



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**DAMPAK PENURUNAN BEBAN UAP TERHADAP
EFISIENSI DAN KONSUMSI BAHAN BAKAR
FIRE TUBE BOILER KAPASITAS 25 TON/JAM
DI PABRIK PRODUKSI SUSU**

SKRIPSI

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

**Muhamad Raihan Ali
NIM. 2102421006**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PEMBANGKIT ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
2025**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**DAMPAK PENURUNAN BEBAN UAP TERHADAP
EFISIENSI DAN KONSUMSI BAHAN BAKAR
FIRE TUBE BOILER KAPASITAS 25 TON/JAM
DI PABRIK PRODUKSI SUSU**

SKRIPSI

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan
Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Oleh:

Muhamad Raihan Ali
NIM. 2102421006

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PEMBANGKIT ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
2025**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN
SKRIPSI

**DAMPAK PENURUNAN BEBAN UAP TERHADAP
EFISIENSI DAN KONSUMSI BAHAN BAKAR
FIRE TUBE BOILER KAPASITAS 25 TON/JAM
DI PABRIK PRODUKSI SUSU**

Oleh:
Muhamad Raihan Ali
NIM. 2102421006
Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Dr. Belyamin, M.Sc.Eng, B.Eng(Hons).
NIP. 196301161993031001

Pembimbing 2

Isnanda Nuriskasari, S.Si., M.T
NIP. 199306062019032030

Kepala Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Cecep Slamet Abadi, S.T., M.T.
NIP. 196605191990031002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN
SKRIPSI

**DAMPAK PENURUNAN BEBAN UAP TERHADAP
EFISIENSI DAN KONSUMSI BAHAN BAKAR
FIRE TUBE BOILER KAPASITAS 25 TON/JAM
DI PABRIK PRODUKSI SUSU**

Oleh:

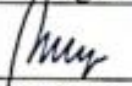
Muhamad Raihan Ali

NIM. 2102421006

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan di hadapan Dewan Penguji
pada tanggal 14 Juli 2025 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa
Pembangkit Energi Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Dr. Belyamin, M.Sc.Eng, B.Eng(Hons). NIP. 196301161993031001	Ketua		25/7/2025
2.	Arifia Eka Yuliana, S.T., M.T. NIP. 199107212018032001	Anggota		23/07/2025
3.	Dr. Candra Damis Widiawaty, S.T.P., M.T. NIP. 198201052014042001	Anggota		25/07/2025

Depok, 25 Juli 2025
Disahkan oleh:
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Eng. Ir. Mudimin, S.T., M.T. IWE.
NIP. 197707142008121005



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhamad Raihan Ali
NIM : 2102421006
Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam skripsi telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 14 Juli 2025




Muhamad Raihan Ali
NIM.2102421006

NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAMPAK PENURUNAN BEBAN UAP TERHADAP EFISIENSI DAN KONSUMSI BAHAN BAKAR *FIRE TUBE BOILER* KAPASITAS 25 TON/JAM DI PABRIK PRODUKSI SUSU

Muhamad Raihan Ali¹, Belyamin², dan Isnanda Nuriskasari¹

¹Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

²Program Pascasarjana Magister Terapan Rekayasa Teknologi Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

E-mail: muhamad.raihan.ali.tm21@mhs.w.pnj.ac.id

ABSTRAK

Studi ini mengkaji pengaruh penurunan beban uap terhadap efisiensi, konsumsi bahan bakar, dan kehilangan panas pada fire tube boiler berkapasitas 25 ton/jam.. Penelitian ini membandingkan performa boiler pada beban parsial (7 ton/jam) dan penuh (25 ton/jam) selama sepuluh hari operasional di PT X, yang beroperasi di bawah kapasitas desain sehingga berpotensi menimbulkan inefisiensi energi. Perhitungan dilakukan dengan metode langsung untuk menentukan efisiensi termal dan metode tidak langsung untuk mengidentifikasi sumber kehilangan panas. Hasil menunjukkan efisiensi termal pada beban parsial hanya 70.5–73.2%, meningkat menjadi 87.2–88.4% pada beban penuh. Kehilangan panas dominan berasal dari gas buang kering dan kandungan hidrogen bahan bakar, lebih tinggi pada beban parsial. Konsumsi bahan bakar juga meningkat pada beban parsial, yaitu 0.0860–0.0898 Nm³/kg, dibandingkan 0.0689–0.0699 Nm³/kg pada beban penuh. Penurunan beban uap terbukti menurunkan efisiensi energi, meningkatkan konsumsi bahan bakar, dan memperbesar kehilangan panas boiler.

Kata kunci: boiler, efisiensi, specific fuel consumption, beban uap, fire tube.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

THE IMPACT OF STEAM LOAD REDUCTION ON THE EFFICIENCY AND FUEL CONSUMPTION OF A 25 TON/HOUR CAPACITY FIRE TUBE BOILER AT DAIRY PLANT

Muhamad Raihan Ali¹, Belyamin², dan Isnanda Nuriskasari¹

¹Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

²Program Pascasarjana Magister Terapan Rekayasa Teknologi Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

E-mail: muhamad.raihan.ali.tm21@mhsw.pnj.ac.id

ABSTRACT

This study analyzes the impact of steam load reduction on efficiency, fuel consumption, and heat loss in a 25-ton/hour fire tube boiler. The performance was compared under partial load (7 tons/hour) and full load (25 tons/hour) during ten days of operation at PT X, where operating below design capacity often leads to energy inefficiency. Efficiency was calculated using the direct method, while heat losses were identified through the indirect method. Results show that thermal efficiency at partial load was only 70.5–73.2%, increasing to 87.2–88.4% at full load. Dominant heat losses were due to dry flue gas and the hydrogen content of the fuel, with higher percentages at partial load. Fuel consumption was also greater at partial load, at 0.0860–0.0898 Nm³/kg, compared to 0.0689–0.0699 Nm³/kg at full load. Steam load reduction decreases energy efficiency, increases fuel consumption, and amplifies overall boiler heat losses.

Keywords: boiler, efficiency, specific fuel consumption, steam load, fire tube.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	v
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
KATA PENGANTAR.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Pertanyaan Penelitian.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan Skripsi	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Landasan Teori	6
2.1.1 Sistem Produksi dan Distribusi Uap di Industri <i>Dairy</i>	6



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.1.2	Beban Uap.....	8
2.1.3	Jenis-Jenis Boiler	9
2.1.4	Mekanisme Pembakaran pada Boiler.....	14
2.1.5	ASME Power Test Code (PTC) 4.1 Efisiensi Boiler	17
2.1.6	Bahan Bakar	23
2.1.7	Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Per kg Uap.....	25
2.1.8	Interpolasi Linear Tabel Uap.....	26
2.2	Kajian Literatur	27
2.3	Kerangka Pemikiran.....	32
2.4	Pengembangan Hipotesis	34
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		35
3.1	Jenis Penelitian.....	35
3.2	Objek Penelitian.....	35
3.3	Metode Pengambilan Sampel.....	36
3.4	Jenis dan Sumber Data Penelitian.....	39
3.5	Metode Pengumpulan Data Penelitian.....	41
3.6	Metode Analisis Data	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		43
4.1	Hasil Penelitian	43
4.1.1	Data Operasional Boiler.....	43
4.1.2	Data Hasil Perhitungan Efisiensi Boiler	46
4.1.3	Data Hasil Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar Boiler	49
4.1.4	Data Hasil Perhitungan Heat Loss Boilier	52



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.2	Pembahasan.....	60
4.2.1	Pembahasan Efisiensi Boiler.....	61
4.2.2	Pembahasan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Boiler.....	65
4.2.3	Pembahasan Heat Loss Boiler.....	70
BAB V PENUTUP		72
5.1	Kesimpulan	72
5.2	Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA		74
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....		80
LAMPIRAN.....		81

