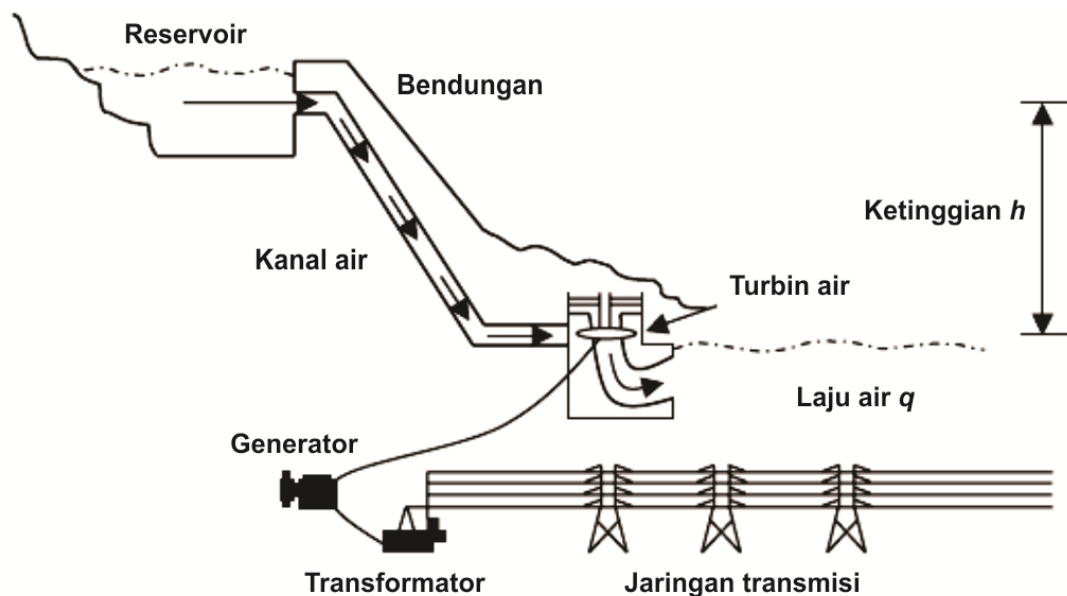


BAB II

JENIS - JENIS PEMBANGKIT LISTRIK

2.1 PLTA (Pusat Listrik Tenaga Air)

Air adalah sumber daya alam yang merupakan energi primer potensial untuk Pusat Listrik Tenaga Air (PLTA), dengan jumlah cukup besar di Indonesia. Potensi tenaga air tersebut tersebar di seluruh Indonesia. Dengan pemanfaatan air sebagai energi primer, dapat menghemat penggunaan bahan bakar minyak. Selain itu, PLTA juga memiliki keuntungan bagi pengembangan pariwisata, perikanan dan pertanian. Pada dasarnya, energi listrik yang dihasilkan dari air, sangat tergantung pada volume aliran dan tingginya air yang dijatuhkan. Sumber air potensial didapat dari hasil pembelokkan arah arus air sungai di daerah pegunungan tinggi oleh sebuah bendungan/waduk yang memotong arah aliran sungai dan mengubah arah arus menuju PLTA.



(Gambar 2.1 Skema prinsip kerja PLTA)

Rumus Umum :

$$P_O = 9.81 \times Q_T \times H \times B_D \times \eta_T \times \eta_G$$

Keterangan :

P_O = daya keluar generator [kW]

Q_T = arus air masuk turbin [m³/detik]

H = tinggi air terjun dalam m (termasuk tail race)

B_D = Berat jenis air, = 1

η_T = Efisiensi turbin 94% untuk unit diatas 1 MW

η_G = Efisiensi generator 97% untuk unit diatas 1 MW

2.1.1 Tipe PLTA Berdasarkan Cara Mendapatkan Air

A. PLTA Aliran Sungai Langsung (Run Of The River)

Cara kerja PLTA ini adalah membendung aliran air sungai dan mengubah arahnya untuk dialirkan ke PLTA, besar daya listrik yang dibangkitkan tergantung besar aliran sungai. PLTA seperti ini produksinya sangat tergantung oleh musim apabila musim penghujan banyak tersedia air maka produksi listrik cukup besar, sedangkan dimusim kemarau air sedikit sehingga produksi listriknya juga sangat terbatas, contoh: PLTA Karang Kates.

B. PLTA dengan Kolam Tando Harian

Cara kerjanya sama dengan PLTA dengan aliran sungai langsung, tetapi air sungai terlebih dahulu ditampung di dalam waduk/kolam tando. Kolam Tando ini berguna menjadi sumber cadangan air, ketika debit air sungai menurun akibat musim kemarau yang panjang. PLTA ini dirancang untuk dapat

beroperasi sebagai pembangkit beban puncak, contoh: PLTA Timo dan PLTA Lemajan.

