



**ANALISIS PENURUNAN DAYA OUTPUT TURBIN UAP
NON-REHEAT FET 3MAA10 (STUDI KASUS DI PLTU
TARAHAN)**

SKRIPSI

**KIKI LUTFI MUZAKY
1710311048**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN
2021**



**ANALISIS PENURUNAN DAYA OUTPUT TURBIN UAP NON-
REHEAT FET 3MAA10 (STUDI KASUS DI PLTU TARAHAN)**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**

KIKI LUTFI MUZAKY

1710311048

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN
2021**

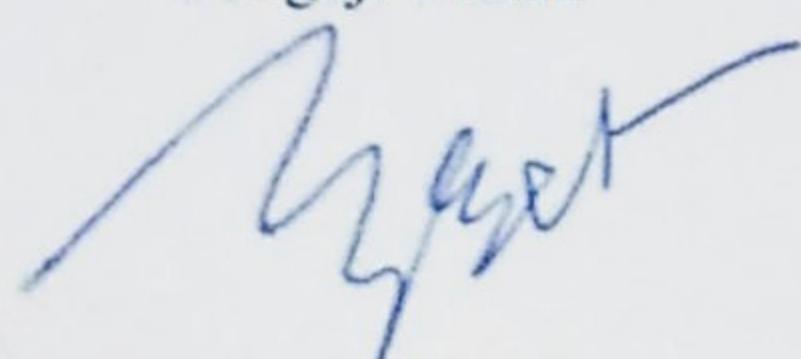
PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi diajukan oleh :

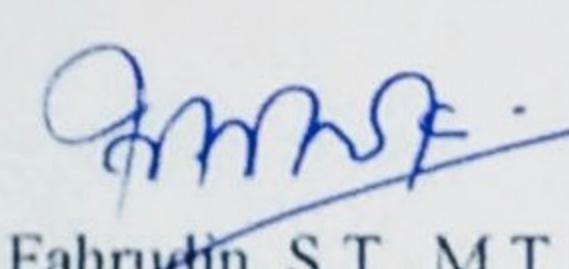
Nama : Kiki Lutfi Muzaky
NPM : 1710311048
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : ANALISIS PENURUNAN DAYA OUTPUT TURBIN
UAP NON-REHEAT FET 3MAA10 (STUDI KASUS DI
PLTU TARAHAN)

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

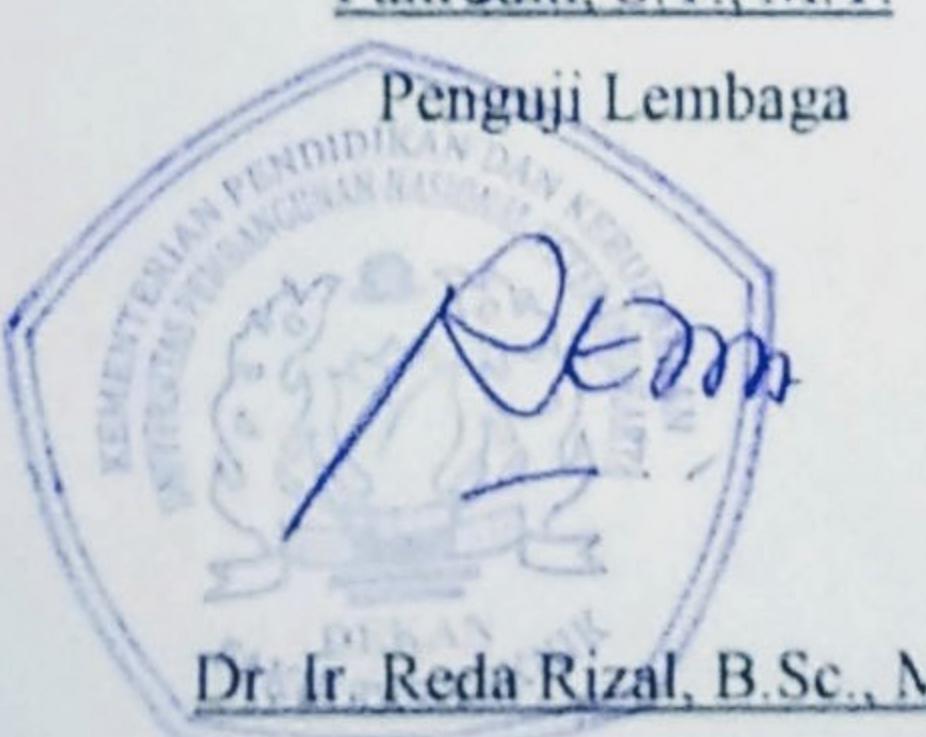
Penguji Utama



Ir. Mohammad Galbi, M.T.

