

Sistem Utama sebuah Pusat Listrik Tenaga Mesin Gas (PLTMG)

“...dari satu sisi di timur pulau Sumatera, di tepian sungai Mandau, Bengkalis, Riau..22 September 2013(R.1)...”

Setelah sekilas mengenal sistem-sistem yang menjadi penunjang (*balance of plant - BoP*) pada sebuah PLTMG, sekarang saatnya sedikit menelisik mengenai sistem utama (*main system*) dari sebuah PLTMG. Sistem utama ini biasanya disuplai oleh pabrikan Mesin Gas (*Gas Engine manufacturer*). Sistem utama ini meliputi gabungan antara pekerjaan mekanikal-elektrikal-instrumen dan kontrol.

Pekerjaan mekanikal dari sistem utama ini, bisa dikelompokkan menjadi beberapa bagian, antara lain:

- a. Sistem Bahan Bakar (*Fuel System*),
- b. Sistem Pelumas (*Lubrication System*),
- c. Sistem Pendingin (*Cooling System*),
- d. Sistem Udara Mesin (*Engine Air System*),
- e. Sistem Udara Terkompresi (*Compressed Air System*),
- f. Sistem Pemipaan (*Piping System*), dan
- g. Unit Mesin Gas (*Gas Engine unit*).

Pekerjaan elektrikal, dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis, yaitu:

- a. Pekerjaan Instalasi Listrik dan Penerangan
- b. Pekerjaan Elektrikal Sistem Bahan Bakar
- c. Pekerjaan Elektrikal Sistem Pelumas,
- d. Pekerjaan Elektrikal Sistem Pendingin,
- e. Pekerjaan Elektrikal Sistem Udara Mesin,
- f. Pekerjaan Elektrikal Sistem Udara Terkompresi,
- g. Pekerjaan Elektrikal Sistem Perlindungan dari Kebakaran,
- h. Unit *Generator Black Start*,
- i. Unit *Auxiliary Transformer (UAT) & Generator Transformer (GT)*,
- j. Unit *Generator Engine*,
- k. Sistem Pentanahan dan Penyalur Petir (*Grounding & Lightning Protection System*),
- l. Sistem DC (*DC System*), dan
- m. Sistem Proteksi.

Pekerjaan instrumentasi-kontrol adalah pekerjaan penunjang dari pekerjaan mekanikal dan elektrikal dengan bantuan alat-alat ukur dan kontroler, sehingga unit PLTMG bisa berfungsi dengan baik dan lebih mudah dalam pengoperasiannya. Adapun jika dikelompokkan, pekerjaan instrumentasi-kontrol adalah sebagai berikut:

- a. Pekerjaan Instalasi Instrumen Lapangan dan Komunikasi Data (*Field Instrument & Data Communication System*),
- b. Pekerjaan Instrumen Sistem Bahan Bakar

- c. Pekerjaan Instrumen Sistem Pelumas,
- d. Pekerjaan Instrumen Sistem Pendingin,
- e. Pekerjaan Instrumen Sistem Udara Mesin,
- f. Pekerjaan Instrumen Sistem Udara Terkompresi,
- g. Pekerjaan Instrumen Sistem Kelistrikan,
- h. Pekerjaan Pendeteksi Kebakaran (*Fire & Gas Detection and Alarm System*),
- i. Pekerjaan *Closed Circuit Tele Vision* (CCTV),
- j. Pekerjaan Sistem Telepon Internal (*Plant Internal Telephone System – PABX*)
- k. Pekerjaan Instrumentasi-Kontrol Unit Mesin Gas (*Gas Engine Instrument & Control System*), dan
- l. Sistem Kontrol (*Control System*),

Pekerjaan Mekanikal

1. Sistem Bahan Bakar (*Fuel System*)

PLTMG di Indonesia umumnya menggunakan mesin dengan dua bahan bakar, baik dengan konfigurasi *dual-fuel*, ataupun *bi-fuel*. Karena umumnya mesin yang dipakai menggunakan dua (2) bahan bakar, oleh karena itu sistem bahan bakarnya juga harus bisa mengakomodir kedua bahan bakar tersebut. Bahan bakar yang umumnya digunakan adalah gas alam (*natural gas*) dan minyak diesel (HSD/MFO).

