

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian yang Relevan

Dalam menyusun skripsi, diperlukan adanya beberapa referensi yang berasal dari jurnal penelitian sebelumnya, yang menjadi acuan untuk melakukan penelitian skripsi ini. Berikut penelitian yang terkait.

Penelitian oleh Abednego Destio, Rudi Hartono, Amat Umron, 2024. Dalam penelitian yang berjudul Analisis Performa Daya Mampu Mesin MITSUBISHI S16R PTA-S 6TM410. Mengenai analisa terhadap faktor – faktor penurunan daya mampu operasi mesin MITSUBISHI S16R PTA-S 6TM410 mengalami gangguan terakhir dikarenakan adanya malfungsi dari lube oil pump.

Penelitian oleh Rana Nur Robihah, Cecep Slamet Abadi, dan Isnanda Nuriskasari akan berpartisipasi pada tahun 2022. Dalam studi yang disebut sebagai Upaya Peningkatan Daya Mampu Mesin Diesel Mitsubishi S16R-PTA-S di UPPK Tarakan PLTD Malinau mengoptimalkan kinerja PLTD Malinau sebelum dan sesudah overhaul dan mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi kinerjanya. Membahas indikator—setiap indikator kinerja pembangkit yang menjadi lebih efisien dan andal.

Penelitian oleh Anton Ilintamon, Marthinus Pakiding, dan Hans Tumaliang berkolaborasi, 2019. Penelitian berjudul "Analisis Unjuk Kerja Sistem Produksi Listrik Pada Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Waena" membahas apa yang dicapai, prestasi yang ditunjukkan, atau kemampuan kerja PLTD Waena Power Plant. Sementara efisiensi adalah hasil perbandingan antara pencapaian dengan sumber daya yang digunakan untuk mencapainya. Keandalan pembangkit listrik tenaga diesel Waena menunjukkan kemampuan, kelancaran, ketahanan, dan keamanannya dalam operasinya untuk menghasilkan tenaga listrik KWH) sesuai dengan kebutuhan atau target yang telah ditetapkan.

Penelitian oleh Robihah, Abadi, & Nuriskasari, 2022. Dalam penelitiannya yang berjudul "*Upaya Peningkatan Daya Mampu Mesin Diesel Mitsubishi S16R-PTA-S di UPPK Tarakan PLTD Malinau*", peneliti berfokus pada evaluasi kinerja mesin diesel tipe Mitsubishi S16R-PTA-S sebelum dan sesudah dilakukan pemeliharaan. Penelitian ini menganalisis faktor-faktor penyebab turunnya daya mampu (*derating*) dan menghitung kenaikan performa pasca-pemeliharaan.

Penelitian oleh Destio, Hartono, & Umron, 2024. Penelitian dengan judul "*Analisa Efisiensi Performa Daya Mampu Mesin MITSUBISHI S16R PTA-S 6TM410*" ini membahas analisis teknis terhadap penurunan daya mampu mesin pembangkit. Fokus utama penelitian adalah mengidentifikasi parameter operasional yang menyimpang dan menghitung efisiensi performa mesin berdasarkan data *logsheet* harian.

2.2 Landasan Teori

Mesin Mitsubishi S16R PTA-S merupakan mesin diesel industri *heavy-duty* yang dirancang khusus untuk aplikasi pembangkit listrik (*generator set*). Mesin ini bekerja berdasarkan prinsip *internal combustion engine* (motor pembakaran dalam) dengan siklus 4-langkah (*4-stroke*), yang memanfaatkan tekanan tinggi dari udara hasil kompresi untuk membakar bahan bakar solar yang diinjeksikan ke dalam ruang bakar.

Di PLTD Tepuai, mesin Mitsubishi S16R PTA-S menjadi andalan utama karena memiliki karakteristik keandalan tinggi, respon pembebanan yang cepat (*fast load response*), serta daya tahan yang baik untuk operasional kontinyu. Mesin ini memiliki konfigurasi silinder tipe V (16 silinder) dan dilengkapi dengan sistem *turbocharger* serta *aftercooler* untuk meningkatkan efisiensi volumetrik udara masuk. Menurut *Operation & Maintenance Manual Mitsubishi* (2015), mesin ini didesain untuk menghasilkan torsi besar pada putaran konstan, sehingga sangat ideal digunakan sebagai penggerak mula (*prime mover*) generator listrik.



Gambar 2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Diesel

Performa mesin ini sangat bergantung pada kepresisian komponen utamanya, seperti sistem injeksi bahan bakar, kerapatan ring piston, dan kinerja turbocharger. Oleh karena itu, pemahaman mendalam mengenai prinsip kerja dan sistem pendukung mesin ini menjadi landasan utama dalam mengevaluasi keberhasilan kegiatan *Major Overhaul*.

2.3 Prinsip Kerja Mesin Diesel

Mesin diesel menggunakan pembakaran internal. Dalam silinder, ruang bakar, udara murni dimampatkan (dikompresi), menghasilkan udara bertekanan tinggi dan panas. Pada saat yang sama, bahan bakar disemprotkan atau dikabutkan, menyebabkan pembakaran, Khusairi (2018).

Pembakaran yang berupa suatu ledakan kemudian menghasilkan suatu panas dan menjadikan temperatur dan tekanan naik didalam ruang bakar , kemudian Tekanan tersebut mendorong piston kebawah yang berlanjut dengan poros engkol berputar. Mesin diesel dibagi menjadi dua kategori berdasarkan gerakan piston, yaitu:

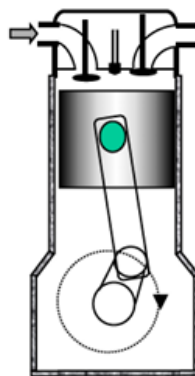
1. Mesin diesel 4 langkah (4 tak)
2. Mesin diesel 2 langkah (2 tak)

2.3.1 Prinsip Kerja Mesin Diesel 4 Langkah (4-Tak)

Mesin diesel 4 langkah memiliki 4 (empat) langkah piston atau 2 putaran poros engkol per proses usaha. Mesin diesel 4 langkah memiliki langkah piston seperti berikut:

1. Langkah Pengisian (Hisap)

Piston beralih dari titik mati atas ke titik mati bawah. Pada langkah ini, katup hisap (*inlet valve*) terbuka dan katup buang (*exhaust valve*) tertutup. Karena piston bergerak ke bawah, tekanan di dalam silinder menjadi vacuum, sehingga udara murni masuk ke dalam silinder atau ruang bakar.