C. PLTA Kolam Tando Tahunan

Kolam tando yang berukuran besar yang dapat menampung air sepanjang tahun, terutama pada musim hujan. Debit air dalam waduk/tando PLTA ini hampir sama sepanjang tahun, sehingga cocok digunakan sebagai pembangkit beban dasar, contoh: PLTA Saguling dan PLTA Cirata. Akan tetapi PLTA jenis kolam tando tahunan dapat juga dirancang (didesain) untuk dapat beroperasi sebagai pembangkit beban puncak, contoh: PLTA Saguling.

D. PLTA Pompa Turbin (Pump Storage Hydro PP)

PLTA ini menggunakan 2 kolam tando atas dan kolam tando bawah, tipe PLTA ini didesain untuk dapat digunakan sebagai pembangkit pemikul beban puncak. Fungsi turbine pada PLTA tipe ini dapat diatur sebagai turbin maupun sebagai pompa. Tenaga listrik untuk memompa diambil pada periode beban sistem rendah yang memanfaatkan *excess base load capacity* yang murah atau diambil dari pusat listrik yang memikul beban dasar. Kemudian bisa digunakan memutar generator listrik dalam periode beban puncak. Dengan demikian, PLTA PT berfungsi sebagai *system load balancing*, memperbaiki *heat rate* pembangkit beban dasar dan memperbaiki frekuensi dan sebagai cadangan daya.

Air yang dipompakan dari reservoir bawah ke reservoir atas merupakan cadangan energi dalam bentuk potensial air memiliki *dispatchability* yang sangat baik, karena PLTA PT dapat dioperasikan dengan waktu yang sangat

singkat dari operasi memompa air (pumping) ke operasi membangkitkan tenaga listrik memerlukan waktu tipikal antara 15-60 detik.

Pada umumnya PLTA PT dibangun dengan posisi pompa/turbin lebih rendah daripada permukaan air reservor bawah untuk mendapatkan suction positif pompa. Oleh karena itu kebanyakan *power-house* dibangun *underground*. Dua reservoir air (bawah dan atas) serta lokasi (underground) power-house hal ini mengakibatkan investasi pembangunan PLTA PT menjadi lebih mahal dibandingkan PLTA biasa.

2.1.2 Prospek dan Permasalahan Pada PLTA

Biaya produksi listrik PLTA sangat murah sehingga banyak dimanfaatkan untuk listrik yang digunakan untuk proses produksi yang memerlukan listrik murah, contoh: Pembuatan aluminum dengan menggunakan PLTA di Sumatra (PLTA Asahan), pembuatan Nikel di Sulawesi, dll. Selain itu PLTA dapat digunakan sebagai pembangkit pemicu/pemantik sistem apabila terjadi black out.

Permasalahan yang dihadapi PLTA yang telah beroperasi di Indonesia :

1. Pendangkalan kolam tando dan kanal penyalur air
2. Musim kemarau tidak ada atau kurang air
3. Tumbuhnya enceng gondok
4. Berebut air dengan petani (terutama PLTM = Pusat Pembangkit Mini Hidro, pembangkit air kecil dengan daya < 1 MW)

Sedangkan masalah utama yang dihadapi untuk pembangunan PLTA baru adalah pemindahan penduduk, mengingat lokasi yang akan digunakan untuk kolam tando,

gedung pembangkit sekarang pada umumnya sudah ada penduduknya, contohnya: PLTA Kedung Ombo, dan PLTA Kotapanjang.

Pada pengembangannya PLTA mendatang direncanakan akan di desain untuk dapat menjadi pembangkit beban puncak, baik untuk PLTA jenis kolam tando harian, PLTA kolam tando tahunan, ataupun PLTA Pompa Turbin. Hal ini dikarenakan sangat murah nya biaya bahan bakar PLTA dan sangat ramah lingkungan.

2.2 PLTG (Pusat Listrik Tenaga Gas)

PLTG pada prinsipnya adalah merubah tenaga panas minyak solar (ADO= Automotive Diesel Oil) atau gas alam menjadi tenaga listrik. Gas yang dihasilkan dalam ruang bakar pada pusat listrik tenaga gas (PLTG) akan menggerakkan turbin dan kemudian generator, yang akan mengubahnya menjadi energi listrik. Sama halnya dengan PLTU, bahan bakar PLTG bisa berwujud cair (BBM) maupun gas (gas alam). Penggunaan bahan bakar menentukan tingkat efisiensi pembakaran dan prosesnya. Kadang-kadang juga dirancang dengan bahan bakar minyak bumi yang keluar dari tambang minyak atau minyak residu. Dengan menggunakan solar pemakaian bahan bakar pada beban penuh 0.43 liter/kWh. Prinsip kerja PLTG adalah sebagai berikut, mulamula udara dimasukkan dalam kompresor dengan melalui air filter/penyaring udara agar partikel debu tidak ikut masuk dalam kompresor tersebut. Pada kompresor tekanan udara dinaikkan lalu dialirkan ke ruang bakar untuk dibakar bersama bahan bakar.

