

II. TEORI PENUNJANG

PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA DIESEL

UMUM

¹Pembangkit Listrik Tenaga Diesel cocok untuk lokasi dimana pengeluaran bahan bakar rendah, persediaan air terbatas, minyak sangat murah dibandingkan dengan batubara dan semua beban besarnya adalah seperti yang dapat ditangani oleh mesin pembangkit dalam kapasitas kecil. serta dapat berfungsi dalam waktu yang singkat

Kegunaan dari suatu Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PTLD) adalah penyedia daya listrik yang dapat berfungsi untuk :

- Sebagai unit cadangan (*Stand By Plant*) yang dijalankan pada saat unit pembangkit utama yang ada tidak dapat mencukupi kebutuhan daya listrik.
- Sebagai unit pembangkit yang menyuplai listrik selama 24 jam atau sebagai pemikul beban tetap. Sifat pengoperasian harus pada beban dasar yang berkapasitas tertinggi dan tidak dipengaruhi oleh frekuensi beban tetap. Hal ini memungkinkan juga bila pasokan dapat mengalami gangguan.
- Sebagai unit beban puncak atau Peak Load. Bila PLTD dioperasikan pada beban puncak. biasanya dalam waktu yang tidak lama. karena dapat berfungsi untuk menaikkan tegangan yang turun pada saat beban puncak.

- Sebagai unit cadangan (*emergency*) yang dijalankan saat keadaan darurat . saat terjadi pemadaman pada unit pembangkit utama. Bila terjadi yang mengakibatkann gangguan pada total seluruh jaringan listrik maka PLTD dapat beroperasi tanpa bantuan tegangan dari luar dan langsung mengisi tegangan serta menanggung beban listrik dengan cepat serta membutuhkan perhatian *yang* sedikit.

Sedangkan keuntungan yang didapat daripada Peinbangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) adalah :

- Investasi modal relatif rendah.
- Waktu pembangunan relatif singkat.
- Disain dan instalasi yang sederhana.
- Bahan bakar yang cukup murah.
- Dapat dijalankan dan dihentikan dengan cepat.

Faktor-faktor yang merupakan pertimbangan pilihan *yang* sesuai untuk PLTD antara lain :

- Jarak dari beban dekat.
- Persediaan areal tanah dan air.
- Pondasi.
- Pengangkutan bahan bakar.
- Kebisingan dan kesulitan lingkungan.

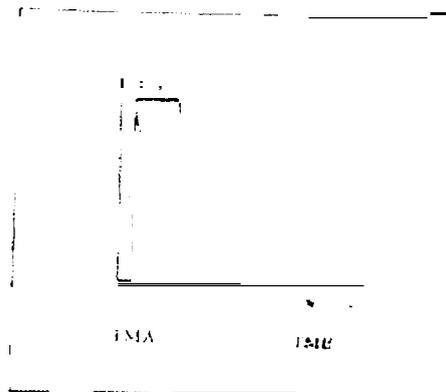
¹ Sulasno. *Pusat Pembangkit Tenaga Listrik*. (Jakarta : Satya Wacana, 1992). p. 29.

² Ibid.

2. MESIN DIESEL

Mesin Diesel sebagai penggerak mula PLTD yang berfungsi menghasilkan tenaga mekanis yang dipergunakan untuk memutar rotor generator. Mesin Diesel adalah sejenis motor bakar yang penyalannya dengan cara bahan bakar diinjeksikan kedalam silinder, yang berisi tekanan udara dalam silinder mesin maka suhu udara meningkat, sehingga ketika bahan bakar dalam bentuk kabut halus bersinggungan dan bercampur dengan udara panas ini, mulai terbakar sendiri. Pada prinsipnya siklus diesel secara ideal mirip siklus **Otto**, tetapi prosesnya pemasukan kalornya dilakukan dengan tekanan konstan

Diagram siklus Otto sebagai berikut .



Gambar 2.1³

Siklus Otto

Langkah-langkah pada **siklus** Otto .

- 1 - 2 Proses kompresi. adiabatik
- 2 - 3 Proses pembakaran. Isobaris

³ **Ibid. p. 34.**

3 – 4 : Proses ekspansi, adiabatik

4 – 1 : Proses pembuangan gas beku. isometris

2.1 Sifat-sifat Mesin Diesel⁴

Mesin diesel adalah motor bakar dimana daya yang dihasilkan diperoleh dari pembakaran bahan bakar. Adapun daya yang dihasilkan ini terbagi / berubah menjadi :

- daya yang bermanfaat 40 %
- panas yang hilang untuk pendingin 30 %
- panas yang hilang untuk pembuangan gas 34 %
- panas yang hilang dalam pergeseran, radiasi dan sebagainya 6 %

2.2 Pemilihan Mesin Diesel

Untuk suatu PLTD, pemilihan mesin diesel sebagai penggerak mula didasarkan atas :

2.2.1 Faktor Kecepatan.⁵ Mesin sering kali dibagi menjadi beberapa kelas kecepatan, yaitu mesin kecepatan rendah, mesin kecepatan sedang dan mesin kecepatan tinggi. Penggolongan kecepatan mesin berdasarkan putaran permenit, tidak sesuai sebagai karakteristik kecepatan yang baik karena tidak diperhitungkannya ukuran dari mesin. Suatu karakteristik kecepatan yang baik, yang disebut faktor kecepatan dan dilambangkan dengan Cs. diperoleh

⁴ Ibid. p. 33.