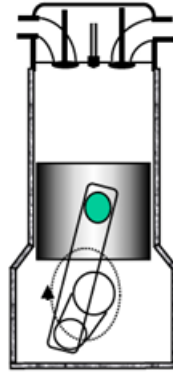


Gambar 2.2 Langkah Hisap

2. Langkah Kompresi

Piston bergerak dari titik mati atas ke titik mati bawah. Pada langkah ini, katup hisap (*inlet valve*) tertutup dan katup buang (*exhaust valve*) tertutup. Pada titik akhir kompresi, udara di dalam silinder didorong (ditekan) sehingga terjadi panas dan

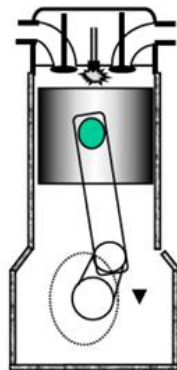
tekanan tinggi. Pada titik ini, bahan bakar disemprotkan dengan tekanan yang sangat tinggi melalui lubang yang sangat kecil, menyebabkan pembakaran.



Gambar 2.3 Langkah Kompresi

3. Langkah Usaha

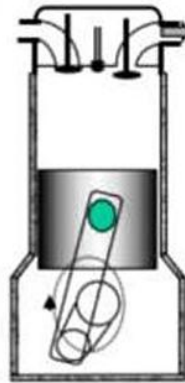
Kemudian, karena pembakaran menciptakan tekanan tinggi dalam ruang bakar, piston digerakkan dari titik mati atas ke titik mati bawah untuk melakukan usaha.



Gambar 2.4 Langkah Usaha

4. Langkah Pembuangan

Karena pembakaran yang terjadi di ruang bakar, ada tekanan yang tinggi yang mendorong piston dari titik mati atas ke titik mati bawah untuk melakukan usaha, kemudian diikuti dengan pembuangan.



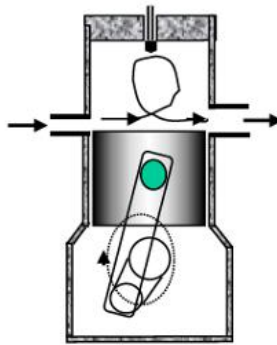
Gambar 2.5 Langkah Buang

2.3.2 Prinsip Kerja Mesin Diesel 2 Langkah (2-Tak)

Disebut 2 langkah dikarenakan untuk menjadikan 1 siklus kerja diperlukan 2 kali tahap gerakan piston atau 1 kali putaran poros engkol.

1. Langkah Pengisian dan Kompresi

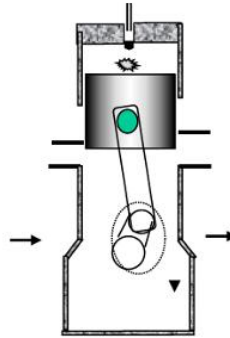
Ketika kepala piston bergerak dari Titik Mati Bawah ke Titik Mati Atas, udara pengisian masuk melalui lubang isap dan diikuti oleh kompresi. Pada akhir kompresi, bahan bakar diinjeksikan ke ruang bakar, menyebabkan pembakaran.



Gambar 2.6 Langkah Pengisian dan Kompresi

2. Langkah Usaha dan Buang

Karena pembakaran yang terjadi di ruang bakar, ada tekanan yang tinggi yang mendorong piston dari titik mati atas menuju titik mati bawah, yang pada gilirannya menyebabkan mereka bekerja.

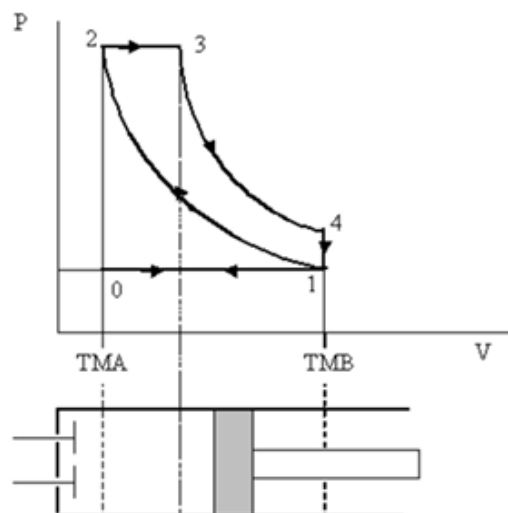


Gambar 2.7 Langkah Usaha dan Buang

2.4 Siklus Diesel

Rudolph Diesel melakukan penemuan siklus diesel, atau siklus mesin kompresi nyala, pada tahun 1890. Titik awal pembakaran adalah perbedaan pada mesin Otto dan mesin diesel. Dalam mesin bensin, proses pembakaran dimulai pada busi dan berlanjut hingga campuran udara-bahan bakar dikompresi di bawah suhu pembakaran bahan bakar. Udara murni dihisap dan dikompresi di atas suhu pembakaran bahan bakar dalam mesin diesel. Akibatnya, injektor bahan bakar digunakan dalam mesin diesel sebagai pengganti karburator dan busi.

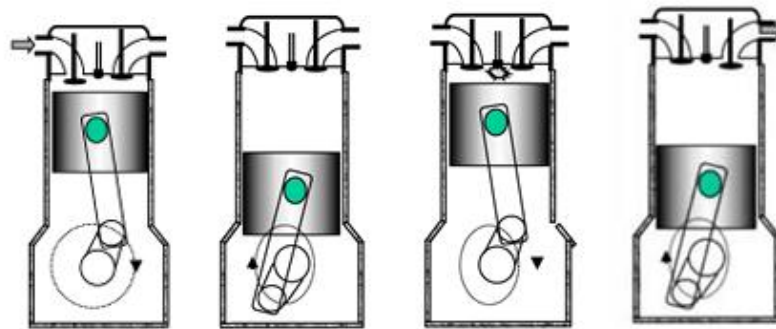
Karena hanya udara yang dikompresi dalam mesin diesel, rasio kompresi yang tinggi antara 12 dan 24 dapat dirancang ke dalam mesin. Ketika piston hampir di titik mati atas, proses injeksi bahan bakar dimulai, dan berlangsung selama beberapa saat setelah piston mencapai TDC.