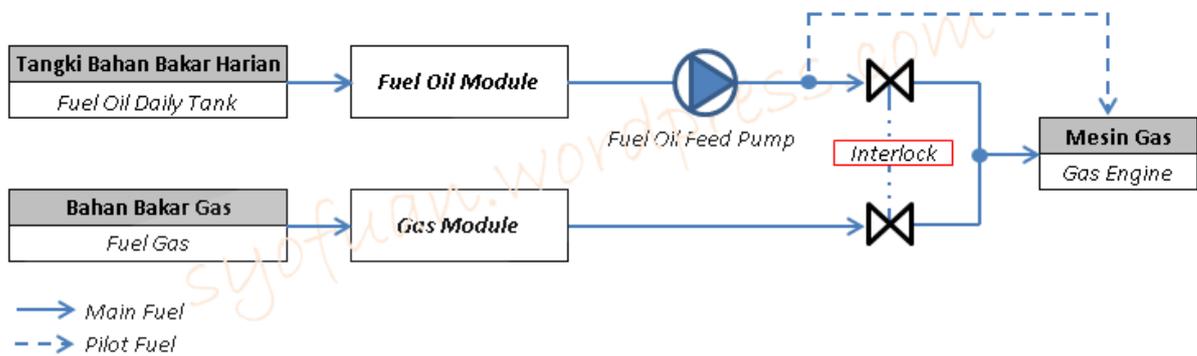
Bahan bakar gas umumnya didapatkan dari stasiun gas terdekat. Sebelum masuk ke area pembangkit, gas dari sumber ini dilewatkan area pembersih terlebih dahulu, atau yang lebih sering kita kenal dengan istilah Scrubber. Pada area ini, gas umumnya dipersiapkan baik dari sisi kebersihan, kadar air, ataupun tekannya, agar dapat/siap jika diumpankan langsung ke unit mesin gas.

Sebelum diumpankan langsung ke dalam mesin, gas disaring lagi menggunakan sebuah *filter*. Umumnya posisi *filter* ini akan duduk bersama beberapa instrumen lapangan (*field instrument*) yang tergabung dalam sebuah modul gas (*gas module*), yang tugas utamanya adalah untuk pengaturan volume, keamanan sistem dan untuk memastikan bahwa gas siap diumpankan ke mesin.

Bahan bakar minyak diesel biasanya digunakan untuk dua (2) fungsi, yaitu untuk bahan bakar awalan (*pilot fuel*) dan bahan bakar utama (*main fuel*). Fungsi bahan bakar utama (*main fuel*) digunakan jika dan hanya jika mesin gas dioperasikan menggunakan bahan bakar minyak solar sebagai bahan bakar utamanya, atau pada kondisi mesin sebelum switch-over bahan bakar ke sistem gas. Sedangkan fungsi sebagai bahan bakar awalan (*pilot fuel*) akan selalu digunakan pada setiap upaya operasi mesin (*starting & operation engine*).

Sebelum diumpankan ke dalam mesin, bahan bakar minyak akan disaring terlebih dahulu menggunakan sebuah *filter*. Posisi *filter* bisa berada sebelum mesin, ataupun digabung dalam sebuah modul pada posisi dekat dengan pompa pengumpan (*feed pump*).

Bahan bakar solar yang ada saat ini umumnya sudah baik, sehingga tidak diperlukan pengolahan lebih lanjut menggunakan fasilitas pengolahan bahan bakar minyak (*advance fuel oil treatment plant*).



