

### III. PENGUMPULAN DATA

#### PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA DIESEL DI PULAU BAWEAN

##### 1. PERKEMBANGAN BEBAN DAYA

Perkiraan pertumbuhan daya untuk daerah Pulau Bawean adalah sebesar 7 % pertahun dan juga tergantung pada pembangkit tenaga listrik yang ada. Didalam hal ini mesin diesel gensetnya **Jika** mesin diesel gensetnya bertambah, maka daya yang didistribusikan ke penduduk Pulau Bawean semakin bertambah pula. Beban daya banyak digunakan untuk rumah tangga, industri rumah tangga dan pelayanan umum

**Tabel 3.1**

**Perkembangan Kelistrikan Desa PLN Sub.Ranting Bawean**

**Periode 1982 - 2001**

No	Nama Desa	450 VA	900 VA	1300 VA	2200 VA	3500 VA	10600 VA
1	Kota Kusuma	305	10	196	5	-	
2	Sawah Mulya	391	32	176	11	-	
3	Sungai Teluk	64	2	193	6	1	
4	Patar Selamat	60	-	122	-	-	
5	Sungai Rujing	77	4	360	2	1	
6	Gunung Teguh	-	-	142	-	-	
7	Lebak	-	-	151	5	-	
8	Pudakit Barat	-	-	109	1	-	
9	Pudakit Timur	-	-	226	-	-	
10	Komalasa	-	-	389	-	-	
11	Daun	-	-	261	7	-	
12	Sido Gedung Batu	-	-	297	-	-	
13	Tambak	517	17	216	10	-	
14	Tanjung Ori	236	11	322	2	1	1
15	Pekalongan	155	4	86	2	-	
16	Diponggo	-	-	58	-	-	
17	Kepuh Teluk	-	-	222	-	-	

	Jumlah Pelanggan	85	80	3526	51	3	1
--	------------------	----	----	------	----	---	---

Dari data diatas disebutkan bahwa pemakaian daya terpasang untuk :

Daerah Kecamatan Sangkapura

1 Rumah Tangga (R1)

- Daya 450 VA sebesar 847 pelanggan dengan total daya  
 $847 \times 450 \text{ VA} = 381\,150 \text{ VA}$
- Daya 900 VA sebesar 33 pelanggan dengan total daya .  
 $33 \times 900 \text{ VA} = 29\,700 \text{ VA}$
- Daya 1300VA sebesar 2558 pelanggan dengan total daya  
 $2558 \times 1300 \text{ VA} = 3325400 \text{ VA}$
- Daya 2200 VA sebesar 27 pelanggan dengan total daya .  
 $27 \times 2200 \text{ VA} = 59400 \text{ VA}$

Jadi total daya untuk Rumah Tangga (R1)

$$381\,150 \text{ VA} + 29\,700 \text{ VA} + 3325400 \text{ VA} + 59400 \text{ VA} = 3795650 \text{ VA}$$

2. Sosial seperti Sekolah, Puskesmas, Kantor Pemerintahan dan Masjid

(S2) :

- Daya 450 VA sebesar **28** pelanggan dengan total daya :  
 $28 \times 450 \text{ VA} = 12600 \text{ VA}$ .
- Daya 900 VA sebesar 1 pelanggan dengan total daya :  
 $1 \times 900 \text{ VA} = 900 \text{ VA}$ .
- Daya 1300 VA sebesar 49 pelanggan dengan total daya  
 $49 \times 1300 \text{ VA} = 63700 \text{ VA}$
- Daya 2200 VA sebesar : pelanggan dengan total daya :

$$5 \times 2200 \text{ VA} = 11000 \text{ VA}$$

Jadi total daya untuk Sosial (S2)

$$12600 \text{ VA} + 900 \text{ VA} + 63700 \text{ VA} + 11000 \text{ VA} = 88200 \text{ VA}$$

### 3. Penerangan jalan raya (P1)

- Daya 450 VA sebesar 7 penerangan dengan total daya  
 $7 \times 450 \text{ VA} = 3150 \text{ VA}$
- Daya 900 VA sebesar 3 penerangan dengan total daya  
 $3 \times 900 \text{ VA} = 2700 \text{ VA}$
- Daya 1300 VA sebesar 5 penerangan dengan total daya  
 $5 \times 1300 \text{ VA} = 6500 \text{ VA}$
- Daya 2200 VA sebesar 2 penerangan dengan total daya  
 $2 \times 2200 \text{ VA} = 4400 \text{ VA}$
- Daya 3500 VA sebesar 2 penerangan dengan total daya  
 $2 \times 3500 \text{ VA} = 7000 \text{ VA}$

Jadi total daya untuk Penerangan (P1)

$$3150 \text{ VA} + 2700 \text{ VA} + 6500 \text{ VA} + 4400 \text{ VA} + 7000 \text{ VA} = 23750 \text{ VA}$$

### 4. Industri Rumah Tangga (B1)

- Daya 450 VA sebesar 15 pelanggan dengan total daya  
 $15 \times 450 \text{ VA} = 6750 \text{ VA}$
- Daya 900 VA sebesar 11 pelanggan dengan total daya  
 $11 \times 900 \text{ VA} = 9900 \text{ VA}$
- Daya 1300 VA sebesar 10 pelanggan dengan total daya  
 $10 \times 1300 \text{ VA} = 13000 \text{ VA}$
- Daya 2200 VA sebesar 3 pelanggan dengan total daya  
 $3 \times 2200 \text{ VA} = 6600 \text{ VA}$

Jadi total daya untuk, Industri Rumah Tangga (B1) .

$$0570 \text{ VA} - 3900 \text{ VA} - 13000 \text{ VA} - 6600 \text{ VA} - 36250 \text{ VA}$$

Jadi total daya keseluruhan di daerah Kecamatan Sangkapura

$$3795650 \text{ VA} - 88100 \text{ VA} - 32750 \text{ VA} + 36250 \text{ VA} = 3943550 \text{ VA}$$

Daerah Kecamatan ITambak

1 Rumah Tangga (R1)

- Daya 450 VA sebesar 877 pelanggan dengan total daya  
 $877 \times 450 \text{ VA} = 394650 \text{ VA}$
- Daya 900 VA sebesar 30 pelangga dengan total daya  
 $30 \times 900 \text{ VA} = 27000 \text{ VA}$
- Daya 1300 VA sebesar 873 pelanggan dengan total daya  
 $878 \times 1300 \text{ VA} = 1141400 \text{ VA}$
- Daya 2200 VA sebesar 7 pelanggan dengan total daya  
 $7 \times 2200 \text{ VA} = 15400 \text{ VA}$

Jadi total daya untuk Rumah Tangga (R1)

$$393650 \text{ VA} - 27000 \text{ VA} - 1141400 \text{ VA} + 15400 \text{ VA} = 1578450 \text{ VA}$$

2. Sosial seperti Sekolah. Puskesmas, Kantor Pemerintahan dan Masjid  
(S2)

- Daya 450 VA sebesar 18 pelanggan dengan total daya  
 $18 \times 18 \times 450 \text{ VA} = 8100 \text{ VA}$
- Daya 1300 VA sebesar 23 pelanggan dengan total daya  
 $23 \times 1300 \text{ VA} = 29900 \text{ VA}$
- Daya 2200 VA sebesar 4 pelanggan dengan total daya  
 $4 \times 2200 \text{ VA} = 8800 \text{ VA}$

Jadi total daya untuk Sosial (S2)

$$8100 \text{ VA} - 29900 \text{ VA} - 8800 \text{ VA} = 46800 \text{ VA}$$

### 3. Penerangan jalan raya (P1)

- Daya 450 VA sebesar 2 penerangan dengan total daya  
 $2 \times 450 \text{ VA} = 900 \text{ VA}$
- Daya 900 VA sebesar 1 penerangan dengan total daya  
 $1 \times 900 \text{ VA} = 900 \text{ VA}$
- Daya 2200 VA sebesar 3 penerangan dengan total daya  
 $3 \times 2200 \text{ VA} = 6600 \text{ VA}$

