

ANALISA EFISIENSI *HIGH PRESSURE HEAT RECOVERY STEAM GENERATOR* UNIT 2.1 PUSAT LISTRIK TENAGA GAS DAN UAP PT. INDONESIA POWER UNIT BISNIS PEMBANGKITAN SEMARANG

Eflita Yohana¹⁾, Gunawan Setiawan Kuscahyanto²⁾

¹⁾Dosen Jurusan Teknik Mesin FT-UNDIP

²⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin FT-UNDIP

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Phone: +62-24-7460059, FAX: +62-24-7460058, E-mail: umardhani@yahoo.com

Abstrak

Heat Recovery Steam Generator (HRSG) adalah sebuah alat dalam combined cycle power plant yang memanfaatkan gas buang dari turbin gas untuk memanaskan air pada pipa-pipa yang berada di dalamnya supaya dihasilkan uap kering yang mampu memutar turbin uap. Analisa nilai efisiensi dilakukan pada saat commissioning dan tanggal 5 Februari 2010 sehingga bisa diketahui perubahannya. Metode penelitian yang dilakukan meliputi metode interview, observasi, dan studi literatur maka diperoleh nilai efisiensi saat commissioning sebesar 68,04% dan pada tanggal 5 Februari 2010 sebesar 66,92%. Penurunan efisiensi adalah 1,12%. Penurunan nilai efisiensi berarti penurunan bagi performa HRSG, salah satu penyebabnya adalah korosi.

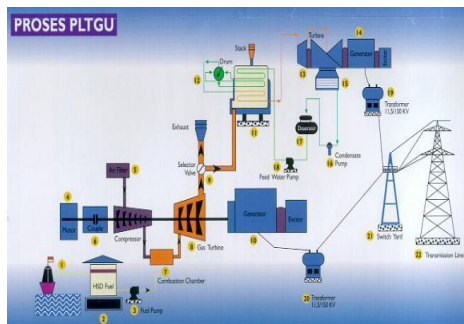
Kata Kunci : gas buang, uap kering.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam kehidupan berbangsa dan bernegara masyarakat Indonesia tidak bisa lepas dari kebutuhan akan energi listrik. Dengan semakin meningkatnya pertumbuhan di bidang industri, pendidikan, ekonomi dan lain sebagainya berarti negara dituntut untuk bisa memenuhi kebutuhan tersebut. Unit-unit pembangkit listrik harus bisa menghasilkan energi listrik dalam jumlah besar dan memiliki teknologi maju baik dari segi rekayasa pemrosesan, sistem operasi, sampai dengan pemeliharannya.

PLTGU adalah gabungan antara PLTG dengan PLTU, dimana panas dari gas buang dari PLTG digunakan untuk menghasilkan uap yang digunakan sebagai fluida kerja di PLTU. Bagian yang digunakan untuk menghasilkan uap tersebut adalah HRSG. Keuntungan menggunakan HRSG dibanding boiler adalah peningkatan efisiensi karena HRSG memanfaatkan gas buang dari turbin gas sebagai sumber kalor sehingga tidak memerlukan bahan bakar dan udara sebagai pemanas.



Gambar 1.1 Bagian-bagian PLTGU (Ref. 6)

Perhitungan efisiensi HRSG dilakukan dengan cara mem-breakdown rumus yang sudah ada dan sering dipakai oleh PT. Indonesia Power UBP Semarang yaitu perbandingan output terhadap input dikalikan 100% dan khusus semua variabel yang berhubungan dengan *low pressure* (LP) dihilangkan.

1.2 Tujuan

Kerja praktek ini bertujuan untuk :

- Mengetahui proses pembangkitan listrik di PLTGU PT. Indonesia Power UBP Semarang.
- Mengetahui komponen-komponen dan mekanisme kerja HRSG.
- Mampu menganalisa efisiensi *high pressure* HRSG.

1.3 Batasan Masalah

Hanya dibatasi pada penjelasan komponen-komponen HRSG, mekanisme kerja HRSG, dan perhitungan efisiensi HRSG tekanan tinggi di unit 2.1 PLTGU PT. Indonesia Power UBP Semarang.

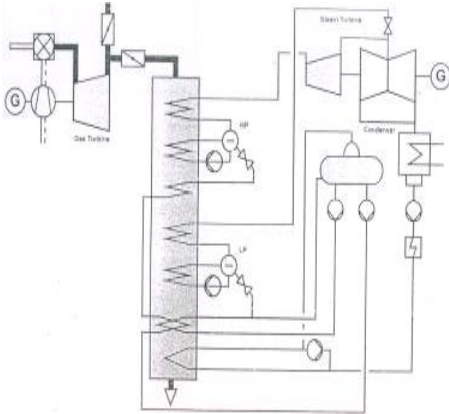
1.4 Metodologi

Metode yang digunakan untuk mengumpulkan data adalah sebagai berikut :