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Komponen dan Fungsi Sistem Produksi dan Distribusi Uap	7
Tabel 2. 2 Komponen dan Fungsi Fire Tube Boiler	12
Tabel 2. 3 Keterangan Perhitungan Metode Tidak Langsung	20
Tabel 2. 4 Spesifikasi Natural Gas PGN	24
Tabel 2. 5 Kalori Bahan Bakar LFO	25
Tabel 3. 1 Spesifikasi Fire Tube Boiler	36
Tabel 3. 2 Parameter Tetap dan Berubah Ketika Beban Uap Turun.....	36
Tabel 4. 1 Data Operasional Boiler 7 Ton/Jam PT X.....	43
Tabel 4. 2 Data Operasional Boiler 25 Ton/Jam (Logsheets) PT X.....	44
Tabel 4. 3 Data Untuk Perhitungan.....	45
Tabel 4. 4 Analisis Ultimat Natural Gas.....	46
Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Efisiensi Boiler 7 Ton/Jam.....	47
Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Efisiensi Boiler 25 Ton/Jam.....	49
Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar 7 Ton/Jam.....	50
Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar 25 Ton/Jam.....	51
Tabel 4. 9 Hasil Perhitungan Metode Tidak Langsung 7 Ton/Jam.....	56
Tabel 4. 10 Hasil Perhitungan Metode Tidak Langsung 25 Ton/Jam.....	60
Tabel 4. 11 Perbandingan Efisiensi Boiler.....	63
Tabel 4. 12 Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar Boiler.....	67

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem Produksi dan Distribusi Uap.....	6
Gambar 2. 2 <i>Water Tube Boiler</i>	10
Gambar 2. 3 <i>Fire Tube Boiler</i>	11
Gambar 2. 4 Komponen Fire Tube Boiler.....	12
Gambar 2. 5 Skema PID Control Pembakaran.....	15
Gambar 2. 6 <i>Direct Method</i> ASME PTC 4.1	18
Gambar 2. 7 <i>Indirect Method</i> ASME PTC 4.1	20
Gambar 2. 8 Kerangka Pemikiran	33
Gambar 3. 1 Boiler PT X	35
Gambar 3. 2 Skema Titik Ukur.....	37
Gambar 3. 3 Human Machine Interface	38
Gambar 3. 4 Pengukuran Suhu Air Umpan.....	38
Gambar 3. 5 Diagram Alir Penelitian.....	41
Gambar 4. 1 Grafik Efisiensi Boiler 7 Ton/Jam.....	61
Gambar 4. 2 Grafik Efisiensi Boiler 25 Ton/Jam.....	62
Gambar 4. 3 Grafik Perbandingan Efisiensi Boiler	64
Gambar 4. 4 Grafik SFC Boiler 7 Ton/Jam.....	65
Gambar 4. 5 Grafik SFC Boiler 25 Ton/Jam.....	66
Gambar 4. 6 Grafik Konsumsi Bahan Bakar	69
Gambar 4. 7 Grafik Kehilangan Panas Boiler.....	70



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Formulir F1 Dosen Pembimbing-1	82
Lampiran 2 Formulir F2 Dosen Pembimbing-1	83
Lampiran 3 Formulir F1 Dosen Pembimbing-2	84
Lampiran 4 Formulir F2 Dosen Pembimbing-2	85
Lampiran 5 Saturated Steam and Water Table (S.Chand & Company LTD)	86
Lampiran 6 Perhitungan Efisiensi Boiler pada Beban 7 Ton/Jam	90
Lampiran 7 Perhitungan Efisiensi Boiler pada Beban 25 Ton/Jam	93
Lampiran 8 Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik pada Beban 7 Ton/Jam ...	95
Lampiran 9 Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik pada Beban 25 Ton/Jam .	96

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul "Dampak Penurunan Beban Uap terhadap Efisiensi dan Konsumsi Bahan Bakar *Fire Tube Boiler* Kapasitas 25 Ton/Jam di Pabrik Produksi Susu". Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik di Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.

Penulisan skripsi ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh perubahan beban operasional boiler terhadap performa energi, khususnya pada efisiensi termal dan konsumsi bahan bakar. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap peningkatan efisiensi energi pada sistem pembangkit uap di sektor industri, khususnya pada industri pengolahan susu yang menggunakan fire tube boiler sebagai sumber uap utama.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT. Yang memberikan kesempatan serta rahmat dan karunia-Nya kepada penulis.
2. Bapak Dr. Syamsurizal, S.E., M.M. Selaku Direktur Politeknik Negeri Jakarta.
3. Bapak Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T., IWE. Selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
4. Bapak Cecep Slamet Abadi, S.T., M.T. Selaku Kepala Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi.
5. Pihak industri dan teknisi lapangan yang telah bersedia menyediakan data dan informasi penting untuk mendukung kelancaran penelitian ini.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

6. Bapak Dr. Belyamin, M.Sc.Eng, B.Eng(Hons). Yang telah membimbing penulis sebagai dosen pembimbing pertama.
7. Ibu Isnanda Nuriskasari, S.Si., M.T. Yang telah membimbing penulis sebagai dosen pembimbing kedua.
8. Bapak Supardi dan Ibunda Chafifah selaku kedua orang tua penulis yang telah memberikan doa, dukungan moral, materi dan semangat yang tak henti-hentinya.
9. Teman-teman Tridharma yang selalu menghibur dan menemani penulis di kala suka maupun duka.
10. Teman-teman seperjuangan di Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi dan Teknologi Rekayasa Konversi Energi yang selalu memberikan dukungan dan kebersamaan selama masa studi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, baik dari segi isi maupun penyajian. Oleh karena itu, penulis terbuka terhadap segala bentuk kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Jakarta, 14 Juli 2025

Muhamad Raihan Ali
NIM. 2102421006

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Pada industri *dairy plant*, dibutuhkan uap dari boiler untuk kebutuhan proses sterilisasi dan pasteurisasi susu. Migrasi produksi plant PT X ke Cikarang menyebabkan penurunan produksi susu pada plant PT X yang di Jakarta. Pengurangan produksi susu di PT X menjadi faktor utama penurunan beban boiler. *Fire tube boiler* tipe *dual burner* memiliki spesifikasi efisiensi sebesar 94% pada beban maksimum 25 ton/jam. Namun, Ketika beban operasi diturunkan menjadi 7 ton/jam, ada kemungkinan penurunan performa (*Spesifikasi Boiler Dan Economizer.Pdf*, 2019). Fenomena ini mengindikasikan bahwa pengoperasian boiler di luar rentang beban optimal dapat menyebabkan kemungkinan terjadinya inefisiensi. Penurunan efisiensi ini bukan hanya berdampak pada peningkatan konsumsi bahan bakar karena energi yang digunakan tidak sepenuhnya dikonversi menjadi uap, tetapi juga meningkatkan biaya operasional secara keseluruhan (Hartanto et al., 2020). Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis mengenai dampak penurunan beban terhadap performa *fire tube boiler*.

Penelitian yang berkaitan tentang analisis dampak penurunan beban terhadap performa *fire tube boiler* telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Sandri Putra Wicaksana, dkk meneliti tentang efisiensi *fire tube boiler* yang beroperasi pada beban 15 ton/jam, menggunakan metode langsung dan tidak langsung, didapat hasil 86% (*direct method*) dan 80.79% (*indirect method*). Pada penelitian tersebut tidak dilakukan perbandingan efisiensi pada variasi beban yang berbeda (Wicaksana et al., 2023). Selanjutnya, Penelitian oleh Aneka Firdaus dan Erwin Sirait, membandingkan efisiensi *fire tube boiler* kapasitas 3.2 ton/jam terhadap variasi beban kapasitas uapnya, didapat hasil efisiensi tertinggi yaitu 87.03% pada beban 2.2 ton/jam lalu efisiensi terendah adalah 86.67% pada beban 3.1 ton/jam. Efisiensi semakin turun seiring naiknya beban uap dari *fire tube boiler* (Firdaus & Sirait, 2015). Pada penelitian tersebut variasi beban

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

dan kapasitas boiler sangat kecil hanya 2-3 ton/jam, sedangkan dalam penulisan skripsi ini yang digunakan beban 7 ton/jam dan 25 ton/jam.

