

**ANALISA OPERASIONAL PEMBANGKIT LISTRIK GUNA
MENINGKATKAN EFISIENSI MENGGUNAKAN METODE
ENERGY VALUE STREAM MAPPING (EVSM) DAN *FAILURE
MODE AND EFFECTS ANALYSIS (FMEA)* PADA UNIT
PLTGU DI PT PLN NUSANTARA POWER UP GRESIK**

SKRIPSI



Diajukan Oleh :

SITI ARIFAH NURAINI

21032010113

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"

JAWA TIMUR

2025

ANALISA OPERASIONAL PEMBANGKIT LISTRIK GUNA

MENINGKATKAN EFISIENSI MENGGUNAKAN METODE

ENERGY VALUE STREAM MAPPING (EVSM) DAN FAILURE

MODE AND EFFECTS ANALYSIS (FMEA) PADA UNIT

PLTGU DI PT PLN NUSANTARA POWER UP GRESIK

SKRIPSI



Diajukan Oleh :

SITI ARIFAH NURAINI

21032010113

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"

JAWA TIMUR

2025

SKRIPSI

**ANALISA OPERASIONAL PEMBANGKIT LISTRIK GUNA
MENINGKATKAN EFISIENSI MENGGUNAKAN METODE *ENERGY
VALUE STREAM MAPPING (EVSM)* DAN *FAILURE MODE AND
EFFECTS ANALYSIS (FMEA)* PADA UNIT PLTGU DI PT PLN
NUSANTARA POWER UP GRESIK**

Disusun Oleh:

SITI ARIFAH NURAINI

21032010113

**Telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Skripsi dan diterima oleh
Publikasi Jurnal Akreditasi Sinta 1-3**

**Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur Surabaya
Pada Tanggal : 11 Juni 2025**

Tim Penguji :

1.

**Ir. Rusindivanto, M.T.
NIP. 196502251992031001**

Pembimbing :

1.

**Ir. Joumil Aidil S.Z.S., M.T.
NIP. 196203181993031001**

Tim Penguji :

2.

**Rizqi Novita Sari, S.ST., M.T.
NPT. 21219921121289**

Pembimbing :

2.

**Yekti Condro Winursito, ST., M.Sc.
NPT. 21119920813288**

**Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Surabaya**



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



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

Jl. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp. (031) 8706369 (Hunting). Fax. (031) 8706372 Surabaya 60294



KETERANGAN REVISI

Mahasiswa di bawah ini:

Nama : Siti Arifah Nuraini

NPM : 21032010113

Program Studi : ~~Teknik Kimia~~ / Teknik Industri / ~~Teknologi Pangan~~ /
~~Teknik Lingkungan~~ / ~~Teknik Sipil~~

Telah telah mengerjakan revisi / ~~tidak ada revisi~~ *) ~~PRA RENCANA (DESAIN)~~ /
~~SKRIPSI / TUGAS AKHIR~~ Ujian Lisan Periode Juni, TA 2024/2025.

Dengan judul : **ANALISA OPERASIONAL PEMBANGKIT LISTRIK GUNA
MENINGKATKAN EFISIENSI MENGGUNAKAN METODE
ENERGY VALUE STREAM MAPPING (EVSM) DAN FAILURE
MODE AND EFFECTS ANALYSIS (FMEA) PADA UNIT
PLTGU DI PT PLN NUSANTARA POWER UP GRESIK**

Dosen yang memerintahkan revisi

1. Ir. Joumil Aidil S.Z.S., M.T.
2. Ir. Rusindiyanto, M.T.
3. Rizqi Novita Sari, S.ST., M.T.

()
()
()

Surabaya, 11 Juni 2025

Menyetujui,

Dosen Pembimbing



Ir. Joumil Aidil S.Z.S., M.T.

NIP. 196203181993031001

Catatan: *) coret yang tidak perlu



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

Jl. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Surabaya. Telp (031) 8706369. Fax (031) 8706372 Surabaya 60294



SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Siti Arifah Nuraini
NPM : 21032010113
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Teknik Industri
Fakultas : Teknik dan 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, 10 Juni 2025