Gambar 2.8 Diagram P-V

1. Langkah isap ($0 \rightarrow 1$) proses tekanan konstan.
2. Langkah kompresi ($1 \rightarrow 2$) proses isentropik
3. Proses pembakaran pada tekanan konstan ($2 \rightarrow 3$) adalah proses pemasukan kalor.
4. Langkah kerja ($3 \rightarrow 4$) proses isentropik
5. Langkah pembuangan ($4 \rightarrow 1$) dianggap sebagai proses pengeluaran kalor pada volume konstan.
6. Langkah buang ($1 \rightarrow 0$) terjadi pada tekanan konstan

Siklus diesel terdapat rasio pancung (cutoff ratio) yang terjadi pada proses pembakaran seperti yang terlihat pada diagram diatas proses 2-3. Untuk proses pada siklus diesel 4 langkah dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 Sistem Kerja Mesin Diesel 4 Langkah

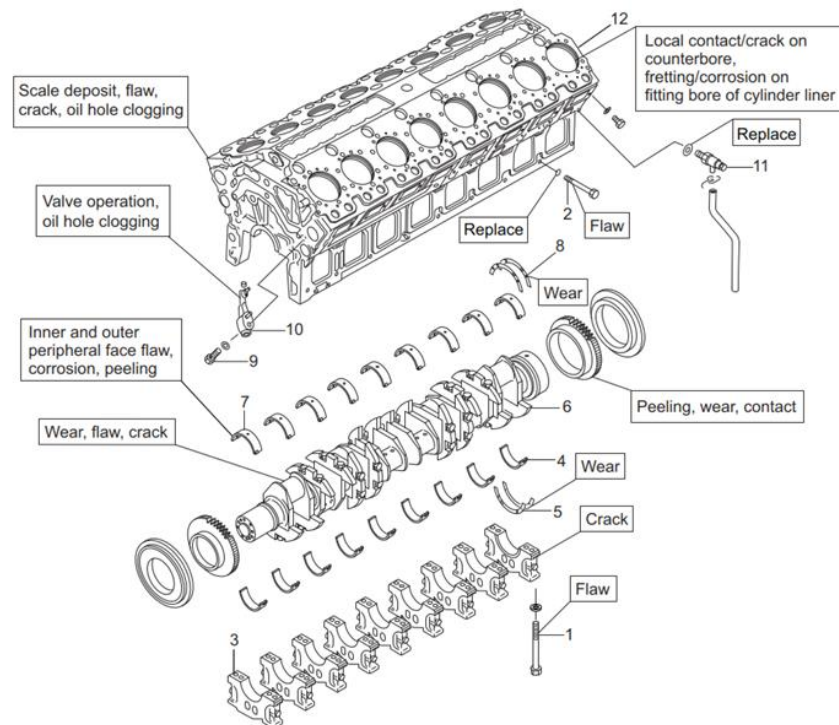
2.5 Bagian Utama Mesin Diesel

Mesin diesel terdiri dari beberapa bagian, seperti *crankshaft*, *camshaft*, *cylinder block*, *cylinder head*, *piston*, *connecting rod*, *transmission gears*, dan *bearing*. Mesin diesel memiliki piston dan silinder, yang bergerak naik-turun di dalamnya untuk menghasilkan tenaga. Injektor menyuntikkan bahan bakar diesel ke dalam silinder, dan 9 katup mengatur masuk dan keluarnya udara dari silinder. Untuk menghasilkan tenaga mesin, *camshaft* dan *crankshaft* mengubah gerakan naik-turun piston menjadi gerakan rotasi.

2.5.1 *Crankshaft*, *Crankcase* dan *Bearing*

Crankshaft adalah salah satu komponen pada mesin diesel yang berbentuk poros panjang yang berfungsi untuk mengubah gerak naik turunnya piston menjadi gerak Rotasi. *Crankshaft* juga tempat menempelnya *connecting rod*. *Crankshaft* duduk pada suatu bantalam atau *bearing* sehingga dapat berputar. *Crankshaft* duduk pada *crankcase*

atau biasa disebut juga *engine block*. Pada *Crankcase* terdapat *main bearing* untuk menopang *crankshaft*.



Gambar 2.10 *Crankshaft, Crankcase dan Bearing*

Sumber: Manual Book Mitsubishi

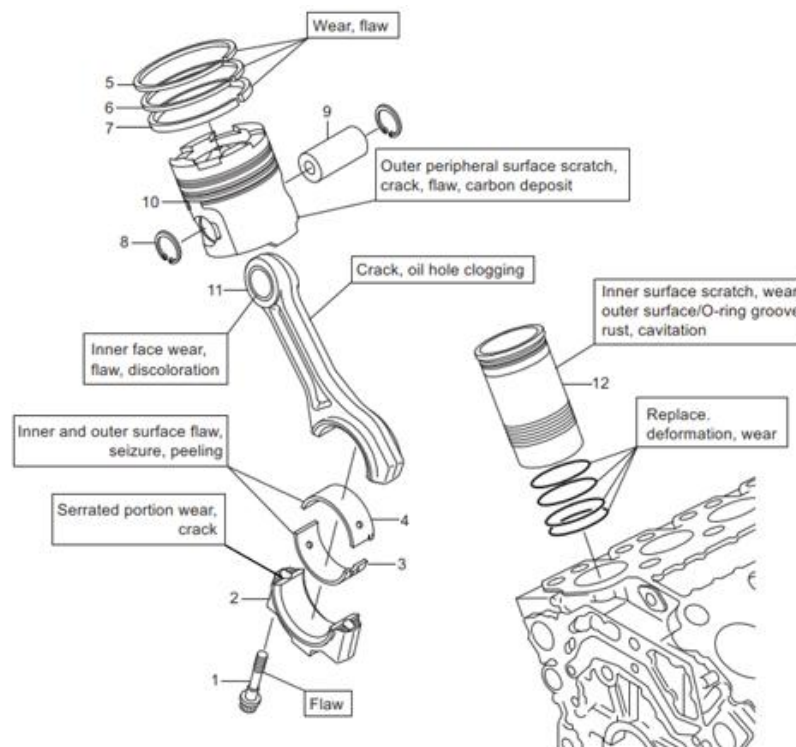
Adapun komponen-komponen yang tertera pada gambar sebagai berikut:

1. *Main Bearing cap bolt*
2. *Side Bolt*
3. *Main Bearing cap*
4. *Lower main bearing*
5. *Lower thrust plate*
6. *Crankshaft*
7. *Upper Main Bearing*
8. *Upper Thrust Plate*
9. *Eye Bolt*
10. *Piston Cooling Nozzle*
11. *Water drain cock*
12. *Crankcase*

2.5.2 Cylinder Liner (Silinder), Piston, dan Connecting Rod

Salah satu bagian yang ada di dalam blok mesin adalah *cylinder liner*, yang berfungsi sebagaiudukan piston agar dapat bergerak naik turun. *Cylinder liner* terbuat dari bahan khusus yang dapat menahan gesekan yang terjadi saat piston bekerja.