Pada PLTG penggunaan bahan bakar menentukan apakah bisa langsung dibakar dengan udara atau tidak. Jika menggunakan BBG, gas bisa langsung

dicampur dengan udara untuk dibakar. Tapi jika menggunakan BBM, harus dilakukan proses pengabutan dahulu pada burner baru dicampur udara dan dibakar. Pembakaran bahan bakar dan udara ini akan menghasilkan gas bersuhu dan bertekanan tinggi yang berenergi (enthalpy). Gas ini lalu disemprotkan ke turbin, hingga enthalpy gas diubah oleh turbin menjadi energi gerak yang memutar generator untuk menghasilkan listrik. Setelah melalui turbin sisa gas panas tersebut dibuang melalui cerobong/stack. Karena gas yang disemprotkan ke turbin bersuhu tinggi, maka pada saat yang sama dilakukan pendinginan turbin dengan udara pendingin dari lubang pada turbin. Untuk mencegah korosi turbin akibat gas bersuhu tinggi ini, maka bahan bakar yang digunakan tidak boleh mengandung logam Potasium, Vanadium dan Sodium yang melampaui 1 part per mill (ppm).

2.2.1 Prospek dan Permasalahan Pada PLTG

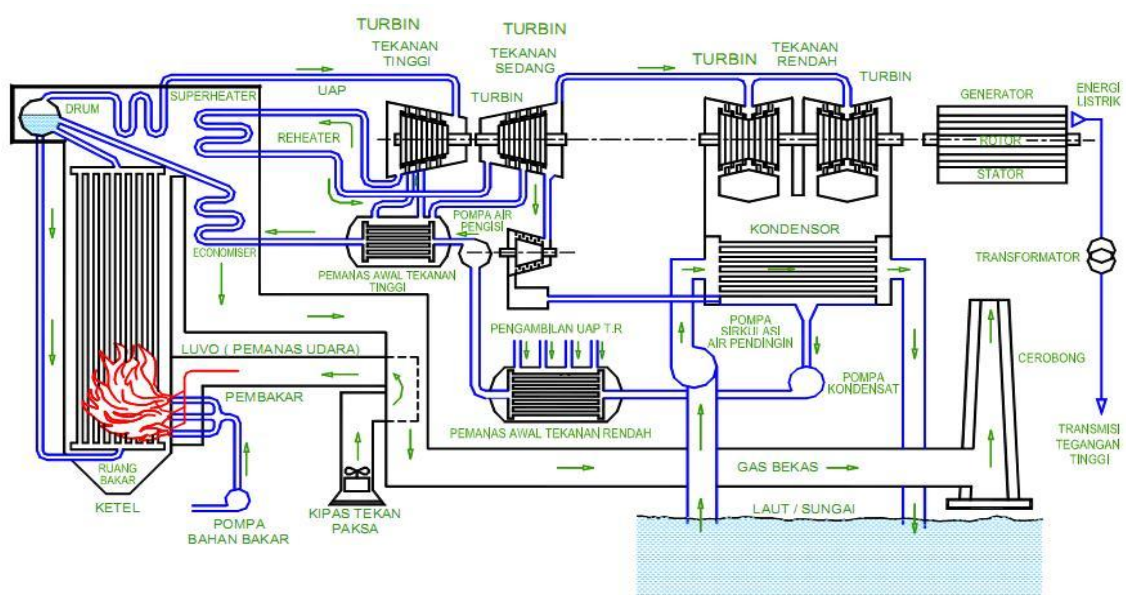
Waktu pembangunan yang relatif lebih cepat serta biaya investasi PLTG yang relatif lebih rendah dibandingkan dengan biaya investasi pembangkit yang lain seperti PLTU atau PLTP, sehingga PLTG dapat dibangun dan digunakan apabila ada lonjakan permintaan tenaga listrik yang harus dipenuhi dalam waktu yang relatif singkat. Serta karakteristik PLTG yang dapat digunakan setiap saat tanpa ada permasalahan asut yang lama seperti PLTU, hal ini membuat PLTG dapat digunakan sewaktu-waktu untuk memikul beban puncak.