Yang Membuat Pernyataan



Siti Arifah Nuraini
NPM. 21032010113

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT atas berkah dan rahmatNya, sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir dengan sebaik-baiknya. Laporan ini dibuat sebagai syarat kelulusan program pendidikan jenjang S-1 di Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Selain itu, laporan ini dibuat sebagai salah satu wujud implementasi dari ilmu yang didapatkan selama masa perkuliahan berlangsung.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir, diantaranya:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, M.MT., IPU. selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Prof. Dr. Dra Jariyah, M.P., IPU. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Bapak Ir. Rusindiyanto, M.T. selaku Koordinator Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
4. Bapak Ir. Joumil Aidil Saifuddin Z.S., M.T. dan Bapak Yekti Condro Winursito, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing dari Program Studi S-1 Teknik Industri Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur yang telah membimbing saya dalam hal penyusunan tugas akhir.
5. Keluarga, Alm. Bapak Swasono, Ibu Eny Marini, Kakak Sony Sugeng, Kakak Nur Fitriyah, serta Kakak Prang Bintang yang senantiasa memberikan cinta dan kasih saying, doa, nasihat, serta dukungan yang luar biasa baik berupa materi maupun *support system* hingga tugas akhir ini

dapat terselesaikan dengan baik.

6. Bapak Ady Trisaksono selaku *Senior Engineer* PLTGU (spesialis kinerja operasi) yang bersedia membantu dan memberikan kesempatan kepada saya untuk menyelesaikan tugas akhir di PT PLN Nusantara Power UP Gresik.
7. Ibu Suci selaku PIC mahasiswa PKL yang telah bersedia menerima saya untuk melaksanakan penelitian tugas akhir di PT PLN Nusantara Power UP Gresik, memberikan dukungan serta motivasi kepada saya untuk menyelesaikan apa yang sudah saya mulai dengan baik.
8. Bapak Ageng selaku *Assistant Engineer System Owner* dan Bapak Taufik Ardiansyah selaku *Assistant Analyst* Rendal (Perencanaan dan Pengendalian Operasi) yang telah bersedia menjadi mentor dan pembimbing lapangan untuk memberikan pengajaran dan arahan selama penelitian tugas akhir di PT PLN Nusantara Power UP Gresik.
9. Avril Virga, Layin Fuadah, Erliansa Fatmawati, Marsya Laila, Ruro Wiranti, Difa, Yani, Meli, Fina, Nora, Nuriska, teman-teman receh dan kampung yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang telah kebersamai proses dan memberikan dukungan mulai dari mahasiswa baru hingga menjadi mahasiswa akhir dan menyelesaikan tugas akhir terselesaikan.
10. NPM 21032010243 yang telah kebersamai selama penelitian tugas akhir berlangsung. Terimakasih telah menjadi sahabat, dosen pembimbing 3, dan menjadi pendengar serta penasihat dikala penulis membutuhkan arahan dan motivasi. Terimakasih atas semua dukungan yang telah diberikan mulai dari teman dalam satu kepanitiaan hingga menjadi *partner* magang.
11. Dzakwan, Rachmad, Sulthan, dan teman-teman PKL di UP Gresik yang

telah membantu dan menemani penulis selama kegiatan PKL dan penelitian tugas akhir berlangsung.

12. Rekan-rekan Sincere Teknik Industri Angkatan 21 seperjuangan yang telah memberikan warna selama masa perkuliahan.
13. Penulis yang selalu berusaha, dan tidak menyerah dalam proses panjang ini. Saya sangat bersyukur atas perjuangan dan kesabaran selama proses penyusunan tugas akhir ini. Saya bangga atas apa yang telah saya lakukan dan berharap semoga saya dapat terus berkembang dimanapun berada.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih jauh dari apa yang diharapkan. Oleh karena itu, penulis berharap adanya kritik dan saran yang sifatnya membangun dari semua pihak demi kesempurnaan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang telah memberikan bantuan kepada penulis.

Surabaya, 06 Juni 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
ABSTRAK.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Asumsi-Asumsi	5
1.5 Tujuan Penelitian	5
1.6 Manfaat Penelitian	6
1.7 Sistematika Penulisan	6
BAB II.....	8
TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Proses Operasional	8
2.2 Karakteristik Manajemen Operasional.....	9
2.3 PLTGU (Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap).....	10
2.4 Komponen PLTGU (Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap)	12

