**TEKNOLOGI KOGENERASI PLTGU MUSI II SEBAGAI**

**ALTERNATIF ENERGI BARU UNTUK INDUSTRI DI KOTA PALEMBANG**

**Normaliaty Fithri1), Ch. Desi Kusmindari2)**

1) Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Bina Darma

2)Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Bina Darma

E-mail : noorty09@gmail.com1), desi\_christofora@yahoo.com2)

***Abstrak :****. Kebutuhan energi listrik dunia semakin meningkat, ketersediaan energi semakin menipis, populasi penduduk dunia terus bertambah, juga semakin parahnya kerusakan lingkungan alam akibat polusi dari penggunaan teknologi yang kurang bijaksana sulit untuk dihindari. Untuk mengatasi masalah tersebut perlu terobosan baru dalam rekayasa dan pemanfaatan sumber energi secara efisien, efektif dan tepat guna. Untuk itu berdasarkan perkembangan teknologi baru dalam rekayasa dan pemanfaatan energi, yang meliputi pemanfaatan panas dari gas buang yang berasal dari generator merupakan alternatif teknologi yang dapat memberikan nilai efisiensi dalam pemakaian energi minyak dimana penerapan teknologi ini juga dapat menekan emisi pembakaran gas yang dapat menyebabkan polusi dan temperatur gas buang yang dilepas ke atmosfir. Pada Saat ini, natural gas dari Pertamina dibakar pada gas turbine untuk menghasilkan listrik melalui generator, sedangkan panas dari hasil pembakaran tersebut hanya dibuang melaui exhaust. Untuk ituah digunakan teknologi kogenerasi yang bertujuan untuk memanfaatkan panas yang terbuang tersebut menjadi bahan bakar*

***Kata Kunci*** *: Panas, Kogenerasi, Generator, Bahan bakar*

Pendahuluan

 Kebutuhan tenaga listrik di Indonesia waktu demi waktu meningkat, sedangkan potensi sumberdaya energi semakin menipis sehingga program penghematan energi menjadi faktor yang sangat penting diperhatikan dalam program penyediaan tenaga listrik. Untuk mengatasi krisis penyediaan energi dan menghindari dampak kerusakan lingkungan hidup akibat *global warming*, terdapat beberapa teknologi pembangkit tenaga listrik yang memanfaatkan energi alternatif diluar BBM diantaranya : PLT Gas, PLTU batubara, PLTU Biomassa, PLT Angin dan PLT Surya.

 Teknologi mempunyai peran yang lebih besar dalam menjamin pasokan energi yang cocok untuk menghasilkan baik listrik maupun panas untuk rumah tangga, industri serta tujuan-tujuan lainnya. Salah satu cara untuk memenuhi kebutuhan tenaga listrik dan secara simultan menghemat penggunaan sumberdaya energi adalah dengan memanfaatkan energi yang terkandung dalam gas buang *(exhaust gas*) dari Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG). Pemanfaatan energi gas buang tersebut dilakukan dengan mengkombinasikan sistem *(combined cycle)* PLTG dengan sistem PLTU sehingga menjadi Pembangkit Listrik Tenaga Gas-Uap (PLTGU) (Amiral dan Panca, 2007).

Pembangkit-pembangkit listrik di Indonesia pada saat ini masih banyak yang menggunakan BBM/HSD *(High Speed Diesel)* sebagai bahan bakar utama dalam pengoperasian pembangkit listrik tersebut. Disamping biaya produksi listrik pembangkit berbahan bakar minyak relatif mahal dibandingkan dengan jenis bahan bakar lain, ketersediaannya juga semakin terbatas. Salah satu langkah penting dalam mengupayakan penghematan energi dalam sektor industri pembangkitan listrik yaitu dengan melakukan kogenerasi energi pada bahan bakar.

 Adapun tujuan dari penulisan ini adalah untuk mengetahui nilai kelebihan daya listrik sebagai alternatif energi baru yang dapat digunakan untuk industri di kota Palembang dan untuk mengetahui proses kogenerasi dari pembangkit listrik bahan bakar gas menjadi alternatif energi baru. Batasan masalah pada penulisan ini adalah membahas sistem kerja peralatan kogenerator dalam proses kogenerasi di PLTG Musi II Palembang secara umum.

**Studi Pustaka**

 Kogenerasi adalah suatu proses pembangkitan dan pemanfaatan energi dalam bentuk yang berbeda secara serempak dari energi bahan bakar untuk menghasilkan tingkat efisiensi maksimum, ekonomis dan ramah lingkungan. (I Made A, Donny N, M. Luniara S, 2008)

 Aplikasi kogenerasi yang lazim digunakan adalah pembangkitan energi listrik dan pembangkitan energi termal. Energi listrik akan dipakai untuk catu daya bagi peralatan kelistrikan. Energi termalnya akan digunakan untuk membangkitkan uap.