⁵ V.L. Maleev M.E.DR.A.M. *Operasi dan Pemeliharaan Mesin Diesel* Diterjemahkan oleh Bambang Prambodo. (Jakarta : Erlangga. 1991) p 26

sebagai hasil kali putaran tiap menit dari kecepatan torak
 Agar didapat besaran yang kecil dan mudah diingat,
 hasilnya dibagi dengan 100.000

Persamaannya

$$C_s = \frac{nc}{100.000} \quad (2.1)$$

dimana C_s faktor kecepatan

n putaran mesin diesel (rpm)

c kecepatan torak (f/min)

Sedangkan kecepatan torak, (c) diperoleh melalui persamaan

$$c = \frac{n \cdot l}{6} \quad (2.2)$$

dimana n putaran mesin diesel (rpm)

l panjang langkah (ft)

dari persamaan (1) dan (2) didapat⁸:

$$C_s = \frac{n \cdot l}{600.000} \quad (2.3)$$

Kecepatan untuk berbagai mesin diesel yang ada dibagi menjadi 3 kelas

- 1 Mesin kecepatan rendah dengan faktor kecepatan < 3
 atau dengan kecepatan 500 – 1000 KPM

Ibid

Ibid

⁸ Ibid.

2 Mesin kecepatan sedang dengan faktor Lecepatan 3 sampai 9 atau kecepatan 1000 sampai dengan 1500 RPM

3 Mesin kecepatan tinggi dengan faktor kecepatan 27 sampai 81 atau kecepatan lebih dari 1500 KPM

Jika mesin dipasang untuk operasi kontinu dan kalau diinginkan umur panjang dengan biaya perawatan murah, maka sebuah mesin kecepatan rendah atau sedang yang paling sesuai adalah kecepatan 500 sampai dengan 1000 RPM

2.2.2 Jumlah silinder Untuk menghindari terjadinya light flicker naik turunnya tegangan maka jumlah silinder minimal diambil 4 buah. patokan agar sudah tidal, terasa light flicker, maka dalam 1 **detik** jumlah dorongan harus jauh dari 16 dorongan dimana jumlah dorongan dalam 1 detik dapat dihitung melalui persamaan berikut"

$$\text{Jumlah dorongan} = \frac{n \cdot i}{120} \quad (2.4)$$

dimana n . kecepatan putaran mesin diesel (rpm)

i jumlah pembakaran (=jumlah silinder)

Makin banyak jumlah silinder juga berpengaruh pada makin seragam putaran mesin dan keseimbangan mesin lebih baik Jumlah silinder lebih dari enam terutama

⁹ Catatan Pembangkit Energi Listrik II

digunakan untuk meningkatkan daya mesin tanpa menambah tinggi dan beratnya.

Dilain pihak makin banyak jumlah silinder akan makin besar jumlah bagian yang bergerak, lebih banyak tempat yang menderita keausan, makin banyak jumlah kerja perawatan yang diperlukan dan makin besar peluang untuk rusaknya suatu bagian.

Umumnya susunan silinder dari PLTD adalah :

- Deret Vertikal

Susunan deret vertikal sebagian besar digunakan dalam pembangkit tenaga listrik. Semua silinder dipasang secara paralel dan jumlah deret dalam silinder harus sebanyak 16 buah.

- Tipe V

Memiliki keuntungan pada mesin deret, yaitu panjang tangkai engkol hampir membutuhkan setengah dari keseluruhan yang dibutuhkan mesin diesel. Digunakan mesin yang memerlukan kecepatan tinggi yaitu pada rpm > 1000.

- Tipe Horisontal

Susunan mesin horisontal ditempatkan berlawanan satu sama lainnya. Susunan ini lebih istimewa, karena ruangan atas merupakan masalah besar. Mesin ini harus memakai tipe multi silinder.

2.2.3 Proses Kerja Menurut proses bekerjanya mesin diesel dapat dibagi dalam mesin 4 langkah dan mesin 2 langkah.

Yang dimaksud dengan mesin 4 langkah ialah bahwa torak harus membuat 4 langkah untuk memperoleh satu langkah kerja. Berarti poros engkol harus berputar dua kali untuk mendapatkan daya satu kali.

Yang diinaksud dengan mesin 2 langkah ialah bahwa torak harus membuat 2 langkah untuk memperoleh satu langkah kerja. Berarti poros engkol harus berputar satu kali untuk mendapatkan daya 1 kali

Keuntungan dari mesin 4 langkah :

1. Proses pelumasannya lebih sederhana.
2. Efisiennya tinggi.

Kerugian dari mesin 4 langkah :

1. Dalam tiap dua putaran poros engkol hanya diperoleh satu langkah kerja (daya).
2. Ukuran mesin lebih besar sehingga ruangan yang diperlukan juga lebih **besar**.
3. Harganya lebih mahal.

keuntungan dari mesin 2 langkah :

1. Dalam setiap satu putaran poros engkol diperoleh satu langkah.
2. Setengah dari perpindahan torak untuk daya yang diberikan, yang berarti mesin tersebut praktis beratnya setengahnya sehingga lebih murah.
3. Roda gilyanya kira-kira beratnya hanya setengahnya untuk keseragaman putarannya yang sama karena langkah kerja berjumlah dua kali lipat.
4. Ukuran mesin lebih kecil sehingga ruangan yang diperlukan juga lebih kecil.

