

**KAJIAN PERHITUNGAN NERACA ENERGI PADA UNIT
BOILER UNTUK MENENTUKAN KEBUTUHAN ENERGI
(STUDI KASUS) di PT. CIPTAMAS BUMI SELARAS –
PABRIK KELAPA SAWIT NASAL**

TUGAS AKHIR

ZAINOL ARIFIN

011.20.014



PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PENGOLAHAN SAWIT

FAKULTAS VOKASI

INSTITUT TEKNOLOGI SAINS BANDUNG

BEKASI

SEPTEMBER 2023

**KAJIAN PERHITUNGAN NERACA ENERGI PADA UNIT
BOILER UNTUK MENENTUKAN KEBUTUHAN ENERGI
(STUDI KASUS) di PT. CIPTAMAS BUMI SELARAS –
PABRIK KELAPA SAWIT NASAL**

TUGAS AKHIR

ZAINOL ARIFIN

011.20.014

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Ahli Madya Pada
Program Studi Teknologi Pengolahan Sawit



PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PENGOLAHAN SAWIT

FAKULTAS VOKASI


INSTITUT TEKNOLOGI SAINS BANDUNG

BEKASI

SEPTEMBER 2023

HALAMAN PERNYATAAN ORSINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Zainol Arifin
NIM : 011.20.014
Tanda Tangan : 
Tanggal : 07 September 2023

**KAJIAN PERHITUNGAN NERACA ENERGI PADA UNIT
BOILER UNTUK MENENTUKAN KEBUTUHAN ENERGI
(STUDI KASUS) di PT. CIPTAMAS BUMI SELARAS –
PABRIK KELAPA SAWIT NASAL**

TUGAS AKHIR

ZAINOL ARIFIN

011.20.014

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Ahli Madya Pada
Program Studi Teknologi Pengolahan Sawit

Menyetujui,

Bekasi, 07 September 2023

Dosen Pembimbing



(Lia Laila, S.T.,M.T)

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknologi Pengolahan Sawit



(Deni Rachmat, S.T.,M.T)

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 Program Studi Teknologi Pengolahan Sawit, Institut Teknologi dan Sains Bandung. 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. Bapak Mahlam dan Ibu Rahwa selaku orang tua tercinta beserta seluruh keluarga yang telah memberikan doa dan dukungan selama kegiatan penelitian.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Carmadi Machbub selaku rektor ITSB beserta wakil rektor.
3. Bapak Dr. Asep Yunta Dharma., ST.,MT., selaku Dekan Fakultas Vokasi DIII Program Studi Teknologi Pengolahan Sawit ITSB.
4. Bapak Deni Rachmat, S.T.,M.T. selaku Kepala Program Studi Teknologi Pengolahan Sawit ITSB.
5. Ibu Lia Laila, S.T.,M.T. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir dan sekretaris Prodi Program Studi Teknologi Pengolahan Sawit ITSB .
6. Seluruh dosen Program Studi Pengolahan Sawit ITSB, yang telah memberikan banyak ilmu dan pembekalan kepada saya, sehingga proses penyelesaian Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan waktu yang telah ditetapkan.
7. Pemberi beasiswa Badan Pengolahan Dana Perkebunan Kelapa Sawit (BPDP-KS) yang telah memberi kesempatan menyelesaikan pendidikan di kampus ITSB.
8. Bapak Ika Priyadi selaku Kepala Pabrik PT. Ciptamas Bumi Selaras yang telah memberikan arahan selama penelitian di Pabrik Kelapa Sawit Nasal.
9. Bapak Handi handoko, A.Md selaku Asisten Proses dan Pembimbing lapangan selama penelitian di Pabrik Kelapa Sawit Nasal yang telah memberikan banyak didikan, ilmu, motivasi, saran dan berbagi pengalaman kepada saya selama penelitian.

10. Bapak Aziz Rivaldi Nasution, A.Md. selaku Asisten Laboratorium Pabrik Kelapa Sawit Nasal yang turut membantu dalam mengolah data selama penelitian.
11. Bapak Walibi selaku Supervisor *boiler* di Pabrik Kelapa Sawit Nasal yang turut membantu dalam pengambilan data di lapangan selama penelitian.
12. Seluruh Asisten/Staff dan karyawan Pabrik Kelapa Sawit Nasal yang banyak membantu dalam memberikan fasilitas terbaik selama penelitian.
13. Rekan rekan program studi Teknik Pengolahan Sawit yang turut berbagi pengalaman, masukan, dan saran selama proses penelitian dan penyusunan 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.