 Keunggulan Teknologi Kogenerasi adalah (Deni Almanda, , 1999) (1) Teknologinya bersih, (2)Penggunaan bahan bakar yang efisien, dan (3) Mampu mengurangi emisi terhadap lingkungan.Kogenerasi menawarkan metode efisien untuk mengurangi jumlah panas terbuang selama proses pembangkitan tenaga listrik dengan jalan memproduksi energi listrik dan energi termal.

Pada Penggunaan energi lama *natural gas* dari Pertamina dibakar pada *gas turbine* untuk menghasilkan listrik melalui generator. Panas dari hasil pembakaran tersebut hanya dibuang melalui *exhaust*. Dari proses energi lama didapatkan output panas yang merugikan, yaitu dapat mengakibatkan (1) *Global warming, (2)*  Kerusakan lingkungan hidup dan (3)Pencemaran udara.



Gambar 1. Diagram blok Penggunaan Energi Lama

 Pada Penggunaan energi baru yang menggunakan teknologi kogenerasi, *natural gas* dari Pertamina dibakar pada *gas turbine* untuk menghasilkan listrik melalui generator. Panas dari hasil pembakaran tersebut kemudian ditambahkan air, diolah menjadi uap yang kemudian dimanfaatkan menjadi bahan bakar *steam turbin* yang menghasilkan output listrik melalui generator.



Gambar 2. Diagram blok Penggunaan Energi Baru (Teknologi Kogenerasi)

 Teknologi kogenerasi didalam prosesnya membutuhkan beberapa peralatan yang disebut dengan kogenerator.

**Metodologi Penelitian**

 Dalam melakukan Penelitian ini, untuk mendapatkan data-data dan informasi, maka dapat digunakan metode pengumpulan data dengan melakukan riset lapangan yang digunakan untuk pengumpulan data yang dibutuhkan dengan cara mendapatkan keterangan langsung dari perusahaan dan pihak-pihak intern perusahaan yang mempunyai wewenang memberikan informasi dan data yang diperlukan dalam penulisan ini. Sedangkan studi pustaka dilakukan untuk mencari literature yang relevan dengan penelitian ini.

**Hasil dan Pembahasan**

 Natural gas dari Pertamina dibakar pada gas turbine untuk menghasilkan listrik melalui generator, sedangkan panas dari hasil pembakaran tersebut dibuang melalui exhaust. Panas dari gas buang hasil pembakaran *gas turbine (exhaust)* dimanfaatkan sebagai bahan bakar HRSG/boiler, didalam HRSG air masuk kedalam *waterplant* bergabung ke system sirkulasi economizer. Disini suhu yang diolah sebesar 272 0C disirkulasikan lagi ke bagian evaporator untuk mendapat panas dari 2720C menjadi 4580C. Kemudian suhu 4580C dimasukkan ke superheater untuk dipisahkan antara suhu panas tinggi (4680C) dengan suhu rendah 4400C. Setelah panas energi yang dihasilkan mencapai 4500C dengan tekanan 3,82 Mpa, barulah dipisahkan untuk mendapatkan uap kering, lalu suhu pada *superheater* diatur dengan D temperor supaya mendapatkan uap kering.

 Setelah uap kering didapat (menghasilkan steam) barulah dapat masuk ke *steam turbin generator* yang berguna untuk memutar turbin pada generator untuk mendapatkan daya listrik melalui generator yang kemudian sisa dari uap yang dipergunakan untuk memutar turbin generator masuk ke condenser. Dari condenser dipisahkan antara air dan uap yang kemudian air dari sisa condenser masuk ke *cooling tower* untuk dijadikan air demin yang berguna untuk pemrosesan uap kembali. Sebagian uap dapat dimanfaatkan lagi yaitu dengan didinginkan dengan cara kembali dijadikan air pada *Condenser* melalui proses yang ada pada *Cooling tower*.