Permasalahan yang dihadapi PLTG di Indonesia adalah harga bahan bakar yang lebih mahal dibanding batubara dan efisiensinya lebih hal ini membuat PLTG tidak ekonomis baik dilihat dari segi bahan bakar dan efisiensinya dibandingkan dengan PLTU ataupun PLTGU.

Pada pengembanganya PLTG akan dikembangkan untuk menjadi PLTGU dengan begitu akan didapatkan efisiensi yang lebih baik dan lebih ramah lingkungan walaupun harga bahan bakarnya lebih mahal dibanding PLTU serta biaya investasi yang lebih tinggi dikarenakan harus membangun PLTU, tetapi akan sebanding dengan didapatkannya efisiensi yang lebih baik dan lebih ramah lingkungan tanpa harus menambah biaya bahan bakar.

2.3 PLTU (Pusat Listrik Tenaga Uap)

Uap yang terjadi dari hasil pemanasan boiler/ketel uap pada Pusat Listrik Tenaga Uap (PLTU) digunakan untuk memutar turbin yang kemudian oleh generator diubah menjadi energi listrik. Energi primer yang digunakan oleh PLTU adalah bahan bakar yang dapat berwujud padat, cair maupun gas. Batubara adalah wujud padat bahan bakar dan minyak merupakan wujud cairnya. Terkadang dalam satu PLTU dapat digunakan beberapa macam bahan bakar, PLTU menggunakan siklus uap dan air dalam pembangkitannya.



(Gambar 2.2 Skema prinsip kerja PLTU)

Mula-mula air dipompakan ke dalam pipa air yang mengelilingi ruang bakar ketel. Lalu bahan bakar dan udara yang sudah tercampur disemprotkan ke dalam ruang bakar dan dinyalakan, sehingga terjadi pembakaran yang mengubah bahan bakar menjadi energi panas/ kalor. Udara untuk pembakaran yang dihasilkan kipas tekan/force draft fan akan dipanasi dahulu oleh pemanas udara/heater. Setelah itu, energi panas akan dialirkan ke dalam air di pipa melalui proses radiasi, konduksi dan konveksi, sehingga air berubah menjadi uap bertekanan tinggi. Drum ketel akan berisi air di bagian bawah dan uap di bagian atasnya. Gas sisa setelah dialirkan ke air masih memiliki cukup banyak energi panas, tidak dibuang begitu saja melalui cerobong, tetapi akan digunakan kembali untuk memanasi pemanas lanjut (Super Heater), pemanas ulang(Reheater), Economizer dan Pemanas Udara. Dari drum ketel, uap akan dialirkan menuju turbin uap.

Sebelum ke turbin uap tekanan tinggi, uap dari ketel akan dialirkan menuju Pemanas Lanjut, hingga uap akan mengalami kenaikan suhu dan menjadi kering. Setelah keluar dari turbin tekanan tinggi, uap akan masuk ke dalam Pemanas Ulang yang akan menaikkan suhu uap sekali lagi dengan proses yang sama seperti di Pemanas Lanjut. Selanjutnya uap baru akan dialirkan ke dalam turbin tekanan menengah dan langsung dialirkan kembali ke turbin tekanan rendah. Energi gerak yang dihasilkan turbin tekanan tinggi, menengah dan rendah inilah yang akan diubah wujudnya dalam generator menjadi energi listrik. Dari turbin tekanan rendah uap dialirkan ke kondensor untuk diembunkan menjadi air kembali.

Pada kondensor diperlukan air pendingin dalam jumlah besar. Inilah yang menyebabkan banyak PLTU dibangun di daerah pantai atau sungai. Jika jumlah

air pendingin tidak mencukupi, maka dapat digunakan cooling tower yang mempunyai siklus tertutup. Air dari kondensor dipompa ke tangki air/deareator untuk mendapat tambahan air akibat kebocoran dan juga diolah agar memenuhi mutu air ketel ber kandungan NaCl , Cl , O_2 dan derajat keasaman (pH). Setelah itu, air akan melalui Economizer untuk kembali dipanaskan dari energi gas sisa dan dipompakan kembali ke dalam ketel.

2.3.1 Tipe PLTU Berdasarkan Bahan Bakar yang Digunakan

A. PLTU Bahan Bakar Batubara

PLTU jenis ini lebih banyak dikembangkan di Indonesia pada saat ini. Keunggulan pembangkit ini adalah bahan bakarnya lebih murah harganya dari minyak bumi ataupun gas alam serta jumlah cadangannya yang tersedia dalam jumlah besar dan tersebar di seluruh Indonesia.

