

SKRIPSI

**ANALISIS PENGARUH VARIASI BEBAN
TURBIN GAS TERHADAP EFISIENSI
HEAT RECOVERY STEAM GENERATOR
PADA PLTGU**



Oleh :
Abel Zonta Indo Damanik
NPM.21036010080

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

SKRIPSI
ANALISIS PENGARUH VARIASI BEBAN
TURBIN GAS TERHADAP EFISIENSI
HEAT RECOVERY STEAM GENERATOR
PADA PLTGU



Oleh :
Abel Zonta Indo Damanik
NPM.21036010080

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

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

ANALISIS PENGARUH VARIASI BEBAN TURBIN GAS TERHADAP EFISIENSI *HEAT RECOVERY STEAM GENERATOR* PADA PLTGU

Skripsi 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 : Abel Zonta Indo Damanik

NPM : 21036010080

Konsentrasi : Konversi Energi

Telah diuji dalam Ujian Komprehensif Skripsi

Pada Hari Senin, 25 Mei 2026

Telah disahkan oleh:

Dosen Penguji 1

Dosen Pembimbing


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

NIP. 199407262024061002

Dosen Penguji 2


Radissa Dzaky Issafira, S.T., M.Sc.

NIP. 19940428 202203 2 011


Ahmad Khairul Faizin, S.T., M.Sc.

NIP. 199301202024061001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi
Teknik Mesin



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

NIP. 196406111992032001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik dan 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:

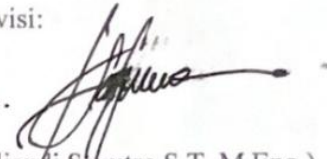
Nama : Abel Zonta Indo Damanik
NPM : 21036010080
Program Studi : Teknik Mesin
Tanggal Sidang SemHas : 25 Mei 2026

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


Dengan judul : ANALISIS PENGARUH VARIASI BEBAN TURBIN GAS TERHADAP EFISIENSI
HEAT RECOVERY STEAM GENERATOR PADA PLTGU

Dosen Penguji yang memerintahkan revisi:

1. Dosen Penguji I : 9 Juni 2026.


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

2. Dosen Penguji II


(Ahmad Khairul Faizin, S.T, M.Sc.)
NIP. 199301202024061001

Surabaya, 11 Juni 2026

Menyetujui,

Dosen Pembimbing


Radissa Dzaky Issafira, S.T., M.Sc.

NIP. 199404282022032011

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Abel Zonta Indo Damanik
NPM : 21036010080
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, 17 Mei 2026

Yang Membuat pernyataan



Abel Zonta Indo Damanik
NPM. 21036010080

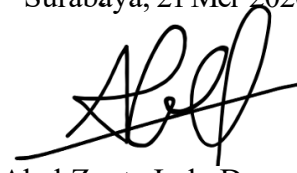
KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penyusun panjatkan kehadiran Tuhan yang Maha Esa, karena berkat rahmat serta karunia-Nya penyusun dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Analisis Pengaruh Variasi Beban Turbin Gas Terhadap Efisiensi *Heat recovery steam generator* Pada PLTGU”. 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, motivasi, serta koreksi dalam penulisan skripsi ini.
4. Bapak Wiliandi Saputro, S.T., M.Eng dan Bapak Ahmad Khairul Faizin, S.T., M.Sc. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan ilmu, saran dan koreksi dalam proses penelitian ini.
5. Pak Yayasan 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

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 Mei 2026

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, overlapping letters that appear to be 'A', 'Z', 'I', 'D', and 'A'.

