

SKRIPSI

**ANALISA PERBANDINGAN KINERJA TURBIN
GAS SEBELUM DAN SESUDAH OVERHAUL
DENGAN VARIASI BEBAN PADA TURBIN
GAS TIPE M701F3**



Oleh :

Ernest Boas Tampubolon
NPM. 21036010056

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
2026**

**LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI**

**ANALISA PERBANDINGAN KINERJA TURBIN GAS SEBELUM DAN
SESUDAH OVERHAUL DENGAN VARIASI BEBAN
PADA TURBIN GAS TIPE M701F3**

Skrripsi ini diajukan untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan Studi Strata Satu dan
Memperoleh Gelar Sarjana di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Sains,
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Oleh :

Nama : Ernest Boas Tampubolon
NPM : 21036010056
Konsentrasi : Konversi Energi

Telah diuji dalam Ujian Komprehensif Skripsi
Pada Hari Kamis/ 29 Januari 2026
Telah disahkan oleh:

Dosen Penguji 1

Dr. T.Ir. Luluk Edahwati, MT.
NIP. 19640611 199203 2 001

Dosen Pembimbing

Radissa Dzaky Issafira, S.T., M.Sc.
NIP. 19940428 202203 2 011

Dosen Penguji 2

Wiliandi Saputro, S.T., M.Eng.
NIP. 199407262024061002

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Teknik Mesin

Dr. T.Ir. Luluk Edahwati, M.T.
NIP. 196406111992032001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik & Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur



Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.
NIP. 196504031991032001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Jalan Raya Rungkut Madya, Gunung Anyar, Surabaya 60294 Telp. 031-8782179
Email: teknikmesin@upnjatim.ac.id , Laman : http://tekmesin.upnjatim.ac.id/

KETERANGAN BEBAS REVISI

Mahasiswa di bawah ini:

Nama : Ernest Boas Tampubolon
NPM : 21036010056
Program Studi : Teknik Mesin
Tanggal Sidang Seminar Hasil : 29 Januari 2026

Telah mengerjakan revisi / ~~tidak ada revisi~~ *) **PRA-RENCANA (DESAIN) / SEMINAR PROPOSAL / SKRIPSI / TUGAS AKHIR** Ujian Lisan Periode I, TA. 2025/2026.

Dengan judul : **ANALISA PERBANDINGAN KINERJA TURBIN GAS SEBELUM DAN SESUDAH OVERHAUL DENGAN VARIASI BEBAN PADA TURBIN GAS TIPE M701F3**

Dosen Penguji yang memerintahkan revisi:

Dosen Penguji 1

Dr. T. Ir. Luluk Edahwati, MT.
NIP. 19640611 199203 2 001

Dosen Penguji 2

Wiliandi Saputro, S.T., M.Eng.
NIP. 199407262024061002

Surabaya, 5 Februari 2026

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

Radissa Dzaky Issafira, S.T., M.Sc.
NIP. 19940428 202203 2 011

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ernest Boas Tampubolon
NPM : 21036010056
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Fakultas Teknik & Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 23 Februari 2026

Yang membuat pernyataan,



Ernest Boas Tampubolon
NPM. 21036010056

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penyusun panjatkan kehadirat Tuhan yang Maha Esa, karena berkat rahmat serta karunia-Nya penyusun dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "Analisa Perbandingan Kinerja Turbin Gas Sebelum dan Sesudah *Overhaul* dengan Variasi Beban pada Turbin Gas Tipe M701F3 ". Oleh karena itu, skripsi ini tidak dapat disusun dengan baik tanpa bantuan jasa baik sarana, prasarana, kritik, dan saran. Sehingga, tidak lupa penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.
2. Dr. Ir. Luluk Edahwati, M.T selaku Koordinator Program Studi Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.
3. Ibu Radissa Dzaky Issafira, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, ilmu, motivasi, serta koreksi dalam penulisan skripsi ini.
4. Ibu Dr. Ir. Luluk Edahwati, M.T dan Bapak Wiliandi Saputro, S.T., M.Eng. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan ilmu, saran dan koreksi dalam proses penelitian ini.
5. Pak Yayang Rusdiana, selaku *Assistant Manager* Blok II PT. PLN Nusantara Power UP Muara Karang Jakarta Utara yang telah memberikan banyak arahan, bimbingan, serta pengetahuan kepada penulis.
6. Yang tercinta orangtua dan keluarga penyusun yang selalu senantiasa mendoakan, dan memberikan dukungan moril maupun materil.
7. Dan seluruh pihak yang tidak bisa penyusun sebutkan satu persatu, yang selalu memberikan kontribusi kepada penyusun selama melaksanakan penelitian ini.