Kemudian Istianto Budhi Rahardja dkk meneliti studi kasus pengaruh penggunaan boiler 20 ton uap/jam terhadap peningkatan kapasitas pabrik menjadi 40 ton/jam, yang merupakan kebalikan dari topik penelitian skripsi ini. Hasilnya terjadi penurunan efisiensi fire boiler yang semula 73% pada kebutuhan uap 14.85 ton/jam menjadi 67.23% pada kebutuhan uap 19.8 ton/jam. Hasil tersebut serupa dengan penelitian sebelumnya yang dimana efisiensi semakin turun seiring meningkatnya kebutuhan uap boiler(Rahardja et al., 2021). Selanjutnya, Achmad Husein meneliti efisiensi boiler kapasitas 2 ton/jam menggunakan metode langsung dan tidak langsung, hasilnya pada metode langsung, efisiensi didapat sebesar 81.04% sedangkan pada metode tidak langsung adalah 85.65%. Penelitian ini dilakukan hanya untuk mengidentifikasi efisiensi aktual dan kehilangan panas dari boiler(Husen, 2022). Berikutnya, penelitian yang dilakukan oleh Floriane Mermoud, membandingkan efisiensi *fire tube boiler* berbahan bakar kayu kapasitas 2 MW (boiler besar) dan 0.65 MW (boiler kecil) pada variasi beban yang berbeda. Efisiensi tetap stabil di kisaran 83% (boiler besar) dan 90% (boiler kecil) di seluruh rentang beban. Hal ini bertentangan dengan hipotesis bahwa efisiensi menurun pada beban rendah(Mermoud et al., 2015).

Berdasarkan kajian terhadap beberapa penelitian sebelumnya, terlihat bahwa pembahasan mengenai efisiensi *fire tube boiler* umumnya masih terbatas pada satu kondisi beban atau belum sepenuhnya mengkaji dampak penurunan beban secara signifikan, terutama pada *fire tube boiler* kapasitas 25 ton/jam yang mengalami penurunan beban. Beberapa studi bahkan menunjukkan hasil yang saling bertentangan, seperti stabilnya efisiensi pada berbagai beban dalam penelitian Mermoud, sementara studi lain justru mencatat penurunan efisiensi saat beban turun maupun meningkat(Firdaus & Sirait, 2015; Mermoud et al., 2015; Rahardja et al., 2021). Ketidakkonsistenan ini menunjukkan adanya kebutuhan akan penelitian lebih lanjut

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

yang secara spesifik menganalisis dampak penurunan beban terhadap performa *fire tube boiler* dalam kondisi aktual industri. Penelitian ini mengkaji dampak dari penurunan beban *fire tube boiler* tipe dual burner kapasitas 25 ton/jam.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah yang akan dijawab dalam penelitian ini adalah bagaimana efisiensi *fire tube boiler* kapasitas 25 ton/jam mengalami perubahan ketika dioperasikan pada beban yang lebih rendah, yaitu 7 ton/jam, dan besaran kehilangan panas boiler pada setiap variasi beban serta bagaimana dampak penurunan beban tersebut terhadap konsumsi bahan bakar spesifik.

1.3 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan latar belakang di atas, berikut pertanyaan penelitian :

1. Bagaimana efisiensi *fire tube boiler* pada beban operasi aktual yang berbeda, khususnya pada beban 25 ton/jam dan 7 ton/jam?
2. Apa saja dampak penurunan kapasitas beban kerja terhadap konsumsi bahan bakar *fire tube boiler*?
3. Berapa besaran rugi-rugi panas *fire tube boiler* pada beban 25 ton/jam dan 7 ton/jam?

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah dan ruang lingkup penelitian, tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. Menentukan dampak penurunan beban uap terhadap efisiensi termal *fire tube boiler* kapasitas 25 ton/jam dengan bahan bakar natural gas.
2. Menentukan dampak penurunan beban uap terhadap konsumsi bahan bakar spesifik *fire tube boiler* kapasitas 25 ton/jam dengan bahan bakar natural gas.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3. Menentukan kehilangan panas boiler pada masing-masing beban uap yaitu 7 ton/jam dan 25 ton/jam.

Adapun batasan masalah penelitian adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini berfokus pada dampak yang ditimbulkan oleh penurunan beban boiler terhadap efisiensi dan konsumsi bahan bakar.
2. Beban operasional yang diteliti adalah pada beban uap 7 ton/jam dan 25 ton/jam.
3. Perhitungan efisiensi untuk menentukan pengaruh penurunan beban uap menggunakan metode langsung (*direct method*) mengacu pada standar ASME PTC 4.1.
4. Metode tidak langsung digunakan hanya untuk menganalisis kehilangan panas (*heat loss*) dari boiler.
5. Objek yang diteliti adalah *Fire Tube Boiler* skala industri pabrik produksi susu yang ada di PT X.

1.5 Manfaat Penelitian

Berikut manfaat yang dapat dicapai dari penelitian dari aspek teoritis ataupun praktis:

1. Memberikan data teknis sebagai dasar pengambilan keputusan dalam pengoperasian, khususnya untuk unit yang telah beroperasi dalam jangka waktu lama, guna mencegah penurunan performa yang merugikan.
2. Menambah kontribusi ilmiah di bidang energi dan teknik mesin, khususnya dalam kajian efisiensi termal sistem utilitas industri.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.6 Sistematika Penulisan Skripsi

- **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, Batasan masalah, pertanyaan penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan skripsi.

- **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menjelaskan landasan teori yang relevan dengan penelitian serta literatur pendukung penelitian ini.

- **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan tentang jenis penelitian, objek penelitian, metode pengambilan sampel, jenis dan sumber data penelitian, alur penelitian, pengumpulan data penelitian, pengolahan data, dan analisis data.

- **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini memuat uraian mengenai hasil perancangan, spesifikasi, dan konsep simulator, serta menguraikan secara detail tujuan dari skripsi.

- **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi kesimpulan dari penelitian dan saran yang diberikan berdasarkan hasil analisis dari penelitian.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Penurunan beban uap memberikan dampak nyata terhadap efisiensi termal boiler. Rata-rata efisiensi boiler turun dari 87.935 % pada beban 25 ton/jam menjadi 72.325 % pada beban 7 ton/jam. Dampak terhadap efisiensi boiler ditunjukkan dengan persamaan regresi:
 - a. $y = -0.0005x^5 + 0.0125x^4 - 0.119x^3 + 0.4226x^2 + 0.0434x + 70.242$, dengan koefisien determinasi $R^2 = 0.9884$ untuk efisiensi pada beban 7 ton uap/jam.
 - b. $y = -0.0004x^5 + 0.0117x^4 - 0.1306x^3 + 0.6442x^2 - 1.1575x + 87.91$, dengan $R^2 = 0.9955$ untuk efisiensi pada beban 25 ton uap/jam.
2. Penurunan beban uap memberikan dampak nyata terhadap konsumsi bahan bakar spesifik boiler. Rata-rata konsumsi bahan bakar meningkat dari 0.06930 Nm³/jam pada beban 25 ton/jam menjadi 0.087176 Nm³/jam pada beban 7 ton/jam. Dampak terhadap konsumsi bahan bakar spesifik boiler ditunjukkan dengan persamaan garis linear:
 - a. $y = -3E-07x^5 + 8E-06x^4 - 9E-05x^3 + 0.0005x^2 - 0.0019x + 0.0908$ dan koefisien determinasi $R^2 = 0.9902$ pada beban 7 ton uap/jam.
 - b. $y = -5E-08x^5 + 3E-07x^4 + 1E-05x^3 - 0.0002x^2 + 0.0004x + 0.0697$ dengan $R^2 = 0.998$ untuk konsumsi bahan bakar pada beban 25 ton uap/jam.
3. Kehilangan panas pada boiler menunjukkan bahwa komponen terbesar berasal dari kehilangan panas akibat kandungan hidrogen dalam bahan bakar (L2), diikuti oleh gas buang kering (L1) dan kelembapan (L3), dengan total rugi panas lebih tinggi pada beban parsial 7 ton/jam dibandingkan beban penuh 25 ton/jam.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5.2 Saran

