



**ANALISIS UJI UNJUK KERJA PLTU KAPASITAS 50 MW
BERDASARKAN *NET PLANT HEAT RATE (NPHR)* SEBAGAI
INDIKATOR VALIDASI KESESUAIAN DESAIN
MENGUNAKAN METODOLOGI ASME PTC 46**

**TUGAS AKHIR
SKRIPSI**

**DIMAS IMADUDDIN SHOLIHI
NIM: 41320110107**

MERCU BUANA

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2025**



**ANALISIS UJI UNJUK KERJA PLTU KAPASITAS 50 MW
BERDASARKAN *NET PLANT HEAT RATE (NPHR)* SEBAGAI
INDIKATOR VALIDASI KESESUAIAN DESAIN
MENGUNAKAN METODOLOGI ASME PTC 46**

**TUGAS AKHIR
SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

**DIMAS IMADUDDIN SHOLIHI
NIM: 41320110107**

MERCU BUANA

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2025**

HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dimas Imaduddin Sholihi
NIM : 41320110107
Fakultas/Program Studi : Teknik/Teknik Mesin

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir berjudul:
“Analisis Uji Unjuk Kerja PLTU Kapasitas 50 MW Berdasarkan *Net Plant Heat Rate (NPHR)* Sebagai Indikator Validasi Kesesuaian Desain Menggunakan Metodologi ASME PTC 46” adalah hasil karya saya sendiri, tidak mengandung unsur plagiarisme, pelanggaran hak cipta, atau konten ilegal dalam bentuk apapun dan tidak melanggar hukum atau hak pihak manapun.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap pernyataan ini, saya bersedia menanggung seluruh konsekuensi hukum dan membebaskan Universitas Mercu Buana dari segala bentuk tuntutan hukum dan saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 12 Februari 2026



Dimas Imaduddin Sholihi

HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I, BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

Nama : Dimas Imaduddin Sholih
NIM : 41320110107
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir / Tesis
/ Praktek Keinsinyuran : Analisis Uji Unjuk Kerja PLTU Kapasitas 50 MW Berdasarkan Net Plant Heat Rate (NPIHR) Sebagai Indikator Validasi Kesesuaian Desain Menggunakan Metodologi ASME PTC 46.

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Rabu, 25 Februari 2026** dengan hasil presentase sebesar **25 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana. Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 25 Februari 2026

Administrator Turnitin,

UNIVERSITAS
MERCU BUANA


Itmam Haidi Syarif

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : DIMAS IMADUDDIN SHOLHI
NIM : 41320110107
Fakultas/Program Studi : TEKNIK MESIN
Judul Tugas Akhir : “Analisis Uji Unjuk Kerja PLTU Kapasitas 50 MW Berdasarkan *Net Plant Heat Rate (NPHR)* Sebagai Indikator Validasi Kesesuaian Desain Menggunakan Metodologi ASME PTC 46”

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal 26 Januari 2026 dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing

(Nurato, ST., MT, Ph.D.)

NIDN/NUPTK: 0313047302

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 12 Februari 2026

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

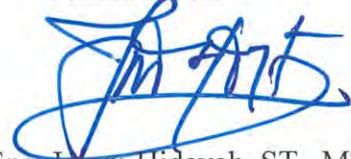


(Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, MT.)

NIDN/NUPTK: 0307037202

Ketua Program Studi

Teknik Mesin



(Dr. Eng. Innam Hidayah, ST., MT.,.)

NIDN/NUPTK: 0005087502

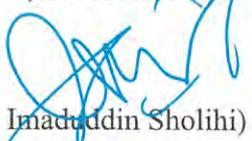
KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Andi Andriansyah, M. Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Dr. Eng. Imam Hidayat, ST., MT., selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana
4. Bapak Nurato, ST., MT., Ph.D., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Kampus Warung Buncit.
5. Bapak Nurato, ST., MT, Ph.D., selaku Koordinator Tugas Akhir dan Pembimbing Tugas Akhir, selaku dosen pembimbing yang telah membantu penulis dalam penyelesaian Laporan Tugas Akhir ini,
6. Kedua orang tua yang telah yang selalu memberikan doa dan dukungan dalam penyelesaian Laporan Tugas Akhir ini
7. Istri dan Anak-anak yang telah memberikan doa dan dukungan dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini
8. Rekan-rekan PLN UPP Sulawesi Utara dan PLN Pusat Sertifikasi yang banyak membantu dalam memberikan data-data dalam penyelesaian Laporan Tugas Akhir ini.
9. Rekan-rekan Program Studi Teknik Mesin yang banyak memberikan dukungan dan semangat dalam penyelesaian Laporan Tugas Akhir ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 13 Februari 2026


(Dimas Imaduddin Sholihi)

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB

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

Nama : DIMAS IMADUDDIN SHOLIHI
NIM : 41320110107
Fakultas/Program Studi : TEKNIK/TEKNIK MESIN
Judul Tugas Akhir : “Analisis Uji Unjuk Kerja PLTU Kapasitas 50 MW Berdasarkan *Net Plant Heat Rate (NPHR)* Sebagai Indikator Validasi Kesesuaian Desain Menggunakan Metodologi ASME PTC 46”