Kerugian mesin 2 langkah :

1. Pembilasan dan pembakaran kurang sempurna.
2. Pemakaian bahan bakar tidak hemat
3. Suhu torak dan dinding silinder tinggi; sehingga air pendingin yang dibutuhkan lebih banyak.

Keputusan akhir apakah memilih mesin dua langkah ataukah empat langkah biasanya lebih dipengaruhi oleh tersedianya mesin dari daya dan faktor kecepatan yang cocok. dari pada pilihan pribadi untuk satu jenis atau jenis yang lain.

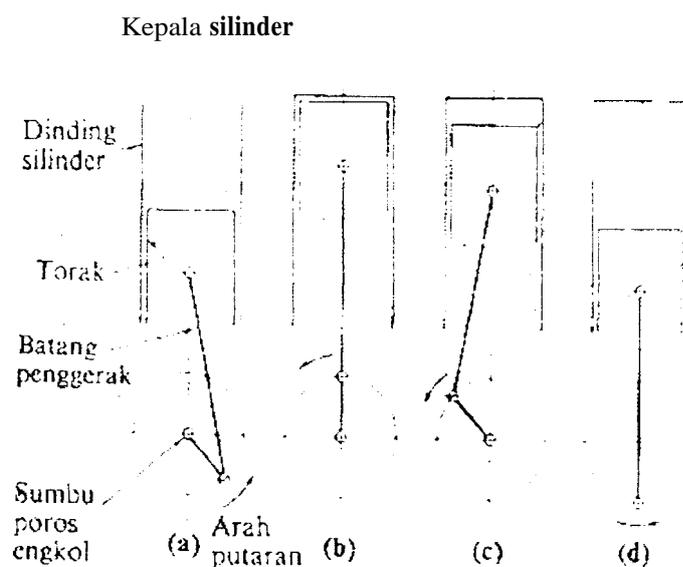
Pemilihan mesin diesel untuk suatu instalasi daya sebaiknya dipilih dari jenis mesin yang sama. pemilihan jenis mesin yang sama, yaitu dari merk dengan lubang dan

jumlah langkah yang sama mana akan diperoleh beberapa keuntungan. yaitu

- Mengurangi jumlah suhu cadang yang harus disediakan untuk mencegah lamanya kerusakan
- Memudahkan operasi dan perawatan untuk petugas PLTD

2.3 Prinsip Kerja Mesin Diesel

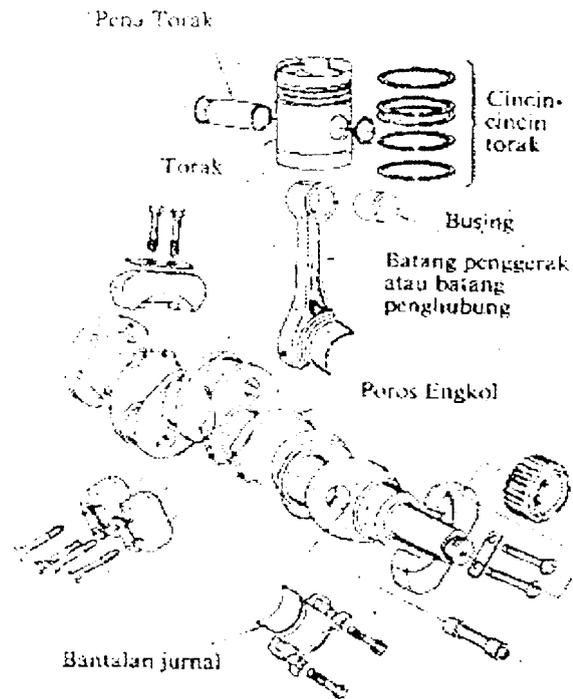
Prinsip kerja mesin diesel dapat dilihat pada gambar 2.2 dan gambar 2.3



Gambar 2.2'''

Prinsip Kerja Mesin Diesel

¹⁰ Arismunandar Wiranto. *Motor Diesel Putaran Tinggi*. (Pradadnya Paramita 1997) pp 3-4



Gambar 2.3"

**Komponen-komponen Utama yang bergerak
pada Mesin Diesel**

Pada gambar 2.1 dijelaskan bahwa Prinsip kerja mesin diesel adalah sebagai berikut¹²

Torak yang bergerak bolak balik didalam silinder dihubungkan dengan pena engkol dari poros engkol yang berputar pada bantalannya dengan perantara batang penggerak. Campuran bahan bakar dan udara dibakar didalam ruang bakar yaitu ruangan yang dibatasi oleh dinding silinder, kepala **torak** dan kepala silinder. Gas pembakaran yang terjadi mampu menggerakkan torak