1. Penelitian selanjutnya disarankan menambahkan analisis terkait teknis biaya operasional sehingga keputusan teknis dan ekonomis dalam pengoperasian boiler dapat diambil secara lebih tepat.
2. Perlu dilakukan kajian pengaruh variasi beban uap terhadap emisi gas buang, karena perubahan efisiensi dan konsumsi bahan bakar spesifik berpotensi memengaruhi kadar CO₂, NO_x, dan emisi lainnya.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Alhashem, A., Almutairi, A. S., & Almokmesh, S. F. (2025). Flue Gas Recirculation in Steam Boilers: A Comprehensive Assessment Strategy for Energy Optimization and Efficiency Enhancement. *Processes*, 13(2), 1–22. <https://doi.org/10.3390/pr13020395>
- Apsari, V. K., Ali, M., Nurohmah, H., & Rukslin, R. (2021). Desain Optimasi PID Controller Pada Temperatur Heating Furnace Berbasis Ant Colony Algorithm (ACO). *Jurnal FORTECH*, 2(2), 57–62.
- Asha, G. (2022). Linear Regression Analysis Theory and Computation. *Quing: International Journal of Innovative Research in Science and Engineering*, 1(2), 39–57. <https://doi.org/10.54368/qijirse.1.2.0002>
- Bennett, G., & Elwell, C. (2020). Effect of boiler oversizing on efficiency: a dynamic simulation study. *Building Services Engineering Research and Technology*, 41(6), 709–726. <https://doi.org/10.1177/0143624420927352>
- Ciupek, B., & Frąckowiak, A. (2024). Review of Thermal Calculation Methods for Boilers—Perspectives on Thermal Optimization for Improving Ecological Parameters. *Energies (19961073)*, 17(24).
- Damanik, D. A., Simanjuntak, K., Handika Sinaga, H., Simangunsong, K. A., Silitonga, L. C., Nainggolan, R., Ibrahim, H., & Alfansuri, M. (2022). *PURWARUPAMINIATUR WATER TUBE BOILER MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR GASKAPASITAS UAP 20 KG/JAM*. 03(02), 35–42. <http://ojs.polmed.ac.id/index.php/Sinergi/index>
- Deb, A., & Deb, T. (2017). A Case Study on Heat Rate of Boiler and Turbine in NSPCL Durgapur. *International Journal of Latest Technology in Engineering*, VI(Viii), 11–20. www.ijltemas.in
- Fadil, S., Su'i, M., & Sudiyono, S. (2016). Pengaruh Pateurisasi dan Sterilisasi

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Terhadap Kualitas dan Lama Penyimpanan Sari Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* L.). *Agrika*, 10 (1).

Firdaus, A., & Sirait, E. (2015). Analisa Pengaruh Variasi Kapasitas Uap Terhadap Efisiensi Ketel Uap Di Pt . Sinar Sosro Banyuasin-Sumatera Selatan. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 8, 133–140.

Furqon, M., & Sugiyana, D. (2012). Pengaruh Karakteristik Batubara dan Proses Pembakaran pada Boiler Batubara Bubuk (Pulverized Coal) terhadap Emisi Nox di Industri Tekstil. *Arena Tekstil*, 27(1).

Ginanjjar, T., Junaidi, Lubis, G. S., & Simanjuntak, Y. M. (2019). Analisa Kebutuhan Bahan Bakar Boiler dengan Melakukan Uji Kalori pada Pabrik Kelapa Sawit PT. Sentosa Prima Agro. *Jurnal Teknologi Rekayasa Teknik Mesin*, 1(1), 1–6.

Handoyo, Y., & Irawan, G. (2023). Efektivitas Penggunaan Economizer Terhadap Performa Boiler Fire Tube. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 11(2), 108–114.
<https://doi.org/10.33558/jitm.v11i2.7104>

Hartanto, L. B., Sibarani, M., & Tuapetel, J. V. (2020). Analisa Teknis Dan Biaya Penggunaan Bahan Bakar Cangkang Kelapa Sawit Dan Batu Bara Pada Boiler DZL4 Di PT. Lautan Luas Tbk. *Jurnal Teknik Mesin ITI*, 4(1), 17.
<https://doi.org/10.31543/jtm.v4i1.301>

Hartomo, K. D. (2006). Implementasi Metode Interpolasi Linear Untuk Pembesaran Resolusi Citra. *Teknoin*, 11(3), 219–232.
<https://doi.org/10.20885/teknoin.vol11.iss3.art5>

Husen, A. (2022). Analisis Efisiensi Energi Pada Boiler Industri Tipe Fire-Tube Kapasitas 2Ton/Jam Dengan Bahan Bakar Compressed Natural Gas (Cng) Di Pt.X. *Sainstech: Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Sains Dan Teknologi*, 32(2), 67–75. <https://doi.org/10.37277/stch.v32i2.1302>

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Jbira, N., Lebnaiti, A., & Mounir, S. H. (2024). Exergy analysis and boiler efficiency enhancement of a dairy plant for milk and derivative production. *International Journal of Exergy*, 43(3), 251–272. <https://doi.org/10.1504/IJEX.2024.137562>

Kawulur, M. P. Y., & Warokka, A. (2023). *Analisa Efektivitas Boiler Fire Tube Untuk Media Bahan Ajar Mahasiswa Teknik Mesin Politeknik Negeri Manado Effectiveness Analysis of Boiler Fire Tube Prototype for Media Teaching Materials for Mechanical Engineering Students of Manado State Polytechnic*. 3(1), 1–14.

Kazarinov, L. S., Shnayder, D. A., & Kolesnikova, O. V. (2017). Heat load control in steam boilers. *2017 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM)*, 1–4.

Kharisma dan Budiman. (2020). Perhitungan Efisiensi (Eficiency) Mesin Boiler Jenis Fire –Tube Menggunakan Metode Direct dan Indirect untuk Produk Butiran – Butiran Pelet. *Ug Jurnal*, 14, 1–10.

Lutfi, M. (2021). Pemanfaatan Limbah Oli Bekas Menjadi Bahan Bakar High Speed Diesel (HSD). *JST (Jurnal Sains Terapan)*, 7(1), 57–62.

Men, Y., Haskara, I., Wang, Y. Y., Chang, C. F., & Zhu, G. (2018). Model-based calibration of reaction-based diesel combustion dynamics. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering*, 232(12), 1611–1622. <https://doi.org/10.1177/0954407017732859>

Mermoud, F., Haroutunian, A., Faessler, J., & Lachal, B. (2015). Impact of load variations on wood boiler efficiency and emissions: in-situ monitoring of two boilers (2 MW and 0.65 MW) supplying a district heating system. *Archives Des Sciences*, 68(0), 27–38.

Muzaki, I., & Mursadin, A. (2019). ANALISIS EFISIENSI BOILER DENGAN METODE INPUT– OUTPUT DI PT. JAPFA COMFEED INDONESIA Tbk.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

UNIT BANJARMASIN. *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika*, 4(1), 37–46. <https://doi.org/10.20527/sjmekinematika.v4i1.50>

Nasution, M. (2022). Bahan Bakar Merupakan Sumber Energi Yang Sangat Diperlukan Dalam Kehidupan Sehari Hari. *JET (Journal of Electrical Technology)*, 7(1), 29–33. <https://doi.org/10.30743/jet.v7i1.5392>

Nuswantara, M. R. P., Priharnanto, W., & Wibawa, G. (2014). Regasification of lng (liquefied natural gas). *Jurnal Teknik Pomits*, 3(2).

Pakpahan, B., Silalahi, C., Gultom, D., Sihombing, E., Simanjuntak, J., Munthe, L., Panjaitan, P., & Lubis, R. (2021). ANALISIS PEMBAKARAN PADA BOILER KAPASITAS 260 TON/JAM DENGAN MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR GAS. *SINERGI POLMED: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 2(2), 11–17.

Rahardja, I. B., Mahfud, A., & Bawana, P. D. (2021). Pengaruh Penggunaan Boiler 20 Ton Uap / Jam Terhadap Kenaikan Kapasitas Pabrik 40 Ton / Jam Pabrik Minyak Kelapa Sawit (Pmks) Xyz. *Jurnal Teknologi Universitas Muhammadiyah Jakarta*, 13(2), 227–236.

Sagaf, M. (2018). Analisa faktor-faktor penyebab perubahan efisiensi boiler jenis pulverized coal fired forced circulation sub-critical pressure menggunakan metode tak langsung. *Teknoin*, 24(2), 147–158. <https://doi.org/10.20885/teknoin.vol24.iss2.art5>

Sahda, N. T., Sentosa, J. M., & Andhani, L. (2022). Analisis efisiensi boiler menggunakan metode langsung di pembangkit listrik tenaga sampah (pltsa) bantargebang. *Journal of Engineering Environtmental Energy and Science*, 1(1), 39–48.