Jadi total daya a untuk Penerangan (P1)

$$900 \text{ VA} + 900 \text{ VA} + 6560 \text{ VA} = 8400 \text{ VA}$$

### 4. Industri Rumah Tangga (B1):

- Daya 450 VA sebesar 11 pelanggan dengan total daya a  
 $11 \times 450 \text{ VA} = 39.50 \text{ VA}$
- Daya 900 VA sebesar 1 pelanggan dengan total daya  
 $1 \times 900 \text{ VA} = 900 \text{ VA}$
- Daya 1300 VA sebesar 3 pelanggan dengan total daya  
 $3 \times 1300 \text{ VA} = 3900 \text{ VA}$

Jadi total daya untuk Industri Rumah Tangga (R 1)

$$4950 \text{ VA} + 900 \text{ VA} + 3900 \text{ VA} = 9750 \text{ VA}$$

### 5. Industri Rumah Tangga skala besar (B2) dengan daya 10600 VA

Jadi total daya keseluruhan yang terpasang saat ini di daerah Kecamatan

Tambak

$$157840 \text{ VA} - 46800 \text{ VA} - 8400 \text{ VA} - 9750 \text{ VA} - 10600 \text{ VA} = 1654000$$

**VA**

Total keseluruhan beban daya yang terpasang saat ini di Pulau Bawean

$$39423850 \text{ VA} - 1654000 \text{ VA} = 5597850 \text{ VA}$$

## 2. SISTEM DISTRIBUSI

Pada PLTD Sangkapura, tegangan *yang* dihasilkan oleh generator sebesar 400 Volt Dan tegangan yang dihasilkan oleh senerator tersebut. kemudian dinaikkan menjadi 20 KV melalui trafo dengan rating tegangan 400 Volt 20 KV Pada PLTD Sangkapura terdapat dua trafo dengan daya masing-masing sebesar 1000 **KVA** Dimana dua trafo ini dipasang secara paralel Output dari trafo masuk kedalam **kubikel** 20 KV atau penyulang 20 KV Ada dua penyulang pada PLTD Sangkapura, yaitu penyulang untuk daerah Sangapura dan penyulang untuk daerah Tambak. Adapun Panjang saluran distribusi listrik yang dilayani oleh PLTD Sangkapura sampai saat ini adalah 23.03 Km.

## 3. PEYYEDIAAN DAYA

Pada Pulau Bawean ini. PLN menyewa PLTD dari dua perusahaan **yang** bergerak dalam bidang pembangkit tenaga listrik, khususnya a Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) Perusahaan tersebut adalah CV Gading Murni dan PT Bukit Jaya Abadi Dimana daya yang diminta oleh PLN dari suplai daya PLTD tersebut adalah 1500 KW

Adapun Sistem pembagiannya adalah sebagai berikut :

- Untuk CV. Gading Murni 80 % dari daya yang dihasilkan, yaitu :  
 $80 \% \times 1500 \text{ KW} = 1300 \text{ KW}$ .
- Untuk PT. Bukit Jaya Abadi 20 % dari daya yang dihasilkan, yaitu :  
 $20 \% \times 1500 \text{ KW} = 300 \text{ K W}$

PLTD dari CV. Gading Murni terdiri dari 3 unit mesin diesel genset dengan daya  $3 \times 530 \text{ KVA}$ . Sedangkan PT. Bukit Jaya Abadi tersiri dari 3 unit mesin diesel genset dengan daya 310 KVA, 350 KVA dan 250 KVA. Unit pembangkit ini masing-masing dikopel langsung dengan generator sinkron 3 fasa yang bekerja pada tegangan kerja 400 V.

#### 4. LOKASI PLTD

PLTD Sangkapura ini terletak di dekat pelabuhan Perikanan, jauh dari pemukiman Hal ini dimaksudkan untuk menghindari kebisingan yang dihasilkan oleh suara mesin tersebut dan juga memudahkan transportasi dari solarnya Karena pada PLTD ini tidak terdapat peredam untuk menghilangkan suara bising dari mesin tersebut

## 5. MESIN DIESEL

Data-data teknis dari mesin diesel yang digunakan

a UNTUK mesin diesel **milik** CV gading Murni

- Buatan **Deutz**
- Model D 2840 LE 201 / 202 ' 203
- Daya 530 KVA
- Speed 1500 RPM
- Design V-form
- Cycle 4-stroke Diesel with turbocharger  
and intercooler
- Combustion system : Direct injection
- Turbocharging : turbocharger with intercooler
- Number of cylinders : 10
- Bore : 128 mm
- Stroke : 142 mm
- Swept volume : 18270 :m<sup>3</sup>
- D 2840 LE 201 / 202 90 - 100 ° - temporary 105 °C
- Electrical equipment : 24 V

Jarak antar mesin diesel **milik** CV. Gading murni ini adalah 210 cm.

Sedangkan landasan dari mesin diesel dan generatornya ini terdiri dari :

- bagian bawahnya sendiri adalah bertulang 40 – 50 cm
- di atasnya adalah semen grouting
- dan di atasnya lagi baru **kayu** setebal 5 cm



b Untul, mesin diesel milik **PT. Bukit Jaya Abadi**

Mesin Diesel I dan III

- Buatan : **Bisma (Deutz)**
- Model : BF 202 –412 ( BF 10L/BFL 313  
F )
- Daya : 117 K W
- Speed : 1500RPM
- Cycle : 4-stroge Diesel
- Coinbustion system : Direct injection
- Number of cylinders : 10
- Bore : 125 mm
- Stroke : 130 mm
- Swept volume : 15953 cm<sup>3</sup>

Mesin Diesel II

- Buatan : **Bisma (Deutz)**
- Model : BF 121 – 413 (BF 12L/BFL413  
F )
- Daya : 223 KW
- Speed : 1500RPM
- Cycle : 4-stroge Diesel
- Combustion system : Direct injection
- Number of cylinders : 12
- Bore : 125 mm

- Stroke : 130 mm
- Swept volume : 19144 cm<sup>3</sup>

Jarak antar mesin diesel milik PT. Bukit Jaya Abadi ini adalah 150 cm.

Sedangkan landasan dari mesin diesel dan generatornya ini terdiri dari :

- di atasnya adalah semen grouting
- dan di atasnya lagi baru kayu setebal 15 cm.

## 6. GENERATOR

Data-data teknis dari generator yang digunakan :

- a. Untuk mesin diesel D 2840 LS 201 / 202 / 203 milik CV. Gading Murni,

generator yang digunakan :

- Buatan : **AVK. Deutschland GMRH & Co**  
**KG**
- Model / Type : DSG 5212 - 4
- Daya : 530 KVA
- Power factor : 0.8
- Kecepatan : 1500 RPM
- Jumlah pasang **kutub** : 2
- Tegangan : 400 V
- Arus : 760 Ampere
- Frekuensi : 50 Hz
- Fasa : 3

- Insulation Class : H
- Excitasi : 29,20 V dan 3,88 Ampere
- Suhu : 40° C

b. Untuk mesin diesel I type BF 202 – 413 milik PT. Bukit Jaya Abadi,  
generator yang digunakan :

- Buatan : **CRAMACO**
- Model / Type : G2R 280 MC / 4
- Daya : 310 KVA atau 125 KW
- Power factor : 0.8
- Kecepatan : 1500 RPM
- Jumlah pasang kutub : 2
- Tegangan : 380 V
- Arus : 471 Ampere
- Frekuensi : 50 Hz
- Fasa : 3
- Insulation Class : H
- Excitasi : 39 V  
5,5 Ampere
- Suhu : 40° C

Untuk mesin diesel II type BF 121 – 413 milik PT. Bukit Jaya Abadi,  
generator yang digunakan :

