

LAPORAN AKHIR
PEMELIHARAAN GENERATOR SET (GENSET)
DI HOTEL ARYA DUTA MANADO



Disusun oleh :
AWALUDDIN
NIM:12 021 016

KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI MANADO
TAHUN 2016

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Industri hotel merupakan industri yang tidak pernah berhenti 24 jam sehari, yang tak terlepas dari kebutuhan energi, terutama adalah energi listrik. Porsi pemakaian energi listrik serta alokasi dana untuk penyediaannya adalah yang terbesar dari industri ini. Hal ini dapat dilihat bahwa peralatan seperti lampu-lampu, lemari es, *kitchen*, *loundry*, pemanas air, AC split, pompa-pompa, sampai ke sistem pengkondisian udara termasuk *chiller*, *AHU* maupun *FCU*, adalah beberapa alat yang dominan dalam operasional dunia perhotelan.

Karena sumber listrik saat ini sangat krusial, maka biasanya setiap hotel memiliki *genset* yang akan menggantikan saat sumber listrik terputus, namun pemakaian *genset* ini sangat mahal bila dibanding dengan sumber listrik dari PLN. Pembangkit ini pun menghasilkan polusi terhadap lingkungan, belum getaran yang dihasilkan cukup mengganggu apabila kurang mensiasatinya.

Sebagai pengguna *genset* ada baiknya kita harus merawat dan maintenance *genset* secara berkala. *Genset* yang tidak dirawat secara rutin dan teratur bisa mengakibatkan kerusakan dan bisa-bisa tidak dapat dipakai kembali. Pada Hotel Aryaduta Manado sendiri terdapat 2 unit *genset* yang berkapasitas 1200 KVA dan mempunyai daya output 2400 KVA.

Untuk mencegah hal ini, perawatan *genset* pada Hotel Aryaduta Manado ini sangat diperlukan. Meskipun pemeriksaan komponennya biasanya dikerjakan oleh teknisi dari pihak *genset* itu sendiri, tak ada salahnya untuk mengetahui komponen mana saja yang harus diperhatikan khusus oleh maintenance *genset*.

Untuk mengoptimalkan umur *genset* ada beberapa hal pokok yang harus menjadi perhatian serius. Ada pun langkah perawatannya adalah:

- 1) Pastikan oli mesin yang anda gunakan sesuai dengan kapasitas mesin;

- 2) tambahkan jika oli kurang dan ganti jika suda cukup lama digunakan;
- 3) Pastikan oli yang anda gunakan adalah oli dengan kualitas yang baik;

Pemanasan mesin dibutuhkan bagi *genset*, dengan jangka waktu dari jenis *genset* tersebut. Misalnya genset dengan stater elektrik membutuhkan pemanasan mesin paling tidak satu minggu sekali. Ini di karenakan genset menggunakan aki yang membutuhkan pengisian yang konsisten. Terlalu lama tidak menghidupkan genset akan menyebabkan aki kosong.

Untuk memperpanjang umur *generator*, gunakan *generator* dalam kapasitas continous bukan kapasitas maksimumnya. Misalkan *generator* dengan current 2,0 KVA dan Max.current 2,2 KVA sebaiknya di gunakan dalam kapasitas maksimal 2,0 KVA. Gunakan generator dengan pemberian beban bertahap. Jangan beban tinggi dalam suatu masa yang sama.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan yang penulis kemukakan dalam penulisan laporan ini adalah :

1. Pemeliharaan genset seperti apa yang dilakukan pada Hotel Aryaduta Manado?
2. Gejala apa yang sering timbul pada genset ketika tidak dipelihara?
3. Bagaimana cara mengatasi mesin genset yang sistemnya tidak dipelihara dengan baik?

1.3. Tujuan Penulisan

1. Agar dapat mengetahui cara pemeliharaan yang dilakukan oleh Hotel Aryaduta Manado.
2. Agar dapat mengetahui gejala yang timbul pada genset saat tidak dipelihara
3. Agar dapat mengatasi mesin genset yang sistemnya tidak dipelihara dengan baik.

1.4. Manfaat Penulisan

Manfaat yang dapat diperoleh dari penulisan ini dapat dibedakan menjadi 2, yakni manfaat teoritis dan praktis. Manfaat teoritis adalah di gunakan sebagai masukan dalam pembelajaran terkait dengan pemeliharaan mesin Genset. Sementara manfaat praltisyang dapat di peroleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi penulis selanjutnya, ini dapat dijadikan sumber dalam penelitian terkait dengan Genset.
2. Bagi pembaca, ini dapat dijadikan sumber informasi untuk dapat memahami maksud dan tujuan dari pemeliharaan mesin genset di Hotel Aryaduta Manado.

1.5. Batasan Masalah

Dalam pembahasan dan penulisan laporan akhir ini,penulis membatasi permasalahan seputar pemeliharaan *genenerator set*.

1.6. Sistematika Penulisan

Laporan akhir ini di tujukan untuk memaparkan hasil pengamatan pemeliharaan *generator set*.untuk mempermudah pemahaman, maka penulis menyusun laporan akhir ini dalam beberapa bab yang lain. Bab yang terkandung dalam bab ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini berisikan mengenai Latar Belakang, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan, dan Sistematika Penulisan.

BAB II TINJAU PUSTAKA

Dalam bab ini berisikan teori singkat dan teori pendukung tentang generator set yang mendukung penulisan Laporan Akhir ini.

BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini berisi tentang gejala Genset secara mekanis dan elektrik saat mengalami *trouble*.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini berisikan tentang kesimpulan dan saran dari seluruh pembahasan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Konsep Dasar *GENSET (Generator Set)*

Genset atau kepanjangan dari generator set adalah sebuah perangkat yang berfungsi menghasilkan daya listrik. Disebut sebagai generator set dengan pengertian adalah satu set peralatan gabungan dari dua perangkat berbeda yaitu engine dan generator atau alternator. Engine sebagai perangkat pemutar sedangkan generator atau alternator sebagai perangkat pembangkit listrik. *Engine* dapat berupa perangkat mesin diesel berbahan bakar solar atau mesin berbahan bakar bensin, sedangkan generator atau alternator merupakan kumparan atau gulungan tembaga yang terdiri dari stator (kumparan statis) dan rotor (kumparan berputar).