Namun, *piston* adalah komponen mesin diesel yang memiliki kemampuan untuk bergerak naik turun karena terpasang pada batang torak atau *connecting rod* yang terpasang pada *crankshaft*. *Piston* memiliki bentuk yang mirip dengan tabung di dalam silinder blok. Untuk membantu langkah kerjanya, *piston* memiliki kelengkapan seperti *ring piston*, *pin piston*, dan batang *piston*.



Gambar 2.11 *Cylinder Liner (Silinder), Piston, dan Connecting Rod*

Sumber: Manual Book Mitsubishi

Adapun komponen-komponen yang tertera pada gambar sebagai berikut:

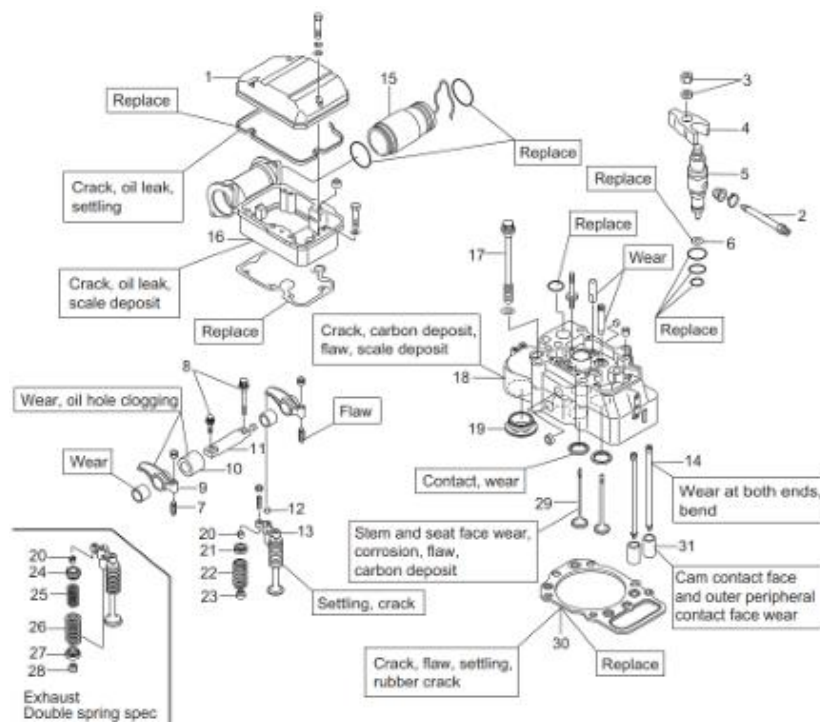
1. *Connecting rod cap bolt*
2. *Connecting rod cap*
3. *Lower Connecting rod bearing*
4. *Upper Connecting rod bearing*
5. *No 1 Compression ring*
6. *No 2 Compression ring*
7. *Oil Ring*

8. *Snap Ring*
9. *Piston Pin*
10. *Piston*
11. *Connecting Rod*
12. *Cylinder Liner*

2.5.3 *Cylinder Head (Kepala Silinder)*

Kepala silinder berfungsi sebagai tempat proses pembakaran mesin. Ruang bakar di kepala silinder meledak udara baru yang masuk ke ruang bakar dan bahan bakar, menghasilkan energi yang digunakan untuk menggerakkan mesin.

Kepala Slinder pada mesin diesel berfungsi sebagai tempat menempelnya perangkat yang mendukung terjadi proses pembakaran, diantaranya katup masuk dan buang, injector atau pengabut, *rocker arm*, *spring* atau *per rocker arm*.



Gambar 2.12 *Cylinder Head* dan Komponennya

Sumber: Manual Book Mitsubishi

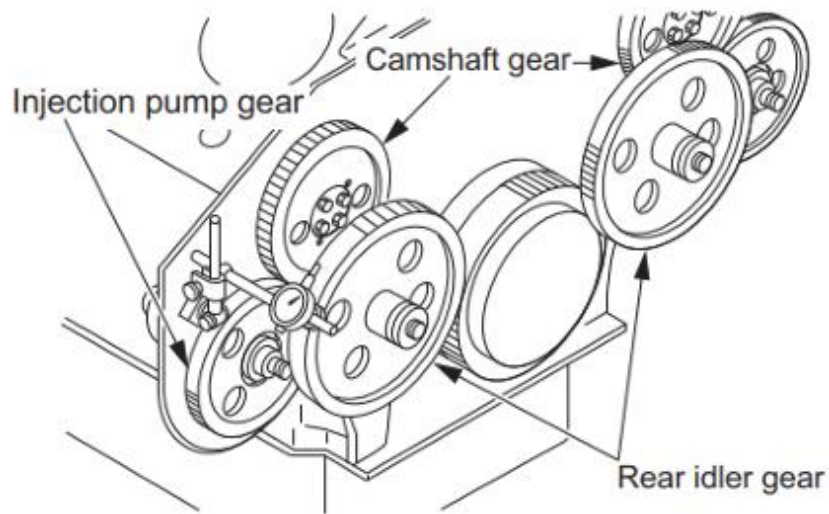
Adapun komponen-komponen yang tertera pada gambar sebagai berikut:

1. *Rocker cover*
2. *Fuel Inlet connector*
3. *Washer, nut*
4. *Nozzle gland*

5. *Fuel injection nozzle*
6. *Gasket*
7. *Adjusting screw*
8. *Bolt*
9. *Rocker arm*
10. *Spacer*
11. *Rocker Shaft*
12. *Bridge Cap*
13. *Valve Bridge*
14. *Push rod*
15. *Water Outlet Connector*
16. *Rocker case*
17. *Cylinder Head Bolt*
18. *Cylinder Head*
19. *Inlet Port Packing*
20. *Valve cotter*
21. *Valve Rotator*
22. *Valve Spring*
23. *Stem seal*
24. *Valve Rotator*
25. *Inner Valve Spring*
26. *Outer Valve Spring*
27. *Lower Retainer*
28. *Stem Seal*
29. *Valve*
30. *Cylinder Head gasket*
31. *Tappet*

2.5.4 Transmission Gears (Gigi Transmisi atau Gigi Penghubung)

Setiap mesin diesel memiliki bagian gigi transmisi. Secara umum, gigi transmisi disebut gigi penghubung karena digunakan untuk mentransfer putaran crankshaft ke bagian engine lainnya yang membutuhkan tenaga putar. Susunan dan jumlah gigi bergantung pada model engine.