- Buatan : **CRAMACO**

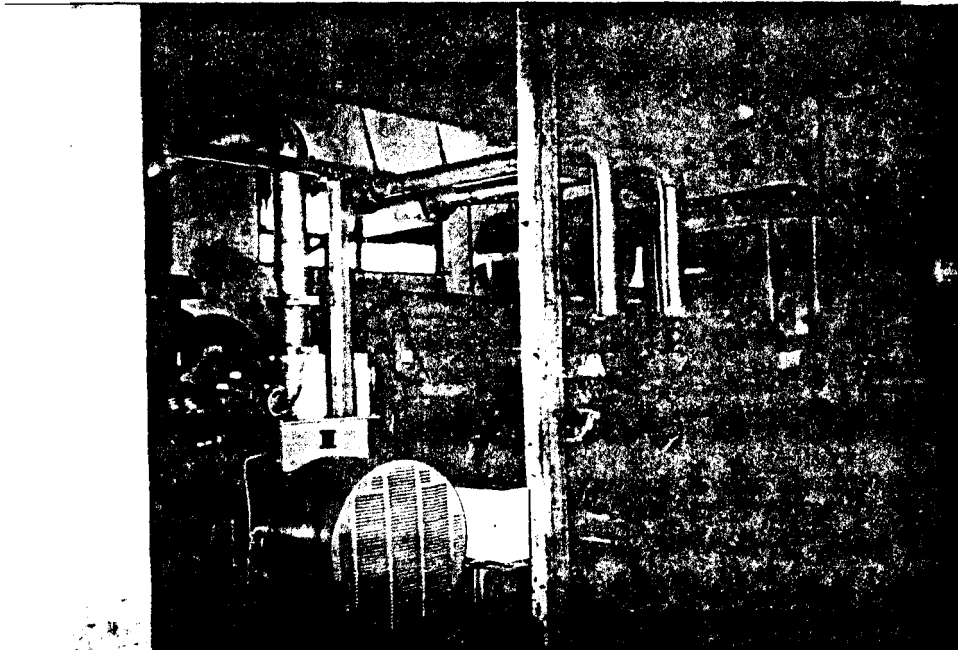
- Model Type	G2113155A/4
- Daya	350 KVA atau 200 KW
- Power factor	0.8
- Kecepatan	1500 RPM
- Jumlah pasang kutub	3
- Tegangan	380 V
- Arus	532. Ampere
- Frekuensi	50 Hz
- Fasa	3
- Insulation Class	<b>H</b>
- Ecitasi	34 V
	4.4 Ampere
- Suhu	40° C

Untuk mesin diesel III type BF 202 – 413 milik **PT. Bukit Jaya Abadi**,

generator yang digunakan :

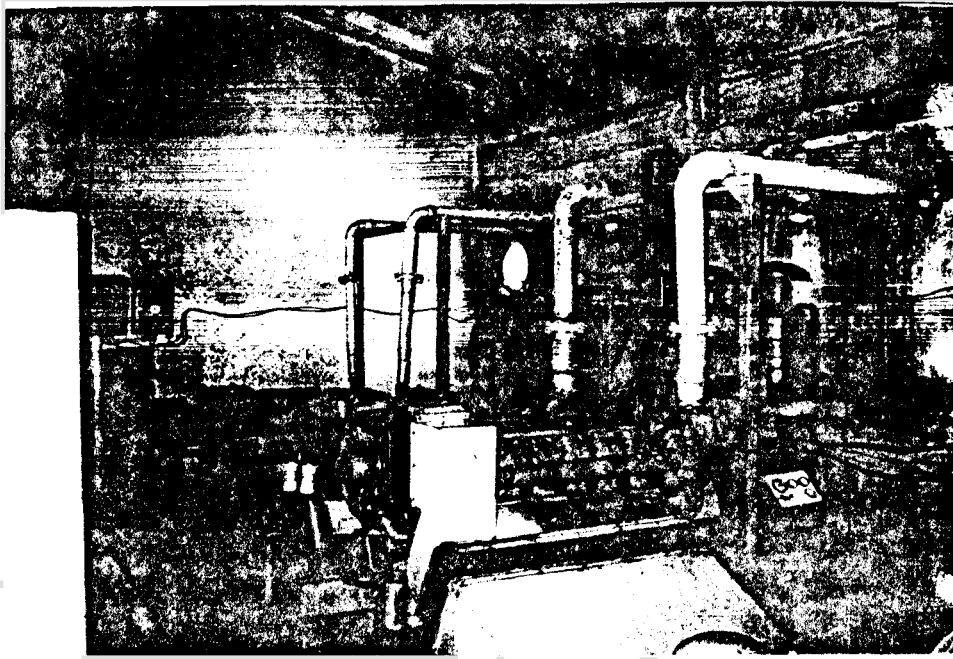
- Buatan	: CRAMACO
- <b>Model</b> :Type	:481 L 8 C 5 1 4
- Daya	: 250 KVA atau 100 KW
- Power factor	: 0.8
- Kecepatan	: 1500 RPM
- Jumlah pasang kutub	: 2
- Tegangan	380 V
- <b>Arus</b>	: 380 Ampere

- Frekuensi : 50 Hz
- Fasa : 3
- Insulation Class : **H**
- Excitasi : 48 V
- 4 Ampere
- Suhu : 40° C



**Gambar 3.1**

**Mesin Diesel dan Generator milik CV.Gading Murni**



Gambar 3.2

Mesin Diesel dan Generator milik PT. Bukit Jaya Abadi

## 7. SISTEM BAHAN BAKAR

Bahan Bakar yang digunakan pada mesin diesel di PLTD Sangkapura, Pulau Bawean adalah solar. Tangki bahan bakar harian diletakkan di dalam ruangan dekat mesin diesel dengan ketinggian 1,5 m dari fuel injection pump. Sedangkan Refer Tank dan Storage Tank terletak **di** luar ruangan. dimana **letak** Storage tank ini jauh dari power house.

Adapun Lapasitas dari tiap **tangki** adalah sebagai berikut

- Tangki Harian 1000 liter
- Refer Tank (Tangki penyimpanan kedua) 4 x 10 ton
- Storage Tank 3xc50ton



**Gambar 3.3**  
**Tangki Harian**



**Gambar 3.3**

**Refer Tank**

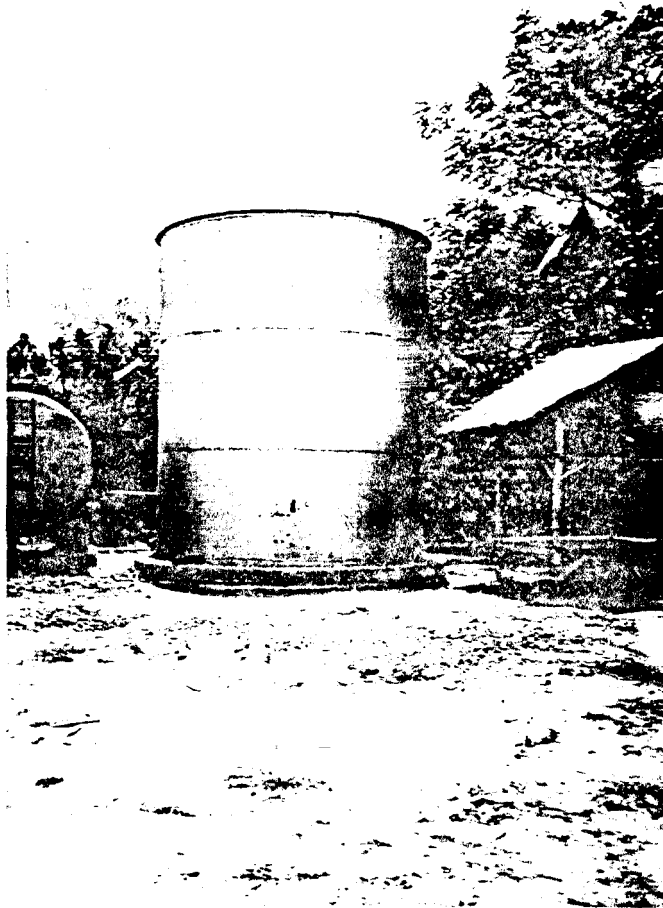
**(Tangki Penyimpanan Kedua)**

Storage Tank ini terbuat dari plat baja dan terdiri dari 3 buah. Tangki ini terletak di luar ruangan, dengan dimensi :

- Tinggi : 3 m
- Diameter : 2 m
- Kapasitas : 50 ton

Suplai bahan bakar berasal dari Gresik, dimana suplai ini dilakukan setiap sebulan sekali dengan menggunakan kapal,