Gambar 2.1 mesin genset

Dalam ilmu fisika yang sederhana dapat dijelaskan bahwa *engine* memutar rotor pada generator sehingga timbul medan magnet pada kumparan stator

generator, medan magnet yang timbul pada stator dan berinteraksi dengan rotor yang berputar akan menghasilkan arus listrik sesuai hukum Lorentz. Arus listrik yang dihasilkan oleh generator akan memiliki perbedaan tegangan di antara kedua kutub generatornya sehingga apabila dihubungkan dengan beban akan menghasilkan daya listrik, atau dalam rumusan fisika sebagai $P \text{ (daya)} = V \text{ (tegangan)} \times I \text{ (arus)}$, dengan satuan adalah VA atau Volt Ampere. Rumusan fisika yang lebih kompleks lagi dijelaskan bahwa $P \text{ (daya)} = V \text{ (tegangan)} \times I \text{ (arus)} \times \cos\phi$ (faktor daya) dengan satuan Watt. Genset dapat dibedakan dari jenis *engine* penggerakannya, dimana kita kenal tipe-tipe *engine* yaitu *engine diesel* dan *engine non diesel* /bensin. *Engine diesel* dikenali dari bahan bakarnya berupa solar, sedangkan *engine non diesel* berbahan bakar bensin premium. Di pasaran, genset dengan *engine non diesel* atau berbahan bakar bensin biasa diaplikasikan pada genset berkapasitas kecil atau dalam kapasitas maksimum 10.000 VA atau 10 kVA, sedangkan genset diesel berbahan bakar solar diaplikasikan pada genset berkapasitas > 10 kVA.

Hal terkait dengan tenaga yang dihasilkan oleh *diesel* lebih besar daripada *engine non diesel*, dimana cara kerja pembakaran *diesel* yang lebih sederhana yaitu tanpa busi, lebih hemat dalam pemeliharaan, lebih *responsif* dan bertenaga. Selain itu untuk aplikasi industri dimana bahan bakar diesel (solar) lebih murah daripada bensin (gasoline).

Pengertian 1 phasa atau 3 phasa adalah merujuk pada kapasitas tegangan yang dihasilkan oleh genset tersebut. Tegangan 1 phasa artinya tegangan yang dibentuk dari kutub L yang mengandung arus dengan kutub N yang tidak berarus, atau berarus Nol atau sering kita kenal sebagai *Arde* atau *Ground*. Sedangkan tegangan 3 phase dibentuk dari dua kutub yang bertegangan. Genset tiga phase menghasilkan tiga kali kapasitas genset 1 phase. Pada sistem kelistrikan PLN, kapasitas 3 phase yang dihasilkan untuk aplikasi rumah tangga adalah 380 Volt, sedangkan kapasitas 1 phase adalah 220 Volt.

Daya listrik dalam ilmu fisika merupakan besaran vektor, artinya besaran yang memiliki besar dan arah, tegangan dan arus yang dihasilkan merupakan gelombang sinusoidal dengan frekuensi tertentu. Di Indonesia, frekuensi tegangan dan arus ditetapkan sebesar 50 Hz, dimana hal ini mengikuti standar frekuensi di Belanda atau negara-negara Eropa, sedangkan di negara Amerika Serikat dan Kanada menggunakan frekuensi 60 Hz.

2.2. Bagian-bagian Pada *GENSET (generator set)*

Dalam pengoperasiannya, suatu instalasi GenSet memerlukan sistem pendukung agar dapat bekerja dengan baik dan tanpa mengalami gangguan. Secara umum sistem-sistem pendukung tersebut dibagi menjadi 3 bagian, yaitu:

1. Sistem Pelumasan
2. Sistem Bahan Bakar
3. Sistem Pendingin

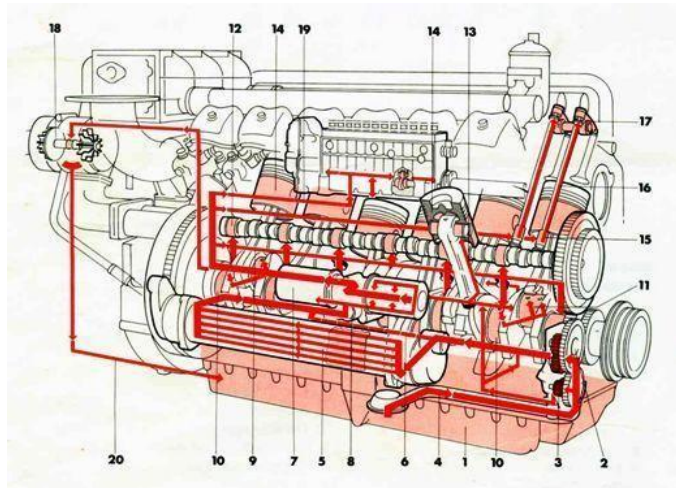
2.2.1 Sistem Pelumasan

Untuk mengurangi getaran antara bagian-bagian yang bergerak dan untuk membuang panas, maka semua bearing dan dinding dalam dari tabung-tabung silinder diberi minyak pelumas.

➤ Cara Kerja Sistem pelumasan

Minyak tersebut dihisap dari bak minyak 1 oleh pompa minyak 2 dan disalurkan dengan tekanan ke saluran-saluran pembagi setelah terlebih dahulu melewati sistem pendingin dan saringan minyak pelumas. Dari saluran-saluran pembagi ini, minyak pelumas tersebut disalurkan sampai pada tempat kedudukan bearing-bearing dari poros engkol, poros jungkat dan ayunan-ayunan. Saluran yang lain memberi minyak pelumas kepada sprayer atau nozzle penyemprot yang menyemprotkannya ke dinding dalam dari piston sebagai pendingin. Minyak pelumas yang memercik dari bearing utama dan bearing ujung besar (bearing putar) melumasi dinding dalam dari tabung-tabung silinder.

Minyak pelumas yang mengalir dari tempat-tempat pelumasan kemudian kembali kedalam bak minyak lagi melalui saluran kembali dan kemudian dihisap oleh pompa minyak untuk disalurkan kembali dan begitu seterusnya.