Abel Zonta Indo Damanik
NPM.21036010080

ABSTRAK

Heat recovery steam generator (HRSG) merupakan komponen PLTGU yang berperan memanfaatkan gas buang turbin gas untuk menghasilkan uap panas sebagai fluida kerja. Efisiensi HRSG dipengaruhi oleh variasi beban turbin gas, namun operasi jangka panjang menyebabkan penurunan efisiensi sehingga perlu dilakukan *overhaul* untuk memulihkan HRSG ke kondisi desain. Meskipun penelitian terdahulu telah membahas tentang efisiensi HRSG, tapi analisis komprehensif mengenai pengaruh variasi beban turbin gas terhadap efisiensi HRSG dengan kondisi sebelum dan sesudah *overhaul* masih terbatas, Sehingga penelitian ini dilakukan untuk menambah pemahaman tentang pengaruh kedua faktor tersebut terhadap efisiensi HRSG. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efisiensi termal HRSG, efisiensi sistem *High Pressure*, efisiensi sistem *Low Pressure*, serta nilai konduktansi termal pada tiga variasi beban turbin gas. Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif komparatif dengan menggunakan data sebelum dan sesudah pelaksanaan *overhaul*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi HRSG meningkat seiring bertambahnya beban pada kedua kondisi operasi, dari 78,46% (130 MW) hingga 80,67% (230 MW) sebelum *overhaul*, dan 79,70% hingga 80,98% sesudah *overhaul*, dengan selisih peningkatan semakin mengecil pada beban tinggi akibat dominasi *fouling resistance* pada beban rendah. Efisiensi sistem HP menunjukkan peningkatan lebih besar pasca *overhaul* dengan selisih tertinggi 2,48% pada beban 130 MW, sementara sistem LP menunjukkan peningkatan lebih kecil dan tidak konsisten berkisar 0,11% - 0,27% akibat *thermal shielding* dari sistem HP. Nilai UA HP meningkat dari 1.855,0 W/°K menjadi 2.471,5 W/°K sebelum *overhaul*, dan dari 1.894,9 W/°K menjadi 2.537,1 W/°K sesudah *overhaul*. Koefisien korelasi beban terhadap efisiensi HRSG sebesar 0,960 sebelum *overhaul* dan 0,947 sesudah *overhaul*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *overhaul* secara efektif memulihkan kemampuan perpindahan panas HRSG dan menunjukkan bahwa peningkatan beban turbin gas berbanding lurus dengan peningkatan efisiensi HRSG hingga mendekati kondisi desain awal.

Kata Kunci : Efisiensi HRSG, Variasi Beban Turbin Gas, Overhaul, High Pressure, Low Pressure,

ABSTRACT

The heat recovery steam generator (HRSG) is a key component of a combined-cycle power plant, functioning to utilize the exhaust gas from the gas turbine to produce steam as the working fluid. HRSG efficiency is influenced by variations in gas turbine load; however, long-term operation leads to efficiency degradation, necessitating an overhaul to restore the HRSG to its design condition. Although previous studies have addressed HRSG efficiency, comprehensive analyses of the effects of gas turbine load variations on HRSG efficiency under pre- and post-overhaul conditions remain limited. Therefore, this study aims to enhance understanding of the influence of these two factors on HRSG performance. The objectives are to analyze the HRSG thermal efficiency, the high-pressure (HP) system efficiency, the low-pressure (LP) system efficiency, and the Thermal conductance at three gas turbine load variations. A comparative quantitative method was employed using data collected before and after the overhaul. The results indicate that HRSG efficiency increases with rising turbine load under both operating conditions, from 78.46% (130 MW) to 80.67% (230 MW) before overhaul, and from 79.70% to 80.98% after overhaul, with diminishing increments at higher loads due to the dominance of fouling resistance at low loads. The HP system efficiency exhibits a greater increase post-overhaul, with the highest difference of 2.48% at 130 MW, whereas the LP system shows a smaller and inconsistent increase ranging from 0.11% to 0.27% due to thermal shielding effects from the HP system. The UA value of the HP system increased from 1,855.0 W/°K to 2,471.5 W/°K before overhaul, and from 1,894.9 W/°K to 2,537.1 W/°K after overhaul. The correlation coefficient between load and HRSG efficiency was 0.960 before overhaul and 0.947 after overhaul. These findings demonstrate that overhaul effectively restores the heat transfer capacity of the HRSG and confirm that increasing gas turbine load is directly proportional to HRSG efficiency, approaching the original design condition.

Keywords: *HRSG efficiency, Gas Turbine Load Variation, Overhaul, High Pressure, Low Pressure*

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
KETERANGAN BEBAS REVISI.....	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Manfaat Penelitian	4
1.5. Batasan Masalah	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Efisiensi <i>Heat recovery steam generator</i>	6
2.2 Temperatur <i>Log Mean Temperature Difference Heat recovery steam generator</i>	8
2.3 Efisiensi <i>High Pressure</i> dan <i>Low Pressure</i>	9
2.4 Definisi dan Prinsip Kerja Siklus Kombinasi PLTGU	11
2.5 <i>Heat recovery steam generator</i>	14
2.5.1. Definisi HRSG	14