¹¹ Ibid

¹² **Ibid.**

yang selanjutnya memutar poros engkol. Pada kepala silinder terdapat katup isap dan katup buang. Katup isap berfungsi memasukan udara kedalam silinder, katup buang berfungsi mengeluarkan gas buang yang sudah tidak terpakai ke udara. Jika torak berada pada posisi tejauh dan kepala silinder lihat gainbar 2.1 (d.), dan baik katup isap maupun katup buang ada pada posisi tertutup. maka gerakkan torak ke atas lihat gambar 2.1 (a) merupakan gerakan menekan udara kedalam silinder. Gerakan tersebut terakhir menyebabkan kenaikan tekanan dan temperatur suhu udara. Akhirnya, apabila torak mencapai posisi terdekat dari kepala silinder, lihat gainbar 2.1 (b) maka untuk diesel pada umumnya tekanan dan suhunya berturut-turut dapat mencapai 30 kg/cm^2 dan 550°C . Namun beberapa saat torak belum mencapai posisi seperti gainbar 2.1 (b) bahan bakar disemprotkan ke dalam silinder dan terjadi pembakaran proses pembakaran tersebut akan menyebabkan kenaikan tekanan dan suhu, tetapi karena proses pembakaran memerlukan waktu maka tekanan maksimum dan suhu maksimum terjadi beberapa saat setelah torak bergerak turun ke bawah, lihat gambar 2.1 (c) dan selanjutnya memutar poros engkol. Saat sebelum torak mencapai gambar 2.1 (d) katup buang mulai terbuka sehingga gas pembakaran dipaksa **keluar** dari silinder oleh **torak** yang bergerak dari bawah **ke** atas yaitu pada langkah buang. Beberapa saat sebelum torak mencapai gainbar 2.1(b) katup isap mulai membuka dan beberapa saat setelah torak

bergerak kebawah lagi katup buang sudah menutup. Dalam hal tersebut terakhir gerakan torak kebawah akan menyebabkan udara terisap masuk kedalam silinder. demikianlah proses tersebut dilakukan berulang-ulang. Titik mati yaitu posisi dimana torak seakan-akan berhenti. TMB adalah titik mati bawah yaitu posisi torak berada terjatuh dari kepala silinder, lihat gambar 2.1(b) pada proses siklus ada beberapa idealisasi yang diperlukan yaitu :

1. Fluida kerja didalam silinder adalah udara.
2. Proses kompresi dan ekspansi berlangsung secara isentropik.
3. Proses pembakaran dianggap sebagai proses pemanasan fluida kerja.
4. Pada akhir proses ekspansi yaitu pada waktu torak mencapai TMB, fluida kerja didinginkan sehingga tekanan dan suhunya turun mencapai tekanan dan suhu atmosfer.
5. Tekanan fluida kerja didalam silinder selama langkah buang dan langkah isap adalah konstan dan sama dengan tekanan atmosfer.

3 GENERATOR

Generator adalah alat yang mengkonversikan energi mekanik menjadi energi listrik. Energi mekanik diperoleh dari suatu peralatan penggerak mula yaitu mesin diesel dan kemudian energi mekanik ini diteruskan pada poros generator sehingga memutar rotor generator dan menghasilkan daya listrik.

Prinsip pembangkitan listrik pada generator serempak dinyatakan oleh hukum Faraday. Rotor yang dicatu oleh sumber arus searah akan menghasilkan medan magnet yang berasal dari arus yang mengalir pada belitan rotor. Rotor tersebut diputar oleh prime mover (mesin diesel) dengan kecepatan tertentu sehingga medan magnet yang dihasilkan rotor tersebut akan memotong kumparan-kumparan pada stator. Hal ini menyebabkan tegangan terinduksi pada kumparan stator tersebut.

Frekuensi dari tegangan yang dibangkitkan oleh stator adalah¹³:

$$f = \frac{pn}{60} \quad (2.5)$$

Dimana

p = jumlah dari kutub-kutub rotor

n = kecepatan motor (rpm)

Ada dua jenis generator berdasarkan komponen utama distator, yaitu :

- Generator dengan kutub menonjol
- Generator dengan kutub tidak menonjol ; rotor silindris

Generator dengan kutub menonjol biasanya lebih ekonomis dari kutub silindris untuk mesin putaran rendah yaitu 1500 rpm kebawah sehingga biasanya generator dengan menonjol **dipakai** pada mesin putaran rendah. Sedangkan generator dengan kutub tidak menonjol mempunyai kumparan yang terdistribusi secara merata sehingga untuk putaran tinggi rotor ini mempunyai kekuatan mekanis yang tinggi dibandingkan dengan kutub

¹³ L.L.Mahon. *Diesel Generator Handbook*. (Oxford : Butterworth-Heinemann Ltd, 1992).p.3.

4. SISTEM PENDINGINAN

¹⁶Adanya proses pembakaran akan mengakibatkan suhu ruang bakar menjadi naik. sehingga dapat mengakibatkan kerusakan dinding ruang bakar katub-katub, puncak torak dan kemacetan cincin torak. Disamping itu minyak pelumas yang melumasi torak akan menguap dengan cepat dan silinder dapat rusak, yang menimbulkan gangguan kerja mesin. Oleh sebab itu diperlukan suatu sistem pendingin yang baik.

Metode pendinginan dapat dibedakan berdasarkan jumlah jenis medium pendingin yang digunakan dan sistem yang digunakan.