Gambar 1. Skematik sistem bahan bakar pada PLTMG

2. Sistem Pelumas (*Lubrication System*)

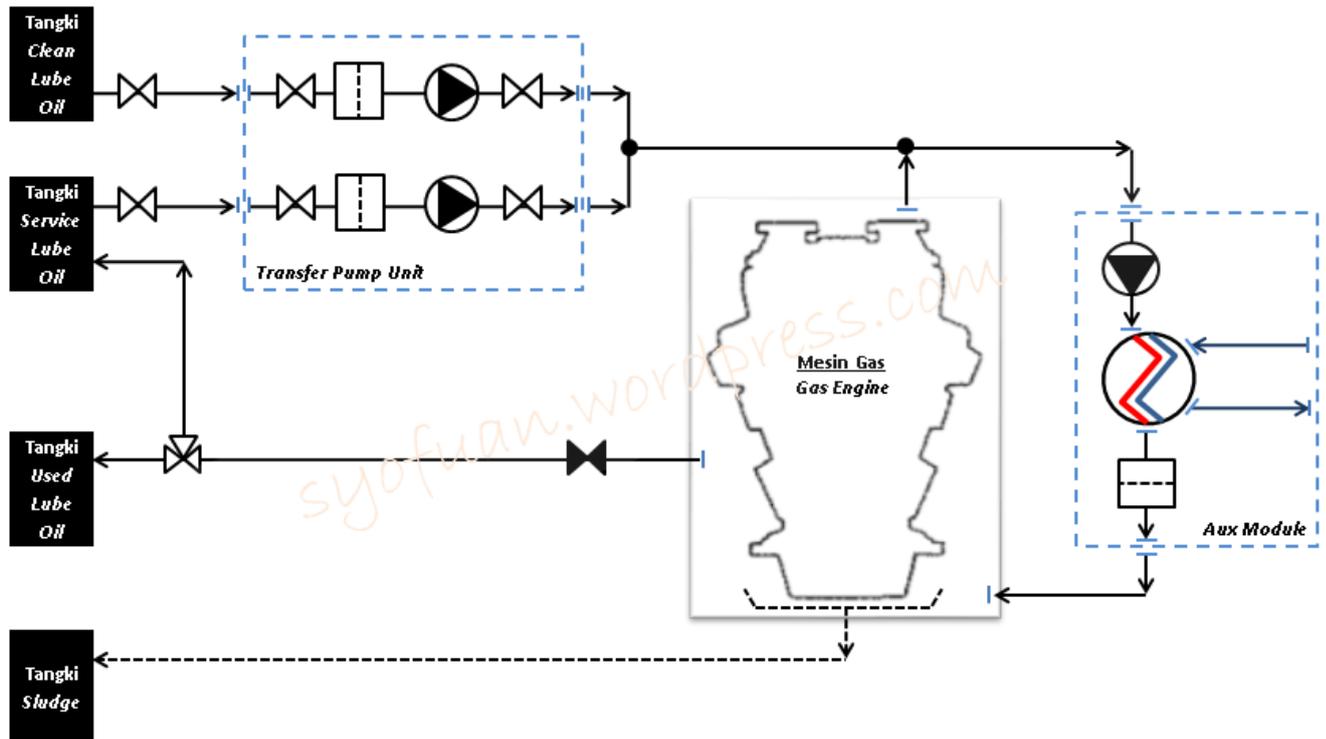
Pelumas sangat penting bagi sebuah mesin. Dengan adanya pelumas, gesekan bisa dikurangi dengan cukup signifikan. Selama operasi, jumlah pelumas dalam mesin mengalami sedikit pengurangan dan bekerja dalam siklus tertutup.

Karena melindungi bagian mesin dari gesekan secara langsung, pelumas memiliki temperatur yang cukup tinggi. Untuk mengembalikannya ke keadaan normal, digunakan bantuan alat penukar panas (*heat exchanger*), yang menukar panas dari pelumas ke air pendingin. Selanjutnya air pendingin yang telah naik temperaturnya ini, didinginkan kembali dengan bantuan *radiador*.

Pada saat mesin mengalami perawatan (*maintenance*), pelumas yang masih baik kondisinya dapat dipompa dan dikumpulkan ke dalam tangki pelumas servis (*service lube oil tank*). Harapannya, pelumas ini bisa dipergunakan kembali setelah mesin melakukan perawatan.

Pelumas-pelumas yang tertumpah di ruang mesin utama (*engine hall*) dan ceceran bahan bakar minyak (HSD/MFO/LFO) akan dikumpulkan pada bak penampung (*drain pan*) yang ada di masing-masing modul dan selanjutnya dipompa untuk ditampung dalam tangki bahan limbah (*sludge tank*). Sisa-sisa pelumas dan minyak yang ditampung dalam tangki bahan limbah selanjutnya akan dikirim ke tempat penampungan dan pengolahan bahan limbah berbahaya terdekat, dengan menggunakan mobil truk pengangkut.

