

## 2. Generator sinkron

Generator sinkron berfungsi untuk mengubah energi mekanik yang dihasilkan oleh mesin diesel menjadi energi listrik. Proses ini terjadi melalui induksi elektromagnetik, di mana putaran rotor yang terhubung ke mesin diesel akan menghasilkan medan magnet di dalam stator. Medan magnet yang berputar inilah yang kemudian menginduksi tegangan listrik dalam lilitan stator.[7]

Generator jenis sinkron dipilih karena mampu menghasilkan tegangan dan frekuensi yang stabil, yang sangat penting untuk keandalan sistem kelistrikan, terutama jika PLTD digunakan sebagai sumber daya utama atau sebagai cadangan untuk jaringan utama.

## 3. Sistem bahan bakar

Sistem bahan bakar dalam PLTD meliputi beberapa komponen: tangki penyimpanan bahan bakar, pompa bahan bakar, filter, dan pipa distribusi ke ruang pembakaran mesin. Solar (*High Speed Diesel Oil*) yang digunakan sebagai bahan bakar utama harus dalam kondisi bersih dari kotoran dan air agar tidak merusak *injector* dan ruang bakar mesin.[7]

Pompa bahan bakar bekerja untuk mengatur tekanan dan aliran bahan bakar ke *injector*, sementara filter bertugas menyaring partikel kotoran. Keandalan sistem ini sangat penting karena gangguan pada aliran bahan bakar dapat menyebabkan pembakaran tidak sempurna atau bahkan kerusakan mesin.

## 4. Sistem pendingin

Mesin diesel menghasilkan panas tinggi selama proses pembakaran. Untuk menjaga suhu kerja mesin tetap pada level optimal dan mencegah *overheating*, sistem pendingin digunakan. Sistem ini biasanya terdiri dari radiator, pompa air, kipas pendingin, dan jalur sirkulasi cairan pendingin.[8]

Air atau cairan radiator bersirkulasi melewati blok mesin dan membawa panas dari dinding silinder ke radiator, di mana panas tersebut dibuang ke udara

melalui proses konveksi. Tanpa sistem pendingin yang baik, mesin bisa mengalami keausan dini atau bahkan kerusakan permanen akibat overheat.

## 5. Sistem pelumasan

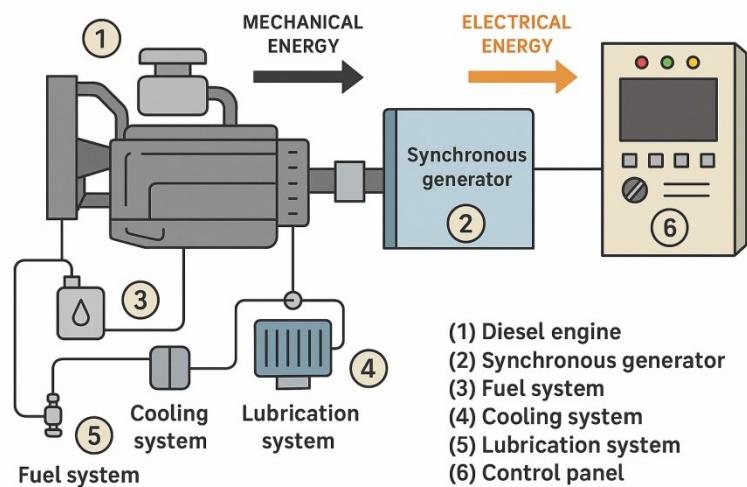
Sistem pelumasan berfungsi untuk melumasi bagian-bagian mesin yang bergerak, seperti piston, poros engkol, dan nok. Oli mesin digunakan untuk mengurangi gesekan antar komponen logam serta mencegah keausan dan overheating akibat gesekan.[9]

Sistem ini dilengkapi dengan pompa oli, filter, dan tangki penyimpanan oli. Kualitas dan tekanan oli yang tepat sangat penting untuk menjaga performa dan umur mesin diesel. Oleh karena itu, pemeriksaan rutin terhadap kondisi pelumas merupakan bagian dari prosedur operasi standar (SOP) pemeliharaan PLTD.

