# IMPLEMENTASI PLANT EFFICIENCY MONITORING DAN PERMODELAN MENGGUNAKAN CYCLE TEMPO PADA PLTU ULTRA-SUPERCRITICAL

**Tesis**

Untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Pendidikan Strata Dua (S-2)
sebagai Magister Energi pada Program Studi Magister Energi


**Disusun Oleh :**

**MUHAMMAD RIZALDI ZAMAN**
**30000420420032**

**Maret 2023**
**PERSETUJUAN UJIAN TESIS**

Yang bertanda tangan di bawah ini. Dosen Pembimbing dari :

| | | |
|---|---|---|
| Mahasiswa | : | Muhammad Rizaldi Zaman |
| NIM | : | 30000420420032 |
| Program Studi | : | Magister Energi |
| Judul Tesis | : | Implementasi Plant Efficiency Monitoring dan Permodelan Menggunakan Cycle Tempo pada PLTU Ultra-Supercritical |

Menyatakan bahwa mahasiswa tersebut telah melaksanakan Ujian Proposal dan Ujian Seminar Hasil sehingga menyetujui dan layak untuk melaksanakan Ujian Tesis.

Semarang, 27 Maret 2023

| Pembimbing Pertama | Pembimbing Kedua |
|---|---|
| Prof . Dr. Dipl. Ing. Berkah Fajar T.K | Dr, Asep Yoyo Wardaya, S,Si, M.Si |
| NIP. 195907221987031003 | NIP. 197110021997021001 |

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa di dalam tesis ini tidak terdapat karya yang pernah ditulis atau diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebut dalam daftar pustaka.

Semarang, 27 Maret 2023

Muhammad Rizaldi Zaman
NIM. 30000420420032

**HALAMAN PENGESAHAN**
**TESIS**

# IMPLEMENTASI PLANT EFFICIENCY MONITORING DAN PERMODELAN MENGGUNAKAN CYCLE TEMPO PADA PLTU ULTRA-SUPERCRITICAL

**Disusun Oleh :**
MUHAMMAD RIZALDI ZAMAN
30000420420032

**Telah diujikan dan dinyatakan lulus oleh Tim Penguji**

**Pada tanggal 27 Maret 2023**

Tim Penguji,

| **Pembimbing Pertama** | **Penguji Pertama** |
|---|---|
| **Prof. Dr. Dipl. Ing. Berkah Fajar T.K** | **Dr. Ir. Jaka Windarta, M.T.,IPU, Asean.Eng** |
| **NIP. 195907221987031003** | **NIP. 196405261989031002** |
| **Pembimbing Kedua** | **Penguji Kedua** |
| **DR Asep Yoyo Wardaya, S,Si M.Si** | **M.S.K Tony Suryo Utomo, ST., MT., PhD** |
| **NIP.197110021997021001** | **NIP.197104211999031003** |

**Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persayaratan untuk memperoleh gelar Magister Energi**

**Tanggal 31 Maret 2023**

| **Ketua Program Studi Magister Energi** | **Dekan Sekolah Pascasarjana** |
|---|---|
| **Dr. Ir. Jaka Windarta, M.T.,IPU, Asean.Eng** | **Dr. RB. Sularto, S.H., M.Hum** |
| **NIP. 196405261989031002** | **NIP. 196701011991031005** |

**PERNYATAAN PERSETUJUAN**

**PUBLIKASI TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

| | |
|---|---|
| Nama | : Muhammad Rizaldi Zaman |
| NIM | : 30000420420032 |
| Program Studi | : Magister Energi |
| Sekolah | : Program Pascasarjana |
| Jenis Karya | : Tesis |

Demi pengembangan ilmu pengtahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**"Implementasi Plant Efficiency Monitoring dan Permodelan Menggunakan Cycle Tempo Pada PLTU Ultra-Supercritical"**

Beserta perangkat yang ada. Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Program Studi Magister Energi Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia / formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database) merawat, dan mempublikasikan tesis saya selama mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Dibuat di: Semarang

Pada Tanggal, 27 Maret 2023

Yang menyatakan

Muhammad Rizaldi Zaman

30000420420032

# KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT atas berkah dan karuniaNya, sehingga saya dapat menyelesaikan proposal tesis yang berjudul Implementasi Plant Efficiency Monitoring dan Permodelan menggunakna Cycle Tempo pada PLTU Ultra-Supercritical. Proposal tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Energi pada Program Studi Magister Energi, Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang. Pada kesempatan ini saya mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah mendukung dalam penyusunan proposal tesis ini, khususnya kepada :

1. Dr. Rb. Sularto, SH., MHUM, selaku Dekan Pascasarjana, Universitas Diponegoro Semarang.
2. Prof. Dr. Ir. Dipl. Ing. Berkah Fajar TK, selaku Dosen Pembimbing I atas waktu, tenaga, arahan dan saran dalam membimbing penulis mengerjakan proposal.
3. Dr. Asep Yoyo Wardaya, Msi, selaku Dosen Pembimbing II atas waktu, tenaga, arahan dan saran dalam membimbing penulis mengerjakan proposal.
4. Segenap manajemen, pegawai dan enjiner efisiensi PLTU Tanjung Jati 5&6 yang telah membantu proses pengambilan data tesis, arahan, dan masukannya.
5. Dara Tri Muthiah dan Zain Muhammad Abimana yang selalu memberi semangat dan doanya.
6. Agus Zaman, Lies Lidia dan Alifia Fatimah Zaman atas doa dan supportnya.
7. Bapak dan Ibu dosen Magister Energi yang telah memberikan ilmunya.
8. Teman - teman Magister Energi atas kerjasamanya selama ini.