Sebelumnya diumpankan ke dalam mesin dan *turbocharger*, pelumas akan disaring terlebih dahulu menggunakan sebuah *filter*. Umumnya posisi *filter* ini akan duduk bersama beberapa instrumen lapangan (*field instrument*) yang tergabung dalam sebuah modul pelumas (*lube oil module*).



Gambar 2. Skematik sistem pelumas pada PLTMG

3. Sistem Pendingin (Cooling System)

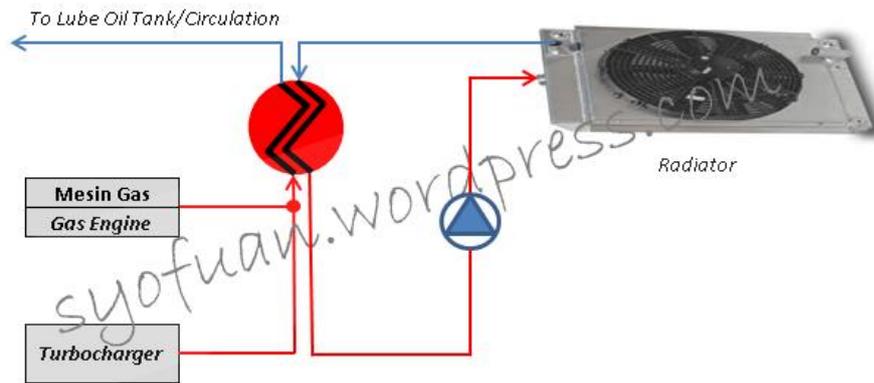
Sistem pendingin utama pada sebuah Pusat Listrik Tenaga Mesin Gas (PLTMG) biasanya berupa instalasi tower pendingin (*cooling tower*) ataupun berupa *radiator*. Kedua peralatan tersebut berfungsi untuk menurunkan temperatur air pendingin (*cooling water*) yang dipergunakan untuk mendinginkan bagian mesin gas, pelumas dan *turbocharger*.

Baik tower pendingin ataupun *radiator*, untuk proses pendinginannya, umumnya menggunakan metode penggerak paksa (*forced draft*), yang dapat berupa kipas pendingin (*cooling fan*). Pilihan ini cukup masuk akal dalam rangka memperkecil biaya investasi awal, yaitu dengan cara mengurangi luas lahan dan biaya konstruksi, bila dibandingkan dengan menggunakan alat serupa dengan metode penggerak alami (*natural forced*).

Sumber air untuk sebuah PLTMG dapat berupa air baku yang bisa berasal dari laut, sungai dan sumur dalam (*deep well*) yang sebelumnya diolah melalui sebuah sistem pengolahan air, ataupun berupa air olahan yang berasal dari perusahaan pengelola air setempat.

Walaupun air dalam sistem pendingin ini bekerja dalam siklus tertutup, akan tetapi selama operasi tetap ada sebagian kecil air yang menguap. Untuk itu tetap diperlukan penambahan air, untuk menjaga agar unjuk kerja sistem dapat tetap dijaga.

Untuk meningkatkan unjuk kerja dan umur dari peralatan, lebih disarankan jika dalam periode operasional, digunakan air olahan dengan kualitas yang baik, sedikit penambahan inhibitor kimia untuk mencegah lumut dan karat, serta perawatan yang teratur.



Gambar 3. Skematik sistem pendingin pada PLTMG

4. Sistem Udara Mesin (*Engine Air System*)

Sistem udara untuk mesin gas, secara kasar dapat dikelompokkan menjadi dua (2) bagian, yaitu : sistem udara pembakaran (*charge air*) dan sistem udara sisa pembakaran (*exhaust air*).

Sistem udara pembakaran (*charge air*) adalah sistem yang mengatur banyaknya udara yang dibutuhkan oleh mesin, termasuk menyesuaikan spesifikasinya agar sesuai dengan kebutuhan mesin.