Gambar 3. Steam Turbin Generator

 Hasil dari pendinginan tersebut dimasukkan kembali kedalam *Dearator.Dearator* disini berfungsi untuk pembuangan mineral yang terdapat didalam *air/oxygen removal*. Dari *Dearator* tersebut kemudian diolah dan digunakan kembali untuk *make up water HRSG.*

 Deaerator adalah suatu komponen dalam Sistem Tenaga Uap yang berfungsi untuk menghilangkan oksigen atau gas-gas terlarut lainnya pada *feed water* sebelum masuk kedalam Boiler. Berfungsi juga sebagai tempat penyimpanan air yang menyuplai air ke dalam boiler. Oksigen dan gas-gas terlarut lain dalam *feedwater* perlu dihilangkan karena dapat menyebabkan korosi pada pipa logam dan peralatan logam lainnya dengan membentuk senyawa oksida (karat). Air apabila bereaksi dengan karbon dioksida terlarut juga akan membentuk senyawa asam karbonat yang dapat menyebabkan korosi lebih lanjut.  Fungsi deaerator disini adalah untuk mengurangi kadar oksigen.

 Pada bagian preheater yang berfungsi memanaskan *feedwater* sampai suhu saturasi untuk memudahkan pengurangan oksigen dan gas-gas terlarut lainnya pada bagian deaerasi. *Feedwater* dipanaskan kemudian mengalir ke bagian deaerasi dimana proses deaerasi dilakukan oleh uap yang naik melalui sistem *spray*. Gas terlarut dipisahkan dari air melalui lubang diatas vessel. Kemudian *feedwate*r yang telah dideaerasi dipompa dari bawah vessel ke boiler.Deaerator yang digunakan pada sebagian besar Pembangkit Listrik Tenaga Uap menggunakan uap bertekanan rendah yang diperoleh dari titik ekstraksi pada sistem turbin gas. *(*Materi Training PLTGU Musi II Palembang, 2007).

 *Heat Recovery Steam Generator* (HRSG) merupakan peralatan yang berfungsi untuk mengubah air menjadi uap pada temperatur dan tekanan tertentu. Peralatan ini terdapat pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) yang menggunakan siklus kombinasi (Combined Cycle). Pada HRSGU terdapat daerah *superheater-1* and *superheater-2*, yang merupakan daerah pemanas uap lanjut. Daerah superheater ini terdiri dari susunan pipa-pipa yang bekerja pada temperatur dan tekanan tinggi dengan kondisi operasi yang korosif secara terus menerus.



Gambar 4. HRSG / Boiler

Boiler penghasil panas ini akan bersirkulasi secara alami dan disusun secara horizontal, Boiler ini mempunyai karakteristik sebagai berikut : dapat mengubah beban dari turbin gas secara cepat, mudah untuk operasi dan perawatan, dan memiliki kemampuan yang stabil. Secara umum, hal ini akan sesuai dengan gas alami atau turbin diesel minyak, dan merupakan alat kebutuhan yang sangat cepat untuk di stop dan juga di start.

Proses aliran gas adalah : buangan gas dari turbin gas dan masuk ke dalam 3 cerobong aliran gas sampai saluran gas bagian dalam. Ketika unit ini mengalami proses sirkulasi searah/tunggal, aliran gas pembuangan dari saluran sampai ke gerbang pengaturan bagian atas. Ketika unit ini mengalami proses *combined cycle*, aliran gas mengalir kedalam boiler sampai 3 cerobong aliran, pintu pengaturan, dan aliran transisi, kemudian secara horizontal melewati dua tingkatan *superheater*, evaporator, economizer, dan akhirnya gas sampai pada cerobong keluar.

 Arah aliran air : air boiler dimulai dari kepala (*header*) beban pada tekanan menengah economizer dan mengalir masuk ke tekanan menengah drum setelah air dipanaskan dalam tube-screen pada *economizer*, dan kemudian aliran dari downtake pada bagian bawah drum boiler menuju tekanan menengah evaporator. Akhirnya aliran air masuk ke drum untuk dipisahkan menjadi air dan uap. Setelah proses pemisahan,aliran air jenuh menuju *downtake* kembali,uap jenuh menuju ke tekanan menengah superheater dari atas drum, dan kemudian uap keluar sampai keluaran *header*.

 Setelah menerima panas dari *tube-screen* *superheater.* Terdapat penyemprotan desuperheater yang disusun diantara dua tingkatan superheater, yang dapat dipastikan secara sempurna temperatur keluar dari pemanasan uap/ *superheating steam*. *Air boiler* lain akan masuk ke drum sampai economizer.

 Boiler ini diadopsi standar dari unit struktur modular, penyususnan vertikal alternatif *skrup pipa sirip/ screw fin pipe* dan bagian atas dan bawah kepala (*headers*), keduanya secara bersamaan dari *tube-screen* ,semua permukaan pemanasan *tube-screen* memiliki ukuran yang sama.

Jenis karakteristik dari struktur : memiliki kemampuan beradaptasi pada temperatur tinggi, mudah dalam pengaturan panas permukaan, mudah untuk inspeksi dan perawatan, saluran gas pada tekanan rendah dan jenis strukrur ini juga bisa mengurangi air yang penuh. (Materi Training PLTGU Musi II Palembang, 2007).