Akhir kata penulis memohon maaf apabila terdapat banyak kekurangan dalam penyusunan Laporan Tesis ini. Saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan guna penyempurnaan dan pengembangan proposal ini ke arah yang lebih baik.

Semarang, 31 Maret 2023

Penyusun

Muhammad Rizaldi Zaman

# DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....i
HALAMAN PENGESAHAN .....ii
KATA PENGANTAR ..... iii
DAFTAR ISI.....iv
DAFTAR TABEL.....vi
DATAR GAMBAR .....vii

**BAB I PENDAHULUAN.....**Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang .....**Error! Bookmark not defined.**
1.2 Perumusan Masalah .....**Error! Bookmark not defined.**
1.3 Tujuan Penelitian .....**Error! Bookmark not defined.**
1.4 Manfaat Penelitian .....**Error! Bookmark not defined.**
1.5 Originalitas Penelitian.....**Error! Bookmark not defined.**
**BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....**Error! Bookmark not defined.
2.1 Pengoperasian PLTU .....**Error! Bookmark not defined.**
2.2 Proses PLTU .....**Error! Bookmark not defined.**
2.3 PLTU Superkritis.....**Error! Bookmark not defined.**
2.4 Heat Rate.....**Error! Bookmark not defined.**
2.5 Analisa Efisiensi Boiler .....**Error! Bookmark not defined.**
2.5.1 Efisiensi boiler metode langsung.....**Error! Bookmark not defined.**
2.5.2 Efisiensi boiler metode kerugian panas**Error! Bookmark not defined.**
2.6 Analisa *Turbine Heat Rate*.....**Error! Bookmark not defined.**
2.7 Analisa *Net Plant Heat Rate (NPHR)*.....**Error! Bookmark not defined.**
2.8 Target heat loss dari radiasi .....**Error! Bookmark not defined.**

2.9 Penjelasan Apparatus Perangkat Lunak Cycle-Tempo**Error! Bookmark not defined.**

**BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....** Error! Bookmark not defined.

3.1 Lokasi Penelitian dan Jadwal Penelitian..... **Error! Bookmark not defined.**

3.2 Jenis Penelitian..... **Error! Bookmark not defined.**

3.3 Kerangka Pikir Penelitian ..... **Error! Bookmark not defined.**

3.4 Ruang Lingkup Penelitian..... **Error! Bookmark not defined.**

3.5 Jenis dan Sumber Data..... **Error! Bookmark not defined.**

3.6 Teknik Pengumpulan Data..... **Error! Bookmark not defined.**

3.7 Teknik Analisa Data ..... **Error! Bookmark not defined.**

**BAB IV PEMBAHASAN .....** Error! Bookmark not defined.

4.1 Menentukan nilai NPHR..... **Error! Bookmark not defined.**

4.2 Menentukan Nilai Efisiensi Boiler..... **Error! Bookmark not defined.**

4.3 Menentukan Turbine Heat Rate ..... **Error! Bookmark not defined.**

**BAB V PENUTUP.....** Error! Bookmark not defined.

5.1 Kesimpulan ..... **Error! Bookmark not defined.**

5.2 Saran ..... **Error! Bookmark not defined.**

**BAB VI DAFTAR PUSTAKA .....** Error! Bookmark not defined.

# DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Ringkasan penelitian terdahulu .....3
Tabel 3.1. Jadwal penelitian.....26
Tabel 3.2. Hasil komisioning PLTU Tanjung Jati Unit 5 .....29
Tabel 3.3. Parameter operasi sistem turbin .....31
Tabel 3.4. Parameter operasi sistem boiler .....31
Tabel 3.5. Parameter proximate analysis batubara .....32
Tabel 3.6. Parameter ultimate analysis batubara .....32
Tabel 3.7. Parameter unburnt carbon analysis pada abu.....32

# DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Siklus air dan uap PLTU ..... 12
Gambar 2.2 Kesetimbangan energi pada boiler ..... 15
Gambar 2.3. Kurva heat loss radiasi ..... 23
Gambar 2.4. Boiler dalam cycle tempo ..... 24
Gambar 2.5. Turbin dalam cycle tempo ..... 23
Gambar 2.6. Condenser dalam cycle tempo ..... 26
Gambar 2.7. Feed water heater dalam cycle tempo ..... 28
Gambar 2.8. Deaerator dalam cycle tempo ..... 28
Gambar 3.1. Kerangka pikir penelitian ..... 27
Gambar 3.2. Diagram skematik titik pengambilan data ..... 30
Gambar 3.3. Faktor kerugian NPHR dan biaya bahan baku ..... 35
Gambar 3.4. Deviasi pada turbin heat rate ..... 30
Gambar 3.5. Deviasi pada sundry losses ..... 35
Gambar 3.6. Deviasi pada boiler efficiency ..... 35