Berdasarkan jenis medium pendingin yang digunakan ada dua yaitu medium pendingin udara yang digunakan pada unit mesin kecil dan medium air yang digunakan pada unit mesin besar. Diesel memerlukan air 40 -- 60 liter untuk inendinginkan setiap PK setiapjamnya

Adapun bagian yang perlu didinginkan di mesin adalah bagian silinder karena bagian atasnya terpanas dan sebagian panas gas pembakaran dipindahkan langsung ke pendinginnya bagian bawah silinder, perpindahan panas ke pendingin tidak langsung tetapi lewat torak dan cincin torak jika pendingin tidak berfungsi baik, maka suhu silinder naik dan menyebabkan kerusakan dinding ruang bakar, minyak pelumas akan menguap Batas pemanas yang diperbolehkan adalah 70 °C.

¹⁶ Joel Weisman and L.E Eckout. *Modern Power Plant Engineering* (New Jersey : Prentice Hall, inc. 1985) p.233.

Fungsi dari sistem pendingin dapat diklasifikasikan menjadi

1 pendinginmesin

Berfungsi untuk memelihara beban temperatur yang dapat di terima piston, tutup silinder

2 Pendingin Oil

Berfungsi untuk mengontrol temperatur sehingga viskositas oli pelumasan berada dalam batas yang diperlukan untuk menghasilkan pelumasan yang efektif Oli pelumas juga berfungsi untuk mendinginkan piston.

3 Pendingin Udara

Berfungsi untuk menaikkan densitas udara yang masuk silinder sehingga tenaga output mesin diesel naik dengan membakar lebih banyak bahan bakar. selain juga berfungsi untuk memelihara temperatur yang dapat diterima oleh katup pengeluaran udara

5. SISTEM PELUMASAN

Bagaimanapun baiknya sebuah mesin dirancang dari segi efisiensi panas dan kekuatannya dan bagaimanapun baiknya pembuatan dari segi bahan dan pengerjaannya kalau pelumasan dan semua bagian yang bergerak tidak diperhatikan dengan baik, maka mesin tidak akan berjalan sama sekali/ menunjukkan keausan berat dan berumur **pendek**. Kegunaan dari pelumasan adalah mengurangi keausan permukaan bantalan dengan menurunkan gesekan diantaranya inendinginkan permukaan bantalan dengan membawa pergi panas yang dibangkitkan oleh gesekan membersihkan permukaan dengan membawa butiran logam yang dihasilkan dari keausan. Sistem pelumasan memerlukan pompa sirkulasi minyak pelumas

Pada dasarnya umur dan efisiensi sangat tergantung pada sistem ini.

Pelumasan ini berfungsi :

- melumasi bagian mesin yang bergerak.
- Mendapatkan panas silinder dan bantalan.

6. SISTEM BAHAN BAKAR

Pada mesin diesel, bahan bakar **yang** digunakan adalah solar.

Dalam bahan bakar dibutuhkan tangki sebagai penyedia bahan bakar. Ada 2 macam tangki bahan bakar :

- Tangki Harian (*Day Tank*) : tangki ini biasanya diletakkan diruang mesin dan harus berisi minyak yang cukup untuk mengoperasikan mesin selama satu hari kerja penuh atau 8 sampai 9 jam. Untuk mesin yang sangat besar tangki harian harus berisi bahan bakar sebanyak yang diijinkan oleh

peraturan Pemadam Kebakaran Batas penyimpanan dalam gedung adalah 909,2 liter (200 galon) sehingga tangki yang besar harus ditambahkan diluar bangunan.

- Tangki penyimpanan utama (*Storage Tank*): tangki penyimpanan dapat ditempatkan diatas/ dibawah tanah. Tangki diatas tanah biasanya merupakan tangki baha silindris. Jadi tangki harus jauh dari gedung sentral dimana jika terjadi kebocoran dapat mengakibatkan kebakaran.

Merencanakan tangki penyimpanan harus diperhitungkan pemakaian bahan bakar dan untuk berapa lama bahan bakar disediakan”.

$$V_{th} - fuel\ cons\ (1/KWH) \times produksi\ listrik\ 1\ hari\ (KWH) \times T \quad (2.7)$$

dimana : V_{th} = Volume tangki penyimpanan bahan bakar (liter)

T = untuk berapa lama bahan bakar disediakan (hari)

Sistem bahan bakar memerlukan pompa transfer bahan bakar. Merencanakan daya a pompa transfer bahan bakar. harus memperhatikan kapasitas dari pompa bahan bakar yang dipakai¹⁸

$$P = \frac{Q \times H}{102 \times \eta} \quad (2.8)$$

dimana : P = daya pompa bahan bakar (KW)

Q = kapasitas pompa (l/dt)

H = *delivery head* (m)

η = efisiensi pompa ($\pm 0,5$)