**Gambar 3.5**

**Storage Tank**

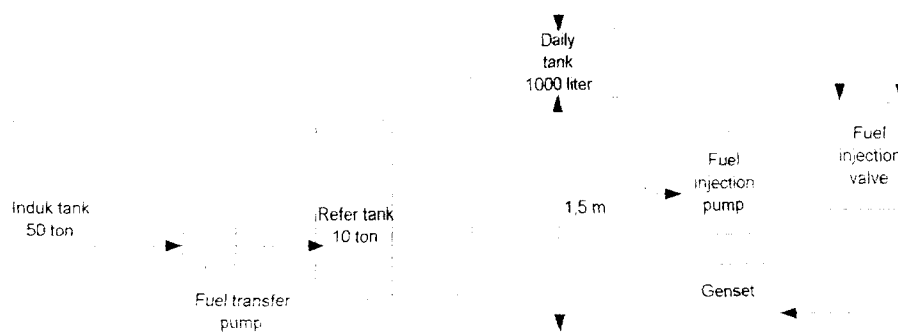
Secara Umum sirkulasi sistem bahan bakar dapat digambarkan sebagai berikut :

Sistem ini dimulai dari tangki penyimpanan bahan bakar, bahan bakar (solar) yang terdapat di tangki penyimpanan disedot oleh *fuel inlet* melewati *water separator* yaitu sebagai pemisah solar dan air dan dialirkan menuju *fuel filters*. *Fuel filters* ini dimaksudkan untuk menyaring kotoran yang ikut tersedot. Solar dari *fuel filters* dialirkan menuju *fuel*

*pump*, kemudian sebelum masuk ke mesin bahan bakar dilewatkan pada *check valve*. Bahan bakar yang akan digunakan dalam proses pembakaran setelah lewat *check valve* akan masuk ke *injector* lewat *fuel manifold*. Sedangkan bahan bakar yang tidak terbakar akan dimasukkan ke *gear pump coolant drain*, dan bila pada *daily service tank* terdapat kelebihan bahan bakar maka bahan bakar lebih tersebut dimasukkan kembali ke tangki penyimpanan.

Salah satu peralatan penting dalam sistem bahan bakar diesel adalah *governor*. *Governor* adalah pengatur banyak sedikitnya suplai bahan bakar yang dikeluarkan oleh *actuator*. *Governor* yang dipakai pada mesin diesel adalah *electric governor*. Dengan adanya *electric governor* ini sistem dapat diatur supaya isokronus, yaitu dimana bila beban bertambah atau berkurang, frekuensi yang dihasilkan tetap.

Proses pembakaran merupakan proses kimiawi fuel dengan oksigen sehingga terjadi proses esothermis. Adapun fuel yang bagus adalah 10.000 kcal/l Dan dalam proses konversi energi fuel/solar oil yang dipergunakan per-KWHnya adalah 0,3liter/ KWH. Proses pembakaran ini membutuhkan udara agar dapat membakar fuel. Adapun udara yang dipergunakan untuk pembakaran fuel adalah  $4 \text{ m}^3 / \text{KWH}$ .



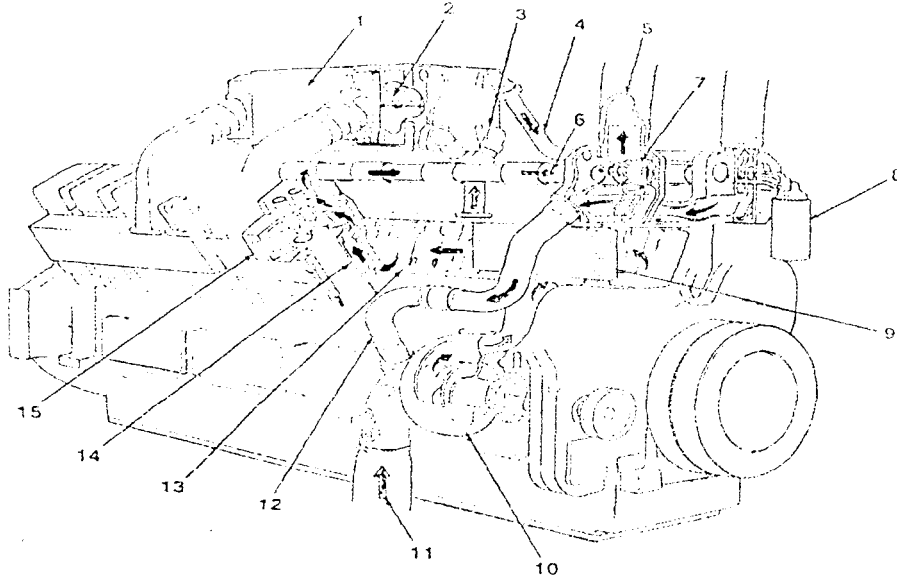
**Gambar 3.6**

**Gambar Sistem Aliran Bahan Bakar**

## 8. SISTEM PENDINGINAN

Sistem pendinginan yang digunakan pada mesin diesel di PLTD Sangkapura, Pulau Bawean adalah radiator dan blower. Sistem ini digunakan untuk mendinginkan oli, udara dan fresh water. Prosesnya menggunakan *radiator*, air dingin yang keluar dari *radiator* dipompa dengan menggunakan *water pump* menuju ke *coolant to blok 1* termasuk lewat *oil cooler* untuk mendinginkan oli. Setelah itu air mengalir dipecah menjadi dua, sebagian ke *coolant transfer tube* dan sebagian lagi lewat *aftercooler coolant supply* menuju *aftercooler housing* yang didalamnya terdapat *aftercooler core*. Yang keluar dari *aftercooler housing*, air disaring ke dalam *coolant filter* untuk menghilangkan kotoran. Setelah disaring maka dilewatkan *bypass tube* untuk dipompa kembali oleh *water pump*. Sedangkan yang lewat *coolant transfer tube* dialirkan kembali ke *radiator* untuk didinginkan namun sebelumnya dilewatkan dahulu melalui

thermostat untuk mengetahui berapa suhu air. Proses pendinginan akan kembali terulang begitu seterusnya



**Gambar 3.7**

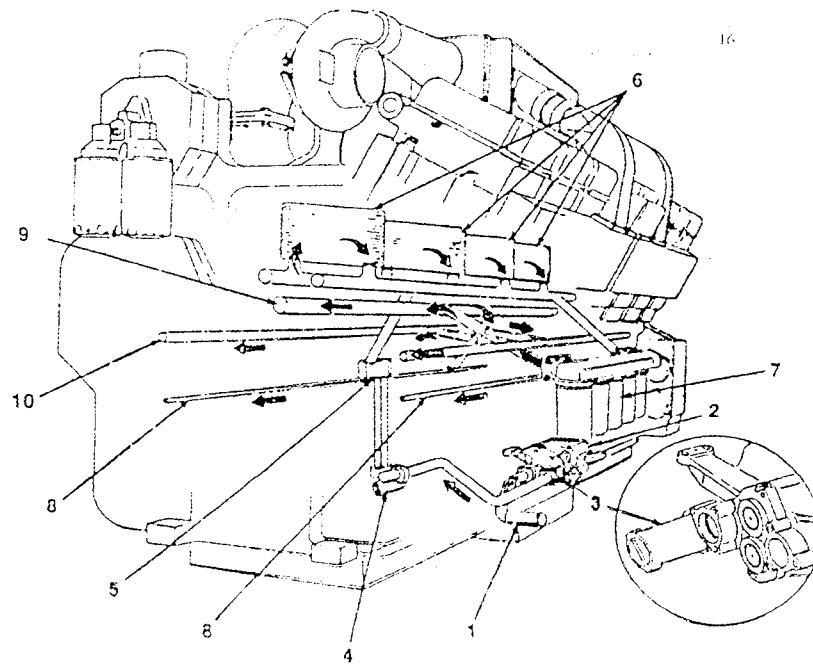
**Gambar Sistem Aliran Pendinginan**

Keterangan Gambar 3 7 :

- 1 = Aftercooler Housing
- 2 = Aftercooler Core
- 3 = Aftercooler Coolant Supply
- 4 = Aftercooler Coolant Return
- 5 = Coolant Return to Radiator
- 6 = Coolant Transfer Tube
- 7 - Thermostat

