

TUGAS AKHIR

ANALISA PERFORMA *COGENERATION PLANT* DENGAN METODE *HEAT BALANCE* DI PT. X

**Diajukan guna melengkapi sebagian syarat dalam
mencapai gelar Sarjana Strata Satu (S1)**



Disusun oleh :

YUSLI MEIRINO

4130 911 0046

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2013

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Yusli Meirino

NIM : 41309110046

Program studi : Teknik mesin

Fakultas : Teknik

Judul skripsi : “ANALISA PERFORMA COGENERATION
PLANT DENGAN MENGGUNAKAN
METODE HEAT BALANCE DI PT. X”

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Skripsi yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Skripsi saya ini hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas Mercu Buana.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Penulis,



[Yusli Meirino]


LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA PERFORMA COGENERATION PLANT DENGAN
MENGUNAKAN METODE HEAT BALANCE DI PT. X

Disusun Oleh:

Nama : Yusli Meirino
NIM : 41309110046
Jurusan : Teknik Mesin

Pembimbing


UNIVERSITAS
MERCU BUANA
[Ir. Ruli Nutranta M.Eng.]

Mengetahui,

Koordinator Tugas Akhir



[Prof. Dr. Ir. Gimbal Doloksaribu]

ABSTRAK

Cogeneration atau kogenerasi adalah suatu proses produksi yang menghasilkan lebih dari satu bentuk energi yang bermanfaat dari sebuah sumber penghasil energi. *Cogeneration Plant* pada PT. X unit Tangerang merupakan sistem pembangkitan yang menggunakan gas turbine sebagai mesin penghasil sumber energi dalam menggerakkan generator untuk pembangkitan energi listrik dan gas buang yang dihasilkan juga digunakan untuk memanaskan air boiler HRSG dalam menghasilkan steam. Pada sistem *Cogeneration* terjadi dua kombinasi siklus, yaitu siklus Brayton pada sisi Gas turbin dan siklus Rankine Pada sisi HRSG. Kombinasi dua siklus tersebut membuat nilai efisiensi thermal semakin tinggi.

Untuk mengetahui kemampuan dari *Cogeneration plant* salah satunya menggunakan metode *Heat Balance*, yaitu dengan membandingkan energi panas yang masuk, yang di manfaatkan dan yang di buang. Dengan mengetahui berapa nilai efisiensi dari *Cogeneration* tersebut maka kita bisa tahu apakah kita boros energi atau tidak.

Energi yang masuk berupa natural gas sebagai bahan bakar dari turbin, kemudian gas buang dari turbin di manfaatkan sebagai pemanas boiler. Energi yang di hasilkan berupa listrik dari generator turbin dan uap kering yang dimanfaatkan untuk *dryer paper machine*. Dari perbandingan energi yang di hasilkan dan energi yang masuk dapat di temukan nilai *losses* yang berupa gas buang dari cerobong yang dibuang ke atmosfer, juga dari radiasi panas.

Kata kunci : Cogeneration, turbin, boiler, Heat balance, kogenerasi.



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia, atas terselesaikannya Laporan Tugas Akhir ini walaupun masih jauh dari tarap kesempurnaan.

Penyusunan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan program Strata Satu (S1) Jurusan Teknik Mesin Universitas Mercu Buana. tugas akhir ini merupakan penerapan ilmu yang bersifat teoritis yang didapat selama kuliah, yang kemudian diaplikasikan dilapangan lalu dilakukan penelitian untuk mengumpulkan data yang akurat sehingga menunjang penyusunan tugas akhir ini.

Keberhasilan penulis untuk menyelesaikan laporan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih atas segala bantuan dan bimbingannya, kepada :

1. Allah SWT, Pencipta alam semesta beserta isinya, berkah rahmat serta curahan hidayah – Nya untuk selalu bersyukur atas segala nikmat – Nya.
2. Kedua Orang tua saya yang selalu mendukung dan berdoa untuk keberhasilan anaknya.
3. Gimbal Doloksaribu, Prof. Dr. Ir. selaku ketua program studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana, sekaligus Koordinator Tugas Akhir saya.
4. Ruli Nutranta, Ir. M.Eng. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir, yang selama ini sangat baik memberikan saran dan pandangan sehingga terselesainya laporan Tugas Akhir ini.

5. Seluruh Bapak/ Ibu dosen Teknik Mesin Universitas Mercu Buana yang tidak bisa disebutkan satu per satu namanya, telah memberikan bimbingan dan pengajaran selama kami kuliah.
6. Seluruh rekan Angkatan XV PKK Teknik Mesin Universitas Mercu Buana yang saling memberikan semangat, motivasi dan arahan kepada penulis, semoga kita tetap kompak.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan laporan ini masih ada kekurangan, mengingat keterbatasan waktu, kemampuan dan sumber penulis dapatkan baik dari segi materi yang diuraikan maupun dari cara penyajiannya, akhir kata penulis mengharapkan adanya sumbangan saran yang dapat bermanfaat bagi penulis untuk memperbaiki isi laporan tugas akhir ini.