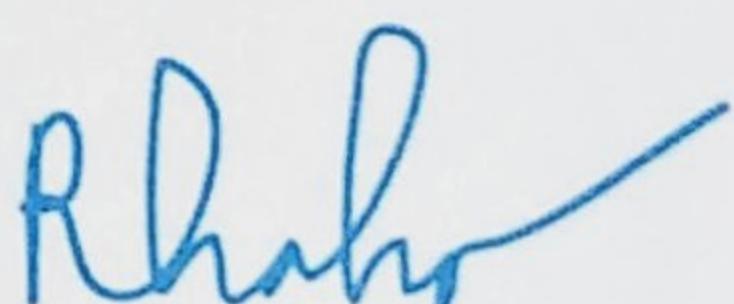


Fahrudin, S.T., M.T.



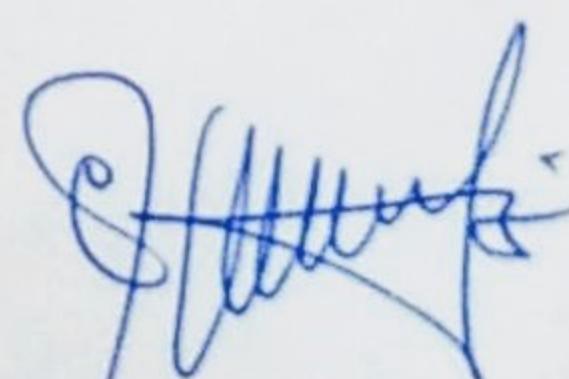
Dr. Ir. Reda Rizal, B.Sc., M.Si

Dekan



Dr. Damora Rhakasywi, S.T., M.T., IPP

Pembimbing I



Nur Cholis, S.T., M.Eng.

Kaprodi

Ditetapkan di : Jakarta
Tanggal Ujian : 2 Februari 2021

PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi ini disusun oleh:

Nama : Kiki Lutfi Muzaky

NIM : 1710311048

Program Studi : Teknik Mesin

Judul PKL : ANALISIS PENURUNAN DAYA OUTPUT TURBIN

**UAP NON-REHEAT FET 3MAA10 (STUDI KASUS DI
PLTU TARAHAN)**

dan telah diperiksa serta disetujui oleh:

Dosen Pembimbing 1



Dr. Damora Rhakasywi, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing 2



Sigit Pradana, S.T., M.T.

Ketua Program Studi



Nur Cholis, S.T, M. Eng.

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan pernyataan ini, penulis:

Nama : Kiki Lutfi Muzaky

NIM : 1710311048

Program Studi : S1 Teknik Mesin

Menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya penulis sendiri, tanpa adanya unsur plagiarism baik dalam aspek substansi maupun penulisan, dan seluruh sumber yang dikutip maupun dirujuk sesuai dengan skripsi. Apabila di kemudian hari ditemukan kekeliruan, maka penulis bersedia menanggung semua kensekuensi yang diberikan.

Jakarta, 10 Februari 2021

Penulis



Kiki Lutfi Muzaky

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademis Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Kiki Lutfi Muzaky
NIM : 1710311048
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non Exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

ANALISIS PENURUNAN DAYA OUTPUT TURBIN UAP NON-REHEAT FET 3MAA10 (STUDI KASUS DI PLTU TARAHAN)

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta,

Pada tanggal : 2 Februari 2021

Yang menyatakan,



(Kiki Lutfi Muzaky)

ANALISIS PENURUNAN DAYA OUTPUT TURBIN UAP NON-REHEAT FET 3MAA10 (STUDI KASUS DI PLTU TARAHAN)