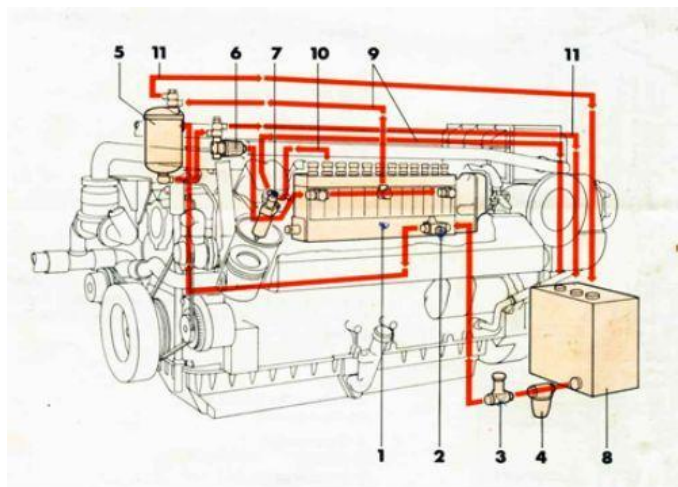
Gambar 2.2 Sistem Pelumasan

1. Bak minyak
2. Pompa pelumas
3. Pompa minyak pendingin
4. Pipa hisap
5. Pendingin minyak pelumas
6. Bypass-untuk pendingin
7. Saringan minyak pelumas
8. Katup by-pass untuk saringan
9. Pipa pembagi
10. Bearing poros engkol (lager duduk)
11. Bearing ujung besar (lager putar)
12. Bearing poros-bubungan
13. Sprayer atau nozzle penyemprot untuk pendinginan piston
14. Piston
15. Pengetuk tangkai
16. Tangkai penolak

17. Ayunan
18. Pemadat udara (sistem Turbine gas)
19. Pipa ke pipa penyemprot
20. Saluran pengembalian

2.2.2 Sistem Bahan Bakar

Mesin dapat berputar karena sekali tiap dua putaran disemprotkan bahan bakar ke dalam ruang silinder, sesaat sebelum, piston mencapai titik mati atasnya (T.M.A.). Untuk itu oleh pompa penyemperot bahan bakar 1 ditekankan sejumlah bahan bakar yang sebelumnya telah dibersihkan oleh saringan-bahan bakar 5, pada alat pemasok bahan bakar atau injektor 7 yang terpasang dikepala silinder. Karena melewati injektor tersebut maka bahan bakar masuk kedalam ruang silinder dalam keadaan terbagi dengan bagian-bagian yang sangat kecil (biasa juga disebut dengan proses pengkabutan). Di dalam udara yang panas akibat pemadatan itu bahan bakar yang sudah dalam keadaan bintik-bintik halus (kabut) tersebut segera terbakar. Pompa bahan bakar 2 mengantar bahan bakar dari tangki harian 8 ke pompa penyemprot bahan bakar. Bahan bakar yang kelebihan yang keluar dari injektor dan pompa penyemperot dikembalikan kepada tangki harian melalui pipa pengembalian bahan bakar.



Gambar 2.3 Sistem bahan bakar

1. Pompa penyemperot bahan bakar
2. Pompa bahan bakar
3. Pompa tangan untuk bahan bakar
4. Saringan bahar/bakar penyarinnan pendahuluan
5. Saringan bahan bakar/penyaringan akhir
6. Penutup bahan bakar otomatis
7. Injektor
8. Tanki
9. Pipa pengembalian bahan bakar
10. Pipa bahan bakar tekanan tinggi
11. Pipa peluap.

2.2.3 Sistem Pendinginan

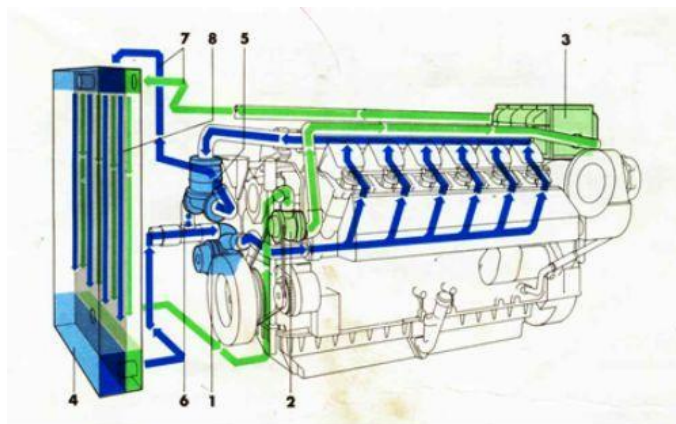
Hanya sebagian dari energi yang terkandung dalam bahan bakar yang diberikan pada mesin dapat diubah menjadi tenaga mekanik sedang sebagian lagi tersisa sebagai panas. Panas yang tersisa tersebut akan diserap oleh bahan pendingin yang ada pada dinding-dinding bagian tabung silinder yang membentuk ruang pembakaran, demikian pula bagian-bagian dari kepala silinder didinginkan dengan air. Sedangkan untuk piston didinginkan dengan minyak pelumas dan panas yang diresap oleh minyak pendingin itu kemudian disalurkan melewati alat pendingin minyak, dimana panas tersebut diresap oleh bahan pendingin.

Pada mesin diesel dengan pemadat udara tekanan tinggi, udara yang telah dipadatkan oleh turbocharger tersebut kemudian didinginkan oleh air didalam pendingin udara (intercooler), Pendinginan sirkulasi dengan radiator bersirip dan kipas (pendinginan dengan sirkuit).

➤ Cara Kerja Sistem Pendingin

Pompa-pompa air 1 dan 2 memompa air kebagian-bagian mesin yang memerlukan pendinginan dan kealat pendingin udara (intercooler) 3. Dari situ air pendingin kemudian melewati radiator dan kembali kepada pompa-pompa 1 dan

