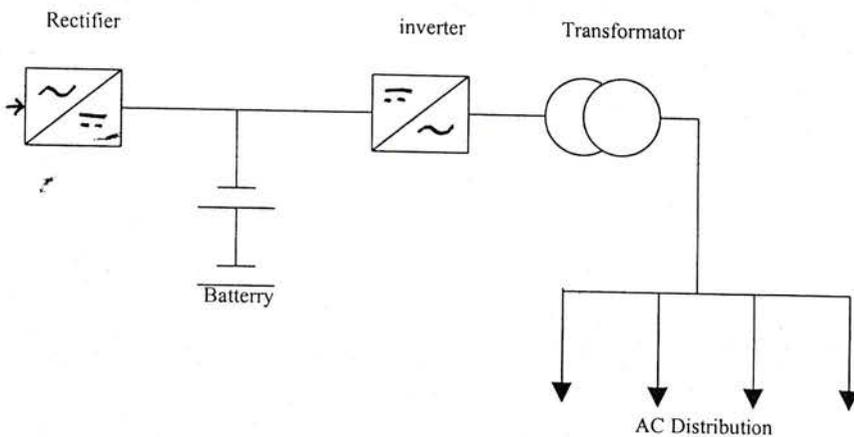


Gambar 6 – 2 Sistim pengisian Battery

### VI.3 UPS System

UPS ( Un interruption Power Supply ) atau lazim disebut dengan Safety Bus adalah suatu sistim dimana penyediaan tegangan listrik AC dengan frekuensi yang stabil ( tetap ) tanpa dapat dipengaruhi oleh sistim yang lain. Sumber tegangan UPS adalah berasal dari tegangan DC dalam hal ini battery maupun rectifier kemudian dengan melalui inverter unit, tegangan DC dirobah menjadi tegangan AC dengan frekuensi yang tetap 50 Hz.

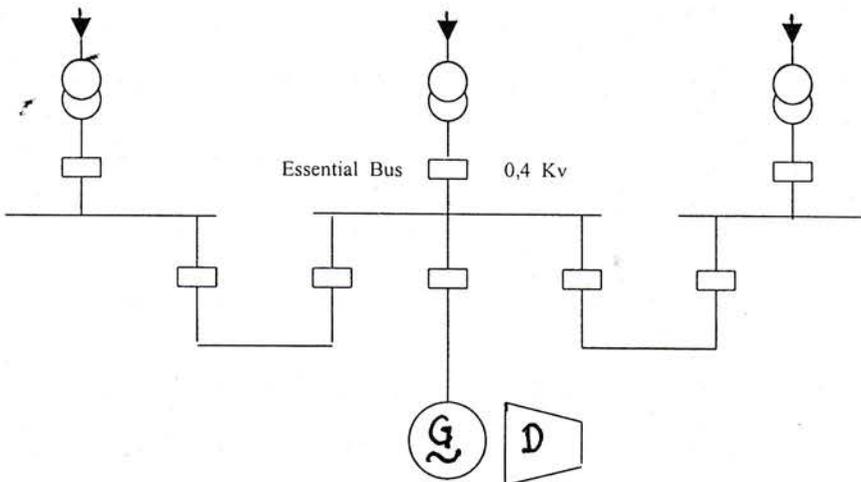
Penggunaan tegangan sistim UPS kebanyakan digunakan untuk monitoring recorder, alarm sistim dan lain sebagainya. Hal ini dimaksudkan agar pada saat kondisi black out, seluruh data-data gangguan tidak hilang sehingga memudahkan untuk melacaknya .



Gambar 6 – 3 Diagram sederhana dari UPS Sistim

#### VI.4 Emergency Diesel Generator Set

Emergency diesel generator set adalah suatu genset yang dipasang pada essential busbar pemakaian sendiri dengan tegangan kerja 0.4 kv yang berfungsi untuk mem back up essential busbar pemakaian sendiri bila kondisi busbar dalam keadaan lack of voltage. Pada kondisi normal essential busbar di supply dari auxiliary transformer yang tegangannya diturunkan dari 6,3 kv menjadi 0,4 kv. Mode operasi emergency generator set terdiri dari 2 ( dua ) type yaitu : Manual dan automatic. Manual mode dipergunakan bila operator akan mengkonservasi secara periodik sesuai dengan standing operation prosedur yang ditetapkan oleh pihak pabrik sedangkan automatic mode digunakan untuk stand by dalam hal ini emergency diesel generator set akan beroperasi secara automatic bila essential busbar kehilangan tegangan dan circuit breakernya akan masuk ( on ) secara interlock terhadap circuit breaker incoming transformer.



Gambar 6 – 4 Bus-bar Emergency Diesel Generator Set .

## **BAB VII**

### **PENUTUP**

#### **VII.1 Kesimpulan**

Dari pengamatan praktikan selama menjalani Kerja Praktek di Perusahaan Listrik Negara Pembangkitan dan Penyaluran khususnya di Sektor Belawan, Dapat diambil Kesimpulan antara lain :

1. Dengan menggunakan sistim dual fuel pada gas turbin, membuat operasi mesin tidak bergantung kepada satu jenis bahan bakar saja.
2. Dengan memanfaatkan gas buang dari turbine gas untuk PLTU Combined Cycle, disamping mendapatkan keuntungan operasi tanpa menggunakan bahan bakar, ternyata dapat mengurangi pencemaran limbah energi panas yang terbuang ke atmosfer.

#### **VII.2 Saran**

Setelah melihat secara nyata bahwa Pembangkitan yang ada di Sektor Belawan merupakan tulang punggung bagi penyaluran daya listrik pada sistim Sumatera Utara, maka kalau boleh kami menyarankan :

1. Perlu lebih ditingkatkan tentang pemeliharaan mesin – mesin pembangkit agar mesin – mesin dapat beroperasi dengan kemampuan yang tinggi.
2. Bagi mahasiswa yang melaksanakan KP agar dapat memanfaatkan waktu untuk belajar mengenai kecanggihan mesin pembangkit.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Theraja , BL ; A Tex Book of Electrical Technology , s Chand & Co ( Pvt ) Ltd Ram Nagar , New Delhi - 55 , 1973 .
2. Zuhail , Dasar Tenaga Listrik ITB Bandung 1980
3. Liester , Drs Hanapi Gunawan ( Penerjemah ) Mesin dan Rangkaian Listrik , edisi ke enam Erlangga Jakarta 1993 .