 Rancangan boiler biasanya dibuat diluar dan struktur baja akan di design untuk menahan getaran bumi sampai grad 7. Disana terdapat 8 pilar pada tiap penyanggga baja boiler, penyangga boiler seharusnya diambil dari kepingan baja.. Panjang dari garis tengah boiler 4000mm. Jarak maximum antara depan dan belakang boiler adalah 11450 mm.Boiler akan menggunakan struktur dinding ruang bakar. Penutup yang baik akan diambil dimana kedua sisi dari dinding ruang pembakaran terhubung ke atap dan pada setiap hubungan sambungan pada boiler yang tepat. (Materi Training PLTGU Musi II Palembang, 2007).

Tiga equipment boiler (1) *Superheater , (2)*Evaporator dan (3)*Economizer*

 Steam/uap superheater adalah konveksi panas permukaan yang pertama dimana pipa gas bertemu setelah dikeluarkan dari *gas turbine*. Uap *superheater boiler* ini akan bergerak secara vertikal. Boiler dibuat dari susunan pipa baja dan tersusun dari 33 jalur pipa disepanjang jalur gas.

 Beban berat pipa superheater disangga oleh tiang penyangga *boiler*.Untuk memastikan bahwa setiap susunan bagian pipa berada dalam *plane, clamp* pipa harus diposisikan diantara pipa yang bersebelahan. Dan untuk memastikan posisi relatif pada setiap susunan pipa, plat comb/sisir dibuat dari besi dengan daya tahan panas yang akan menggantung pada pipa siku *superheater* paling bawah.

 Pengaturan temperatur uap pada pemanasan uap harus diambil dari metode *spray desuperheating*/ penyebaran pemanasan. Air yang digunakan pada spray desuperheating berasal dari air pipa utama(*feed water main pipe),* Temperatur uap pada *superheater* akan dikontrol oleh katup regulator (*governor valve*) pada pipa utama. (Materi Training PLTGU Musi II Palembang, 2007).

 Pada evaporator terjadi pertukaran panas dan pada evaporator akan terjadi pula siklus yang berulang – ulang, dimana air dari drum akan turun melalui pipa d*owntake* dan akan kembali naik ke drum ( untuk pemisahan steam dan air ) melalui pipa *uptake ( expansion* pipa 1807 mm ), setelah keluar dari *superheater,* aliran gas menuju ke evaporator. Evaporator dibuat dari pipa lilitan sirip(yang digunakan khusus untuk boiler) dan disusun sesuai pilihan. (Materi Training PLTGU Musi II Palembang, 2007).

 Jalur pipa lilitan sirip yang berfungsi sebagai penyerap energi panas/*preheating*. Pada economizer aliran air mengalir hanya satu kali. Terdapat empat unit pipa baja economizer, pada ujung boiler dan pipa tersebut disusun pada jalur pipa lilitan sirip secara horizontal.

Condensor adalah salah satu jenis mesin penukar kalor (*heat exchanger*) yang berfungsi untuk mengkondensasikan fluida kerja. Pada sistem tenaga uap, fungsi utama kondensor adalah untuk mengembalikan *exhaust steam* dari turbin ke fase cairnya agar dapat dipompakan kembali ke boiler dan digunakan kembali. Selain itu, kondensor juga berfungsi untuk menciptakan *back pressure* yang rendah (*vacuum)* pada *exhaust turbin*. *(*Materi Training PLTGU Musi II Palembang, 2007).

Generator mengubah energi mekanis yang dihasilkan pada poros turbin uap menjadi energi listrik tiga fasa. Turbin uap adalah suatu penggerak mula yang mengubah energi potensial menjadi energi kinetik dan energi kinetik ini selanjutnya diubah menjadi energi mekanik dalam bentuk putaran poros turbin. Turbin uap merupakan salah satu jenis mesin yang menggunakan metode *external combustion engine* (mesin pembakaran luar). Prinsip kerja dari suatu instalasi Turbin uap secara umum adalah dimulai dari pemanasan air pada ketel uap. Uap air hasil pemanasan yang bertemperatur dan bertekanan tinggi selanjutnya digunakan untuk menggerakkan poros turbin. Uap yang keluar dari turbin selanjutnya dapat dipanaskan kembali lalu disalurkan ke kondensor untuk didinginkan. Pada kondensor uap berubah kembali menjadi air dengan tekanan dan temperatur yang telah menurun. Selanjutnya air tersebut dialirkan kembali ke ketal uap dengan bantuan pompa. (Rider, 2009)

**Perbandingan Daya Listrik**

Pada saat isu lingkungan merebak, di mana masyarakat menuntut pembangkit listrik mengurangi emisi pada gas perusak lingkungan sehingga mengurangi polusi, maka penggunaan Kogenerasi merupakan salah satu solusi dalam upaya mengatasi pemanasan global.