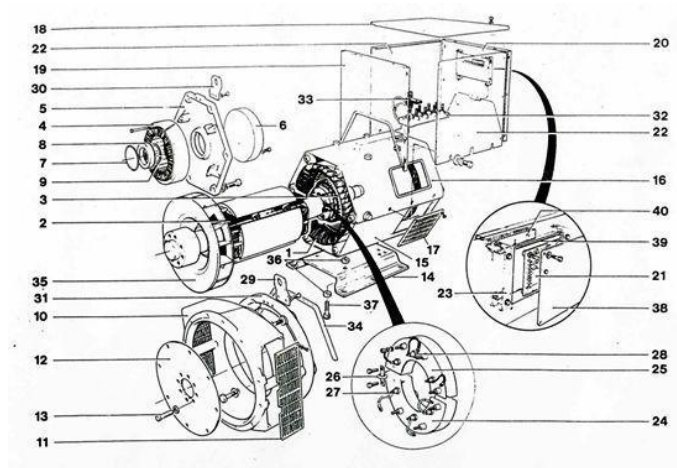
2. di dalam radiator terjadi pemindahan panas dari air pendingin ke udara yang melewati celah-celah radiator oleh dorongan kipas angin. Pada saat Genset baru dijalankan dan suhu dari bahan pendingin masih terlalu rendah, maka oleh thermostat 5, air pendingin tersebut dipaksa melalui jalan potong atau bypass 6 kembali kepompa. Dengan demikian maka air akan lebih cepat mencapai suhu yang diperlukan untuk operasi. Bila suhu tersebut telah tercapai maka air pendingin akan melalui jalan sirkulasi yang sebenarnya secara otomatis.



Gambar 2.4 Sistem pendinginan (sistem sirkulasi dengan 2 Sirkuit)

1. Pompa air untuk pendingin mesin
2. Pompa air untuk pendinginan intercooler
3. Inter cooler (Alat pendingin udara yang telah dipanaskan)
4. Radiator
5. Thermostat
6. Bypass (jalan potong)
7. Saluran pengembalian lewat radiator
8. Kipas.

➤ Susunan Kontruksi pada Generator



Gambar 2.5. Sistem konstruksi Generator

1. Stator
2. Rotor
3. Exciter Rotor
4. Exciter Stator
5. N.D.E. Bracke
6. Cover N.D.E
7. Bearing 'O' Ring N.D.E
8. Bearing N.D.E
9. Bearing Circlip N.D.E
10. D.E.Bracket?Engine Adaptor
11. D.E.Screen
12. Coupling Disc
13. Coupling Bolt
14. Foot
15. Frame Cover Bottom
16. Frame Cover Top
17. Air Inlert Cover
18. Terminal Box Lid
19. Endpanel D.E

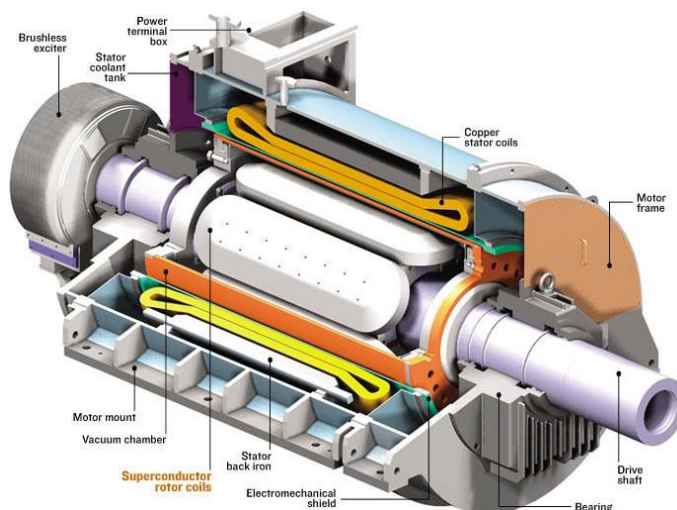
20. Endpanel N.D.E
21. AVR
22. Side Panel
23. AVR Mounting Bracket
24. Main Rectifier Assembly – Forward
25. Main Rectifier Assembly – Reverse
26. Varistor
27. Dioda Forward Polarity
28. Dioda Reverse Polarity
29. Lifting Lug D.E
30. Lifting Lug N.D.E
31. Frame to Endbracket Adaptor Ring
32. Main Terminal Panel
33. Terminal Link
34. Edging Strip
35. Fan
36. Foot Mounting Spacer
37. Cap Screw
38. AVR Access Cover
39. AVR Anti Vibration Mounting Assembly
40. Auxiliary Terminal Assembly

Pada umumnya generator AC ini dibuat sedemikian rupa, sehingga lilitan tempat terjadinya GGL induksi tidak bergerak, sedangkan kutub-kutub akan menimbulkan medanmagnet berputar. Generator itu disebut dengan generator berkutub dalam, dapat dilihat pada gambar berikut.

Keuntungan generator kutub dalam bahwa untuk mengambil arus tidak dibutuhkan cincin geser dan sikat arang. Karena lilitan-lilitan tempat terjadinya GGL itu tidak berputar. Generator sinkron sangat cocok untuk mesin-mesin dengan tegangan tinggi dan arus yang besar.

Secara umum kutub magnet generator sinkron dibedakan atas:

1. Kutub magnet dengan bagian kutub yang menonjol (*salient pole*).
Konstruksi seperti ini digunakan untuk putaran rendah, dengan jumlah kutub yang banyak. Diameter rotornya besar dan berporos pendek.
2. Kutub magnet dengan bagian kutub yang tidak menonjol (*non salient pole*).
Konstruksi seperti ini digunakan untuk putaran tinggi (1500 rpm atau 3000 rpm), dengan jumlah kutub yang sedikit. Kira-kira 2/3 dari seluruh permukaan rotor dibuat alur-alur untuk tempat lilitan penguat. Yang 1/3 bagian lagi merupakan bagian yang utuh, yang berfungsi sebagai inti kutub



Gambar 2.6 Generator Berkutub Dalam

2.3. Mesin Yang Digunakan Pada Genset

Mesin *genset* seperti disebutkan diatas menggunakan berbagai macam mesin diantaranya:

➤ Mesin Bensin

Umumnya *Genset* yang menggunakan mesin bensin memiliki kapasitas daya yang rendah. Dan biasanya dibatasi menghasilkan daya maksimal hingga 10 kw/10.000 Watt. Biasanya menggunakan mesin 1 silinder segaris dengan 1 busi dan memiliki bentuk yang *portable* sehingga bisa di bawa kemana mana.

➤ Mesin Diesel

Mesin diesel sebagai mesin pembangkit listrik sangat umum di jumpai dimana-mana. Aplikasi mesin diesel yang digunakan sebagai mesin genset memiliki rentang daya yang luas. Mulai dari kapasitas output 5kw/5,000 Watt hingga 2 MW/2,000,000 Watt. Mesin diesel yang digunakan sebagai mesin pembangkit semacam ini memiliki beragam spesifikasi teknis dan pengembangan jumlah silindernya mulai dari 2 silinder hingga 16 silinder. Aik memiliki konfigurasi segaris, *boxer* maupun V-Type.