2.4.1	Turbin Gas.....	12
2.4.2	HRSG (<i>Heat Recovery Steam Generator</i>).....	14
2.4.3	<i>Steam Turbine</i> (Turbin Uap)	15
2.5	Daya Mampu dan Efisiensi	15
2.6	<i>Value Stream Mapping</i> (VSM)	20
2.7	<i>Energy Value Stream Mapping</i> (EVSM).....	24
2.8	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA).....	26
2.8.1	Menentukan <i>Severity</i> , <i>Occurrence</i> , dan <i>Detection</i>	29
2.8.2	<i>Risk Priority Number</i> (RPN)	31
2.8.3	<i>Tools</i> dalam FMEA	33
2.9	Laju Kerusakan	37
2.10	Penelitian Terdahulu	38
BAB III		42
METODE PENELITIAN		42
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	42
3.2	Identifikasi dan Definisi Operasional Variabel	42
3.2.1	Variabel Terikat.....	42
3.2.2	Variabel Bebas	43
3.3	Teknik Pengumpulan Data.....	43
3.3.1	Data Primer.....	43
3.3.2	Data Sekunder	44
3.4	Langkah-langkah Pemecahan Masalah.....	44
3.5	Teknik Analisis Data (Model Analisis).....	50
3.5.1	<i>Energy Value Stream Mapping</i> (EVSM).....	50
3.5.2	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>	50

BAB IV	52
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	52
4.1 Deskripsi PT PLN Nusantara Power UP Gresik.....	52
4.1.1 Gambaran Umum Perusahaan	52
4.1.2 Proses Bisnis Perusahaan	53
4.1.3 Proses Operasional PT PLN UP Gresik	54
4.2 Pengumpulan Data	58
4.2.1 Data Operasional PT PLN UP Gresik	59
4.2.2 Perbandingan dengan Data Komisioning	61
4.3 Perhitungan <i>Heat rate</i> dan Efisiensi	62
4.3.1 <i>Gas Turbine</i>	63
4.3.2 <i>Heat Recovery Steam Generator (HRSG)</i>	66
4.3.3 <i>Steam Turbine</i>	68
4.4 Perbandingan <i>Heat rate</i> dan Efisiensi dengan Komisioning	70
4.5 <i>Energy Value Stream Mapping (EVSM)</i>	72
4.6 Identifikasi <i>Losses</i> Komponen Utama PLTGU	75
4.7 Perbandingan <i>Losses</i> dengan Komisioning.....	76
4.8 <i>Failure Mode Effect Analysis (FMEA)</i>	78
4.8.1 Identifikasi Potensi Kegagalan	78
4.8.2 Identifikasi <i>Potential Cause</i> (Potensi Penyebab)	79
4.8.3 Identifikasi <i>Current Control</i>	82
4.8.4 Rekapitulasi Hasil Kuisisioner	86
4.8.5 Perhitungan <i>Risk Priority Number (RPN)</i>	90
4.8.6 Diagram <i>Fishbone</i>	97
4.9 <i>Energy Value Stream Mapping (EVSM)</i> Usulan.....	106

BAB V.....	111
KESIMPULAN DAN SARAN	111
5.1 Kesimpulan	111
5.2 Saran	112
DAFTAR PUSTAKA	113
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Data Produksi <i>Plant</i> Tahun 2024 UP Gresik.....	2
Gambar 2.1 Proses Operasional PLTGU	12
Gambar 2.2 Turbin Gas	13
Gambar 2.3 <i>Current State</i> EVSM	20
Gambar 2.4 <i>Current State</i> EVSM	25
Gambar 2.5 <i>Future State</i> EVSM	26
Gambar 2.6 <i>Fishbone Diagram</i>	35
Gambar 3.1 Flowchart langkah-langkah pemecahan masalah	46
Gambar 4.1 Proses Bisnis Perusahaan.....	53
Gambar 4.2 Proses Operasional PLTGU UP Gresik.....	56
Gambar 4.3 <i>Current</i> EVSM PLTGU Blok I	73
Gambar 4.4 Diagram <i>Fishbone</i> Kebocoran Kondensor	97
Gambar 4.5 Diagram <i>Fishbone Compressor Losses</i>	101
Gambar 4.6 Diagram <i>Fishbone</i> HP Evaporator	104
Gambar 4.7 <i>Future</i> EVSM PLTGU Blok I.....	109