## 9. SISTEM PELUMASAN

Pada mesin diesel terdapat bagian yang saling bertemu dan bergerak. sehingga timbul gesekan. Gesekan ini menimbulkan panas dan menyebabkan bagian mesin itu menjadi aus. Pencegahan atau untuk mengurangi panas dan keausan karena gaya gesek tersebut. maka digunakanlah pelumasan dengan oli. Proses ini dimulai dengan mengalirkan oli dari *oil inlet tube* menuju *lubricating oil pump*. Dari *lubricating oil pump* oli keluar lewat *high pressure relief valve-K38* dan *high pressure relief K50*. *Jumper cover* kemudian mengalirkan oli masuk ke *oil cooler* dan di sini oli didinginkan. Setelah lewat *oil cooler*, oli disaring di dalam *oil filter* supaya tidak ada kotoran yang masuk ke dalam mesin. Keluar dari *oil filter*, oli dialirkan untuk melumasi bagian-bagian yang seperti *piston cooling rifle*, *main oil rifle*, dan *cam oil rifle*. Filter oli yang digunakan bemark Fleetguard. Oli atau IninJal, pelumas yang digunakan oleh CV. Gading Murni adalah Mobile **SAE** 40 sedangkan minyak pelumas yang digunakan oleh PT. Bukit Jaya Abadi adalah Pertamina **SAE** 40.



**Gambar 3.8**

**Gambar Sistem Aliran Pelumasan**

Keterangan Gambar 3.8 :

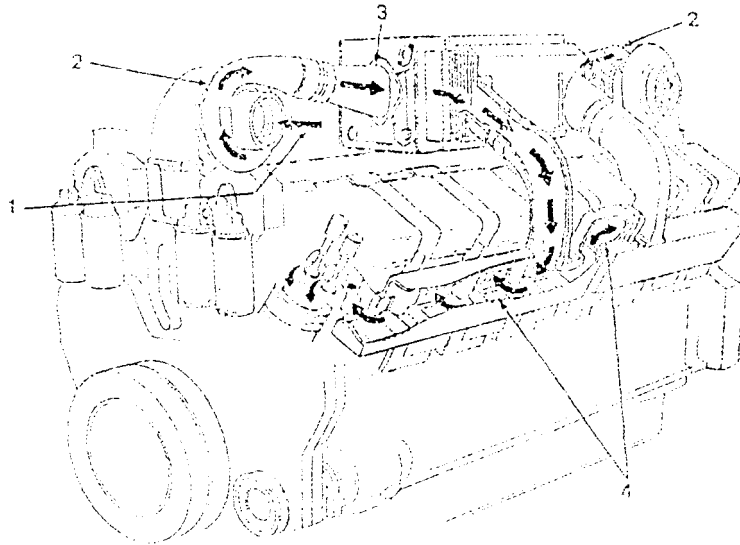
- 1 = Oil Inlet Tube
- 2 = Lubricating Oil Pump
- 3 = High Pressure Relief Valve – K 38
- 4 = High Pressure Relief Valve – K 50
- 5 = Jumper Cover
- 6 = Oil Cooler
- 7 = Oil Filter
- 8 = Piston Cooling Rifle
- 9 = Main Oil Rifle
- 10 = Cam Oil Rifle

## **10. SISTEM PEMBUANGAN GAS**

Pipa gas buang atau knalpot dari mesin diesel milik CV. Gading Murni dan PT. Bukit Jaya Abadi yang ada di PLTD Sangkapura Pulau Bawean mempunyai diameter 30 cm untuk mesin diesel milik CV. Gading Murni dan 20 cm untuk mesin diesel milik PT. Bukit Jaya Abadi. Gas buang atau knalpot dilengkapi dengan silincer yang berfungsi untuk meredam kebisingan akibat kecepatan gas buang didalam knalpot. Pipa gas buang dibuat dengan diameter yang cukup besar untuk mencegah tekanan balik dari gas buang dan harus dipasang secara bebas sehingga pemuaian dan pengkerutan pipa tidak mengganggu bagian mesin lainnya. Antara mesin diesel dan knalpot terdapat fleksibel connection yang berbentuk pegas rangkap dua. yang berfungsi untuk meredam getaran pada waktu mesin beroperasi.

## **11. SISTEM PEMASUKAN UDARA**

Pada PLTD Sangkapura, Pulau Bawean membutuhkan udara masuk yang digunakan untuk sirkulasi udara panas yang ada diruangan. Lokasi pembangkit ini dekat pelabuhan sehingga memudahkan pemasukan udara yang sedikit lebih bersih dari pada jika pembangkit letaknya dekat dengan jalan raya, karena harus membutuhkan suatu saringan udara agar udara yang masuk dapat digunakan untuk proses pembakaran pada mesin diesel dan juga untuk sirkulasi udara di dalam ruangan.



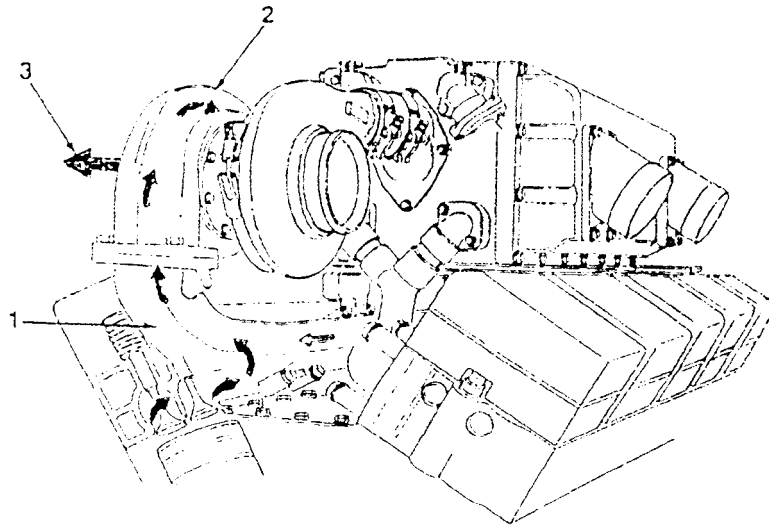
**Gambar 3.9**

**Gambar Sistem Aliran Udara Masuk**

Keterangan Gambar 3 9

- 1 = Intake Air Inlet To Turbocharger
- 2 = Turbocharger
- 3 = Turbocharger
- 4 = Intake Air to Cylinders





**Gambar 3.10**

**Gambar Sistem Aliran Udara Keluar**

Keterangan Gambar 3 10

- 1        **ExhaustMainfold**
- 2        = *Turbocharger*
- 3        = Turbocharger Exhaust Outlet

## **12. SISTEM TURBOCHARGER**

Turbocharger merupakan alat tambahan yang dipasang pada suatu system pembangkit untuk dapat menaikkan daya mesin tersebut

Turbocharger adalah peralatan yang berfungsi sebagai pemompa udara yang akan dimasukkan ke dalam ruang pembakaran. Turbocharger berupa dua buah baling-baling yang dikopel pada satu poros dimana satu sisi baling-balingnya diletakkan pada saluran pembuangan yang mengalir

pada saluran pembuangan mutar baling-baling turbocharger, akibatnya baling-baling pada sisi saluran pemasukan juga berputar sehingga udara yang masuk ke dalam ruangan pembakaran tahanannya bertambah. hal ini dapat mempengaruhi daya mesin

### **13. PENGATURAN TEGANGAN GENERATOR**

Pengaturan tegangan generator dilakukan secara otomatis oleh rangkaian AVR AVR (*Automatic Voltage Regulator*) ini berfungsi untuk mengatur tegangan sistem agar tetap konstan, sehingga keamanan peralatan listrik terjamin Pada dasarnya AVR ini bekerja untuk mengatur tegangan sistem agar tetap konstan pada generator dengan menggunakan injeksi DC tetap Dengan AVR yang bekerja secara otomatis. maka dapat mencegah *voltage drop* pada saat beban puncak dan mencegah *over voltage* pada saat beban kosong

### **14. GOVERNOR**

Governor merupakan pengatur kecepatan dari diesel yang berfungsi untuk menjaga agar kecepatan dari diesel tetap, sehingga frekuensi dari energi listrik yang dihasilkan oleh generator tetap 50 Hz . Pada dasarnya governor ini bekerja bila ada perubahan pada putaran mesin. dimana adanya perubahan putaran mesin ini dapat diketahui melalui signal frekuensi meter.