➤ Mesin Gas

Sesuai namanya, mesin gas menggunakan bahan bakar gas sebagai sumber daya konsumsinya. Mesin gas merupakan hasil pemikiran manusia modern yang menyadari bahwa ketersediaan bahan bakar minyak bumi di seluruh dunia sudah semakin menipis. Sehingga untuk itu diperlukan alternatif pengganti bahan bakar, yaitu GAS. Gas yang digunakan merupakan hasil olahan dari gas bumi. Baik yang diolah menjadi LPG (*Liquid Petroleum Gas*), maupun CNG (*Compressed Natural Gas*).

Genset dengan mesin gas sudah banyak diaplikasikan baik sebagai genset rumah tangga yang menggunakan bahan bakar LPG sehingga mudah didapat. Maupun genset untuk industri yang menggunakan CNG. Untuk bisa mendapatkan fasilitas CNG, pengguna harus membangun sebuah infrastruktur pipa gas yang mendistribusikan gas tersebut sebagai sumber bahan bakarnya. Investasinya tidak murah. Namun untuk pemakaian jangka panjang diatas 10 tahun, alternatif ini perlu dipertimbangkan.

➤ Mesin Turbin

Tentunya menggunakan tenaga angin untuk memutar mesin sekarang kita paham kenapa di belanda banyak di temukan kincir angin. Kincir angin yang banyak itu masing masing digunakan untuk memutar mesin. Hasil putarannya disalurkan ke sebuah turbin yang menghasilkan putaran untuk generator. Ujung

ujungnya generator tersebut kembali menghasilkan listrik. Begitu juga demikian turbin yang lainnya.

2.4. Cara Kerja Mesin Genset

Genset (Generating Set Supply) bekerja 10 detik ketika listrik padam, 10 detik sesudahnya tenaga listrik diswitch ke genset, saat itu lampu bisa nyala kembali. Cara kerja generator genset yang memberikan supply listrik setelah 20 detik ini ditopang oleh AVR (Automatic Voltage Regulator). Di dalam AVR, ada Mutual Reactor (MT) yaitu semacam trafo jenis CT (Current Transformer) yang menghasilkan arus listrik berdasarkan besaran arus beban yang melaluinya (secara rangkaian seri). Arus listrik yang dihasilkan ini digunakan untuk memperkuat medan magnet pada belitan rotor. Sehingga untuk beban yang besar, arus yang dihasilkan juga besar (rumus: $V=IxR$, dimana $V_p/V_s=I_p/V_p$ dan $P=IxV$).

Namun untuk menjaga kestabilan AVR tidak hanya dengan AVR saja, genset juga dilengkapi System Governor untuk menjaga kestabilan RPM (Rotation Power Momentum)nya sehingga bisa dihasilkan frekuensi putaran yang stabil pada saat ada atau tidak ada beban, hal ini bisa dilakukan dengan mengatur supply BBM.

2.5. Mesin Diesel Generator Set

Suatu mesin diesel generator set terdiri dari:

1. Prime mover atau penggerak mula, dalam hal ini mesin diesel (dalam bahasa inggris disebut diesel engine)
2. Generator
3. AMF (Automatic Main Failure) dan ATS (Automatic Transfer Switch)
4. Baterai dan Battery Charger
5. Panel ACOS (Automatic Change Over Switch)
6. Pengaman untuk Peralatan
7. Perlengkapan Instalasi Tenaga

2.5.1 Mesin Diesel

Mesin diesel termasuk mesin dengan pembakaran dalam atau disebut dengan motor bakar, ditinjau dari cara memperoleh energi termalnya (energi panas). Untuk membangkitkan listrik, sebuah mesin diesel dihubungkan dengan generator dalam satu poros (poros dari mesin diesel dikopel dengan poros generator).

- Keuntungan pemakaian mesin diesel sebagai penggerak mula:
 - Desain dan instalasi sederhana
 - *Auxiliary equipment* (peralatan bantu) sederhana
 - Waktu pembebanan relatif singkat
- Kerugian pemakaian mesin diesel sebagai Penggerak mula:
 - Starting awal berat, karena kompresinya tinggi yaitu sekitar 200 bar.
 - Semakin besar daya maka mesin diesel tersebut dimensinya makin besar pula, hal tersebut menyebabkan kesulitan jika daya mesinnya sangat besar.
 - Konsumsi bahan bakar menggunakan bahan bakar minyak yang relatif lebih mahal dibandingkan dengan pembangkit listrik yang menggunakan bahan bakar jenis lainnya, seperti gas dan batubara.

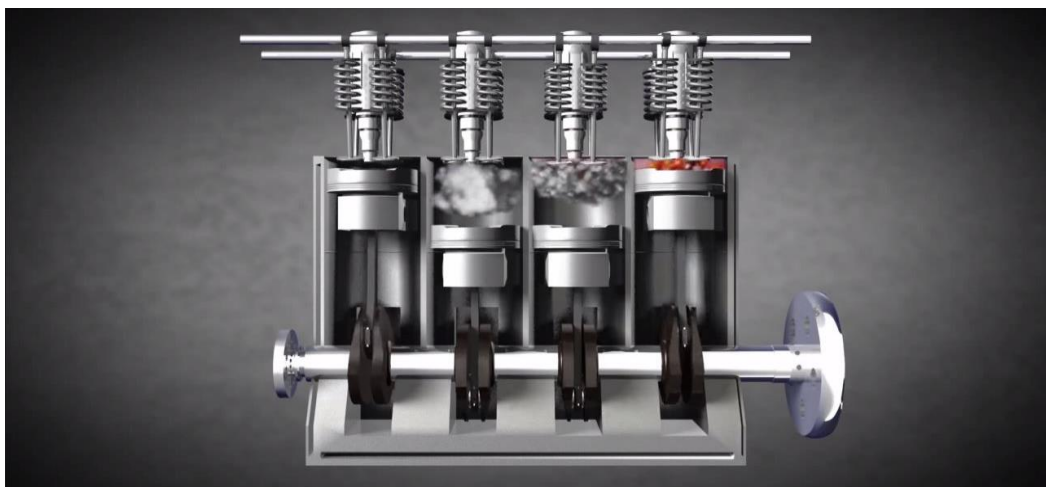
2.5.2 Cara Kerja Mesin Diesel

Prime mover atau penggerak mula merupakan peralatan yang berfungsi menghasilkan energi mekanis yang diperlukan untuk memutar rotor generator. Pada mesin diesel/diesel engine terjadi penyalaan sendiri, karena proses kerjanya berdasarkan udara murni yang dimampatkan di dalam silinder pada tekanan yang tinggi (± 30 atm), sehingga temperatur di dalam silinder naik. Dan pada saat itu bahan bakar disemprotkan dalam silinder yang bersuhu dan bertekanan tinggi melebihi titik nyala bahan bakar sehingga bahan bakar yang diinjeksikan akan terbakar secara otomatis. Penambahan panas atau energi senantiasa dilakukan pada tekanan yang konstan.