Kiki Lutfi Muzaky

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui penyebab terjadinya penurunan daya output (*de-rating*) pada salah satu turbin uap di PLTU Tarahan, dari nilai daya awal sebesar 100 MW menjadi 95 MW. PLTU Tarahan bekerja berdasarkan prinsip siklus *Rankine* dengan modifikasi berupa adanya 4 *closed feedwater heater*, dan 1 *open feedwater heater*, penggunaan *superheater* pada *boiler*, serta turbin yang bertipe *non-reheat condensing with multiple extraction*. Analisis dilakukan dengan membandingkan nilai aktual tekanan, temperatur, dan *mass flow rate* pada turbin dengan nilai yang tertera pada *Heat Balance Diagram*, lalu meninjau nilai aktual tekanan, temperatur, dan *mass flow rate* pada *superheater*. Peninjauan dipilih pada *superheater* dikarenakan komponen tersebut berada di posisi sebelum turbin. Hasil dari analisis yang telah dilakukan menunjukkan bahwa terjadi *pressure loss* pada *superheater*. *Pressure loss* yang terjadi pada antara *superheater* hingga *inlet* turbin yaitu sebesar $11,1 \text{ kg/cm}^2$. *Pressure loss* sangat mempengaruhi terjadinya penurunan daya, sehingga terdapat langkah-langkah yang dapat diterapkan untuk mengurangi *pressure loss* yang terjadi pada *superheater* secara sementara, yaitu dengan memaksimalkan kinerja *Boiler Feed Pump* hingga nilai tekanan *inlet* uap pada *superheater* menjadi sebesar $138,2 \text{ kg/cm}^2$ guna mengurangi *power loss/de-rating* yang terjadi pada turbin.

Kata Kunci: *de-rating, pressure drop, parameter fluida kerja*

ANALYSIS OF DE-RATING OF NON-REHEAT STEAM TURBINE FET 3MAA10 (CASE STUDY AT TARAHAN STEAM POWER PLANT)

Kiki Lutfi Muzaky

ABSTRACT

This study was conducted to find the cause of de-rating of one of steam turbines at PLTU Tarahan, which its generated power decreased from 100 MW to 95 MW. PLTU Tarahan works based on modified Rankine cycle with 4 closed feedwater heater, 1 open feedwater heater, superheater in boiler, and non-reheat condensing with multiple extraction turbines applied in it. Analysis applied in this study by comparing the actual temperature, mass flow rate, and pressure with designated temperature, mass flow rate, and pressure from Heat Balance Diagram, then observing the actual temperature, mass flow rate, and pressure at superheater. Superheated was chosen because its position is before the turbine. The results of analysis state that pressure loss was found in superheater. The gap between the inlet pressure of superheater and outlet of superheater is $11,1 \text{ kg/cm}^2$. The pressure loss affects greatly on de-rating, so there are some steps which could be applied to reduce the pressure loss temporarily, which is by increasing the work of the Boiler Feed Pump until the pressure inlet of superheated reaches $138,2 \text{ kg/cm}^2$. This steps should be applied to reduce the pressure loss and de-rating which happens in the turbine.

Keywords: de-rating, pressure drop, working fluid parameter

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah ta'ala, karena atas segala karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Judul yang dipilih dalam penelitian ini yang dilaksanakan sejak Oktober 2020 ini adalah Analisis Penurunan Daya Output Turbin Uap Non-Reheat FET 3MAA10 (Studi Kasus di PLTU Tarahan). Terima kasih penulis ucapkan kepada bapak Dr. Damora Rhakasywi S.T., M.T. dan Sigit Pradana S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan saran yang bermanfaat.

Disamping itu, ucapan terima kasih juga diucapkan kepada orang tua, serta seluruh keluarga dan kerabat yang tidak henti-hentinya memberikan semangat dan doa kepada penulis. Penulis juga sampaikan kepada teman-teman yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini.

Jakarta, 2 Februari 2020



Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesah Penguji.....	ii
Lembar Pengesah Pembimbing	v
Pernyataan Orisinalitas	ii
Penyataan Persetujuan Publikasi.....	iii
Abstrak.....	vi
Abstract.....	vii
Kata Pengantar	viii
Daftar Isi	ix
Daftar Gambar	xi
Daftar Tabel.....	xii
Daftar Lampiran	xiii

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
1.6. Metode Pengumpulan Data.....	3
1.7. Sistematika Penulisan.....	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....