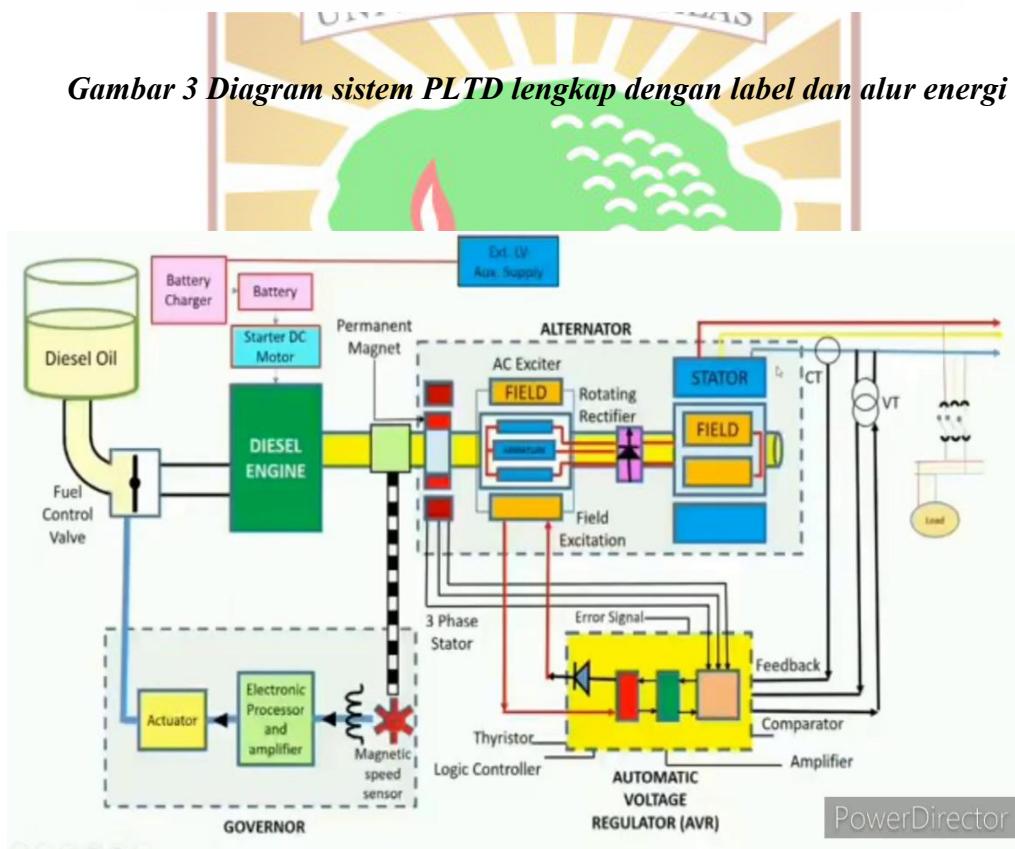
## 6. Panel kontrol

Panel kontrol adalah pusat kendali operasional sistem PLTD. Panel ini mencakup peralatan untuk menyalakan dan mematikan mesin, mengatur kecepatan putaran, memantau parameter seperti tegangan, arus, frekuensi, suhu, dan tekanan, serta menyediakan proteksi otomatis terhadap gangguan.[10]

Fitur proteksi yang umum meliputi trip otomatis saat terjadi overcurrent, *overvoltage*, suhu berlebih, atau tekanan oli rendah. Panel kontrol modern juga sudah terintegrasi dengan sistem SCADA atau remote monitoring untuk memudahkan pengawasan dari jarak jauh.



*Gambar 3 Diagram sistem PLTD lengkap dengan label dan alur energi*



*Gambar 4 Diagram Skematik Genset Diesel Alternator dan Panel Kontrol*

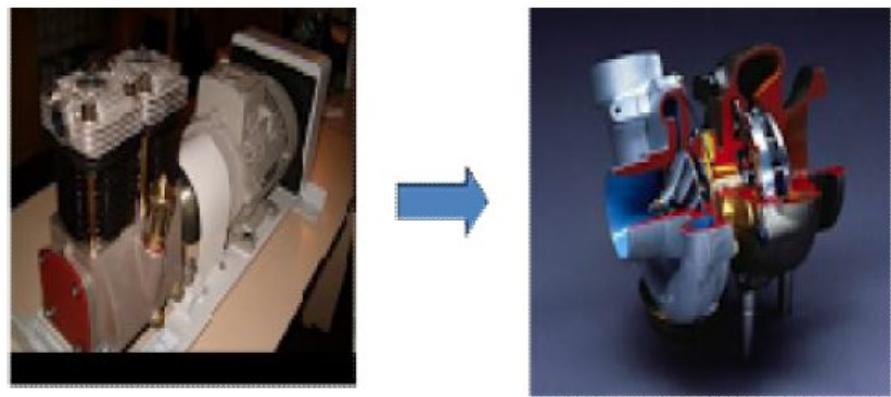
<https://vitalpower.co.uk/diesel-generators/parts/diagrams/>