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 12 Februari 2026

Yang menyatakan,



METERAI TEMPEL
50384AMX302757788

(Dimas Imaduddin Sholih)

**ANALISIS UJI UNJUK KERJA PLTU KAPASITAS 50 MW
BERDASARKAN *NET PLANT HEAT RATE (NPHR)* SEBAGAI
INDIKATOR VALIDASI KESESUAIAN DESAIN MENGGUNAKAN
METODOLOGI ASME PTC 46**

DIMAS IMADUDDIN SHOLIHI

ABSTRAK

Efisiensi termal pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) merupakan salah satu indikator utama dalam menilai kinerja sistem konversi energi dari bahan bakar menjadi listrik. Salah satu parameter penting yang digunakan dalam evaluasi efisiensi sistem pembangkit adalah *Net Plant Heat Rate*. NPHR menggambarkan besarnya energi panas yang dibutuhkan untuk menghasilkan satu kWh. Nilai ini merupakan indikator utama dalam menilai kesesuaian performa aktual terhadap nilai desain pabrikan. Dalam penelitian ini dilakukan analisis unjuk kerja PLTU Sulut-1 dengan kapasitas 2×50 MW menggunakan metode pengujian sesuai standar ASME PTC 46 – *Performance Test Code for Overall Plant Performance*. Pengujian dilakukan pada kondisi operasi aktual pasca konstruksi, dengan memperhitungkan parameter utama seperti entalpi *main steam* dan *feedwater*, *Net Power Output* generator, sampel batu bara serta koreksi terhadap kondisi lingkungan operasi.. Melalui pendekatan standar ASME PTC 46, diperoleh hasil pengujian yakni *Gross Power Output* 63,341kW, *Net Plant Heat Rate* 2,609.21 kCal/kWh, *Net Power Output* 57,152.63 dan *Boiler Efficiency* 85,664% merupakan hasil yang terukur, dapat ditelusuri, dan dapat digunakan sebagai acuan teknis dalam validasi performa PLTU terhadap desain termodinamikanya.

Kata kunci: *Net Plant Heat Rate, Efisiensi Pembangkit, ASME PTC 46, PLTU, Uji Unjuk Kerja.*

MERCU BUANA

**ANALISIS UJI UNJUK KERJA PLTU KAPASITAS 50 MW
BERDASARKAN *NET PLANT HEAT RATE (NPHR)* SEBAGAI
INDIKATOR VALIDASI KESESUAIAN DESAIN MENGGUNAKAN
METODOLOGI ASME PTC 46**

DIMAS IMADUDDIN SHOLIHI

ABSTRACT

The thermal efficiency of a steam power plant is a key indicator for evaluating the performance of energy conversion from fuel to electricity. One of the main parameters used in this evaluation is the Net Plant Heat Rate (NPHR), which represents the amount of thermal energy required to generate one kilowatt-hour of electrical power. This study presents a performance analysis of the Sulut-1 Steam Power Plant with a capacity of 2×50 MW, conducted in accordance with ASME PTC 46 – Performance Test Code for Overall Plant Performance. The test was performed under actual post-construction operating conditions, considering main steam and feedwater enthalpy, generator net power output, coal characteristics, and environmental condition corrections. The results indicate a Gross Power Output of 63,341 kW, a Net Power Output of 57,152.63 kW, a Net Plant Heat Rate of 2,609.21 kcal/kWh, and a Boiler Efficiency of 85.664%. These measured and traceable results provide a technical basis for validating the plant's actual performance against its thermodynamic design.

Keywords: *Net Plant Heat Rate, Power Plant Efficiency, ASME PTC 46, Steam Power Plant, Performance Test.*

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	0
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI.....	ii
HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH DI REPOSITORI UMB.....	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU).....	9
2.3 Turbin Uap.....	11
2.3.1 Prinsip Dasar Operasi Turbin.....	12
2.3.2 Efisiensi Isentropik Turbin.....	14
2.3.3 Efisiensi Termal.....	16
2.3.4 Efisiensi Termodinamika.....	16
2.3.5 Steam Rate.....	16
2.3.6 Heat Rate.....	17
2.4 Boiler.....	17
2.4.1 Jenis-Jenis Boiler Berdasarkan Tipe Tube.....	17
2.4.2 Jenis-Jenis Boiler Berdasarkan Tipe Tube.....	21
2.4.3 Definisi Efisiensi Boiler.....	24
2.4.4 Jenis Efisiensi Boiler.....	24
2.4.5 Kerugian Energi (Heat Loss) dan Penambahan Panas (Heat Credit)	