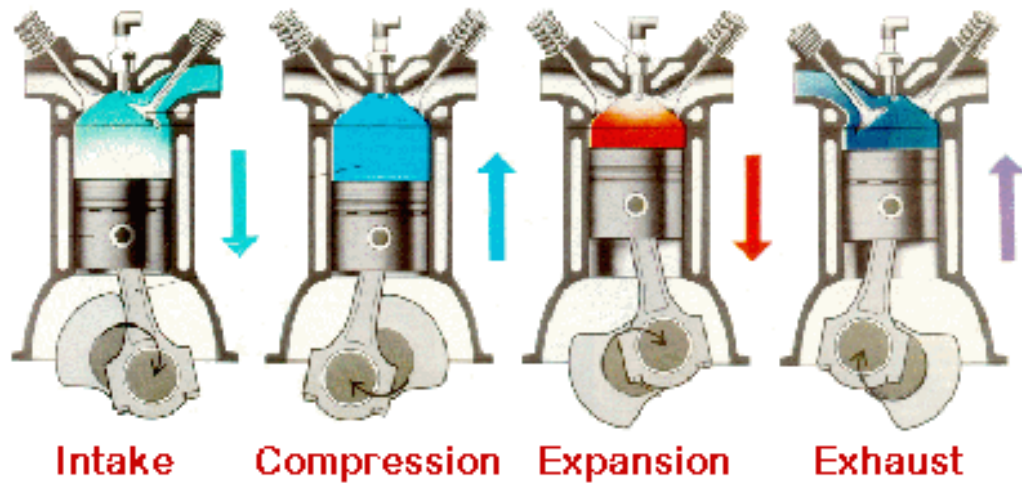
Tekanan gas hasil pembakaran bahan bakar dan udara akan mendorong torak yang dihubungkan dengan poros engkol menggunakan batang torak, sehingga torak dapat bergerak bolak-balik (reciprocating). Gerak bolak-balik torak akan diubah menjadi gerak rotasi oleh poros engkol (crank shaft). Dan sebaliknya gerak rotasi poros engkol juga diubah menjadi gerak bolak-balik torak pada langkah kompresi.

Berdasarkan cara menganalisa sistim kerjanya, motor diesel dibedakan menjadi dua, yaitu motor diesel yang menggunakan sistim airless injection (solid injection) yang dianalisa dengan siklus dual dan motor diesel yang menggunakan sistim air injection yang dianalisa dengan siklus diesel (sedangkan motor bensin dianalisa dengan siklus otto).

Perbedaan antara motor diesel dan motor bensin yang nyata adalah terletak pada proses pembakaran bahan bakar, pada motor bensin pembakaran bahan bakar terjadi karena adanya loncatan api listrik yang dihasilkan oleh dua elektroda busi (spark plug), sedangkan pada motor diesel pembakaran terjadi karena kenaikan temperatur campuran udara dan bahan bakar akibat kompresi torak hingga mencapai temperatur nyala. Karena prinsip penyalaan bahan bakarnya akibat tekanan maka motor diesel juga disebut compression ignition engine sedangkan motor bensin disebut spark ignition engine.



Gambar 2.7 Compression Ignition Engine



Gambar 2.8 Spark Ignition Engine

Pada mesin diesel, piston melakukan 2 langkah pendek menuju kepala silinder pada setiap langkah daya.

1. Langkah ke atas yang pertama merupakan langkah pemasukan dan penghisapan, di sini udara dan bahan bakar masuk sedangkan poros engkol berputar ke bawah.
2. Langkah kedua merupakan langkah kompresi, poros engkol terus berputar menyebabkan torak naik dan menekan bahan bakar sehingga terjadi pembakaran. Kedua proses ini (1 dan 2) termasuk proses pembakaran.
3. Langkah ketiga merupakan langkah ekspansi dan kerja, di sini kedua katup yaitu katup isap dan buang tertutup sedangkan poros engkol terus berputar dan menarik kembali torak ke bawah.
4. Langkah keempat merupakan langkah pembuangan, disini katup buang terbuka dan menyebabkan gas akibat sisa pembakaran terbang keluar. Gas dapat keluar karena pada proses keempat ini torak kembali bergerak naik keatas dan menyebabkan gas dapat keluar. Kedua proses terakhir ini (3 dan 4) termasuk proses pembuangan.

5. Setelah keempat proses tersebut, maka proses berikutnya akan mengulang kembali proses yang pertama, dimana udara dan bahan bakar masuk kembali.

Berdasarkan kecepatan proses diatas maka mesin diesel dapat digolongkan menjadi 3 bagian, yaitu:

1. Diesel kecepatan rendah (< 400 rpm)
2. Diesel kecepatan menengah ($400 - 1000$ rpm)
3. Diesel kecepatan tinggi (> 1000 rpm)

2.6. Sistem Starting Mesin Diesel

proses untuk menghidupkan/menjalankan mesin diesel dibagi menjadi 3 macam sistem starting yaitu:

1. Sistem start Manual

Sistem start ini dipakai untuk mesin diesel dengan daya mesin yang relatif kecil yaitu < 30 PK. Cara untuk menghidupkan mesin diesel pada sistem ini adalah dengan menggunakan penggerak engkol start pada poros engkol atau poros hubung yang akan digerakkan oleh tenaga manusia. Jadi sistem start ini sangat bergantung pada faktor manusia sebagai operatornya.