Sarwono, E., & Saputra, I. (2023). *Pemakaian Metode ASME PTC 4.1 Pada Evaluasi Performa (Efisiensi) Boiler Pulverized Firing di Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)*.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Schneider, A., Hommel, G., & Blettner, M. (2010). Linear regression analysis: part 14 of a series on evaluation of scientific publications. *Deutsches Ärzteblatt International*, 107(44), 776.

Shahab, A., & Amna, S. (2023). Efficiency Analysis of Fire Tube Boiler Type at Refinery Utility Unit. *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, 2(7), 3109–3118.

Sihombing, F., & Winardi, B. (n.d.). *ANALISIS KONSUMSI BAHAN BAKAR PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP STUDI KASUS PT. PLN PEMBANGKITAN TANJUNG JATI*.

Sitomlml, J., & P, N. A. (2017). *PENGUJIAN BOILER SEBAGAI PENYEDIA ENERGI PENGOLAHAN LIMBAH RADIOAKTIF CAIR PASCA PERBAIKAN*. 179–184.

Spesifikasi Boiler dan Economizer.pdf (p. 2). (2019). Euroasiatic.

Tarigan, M. R., Supriyanto, G., & Hermantoro. (2023). Analisis Kualitas Air dan Pemakaian Air pada Water Tube Boiler di Pabrik Kelapa Sawit. *Agroforetech*, 1, 663–671.

<https://jurnal.instiperjogja.ac.id/index.php/JOM/article/view/385%0Ahttps://jurnal.instiperjogja.ac.id/index.php/JOM/article/download/385/374>

Wicaksana, S. P., Rahmatulloh, A., & Subandi, R. (2023). Analisis Efisiensi Boiler Fire-Tube Pada Produksi Stpp Di Pt Petrocentral Gresik Menggunakan Metode Langsung Dan Tidak Langsung. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 9(3), 258–265. <https://doi.org/10.33795/distilat.v9i3.3777>

Winarto, S. (2023). Perbandingan Efisiensi Pada Boiler Ii Twa Ppsdm Migas Menggunakan Metode Langsung Dan Tidak Langsung Periode Bulan Maret 2023. *Jurnal Nasional Pengelolaan Energi MigasZoom*, 5(2), 167–174. <https://doi.org/10.37525/mz/2023-2/549>



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Xu, S., Yu, B., Zhou, Q., Zhang, X., Wang, F., & Zhou, H. (2024). Simulation of low-load operation for a 350 MW supercritical unit. *Frontiers in Energy Research*, 12(September), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2024.1448416>

Yusuf, Y. (2017). Analisa Perbandingan Pemakaian Bahan Bakar Solar Fuel Oil (Sfo) Dan Liquefied Natural Gas (Lng) Terhadap Kinerja Boiler Di Unit Cold Rolling Mill (Crm) Di Pt X. *Teknika: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 13(2), 113. <https://doi.org/10.36055/tjst.v13i2.4016>



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



1. Nama Lengkap : Muhamad Raihan Ali
2. NIM : 2102421006
3. Tempat, Tanggal, Lahir : Jakarta, 21 Oktober 2002
4. Jenis Kelamin : Laki-laki
5. Alamat : JL. LAPAN V, RT 013/ RW 001,
Kel. Pekayon, Kec. Pasar Rebo,
Jakarta Timur, 13710
6. Email : mraihanali004@gmail.com
7. Pendidikan
 - a. SD (2009 – 2015) : SD Negeri 10 Pekayon
 - b. SMP (2015 – 2018) : SMP Negeri 179 Jakarta
 - c. SMK (2018 – 2021) : SMK Negeri 52 Jakarta
8. Program Studi : D4 – Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi
9. Bidang Peminatan : Boiler
10. Tempat/Topik OJT : PT X

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 1 Formulir F1 Dosen Pembimbing-1

FORMULIR F1

LEMBAR KESEDIAAN MEMBIMBING TUGAS AKHIR / SKRIPSI

Dengan ini saya nama : Dr. Belyamin, M.Sc.Eng, B.Eng(Hons).
menyatakan bersedia membimbing pembuatan Tugas Akhir /Skripsi dan membimbing revisi
Tugas Akhir / Skripsi (jika ada) Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri
Jakarta, berikut :

JUDUL TUGAS AKHIR / SKRIPSI	NAMA	PROGRAM STUDI
Analisis Dampak Penurunan Beban Uap Terhadap Efisiensi Dan Konsumsi Bahan Bakar Fire Tube Boiler Kapasitas 25 Ton/Jam	Muhamad Raihan Ali	Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Demikian, atas perhatian dan kerjasamanya saya ucapkan terima kasih.

Depok, 14 April 2025

Yang Menyatakan

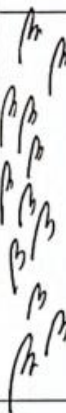
Dr. Belyamin, M.Sc.Eng, B.Eng(Hons).

NIP. 196301161993031001

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

FORMULIR F2

LEMBAR KONSULTASI BIMBINGAN TA / SKRIPSI DAN KESIAPAN MENGIKUTI UJIAN				
JUDUL TUGAS AKHIR / SKRIPSI : ANALISIS DAMPAK PENURUNAN BEBAN UAP TERHADAP EFISIENSI DAN KONSUMSI BAHAN BAKAR FIRE TUBE BOILER KAPASITAS 25 TON/JAM KELOMPOK : 1..... : 2..... NAMA MAHASISWA BIMBINGAN/NIM Muhamad Raihan Ali/2102421006 PROGRAM STUDI : Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi PEMBIMBING : Dr. Belyamin, M.Sc.Eng, B.Eng(Hons)				
No	Tanggal	Bahasan	Pembimbing	Panitia
1.	10/03/2025	- Masalah penelitian		
2.	18/03/2025	- Review proposal BAB 1-3		
3.	25/04/2025	- Masalah penelitian		
4.	02/05/2025	- Penyusunan BAB 1		
5.	09/05/2025	- Penyusunan BAB 1		
6.	16/05/2025	- Review BAB 1		
7.	23/05/2025	- BAB 2 dan BAB 3		
8.	27/05/2025	- Penyusunan BAB 3		
9.	18/06/2025	- Penyusunan BAB 4-5		
10.	24/06/2025	- Review BAB 4-5		
11.	01/07/2025	- Fixasi skripsi		
12.	03/07/2025	- Evaluasi penelitian		
Berdasarkan hasil pembimbingan mahasiswa diatas dinyatakan siap mengikuti ujian Tugas Akhir/ Skripsi. 7/7/2025 Yang menyatakan Pembimbing  Dr. Belyamin, M.Sc.Eng, B.Eng (Hons)				



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 3 Formulir F1 Dosen Pembimbing-2

FORMULIR F1

LEMBAR KESEDIAAN MEMBIMBING TUGAS AKHIR / SKRIPSI

Dengan ini saya nama : Isnanda Nuriskasari, S.Si., M.T.
menyatakan bersedia membimbing pembuatan Tugas Akhir /Skripsi dan membimbing revisi
Tugas Akhir / Skripsi (jika ada) Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri
Jakarta, berikut :

JUDUL TUGAS AKHIR / SKRIPSI	NAMA	PROGRAM STUDI
Analisis Dampak Penurunan Beban Uap Terhadap Efisiensi Dan Konsumsi Bahan Bakar Fire Tube Boiler Kapasitas 25 Ton/Jam	Muhamad Raihan Ali	Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Demikian, atas perhatian dan kerjasamanya saya ucapkan terima kasih.

Depok, 14 April 2025

Yang Menyatakan

Isnanda Nuriskasari, S.Si., M.T.

NIP. 199306062019032030

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

FORMULIR F2

**LEMBAR KONSULTASI BIMBINGAN TA / SKRIPSI
DAN KESIAPAN MENGIKUTI UJIAN**

JUDUL TUGAS AKHIR / SKRIPSI :

ANALISIS DAMPAK PENURUNAN BEBAN UAP TERHADAP
EFISIENSI DAN KONSUMSI BAHAN BAKAR FIRE TUBE BOILER
KAPASITAS 25 TON/JAM

KELOMPOK : 1.....
: 2.....

