

**ANALISA PEMANFAATAN PANAS BUANG GENSET GAS  
UNTUK *ABSORPTION CHILLER*  
SEBAGAI IMPLEMENTASI EFISIENSI ENERGI**

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



**Disusun Oleh :**

Nama : Rosario Dwijayanto  
NIM : 41311110012  
Program Studi : Teknik Mesin

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI  
UNIVERSITAS MERCUBUANA  
JAKARTA  
2013**

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Rosario Dwijayanto

N.I.M : 41311110012

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknologi Industri

Judul Skripsi : Analisa Pemanfaatan Panas Buang Genset Gas  
untuk *Absorption Chiller* sebagai Implementasi  
Efisiensi Energi

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 ini merupakan 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 tidak dipaksakan.

Penulis,



(Rosario Dwijayanto)

## LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA PEMANFAATAN PANAS BUANG GENSET GAS  
UNTUK *ABSORPTION CHILLER*  
SEBAGAI IMPLEMENTASI EFISIENSI ENERGI

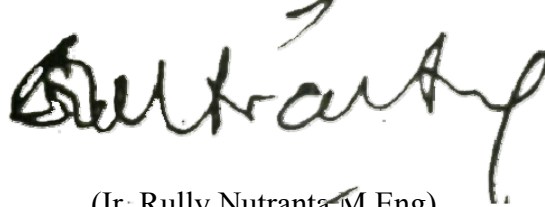
Disusun Oleh :

Nama : Rosario Dwijayanto

NIM : 41311110012

Program Studi : Teknik Mesin

Pembimbing,



(Ir. Rully Nutranta M.Eng)

Mengetahui,

Koordinator Tugas Akhir / Ketua Program Studi



(Prof. Dr. Gimbal Doloksaribu)

## ABSTRAK

### **Analisa Pemanfaatan Panas Buang Genset Gas untuk *Absorption Chiller* sebagai Implementasi Efisiensi Energi**

Pertumbuhan pembangunan *Real Estate* kelas menengah Indonesia yang pesat berkontribusi besar terhadap peningkatan bertumbuhnya pusat perbelanjaan modern. Genset berbahan bakar gas dipilih oleh pengembang untuk digunakan sebagai pembangkit listrik mandiri. Dalam operasionalnya, genset gas menghasilkan panas buang dan air radiator. Panas buang dan air radiator ini mempunyai suhu yang tinggi. Banyak energi termal yang terbuang percuma di atmosfer. Energi panas yang dikeluarkan genset gas melalui knalpot dan melalui air radiator kemudian dimanfaatkan kembali dalam sistem *Absorption Chiller*.

Untuk mengetahui seberapa besar Panas ( $Q_{gen}$ ) yang dibutuhkan untuk mendapatkan kapasitas pendinginan yang maksimal, maka diperlukan analisa *Heat Balance*. Sedangkan untuk mengukur kinerja dari *Absorption Chiller* digunakan analisa COP dan Daya Spesifik. Data yang digunakan diambil dari Data *Daily Logsheet* dan *Daily Performance* Genset Gas no 3 dengan tipe TCG 2020 V20 dan *Absorption Chiller* dengan tipe BROAD BZHE 125.

Hasil analisa menunjukkan, dibutuhkan panas ( $Q_{gen}$ ) minimal sebesar 1066 kW untuk bisa mendapatkan kapasitas pendinginan sebesar 380 USRT. Panas ( $Q_{gen}$ ) tersebut dihasilkan oleh Genset Gas dengan syarat daya aktual yang tersalur sebesar 1440 kW dan menghasilkan gas buang (*exhaust temperature*) sebesar 421°C. Sehingga *Absorption Chiller* dapat menghasilkan kapasitas pendinginan maksimal.

Kata kunci : *Absorption Chiller*, *Heat Balance*, (COP) *Coefficient of Performance*, Daya Spesifik.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan YME, yang telah melimpahkan rahmat dan berkat-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan karya tulis yang berjudul “*Analisa Pemanfaatan Panas Buang Genset Gas untuk Absorption Chiller sebagai Implementasi Efisiensi Energi.*” karya tulis ini disusun sebagai syarat kelulusan Program Sarjana Universitas Mercu Buana.

Pada kesempatan ini, tidak lupa saya sampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Orang tua beserta keluarga tercinta atas dukungan moril dan materiil, terutama doa restu yang diberikan.
2. Ketua Program Studi Teknik Mesin dan Dosen Pembimbing, Bpk Prof. Dr. Ir. Gimbal Doloksaribu, MM dan Ir. Rully Nutranta M. Eng, yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk membimbing saya dalam menyelesaikan karya tulis ini.
3. Manager Engineering Summarecon Mal Serpong, Bpk. Usman Ma’aruf yang telah memberikan waktu dan kesempatan untuk memperoleh data-data yang diperlukan dalam karya tulis ini.
4. Teman-teman Bagian *Engineering Power House* Summarecon Mal Serpong yang telah memberikan bantuan dan saran dalam menyelesaikan karya tulis ini.
5. Teman-teman Angkatan 19 Teknik Mesin yang telah memberikan semangat dan dukungannya.
6. Dan semua pihak yang telah turut serta membantu.