2. Sistem Start Manual

Sistem ini dipakai oleh mesin diesel yang memiliki daya sedang yaitu < 500 PK. Sistem ini menggunakan motor DC dengan suplai listrik dari baterai/accu 12 atau 24 volt untuk menstart diesel. Saat start, motor DC mendapat suplai listrik dari baterai atau accu dan menghasilkan torsi yang dipakai untuk menggerakkan diesel sampai mencapai putaran tertentu. Baterai atau accu yang dipakai harus dapat dipakai untuk menstart sebanyak 6 kali tanpa diisi kembali, karena arus start yang dibutuhkan motor DC cukup besar maka dipakai dinamo yang berfungsi sebagai generator DC. Pengisian ulang baterai atau accu digunakan alat bantu berupa battery charger dan pengaman tegangan. Pada saat diesel tidak bekerja

maka battery charger mendapat suplai listrik dari PLN, sedangkan pada saat diesel bekerja maka suplai dari battery charger didapat dari generator. Fungsi dari pengaman tegangan adalah untuk memonitor tegangan baterai atau accu. Sehingga apabila tegangan dari baterai atau accu sudah mencapai 12/24 volt, yang merupakan tegangan standarnya, maka hubungan antara battery charger dengan baterai atau accu akan diputus oleh pengaman tegangan.

3. Sistem Start Kompresi

Sistem start ini dipakai oleh diesel yang memiliki daya besar yaitu > 500 PK. Sistem ini memakai motor dengan udara bertekanan tinggi untuk start dari mesin diesel. Cara kerjanya yaitu dengan menyimpan udara ke dalam suatu botol udara. Kemudian udara tersebut dikompresi sehingga menjadi udara panas dan bahan bakar solar dimasukkan ke dalam Fuel Injection Pump serta disemprotkan lewat nozzle dengan tekanan tinggi. Akibatnya akan terjadi pengkabutan dan pembakaran di ruang bakar. Pada saat tekanan di dalam tabung turun sampai batas minimum yang ditentukan, maka kompressor akan secara otomatis menaikkan tekanan udara di dalam tabung hingga tekanan dalam tabung mencukupi dan siap dipakai untuk melakukan starting mesin diesel.

2.7. Faktor Penting Pada Genset Dan Komponen Bantu

Faktor penting yang harus di cek pada setiap generator diantaranya :

- Oli (pelumas): apakah sudah waktunya diganti atau belum.
- Bahan bakar: Untuk kebanyakan bahan bakar genset di Indonesia adalah solar, selain itu genset ada yang menggunakan bensin, dan gas.
- Air Radiator: Untuk hasil pendinginan yang sempurna dicampur dengan coolant.
- Air Aki : usahakan tidak kering, untuk pengisian pertama kali air yang digunakan berbeda dengan pengisian berikutnya.
- Tegangan Aki : Biasanya satu aki bertegangan 12 volt, bila tegangan aki kurang dari 10 volt dipastikan genset akan tersendat (tidak sempurna) dalam running (menyala).

- Selenoid : kenapa selenoid karena ini merupakan salah satu komponen penting pada saat genset running (dalam hal ini selenoid diumpamakan sebagai gas pada mobil).

Selain itu komponen pendukung lain genset adalah PKG (Panel Kontrol Genset) dalam PKG ini ada berbagai komponen penting diantaranya :

- Sensing yaitu MCB 3 phasa yang terdiri dari 3 buah MCB1 phasa, fungsinya untuk mengetes/ uji coba seolah-olah tidak ada arus PLN atau sumber lain yang menyuplai ke beban, dengan cara menurunkan 3 MCB itu secara bersamaan.
- Indikator RST yaitu lampu untuk mengetahui apabila genset mengeluarkan arus R, S, T, maka lampu indikasi akan menyala semua, bila ada yang mati kemungkinan lampu putus atau genset mengalami kerusakan.
- Ampere, Voltage, Frekuensi, Cos Q Meter untuk mengukur penggunaan sesuai dengan nama (misal: ampere meter untuk mengetahui ampere yang digunakan), biasanya PKG dahulu alat ukur tersebut terpisah dan bersistem analog akan tetapi untuk sekarang sudah terpasang jadi satu dan berbentuk digital.
- Selektor Switch Manual Auto Geno digunakan untuk menyalakan genset secara otomatis atau manual.
- Selektor Switch Manual Auto Breaker Untuk menyalakan Breaker secara manual atau otomatis.
- Selektor Switch Sinkron untuk memilih generator yang akan disinkron (disamakan tegangan, frekuensi antar genset)
- AMF (Automatic Mains Failure) yaitu alat untuk mematikan genset secara otomatis bila terjadi kerusakan pada genset biasanya terdapat indikator kerusakan seperti high voltage, dll. Alat ini juga dapat sebagai kontrol operasi genset baik secara manual atau pun otomatis.
- Selektor Switch Frekuensi alat ini terhubung dengan governor yang fungsinya menambah/ mengurangi kecepatan rotasi genset sehingga frekuensi tercapai (antara 50-51).

- Voltage Setting untuk mengeset voltase yang diinginkan, dan apabila kurang bisa ditambah begitu sebaliknya melalui alat ini.
- Selektor Switch VSS untuk memilih tegangan yang terbaca, misal R-S, S-T, T-R, atau R-N, S-N, T-N.
- Push Button On/ Off untuk meyalakan breaker secara manual.
- Breker Utama biasanya sudah menggunakan ACB (Air Circuit Breaker) yaitu breaker dengan motorize pendorong berhidrolik udara, sebenarnya motorize ada yang menggunakan langsung listrik akan tetapi jika motorized rusak atau listrik terputus maka braker tidak dapat dinyalakan, berbeda dengan ACB walaupun juga menggunakan listrik akan tetapi jika terdapat masalah pada breker masih dapat dipompa untuk menghasilkan angin sehingga motorize masih bisa bekerja. Dan yang digunakan type UVT (Under Voltage Trip) yaitu apabila voltase yang keluar dari genset tidak sesuai dengan setingan maka breker akan turun.

2.8. AMF (Automatic Main Failure) dan ATS (Automatic Transfer Switch)

AMF merupakan alat yang berfungsi menurunkan downtime dan meningkatkan keandalan sistem catu daya listrik. AMF dapat mengendalikan transfer Circuit Breaker (CB) atau alat sejenis, dari catu daya utama (PLN) ke catu daya cadangan (genset) dan sebaliknya. Dan ATS merupakan pelengkap dari AMF dan bekerja secara bersama-sama.