NAMA MAHASISWA BIMBINGAN/NIM

Muhamad Raihan Ali/2102421006

PROGRAM STUDI : Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

PEMBIMBING : Isnanda Nuriskasari, S.Si., M.T.

No	Tanggal	Bahasan	Pembimbing	Panitia
1.	10/03/2025	- Review proposal skripsi	<i>Isnanda</i>	
2.	25/03/2025	- Penetapan topik penelitian, review bab 1-3	<i>Isnanda</i>	
3.	12/04/2025	- Struktur kepenulisan sesuai panduan	<i>Isnanda</i>	
4.	19/05/2025	- Penggantian topik penelitian, review bab 1-3	<i>Isnanda</i>	
5.	10/06/2025	- Laporan progress skripsi	<i>Isnanda</i>	
6.	23/06/2025	- Review bab 4-5, semnas	<i>Isnanda</i>	
7.	01/07/2025	- Fixasi skripsi	<i>Isnanda</i>	
8.	04/07/2025	- Laporan daftar sidang	<i>Isnanda</i>	

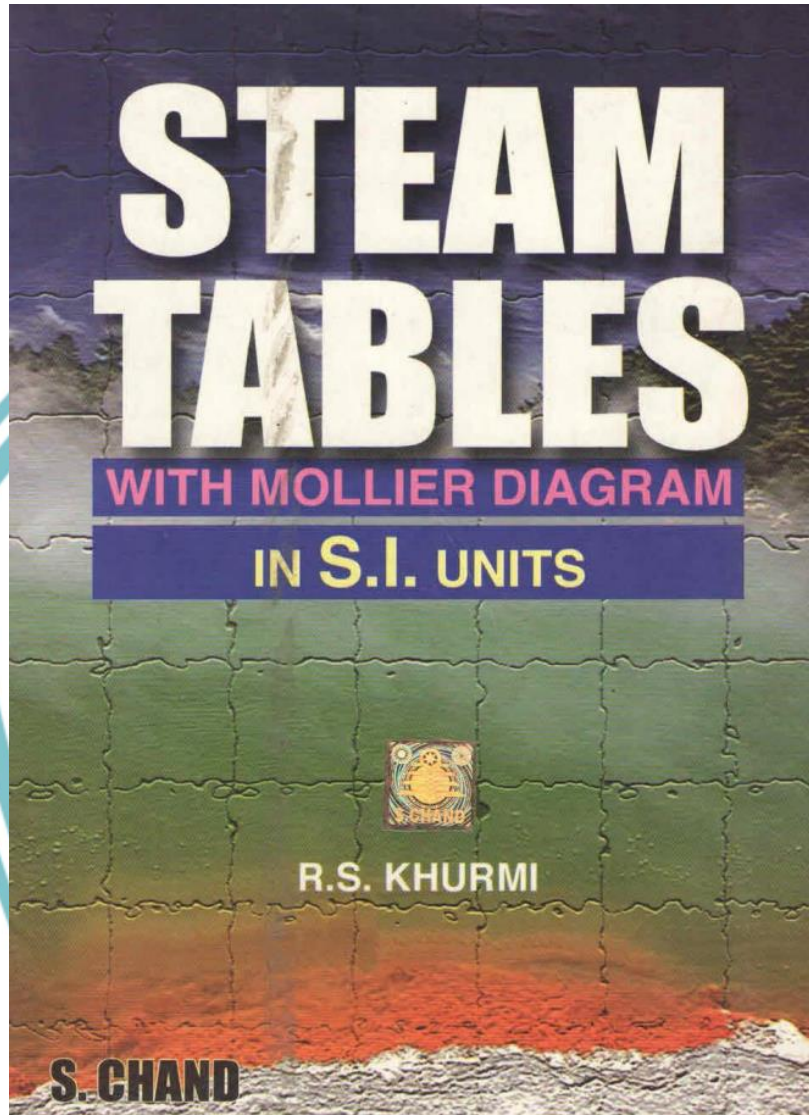
Berdasarkan hasil pembimbingan mahasiswa diatas dinyatakan siap mengikuti ujian Tugas Akhir/ Skripsi.

Yang menyatakan
Pembimbing

Isnanda
(.....)

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4

Saturated Water and Steam (Temperature) Tables

(t)	(p)	(v _f)	(v _g)	(h _f)	(h _{fg})	(h _g)	(s _f)	(s _{fg})	(s _g)	(t)
80	0.473 60	0.001 029	3.409 1	334.9	2 308.9	2 643.8	1.075	6.538	7.613	80
81	0.493 11	0.001 030	3.282 6	339.1	2 306.3	2 645.4	1.087	6.512	7.599	81
82	0.513 29	0.001 031	3.161 6	343.3	2 303.8	2 647.1	1.099	6.487	7.586	82
83	0.534 16	0.001 031	3.045 8	347.5	2 301.2	2 648.7	1.111	6.461	7.572	83
84	0.555 73	0.001 032	2.935 0	351.7	2 298.7	2 650.4	1.123	6.436	7.559	84
85	0.578 03	0.001 033	2.828 8	355.9	2 296.1	2 652.0	1.134	6.411	7.545	85
86	0.601 08	0.001 033	2.727 2	360.1	2 293.5	2 653.6	1.146	6.386	7.532	86
87	0.624 89	0.001 034	2.629 8	364.3	2 291.0	2 655.3	1.158	6.361	7.519	87
88	0.649 48	0.001 035	2.536 5	368.5	2 288.4	2 656.9	1.169	6.337	7.506	88
89	0.674 87	0.001 035	2.447 0	372.7	2 285.8	2 658.5	1.181	6.312	7.493	89
90	0.701 09	0.001 036	2.361 3	376.9	2 283.2	2 660.1	1.193	6.287	7.480	90
91	0.728 15	0.001 037	2.279 1	381.1	2 280.6	2 661.7	1.204	6.263	7.467	91
92	0.756 06	0.001 038	2.200 2	385.4	2 278.0	2 663.4	1.216	6.238	7.454	92
93	0.784 89	0.001 038	2.124 5	389.6	2 275.4	2 665.0	1.227	6.215	7.442	93
94	0.814 61	0.001 039	2.051 9	393.8	2 272.8	2 666.6	1.239	6.190	7.429	94
95	0.845 26	0.001 040	1.982 2	398.0	2 270.1	2 668.1	1.250	6.167	7.417	95
96	0.876 86	0.001 041	1.915 3	402.2	2 267.5	2 669.7	1.261	6.143	7.404	96
97	0.909 44	0.001 041	1.851 0	406.4	2 264.9	2 671.3	1.273	6.119	7.392	97
98	0.943 01	0.001 042	1.789 3	410.6	2 262.3	2 672.9	1.284	6.096	7.380	98
99	0.977 61	0.001 043	1.730 0	414.8	2 259.6	2 674.4	1.296	6.072	7.368	99
100	1.013 3	0.001 044	1.673 0	419.1	2 256.9	2 676.0	1.307	6.048	7.355	100
102	1.087 6	0.001 045	1.565 5	427.5	2 251.6	2 679.1	1.329	6.002	7.331	102
104	1.166 8	0.001 047	1.466 2	435.9	2 246.3	2 682.2	1.352	5.956	7.308	104
106	1.250 4	0.001 048	1.374 2	444.4	2 240.9	2 685.3	1.374	5.910	7.284	106
108	1.339 0	0.001 050	1.288 9	452.9	2 235.4	2 688.3	1.396	5.865	7.261	108
110	1.432 7	0.001 052	1.209 9	461.3	2 230.0	2 691.3	1.418	5.821	7.239	110
112	1.531 6	0.001 054	1.136 6	469.8	2 224.5	2 694.3	1.440	5.776	7.216	112
114	1.636 2	0.001 055	1.068 5	478.3	2 218.9	2 697.2	1.462	5.732	7.194	114
116	1.746 5	0.001 057	1.005 2	486.7	2 213.5	2 700.2	1.484	5.688	7.172	116
118	1.862 8	0.001 059	0.946 34	495.2	2 207.9	2 703.1	1.506	5.645	7.151	118