Setelah dilakukan pemanfaatan panas buang dengan menggunakan Teknologi Kogenerasi di PLTGU Musi II, didapat kelebihan daya listrik sebesar :

**Tabel 1. Perbandingan Daya Listrik**

|  |  |
| --- | --- |
|  **Keterangan** | **Watt** |
| a. Daya listrik sebelum menggunakan Teknologi Kogenerasi | 14,3 MW |
| b. Daya listrik sesudah menggunakan Teknologi Kogenerasi | 19,5 MW |
| Kelebihan daya listrik | 5,2 MW |

 *Sumber : PLTGU Musi II*

Berdasarkan perbandingan di atas, didapat keuntungan pada kelebihan daya sebesar ± 5,2 MW sebagai alternatif energi baru yang dapat dijual untuk industri di kota Palembang. Aplikasi kogenerasi yang lazim digunakan adalah pembangkitan energi listrik dan pembangkitan energi termal. Energi listrik akan dipakai untuk catu daya bagi peralatan kelistrikan. Energi termalnya akan digunakan untuk membangkitkan uap.

 Keunggulan kogenerasi adalah : bisa mengurangi ketergantungan catu daya, mengurangi biaya untuk pemakaian energi, bisa menghemat konsumsi energi, keandalannya baik, kebisingan rendah dan pemeliharannya yang mudah.

 Kogenerasi juga merupakan teknologi konversi energi yang memproduksi listrik dan termal secara simultan. Konversi energi itu dilakukan dengan cara memodifikasi pembangkit listrik konvensional dengan menambahkan suatu peralatan penukar panas. Dengan demikian teknologi kogenerasi merupakan pilihan yang tepat untuk memanfaatkan energi pada boiler, gas turbin dan diesel secara optimum. Teknologi ini bisa memanfattkan dua jenis energi : pertama memanfaatkan uap yang dihasilkan *boiler*, ke dua memanfaatkan panas gas buang suatu pembangkit listrik untuk memproduksi uap (Deni Almanda, 2003). Bila PLTG itu menggunakan bahan bakar bermutu tinggi seperti bahan bakar sulfur rendah, maka gas buang yang dihasilkannya bersih sehingga bisa digunakan langsung untuk panas proses.

**Kesimpulan**

Sesuai dengan tujuan penelitian, maka simpulan dari hasil penelitian ini adalah :

1. Setelah dilakukan pemanfaatan panas buang dengan menggunakan Teknologi Kogenerasi di PLTGU Musi II, didapat keuntungan pada kelebihan daya sebesar ± 5,2 MW sebagai alternatif energi baru yang dapat dijual untuk industri di kota Palembang.

2. Pada Penggunaan energi baru yang menggunakan teknologi kogenerasi, *natural gas* dari Pertamina dibakar pada *gas turbine* untuk menghasilkan listrik melalui generator. Panas dari hasil pembakaran tersebut kemudian ditambahkan air, diolah menjadi uap yang kemudian dimanfaatkan menjadi bahan bakar *steam turbin* yang menghasilkan *output* listrik melalui generator.

**Daftar Pustaka**

Amiral Aziz dan Panca Porakusuma, 2007, *Pengaruh Diversivikasi Bahan Bakar Terhadap Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Gas Dan Uap ( Pltgu ),* Jurnal Urania Vol. 13 No. 4, Oktober 2007: 147 - 190

Deni Almanda, 1999, *Cogeneration Pembangkit Listrik Yang Ideal,* [Majalah Elektro Indonesia](http://www.elektroindonesia.com).

Deni Almanda, , 2003, *COGENERATOR : Alat Untuk Mengoptimalkan Bahan-bakar Pembangkit Konvensional,* Majalah[Elektro Indonesia](http://www.elektroindonesia.com).

I Made A, Donny N, M. Luniara S, 2008, *Pemanfaatan Panas Buang Genser Berbahan Bakar Gas Pada Industri Apartemen Sebagai Implementasi Peningkatan Efisiensi Pemakaian Energi,* Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II, Universitas Lampung.

Rider System, 2009, *Turbin Uap*, Filed Under Engineering

*\_\_\_\_\_\_\_ ,* 2007,*Materi Training PLTGU Musi II Palembang*, PLTGU Musi II Palembang*.*