

TUGAS AKHIR

**ANALISA PENINGKATAN KAPASITAS PEMBANGKIT TURBIN GAS
SIEMENS SGT5-2000E *OPEN CYCLE* MENJADI *COMBINED CYCLE*
DENGAN BEBAN YANG BERBEDA**

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



Disusun Oleh :

Nama : A z h a r i

NIM : 41315310020

Program Studi : Teknik Mesin

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2017

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : A z h a r i

N.I.M : 41315310020

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : Analisa Peningkatan kapasitas Pembangkit Turbin
Gas Siemens SGT5-2000E *Open Cycle* menjadi
Combined Cycle dengan beban yang berbeda.

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

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan dan dapat di pertanggung jawabkan di kemudian hari.

Penulis,



LEMBAR PENGESAHAN

Analisa Peningkatan kapasitas Pembangkit Turbin Gas Siemens SGT5-2000E

Open Cycle menjadi Combined Cycle dengan beban yang berbeda


Disusun Oleh :

Nama : A z h a r i

NIM : 41315310020

Program Studi : Teknik Mesin

Pembimbing,

UNIVERSITAS

MERCU BUANA
(Hadi Pranoto, ST, MT)
NIDN: 302077304

Mengetahui,
Koordinator Tugas Akhir / Sekretaris Program Studi



(Bethriza Hanum, ST, MT)
NIDN: 0401018207

KATA PENGANTAR

Puji syukur dengan kerendahan hati penulis ucapkan kepada yang maha kuasa Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat dan anugerah-Nya yang tak terhingga kepada penulis, sehingga dapat melaksanakan dan menyelesaikan Tugas Akhir ini sesuai dengan ketentuan yang berlaku pada Universitas Mercu Buana.

Tugas Akhir ini merupakan suatu bukti pertanggung jawaban atas pendidikan yang telah dijalani selama 2 tahun di Universitas Mercu Buana dan sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana. Adapun judul Tugas Akhir ini adalah “**Analisa Peningkatan Kapasitas Pembangkit Gas Turbin Siemens SGT5-2000E Open Cycle Menjadi Combined Cycle dengan Beban yang Berbeda**”. Dalam penulisan Tugas Akhir ini penulis banyak mendapatkan bantuan baik moral maupun material dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Chandrasa Soekardi, Sebagai Direktur Universitas Mercu Buana
2. Dr. Sagir Alva, Ketua Program Studi Teknik Mesin.
3. Bethriza Hanum, ST. MT Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin
4. Hadi Pranoto, ST. MT, Dosen pembimbing penulis yang telah membantu penulis dengan memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

5. Seluruh Dosen dan Staff pengajar Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana yang telah memberikan banyak ilmu dan wawasan kepada penulis.
6. Kedua orang tua saya, keluarga serta teman-teman para sahabat yang telah memberikan banyak dukungan baik secara moril maupun materil.
7. Teman – teman satu kelas reguler 2 dari transfer D3 yang merupakan keluarga baru buat saya yang telah bersama – sama selama 1,5 tahun untuk menuntut ilmu, canda tawa, kekompakan yang selalu menanamkan jiwa kebersamaan serta semangat dan dukungan.

Akhir kata, penulis berharap agar Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kemajuan dan perkembangan wawasan bagi para pembaca. Penulis menyadari bahwa tiada karya yang sempurna tanpa uluran tangan para pemerhatinya. Oleh sebab itu, kritik dan saran yang bersifat membangun dalam penyempurnaan Tugas Akhir ini senantiasa menjadi harapan untuk penulis.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, Januari 2017

Hormat penulis

A z h a r i
NIM : 41315310020

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Halaman Pernyataan.....	ii
Halaman pengesahan.....	iii
Abstrak.....	iv
Kata Pengantar.....	v
Daftar Isi.....	vi
Daftar Tabel.....	vii
Daftar Gambar.....	viii
Daftar Notasi.....	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Permasalahan.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Metodologi Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Pembangkit Listrik.....	6
2.1.1 Definisi Pembangkit Listrik.....	6
2.1.2 Jenis-Jenis Pusat Pembangkit Listrik.....	6
2.2 Turbin Gas.....	7
2.2.1 Prinsip Kerja Sistem Gas Turbin.....	8
2.2.2 Komponen Gas Turbine.....	11
2.2.3 Klasifikasi Gas Turbin.....	15
2.2.3.1 Gas Turbin Industrial.....	15
2.2.3.2 Gas Turbin <i>Aerodrivative</i>	16
2.3 Heat Recovery Steam Generator (HRSG).....	17
2.3.1 Pengertian Heat Recovery Steam Generator (HRSG).....	17
2.3.2 Komponen Utama HRSG.....	19