¹⁷ Catatan Pembangkit Energi Listrik II

⁸ Ibid

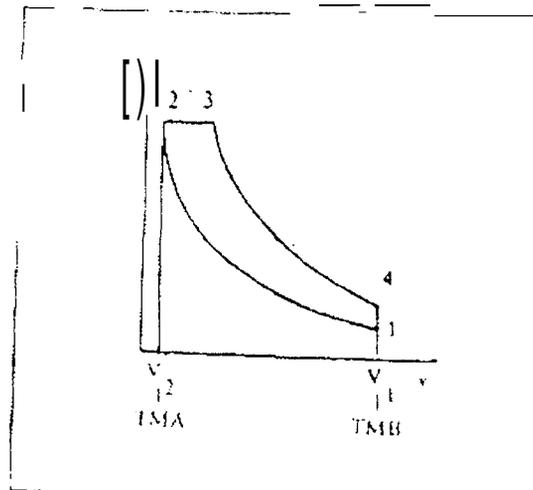
6.1 “Kerja Mekanis Gas Pembakaran

Kerja mekanis gas pembakaran, waktu torak berada pada TMB (titik 1) udara ada pada kondisi atmosfer. Gerakan torak dari TMB ke TMA (titik 2) menyebabkan udara mengalami proses kompresi isentropik sampai torak mencapai TMA, sesuai dengan idealisasi (2). Pada waktu torak berada pada TMA udara dipanasi dengan volume tetap sehingga tekanan naik sesuai dengan idealisasi (3). Proses terakhir dapat dilukiskan pada proses dari titik 2 ke 3 selanjutnya gerakan torak dari TMA ke TMB merupakan proses ekspansi isentropik dari titik 3 ke 4, sesuai dengan idealisasi (2). Pada saat torak mencapai TMB (titik 4), sesuai idealisasi (4) udara diinginkan sehingga mencapai kondisi atmosfer (titik). Gerakan torak selanjutnya dari TMB ke TMA yaitu dari titik ketitik 0 adalah langkah buang pada tekanan konstan. Sehingga gerakan torak selanjutnya dari TMA ke TMB yaitu titik 0 ke titik 1 adalah langkah isap pada tekanan konstan yang sama dengan tekanan buang kedua proses tersebut adalah sesuai dengan idealisasi (1).

Bahan bakar untuk diesel disimpan **pada** tangki penyimpanan utama yang terletak diluar gedung untuk factor keamanan. Pompa mengalirkan bahan bakar dari tangki utama melalui saringan dan meter pengatur menuju tangki harian secara berkala. Hal ini dapat dilihat pada gambar 2.6. Tangki harian harus cukup untuk digunakan diesel pada satu hari orde tertentu dengan variasi beban listik yang **ada**. Mesin diesel umumnya

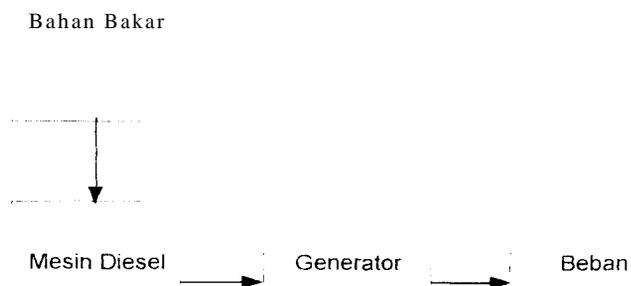
¹⁹ Arismunandar Wiranto *Motor Diesel Putaran Tinggi*, (Pradadnya Paramita 1997),p 4

menggunakan sistim injeksi mekanik dimana bahan bakar yang telah berisi udara bertekanan



Gambar 2.5²⁰

Diagram P - V



Gambar 2.6²¹

Blok Diagram Diesel

²⁰ Sulasno. *Pusat Pembangkit Tenaga Listrik*. (Semarang :Satya Wacana. 1992). pp. 29-34.

²¹ Rizal.Abdul. *Laporan Kerja Praktek I* (Surabaya :Universitas Kristen Petra, 2000).p.30.

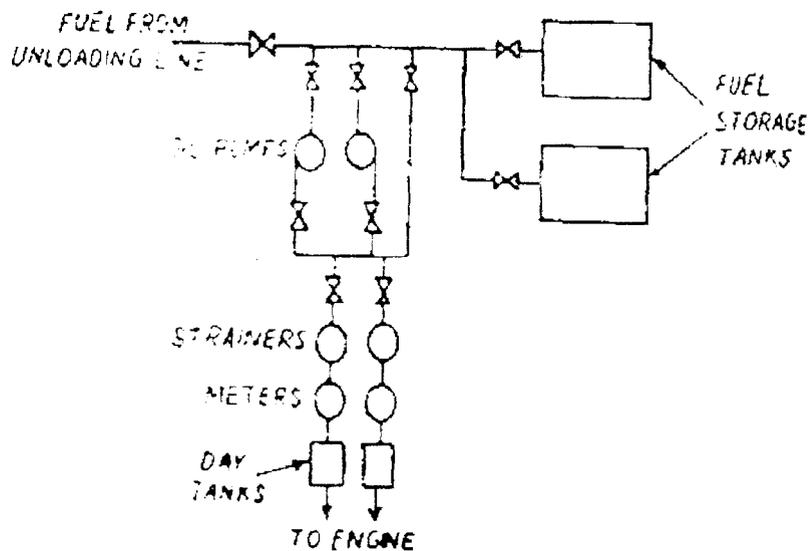


Fig. 4-16.

