

ANALISA PERFORMANSI KOMPLEKS DI AKSIAL OLE GAS TURBINE
MISCOMB TERHADAP VARIASI DEBITAN PADA GENERATOR
SERIAL 101 DAN SESUDAH PROSES WASHING



SKRIPSI

*Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Sepuluh Nopember*

Oleh :

Kiki Rimbawati
(02023150047)

JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SEPULUH NOPEMBER

2007

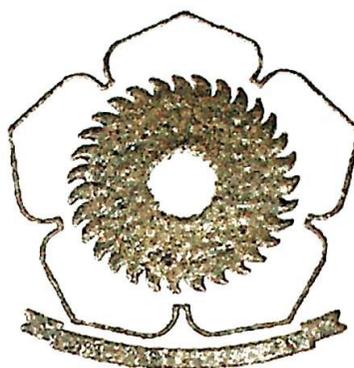
S
No. 407

Riz

a

2007

**ANALISA PERFORMANSI KOMPRESOR AKSIAL GELOMBANG TURBINE
MS6001B TERHADAP VARIASI BEBAN PADA GENERATOR
SEBELUM DAN SESUDAH PROSES WASHING**



SKRIPSI

*Dibaca Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya*

Oleh :

**Kikin Rizkianto
(03023150047)**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2007

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS SRIWIJAYA FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
INDERALAYA



SKRIPSI

ANALISA PERFORMANSI KOMPRESOR AKSIAL GE GAS TURBINE
MS6001B TERHADAP VARIASI BEBAN PADA GENERATOR SEBELUM
DAN SESUDAH PROSES *WASHING*

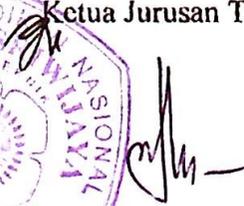
R. May
I. 17696

Oleh :

Kikin Rizkianto
03023150047

Diketahui oleh,
Ketua Jurusan Teknik Mesin




Ir. Helmy Alian, MT
NIP. 131 672 077

Diperiksa dan disetujui oleh,
Dosen Pembimbing


Ir. Marwani, MT
NIP. 131 933 012



UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN

Agenda Nomor : 1708/TA/IA/08
Diterima tanggal : 3 JUNI 2008
Paraf :

Nama : Kikin Rizkianto

NIM : 03023150047

Mata Kuliah : Mesin-Mesin Gas

Spesifikasi : ANALISA PERFORMANSI KOMPRESOR AKSIAL GE GAS
TURBINE MS6001B TERHADAP VARIASI BEBAN PADA
GENERATOR SEBELUM DAN SESUDAH PROSES
WASHING

Diberikan tgl : Juni 2007

Selesai tgl : November 2007

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Ir. Helmy Alian, MT
NIP. 131 672 077

Diperiksa dan disetujui oleh,
Dosen Pembimbing

Ir. Marwani, MT
NIP. 131 933 012

LEMBARAN PERSEMBAHAN

Motto :

“Barang siapa ditanya tentang sesuatu ilmu lalu ia sembunyikan (tidak mau memberi keterangan) maka orang tersebut dihari kiamat nanti akan dipakaikan kendali dengan kendali api neraka” (H.R. Abu Daud)

Skripsi ini kusembahkan :

- *Kedua Orang Tuaku, yang telah membesarkan, menyayangi, yang aku tahu setiap tarikan nafasnya adalah doa untukku*
- *Untuk Bapakku (Almarhum), aku yakin Bapak masih menyaksikanku sampai saat ini, beristirahatlah dengan tenang. Untukmu aku selalu berdoa*
- *Saudara-saudaraku tercinta, dan Fadillah Aprinia, yang telah membesarkan, menyayangi, memberikan bantuan moral dan materi hingga saat ini*
- *Rekan Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Khususnya Angkatan 2002*
- *Almamater*

ABSTRAK

Kompresor adalah komponen mesin yang sangat penting pada suatu sistem turbin gas. Karena fungsi kompresor disini adalah sebagai penyuplai udara yang bertekanan tinggi yang akan dikompreskan di ruang bakar.

Pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas PT. Cogindo Daya Bersama unit Simpang Tiga Indralaya menggunakan kompresor aksial sebagai salah satu komponen mesin dari GE GAS TURBINE MS6001B. Kompresor yang digunakan merupakan kompresor aksial 17 tingkat dengan *inlet guide vanes* pada tingkat pertamanya.

Untuk mengetahui unjuk kerja atau performansi dari kompresor ini dapat dilihat dari efektivitas alat tersebut. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh dari proses *washing* terhadap performansi alat ini maka dilakukan perhitungan efektivitas dari alat dengan membandingkan antara sebelum dan sesudah proses *washing* dilakukan.