2.3.3 Tipe Heat Recovery Steam Generator.....	21
2.3.3.1 Tipe Heat Recovery Steam Generator Natural Circulation.....	22
2.3.3.2 HRSG Sirkulasi paksa (<i>Forced Circulation</i>).....	23
2.3.3.3 HRSG <i>Once Through</i>	24
2.3.4 Titik Penyempitan (<i>Pinch Point</i>)	25
2.4 <i>Supplementary Firing</i>	26
2.5 Efisiensi Heat Recovery Steam Generator	29
2.6 Steam Turbine	30
2.6.1 Aplikasi Gas Turbin.....	32
2.6.2 Open Cycle Gas Turbine (Siklus Terbuka).....	33
2.6.3 <i>Combined Cycle Gas Turbine</i> (Siklus Gabungan).....	36
2.7 Tinjauan Pustaka.....	36
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	39
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	40
3.2 Metode Pengumpulan Data.....	41
BAB IV ANALISA DAN PENGOLAHAN DATA	44
4.1 Data Spesifikasi Teknis Perancangan.....	44
4.2 Perhitungan Uap data load 100%.....	44
4.3 Keseimbangan Energi data load 100%.....	52
4.4 Daya yang di bangkitkan turbin uap pada beban load 100%.....	59
4.5 Efisiensi HRSG pada beban load 100%.....	59
4.6 Data spesifikasi beban load 75%.....	60
4.7 Perhitungan Uap pada beban load 75%.....	61
4.8 Keseimbangan Energi data load 100%.....	67
4.9 Daya yang dibangkitkan Turbin Uap pada beban load 75%.....	73
4.10 Efisiensi HRSG beban load 75%.....	74
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	75
5.1 Kesimpulan.....	75
5.2 Saran.....	76
DAFTAR PUSTAKA	77
Lampiran.....	

DAFTAR GAMBAR

No.	Nama Gambar	Hal.
2.1	Skema Diagram Alir Gas Turbin.....	9
2.2	Prinsip Kerja Turbin Gas.....	10
2.3	Diagram Siklus Brayton.....	10
2.4	Gas Turbin Industrial (<i>Siemens Gas Turbine</i>).....	15
2.5	Gas Turbine Aero derivative.....	16
2.6	Aliran Gas Buang ke HRSG.....	21
2.7	<i>Layout Heat Recovery Steam Generator (HRSG)</i>	21
2.8	<i>Heat Recovery steam Generator (HRSG) Natural Circulation</i>	22
2.9	<i>HRSG Unit cover Natural Circulation</i>	23
2.10	<i>Aliran HRSG Forced Circulation</i>	24
2.11	<i>Once Through Steam</i>	25
2.12	Titik Penyempitan atau <i>Pinch Point</i>	26
2.13	Ilustrasi Aliran Gas Buang ke HRSG.....	27
2.14	Peralatan <i>Supplementary Firing</i> di HRSG.....	28
2.15	Susunan Nozzle dari Duct Burner <i>Supplementary Firing</i>	28
2.16	<i>Steam Turbine Unit</i>	32
2.17	Siklus Gabungan (<i>Combined Cycle Power Plant</i>).....	35
2.18	Siklus Supply Gas ke HRSG.....	35
3.1	Gas Turbin Power Plant Siemens SGT5-2000E.....	40
3.2	Panel <i>load meter distribution</i> Turbin Gas Siemens SGT5-2000E.....	40
3.3	Diagram alir skema proses penelitian.....	43
4.1	Profil Diagram Temperatur Gas Buang dan Uap HRSG.....	45
4.2	Siklus Perencanaan HRSG.....	46
4.3	Diagram T – S yang direncanakan.....	49
4.4	Diagram Analisa Keseimbangan Energi pada Uap Tekanan Tinggi.....	53
4.5	Diagram Analisa Keseimbangan Energi pada Uap Tekanan Rendah...56	
4.6	Diagram Analisa Keseimbangan Energi pada Uap Tekanan Tinggi.....	67
4.7	Diagram Analisa Keseimbangan Energi Pada Uap Tekanan Rendah...70	



UNIVERSITAS
MERCU BUANA



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR NOTASI

Notasi	Arti	Satuan
h	Enthalpy	kJ/kg
h_{out}	Enthalpy keluar	kJ/kg
m_g	Laju aliran massa gas buang	kg/s
m_u	Laju aliran massa uap	kg/s
p	Tekanan	bar
P	Daya	W
P_{THP}	Daya turbin hight pressure	W
P_T	Daya total	W
Q	Laju perpindahan panas	kJ/s
Q_{uap}	Laju perpindahan uap	kJ/s
T	Temperatur	°C
T_f	Temperatur yang melewati titik f	°C
T_{out}	Temperatur keluar	°C
T_g	Temperatur gas buang	°C
η_{HRSG}	<i>Efisiensi Heat Recovery Steam Generator (HRSG)</i>	%
η_T	Efisiensi Turbin	%
W_p	Kerja pompa	kJ/kg
X	Kualitas uap	
HP	Hight pressure	
LP	Low pressure	