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5

Saturated Water and Steam (Temperature) Tables

∞ (t)	(p)	(v _f)	(v _g)	(h _f)	(h _{fg})	(h _g)	(s _f)	(s _{fg})	(s _g)	(t)
120	1.985 4	0.001 061	0.894 52	503.7	2 202.3	2 706.0	1.528	5.601	7.129	120
122	2.114 5	0.001 063	0.840 45	512.2	2 196.6	2 708.8	1.549	5.559	7.108	122
124	2.250 4	0.001 064	0.792 83	520.7	2 190.9	2 711.6	1.570	5.517	7.087	124
126	2.393 3	0.001 066	0.748 40	529.2	2 185.2	2 714.4	1.592	5.475	7.067	126
128	2.543 5	0.001 068	0.706 91	537.8	2 179.4	2 717.2	1.613	5.433	7.046	128
130	2.701 3	0.001 070	0.668 14	546.3	2 173.6	2 719.9	1.634	5.392	7.026	130
132	2.867 0	0.001 072	0.631 88	554.8	2 167.8	2 722.6	1.655	5.351	7.006	132
134	3.040 7	0.001 074	0.597 95	563.4	2 161.9	2 725.3	1.676	5.310	6.986	134
136	3.222 9	0.001 076	0.566 18	572.0	2 155.9	2 727.9	1.697	5.270	6.967	136
138	3.413 8	0.001 078	0.536 41	580.5	2 150.0	2 730.5	1.718	5.229	6.947	138
140	3.613 9	0.001 080	0.508 49	589.1	2 144.0	2 733.1	1.739	5.189	6.928	140
142	3.823 1	0.001 082	0.482 30	597.7	2 137.9	2 735.6	1.760	5.150	6.910	142
144	4.042 0	0.001 084	0.457 71	606.3	2 131.8	2 738.1	1.780	5.111	6.891	144
146	4.270 9	0.001 086	0.434 60	614.9	2 125.7	2 740.6	1.801	5.071	6.872	146
148	4.510 1	0.001 089	0.412 88	623.5	2 119.5	2 743.0	1.821	5.033	6.854	148
150	4.760 0	0.001 091	0.392 45	632.2	2 113.2	2 745.4	1.842	4.994	6.836	150
155	5.433 3	0.001 096	0.346 44	653.8	2 097.4	2 751.2	1.892	4.899	6.791	155
160	6.180 6	0.001 102	0.306 76	675.5	2 081.2	2 756.7	1.943	4.805	6.748	160
165	7.007 7	0.001 108	0.272 40	697.2	2 064.8	2 762.0	1.992	4.713	6.705	165
170	7.920 2	0.001 114	0.242 55	719.1	2 048.0	2 767.1	2.042	4.621	6.663	170
175	8.924 4	0.001 121	0.216 54	741.1	2 030.7	2 771.8	2.091	4.531	6.622	175
180	10.027	0.001 128	0.193 80	763.1	2 013.2	2 776.3	2.139	4.443	6.582	180
185	11.233	0.001 135	0.173 86	785.3	1 995.1	2 780.4	2.187	4.355	6.542	185
190	12.551	0.001 142	0.156 32	807.5	1 976.8	2 784.3	2.236	4.268	6.504	190
195	13.987	0.001 149	0.140 84	829.9	1 957.9	2 787.8	2.283	4.182	6.465	195
200	15.549	0.001 156	0.127 16	852.4	1 938.5	2 790.9	2.331	4.097	6.428	200
205	17.243	0.001 164	0.115 03	875.0	1 918.8	2 793.8	2.378	4.013	6.391	205
210	19.077	0.001 172	0.104 24	897.7	1 898.5	2 796.2	2.425	3.929	6.354	210
215	21.060	0.001 181	0.094 625	920.6	1 877.7	2 798.3	2.471	3.846	6.317	215
220	23.198	0.001 190	0.086 038	943.7	1 856.2	2 799.9	2.518	3.764	6.282	220

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

12

Saturated Water and Steam (Pressure) Tables

(p)	(t)	(v _f)	(v _g)	(h _f)	(h _{fg})	(h _g)	(s _f)	(s _{fg})	(s _g)	(p)
13.0	191.6	0.001 144	0.151 14	814.7	1 970.7	2 785.4	2.251	4.240	6.491	13.0
13.5	193.3	0.001 146	0.145 76	822.5	1 964.2	2 786.7	2.267	4.211	6.478	13.5
14.0	195.0	0.001 149	0.140 73	830.1	1 957.7	2 787.8	2.284	4.181	6.465	14.0
14.5	196.7	0.001 151	0.136 06	837.5	1 951.4	2 788.9	2.299	4.154	6.453	14.5
15.0	198.3	0.001 154	0.131 67	844.6	1 945.3	2 789.9	2.314	4.127	6.441	15.0
15.5	199.8	0.001 156	0.127 56	851.6	1 939.2	2 790.8	2.329	4.100	6.429	15.5
16.0	201.4	0.001 159	0.123 70	858.5	1 933.2	2 791.7	2.344	4.074	6.418	16.0
16.5	202.9	0.001 161	0.120 06	865.3	1 927.3	2 792.6	2.358	4.049	6.407	16.5
17.0	204.3	0.001 163	0.116 64	871.8	1 921.6	2 793.4	2.371	4.025	6.396	17.0
17.5	205.7	0.001 166	0.113 40	878.2	1 915.9	2 794.1	2.384	4.001	6.385	17.5
18.0	207.1	0.001 168	0.110 33	884.5	1 910.3	2 794.8	2.398	3.977	6.375	18.0
18.5	208.5	0.001 170	0.107 42	890.7	1 904.8	2 795.5	2.410	3.955	6.365	18.5
19.0	209.8	0.001 172	0.104 67	896.8	1 899.3	2 796.1	2.423	3.933	6.356	19.0
19.5	211.1	0.001 174	0.102 04	902.7	1 894.0	2 796.7	2.435	3.911	6.346	19.5
20.0	212.4	0.001 177	0.099 55	908.5	1 888.7	2 797.2	2.447	3.890	6.337	20.0
21.0	214.8	0.001 181	0.094 902	919.9	1 878.3	2 798.2	2.470	3.849	6.319	21.0
22.0	217.2	0.001 185	0.090 663	930.9	1 868.1	2 799.1	2.492	3.809	6.301	22.0
23.0	219.6	0.001 189	0.086 780	941.6	1 858.2	2 799.8	2.514	3.771	6.285	23.0
24.0	221.8	0.001 193	0.083 209	951.9	1 848.5	2 800.4	2.534	3.735	6.269	24.0
25.0	223.9	0.001 197	0.079 915	961.9	1 839.1	2 801.0	2.554	3.699	6.253	25.0
26.0	226.0	0.001 201	0.076 865	971.7	1 829.7	2 801.4	2.574	3.665	6.239	26.0
27.0	228.1	0.001 205	0.074 033	981.2	1 820.5	2 801.7	2.592	3.632	6.224	27.0
28.0	230.0	0.001 209	0.071 396	990.5	1 811.5	2 802.0	2.611	3.600	6.211	28.0
29.0	232.0	0.001 213	0.068 935	999.5	1 802.7	2 802.2	2.628	3.569	6.197	29.0
30.0	233.8	0.001 216	0.066 632	1 008.3	1 794.0	2 802.3	2.646	3.538	6.184	30.0
31.0	235.7	0.001 220	0.064 473	1 017.1	1 785.4	2 802.3	2.662	3.509	6.171	31.0
32.0	237.4	0.001 224	0.062 443	1 025.4	1 776.9	2 802.3	2.679	3.480	6.159	32.0
33.0	239.2	0.001 227	0.060 533	1 033.7	1 768.6	2 802.3	2.694	3.452	6.146	33.0
34.0	240.9	0.001 231	0.058 731	1 041.8	1 760.3	2 802.1	2.710	3.424	6.134	34.0
35.0	242.5	0.001 235	0.057 028	1 049.7	1 752.3	2 802.0	2.725	3.398	6.123	35.0