Gambar 2.7²²

Sistem Bahan Bakar

7. SISTEM PEMASUKAN UDARA

Kegunaan sistem pemasukan udara adalah untuk menyediakan udara yang diperlukan bagi pembakaran bahan **bakar**. Udara yang diperlukan oleh mesin diesel masuk ke saluran udara melalui saringan udara masuk. Saringan udara masuk ini berfungsi untuk menangkap debu, pasir dan benda asing yang terdapat di udara bebas yang mana dapat menyebabkan katup kotor, keausan cincin torak dan lapisan silinder.

Saringan udara masuk terutama diperlukan dalam instalasi daya yang udaranya mengandung debu dan pasir, misalnya dalam lingkungan pekerjaan

²² G.R. Nagpal. *Power Plant Engineering* (Nai Sarak Delhi : Khanna Publisher. 1997). p 320.

batu, pertambangan. industri, dekat dengan lalu lintas yang padat. Tetapi meskipun dalam daerah yang udaranya terlihat bersih dari debu, saringan udara akan menunjukkan kandungan debu yang banyaknya mengejutkan.

Dalam sistem pemasukan udara juga memerlukan peredam udara masuk. Udara yang menyerbu masuk melalui katub pemasukan dengan kecepatan tinggi menimbulkan kebisingan yang mendasis yang tidak disukai, yang pada mesin besar dapat terdengar sampai jarak jauh. Untuk itu diperlukan peredam udara masuk.

Udara mauk didinginkan di *inter cooler* supaya temperatur udara tidak terlalu tinggi sehingga kerapatan udara bagus dan kemudian masuk ke ruang bakar untuk menghasilkan pembakaran yang bagus.

Menghitung kebutuhan udara untuk keperluan pembakaran bahan bakar, terlebih dahulu dihitung *mta* yaitu *massa udara* secara teoritis²³.

$$Mta = \left[\frac{C}{100} \cdot 11,5 \right] + \left[\frac{H - O/8}{100} \cdot 34,5 \right] + \left[\frac{S}{100} \cdot 4,32 \right] \quad (2.9)$$

dimana : Mta : massa udara secara teoritis (Kg)

C, H, O, S : kandungan dalani bahan bakar (%)

Selalu diperlukan excess air (diberi udara berlebihan) sebesar **15 %** sehingga

$$^{24} \text{Kebutuhan udara} = \frac{1,15 Mta \cdot fc \cdot P}{HI} \quad (2.10)$$

dimana : kebutuhan udara dalam m³/jam

fc . spesifikasi komsumsi bahan bakar (1/KWH)

I daya output mesin (KW)

²³ Catatan pembangkit Energi Listrik II

²⁴ Ibid.

Bj : berat jenis udara yaitu sebesar $1,29 \text{ (Kg/m}^3\text{)}$

8. SISTEM PEMBUANGAN GAS

Kegunaan dari SISTEM pembuangan gas adalah untuk membawa gas buang dari silinder mesin ke atmosfer, melindungi lingkungannya (*power house*) terhadap gas buang dan meredam kebisingan yang dibuat oleh gas buang yang keluar.

Pada akhir langkah disipasi gas didalam silinder mesin masih bertekanan cukup tinggi yaitu 30 sampai 50 **psig** Kalau tiba-tiba dilepaskan kedalam pipa yang berisi gas pada tekanan atmosfer, **maka** gas buang menimbulkan kenaikan tekanan dalam pipa dan memberikan kecepatan kepada gas dalam pipa. Aliran dan kelembamannya menghasilkan penurunan tekanan dalam silinder dan kenaikan tekanan dalam pipa buang Kenaikan tekanan ini karena kelembamam gas, diikuti dengan penurunan tekanan. Tekanan yang naik turun / bergelombang tersebut tidak hanya terjadi pada pipa buang, tetapi dapat dikembalikan ke dalam silinder mesin, keadaan buang ini disebut tekanan balik.

Suatu kenaikan 1 % dalam tekanan **balik**, akan menurunkan keluaran daya sebesar kira-kira 1,5 %. Untuk mesin empat langkah panjang pipa yang paling **baik** adalah sependek mungkin, tetapi **untuk** mesin dua langkah pipa disesuaikan sehingga memberikan tekanan balik yang terjadi serendah mungkin dalam saluran ketika gas buang mulai keluar pada daur berikutnya.

Untuk menghitung panjang pipa buang dengan menggunakan persamaan²⁵ :

$$L = P / (\rho_{\text{udara}} - \rho_{\text{gas}}) \quad (2.11)$$

Dimana : L : panjang pipa buang (m)

P : tekanan untuk mendorong gas buang (Kgf/m²)

ρ_{udara} : kecepatan udara (Kgf/m³)

ρ_{gas} : kecepatan gas (Kgf/m³)

Kecepatan udara dan kerapatan gas dapat dicari dengan persamaan²⁶

$$P = \frac{1}{R.T} \quad (2.13)$$

dimana : P : tekanan sebesar 1 atm = 1,033.10⁴ Kgf/m²

R : konstanta gas yaitu 29.27

T : suhu udara (K)

9. KERJA PARAREL GENERATOR

Yang dimaksud dengan kerja pararel adalah pengoperasian beberapa buah generator secara bersama-sama, dimana output dari genset yang sedang beroperasi tersebut disalurkan ke beban melalui rel yang sama (common busbar sistem). Sedangkan yang dimaksud dengan sinkronisasi adalah memasukkan satu generator untuk **kerja** pararel yang lain. Seringkali sistem dimana generator yang akan dihubungkan sudah mempunyai begitu banyak generator dan beban yang terpasang, sehingga berapapun juga daya

²⁵ Eddy Harmadi Tjokrowisasto dan Budi Utomo Kukul Widodo. *Teknik Pembakaran Dasar dan Bahan Bakar* (Surabaya : FTI-ITS, 1990), p.195.