Secara garis besar batubara yang digunakan PLTU dibagi menjadi dua yaitu: batubara berkualitas tinggi dan batu bara berkualitas rendah. Apabila batu bara yang dipakai kualitasnya baik maka akan sedikit sekali menghasilkan unsur berbahaya, sehingga tidak begitu mencemari lingkungan. Sedang bila batu bara yang dipakai mutunya rendah maka akan banyak menghasilkan unsur berbahaya seperti Sulfur, Nitrogen dan Sodium. Apalagi bila pembakarannya tidak sempurna maka akan dihasilkan pula unsur beracun seperti CO , akibatnya daya guna menjadi rendah.

Harga batu bara itu sendiri ditentukan oleh nilai panasnya (Kcal/Kg), artinya bila nilai panas tetap maka harga akan turun 1 persen pertahun. Sedang nilai panas ditentukan oleh kandungan zat SO_x yaitu suatu zat yang

beracun, jadi pada pembangkit harus dilengkapi alat penghisap SOx. Hal inilah yang menyebabkan biaya PLTU Batu bara lebih tinggi sampai 20 persen dari pada PLTU minyak bumi. Bila batu bara yang digunakan rendah kandungan SOx-nya maka pembangkit tidak perlu dilengkapi oleh alat penghisap SOx dengan demikian harga PLTU batu bara bisa lebih murah.

B. PLTU Bahan Bakar Sampah

Dikota besar sampah akan menjadi masalah apabila penggelolaannya tidak tepat agar tidak membusuk, mengganggu kesehatan, dan tidak makan tempat. Salah satu opsi yang dapat digunakan untuk menanggulangi masalah sampah ialah dibakar digunakan sebagai bahan bakar PLTU. Pada waktu sampah masih murni bahan bakar bersih (kertas sisa surat menyurat, sisa kertas bungkus, ban mobil dan sejenis) ada gagasan untuk membakar sampah tersebut dan panas pembakarannya digunakan untuk PLTU.

Sekarang sampah sudah tidak “murni” lagi mungkin mengandung plastik yang beracun bila dibakar dan lain-lain ketidak-murnian lagi, sehingga bila akan dibakar harus “disortir” dulu, sehingga meningkatkan biaya, akibatnya PLTU sampah menjadi kurang menarik untuk dikembangkan sebagai sumber listrik.

C. PLTU Bahan Bakar Kayu

PLTU dengan bahan bakar kayu merupakan gagasan yang menarik bagi negara yang tidak memiliki tambang batubara, gas atau minyak bumi dan negara tersebut juga masih belum mampu memanfaatkan teknologi nuklir (Filipina). Gagasan ini menarik pada tahun 1983 (Thomas Land - “Wood burning power stations”, majalah “Asian National Development”, March 1983. Besar daya 3MW, bahan bakar kayu ipil-ipil. Tiap keluarga diberi tanah 10Ha,

diharapkan tiap keluarga bisa menghasilkan 3000 US\$ tiap tahun. Bagi negara dengan penduduk sedikit sistem ini mungkin bisa berhasil. Bagi negara dengan penduduk padat seperti Indonesia konsep PLTU bahan bakar kayu akan meningkatkan probabilitas penggundulan hutan.

D. PLTU Bahan Bakar Minyak Bumi

PLTU dengan bahan bakar minyak bumi saat ini sudah sangat kurang diminati untuk dikembangkan karena bahan bakar jenis ini jumlahnya sangat terbatas dan sangat tidak ekonomis untuk digunakan sebagai bahan bakar pembangkit listrik, minyak bumi lebih berdaya guna untuk pemanfaatan yang lain. Oleh karena itu PLTU jenis ini tidak diminati untuk dikembangkan.

E. PLTU Bahan Bakar Gas

PLTU jenis ini pada pengembangannya ditingkatkan lebih berkembang untuk menjadi PLTGU, dikarenakan biaya investasi PLTGU Rp/kW dan biaya bahan bakar PLTGU lebih murah, serta efisiensi PLTGU lebih baik dibandingkan PLTU jenis ini.

2.3.2 Prospek dan Permasalahan Pada PLTU

Pada saat ini PLTU adalah jenis pembangkit listrik termal yang banyak digunakan dan akan lebih dikembangkan lagi dikarenakan efisiensinya cukup baik serta bahan bakarnya mudah didapat dan ketersediaanya melimpah di Indonesia, sehingga PLTU dapat menghasilkan energi listrik yang ekonomis dibandingkan dengan pembangkit termal yang lain. Beberapa faktor yang menjadikan PLTU lebih banyak digunakan dan dikembangkan di Indonesia antara lain adalah:

1. Usia pemakaian (life time) relatif lama

2. Kontinuitas operasinya tinggi
3. PLTU dapat dibangun dengan kapasitas yang bervariasi
4. Dapat dioperasikan dengan berbagai mode pembebanan

Kendala pembangunan dan pengoperasian PLTU di Indonesia:

1. Investasi awalnya mahal
2. Tidak dapat dioperasikan (start) tanpa pasok listrik dari luar
3. Sangat tergantung pada tersedianya pasokan bahan bakar
4. Memerlukan tersedianya air pendingin yang sangat banyak dan kontinyu

Untuk kendala utama pengoperasian PLTU adalah masalah lingkungan karena limbah yang ditimbulkan, antara lain adalah:

- Limbah padat (abu), dari tungku dan cerobong
- Limbah cair
- Limbah gas (NO_x, hujan asam dari cerobong)
- Efek rumah kaca

PLTU tidak dapat digunakan untuk beban puncak atau beban menengah dikarenakan adanya masalah asut, memanaskan dan mendinginkan terlalu cepat dan terlalu sering (setiap hari) akan menyebabkan kerusakan boiler yang lebih cepat. Serta apabila dibebani kurang dari beban minimum frekuensi tidak stabil karena pembakaran tidak teratur, tidak merata.

Saat ini pengembangan ataupun pembangunan PLTU baru cenderung untuk menjadi PLTU supercritical (terutama di pulau Jawa) dikarenakan pertumbuhan permintaan beban di pulau Jawa sangat pesat dan dalam jumlah yang besar, selain itu PLTU supercritical mempunyai kapasitas yang besar dan

mepunyai efisiensi yang lebih baik dibandingkan dengan PLTU subcritical seperti yang ada pada saat ini.

2.4 PLTGU (Pusat Listrik Tenaga Gas dan Uap)

PLTGU merupakan kombinasi antara PLTG dan PLTU. Gas buang PLTG bersuhu tinggi akan dimanfaatkan kembali sebagai pemanas uap di ketel penghasil uap bertekanan tinggi. Ketel uap PLTU yang memanfaatkan gas buang PLTG dikenal dengan sebutan Heat Recovery Steam Generator (HRSG). Umumnya 1 blok PLTGU terdiri dari 3 unit PLTG, 3 unit HRSG dan 1 unit PLTU. Daya listrik yang dihasilkan unit PLTU sebesar 50% dari daya unit PLTG, karena daya turbin uap unit PLTU tergantung dari banyaknya gas buang unit PLTG. Dalam pengoperasian PLTGU, daya PLTG yang diatur dan daya PLTU akan mengikuti saja.

PLTGU merupakan pembangkit yang paling efisien dalam penggunaan bahan bakarnya. Secara umum HRSG tersebut adalah pengganti boiler pada PLTU, yang bekerja untuk menghasilkan uap. Setelah uap dalam ketel cukup banyak, uap tersebut akan dialirkan ke turbin uap dan memutar generator untuk menghasilkan daya listrik. Dan efisiensi PLTGU lebih baik dari pusat listrik termal lainnya mengingat listrik yang dihasilkan merupakan penjumlahan yang dihasilkan PLTG ditambah PLTU tanpa bahan bakar.

Pada PLTGU, tenaga listrik yang dihasilkan PLTU besarnya tergantung dari energi termal gas buang PLTG. Secara kasar tenaga listrik yang dihasilkan PLTU sebesar 50 % dari tenaga listrik yang dibangkitkan PLTG. Dengan demikian, dengan PLTGU didapat tambahan tenaga listrik sebesar 50 % dari pada hanya

menggunakan PLTG tanpa menambah biaya bahan bakar. Dengan merenovasi PLTG yang sudah ada dan dioperasikan menjadi PLTGU dapat diperoleh penghematan biaya bahan bakar.

PLTGU dapat dioperasikan sebagai pembangkit untuk beban puncak maupun untuk beban dasar. PLTGU sebagai pembangkit untuk beban dasar yang perlu diperhatikan adalah kontinuitas air pendingin, sedangkan sebagai pembangkit untuk beban puncak perlu dipertimbangkan waktu *start-up* dari PLTGU. PLTG mempunyai waktu *start-up* yang cepat sedangkan untuk PLTU mempunyai waktu *start-up* yang lambat bila dalam kondisi *cold start-up*. Sehingga untuk melayani beban puncak perlu beroperasi secara *warm start-up*.

2.4.1 Prospek dan Permasalahan Pada PLTGU

Penggunaan PLTGU dapat mengurangi biaya pembangkitan listrik bila dibandingkan dengan menggunakan PLTG saja. Hal ini dikarenakan PLTGU dioperasikan dengan menggunakan daur kombinasi gas, sehingga dapat diperoleh dua keuntungan utama dari PLTGU yaitu :

1. Dapat menambah daya listrik dan dapat menghemat biaya bahan bakar, penambahan daya listrik tanpa menambah bahan bakar juga berarti akan menaikkan efisiensi termal sistem dan dapat dinaikkan dari sekitar 24% menjadi sekitar 42%. Besarnya peningkatan efisiensi ini tergantung dari temperatur air pendingin yang digunakan pada PLTU dan besarnya temperatur gas buang PLTG. Makin dingin temperatur air pendingin dan semakin tinggi temperatur gas buangnya maka peningkatan efisiensinya juga semakin besar.