- Metode Interview
Memberikan pertanyaan-pertanyaan kepada pembimbing lapangan yang berwenang untuk mendapatkan data yang tidak diperoleh di lapangan.
- Metode Observasi
Melakukan pengamatan secara sistematis mengenai hal-hal yang terjadi di lapangan.
- Metode Studi Literatur
Menambah wawasan dengan menelaah literatur-literatur yang berhubungan dan bersesuaian.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Tiap-tiap HRSG mendapatkan panas dari gas bekas turbinnya sendiri-sendiri. HRSG 1 dialiri panas dari gas bekas turbin gas no 1, HRSG 2 dari turbin gas 2 dan seterusnya (Ref. 1 hal 15). HRSG yang digunakan di PT. Indonesia Power UBP Semarang adalah jenis *unfired heat recovery boiler* dengan dua tekanan uap yaitu LP (*low pressure*) dan HP (*high pressure*).



Gambar 2.1 HRSG dua sistem tekanan uap (Ref. 4 hal 56)

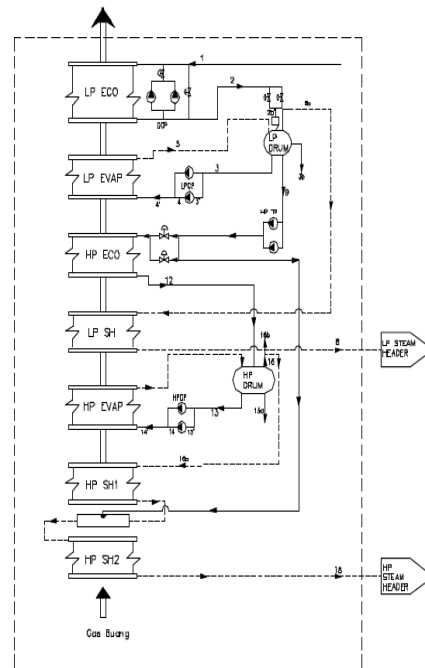
Komponen-komponen HRSG :

- LP section : LP economizer dengan *condensate recirculation pumps*, LP drum dengan *deaerator*, LP evaporator & *circulation pumps*, LP superheater.
- HP section : HP economizer, HP drum, HP evaporator & *circulation pumps*, HP superheater 1 & 2, *desuperheater*.
- Blow down equipment (Ref.3 hal 3).

Proses kerjanya adalah sebagai berikut :

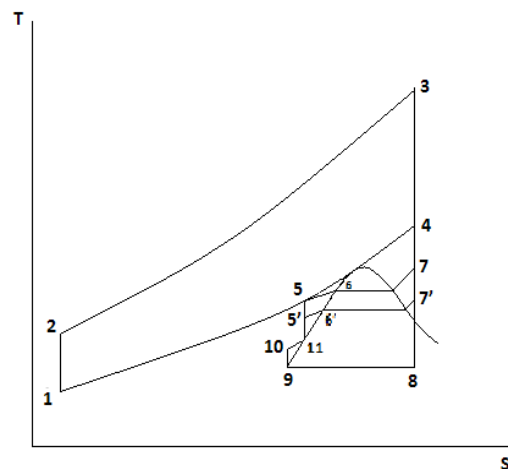
1. Udara dihisap dari sekeliling (atmosfer) dan dikompresikan oleh *compressor* (1 ke 2)
2. Pada ruang bakar, udara terkompresi bercampur dengan bahan bakar dan terbakar pada temperatur pembakaran $\pm 1300^{\circ}\text{C}$ (2 ke 3)
3. Pada turbin gas, gas panas bertekanan 10,17 bar diekspansikan melalui sudu-sudu menghasilkan energi mekanis (putaran) pada poros (3 ke 4)
4. Gas bekas dari GTG dialirkan ke HRSG dan selanjutnya dibuang ke atmosfer (4 ke 1)
5. Melalui proses perpindahan panas dari gas bekas ke pipa-pipa air HRSG, maka dihasilkan uap dengan temperatur $\pm 515^{\circ}\text{C}$ dan tekanan 77 bar (5 ke 7 terjadi pada HP steam)
6. Pada LP steam, uap yang dihasilkan adalah uap jenuh bertekanan 4,7 bar (dari 5' ke 7')
7. Uap dari HP steam diekspansikan pada turbin bertekanan tinggi (HP turbine) dari 7 ke 7'. Sedangkan uap dari LP steam akan diekspansikan pada turbin tekanan rendah (dari 7' ke 8) bersama-sama uap bekas dari HP turbine

8. Uap yang berekspansi di sudu-sudu turbin uap menghasilkan energi mekanis yang diteruskan ke poros generator
9. Uap bekas dari LP turbine dialirkan ke *condensator* untuk dikondensasikan (8 ke 9)
10. Air kondensat dari *hotwell* dipompakan ke *deaerator* / tangki air pengisi LP drum (9 ke 10)
11. Deaerasi dan pemanasan air pengisi terjadi pada *deaerator* (10 ke 11)
12. Air pengisi dipompakan ke HP drum oleh pompa pengisi tekanan tinggi HP *transfer pump* (11 ke 5)
13. Sedangkan HP *circulating pump* berfungsi untuk memompakan air dari LP drum ke LP *evaporator* (11 ke 12)