²⁶ Ibid.

yang diberikan oleh generator yang baru masuk tidak mempengaruhi tegangan dan frekuensi dari sistem. Hal ini yang disebut generator terhubung pada sistem yang kuat sekali.

Adapun tujuan utama dari pelaksanaan kerja paralel ini adalah sebagai berikut. yaitu untuk :

- a) Penambahan daya, jika diesel genset yang terpasang tidak mampu menanggung pertambahan beban listrik. dengan kerja paralel dapat diatasi.
- b) Kontinuitas. jika ada gangguan dari sumber listrik PLN. maka beban akan tetap mendapatkan suplai listrik
- c) Efisiensi, efisiensi maksimum dari generator dapat tercapai jika generator mengirim beban puncak. generator dapat dioperasikan paralel dengan Generator yang lain.

Dalam penerapannya. kerja paralel tersebut dapat dilakukan untuk kerja paralel antara

- a) Generator dengan jala-jala yang berkekuatan besar sekali (jala-jala PLN)
- b) Generator satu dengan generator lain
- c) Lebih dari dua buah generator

Pada suatu generator sinkron yang berada dalam keadaan diam / mati tidak boleh dihubungkan langsung dengan busbar. Karena pada saat diam, tegangan induksi pada stator adalah nol. Sehingga jika dihubungkan, maka akan terjadi hubungan singkat

Generator-generator yang digunakan untuk kerja paralel. pengetanahannya hanya dilakukan salah satu generator saja. Hal ini

bertujuan untuk menghindari terjadinya aliran harmonika ketiga antar generator

Adapun persyaratan yang harus dipenuhi dalam pelaksanaan kerja paralel generator ini adalah sebagai berikut

- a) Tegangan terminal dari generator yang akan dihubungkan dengan sistem harus sama dengan tegangan terminal ($V_1 = V_2$)
- b) Putaran dari generator harus sedemikian sehingga frekuensi dari tegangan yang dihasilkan oleh generator sama dengan frekuensi dari sistem
- c) Fasa dari generator dan fasa dari sistem harus sama pada saat generator dihubungkan. Urutan fasa dari generator harus sama dengan urutan fasa dari sistem

10. PERAWATAN

Maintenance (pemeliharaan/perawatan) adalah hal yang sangat penting agar mesin selalu dalam kondisi yang baik dan siap pakai. Peralatan sistem pembangkit tenaga listrik dan mesin-mesin serta peralatan lain yang terdapat di dalam suatu pabrik memerlukan perawatan secara teratur dan baik untuk mengurangi kerusakan pada mesin dan mendukung agar proses produksi dapat berjalan dengan **baik**.

Tujuan dari maintenance/ perawatan adalah :

1. Menjaga agar mesin dapat berjalan dengan baik dan lancar.
2. Memperpanjang umur mesin
3. Menjaga agar kualitas yang dihasilkan tetap baik.

Maintenance/ perawatan ini meliputi pemeriksaan yang teratur pada mesin perbaikan-perbaikan preventif dalam jangka waktu tertentu sesuai dengan jadwal diluar jadwal perawatan harian Panjang dari jangka waktu yang ditentukan tergantung pada perencanaan mesin, tujuan pemakaiannya dan kondisi kerjanya.

Metode yang dipergunakan untuk melakukan maintenance terdiri dari dua macam yaitu

1 Preventif maintenance

Preventif maintenance dilakukan dengan melakukan perawatan secara berkala tanpa menunggu mesin atau peralatan yang lain itu rusak terlebih dahulu

Preventif maintenance yang dilakukan antara lain :

- Menjaga kebersihan mesin-mesin dan peralatan instalasi tenaga listrik serta peralatan lain yang dipergunakan setiap hari
- Mengganti minyak pelumas mesin bagi mesin yang membutuhkan penggantian secara berkala.
- Memberi minyak pelumas pada permukaan yang bersentuhan dan bergesekan ; Misalnya roda gigi, roll, sebagainya.
- Memeriksa tangki-tangki dan saluran gas yang bertekanan untuk mencegah terjadinya kebocoran yang dapat menimbulkan kebakaran dan kerugian

2 Repair maintenance

Repair maintenance dilakukan dengan jalan memperbaiki mesin-mesin dan peralatan instalasi tenaga listrik serta peralatan lain yang rusak

Repair maintenance yang dilakukan antara lain

- Mengganti suku cadang yang rusak dengan persediaan yang ada
Apabila tidak ada maka akan dilakukan pembelian suku cadang tersebut
- Menggantikan sementara mesin atau peralatan lain yang rusak dengan peralatan cadangan, sehingga mesin atau peralatan lain yang rusak dapat diperbaiki di tempat tersebut