2. Waktu pembangunan PLTGU relatif lebih singkat sehingga, apabila ada lonjakan permintaan tenaga listrik yang harus dipenuhi dalam waktu singkat dapat dibangun PLTGU secara bertahap. Tahap pertama dibangun PLTG untuk memenuhi lonjakan permintaan, sedangkan HRSG beserta PLTU dibangun dan dioperasikan kemudian apabila permintaan tenaga listrik sudah lebih meningkat.

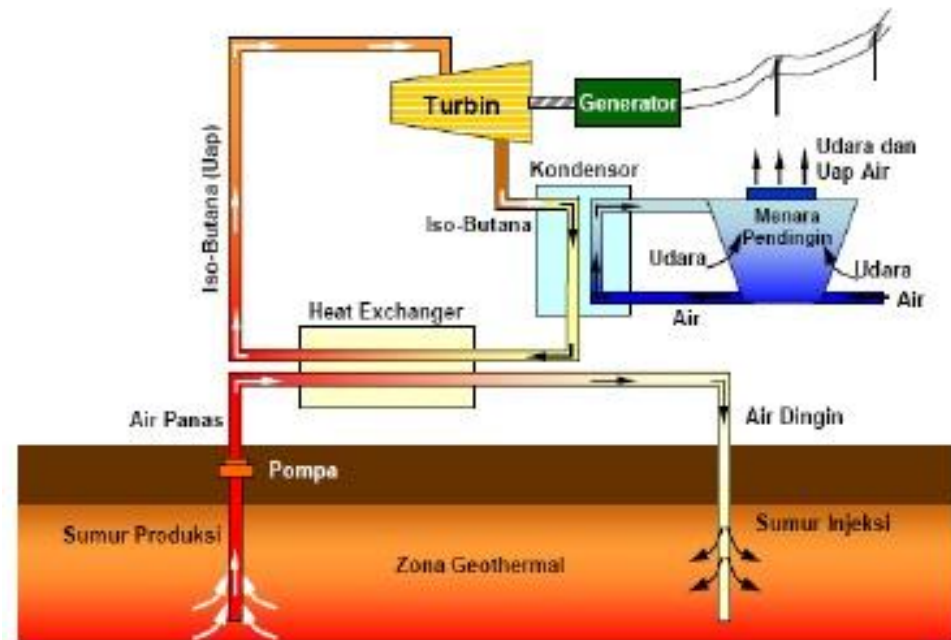
Kendala yang dihadapi PLTGU adalah biaya pembangkitan PLTGU sedikit lebih mahal bila dibandingkan dengan pembangkit PLTU batubara, dikarenakan harga bahan bakar gas lebih mahal dibandingkan dengan batubara akan tetapi walaupun demikian PLTGU mempunyai efisiensi yang lebih tinggi dan lebih ramah lingkungan.

Berdasarkan harga gas bumi sekarang ini, PLTGU masih dapat bersaing biaya pembangkitannya bila dibandingkan dengan pembangkit listrik termal lainnya. Di samping itu waktu pembangunan PLTGU yang cepat merupakan hal yang mendorong dipilihnya PLTGU, khususnya untuk memenuhi lonjakan permintaan tenaga listrik.

2.5 PLTP (Pusat Listrik Tenaga Panas bumi)

Panas Bumi Panas bumi merupakan sumber tenaga listrik untuk pembangkit Pusat Listrik Tenaga Panas (PLTP). Prinsip kerja PLTP sama saja dengan prinsip kerja PLTU. Hanya saja uap yang digunakan adalah uap panas bumi yang berasal langsung dari perut bumi. Karena itu, PLTP biasanya dibangun di daerah pegunungan dekat gunung berapi. Biaya operasional PLTP juga lebih murah daripada PLTU, karena tidak perlu membeli bahan bakar, namun

memerlukan biaya investasi yang besar terutama untuk biaya eksplorasi dan pengeboran perut bumi.