Lampiran 6 Perhitungan Efisiensi Boiler pada Beban 7 Ton/Jam

BEBAN 7 TON/JAM						
STEAM		FUEL		FEED WATER		EFF
Q	Hg	q	GCV	Temp	Hf	
Kg/Hr	Kcal/kg	Nm3/Hr	kcal/Nm3	C	Kcal/kg	%
7200	667.6721	619.2	8900	107.6	107.866	73.13902
7160	667.739	619.4	8900	108.8	109.067	72.56191
7186	667.6721	621.58	8900	106.2	106.493	72.89566
7203	667.7055	619.45	8900	106.7	106.965	73.26206
7176	667.7055	621.14	8900	106.4	106.677	72.82624
7100	667.739	621.28	8900	103.5	103.489	72.45236
7130	667.6721	620.7	8900	105.7	105.9226	72.50375
7080	667.7055	621.48	8900	107.4	107.6398	71.68942
6980	667.7055	623.55	8900	106.2	106.493	70.58648
7050	667.739	623.42	8900	106.1	106.3265	71.33464

Perhitungan efisiensi boiler dari hari ke-2 hingga hari ke-10

$$2. \eta \text{ Boiler} = \frac{7160(667.739 - 109.067)}{619.4 \times 8900} \times 100\% = 72.56\%$$

$$3. \eta \text{ Boiler} = \frac{7186(667.6721 - 106.493)}{621.58 \times 8900} \times 100\% = 72.89\%$$

$$4. \eta \text{ Boiler} = \frac{7203(667.7055 - 106.965)}{619.45 \times 8900} \times 100\% = 73.26\%$$

$$5. \eta \text{ Boiler} = \frac{7176(667.7055 - 106.677)}{621.14 \times 8900} \times 100\% = 72.82\%$$

$$6. \eta \text{ Boiler} = \frac{7100(667.739 - 103.489)}{621.28 \times 8900} \times 100\% = 72.45\%$$

$$7. \eta \text{ Boiler} = \frac{7130(667.6721 - 105.922)}{620.7 \times 8900} \times 100\% = 72.50\%$$

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$8. \eta \text{ Boiler} = \frac{7080(667.7055 - 107.639)}{621.48 \times 8900} \times 100\% = 71.68\%$$

$$9. \eta \text{ Boiler} = \frac{6980(667.7055 - 106.493)}{623.55 \times 8900} \times 100\% = 70.58\%$$

$$10. \eta \text{ Boiler} = \frac{7050(667.739 - 106.326)}{623.42 \times 8900} \times 100\% = 71.33\%$$





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran 7 Perhitungan Efisiensi Boiler pada Beban 25 Ton/Jam

BEBAN 25 TON/JAM						
STEAM		FUEL		FEED WATER		EFF
Q	Hg	q	GCV	Temp	Hf	
Kg/Hr	Kcal/kg	Nm3/Hr	kcal/Nm3	C	Kcal/kg	%
24860	669.3117	1735.22	8900	125	125.554	87.53101
24880	669.326	1731.64	8900	124.6	125.131	87.85314
24970	669.3403	1720.43	8900	127.8	128.32	88.22773
24900	669.2973	1725.57	8900	126.1	126.656	87.98115
24920	669.3403	1721.97	8900	126.7	127.214	88.15216
24950	669.2973	1721	8900	127.5	128.0353	88.16724
24830	669.2973	1736.45	8900	125.6	126.1099	87.27184
25000	669.3117	1719.4	8900	127.6	128.1367	88.41191
24840	669.3117	1736.75	8900	125.4	125.907	87.32682
25020	669.3403	1718.8	8900	128.1	128.643	88.43541

Perhitungan efisiensi boiler dari hari ke-2 hingga hari ke-10

$$2. \eta \text{ Boiler} = \frac{24880(669.326 - 125.131)}{1731.64 \times 8900} \times 100\% = 87.85\%$$

$$3. \eta \text{ Boiler} = \frac{24970(669.3403 - 128.32)}{1720.43 \times 8900} \times 100\% = 88.22\%$$

$$4. \eta \text{ Boiler} = \frac{24900(669.2973 - 126.656)}{1725.57 \times 8900} \times 100\% = 87.98\%$$

$$5. \text{Boiler} = \frac{24920(669.3403 - 127.214)}{1721.97 \times 8900} \times 100\% = 88.15\%$$

$$6. \eta \text{ Boiler} = \frac{24950(669.2973 - 128.0353)}{1721 \times 8900} \times 100\% = 88.16\%$$

$$7. \eta \text{ Boiler} = \frac{24830(669.2973 - 126.1099)}{1736.45 \times 8900} \times 100\% = 87.27\%$$

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$8. \eta \text{ Boiler} = \frac{25000(669.3117 - 128.1367)}{1719.4 \times 8900} \times 100\% = 88.41\%$$

$$9. \eta \text{ Boiler} = \frac{24840(669.3117 - 125.907)}{1736.75 \times 8900} \times 100\% = 87.32\%$$

$$10. \eta \text{ Boiler} = \frac{24020(669.3403 - 128.643)}{1718.8 \times 8900} \times 100\% = 88.43\%$$



**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Lampiran 8 Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik pada Beban 7 Ton/Jam

Q	q	SFC
Kg/Hr	Nm3/Hr	Nm3/kg
7200	619.2	0.0861
7160	619.4	0.086508
7186	621.58	0.086499
7203	619.45	0.085999
7176	621.14	0.086558
7100	621.28	0.087504
7130	620.7	0.087055
7080	621.48	0.08778
6980	623.55	0.089334
7050	623.42	0.088428

Perhitungan konsumsi bahan bakar spesifik boiler dari hari ke-2 hingga hari ke-10

$$2. \text{Fuel Consumption} = \frac{619.4}{7160} = 0.086508 \text{ Nm}^3/\text{kg uap}$$

$$3. \text{Fuel Consumption} = \frac{621.58}{7186} = 0.08649 \text{ Nm}^3/\text{kg uap}$$

$$4. \text{Fuel Consumption} = \frac{619.45}{7203} = 0.08599 \text{ Nm}^3/\text{kg uap}$$

$$5. \text{Fuel Consumption} = \frac{621.14}{7176} = 0.08655 \text{ Nm}^3/\text{kg uap}$$

$$6. \text{Fuel Consumption} = \frac{621.28}{7100} = 0.08750 \text{ Nm}^3/\text{kg uap}$$

$$7. \text{Fuel Consumption} = \frac{620.7}{7130} = 0.087055 \text{ Nm}^3/\text{kg uap}$$

$$8. \text{Fuel Consumption} = \frac{621.48}{7080} = 0.08778 \text{ Nm}^3/\text{kg uap}$$

$$9. \text{Fuel Consumption} = \frac{623.55}{6980} = 0.08933 \text{ Nm}^3/\text{kg uap}$$

$$10. \text{Fuel Consumption} = \frac{623.55}{7050} = 0.08842 \text{ Nm}^3/\text{kg uap}$$

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 9 Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik pada Beban 25 Ton/Jam

Q	q	SFC
Kg/Hr	Nm3/Hr	Nm3/kg
24860	1735.22	0.0698
24880	1731.64	0.0696
24970	1720.43	0.0689
24900	1725.57	0.0693
24920	1721.97	0.0691
24950	1721	0.068978
24830	1736.45	0.069934
25000	1719.4	0.068776
24840	1736.75	0.069917
25020	1718.8	0.068697

$$2. \text{Fuel Consumption} = \frac{1731.64}{24880} = 0.0696 \text{ Nm3/kg uap}$$

$$3. \text{Fuel Consumption} = \frac{1720.43}{24970} = 0.0689 \text{ Nm3/kg uap}$$

$$4. \text{Fuel Consumption} = \frac{1725.57}{24900} = 0.0693 \text{ Nm3/kg uap}$$

$$5. \text{Fuel Consumption} = \frac{1721.97}{24920} = 0.0691 \text{ Nm3/kg uap}$$

$$6. \text{Fuel Consumption} = \frac{1721}{24950} = 0.0689 \text{ Nm3/kg uap}$$

$$7. \text{Fuel Consumption} = \frac{1736.45}{24830} = 0.06993 \text{ Nm3/kg uap}$$

$$8. \text{Fuel Consumption} = \frac{1719.4}{25000} = 0.06877 \text{ Nm3/kg uap}$$

$$9. \text{Fuel Consumption} = \frac{1736.75}{24840} = 0.06991 \text{ Nm3/kg uap}$$

$$10. \text{Fuel Consumption} = \frac{1718.8}{25020} = 0.06869 \text{ Nm3/kg uap}$$

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta