

BAB II

Pusat Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU)

2.1 Umum

PLTGU merupakan kombinasi PLTG dengan PLTU. Gas buang dari PLTG yang umumnya mempunyai suhu di atas 400°C , dimanfaatkan (dialirkan) ke dalam ketel uap PLTU untuk menghasilkan uap penggerak turbin uap. Dengan cara ini, umumnya didapat PLTU dengan daya sebesar 50% daya PLTG. Ketel uap yang digunakan untuk memanfaatkan gas buang PLTG mempunyai desain khusus untuk memanfaatkan gas buang di mana dalam bahasa Inggris disebut *Heat Recovery Steam Generator (HRSG)*.

Gambar 2.1 sebagai contoh memperlihatkan bagan dari 3 buah unit PLTG dengan sebuah unit PLTU yang memanfaatkan gas buang dari 3 unit PLTG tersebut. 3 unit PLTG beserta 1 unit PLTU ini disebut sebagai 1 blok PLTGU. Setiap unit PLTG mempunyai sebuah ketel uap penampung gas buang yang keluar dari unit PLTG. Uap dari tiga ketel uap unit PLTG kemudian ditampung dalam sebuah pipa pengumpul uap bersama yang dalam bahasa Inggris disebut *common steam header*. Dari pipa pengumpul uap bersama, uap dialirkan ke turbin uap PLTU yang terdiri dari turbin tekanan rendah. Keluar dari turbin tekanan rendah, uap alirkan ke kondensor untuk diembunkan. Dari kondensor, air dipompa untuk dialirkan ke ketel uap.

2.2 Proses Aliran Uap PLTG

Dalam operasinya, unit turbin gas dapat dioperasikan terlebih dahulu untuk menghasilkan daya listrik, sementara gas buangnya berproses untuk menghasilkan uap dalam ketel pemanfaat gas buang. Kira-kira 6 jam kemudian, setelah uap dalam ketel uap cukup banyak, uap dialirkan ke turbin uap untuk menghasilkan daya listrik.

Sebagai contoh, PLN mempunyai PLTGU di Grati Jawa Timur yang setiap bloknnya terdiri dari :

3 unit PLTG : 112,450 MW x 3

1 unit PLTU : 189,500 MW x 1

Keluaran Blok : 526,850 MW

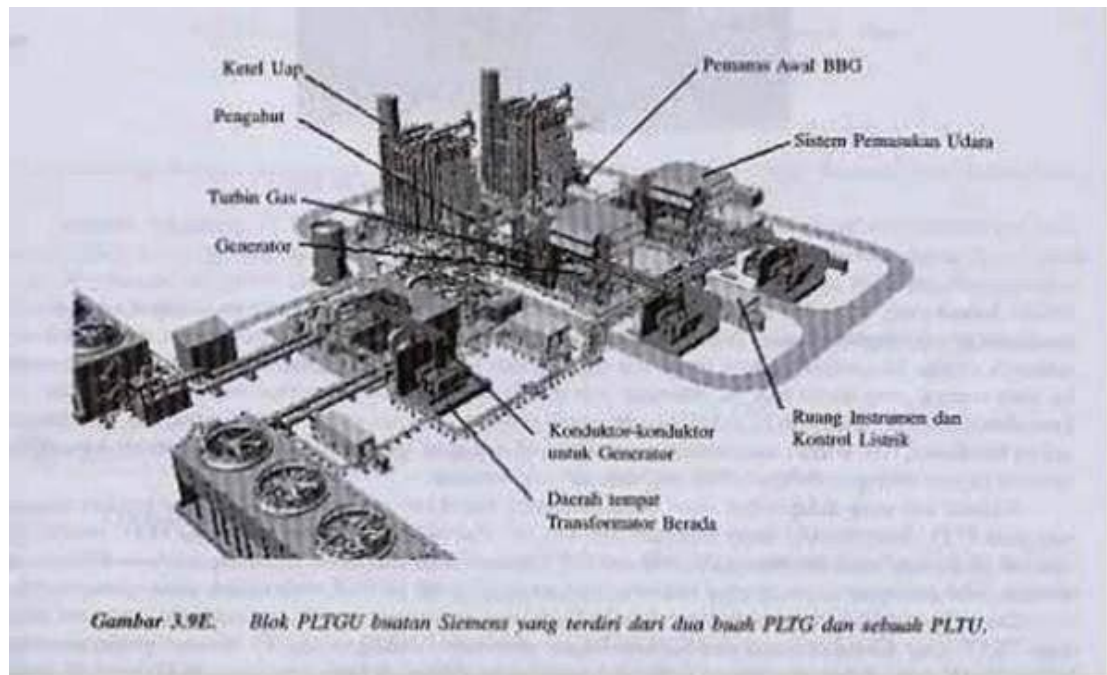
Karena daya yang di hasilkan turbin uap tergantung kepada banyaknya gas buang yang dihasilkan unit PLTG, yaitu kira-kira menghasilkan 50% daya unit PLTG, maka dalam mengoperasikan PLTGU ini, pengaturan daya PLTGU di lakukan dengan mengatur daya unit PLTG, sedankan unit PLTU mengikuti saja, menyesuaikan dengan gas buang yang diterima dari unit PLTG-nya.

Perlu diingat bahwa selang waktu untuk pemeliharaan unit PLTG lebih pendek daripada unit PLTU sehingga perlu koordinasi pemeliharaan yang baik dalam suatu blok PLTGU agar daya keluar dari blok tidak terlalu banyak berubah sepanjang waktu.

Ditinjau dari segi efisiensi pemakaian bahan bakar, PLTGU tergolong sebagai unit yang paling efisien di antara unit-unit termal (bisa mencapai angka di atas 45%).

PLTGU termasuk produk teknologi mutakhir dalam perkembangan pusat listrik. PLTGU PLN yang pertama beroperasi di sekitar tahun 1995. Daya terpasangnya per blok dibatasi oleh besarnya daya terpasang unit PLTG-nya. Sampai saat ini, unit PLTG yang terbesar baru mencapai daya terpasang sekitar 120 MW.

drum LP yang bertemu dengan uap yang keluar dari turbin IP untuk selanjutnya menuju ke turbin LP.



Gambar 2.3. Blok PLTGU buatan Siemens yang terdiri dari dua buah PLTG dan sebuah PLTU.

2.3 Komponen-Komponen Sistem PLTGU

Sistem utama PLTGU dibagi menjadi tiga bagian utama antara lain :

1. GTG (Gas Turbine Generator)

Komponen-komponen utama sistem GTG sebagai berikut :

- a) Cranking motor adalah motor yang digunakan sebagai penggerak awal atau start up sistem GTG motor cranking mendapat suplai listrik dengan tegangan 6 kV yang berasal dari switch gear.

- b) Filter udara merupakan filter yang berfungsi menyaring udara bebas agar udara yang mengalir menuju ke kompresor merupakan udara bersih.
- c) Kompresor berfungsi sebagai mengkompresi udara dalam turbin gas.
- d) Ruang bakar berfungsi sebagai tempat pembakaran didalam sistem turbin gas. Dapat berupa ruang bakar tunggal atau terdiri dari ruang bakar yang banyak.
- e) Turbin berfungsi untuk mengekspansi gas panas sehingga menghasilkan energi mekanis untuk menggerakkan generator.
- f) Generator berfungsi sebagai pembangkit energi listrik dimana didalamnya terjadi proses perubahan dari energi mekanik ke energi listrik.

2. STG (Steam Turbine Generator)

Komponen utama STG antara lain :

- a) Turbin uap berfungsi untuk mengekspansi uap superheat hingga menghasilkan energi mekanis untuk menggerakkan generator.
- b) Generator berfungsi untuk menghasilkan energi listrik dimana didalamnya terjadi proses perubahan energi mekanis menjadi energi listrik.

- c) Kondensor berfungsi sebagai penampung air kondensor sekaligus sebagai tempat pendinginan uap hasil ekspansi turbin uap dimana media air laut digunakan sebagai media pendinginnya.
- d) Tangki air pengisi (Feed Water Tank), tangki ini berisi air murni sebagai tandon pengisi air kondensor.
- e) Pompa air pengisi (Feed Water Pump), pompa ini memindahkan air pengisi dari tangki air pengisi kondensor dan menjaga level kondensor tetap pada kondisi normal.

3. HRSG (Heat Recovery Steam Generator System)

- a) Bagian-bagian pada HRSG :
 1. Struktur baja
 2. Pipa inlet HRSG dan casing
 3. Heat exchanger
 4. Water / Steam circuit

2.4 Konsumsi Spesifik Bahan Bakar dan Efisiensi

Dalam praktik sehari-hari, konsumsi spesifik bahan bakar dari unit pembangkit termis sering digunakan untuk mendapatkan gambaran mengenai efisiensi unit pembangkit tersebut. Efisiensi yang dapat dicapai oleh berbagai unit pembangkit adalah dalam bentuk persentase. Untuk unit pembangkit termis, efisiensi juga sering dinyatakan dengan heat rate dalam kcal atau **BTU/kWh**.

Menyatakan efisiensi pembangkit termis dengan konsumsi spesifik bahan bakar sesungguhnya kurang tepat karena kandungan kalori dari bahan bakar berbeda-beda. Namun jika bahan bakar yang digunakan sama, misalnya minyak solar HSD dari Pertamina untuk unit pembangkit diesel, maka penggunaan konsumsi spesifik bahan bakar dapat memberikan gambaran mengenai efisiensi karena nilai kandungan kalori minyak HSD sudah tertentu.

Konsumsi spesifik bahan bakar pada persentase bahan yang sama cenderung menurun sebagai hasil kemajuan teknologi sehingga efisiensi untuk pembangkit termis menjadi lebih baik. Usaha-usaha memperbaiki efisiensi ini dilakukan antara lain dengan :

- a. Pada PLTU ; menambah siklus pemanasan ulang dari uap, menambah pemanas awal, menaikkan tekanan, dan suhu uap (efisiensi bisa mencapai 38%).
- b. Pada PLTG ; menaikkan suhu pembakaran (efisiensi bisa mencapai 25%).
- c. Pada PLTD ; menaikkan perbandingan kompresi (efisiensi bisa mencapai 40%).

Dilihat dari segi kehilangan energi, pada PLTG lebih dari 50% energi yang berasal dari bahan bakar hilang terbawa oleh gas buang. Pada PLTD, energi banyak yang hilang melalui media pendingin (air atau udara) dan melalui gas buang dimana masing-masing dapat mencapai 25% dan 40%. Pada PLTU, kehilangan energi terbesar ada pada kondensor, terbawa dalam

air pendingin yang diperlukan untuk mengembungkan uap yang keluar dari turbin. Energi yang hilang pada kondensor bisa mencapai 40%. Sedangkan energi yang hilang terbawa oleh gas buang PLTU sekitar antara 9-15%.

Untuk perhitungan efisiensi pusat listrik, selain konsumsi bahan bakar dari unit pembangkitnya perlu juga diperhitungkan energi untuk pemakaian sendiri dalam pusat listrik. Energi untuk pemakaian sendiri ini berkisar antara 1-6%. Untuk berbagai macam pusat listrik, secara umum yang paling kecil energi pemakaian sendirinya adalah PLTA, kemudian disusul PLTG dan PLTD dan yang terakhir adalah PLTU batu bara. Pada PLTU batu bara, energi pemakaian sendiri sebagian besar digunakan untuk menggiling batu bara dijadikan bentuk.