Secara umum governor dibedakan atas dua macam yaitu :

- Governor jenis droop, governor jenis ini mengatur kecepatan diesel pada saat beban nol lebih tinggi dibandingkan kecepatan diesel pada saat beban penuh.

Contoh pada saat beban nol kecepatannya 1540 RPM dengan frekuensi 51,33 HZ, maka pada saat beban penuh kecepatannya menjadi 1500 RPM dengan frekuensi 50 Hz.

- Governor jenis isochronous, governor jenis ini mengatur kecepatan diesel untuk berputar konstan baik pada saat beban nol maupun beban penuh.

Pada mesin diesel di PLTD pulau Bawean menggunakan governor isochronous. Apabila beban mengalami perubahan baik dikurangi maupun ditambah, maka kecepatan dan frekuensi akan berputar konstan dan normal.

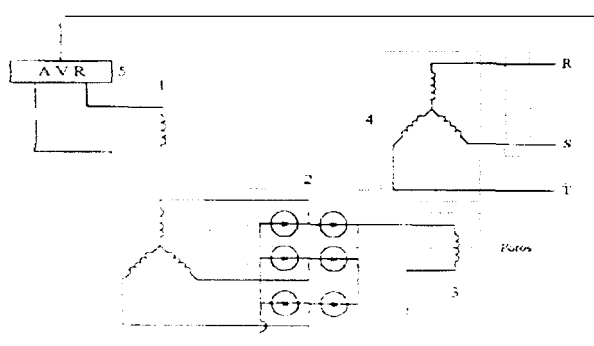
## 15. SISTEM PENGUATAN GENERATOR

Pada prinsipnya generator tanpa sikat (brushless) menggunakan generator **AC** kecil sebagai exciter. Exciter atau sistem penguatan generator menurut cara penyediaan tenaganya (penghasil medan magnet utama), dapat digolongkan menjadi :

- a. Sistem penguatan dengan arus searah dan
- b. Sistem penguatan dengan arus bolak-balik

Pada PLTD Sangkapura Pulau Bawean generatornya memakai sistem penguatan dengan arus bolak-balik dengan sistem Brushless Pada sistem

ini. generator **AC** kecil ini mempunyai kutub luar artinya arus searah yang diperlukan untuk menimbulkan medan magnet diberikan pada bagian yang tidak berputar (stator) sedangkan rotor terdiri dari kumparan bolak-balik Exciter ini dapat dilihat pada gambar 3.11. Pada poros generator ini dilekatkan juga penyearah (rektifier) dan ini turut berputar bila mesin berputar. Sama seperti pada static exciter generator pada mulanya dibangkitkan tegangan karena magnet sisa maka timbul tegangan **AC** kecil saja Tegangan ini disearahkan dan dimasukkan pada kutub generator **AC** yang **kecil** (distator) inaka timbul bolak-balik pada generator AC kecil (exciter) dirotornya. Tegangan **AC** ini dimasukkan pada penyearah yang terdapat pada poros (turut berputar) dan langsung dimasukkan pada rotor utama (main rotor winding) akibatnya timbul tegangan **AC** yang lebih besar pada stator utama dan akan dipakai untuk menguatkan exciter inaka timbul tegangan yang lebih besar dan seterusnya Pada rangkaian kontrol digunakan **AVP**. dan transformator untuk menurunkan tegangan dan dihubungkan dengan kumparan medan generator penguat.



**Gambar3.11**

**Sistem Penguatan Generator Sistem Brushless**

Keterangan gambar

- 1 **AC** Exciter
- 2 Rotating Rectifier
- 3 Main Rotor Winding
- 4 Main Stator Winding
- 5 Automatic Voltage Regulator

## 16. SISTEM START

Sistem start pada diesel ada dua macam, yaitu

- Sistem Elektris
- Sistem Kompresi

Pada PLTD Sangkapura. Pulau Bawean system stan pada dieselnnya menggunakan system start elektris

Adapun sistem kerja dari start elektris adalah sebagai berikut

Saat start alur dari aki mengalir ke motor diesel sehingga motor berputar. Putaran motor ini menghasilkan kecepatan putar penyalaan pada poros mesin diesel, sehingga mesin diesel berhasil start dan menghasilkan tegangan listrik. Jika tegangan aki menurun sampai batas minimum yang telah ditentukan **maka** aki harus diisi sampai mencapai tegangan yang siap digunakan start mesin diesel. Kejelasan sistem start elektris adalah terpengaruh iklim pada remperatur rendah kekuatan **aki** berkurang. jadi aki harus mendapat perhatian khusus

## 17. KERJAPARALEL

Kerja paralel antar beberapa generator dilakukan untuk meningkatkan besarnya daya yang dihasilkan dua buah generator yang diparalel akan menghasilkan daya sebesar dua buah generator yang sama. Untuk dapat mensinkronisasi suatu generator perlu dipenuhi syarat – syarat sebagai berikut :

- 1) Tegangan terminal dari masing – masing generator harus sama.

Untuk memonitor atau mengamati kesamaan / sinkronisasi tegangan incoming generator dengan tegangan busbar, inaka digunakan alat yang disebut *voltmeter*. Tegangan generator tersebut diatur melalui system eksitasi. Jika tegangan busbar lebih besar daripada tegangan generator, maka busbar akan mengirim energi ke generator. Akibatnya, generator akan berfungsi sebagai motor dengan arah dan kecepatan putar yang sama. Untuk menghindari kondisi diatas, maka digunakan *Reverse Power Relay*. Jadi dengan demikian , maka tegangan generator sangat penting dan harus dijaga agar tetap konstan dan untuk itulah diperlukan *Automatic Voltage Regulator*.

- 2) Frekuensi dari tegangan **AC** yang dihasilkan harus sama.

Frekuensi harus dijaga tetap konstan agar kecepatan putaran motor juga tidak berubah (konstan). Jika frekuensi motor berubah dan putaran motor berubah. maka generator akan bekerja sebagai motor. Toleransi perubahan frekuensi ( $\Delta f$ ) yang diperbolehkan dan yang berlaku di Indonesia adalah  $< 1 \text{ Hz}$ . Oleh karena itulah- maka frekuensi incoming generator harus sama dengan frekuensi busbar.

Frekuensi generator dapat diatur dengan menggunakan *governor*. Sedangkan **untuk memonitor** sinkronisasi **frekuensi** generator dan busbar, maka digunakan alat disebut frekuensi meter atau sinkronoskope.

3) Fasa dan urutan fasa dari kedua generator harus sama,

Beda fasa antara incoming generator dengan busbar harus sama dengan nol. Untuk inemonitor atau mengamati beda fasa ini digunakan frekuensi meter atau sinkronoskope. Sedangkan untuk mengamati urutan fasa incoming generator dan urutan fasa busbar, yang harus sama, melalui alat indicator urutan fasa.