Gambar 2.13 *Transmission Gears*

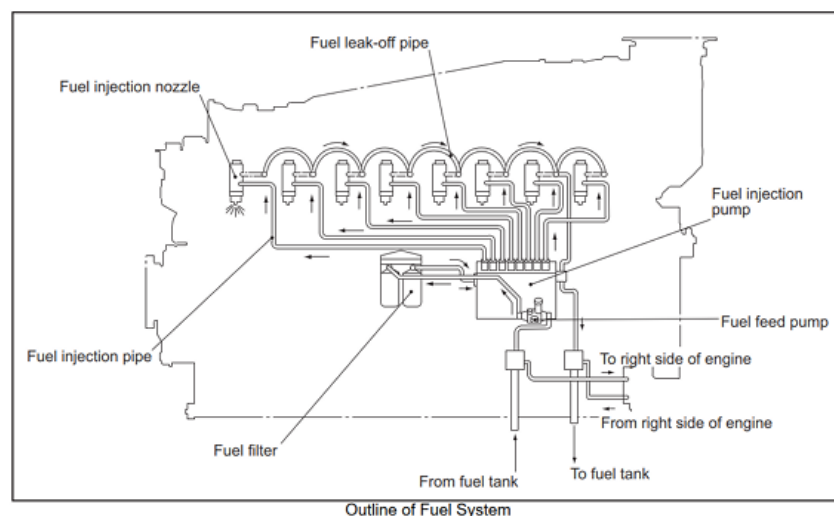
Sumber: Manual Book Mitsubishi

2.6 Sistem-Sistem pada Mesin Diesel

Mesin diesel terdiri dari banyak komponen atau sistem. Yang paling umum adalah sistem aliran bahan bakar (*flow of fuel*), sistem pelumasan (*lubrication system*), sistem udara masuk dan buang, sistem pendinginan, dan sistem penggerak awal diesel.

2.6.1 Sistem Aliran Bahan Bakar pada Mesin Diesel

Beberapa komponen penting sistem bahan bakar termasuk injector, nozzle, pompa pengisian, pompa injeksi, dan filter bahan bakar. Sistem ini mengatur pasokan bahan bakar untuk tiap silinder sesuai dengan tekanan pengabutan dan volume yang diperlukan saat mesin bekerja dengan beban tertentu.



Gambar 2.14 Sistem Bahan Bakar

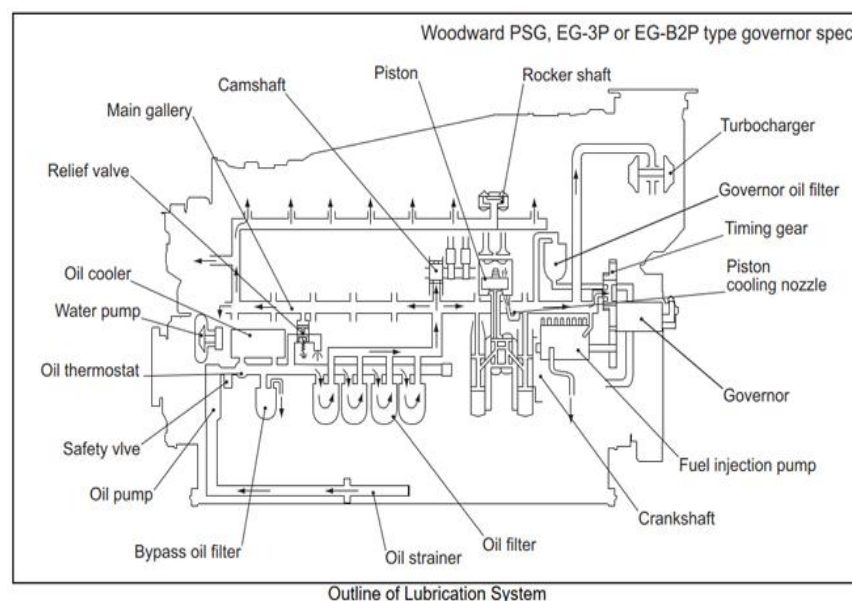
Sumber: Manual Book Mitsubishi

Sesuai dengan alur pada gambar, bahan bakar yang dialirkan dari fuel tank atau tangki bahan bakar kemudian dipompakan oleh *fuel feed pump* ke filter bahan bakar, kemudian masuk ke *injection pump* dan distribusikan ke masing-masing *injector* sesuai dengan urutan proses pembakaran pada tiap-tiap silinder.

2.6.2 Sistem Pelumas pada Mesin Diesel

Salah satu komponen yang sangat penting untuk menjaga kinerja mesin diesel adalah sistem pelumasan. Sistem ini memberikan oli ke setiap bagian mesin yang bergesekan agar mesin bekerja dengan lancar. Selain itu, sistem ini melindungi bagian mesin dari gesekan yang berlebihan dan mengurangi keausan.

Beberapa bagian sistem pelumasan adalah pompa oli lubang, juga dikenal sebagai pompa oli utama; pendingin oli, yang berfungsi untuk mengurangi suhu oli agar tidak terlalu panas dan tidak merusak mesin; dan oil gallery, jalur yang terletak di mesin yang menyuplai oli ke seluruh bagian mesin.