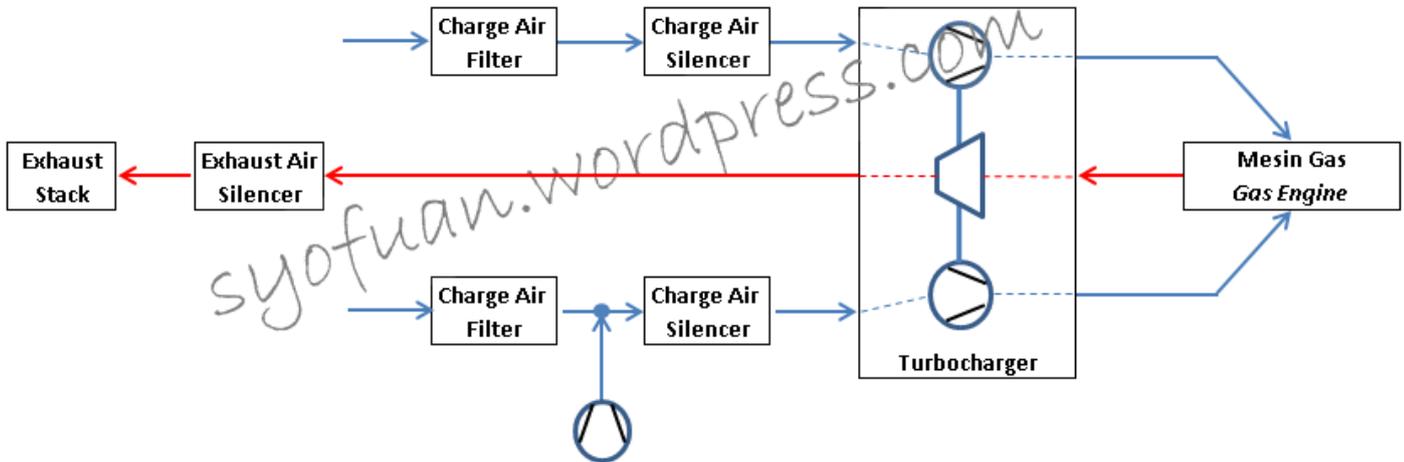
Sebelum masuk kedalam mesin, dilakukan penyaringan (*filtration*) terhadap debu dan kotoran dan reduksi level kebisingan (*noise level*). Selanjutnya, untuk meningkatkan efisiensi mesin, udara sebelum memasuki ruang bakar akan ditingkatkan tekanan dan temperturnya agar sedekat mungkin kepada tekanan dan temperatur bakarnya. Untuk itu, digunakan alat bantu yang bernama *turbocharger*.

Pada proses pembakaran yang melibatkan udara, tentunya akan dihasilkan udara sisa pembakaran (*exhaust air*) yang juga harus diolah dan disalurkan dengan bijak. Karena terjadi sebagai hasil dari sebuah proses pembakaran, umumnya udara sisa pembakaran ini memiliki temperatur yang cukup tinggi. Oleh karena itu, umumnya saluran untuk udara tipe ini selalu dilapisi dengan isolasi penahan panas dan dilengkapi dengan sambungan mampu ekspansi (*expantion joint*) dan katup pelepas kelebihan tekanan (*rupture disk*).

Udara sisa pembakaran ini juga digunakan lebih lanjut sebagai tenaga pemutar turbin yang dikopel dengan *compressor* pada *turbocharger*. Udara sisa pembakaran ini selanjutnya dilepas ke atmosfer pada ketinggian tertentu merujuk kepada peraturan yang berlaku. Khusus untuk mesin dengan kapasitas unit lebih besar atau sama dengan 25 MW, diwajibkan untuk menggunakan sistem monitor emisi gas buang (*continuous emission monitoring system - CEMS*), sesuai dengan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 21 Tahun 2008, mengenai Baku Mutu Emisi Sumber Tidak Bergerak Bagi Usaha dan atau Kegiatan Pembangkit Tenaga Listrik Termal.

Semakin besar kapasitas sebuah mesin, tentunya jumlah udara pembakaran (*charge air*) dan/atau udara sisa pembakaran (*exhaust air*) yang dibutuhkan dan/atau dihasilkan akan semakin banyak.

Hal ini akan mempengaruhi kepada besarnya ukuran penyaring (*filter*), saluran (*ducting*) dan pereduksi kebisingan (*silencer*) yang akan digunakan.