### II.1.1.2 Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Diesel

Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) bekerja berdasarkan proses pembakaran bahan bakar di dalam mesin diesel yang kemudian mengubah energi kimia menjadi energi mekanik dan selanjutnya menjadi energi listrik. Meskipun terlihat kompleks, prinsip kerjanya secara umum cukup sistematis dan terstruktur. Tahapan dimulai dari penyimpanan bahan bakar. Bahan bakar, baik berupa bahan bakar minyak (BBM) maupun bahan bakar gas (BBG), disimpan terlebih dahulu di tangki utama. Dari tangki ini, bahan bakar akan dipompa menuju tangki harian (*daily tank*) melalui proses penyaringan untuk memastikan tidak ada kotoran atau partikel yang dapat merusak sistem injeksi mesin. Tangki harian berfungsi sebagai buffer untuk memasok bahan bakar secara kontinu ke mesin. Jika jenis bahan bakar yang digunakan adalah BBM, seperti solar, maka dari tangki harian bahan bakar akan dialirkan menuju *nozzle* atau pengabut. Di bagian ini, bahan bakar dipanaskan dan dikabutkan sehingga mudah bercampur dengan udara di dalam ruang bakar. Proses pengabutan ini sangat penting karena akan mempengaruhi efisiensi dan kesempurnaan pembakaran. Namun, jika bahan bakar yang digunakan adalah BBG (bahan bakar gas) seperti CNG atau LNG, maka alirannya diarahkan menuju conversion kit, yaitu perangkat pengatur tekanan gas. Di sini tekanan gas diatur agar sesuai dengan kebutuhan mesin dan dapat disuplai secara stabil ke ruang pembakaran. Sementara itu, sistem pembakaran dalam mesin diesel juga membutuhkan pasokan udara bertekanan tinggi. Untuk itu, udara bersih dari luar dihisap menggunakan kompresor dan dialirkan ke dalam tangki udara start melalui saluran masuk (*intake manifold*). Udara kemudian diarahkan ke *turbocharger*, yaitu alat yang berfungsi meningkatkan tekanan dan temperatur udara. Proses ini bertujuan agar udara yang masuk ke ruang bakar memiliki densitas tinggi, sehingga mendukung pembakaran yang lebih sempurna dan efisien.[11]

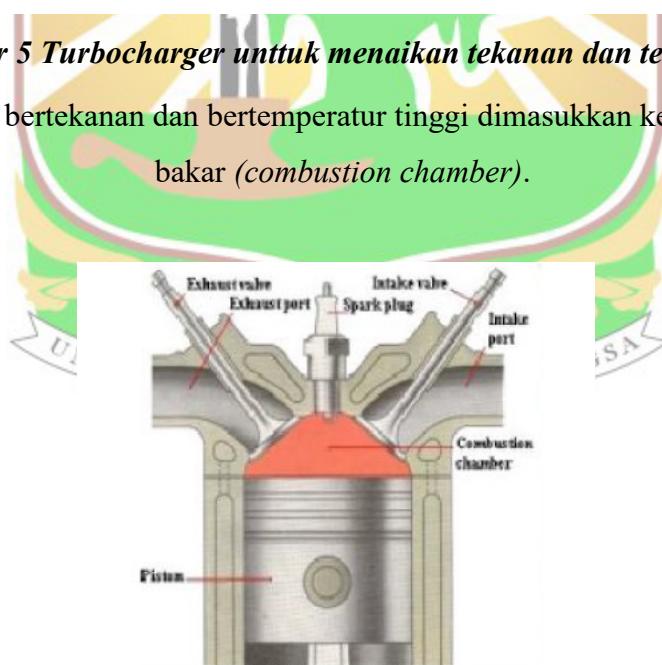
Udara yang masuk ke dalam ruang bakar biasanya memiliki tekanan hingga 500 psi (*pound per square inch*) dan temperatur mencapai sekitar 600°C. Dalam kondisi ini, udara berada dalam keadaan sangat terkompresi, memungkinkan pembakaran spontan ketika bahan bakar diinjeksikan tanpa

memerlukan busi atau pemantik api. Setelah proses pembakaran berlangsung di dalam silinder, energi panas yang dihasilkan akan mendorong piston bergerak. Gerakan piston ini diubah menjadi energi putar pada poros engkol (*crankshaft*), yang kemudian digunakan untuk menggerakkan generator sinkron guna menghasilkan energi listrik yang dapat disalurkan ke jaringan distribusi.



**Gambar 5 Turbocharger untuk menaikkan tekanan dan temperatur**

Udara yang bertekanan dan bertemperatur tinggi dimasukkan ke dalam ruang bakar (*combustion chamber*).



**Gambar 6 Ruang Bakar (Combustion Chamber)**

Setelah melalui proses awal seperti pengabutan (untuk bahan bakar minyak) atau pengaturan tekanan (untuk bahan bakar gas), bahan bakar dari *nozzle* (jika menggunakan BBM) atau dari conversion kit (jika menggunakan