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Keterangan Simbol-Simbol <i>Value Stream Mapping</i>	23
Tabel 2.2 Kriteria <i>Severity</i> (S).....	29
Tabel 2.3 Kriteria <i>Occurance</i> (O)	30
Tabel 2.4 Kelanjutan Kriteria <i>Occurrence</i> (O).....	30
Tabel 2.5 Kriteria <i>Detection</i> (D)	31
Tabel 2.6 Skala RPN	32
Tabel 2.7 Penelitian Terdahulu.....	38
Tabel 4.1 Spesifikasi Unit Pembangkitan Gresik.....	53
Tabel 4.2 Data Perfoma Komponen Utama PLTGU Blok I	59
Tabel 4.3 Perbandingan Data Perfoma dengan Komisioning.....	61
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan <i>Heat Rate</i> dan Efisiensi <i>Gas Turbine</i> Tahun 2024..	65
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Efisiensi HRSG Pada Tahun 2024.....	67
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan <i>Heat rate</i> dan Efisiensi <i>Steam Turbine</i> Tahun 2024	69
Tabel 4.7 Perbandingan <i>Heat Rate</i> Eksisting dan Komisioning	70
Tabel 4.8 Perbandingan Efisiensi Eksisting dan Komisioning	71
Tabel 4.9 Losses Komponen PLTGU Tahun 2024	75
Tabel 4. 10 Perbandingan <i>Losses</i> dengan Komisioning	76
Tabel 4.11 Potensi Kegagalan	78
Tabel 4.12 Identifikasi <i>Potential Cause</i>	80
Tabel 4.13 Identifikasi <i>Current Control</i>	82
Tabel 4.14 Rekapitulasi Hasil Kuisisioner <i>Severity</i>	86

Tabel 4.15 Rekapitulasi Hasil Kuisisioner <i>Occurance</i>	87
Tabel 4.16 Rekapitulasi Hasil Kuisisioner <i>Detection</i>	88
Tabel 4.17 Hasil Analisis FMEA	91
Tabel 4.18 Rekapitulasi Nilai RPN	95
Tabel 4.19 Data Waktu Antar Kerusakan Kondensor <i>Steam Turbine</i>	100
Tabel 4.20 Perbandingan Data Perfoma Unit Sebelum dan Sesudah Perbaikan	107

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Perhitungan *Heat Rate* dan Efisiensi Unit Pembangkit
- Lampiran 2 : Data Performa Unit Pembangkit PLTGU Blok I
- Lampiran 3 : Kuisioner FMEA
- Lampiran 4 : Dokumentasi Penelitian Tugas Akhir

ABSTRAK

Dalam memenuhi kebutuhan manusia, pemerintah membangun pembangkit listrik dengan kapasitas dan kuantitas yang memadai untuk memenuhi kebutuhan manusia. Dalam proses pembangkitan listrik tidak selalu berjalan dengan baik. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi proses operasional dengan meminimalisir nilai *Heat rate* yang terjadi pada unit PLTGU dengan menggunakan metode *Energy Value Steam Mapping* (EVSM) dan *Failure Mode And Effects Analysis* (FMEA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingginya *heat rate* pada *Gas Turbine 1.1* dan *Steam Turbine* disebabkan oleh adanya *fouling* pada *Compressor Gas Turbine*, Korosi atau kerusakan material pada HP Evaporator HRSG, dan kebocoran pada kondensor *Steam Turbine*. *Heat rate* keseluruhan pada unit pembangkit blok I sebelum perbaikan sebesar 1.432,63 kcal/kwh. Kemudian setelah proyeksi usulan perbaikan hanya sebesar 830,63 kcal/kwh. Artinya terjadi penurunan laju kalor pada proses operasional sebesar 602,01 kcal/kwh atau presentase sebesar 42,02%.

Kata Kunci: Efisiensi, Laju Panas, Pembangkit Uap Pemulihan Panas, Turbin Gas, Turbin Uap

ABSTRACT

The government builds power Plants with adequate capacity and quantity to meet human needs. In the process of generating electricity does not always run well. This study aims to improve the efficiency of the operational process by minimizing the Heat rate value that occurs in the PLTGU unit using the Energy Value Steam Mapping (EVSM) and Failure Mode And Effects Analysis (FMEA) methods. The results of the study showed that the high heat rate in Gas Turbine 1.1 and Steam Turbine was caused by fouling in the Compressor Gas Turbine, Corrosion or material damage to the HP Evaporator HRSG, and leakage in the Steam Turbine condenser. The overall heat rate in the block I generating unit before the repair was 1,432.63 kcal/kwh. Then after the proposed repair projection, it was only 830.63 kcal/kwh. This means that there is a decrease in the heat rate in the operational process of 602.01 kcal/kwh or a percentage of 42.02%.

Key Words: *Efficiency, Gas Turbine, Heat Rate, Heat Recovery Steam Generator, Steam Turbine*