Gambar 2.2 Diagram alir pada sistem HRSG (Ref. 4 Hal. 56)

Siklus termodinamika untuk PLTGU



Gambar 2.3 Siklus gabungan ideal dengan dua tekanan kerja (Ref. 5 hal. 87)

14. Proses *preheating* pada HP *economizer* (5 ke 6)
15. Proses *preheating* pada LP *economizer* (5' ke 6')

Kelima belas urutan proses *combined cycle* di atas berlangsung berulang-ulang dan terus-menerus. (Ref. 5 hal. 87)

3. DATA DAN PERHITUNGAN

Rumus yang digunakan dalam perhitungan sebagai berikut. Perlu diketahui bahwa ini digunakan untuk mencari nilai efisiensi HRSG secara keseluruhan meliputi komponen HP maupun LP.

Sehingga dengan mem-*breakdown* rumus tersebut didapatkan :

Dimana,

- MHP1 : Laju uap tekanan tinggi (kg/s)
 - hHP1 : Entalpi uap tekanan tinggi (kJ/kg)
 - MLP1 : Laju uap tekanan rendah (kg/s)
 - hLP1 : Entalpi uap tekanan rendah (kJ/kg)
 - hW1 : Entalpi air umpan HRSG (kJ/kg)
 - MfG1 : Laju bahan bakar turbin gas (kg/s)
 - LHV : Nilai kalor bahan bakar (kJ/kg)
 - KWG1 : Daya keluaran dari turbin gas (kW)
 - LGN1 : Rugi-rugi generator = 1,69% x KWG1 (kW)
 - 0,9835 : Besaran rugi-rugi.
- (Ref. 2 hal. 7 rev. 2)

Tabel 3.1 Data operasional

No.	Item	Satuan	Operasional	
			Commis sioning	5 Februari 2010
1	Output	MW	101,00	93,40
2	FQLm	kg/s	7,85	7,23
3	LHV	kJ/kg	42875,494	42875,494
HRSG				
No.	Item	Satuan	HRSG 2.1	HRSG 2.1
HP HRSG				
4	SH Mass flow	kg/s	46,78	42,50
5	SH. Press. Outlet	Bar	54,00	53,70
6	SH. Temp. Outlet	°C	515	515,00
7	Eco. Press. Inlet	Bar	19,40	21,30
8	Eco. Temp. Inlet	°C	37,60	41,80

Nilai efisiensi total dari HRSG pada saat *commissioning* :

Nilai efisiensi HP HRSG pada saat *commissioning* :

Nilai efisiensi total dari HRSG pada tanggal 5 Februari 2010 :

Nilai efisiensi HP HRSG pada tanggal 5 Februari 2010:

4. ANALISA PERHITUNGAN

Dari perhitungan data di atas didapatkan penurunan nilai efisiensi sebesar 68,04% - 66,92% = 1,12% perlu diketahui bahwa nilai ini bukan 100% terhadap HP HRSG melainkan untuk HRSG secara keseluruhan sehingga sampai saat ini belum diketahui nilai efisiensi HP HRSG untuk 100% HP HRSG itu sendiri. Hal ini dikarenakan tidak tersedianya alat ukur temperatur di setiap komponen-komponen HRSG. Penurunan nilai efisiensi tersebut antara lain disebabkan oleh :

- Terkelupasnya isolasi pada pipa.
- Pemampatan pada pipa.
- Korosi oleh pengendapan sulfur
- Bocornya sekat pada HRSG.
- *Diverter damper* yang tidak berfungsi dengan baik.

5. KESIMPULAN

Dari analisa di atas dapat disimpulkan bahwa :

1. Efisiensi HP HRSG saat *commissioning* sebesar 68,04% dan sebesar 66,92% pada tanggal 5 Februari 2010. Penurunan efisiensi yang terjadi adalah sebesar 1,12%.

2. Penurunan efisiensi HP HRSG dipengaruhi oleh kondisi pipa-pipa, sekat-sekat HRSG, *diverter damper*.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim. 1996. "Balance Of Plant Tambak Lorok Combine Cycle Power Plant Block II". Black & Veatch Head Office : Kansas City, Missouri USA.
2. Anonim. "Equipment Specification For Combined Cycle Power Plant Performance Monitoring No. 510A3061-R578". GE International Company: Schenectady, NY.
3. Anonim. 1996. "Operating Manual Heat Recovery Steam Generator Tambak Lorok Combine Cycle Power Plant Block I & II". Austrian Energy & Environment.
4. Traksi. Vol. 4. No. 2, Desember 2006.
5. Subchan, Muchamad. "Laporan KP Analisa Efisiensi Thermal pada PLTGU Tambak Lorok PT. Indonesia Power UBP Semarang. Semarang
6. PT. Indonesia Power UBP Semarang.