Prosedur starting untuk operasi paralel adalah sebagai berikut :

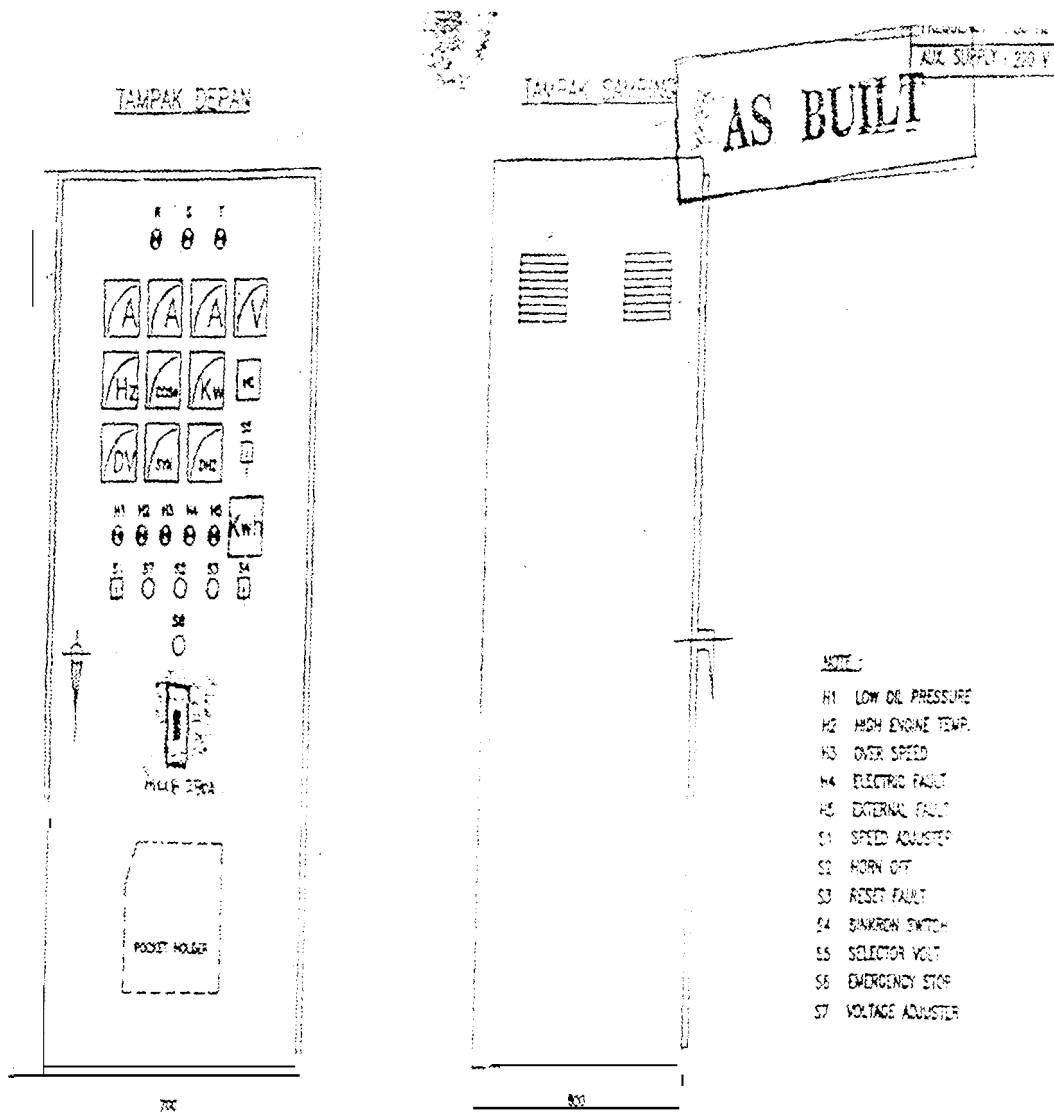
- Menstart mesin diesel 1 dan mesin diesel 2 dengan memutar kunci kontak mesin dan menekan tombol *diesel engine* start di panel engine *diesel* masing-masing.
- Memeriksa tegangan dan fiengkensi yang dihasilkan generator 1 di panel kontrol generator 1.
- Apabila ingin merubah frekwensi atau tegangan dapat dilakukan dengan merubah kecepatan dari generator 1 melalui potensio *speed control* atau melalui petensio *voltage control* sehingga sesuai dengan sistem yang kita inginkan.
- Memasukkan *circuit breaker* genset 1 di panel kontrol genset dengan menekan switch pada posisi **on** ini dapat dilihat jarum tegangan fasa indikator indikasi genset pada **posisi on**.

- Sehingga main busbar terisi dengan tegangan yang dihasilkan **generator 1** tersebut
- Menyamakan tegangan dan frekwensi yang dihasilkan generator 2 dengan generator 1 Hal ini dapat dimonitor di panel kontrol generator 1 dan panel kontrol generator 2
- Apabila ingin merubah frekwensi atau tegangan dapat dilakukan dengan merubah kecepatan dari generator 2 melalui *potensio speed control* atau melalui *potensio voltage control* sehingga sesuai dengan sistem yang kita inginkan
- Dengan melihat sinkronoskop maka paralel dapat dengan mudah dilakukan yaitu hanya dengan menekan tombol paralel

## 18. PENTAHANAN BODY GENERATOR

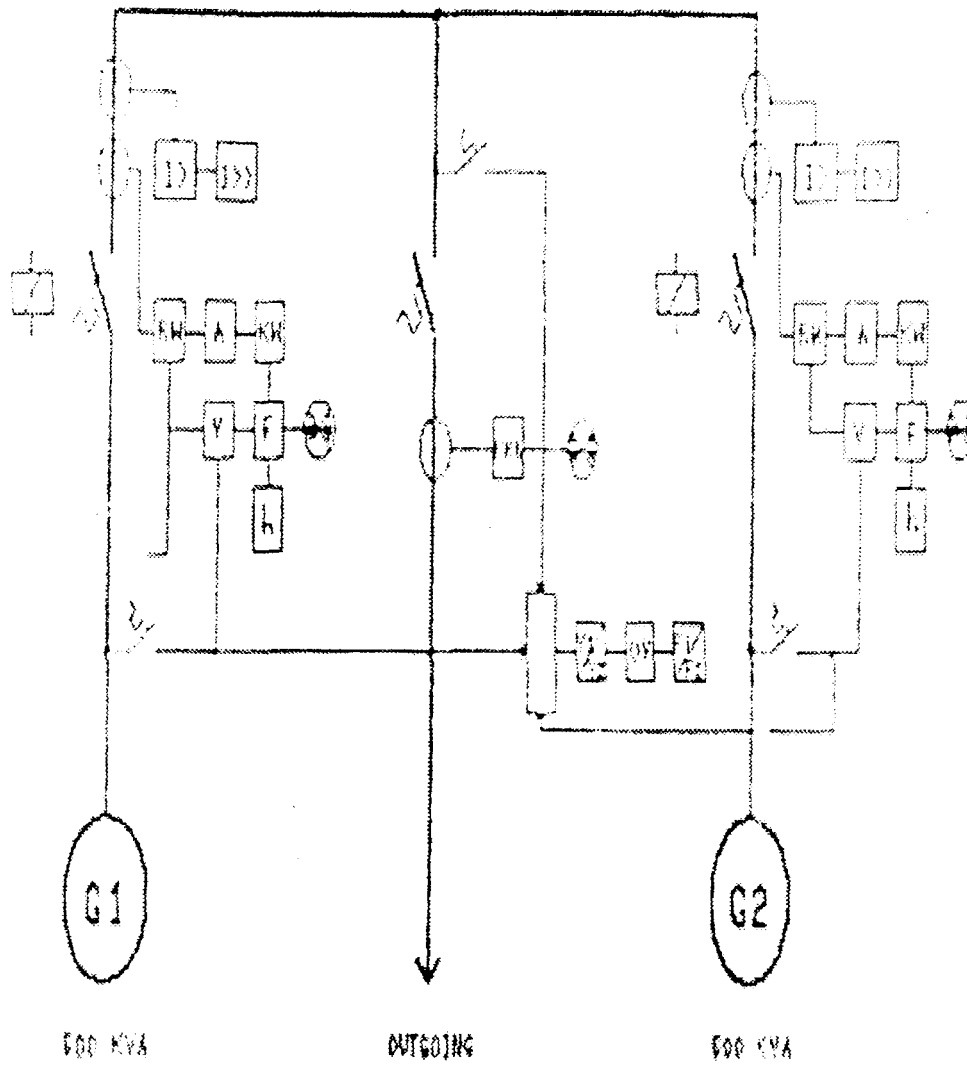
Pentanahan body generator berfungsi untuk mengamankan **generator** apabila ada arus bocor maka arus bocor akan dibuang **ke** dalam tanah. Pentanahan body ini dilakukan dengan menggunakan kabel BC pada masing – masing generator dengan ukuran 50 mm' dan ditanahkan dengan kedalaman sekitar  $\pm 6$  meter. Sedangkan titik netralnya disambungkan langsung dengan titik netral dari trafo step up dengan





Gambar 3.12

Panel Sinkronisasi



Gambar 3.13

Single Line Diagram Panel Kontrol G

## 19. PENGAMAN MESIN DIESEL DAN GENERATOR

Pengainan mesin diesel dan generator terdiri dari berbagai macam pengainan. relay pengamanan dan MCCB, pengainan ini harus bekerja dengan cepat dan selektif agar kontinuitas pelayanan daya dapat dijalankan dengan baik. Pengainan mesin diesel terdiri dari :

a) Pengainan temperatur

Pengainan temperatur ini bekerja, **jika** temperatur mesin diesel lebih dari 100°C. Apabila suhu atau temperatur mesin diesel lebih dari 100°C maka mesin diesel ini akan mati.

b) Pengainan tekanan oli.