Gambar 2.15 Sistem Pelumasan

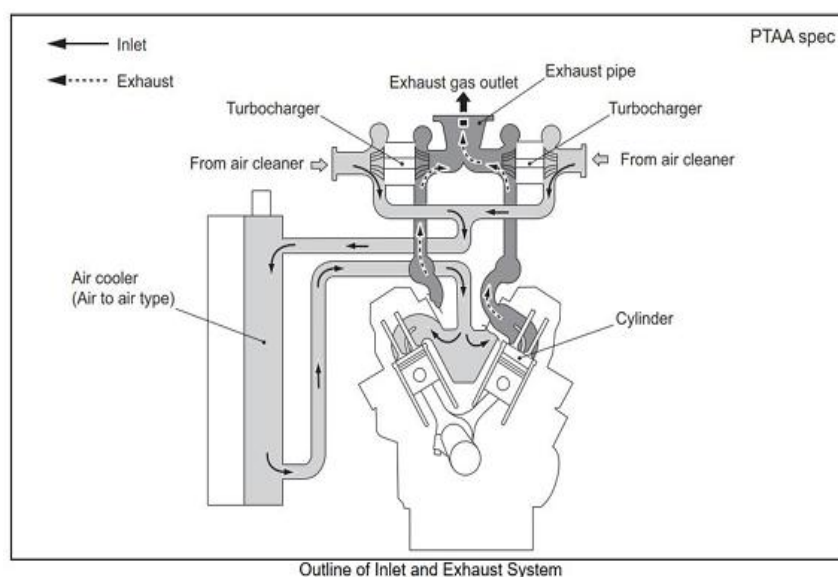
Sumber: Manual Book Mitsubishi

2.6.3 Sistem Udara Masuk dan Buang

Salah satu komponen sistem udara masuk dan buang adalah filter udara masuk (air intake filter), turbocharger, CAC (*Charge Air Cooler*), dan *exhaust gas silincer* atau knalpot. Fungsi filter udara masuk adalah untuk menghilangkan debu dan partikel lainnya yang masuk ke sistem udara masuk dan buang. Dua sisi *turbocharger* adalah *blower* (sisi

isap) dan turbin (sisi buang). Untuk meningkatkan kinerja mesin, digunakan pada mesin diesel sedang hingga besar.

Turbocharger bekerja dengan memanfaatkan gas buang hasil pembakaran untuk menghasilkan tenaga pada sisi *blower*. Udara yang dihasilkan oleh blower memiliki tekanan tinggi, sehingga meningkatkan kapasitas mesin diesel. *Charge Air Cooler* (CAC) adalah pemampat udara yang ditekan oleh *blower*, meningkatkan densitas udara selama proses pendinginan dan menurunkan suhu udara masuk ruang bakar.

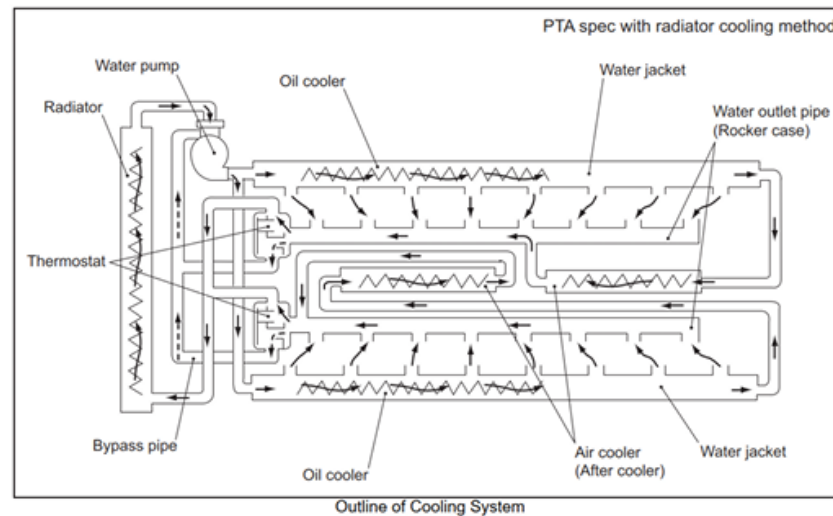


Gambar 2.16 Sistem Udara Masuk dan Buang
Sumber: Manual Book Mitsubishi

2.6.4 Sistem Pendingin Mesin Diesel

Mesin diesel memiliki sistem pendinginan untuk menjaga suhu mesin dalam rentang yang aman untuk operasi. Suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kerusakan dan kegagalan pada mesin, yang mengurangi efisiensi mesin dan meningkatkan risiko kecelakaan di sekitarnya.

Adapun beberapa komponen yang bekerja pada sistem pendingin diantaranya, pompa pendingin yang berfungsi untuk mensirkulasikan air, termostat yang bekerja karena suhu air, pada kondisi suhu tertentu termostat akan membuka dan menutup, kemudian radiator yang berfungsi untuk menurunkan suhu air pendingin.



Gambar 2.17 Sistem Pendingin pada Mesin Diesel

Sumber: Manual Book Mitsubishi

2.6.5 Sistem Start pada Mesin Diesel

Sebelum proses pembakaran dimulai, sistem starter mesin diesel berfungsi sebagai penggerak awal. Setelah proses pembakaran selesai, alat starter akan berhenti. Beberapa alat yang digunakan untuk memulakan mesin diesel termasuk motor DC, engkol manual, dan juga pneumatik.

Starter terdiri dari beberapa jenis, termasuk stater mekanik (digerakkan oleh manusia, seperti stater kaki), motor starter (digerakkan oleh listrik, biasanya digunakan pada mesin diesel dengan kapasitas di bawah 1 MW), dan stater pneumatik (digerakkan oleh udara bertekanan tinggi), biasanya digunakan pada kapal besar.

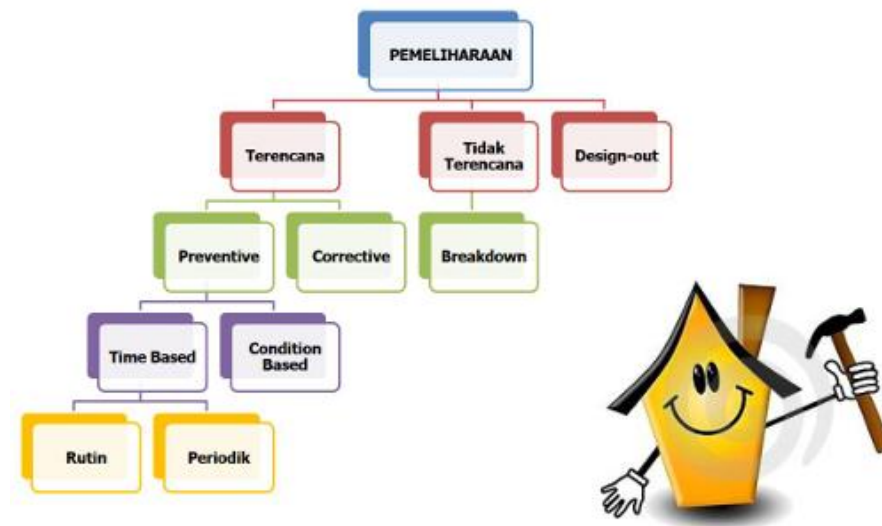
2.6.6 Sistem Proteksi pada Mesin Diesel

Sistem proteksi melindungi sistem listrik terhadap peralatan listrik dari situasi yang tidak normal yang disebabkan oleh gangguan teknis atau alasan lainnya. Sistem proteksi memisahkan bagian sistem tenaga listrik yang terganggu dari sistem distribusi listrik, seperti transformator dan generator. Cara kerja sistem proteksi adalah dengan memisahkan bagian sistem tenaga listrik yang terganggu.