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Tangerang, 1 Juli 2013

UNIVERSITAS
MERCU BUANA
Yusli Meirino

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i.
Halaman Pernyataan	ii.
Halaman Pengesahan	iii.
Abstrak	iv.
Kata Pengantar	v.
Daftar isi	vi.
Daftar Tabel	ix.
Daftar Gambar.....	x.
Daftar Grafik.....	xi.
Daftar Notasi.....	xii.
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Tujuan Penelitian	2
1.3. Rumusan Masalah	2
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Metode Penelitian	3
1.6. Sistematika Penelitian.....	3
1.7. Sistematika Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1. Teori <i>Cogeneration Plant</i>	6
2.1.1. Keuntungan <i>Cogeneration</i>	7
2.1.2. Jenis – Jenis Sistem <i>Cogeneration</i>	8
2.1.3. Klasifikasi Lain Sistem Kogenerasi	18
2.2. Teori Gas Turbin	21
2.2.1. Prinsip Kerja Sistem Turbin Gas.....	21
2.2.2. Klasifikasi Gas Turbin.....	22
2.2.3. Siklus – Siklus Gas Turbin.....	23
2.2.4. Komponen Utama Gas Turbin.....	25

2.2.5. Alat Bantu Turbin Gas (Gas Turbin Auxiliary) ...	31
2.3. Teori HRSG (<i>Heat Recovery Steam Generator</i>).....	33
2.3.1. Jenis – Jenis HRSG	35
2.3.2. Prinsip Kerja HRSG	42
2.4. Spesifikasi	44
2.5. Rumus Perhitungan	46
BAB III ANALISA DAN PERHITUNGAN <i>COGENERATION PLANT</i>	
3.1. Sample Data	48
3.2. Perhitungan Dan Analisa	52
BAB IV PENUTUP	
4.1. Simpulan	59
4.2. Saran	61
Daftar Acuan.....	63
Lampiran	



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Parameter Kinerja Kogenerasi	18
Tabel 2.2. Empat jenis sistim kogenerasi siklus atas	19
Tabel 3.1. Sample Parameter Gas Turbine	48
Tabel 3.2. Sample Parameter HRSG	50
Tabel 3.3. Perhitungan & Analisa Heat Balance pada GT & HRSG	54
Tabel 3.4. Perhitungan & Analisa Heat Balance pada GT & HRSG (lanjutan)	55
Tabel 3.5. <i>Heat balance</i> Load Konstan	56
Tabel 4.1. Pengaruh Load GT terhadap efisiensi cogen	61



DAFTAR GAMBAR

	Halaman	
Gambar 2.1	Sistem <i>flow Cogeneration Plant</i>	6
Gambar 2.2	Siklus pada <i>Coneration Plant</i>	7
Gambar 2.3	Turbin uap tekanan balik <i>flowchart</i>	10
Gambar 2.4	Ektaksi kondensasi turbin uap	12
Gambar 2.5	Turbin gas siklus terbuka sistim kogenerasi	14
Gambar 2.6	Sistim kogenerasi turbin gas siklus tertutup	15
Gambar 2.7	Sistim Kogenerasi Mesin <i>Reciprocating</i>	17
Gambar 2.8	Sistem kogenerasi siklus bawah	20
Gambar 2.9	Siklus aliran pada Gas Turbin	22
Gambar 2.10	Single Saft dan Double Saft Gas Turbin	23
Gambar 2.11	Siklus Brayton pada gas Turbin	24
Gambar 2.12	Komponen Gas turbin	25
Gambar 2.13	Alat bantu Turbin Gas	33
Gambar 2.14	Ilustrasi proses HRSG	33
Gambar 2.15	Siklus rankine pada boiler HRSG	34
Gambar 2.16	<i>Unfired</i> HRSG	36
Gambar 2.17	<i>Fired</i> HRSG	36
Gambar 2.18	Paper Machine	37
Gambar 2.19	Fire tube boiler	38
Gambar 2.20	Water tube boiler	39
Gambar 2.21	HRSG dengan tekanan tunggal (<i>Single Pressure</i>)	40
Gambar 2.22	HRSG dengan dua tekanan (<i>dual pressure</i>)	41
Gambar 2.23	Diagram HRSG <i>Multi Pressure</i>	42
Gambar 2.24	Layout HRSG	43
Gambar 2.25	Siemens SGT-100 Gas turbine	44
Gambar 2.26	Control system Monitoring	45
Gambar 2.27	Ilustrasi Perhitungan Heat balance	47
Gambar 3.1	Heat Balance GT+HRSG Beban 3.5 MW	52
Gambar 3.2	Cogeneration Heat Balance flowchart	53
Gambar 3.3	Heat Balance GT+HRSG Desember 2012	56

DAFTAR GRAFIK

	Halaman
Grafik 3.1. Perbandingan Load GT terhadap Effisiensi Cogen	57
Grafik 3.2. <i>Heat balance</i> Terhadap Load GT	57
Grafik 4.1. Perbandingan Load GT terhadap Effisiensi Cogen	61



DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
BTU	British Thermal Unit (Satuan Energi)	kJ
E	<i>Electrical energy output</i>	MWh
GHV	Jumlah energi panas pada natural gas	kJ/m ³
h	Jumlah energi internal (Entalpi)	kJ/kg
P	Tekanan absolut	kg/m ²
Q	<i>Gas Fuel Energy</i>	kJ
s	Energi persatuan temperatur (Entropi)	J/K
T	Temperatur absolut	K
v	Volume jenis gas	m ³ /kg
V	<i>Steam energy output</i>	kJ
W	Satuan energi	J

UNIVERSITAS
MERCU BUANA