(Gambar 2.3 Skema prinsip kerja PLTP)

Ilustrasi siklus perubahan energi pada PLTP. Uap panas bumi didapatkan dari suatu kantong uap di perut bumi. Tepatnya di atas lapisan batuan yang keras di atas magma dan mendapat air dari lapisan humus di bawah hutan penahan air hujan. Pengeboran dilakukan di atas permukaan bumi menuju kantong uap tersebut, hingga uap dalam kantong akan menyembur keluar. Semburan uap dialirkan ke turbin uap penggerak generator. Setelah menggerakkan turbin, uap akan diembunkan dalam kondensor menjadi air dan disuntikkan kembali ke dalam perut bumi menuju kantong uap. Jumlah kandungan uap dalam kantong uap ini terbatas, karenanya daya PLTP yang sudah maupun yang akan dibangun harus disesuaikan dengan perkiraan jumlah kandungan tersebut. Melihat siklus dari

PLTP ini maka PLTP termasuk pada pusat pembangkit yang menggunakan energi terbarukan.

Karena jumlah kandungan uap dalam suatu rongga uap jumlahnya terbatas, maka daya PLTP yang dibangun harus disesuaikan dengan perkiraan kandungan uap ini. Di lain pihak, peralatan sebuah PLTP diperkirakan mempunyai umur ekonomis sekitar 20 tahun. Oleh karena itu, PLTP harus dibangun dengan daya terpasang sedemikian sehingga pemakaian uapnya tidak menghabiskan kandungan uap yang tersedia dalam waktu kurang dari 20 tahun.

Operasi PLTP lebih sederhana daripada operasi PLTU, karena pada PLTP tidak ada ketel uap. Biaya operasinya lebih kecil dibanding biaya operasi PLTU karena tidak ada pembelian bahan bakar. Namun pada kenyataannya PLN harus membeli uapnya seharga 5-7 ¢\$/KWh. Biaya investasinya lebih tinggi karena penemuan kantong uap dalam perut bumi memerlukan biaya eksplorasi dan pengeboran tanah yang tidak kecil.

Masalah lingkungan PLTP yang memerlukan perhatian adalah masalah kebisingan dan masalah uap yang mengandung belerang yang dalam udara dapat menghasilkan gas H_2S yang baunya busuk. Bahan ikutan pada uap yang berasal dari perut bumi ini dapat juga diproses untuk dipisahkan sehingga PLTP dapat mempunyai produk tambahan seperti belerang.

2.5.1 Prospek Dan Permasalahan Pada PLTP

Pembangkit PLTP adalah salah satu pembangkit tenaga listrik yang ramah lingkungan karena sistem pembangkit ini adalah sistem pembangkit tertutup yang tidak memiliki limbah buangan dalam hal ini adalah seperti limbah yang timbul pada pembangkit dengan bahan bakar Batubara, Gas ataupun BBM. PLTP tidak memakan lahan yang terlalu besar sehingga tidak akan terlalu banyak melakukan penebangan terhadap pohon yang ada. Dengan adanya PLTP di sebuah kawasan maka akan selalu dijaga kelestarian air di daerah tersebut karena PLTP sangat membutuhkan air tanah di daerah tersebut untuk menghasilkan uap panas.

Pada saat ini Rancangan Peraturan Pemerintah tentang Pengelolaan Kawasan Suaka Alam Dan Kawasan Pelestarian Alam masih dalam proses penggodokan dan masih menerima masukan dari berbagai sektor terkait. Kementerian ESDM telah memberikan masukan agar diberikan kekhususan terhadap status penggunaan lahan PLTP sehingga dapat mengakomodir pembangunan PLTP baik yang sudah dan yang akan dilaksanakan. Namun demikian status PLTP yang masuk dalam golongan pertambangan menyulitkan dalam pembuatan regulasi untuk PLTP meskipun diketahui bahwa PLTP adalah pembangkit yang ramah lingkungan. Kesulitan pembuatan regulasi tersebut karena dikhawatirkan akan memberikan celah pada kegiatan pertambangan yang lain. Maka terdapat berbagai alternatif untuk mengatasi permasalahan tersebut antara lain adalah:

1. Mengubah status PLTP sehingga tidak termasuk dalam pemanfaatan energi dengan cara pertambangan. Hal tersebut memungkinkan dengan mengubah Regulasi terkait yang telah ada, hanya saja akan memakan

waktu yang cukup lama dan akan mengubah beberapa tatanan pada struktural yang ada.

2. Memantau dan memberikan masukan secara lebih mendalam kepada Kementerian Kehutanan akan pentingnya PLTP agar dapat memberikan celah regulasi yang dapat memayungi adanya PLTP dalam kawasan hutan lindung dan suaka alam.

Bagaimanapun juga Pembangunan PLTP harus terus dilaksanakan untuk menambah pasokan energi listrik di Indonesia dan memulai memindahkan penggunaan sumber energi fosil ke penggunaan sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan. Sebuah regulasi dari komunikasi sektoral yang baik dan penyelesaian permasalahan dengan mengutamakan kepentingan nasional sangat diperlukan dalam mendukung pembangunan PLTP saat ini.