Sistem proteksi mencegah atau membatasi kerusakan peralatan terhadap gangguan, sehingga kelangsungan pembangkitan tenaga listrik dapat dijaga.

2.7 Pemeliharaan PLTD

Pemeliharaan adalah suatu kegiatan yang meliputi pemeriksaan, perawatan, perbaikan, pengukuran serta pengujian untuk mempertahankan kondisi peralatan agar dapat beroperasi secara optimal. Terdapat beberapa Jenis Pemeliharaan pada mesin diesel, diantaranya terencana, tidak terencana dan *design out*.



Gambar 2.18 Jenis-Jenis Pemeliharaan

Sumber: PT. PLN (PERSERO) PUSDIKLAT 2011 PEMELIHARAAN PLTD

2.7.1 Pemeliharaan Terencana

Ada dua jenis perawatan, menurut Corder (1992) dan Sasmitha (2015), pemeliharaan yang direncanakan dan dilakukan dengan mempertimbangkan masa depan, pengendalian, dan pencatatan disebut pemeliharaan terencana. Pemeliharaan terencana mencakup:

- Pemeliharaan pencegahan adalah pemeliharaan yang bertujuan mengurangi kemungkinan bahwa bagian bagian lain memiliki kondisi yang dapat diterima. Pemeliharaan berbasis waktu dan kondisi terbagi menjadi dua kategori pemeliharaan pencegahan.
- Pemeliharaan korektif adalah pemeliharaan yang dilakukan untuk memperbaiki bagian yang rusak agar tetap dalam kondisi yang dapat diterima.

2.7.2 Pemeliharaan Time Based Maintenance

Metode perawatan ini adalah pengembangan dari preventive maintenance, penerapan dalam metode ini yaitu dapat mengurangi frekuensi kegagalan pada peralatan. Pemeliharaan jenis ini dilakukan tanpa mempertimbangkan suatu komponen yang ada

pada mesin. Kegiatan yang dilakukan pada metode ini yaitu antara lain pemeriksaan, penggantian komponen, pelumasan dan pembersihan. Kebijakan perawatan pada metode time based maintenance ini dilakukan berdasarkan variabel waktu. Kegiatan Pemeliharaan ini terbagi menjadi Pemeliharaan Rutin dan Pemeliharaan Periodik.

a. Pemeliharaan Rutin

Pemeliharaan rutin dapat dibagi menjadi P0 s/d P5 diantaranya dengan pembagian sebagai berikut:

1. Pemeliharaan P0 (harian = 24 jam)

Kegiatan pada Pemeliharaan P0 diantaranya:

- Membersihkan mesin.
- Memeriksa warna gas buang mesin.
- Mendrain air kondensat dari botol angin dan tangki BBM.
- Memeriksa kebocoran air, pelumas dan bahan bakar pada silinder head.
- Memeriksa kebocoran dan kekencangan sambungan/gasket pada silinder head dan carter mesin.
- Memeriksa level pelumas governor, turbocharger, mesin dan alat bantu air pendingin mesin.
- Memeriksa dan mengencangkan baut saluran udara masuk dan gas buang
- Memeriksa pH air pendingin mesin (cooling water) dan apabila diperlukan
- Menambahkan aditif cooling water.

2. Pemeliharaan P1 (mingguan= 125 jam)

Pemeliharaan Mingguan (P1) adalah pemeliharaan yang dilakukan rutin setiap tercapai 125 jam kerja mesin. Umumnya dilakukan secara mingguan. Kegiatan dalam pemeliharaan P1 pada sisi mekanik adalah meliputi kegiatan pada Pemeliharaan P1 diantaranya sebagai berikut.

- Item pekerjaan dalam P0.
- Membersihkan filter/strainer LO, BBM dan udara masuk.
- Membersihkan separator.
- Membersihkan peralatan bantu.
- Injeksi air bersih ke blower turbocharger (cleaning turbocharger)
- Mengamati suara dan getaran yang berlebihan pada mesin, generator dan turbocharger.

- Memeriksa viskositas minyak pelumas mesin.
3. Pemeliharaan P2 (2 Mingguan = 250 jam)
- Pemeliharaan Tengah Bulanan (P2) adalah pemeliharaan yang dilakukan rutin setiap tercapai 250 jam kerja mesin. Umumnya dilakukan secara tengah bulanan. Kegiatan dalam pemeliharaan P2 meliputi:
- Item pekerjaan dalam P1.
 - Membersihkan/mengganti filter/strainer pelumas mesin.
 - Membersihkan filter/strainer udara masuk.
 - Melakukan uji laboratorium minyak pelumas.
 - Memeriksa dan mengencangkan fan belt kipas radiator.
 - Melumasi/greasing bearing motor listrik dan pompa.
4. Pemeliharaan P3 (Bulanan = 500 jam)
- Pemeliharaan Bulanan (P3) adalah pemeliharaan yang dilakukan rutin setiap tercapai 500 jam kerja mesin. Umumnya dilakukan secara bulanan. Kegiatan dalam P3 meliputi:
- Item pekerjaan dalam P2.
 - Pemeriksaan dan penyetelan clearance inlet/exhaust valve.
 - Pemeriksaan dan penyetelan defleksi crankshaft.
 - Memeriksa posisi dan kondisi pelumasan crank/main bearing.
 - Memeriksa dan mengencangkan baut-baut counterweight, connecting rod
 - Melumasi batang penggerak governor, pompa dan motor listrik.
5. Pemeliharaan P4 (Triwulan = 1.500 jam)
- Pemeliharaan Tri Wulan (P4) adalah pemeliharaan yang dilakukan rutin setiap tercapai 1.500 jam kerja mesin. Umumnya dilakukan setiap tiga bulan. Kegiatan dalam pemeliharaan P4 meliputi:
- Item pekerjaan dalam P3.
 - Pemeriksaan dan penyetelan tekanan pengabutan nozzle injector.
 - Memeriksa dan mengencangkan baut-baut pondasi mesin.
 - Memeriksa dan mengencangkan baut-baut pondasi turbocharger.
 - Memeriksa dan mengencangkan baut – baut intercooler dan radiator.