Dari perhitungan dan analisa diketahui bahwa pada kompresor aksial GE GAS TURBINE MS6001B terjadi penurunan kerja aktual kompresor sebesar 1,40 %, terjadi kenaikan kerja isentropik kompresor sebesar 1,10 %, terjadi kenaikan efisiensi isentropik kompresor sebesar 2,54 %, dan terjadi penurunan daya aktual kompresor sebesar 0,96 %, yang disebabkan karena minyak, garam atau zat pengotor lain yang ikut masuk kedalam kompresor pada proses masuknya udara kedalam kompresor yang mengendap pada sudu *stator* dan sudu *rotor* berkurang, maka *clearance* antara sudu *rotor* dan sudu *stator* menjadi lebih besar dibandingkan sebelum proses *washing* dilakukan sehingga proses penaikan tekanan pada setiap *stage* dapat optimal.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmatNya, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Skripsi ini dibuat dengan tujuan untuk mempelajari dan menentukan performansi dari suatu alat jenis kompressor aksial dengan melihat dari besarnya efektivitas alat yang dihitung dengan menggunakan data sebelum proses *washing* dan data sesudah proses *washing*. Selain itu skripsi ini juga merupakan salah satu syarat bagi mahasiswa untuk menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini, terutama kepada :

1. Bapak DR. Ir. H. Hasan Basri, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya,
2. Bapak Ir. Helmy Alian, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya,
3. Bapak Ir. M. Zahri Kadir, MT, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya,
4. Ibu Ir. Marwani, MT, selaku Dosen Pembimbing pada skripsi ini,
5. Bapak M. Yanis, ST, MT, selaku Dosen Pembimbing Akademik,
6. Seluruh Staf dan Karyawan terutama untuk Bapak Suman Zulkifli Lubis di PT. Cogindo Daya Bersama selaku pembimbing dilapangan,

7. Dosen, Karyawan dan civitas akademika lainnya di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya,
8. Kedua Orang Tuaku, Saudaraku, dan Fadillah Aprinia serta seluruh anggota keluarga yang lain atas semua pengorbanan yang telah diberikan,
9. Seluruh teman-teman Jurusan Teknik Mesin Unsri terutama angkatan 2002 yang telah banyak memberikan bantuan baik moral dan spiritual selama ini, terus berjuang dan jangan pernah menyerah, dan
10. Seluruh teman-teman anggota Himukta (Himpunan Mahasiswa Unsri Kecamatan Tanjung Batu) yang telah banyak memberikan bantuan baik moral dan spiritual selama ini, terus berjuang dan jangan pernah menyerah.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam skripsi ini, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun dari semua pihak. Akhirnya penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya apabila terdapat kesalahan dan kekurangan dalam skripsi ini dan berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Amien.

Indralaya, November 2007

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR SIMBOL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Tujuan dan Manfaat	I-2
1.3 Pembatasan Masalah	I-2
1.4 Metode Penulisan	I-3
1.5 Sistematika Penulisan	I-4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pandangan Umum Tentang Sistem Turbin Gas	II-1
2.2 Klasifikasi Kompresor	II-2
2.3 Persamaan Energi yang Umum untuk Proses Aliran Tunak ...	II-9
2.4 Penerapan Persamaan Energi yang Umum untuk Proses Aliran Tunak	II-12
2.5 Termodinamika Siklus Sistem Turbin Gas	II-16
2.6 Proses <i>Washing</i> Kompresor Pada Sistem Turbin Gas	II-20
BAB III METODOLOGI DAN DATA HASIL PENELITIAN	
3.1 Konstruksi Kompresor Aksial GE GAS TURBINE MS 6001B.....	III-1
3.2 Data Operasional Kompresor	III-2



3.3 Mekanisme Kerja Alat.....	III-3
-------------------------------	-------

BAB IV PEMBAHASAN DAN ANALISA DATA

4.1 Perhitungan Kompresor Sebelum Proses <i>Washing</i>	IV-1
4.2 Perhitungan Kompresor Sesudah Proses <i>Washing</i>	IV-15
4.3 Pembahasan	IV-30

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	V-1
5.2 Saran	V-2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2. 1 Sistem turbin gas poros tunggal sederhana	II – 1
2. 2 Kompresor torak	II – 3
2. 3 <i>Sliding vane compressor</i>	II – 4
2. 4 <i>Two impeller blower</i>	II – 5
2. 5 Kompresor sentrifugal	II – 7
2. 6 Kompresor aksial	II – 9
2. 7 Sistem dan batas sistem	II – 10
2. 8 Diagram entalpi versus entropi sebuah kompresor	II – 16
2. 9 Diagram temperatur versus entropi pada sistem turbin gas	II – 20
3. 1 Skema sistem turbin gas poros tunggal sederhana	III – 5
4. 1 Grafik kerja aktual kompresor terhadap beban generator	IV – 31
4. 2 Grafik kerja isentropik kompresor terhadap beban generator	IV – 32
4. 3 Grafik efisiensi isentropik kompresor terhadap beban generator	IV – 34
4. 4 Grafik daya aktual kompresor terhadap beban generator	IV - 35