pada Boiler.....	25
2.4.6 Reaksi Pembakaran.....	25
2.4.7 Faktor Udara Pembakaran Lebih.....	27
2.4.8 Gas Buang Hasil Pembakaran.....	30
2.5 Siklus Rankine.....	31
2.6 Standar ASME PTC 46.....	35
2.6.1 Standar ASME PTC 4.....	36
2.6.2 Standar ASME PTC 6.....	38
2.6.3 Isolasi Siklus Uap dan Air.....	39
2.6.4 Metode Pengukuran.....	40
2.6.5 Kondisi Pengujian.....	41
2.7 Parameter Desain.....	42
2.8 Metode Perhitungan.....	45
2.8.1 Heat Rate Turbin.....	45
2.8.2 Efisiensi Boiler.....	48
2.8.3 Net Plant Heat Rate (NPHR).....	54
2.8.4 Tekanan Absolut.....	55
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	57
3.1 Diagram Alur Penelitian.....	57
3.2 Diagram Alir Pengujian.....	62
3.3 Alat Dan Bahan.....	64
3.3.1 Alat.....	64
3.3.2 Bahan Bakar.....	68
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	70
4.1 Analisa Batu Bara.....	70
4.2 Perhitungan Boiler Efisiensi.....	71
4.2.1 Pengambilan Data Parameter Boiler.....	72
4.2.2 Perhitungan Reaksi Pembakaran.....	74
4.2.3 Perhitungan Kebutuhan Udara.....	76
4.2.4 Perhitungan Neraca Panas.....	78
4.2.5 Perhitungan Rugi-Rugi.....	78
4.2.6 Perhitungan Efisiensi Boiler dengan Metode Tidak Langsung.....	79
4.3 Perhitungan Heat Rate Turbin.....	80
4.3.1 Main Steam Flow.....	81
4.3.2 Heat Rate Turbine (THR).....	81
4.4 Perhitungan Uji Unjuk Kerja (Net Plant Heat Rate).....	82
4.5 Analisis Kesesuaian NPHR Terhadap Nilai Desain.....	83
4.5.1 Gross Power Output pada beban 100%.....	83
4.5.2 Nett Power Output pada beban 100%.....	83

4.5.3 Net Plant Heat Rate pada beban 100%.....	84
4.5.4 Boiler Efficiency pada beban 100%.....	84
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	85
DAFTAR PUSTAKA.....	87
LAMPIRAN.....	89



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
Tabel 2.2 Proses pada Siklus Rankine	31
Tabel 2.3 Daftar Katup Isolasi	39
Tabel 4.1 Desain Karakteristik Batu Bara	67
Tabel 4.2 Data Analisis Orsat Gas Buang.....	76
Tabel 4.3 <i>Enthalpy</i> pada Sisi Turbin (HSTM_t).....	81
Tabel 4.4 <i>Enthalpy</i> pada Sisi Feed Water	81
Tabel 4.5 <i>Enthalpy</i> pada Sisi Turbin (HSTM_b).....	82
Tabel 4.5 Parameter Acuan.....	82



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Periode Pembangunan PLTU Sulut-1 50 MW.....	9
Gambar 2.2	Periode Komersil PLTU Sulut-1 50 MW.....	10
Gambar 2.3	Gambar 2.3. Turbin Uap Impuls (a) dan Reaksi (b)	12
Gambar 2.4	Perbandingan Aktual dan Ekspansi Isentropik pada Turbin.....	15
Gambar 2.5	Water Tube Boiler.....	19
Gambar 2.6	Fire Tube Boiler.....	20
Gambar 2.7	Boiler Paket	21
Gambar 2.8	Boiler Bahan Gas	21
Gambar 2.9	Boiler Bahan Minyak.....	22
Gambar 2.10	Boiler LPG.....	22
Gambar 2.11	Boiler Listrik.....	23
Gambar 2.12	Boiler Biomassa.....	24
Gambar 2.13	Siklus Ideal Rankine dan T-s Diagram.....	32
Gambar 2.14	Diagram Proses pada ASME PTC 46.....	35
Gambar 2.15	Lokasi Pemasangan Instrumen.....	41
Gambar 2.16	Tabel Permissible Deviation.....	42
Gambar 2.17	Heat Mass Balance.....	44
Gambar 2.18	Parameter Heat Mass Balance.....	45
Gambar 2.19	Spesifikasi Flow Nozzle (.....	47
Gambar 2.20	Diamater Element dan Dalam Flow Nozzle.....	48
Gambar 2.21	Skematik Efisiensi Boiler.....	49
Gambar 2.22	Nilai Rugi Akibat Radiasi.....	52
Gambar 2.23	Tekanan Absolute, Gage dan Vacuum.....	56
Gambar 3.1	Turbin Uap PLTU Sulut-1.....	65
Gambar 3.2	Boiler Uap PLTU Sulut-1.....	65
Gambar 3.3	Komputer DCS.....	66
Gambar 3.4	Pressure Transmitter.....	66
Gambar 3.5	Thermocouple.....	67
Gambar 3.6	Power Meter.....	67
Gambar 3.7	Barometer.....	68
Gambar 3.8	Karakteristik Batu Bara Tipikal yang akan dipakai.....	69
Gambar 4.1	Pemetaan Lokasi Batu Bara.....	71
Gambar 4.2	Karakteristik Batu Bara Aktual.....	74

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Similiarity