Selama pembuatan karya tulis ini, saya menemui berbagai kendala dan kesulitan. Oleh karena itu, kami menunggu saran dan kritik yang membangun. Saya berharap karya tulis ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Jakarta, 22 Februari 2013

Penyusun

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERNYATAAN .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
ABSTRAK .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR GRAFIK.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
NOMENKLATUR.....	xv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang Masalah .....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah .....	3
1.4. Tujuan Penelitian .....	3
1.5. Metode Penelitian .....	3
1.5.1. Perumusan Masalah .....	4
1.5.2. Pengumpulan Data.....	5
1.5.3. Prosedur Pengambilan Data.....	5
1.5.3.1. Prosedur Pengambilan Data Genset Gas .....	6
1.5.3.2. Prosedur Pengambilan Data <i>Absorption Chiller</i> .....	7

1.5.4.	Analisa Termal dan Kinerja <i>Absorption Chiller</i> .....	8
1.5.5.	Pembuatan <i>Part Load Performance</i> .....	8
1.5.6.	Analisa <i>Cost Consumption</i> .....	9
1.5.7.	Analisa .....	9
1.6.	Sistematika Penulisan .....	9
BAB II LANDASAN TEORI .....		11
2.1.	Sistem Kogenerasi .....	11
2.1.1.	Keuntungan Sistem Kogenerasi.....	12
2.1.2.	Mesin <i>Reciprocating</i> pada Sistem Kogenerasi.....	13
2.1.3.	Rasio Panas Terhadap Listrik .....	15
2.2.	<i>Absorption Chiller</i> .....	16
2.2.1.	Hubungan Siklus Absorpsi dan Siklus Kompresi Uap.....	17
2.2.2.	Siklus Pendinginan <i>Absorption Chiller</i> .....	18
3.2.2.1.	<i>Evaporator</i> .....	19
3.2.2.2.	<i>Absorber</i> .....	20
3.2.2.3.	<i>High Temperature Generator</i> (HTG).....	20
3.2.2.4.	<i>Low Temperature Generator</i> (LTG) .....	20
3.2.2.5.	<i>Condenser</i> .....	21
3.2.2.6.	<i>High Temperature Heat Exchanger</i> (HTHE).....	21
3.2.2.7.	<i>Low Temperature Heat Exchanger</i> (LTHE) .....	21
3.2.2.8.	<i>Lithium Bromide</i> .....	21
2.2.2.8.1.	<i>Diluted Solution</i> .....	23
2.2.2.8.2.	<i>Concentrated Solution</i> .....	23
3.2.2.9.	Kristalisasi .....	23



3.2.2.10.	Pengendalian Kapasitas .....	24
2.3.	Penerapan Sistem Kogenerasi pada Industri Pusat Perbelanjaan .....	25
2.4.	Penerapan Hukum Termodinamika dalam Sistem Kogenerasi .....	26
2.4.1.	Sifat Termodinamika .....	26
3.4.1.1.	Suhu .....	27
3.4.1.2.	Tekanan .....	27
3.4.1.3.	Rapat Massa dan Volume Spesifik .....	28
3.4.1.4.	Kalor Spesifik .....	28
2.4.2.	<i>Heat Engine</i> (Mesin Kalor) .....	29
2.4.3.	Analisa Termal dan Kinerja <i>Absorption Chiller</i> .....	29
3.4.3.1.	<i>Heat Balance</i> .....	29
3.4.3.2.	COP ( <i>Coefficient of Performance</i> ) .....	31
3.4.3.3.	Daya Spesifik .....	32
2.5.	Konfigurasi dan Spesifikasi Unit .....	34
2.5.1.	Konfigurasi Unit .....	34
2.5.2.	Spesifikasi Unit .....	35
3.5.2.1.	Genset Gas .....	35
3.5.2.2.	<i>Absorption Chiller</i> .....	36
3.5.2.3.	<i>Pumping System</i> .....	38
2.5.2.3.1.	CHWP .....	38
2.5.2.3.2.	CWP .....	39
3.5.2.4.	<i>Cooling Tower System</i> .....	39
2.6.	<i>Cost Consumption</i> .....	41
2.6.1.	Abonemen (Beban) .....	42

2.6.2.	Konsumsi (kWh).....	42
2.6.3.	Pajak Penerangan (PPJU) .....	42
2.7.	<i>Cooling Capacity Actual</i> .....	42
BAB III PERHITUNGAN DAN ANALISA DATA.....		44
3.1.	Pengumpulan Data.....	44
3.1.1.	Genset Gas # 3A TCG 2020 V20 .....	44
3.1.2.	BROAD <i>Absorption Chiller</i> BZHE 125-400 USRT .....	46
3.2.	Analisa Termal dan Kinerja <i>Absorption Chiller</i> .....	52
3.2.1.	<i>Heat Balance</i> .....	52
3.2.2.	<i>Coefficient of Performance (COP)</i> .....	53
3.2.3.	Daya Spesifik (kW/TR) .....	54
3.3.	<i>Cost Consumption</i> .....	55
3.4.	Analisa Data.....	56
3.5.	<i>Part Load Performance</i> .....	57
BAB IV PENUTUP .....		59
4.1.	Simpulan .....	59
4.2.	Saran .....	59
DAFTAR PUSTAKA .....		61
DAFTAR ACUAN .....		62