6. Pemeliharaan P5 (6 bulan = 3.000 jam)

Pemeliharaan Semesteran (P5) adalah pemeliharaan yang dilakukan rutin setiap tercapai 3.000 jam kerja mesin. Umumnya dilakukan setiap semester. Kegiatan dalam pemeliharaan P5 meliputi:

- Item pekerjaan dalam P4.
- Pemeriksaan dan penyetelan timing inlet/exhaust cam.
- Pemeriksaan dan pengencangan baut-baut roller inlet cam dan pemipaan.
- Memeriksa dan menyetel timing fuel cam.
- Membersihkan bagian dalam dan luar intercooler, cooler dan radiator.

b. Pemeliharaan Periodik

Pemeliharaan periodik pada mesin diesel terbagi menjadi 3 yaitu P6 (Top Overhaul), P7 (Semi Overhaul) dan P8 (Major Overhaul)

1. Pemeliharaan P6 (Top Overhaul)

Pemeliharaan Top Overhaul (P6) adalah pemeliharaan yang dilakukan rutin setiap tercapai 6.000 jam kerja mesin. Namun dapat berbeda-beda untuk setiap jenis mesin diesel. Ketentuan Top Overhaul disesuaikan dengan panduan pada manual book masing masing mesin. Kegiatan dalam pemeliharaan Top Overhaul adalah meliputi:

- Pemeriksaan semua kepala silinder (cylinder head) .
- Pemeriksaan dan pengukuran satu bantalan luncur
- Pengecekan dan pengukuran satu piston.
- Pengecekan dan pengukuran satu silinder (liner).
- Pembersihan generator.
- Pembersihan cooler dan intercooler.
- Pengecekan cairan peredam getaran
- Pemeriksaan turbocharger
- Commissioning Test Engine

2. Pemeliharaan P7(Semi Overhaul)

Pemeliharaan Semi Overhaul (P7) adalah pemeliharaan yang dilakukan rutin setiap tercapai 12.000 jam kerja mesin. Namun dapat berbeda-beda untuk setiap jenis mesin diesel. Ketentuan Semi Overhaul disesuaikan dengan panduan pada manual

book masing masing mesin. Proses pemeliharaan semi-overhaul biasanya mencakup:

- Sama seperti P6 untuk mesin dengan kecepatan putaran > 750 rpm.
- Pengecekan Piston dan Connecting rod
- Pengecekan dan pengukuran satu bantalan dan bantalan luncur (main bearing)

3. Pemeliharaan P8(Major Overhaul)

Pemeliharaan Major Overhaul (P8) adalah pemeliharaan yang dilakukan rutin setiap tercapai 18.000 jam kerja mesin. Namun dapat berbeda-beda untuk setiap jenis mesin diesel. Ketentuan Major Overhaul disesuaikan dengan panduan pada manual book masing-masing mesin. Dalam pemeliharaan Major Overhaul meliputi:

- Pekerjaan dalam P6
- Overhaul piston, liner, main bearing, turbocharger dan sistem penyalaan mesin.
- Overhaul dan pembersihan crankcase.
- Pemeriksaan semua perlengkapan dan peralatan bantu.
- Pemeriksaan generator
- Pemeriksaan suara dan getaran pondasi mesin.
- Pemeriksaan turbocharger
- Commisioning test

2.8 Kinerja Mesin Diesel

2.8.1 Pemakaian Bahan Bakar (*Specific Fuel Consumption*)

Jumlah bahan bakar yang diperlukan untuk memproduksi atau menghasilkan satu unit energi listrik (KWh) dikenal sebagai konsumsi bahan bakar spesifik. SFC dihitung untuk setiap data harian berdasarkan persamaan berikut:

$$SFC = \frac{mbb}{P_{output} \times t} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan:

- SFC: Konsumsi bahan bakar spesifik (liter/kWh)
- }mbbm: Konsumsi bahan bakar (liter)
- Poutput: Daya output (kW)
- ttt: Lama operasi mesin (jam)

2.8.2 Faktor Kapasitas (*Capacity Factor*)

Menurut Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (2017), faktor kapasitas (CF) pembangkit listrik adalah rasio antara kapasitas terpasang dengan kapasitas keluaran rata-ratanya dalam megawatt (MW) untuk periode waktu tertentu. Berdasarkan daya yang tersedia, faktor kapasitas menghitung total jumlah listrik yang dihasilkan oleh unit produksi energi selama periode waktu tertentu.

$$CF = \frac{KWh \text{ Produksi}}{\text{Daya Terpasang} \times \text{Jam Periode}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.2)$$

2.8.3 Efisiensi Termal (*Thermal Efficiency*)

Efisiensi termal adalah metrik tak berdimensi yang digunakan dalam termodinamika untuk menilai kinerja perangkat termal seperti mesin pembakaran dalam dan lainnya. Energi yang diperoleh dari sumber energi dikenal sebagai panas masukan. Panas, usaha, atau bahkan keduanya bisa menjadi hasil yang diinginkan. Nilai efisiensi termal dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$\eta_{th} = \frac{KWh \text{ Produksi} \times 860 \text{ kcal}}{\text{Volume Bahan Bakar} \times \text{Nilai Kalor Bahan Bakar}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.2)$$

2.8.4 Heat Rate

Tingkat panas atau heat rate adalah salah satu metrik yang digunakan untuk mengukur efisiensi pembangkit listrik. Tingkat panas, yang sering digunakan oleh industri produksi listrik Indonesia, adalah jumlah energi termal dari bahan bakar (kJ atau kcal) yang diperlukan untuk menghasilkan satu kWh listrik. Setelah unit pembangkit dijalankan terus menerus, tingkat panas biasanya cenderung meningkat dibandingkan dengan kondisi awalnya.

$$HR = \frac{mf \times HHV}{KWHg} = \left(\frac{btu}{KWh} \right) \dots \dots \dots (2.2)$$