Pengainan tekanan ini bekerja, **jika** tekanan oli mesin diesel kurang dari 2 bar. Apabila tekanan oli mesin diesel kurang dari 2 bar maka mesin diesel ini akan mati.

c) Pengaman over speed (kecepatan lebih).

Pengainan over speed ini bekerja, jika over speed mesin diesel lebih dari 53 Hz. Apabila over speed mesin diesel lebih dari 53 Hz maka mesin diesel ini akan mati.

Sedangkan pengainan generator terdiri dari :

a) MCCB

Berfungsi menjaga bila terjadi hubung singkat, disamping itu juga untuk memisahkan busbar. MCCB ini mampu menahan arus hubung singkat 100 kA untuk tegangan **380** 440 V dan dapat bekerja manual atau otomatis yaitu dengan menggunakan motor.

b) Reverse power relay

Berfungsi mengamankan kemungkinan adanya aliran daya yang terbalik. Aliran daya yang terbalik disebabkan oleh suatu gangguan pada generator sehingga menyebabkan aliran daya tidak keluar dari generator melainkan masuk ke generator sehingga generator menjadi seperti motor. Pada dasarnya reverse power relay ini bekerja bila tidak adanya sinkronisasinya antar generator. dimana salah satu generator lepas dari hubungan sinkronisasi yang dapat mengakibatkan generator tersebut menjadi motor.

c) Relay arus lebih

Berfungsi mengamankan kumparan stator generator dari adanya arus lebih. Relay arus ini memberikan kontak output ketika arus naik melebihi batas setting. Delay waktu antara pengukuran arus lebih dan memberikan sinyal tergantung pada persentase arus lebih.

d) Relay Tegangan Lebih

Berfungsi mengamankan kemungkinan adanya kenaikan tegangan pada saat beban hilang atau AVR tidak bekerja

## 20. PENUNJANG PLTD

Disamping hal-hal pokok / penting yang telah disebutkan diatas maka akan dibahas juga hal-hal lain yang perlu diperhatikan dalam suatu pendisainan PLTD antara lain

### I. Rumah Diesel atau Power House

Rumah diesel atau *Power House* ini terdiri atas beberapa ruang, yaitu ruang kontrol (*control room*), ruang diesel dan ruang alat bantu. Perencanaan *power house* harus memperhitungkan tempat atau ruangan untuk penambahan unit diesel pada penggabungan pembangkitan untuk masa-masa mendatang, Luas *power house* ini 110 m<sup>2</sup> (22 m x 5 m).

*Power house* biasanya dilengkapi dengan ventilasi udara untuk menghilangkan radiasi panas yang dihasilkan oleh mesin diesel untuk menukar udara dari ruang mesin. Dapat digunakan beberapa buah jendela dimana sebuah jendela untuk udara masuk dan jendela yang lain untuk udara keluar. Luas dari **jendela** untuk udara keluar minimal harus sama lebih besar dari luas jendela untuk udara masuk. Aliran udara diperoleh dari perbedaan suhu antara udara masuk (udara diluar *power house*) dan udara keluar (udara didalam *power house*).

Di dalam *power house* ini terdiri dari :

a. Ruang Kontrol.

Ruang kontrol berisi panel-panel kontrol. panel control ini berfungsi mengontrol seluruh sistem yang bekerja. Dimana dari panel kontrol ini, setiap mesin dapat dinyalakan *dan dimatikan*. Setiap generator dapat dikontrol, disinkronisasi dan dimonitor.

b. Ruang Diesel dan generator

Ruang diesel dan generator merupakan tempat untuk meletakkan mesin diesel dan generator. Diperlukan jarak antara mesin dan

mesin dan jarak antara mesin dengan dinding untuk keperluan perawatan dan bongkar pasang mesin saat perbaikan.

c Ruang Alat Bantu

Ruang alat bantu untuk menempatkan alat bantu mesin diesel antara lain

- *Daily tank* / tangki harian untuk menyimpan minyak yang nantinya disalurkan **ke mesin** diesel
- *Sump Tank* / tangki tempat menampung minyak bahan bakar. Oli dan air yang berasal dari mesin
- *Oil separator* / pemisah oli dan air dan kotoran

## 21. PERAWATAN

Seperti peralatan mekanik lainnya, genset memerlukan pemeriksaan dan perawatan rutin yang tidak boleh dilalaikan. Pemeriksaan dan perawatan rutin ini dapat memperpanjang usia dari mesin itu sendiri. Pemeriksaan rutin ini dilakukan setiap kali akan menstart genset. Dengan pemeriksaan dan perawatan rutin kerusakan atau keganjilan mesin dapat diketahui secara dini.

Adapun pemeriksaan rutin adalah sebagai berikut :

- Pemeriksaan Air Pendinginan

Periksa permukaan air pendingin pada tangki ekspansi dan ditambah bila perlu. Jika suhu-suhunya terlalu tinggi diwaktu jalan. suhu-suhu itu harus diturunkan perlahan-lahan sampai angka yang cocok. Kejutan-

kejutan air dingin dan tegangan-tegangan panas dapat mengarah **kepada** konsekuensi kerusakan-kerusakan.

- Pemeriksaan Ketinggian Oli Mesin

Permukaan oli harus berada diantara tanda **H** dan L. Posisi level oli dapat diketahui dengan mencabut *deep stick* yang tersedia di dekat filter oli. Bila oli sudah berada di bawah tanda L inaka harus ditambahkan oli baru. Bila mengisi oli tidak diperkenankan tanda H karena jika dilakukan akan tumpah.

- Pemeriksaan Tegangan Belt

Pemeriksaan dilakukan dengan mengukur tegangan *belt* diantara 2 *pully* dengan menggunakan alat ukur.

Pemeriksaan ini dilakukan bersamaan dengan overhold /semua.

- Pemeriksaan Filter Udara

Pemeriksaan dengan melihat indikator debu. Bila berwarna merah maka filter udara harus dibersihkan atau diganti yang baru.

- Pemeriksaan Bagian Luar Mesin dan Mendengarkan Suara Mesin

Pemeriksaan bagian luar mesin dengan tujuan kemungkinan adanya kebocoran atau kerusakan dan pada fan radiator bila terdapat kotoran yang menyangkut. Mendengarkan suara mesin dilakukan pada start genset pada putaran konstan dengan tujuan kemungkinan suara asing yang menunjukkan gangguan atau kerusakan **pada** mesin.

Di samping pemeriksaan rutin. harus diperhatikan perawatan rutin. yaitu perawatan berkala untuk mengganti item yang mempengaruhi unjuk kerja mesin.

Adapun Perawatan rutin adalah sebagai berikut

- Penggantian Oli Pelumas Dan Filter Oli

Setelah 5000 lain operasi diharuskan untuk mengganti oli pelumas dan filter **oli** ini dibersihkan setiap 125 jam Ini dilakukan dengan mempertimbangkan bila mesin beroperasi selama waktu tersebut kadar **oli** telah berubah dan filter **oli** telah rusak

- Penggantian Filter Solar

Setelah 250 jam operasi atau 6 bulan diharuskan pula untuk mengganti filter solar

- Penggantian Filter Udara

Penggantian filter udara tidak ditentukan jam operasi namun lebih ditentukan oleh lingkungan dimana mesin beroperasi