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Data yang dibutuhkan .....	5
Tabel 2. Parameter Kinerja Sistem Kogenerasi .....	15
Tabel 3. Kalor Spesifik Beberapa Bahan pada Tekanan Tetap.....	28
Tabel 4. Data Operasional Genset Gas # 3A.....	44
Tabel 5. Daya Tersalur .....	45
Tabel 6. Parameter <i>Absortion Chiller # 2</i> .....	46
Tabel 7. Data Operasional <i>Absortion Chiller # 2</i> .....	47
Tabel 8. Data <i>Entering Water Temperature Absortion Chiller # 2</i> .....	48
Tabel 9. Data <i>Leaving Water Temperature Absortion Chiller # 2</i> .....	49
Tabel 10. Data <i>Heat Source Inlet Temperature Absortion Chiller # 2</i> .....	50
Tabel 11. Data <i>Heat Source Outlet Temperature Absortion Chiller # 2</i> .....	51
Tabel 12. Data <i>Power Consumption Absortion Chiller # 2</i> .....	52
Tabel 14. <i>Part Load Performance Cooling Capacity</i> .....	57

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Tampilan <i>Load Share Master</i> Kontrol .....	6
Gambar 2. Tampilan Parameter Genset Gas .....	7
Gambar 3. Tampilan Monitor <i>Absorption Chiller</i> .....	7
Gambar 4. Perbandingan Pembangkit Listrik Konvensional dan Pembangkit Listrik dengan Sistem Kogenerasi .....	12
Gambar 5. Sistem Kogenerasi Mesin <i>Reciprocating</i> .....	14
Gambar 6. Siklus Dasar <i>Absorption Chiller</i> .....	16
Gambar 7. Metode Pengubahan Uap Tekanan Rendah menjadi Uap Tekanan Tinggi pada Siklus Refrigerasi.....	18
Gambar 8. Siklus BROAD <i>Absorption Chiller</i> .....	19
Gambar 9. Sistem Kogenerasi Gas Engine dengan <i>Absorption Chiller</i> .....	26
Gambar 10. Proses <i>Heat Engine</i> .....	29
Gambar 11. Sistem Kogenerasi Genset Gas dan <i>Absorption Chiller</i> .....	35
Gambar 12. Genset Gas DEUTZ TCG 2020 V20.....	35
Gambar 13. BROAD <i>Absorption Chiller</i> BZHE 125-400 TR.....	36
Gambar 14. Armstrong CHWP 75 kW .....	38
Gambar 15. Armstrong CWP 55 kW .....	39
Gambar 16. Kuken <i>Cooling Tower</i> 800 USRT .....	40

## DAFTAR GRAFIK

Grafik 1. Konsumsi Energi Harian.....	2
Grafik 2. Sifat Suhu-Tekanan-Konsentrasi Larutan LiBr Jenuh.....	23
Grafik 3. Daya Tersalur.....	46
Grafik 4. COP .....	54
Grafik 5. <i>Cooling Capacity</i> Harian .....	55
Grafik 6. Daya Spesifik Harian.....	55
Grafik 7. Karakteristik Beban terhadap Kapasitas Pendinginan Harian .....	58

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Permen Menteri ESDM No. 30 Tahun 2012 .....	63
Lampiran 2. <i>Radiative Forcing Components</i> .....	64
Lampiran 3. <i>BROAD Absorption Chiller Data</i> .....	65
Lampiran 4. Kalor Spesifik CO <sub>2</sub> .....	66
Lampiran 5. <i>As Built Drawing</i> Sistem Kogenerasi .....	67
Lampiran 6. <i>Commisioning Data</i> Genset Gas.....	68

## NOMENKLATUR

P	Daya Listrik ( <i>Power</i> )	kVA
P	Daya Listrik ( <i>Power</i> )	MW
P	Daya Listrik ( <i>Power</i> )	kW
V	<i>Voltage</i>	Volt
A	Arus Listrik	Ampere
Cos ρ	<i>Cos Phi</i>	0,9
p	Tekanan	psig
Q	Laju Panas Pembangkitan Listrik	kkal/kWh
Q <sub>evap</sub>	Laju Refrigerasi	kW (termal)
Q <sub>gen</sub>	Laju Penambahan Kalor Generator	kW (termal)
C <sub>p</sub>	Kalor Spesifik pada Tekanan Normal	kJ/kg <sup>o</sup> K
$\dot{m}_{water}$	<i>Flow Rate</i> <sub>(water)</sub>	liter/second
$\dot{m}_{exhaust}$	<i>Flow Rate</i> <sub>(exhaust)</sub>	kg/second
T	Suhu	°C
K	Kapasitas Pendinginan	USRT