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3. 1 Data Kompresor sebelum proses <i>washing</i>	III – 2
3. 2 Data Kompresor sesudah proses <i>washing</i>	III - 2
4. 1 Perhitungan kompresor sebelum proses <i>washing</i>	IV – 19
4. 2 Perhitungan kompresor sesudah proses <i>washing</i>	IV – 19

DAFTAR SIMBOL

m_i	= massa fluida masuk sistem
m_e	= massa fluida keluar sistem
h	= entalpi
u	= energi-dalam persatuan massa
p	= tekanan
v	= volume spesifik
C	= kecepatan
z	= jarak dari garis datum
g	= percepatan gravitasi
Q	= perpindahan panas
W	= kerja mekanik
q	= perpindahan panas persatuan massa
w	= kerja mekanik persatuan massa
w	= kerja kompresor
h_{ii}	= eltalpi pada temperatur udara masuk kompresor
h_{ie}	= eltalpi pada temperatur udara keluar kompresor
c_p	= Kalor spesifik tekanan konstan
T_{ii}	= Temperatur udara masuk kompresor
T_{ie}	= Temperatur udara keluar kompresor
w_K	= kerja aktual kompresor
Δh_{iK}	= selisih eltalpi temperatur kompresor pada kerja aktual

$\frac{P_{te}}{P_{ti}}$ = rasio kompresi kompresor

P_{te} = tekanan keluar kompresor absolut

P_{ti} = tekanan masuk kompresor

P_{cd} = tekanan keluar kompresor

$P_{ambient}$ = tekanan udara atmosfer

ΔP_{inlet} = selisih tekanan pada filter

T_{ies} = temperatur udara isentropik yang keluar kompresor

w_{Ks} = kerja isentropik kompresor

h_{ies} = entalpi pada temperatur udara isentropik keluar kompresor

Δh_{iKs} = selisih entalpi temperatur kompresor pada kerja isentropik

η_K = efisiensi isentropik kompresor

N_K = daya aktual kompresor

\dot{m} = massa aliran udara rata-rata

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Konversi Satuan

Lampiran B. Sifat-sifat Gas Ideal

Lampiran C. Sifat-sifat Udara

Lampiran D. Gambar GE GAS TURBINE MS 6001B

Lampiran E. Gambar Kompresor Aksial GE GAS TURBINE MS 6001B

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Turbin gas adalah suatu penggerak mula dengan gas sebagai fluida kerjanya. Sebenarnya kompresor merupakan komponen dari suatu sistem turbin gas. Sistem turbin gas yang paling sederhana terdiri dari tiga komponen utama, yaitu kompresor, ruang bakar dan turbin.

Teknologi perkembangan kompresor dewasa ini berkembang dengan pesat. Hal ini disesuaikan dengan tingkat penggunaan kompresor dalam berbagai bidang yang beragam. Secara umum pengertian kompresor adalah suatu peralatan mekanik yang digunakan untuk menambah energi pada fluida gas atau udara, sehingga gas atau udara tersebut dapat mengalir dari suatu tempat ke tempat lain secara kontinu. Penambahan energi ini bisa terjadi disebabkan adanya energi mekanik menjadi energi gas, dengan sebagian kecil diubah dalam bentuk lain yang tidak berguna seperti panas yang hilang.

Kompresor adalah komponen mesin yang sangat penting pada suatu sistem turbin gas. Karena fungsi kompresor disini adalah sebagai penyuplai udara yang bertekanan tinggi yang dikompreskan pada kompresor. Jadi peran kompresor pada sistem turbin gas sangatlah penting karena dengan tidak optimalnya kinerja kompresor maka akan mengakibatkan pembakaran yang tidak sempurna pada ruang bakar yang secara otomatis energi yang



dihasilkan juga kecil. Salah satu bentuk usaha agar kinerja kompresor tetap optimal adalah dengan melakukan perawatan. Perawatan yang dapat dilakukan adalah perawatan yang bersifat pencegahan maupun perawatan yang bersifat perbaikan. Seperti halnya mesin-mesin lain, maka kompresor juga memerlukan perawatan agar dapat mencapai batas umur yang maksimum dan suatu kondisi operasi yang optimal. Salah satu bentuk perawatan tersebut adalah dengan metode yang disebut proses *washing*.

Pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas PT. Cogindo Daya Bersama unit Simpang Tiga Indralaya menggunakan kompresor aksial sebagai salah satu komponen mesin dari GE GAS TURBINE MS6001B. Kompresor yang digunakan merupakan kompresor aksial 17 tingkat dengan *inlet guide vanes* pada tingkat pertamanya.

1.2 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penulisan ini adalah untuk mengetahui kerja aktual, kerja isentropik, efisiensi isentropik, dan daya kompresor sebelum dan sesudah proses *washing* pada sistem turbin gas GE GAS TURBINE MS6001B beban bervariasi pada generator di Pembangkit Listrik Tenaga Gas PT. Cogindo Daya Bersama unit Simpang Tiga Indralaya.

1.3 Pembatasan Masalah

Dalam penulisan ini penulis hanya membatasi permasalahan pada kerja aktual, kerja isentropik, efisiensi isentropik, dan daya kompresor



sebelum dan sesudah proses *washing* pada sistem turbin gas GE GAS TURBINE MS6001B akibat pengaruh beban pada generator yang bervariasi.

1.4 Metode Penulisan

Metode yang digunakan dalam penulisan skripsi ini adalah:

1. Metode Observasi, yaitu dengan melihat langsung ke lokasi, khususnya mengenai kerja aktual, kerja isentropik, efisiensi isentropik, dan daya kompresor sebelum dan sesudah proses *washing* pada sistem turbin gas GE GAS TURBINE MS6001B akibat pengaruh beban pada generator yang bervariasi pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas PT. Cogindo Daya Bersama unit Simpang Tiga Indralaya.
 2. Metode pengumpulan data, yaitu dengan mengambil data-data yang diperlukan dalam perhitungan kerja aktual, kerja isentropik, efisiensi isentropik, dan daya kompresor sebelum dan sesudah proses *washing* langsung ke lapangan pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas PT. Cogindo Daya Bersama unit Simpang Tiga Indralaya.
 3. Studi Literatur, yaitu dengan menggunakan buku-buku literatur yang berkaitan dengan termodinamika, khususnya yang membahas mengenai kompresor sebagai teori dasar untuk melengkapi isi dari tugas akhir atau skripsi ini.
 4. Studi Analisa, yaitu dengan menganalisa data-data mengenai kompresor yang telah didapat dari Pembangkit Listrik Tenaga Gas PT. Cogindo Daya Bersama unit Simpang Tiga Indralaya dengan perhitungan eksak.
-



1.5 Sistematika Penulisan

Secara sistematis, penulisan ini terdiri atas lima bab, dimana tiap-tiap bab menjelaskan sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Dalam bab ini diuraikan Latar Belakang Penulisan, Tujuan dan Manfaat Penulisan, Pembatasan Masalah, Metode Penulisan, dan Sistematika Penulisan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Dalam bab ini terlebih dahulu dibahas mengenai penjelasan tentang kompresor, serta parameter-parameter yang diperlukan dalam perhitungan eksak dari kompresor.

BAB III Metodologi dan Data Hasil Penelitian

Dalam bab ini akan dijelaskan tentang data-data survey tentang kompresor yang diperlukan dalam proses perhitungan secara eksak dan mekanisme kerja kompresor aksial.

BAB IV Pembahasan dan Analisa Data

Dalam bab ini akan dijelaskan tentang perhitungan kerja aktual, kerja isentropik, efisiensi isentropik, dan daya kompresor sebelum dan sesudah proses *washing* pada sistem turbin gas GE GAS TURBINE MS6001B akibat pengaruh beban pada generator yang bervariasi.

BAB V Kesimpulan dan Saran



Dalam bab ini merupakan akhir dari penulisan skripsi yang berisikan kesimpulan berdasarkan hasil perhitungan dan analisa serta saran-saran yang dapat dilaksanakan terhadap kompresor sebagai penunjang suatu sistem turbin gas GE GAS TURBINE MS6001B.

DAFTAR PUSTAKA

1. Arismunandar, Wiranto, (2002), "*Pengantar Turbin Gas dan Motor Propulsi*", ITB, Bandung.
2. Arismunandar, Wiranto, (2004), "*Penggerak Mula Turbin*", ITB, Bandung.
3. Fritz Dietzel, Prof. Dipl. Ing, (1996), "*Turbin, Pompa dan Kompresor*", Erlangga, Jakarta.
4. Ganesan, V, (2003), "*Gas Turbines*", McGraw-Hill, New Delhi.
5. Operation Maintenance and Part Manual GE GAS TURBINE MS6001B.
6. Syarifudin Ismail, Prof. Dr. Ir, (1999), "*Alat Industri kimia*", Universitas Sriwijaya.