Penyusun menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak sekali kekurangan. Oleh karena itu, penyusun mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan bagi pembaca dan juga khususnya bagi penyusun sendiri. Akhir kata penyusun ucapkan banyak terima kasih.

Surabaya, 21 Januari 2026


Ernest Boas Tampubolon
NPM. 21036010056

ABSTRAK

Seiring bertambahnya waktu operasional, turbin gas mengalami penurunan kinerja yang disebabkan oleh keausan komponen, kontaminasi, serta penumpukan deposit pada bilah turbin. Kondisi ini berdampak pada penurunan efisiensi dan peningkatan konsumsi bahan bakar. Untuk menjaga kinerja turbin gas agar tetap mendekati kondisi desain, diperlukan pemeliharaan berkala, salah satunya melalui kegiatan *overhaul*. Meskipun *overhaul* secara umum bertujuan untuk memulihkan kinerja turbin gas, evaluasi kuantitatif terhadap efektivitas *overhaul* dengan mempertimbangkan variasi beban operasional masih relatif terbatas. Oleh karena itu, diperlukan analisis komparatif yang mampu menunjukkan perubahan kinerja turbin gas sebelum dan sesudah *overhaul* pada berbagai kondisi beban. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan kinerja turbin gas sebelum dan sesudah *overhaul* berdasarkan parameter *air fuel ratio*, *specific fuel consumption*, *heat rate*, dan efisiensi termal pada tiga variasi beban operasi. Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif komparatif dengan memanfaatkan data operasi turbin gas sebelum dan sesudah pelaksanaan *overhaul*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai AFR mengalami perbaikan yang konsisten setelah *overhaul* pada seluruh variasi beban, dengan kondisi paling mendekati rasio stoikiometri terjadi pada beban 235 MW, yaitu sebesar 14,79. Nilai SFC dan *heat rate* menunjukkan penurunan pada seluruh variasi beban setelah *overhaul*, dengan nilai terbaik masing-masing sebesar 0,167 kg/kWh dan 7.917,83 kJ/kWh pada beban 235 MW. Sejalan dengan hal tersebut, efisiensi termal turbin gas mengalami peningkatan, dengan nilai tertinggi sebesar 45,47% pada beban yang sama. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kegiatan *overhaul* berperan penting dalam memulihkan kinerja turbin gas mendekati kondisi desain awal serta meningkatkan efektivitas konversi energi panas menjadi energi listrik. Selain itu, peningkatan beban operasi cenderung diikuti oleh perbaikan kinerja turbin gas hingga mencapai kondisi operasi yang lebih optimal.

Kata kunci: *efisiensi termal; heat rate; overhaul; specific fuel consumption; turbin gas*

ABSTRACT

Over long-term operation, gas turbines experience performance degradation due to component wear, fouling, and deposit accumulation on turbine blades. To restore performance and maintain operational reliability, periodic maintenance such as overhauls is required. However, quantitative studies evaluating the effectiveness of overhauls while considering variations in operational load remain limited. This study employs a comparative quantitative method to evaluate gas turbine performance before and after overhaul based on air–fuel ratio, specific fuel consumption, heat rate, and thermal efficiency under three different load conditions. The results indicate a clear improvement in AFR across all load variations after overhaul, with the closest approach to stoichiometric conditions occurring at a load of 235 MW, where the AFR reached 14.79. Specific fuel consumption consistently decreased after overhaul, achieving its lowest value of 0.167 kg/kWh at 235 MW. Similarly, the heat rate showed a consistent reduction following overhaul, with the minimum value of 7,917.83 kJ/kWh recorded at the highest load. In line with these improvements, thermal efficiency increased across all operating loads after overhaul, reaching a maximum value of 45.47% at 235 MW. These findings demonstrate that overhaul activities effectively restore gas turbine performance toward its original design condition and enhance the efficiency of thermal-to-electrical energy conversion. Furthermore, the results indicate that increasing operational load tends to be associated with improved gas turbine performance up to an optimal operating point.

Keywords: *gas turbine; heat rate; overhaul; specific fuel consumption; thermal efficiency*

DAFTAR ISI

COVER

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	i
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	ii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Efisiensi Termal Turbin Gas	6
2.2 <i>Heat Rate</i> Turbin Gas	7
2.3 <i>Air Fuel Ratio</i> Turbin Gas	7
2.4 <i>Specific Fuel Consumption</i> Turbin Gas	8
2.5 Turbin Gas	10
2.6 Siklus Terbuka	11
2.7 Turbin Gas Berporos Tunggal	12
2.8 Turbin Aksial	12
2.9 Natural Gas	13
2.10 Elemen Utama Turbin Gas	13
2.10.1 <i>Air Inlet Section</i>	14
2.10.2 <i>Compressor Section</i>	14
2.10.3 <i>Combustion Section</i>	15
2.10.4 <i>Turbine Section</i>	16
2.10.5 <i>Exhaust Section</i>	16
2.11 Perawatan Turbin Gas	17
2.12 Landasan Teori	18