2.5.2. Prinsip Kerja HRSG.....	14
2.5.3. Komponen Penyusun HRSG	15
2.5.4. Klasifikasi HRSG	19
2.6 Perawatan <i>Heat Recovery Steam Generator</i>	23
2.7 Landasan Teori.....	24
2.7.1. <i>Log Mean Different Temperature</i>	24
2.7.2. Analisis Distribusi Energi Pada HRSG.....	25
2.7.3. Efisiensi HRSG.....	28
2.7.4. <i>Efisiensi High Pressure</i>	29
2.7.5. <i>Efisiensi Low Pressure</i>	29
2.7.6. Analisis Data.....	30
2.8 Hipotesis	31
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	33
3.1 Metode Penelitian	33
3.2 Diagram Alir	33
3.3 Lokasi Penelitian.....	34
3.4 Variabel Penelitian	34
3.4.1. Variabel Bebas	34
3.4.2. Variabel Terikat	34
3.5 Metode Pengambilan Data.....	34
3.6 Skema Pengambilan Data <i>Heat recovery steam generator</i>	38
3.7 Metode Pengolahan Data	39
3.8 Alat dan Bahan Penelitian.....	41
3.8.1. Alat.....	41
3.8.2. Bahan	44

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	46
4.1 Pengaruh Variasi Beban dan <i>Overhaul</i> terhadap Efisiensi <i>Heat recovery steam generator</i>	46
4.2 Pengaruh Variasi Beban dan <i>Overhaul</i> terhadap Efisiensi <i>High Pressure HRSG</i>	49
4.3 Pengaruh Variasi Beban dan <i>Overhaul</i> terhadap Efisiensi <i>Low Pressure HRSG</i>	52
4.4 Pengaruh Variasi Beban dan <i>Overhaul</i> terhadap Konduktansi Termal (UA)	54
4.5 Koefisien korelasi variasi beban terhadap efisiensi <i>heat recovery steam generator</i>	57
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	58
5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN.....	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Grafik Hubungan Efisiensi HRSG terhadap Beban	6
Gambar 2. 2 Grafik hubungan efisiensi terhadap beban pada HRSG 1.....	7
Gambar 2. 3 Prosentase Penurunan Temperatur Log Mean Temperature Difference Komponen HRSG	8
Gambar 2. 4 Pengaruh Variasi Beban Turbin Gas terhadap Efisiensi pada Sistem HP HRSG	9
Gambar 2. 5 Pengaruh Variasi Beban Turbin Gas terhadap Efisiensi pada Sistem LP HRSG	10
Gambar 2. 6 Skema Siklus Brayton Terbuka	11
Gambar 2. 7 (a) Diagram p-v (b) Diagram T-s.....	12
Gambar 2. 8 Skema Siklus Rankine Sederhana	12
Gambar 2. 9 Diagram T-s Siklus Rankine Sederhana	13
Gambar 2. 10 Skema Siklus Kombinasi PLTGU	13
Gambar 2. 11 Komponen Utama HRSG	16
Gambar 2. 12 (a) low pressure feed pump (b) high pressure feed pump	17
Gambar 2. 13 Blowdown Tank	18
Gambar 2. 14 Desuperheater.....	18
Gambar 2. 15 Steam Drum	19
Gambar 2. 16 HRSG Tipe Aliran Gas Buang Vertikal.....	20
Gambar 2. 17 Sirkulasi Natural.....	21
Gambar 2. 18 HRSG Dua Tingkat Tekanan.....	22
Gambar 2. 19 HRSG Unfired.....	23
Gambar 3. 1 Diagram Alir.....	33
Gambar 3. 2 Skema Pengambilan Data.....	38
Gambar 3. 3 <i>Heat recovery steam generator</i> PT. PLN NP UP Muara Karang	41
Gambar 3. 4 Termokapel Tipe S.....	43
Gambar 3. 5 Pressure Gauge Yokogawa EJA430	43
Gambar 4. 1 Grafik Hubungan Antara Variasi Beban dan Overhaul terhadap Efisiensi <i>Heat recovery steam generator</i>	46

Gambar 4. 2 Grafik Hubungan Antara Variasi Beban dan Overhaul terhadap Efisiensi High Pressure	50
Gambar 4. 3 Grafik Hubungan Antara Variasi Beban dan Overhaul terhadap Efisiensi Low Pressure	52
Gambar 4. 4 Grafik Hubungan Antara Variasi Beban dan Overhaul terhadap Konduktansi termal	55

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Interval Koefisien Korelasi	31
Tabel 3. 1 Tabel Pengambilan Data Sebelum Overhaul.....	35
Tabel 3. 2 Tabel Pengambilan Data Sesudah Overhaul	36
Tabel 3. 3 Spesifikasi <i>Heat recovery steam generator</i> PT. PLN NP UP Muara Karang.....	41
Tabel 3. 4 Komposisi Natural Gas	44
Tabel 3. 5 Komposisi Feed Water	45