2.8.3 Cara Kerja AMF dan ATS

Automatic Main Failure (AMF) dapat mengendalikan transfer suatu alat dari suplai utama ke suplai cadangan atau dari suplai cadangan ke suplai utama. AMF akan beroperasi saat catu daya utama (PLN) padam dengan mengatur catu daya cadangan (genset). AMF dapat mengatur genset beroperasi jika suplai utama dari PLN mati dan memutuskan genset jika suplai utama dari PLN hidup lagi.

2.8.2 Baterai (battery dan accu)

Battery merupakan suatu proses pengubahan energi kimia menjadi energi listrik yang berupa sel listrik. Pada dasarnya sel listrik terdiri dari dua buah logam/konduktor yang berbeda dicelupkan ke dalam larutan maka akan bereaksi secara kimia dan menghasilkan gaya gerak listrik antara kedua konduktor tersebut. Proses pengisian battery dilakukan dengan cara mengalirkan arus melalui sel-sel dengan arah yang berlawanan dengan aliran arus dalam proses pengosongan sehingga sel akan dikembalikan dalam keadaan semula. Battery yang digunakan pada sistem otomatis GenSet berfungsi sebagai sumber arus DC pada starting diesel.

2.8.3 Battery Charger

Alat ini berfungsi untuk proses pengisian battery dengan mengubah tegangan PLN 220V atau dari generator itu sendiri menjadi 12/24 V menggunakan rangkaian penyearah. Battery Charger ini biasanya dilengkapi dengan pengaman hubung singkat (Short Circuit) berupa sekering/ fuse.

2.8.4 Panel ACOS



Gambar 2.9 Panel Acos

ACOS (Automatic Change Over Switch) merupakan panel pengendalian generator dan terdapat beberapa tombol yang masing-masing mempunyai fungsi yang berbeda. Tombol pengontrol operasi Gen Set automatic, antara lain yaitu :

1. Off
2. Automatic
3. Trial service
4. Manual starting
5. Manual stoping
6. Signal Test
7. Horn Off
8. Release
9. Start
10. Start Fault
11. Engine Running
12. Supervision On
13. Low Oil Pressure
14. Temperature To High
15. Generator Over Load

2.8.5 Sistem Pengaman Genset

Sistem pengaman harus dapat bekerja cepat dan tepat dalam mengisolir gangguan agar tidak terjadi kerusakan fatal. Proteksi pada mesin generator ada dua macam yaitu :

- 1) Pengaman alarm

Bertujuan memberitahukan kepada operator bahwa ada sesuatu yang tidak normal dalam operasi mesin generator dan agar operator segera bertindak.

- 2) Pengaman trip

Berfungsi untuk menghindarkan mesin generator dari kemungkinan kerusakan karena ada sistem yang berfungsi tidak normal maka mesin akan stop secara otomatis. Jenis pengaman trip antara lain :

- Putaran lebih (over speed)
 - Temperatur air pendingin tinggi
 - Tekanan minyak pelumas rendah
 - Emergency stop
 - Reverse power
- Pentanahan (grounding)
- Pentanahan sistem, pentanahan untuk suatu titik pada penghantar arus dari sistem. Pada umumnya titik tersebut adalah titik netral dari suatu mesin, transformator, atau untuk rangkaian listrik tertentu.
 - Pentanahan peralatan sistem, pentanahan untuk suatu bagian yang tidak membawa arus dari sistem, misalnya : Semua logam seperti saluran tempat kabel, kerangka mesin, batang pemegang sakelar, penutup kotak sakelar.
- Relay
- Relay arus lebih
Thermal Over Load Relay (TOLR) digunakan untuk melindungi motor dan perlengkapan kendali motor dari kerusakan akibat beban lebih atau terjadinya hubungan singkat antar hantaran yang menuju jaring atau antar fasa.
 - Relay tegangan lebih
bekerja bila tegangan yang dihasilkan generator melebihi batas nominalnya.
 - Relay diferensial
bekerja atas dasar perbandingan tegangan atau perbandingan arus, yaitu besarnya arus sebelum lilitan stator dengan arus yang mengalir pada hantaran yang menuju jaring-jaring.
 - Relay daya balik

berfungsi untuk mendeteksi aliran daya aktif yang masuk ke arah generator.

➤ **Sekering**

Berfungsi untuk mengamankan peralatan atau instalasi listrik dari gangguan hubung singkat. Jika suatu sekering dilewati arus di atas arus kerjanya, maka pada waktu tertentu sekering tersebut akan lebur (putus). Besarnya arus yang dapat meleburkan suatu sekering dalam waktu 4 jam dibagi arus kerja disebut faktor peleburan berkisar 1 hingga 1,5.

2.9. Pemeliharaan dan Perawatan Generator Set

Pertama, tidak menempatkan genset di dalam ruangan, mengingat karbon monoksida yang dihasilkannya dapat mengontaminasi kualitas udara di dalam rumah yang tidak boleh dihirup manusia. Untuk amannya, letakkan genset di ruangan luar dengan sirkulasi udara yang baik namun tetap terlindung dari hujan dan aliran udara tidak mengarah ke dalam ruangan. Penempatan ini juga sebaiknya menggunakan system /grounding/ untuk system listrik di rumah, sehingga kelebihan arus listrik yang ditimbulkan medan magnet dapat tersalurkan ke tanah dan menghindari terjadinya sengatan listrik.

Kedua, usahakan untuk tidak menggunakan genset gas melebihi kapasitasnya dan biasakan menghidupkan barang elektronik yang memerlukan daya listrik paling besar terlebih dahulu.

Ketiga, perawatan genset gas secara langsung akan berpengaruh pada kinerja genset. Jika setiap komponen genset dirawat dan dijaga kondisinya, maka kinerjanya menjadi lebih baik serta memberi keamanan selama proses bekerja. Itu sebabnya, selain dibersihkan secara berkala, periksalah volume oil, air radiator, dan tangki bahan bakar secara teratur dan melakukan penggantian dengan rutin. Dianjurkan juga untuk menyalakan genset diesel setiap minggu sekali tanpa diberi beban untuk sirkulasi oli sehingga seluruh komponen genset diesel lebih tahan lama. Kencangkanlah baut-baut genset jika ada yang kendur dan lakukan service tenaga ahli.