2.12.1 Siklus Brayton	18
2.12.2 Efisiensi Termal Turbin Gas	21
2.12.3 <i>Heat Rate</i>	22
2.12.4 <i>Air Fuel Ratio</i>	22
2.12.5 <i>Specific fuel consumption</i>	23
2.13 Hipotesis.....	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	41
3.1 Metode Penelitian	41
3.2 Diagram Alir.....	41
3.3 Waktu dan Lokasi Penelitian	42
3.4 Variabel Penelitian	42
3.4.1 Variabel Bebas.....	42
3.4.2 Variabel Terikat.....	42
3.4.3 Variabel Terkontrol	42
3.5 Metode Pengambilan Data.....	43
3.6 Skema Pengambilan Data Turbin Gas.....	43
3.7 Metode Pengolahan Data.....	44
3.8 Objek dan Bahan Penelitian.....	47
3.8.1 Mitsubishi M701F3	47
3.8.2 Komposisi Bahan Bakar.....	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	49
4.1 Pengaruh <i>Overhaul</i> dan Variasi Beban terhadap <i>Air Fuel Ratio</i>	49
4.3 Pengaruh <i>Overhaul</i> dan Variasi Beban terhadap <i>Specific fuel consumption</i>	50
4.3 Pengaruh <i>Overhaul</i> dan Variasi Beban terhadap <i>Heat rate</i>	52
4.4 Pengaruh <i>Overhaul</i> dan Variasi Beban terhadap Efisiensi Thermal	54
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	56
5.1 Kesimpulan.....	56
5.2 Saran	57
DAFTAR PUSTAKA.....	58
LAMPIRAN	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Grafik Perbandingan Efisiensi Termal Sebelum dan Sesudah <i>Overhaul</i>	6
Gambar 2. 2 Grafik Perbandingan Thermal Efficiency Terhadap Beban Sebelum dan Sesudah <i>Overhaul</i>	6
Gambar 2. 3 Grafik Perbandingan <i>Heat rate</i> sebelum dan sesudah <i>overhaul</i>	7
Gambar 2. 4 Perbandingan AFR Sebelum dan Sesudah <i>Overhaul</i>	8
Gambar 2. 5 Grafik Perbandingan <i>Air fuel ratio</i>	8
Gambar 2. 6 Grafik Perbandingan SFC Sebelum dan Setelah <i>Overhaul</i>	9
Gambar 2. 7 Perbandingan SFC Sebelum dan Sesudah <i>Overhaul</i>	9
Gambar 2. 8 Turbin Aksi dan Reaksi	10
Gambar 2. 9 Turbin Gas	11
Gambar 2. 10 Turbin Gas dengan Siklus Terbuka	11
Gambar 2. 11 Siemens SGT-200 yaitu <i>Single Shaft</i> Turbin.....	12
Gambar 2. 12 Turbin Gas Axial	12
Gambar 2. 13 Komponen Utama Turbin Gas.....	13
Gambar 2. 14 Air Inlet.....	14
Gambar 2. 15 <i>Axial- Flow Compressor</i>	15
Gambar 2. 16 Ruang Bakar (<i>Combustor Section</i>)	16
Gambar 2. 17 <i>Radial-inflow Turbine</i>	16
Gambar 2. 18 <i>Exhaust Frame</i>	17
Gambar 2. 19 Diagram T-s dan P-V Siklus Brayton Ideal	19
Gambar 2. 20 Grafik AFR	23
Gambar 3. 1 Diagram Alir	41
Gambar 3. 2 Skema Pengambilan Data	43
Gambar 3. 3 Blok Diagram Turbin Gas.....	44
Gambar 3. 4 PLTGU GT 2.1 PT PLN NP UP Muara Karang.....	47
Gambar 4. 1 Grafik Hubungan <i>Overhaul</i> dan Variasi Beban terhadap <i>Air fuel ratio</i>	49
Gambar 4. 2 Grafik Hubungan <i>Overhaul</i> dan Variasi Beban terhadap <i>Spesific fuel consumption</i>	51
Gambar 4. 3 Grafik Hubungan <i>Overhaul</i> dan Variasi Beban terhadap <i>Heat rate</i>	52
Gambar 4. 4 Grafik Hubungan <i>Overhaul</i> dengan Variasi Beban terhadap Efisiensi Thermal	54

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Tabel Pengambilan Data.....	43
Tabel 3. 2 Spesifikasi Gas Turbin.....	47
Tabel 3. 3 Nilai <i>Molecul Weight</i> pada Komposisi Bahan Bakar	48
Tabel 3. 4 Nilai Cp Standar pada Komponen Bahan Bakar	48