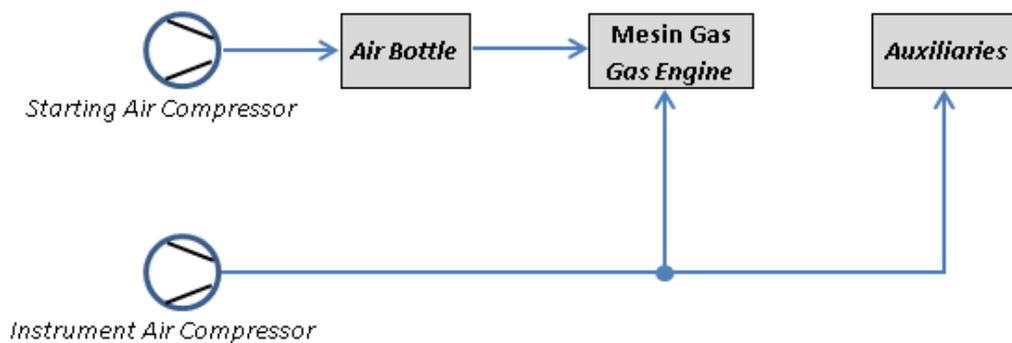
Gambar 4. Skematik sistem udara mesin pada PLTMG

5. Sistem Udara Terkompresi (*Compressed Air System*)

Sistem udara terkompresi (*compressed air*) adalah sistem pembantu dalam bagian utama pusat listrik. Udara terkompresi ini dimanfaatkan setidaknya untuk beberapa fungsi, antara lain : untuk menghidupkan mesin (*starting engine*), untuk keperluan penggerak instrumen (*instrument air*), dan untuk keperluan servis (*service/working air*).

Untuk mengurangi jam operasi dari unit *compressor*, digunakan bantuan tabung udara terkompresi (*air bottle*) untuk menampung udara bertekanan dalam jumlah dan tekanan tertentu.

Khusus untuk udara penggerak instrumen (*instrument air*), udara terkompresi perlu diberi perlakuan tambahan, yaitu dengan penambahan pengering udara (*air drier*). Harapannya, udara yang digunakan untuk penggerak instrument, semisal katup kontrol (*control valve*), sudah cukup kering dan terbebas dari uap air, yang dapat merusak peralatan kontrol, semisal pengarah bukaan katup (*valve positioner*).



Gambar 5. Skematik sistem udara terkompresi pada PLTMG

6. Pemipaan (*Piping*)

Pipa-pipa digunakan sebagai media perantara antar fluida sehingga bisa saling menunjang operasi dari sebuah mesin gas. Pipa-pipa didesain dan diatur sedemikian rupa, harapannya dapat menyalurkan fluida kerja kepada tujuannya dengan jumlah dan tekanan yang tepat.

Jenis pipa dan sambungan pipa akan sangat bergantung kepada penggunaan dari fluida yang bersangkutan. Semisal untuk fluida gas, pipa yang digunakan harus memenuhi standar API 5L, dilas dengan mengikuti standar API 1104 dan AWS, serta dilakukan pengetesan seperti yang dipersyaratkan oleh pemberi kerja.

7. Unit Mesin Gas (*Gas Engine Unit*)

Unit mesin gas yang akan digunakan disesuaikan dengan kapasitas yang dibutuhkan. Perencana (*desain engineer*) yang menentukan konfigurasi dan spesifikasi mesin yang akan digunakan, dengan dukungan data-data terkait dari pemberi kerja. Kriteria itu antara lain mengatur mengenai berapa unit mesin yang akan digunakan, berapa kapasitas masing-masing unit mesin, penggunaannya untuk beban dasar (*base load*) atau untuk beban puncak (*peak load*), serta bahan bakar utama yang akan digunakan.

Mengenai desain mesin dan hal-hal lain yang cukup spesifik terhadap mesin, umumnya sangat bergantung pada produsen dari mesin yang bersangkutan (*engine manufacturer*). Pihak pabrikan dianggap lebih mengetahui mengenai detail dari mesin yang bersangkutan, karena merekalah yang mengadakan proses riset dan pengembangan terhadap mesin tersebut.