2.1. Siklus <i>Rankine</i>	6
2.2. Peningkatan Performa Siklus Rankine dengan <i>Regenerative Feedwater Heater</i>	7
2.3. Pembangkit Listrik Tenaga Uap	9
2.4. Turbin Uap.....	11
2.5. Prinsip Kerja Turbin Uap.....	11
2.6. Klasifikasi Turbin Uap	12
2.7. Komponen Turbin Uap	16
2.8. Perhitungan Daya Turbin.....	19
2.9. Metode Ekstraksi	21
2.10. <i>Open Feedwater Heater</i>	22
2.11. Closed Feedwater Heater.....	22
2.12. <i>Superheater</i>	24
2.13. <i>De-rating</i>	26

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Lokasi Pengambilan Data	27
3.2. Spesifikasi Turbin Uap	27
3.3. Alat Bantu Perhitungan.....	27
3.4. Diagram Alir Penelitian.....	29

3.5.	Langkah-langkah Diagram Alir Penelitian.....	30
BAB IV HASIL PENELITIAN.....		31
4.1.	Skema Aliran Fluida Kerja pada Turbin, OFH, dan CFH Unit 3	31
4.2.	Parameter Fluida Kerja pada Turbin.....	32
4.3.	Perhitungan Entalpi dan Entropi Fluida Kerja	34
4.4.	Perhitungan Main Steam Mass Flow Rate Pada Turbin.....	37
4.5.	Hasil Pengolahan Data.....	41
4.6.	Analisis Hasil Pengolahan Data.....	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		48
5.1.	Kesimpulan	48
5.2.	Saran	48

**DAFTAR PUSTAKA
RIWAYAT HIDUP
LAMPIRAN**

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skema Siklus Rankine.....	6
Gambar 2. 2 Skema Siklus <i>Rankine</i> dengan <i>Open Feedwater Heater</i>	8
Gambar 2. 3 Siklus <i>Rankine</i> dengan <i>Closed Feedwater Heater</i>	9
Gambar 2. 4 PLTU Berbahan Bakar Fosil.....	10
Gambar 2. 5 Turbin Uap	11
Gambar 2. 6 Skema Turbin Uap Sederhana.....	12
Gambar 2. 7 Klasifikasi Turbin Berdasarkan Tekanan Operasional.....	13
Gambar 2. 8 Turbin Aksial.....	13
Gambar 2. 9 Turbin Radial.....	14
Gambar 2. 10 Turbin Aksi dan Reaksi.....	15
Gambar 2. 11 Turbin Kondensasi	15
Gambar 2. 12 Turbin Ekstraksi	16
Gambar 2. 13 Rotor Turbin.....	17
Gambar 2. 14 Stator Turbin	17
Gambar 2. 15 Metode <i>Uncontrolled Extraction</i>	21
Gambar 2. 16 Open Feedwater Heater.....	22
Gambar 2. 17 Closed Feedwater Heater	23
Gambar 2. 18 Counter-flow Superheater	24
Gambar 2. 19 <i>Parallel Flow Superheater</i>	25
Gambar 2. 20 Combined Flow Superheater.....	25
Gambar 3. 1 Website SSMT	28
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian	29
Gambar 4. 1 Skema Aliran Fluida pada Turbin	31
Gambar 4. 2 Grafik Perbandingan Nilai Aktual Tekanan dengan <i>Heat Balance Diagram</i>	42
Gambar 4. 3 Grafik Perbandingan Nilai Aktual Temperatur dengan Heat Balance Diagram.....	43
Gambar 4. 4 Grafik Perbandingan Nilai Aktual Mass Flow Rate dengan Heat Balance Diagram.....	45
Gambar 4. 5 Superheater Overview	46

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi Turbin Uap Unit 3 PLTU Tarahan	27
Tabel 4. 1 Parameter Fluida Kerja pada Turbin.....	32
Tabel 4. 2 Nilai Mass Flow Rate, Tekanan, dan Temperatur di Tiap Jalur pada Turbin.....	41
Tabel 4. 3 Perbandingan Nilai Aktual Tekanan dengan <i>Heat Balance Diagram</i> ..	42
Tabel 4. 4 Perbandingan Nilai Aktual Temperatur dengan Heat Balance Diagram ..	43
Tabel 4. 5 Perbandingan Nilai Aktual mass Flow ate dengan Heat Balance Diagram.....	44

DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN 1 Tarahan Steam Power Plant Piping Outline
- LAMPIRAN 2 Heat Balance Diagram PLTU Tarahan
- LAMPIRAN 3 UNIT 3 Boiler Overview
- LAMPIRAN 4 UNIT 3 Turbine Steam Flow
- LAMPIRAN 5 UNIT 3 Deaerator Unit Flow and Heater Drain
- LAMPIRAN 6 UNIT 3 Condensate Flow
- LAMPIRAN 7 Hasil Turnitin