Bekasi, 07 September 2023



(Zainol Arifin)

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Institut Teknologi dan Sains Bandung, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Zainol Arifin
NIM : 011.20.014
Program Studi : Teknologi Pengolahan Sawit
Fakultas : Vokasi
Jenis karya : Tugas Akhir

demikian demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan **kepada** Institut Teknologi dan Sains Bandung **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas Tugas Akhir saya yang berjudul :

**“KAJIAN PERHITUNGAN NERACA ENERGI PADA UNIT *BOILER*
UNTUK MENENTUKAN KEBUTUHAN ENERGI (STUDI KASUS) di PT.
CIPTAMAS BUMI SELARAS – PABRIK KELAPA SAWIT NASAL”**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Institut Teknologi dan Sains Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bekasi

Pada tanggal : 07 September 2023

Yang menyatakan,



(Zainol Arifin)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORSINALITAS	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
ABSTRAK	Error! Bookmark not defined.
<i>ABSTRACT</i>	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR NOTASI.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang	Error! Bookmark not defined.
1.2 Rumusan Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.3 Tujuan Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
1.4 Batasan Masalah.....	Error! Bookmark not defined.
1.5 Manfaat Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
1.6 Sistematika Penulisan.....	Error! Bookmark not defined.
BAB II LANDASAN TEORI	Error! Bookmark not defined.
2.1 <i>Boiler</i>	Error! Bookmark not defined.
2.2 Prinsip Kerja <i>Boiler</i>	Error! Bookmark not defined.
2.3 Klasifikasi <i>Boiler</i>	Error! Bookmark not defined.
2.3.1 Ketel Pipa Api (<i>fire tube boiler</i>).....	Error! Bookmark not defined.
2.3.2 Ketel Pipa Air (<i>water tube boiler</i>).....	Error! Bookmark not defined.
2.3.3 <i>Packaged Boiler</i>	Error! Bookmark not defined.
2.4 <i>Steam Turbine</i>	Error! Bookmark not defined.
2.5 Siklus <i>Rankine</i>	Error! Bookmark not defined.
2.6 Entalpi	Error! Bookmark not defined.
2.7 Kekalan Energi Pada Volume Atur Keadaan Tunak..	Error! Bookmark not defined.
2.8 Jenis Aliran Fluida.....	Error! Bookmark not defined.

2.9 Energi Kinetik Fluida	Error! Bookmark not defined.
2.10 Bahan Bakar <i>Boiler</i>	Error! Bookmark not defined.
2.11 Abu <i>Boiler (Dust Boiler Collector)</i>	Error! Bookmark not defined.
2.12 Neraca Energi	Error! Bookmark not defined.
2.13 <i>Supply Steam Consumption (SSC)</i>	Error! Bookmark not defined.
2.14 Stasiun Pembangkit Energi Pabrik Kelapa Sawit Nasal..	Error! Bookmark not defined.
not defined.	
BAB III METODE PENELITIAN.....	Error! Bookmark not defined.
3.1 Diagram Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.1.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.1.2 Sumber Data	Error! Bookmark not defined.
3.1.3 Teknik Pengumpulan Data.....	Error! Bookmark not defined.
3.2 Tahapan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.3 Alat dan Bahan	Error! Bookmark not defined.
3.4 Spesifikasi <i>Boiler</i> PKS Nasal	Error! Bookmark not defined.
3.5 Spesifikasi <i>Steam Turbine</i> PKS Nasal	Error! Bookmark not defined.
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	Error! Bookmark not defined.
4.1 Hasil Pengambilan Data <i>Input</i>	Error! Bookmark not defined.
4.1.1 Serabut dan Cangkang	Error! Bookmark not defined.
4.2. Nilai Kalor <i>Input Boiler</i>	Error! Bookmark not defined.
4.2.1 Nilai Kalor Serabut ($Q_{in} Boiler$)	Error! Bookmark not defined.
4.2.2 Nilai Kalor Cangkang ($Q_{in} Boiler$)	Error! Bookmark not defined.
4.3. Laju Alir Fluida Air.....	Error! Bookmark not defined.
4.4 Hasil Pengambilan Data <i>Output</i>	Error! Bookmark not defined.
4.4.1 Jumlah Data <i>Output</i>	Error! Bookmark not defined.
4.5. Nilai Kalor <i>Output (Q_{out} Boiler)</i>	Error! Bookmark not defined.
4.5.1 Nilai kalor <i>Steam (Q_{out} Boiler = Q_{in} Turbine)</i>	Error! Bookmark not defined.
defined.	
4.6. Laju Alir Fluida <i>Steam</i>	Error! Bookmark not defined.
4.7. Jenis Aliran Fluida.....	Error! Bookmark not defined.
4.8. <i>Supply Steam Consumption (SSC)</i>	Error! Bookmark not defined.
4.9. Neraca Energi	Error! Bookmark not defined.
4.10. Grafik Efisiensi <i>Boiler</i> Perhari	Error! Bookmark not defined.
4.11. Grafik Neraca Energi.....	Error! Bookmark not defined.

- 4.12. Grafik *Supply Steam Consumption*.....**Error! Bookmark not defined.**
- 4.13. Energi Tersimpan**Error! Bookmark not defined.**

4.14. Perhitungan Nilai Ekomis	Error! Bookmark not defined.
4.15. Rekomendasi Kebutuhan Bahan Bakar dan Potensi Keuntungan.....	Error! Bookmark not defined.
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	Error! Bookmark not defined.
5.1 Kesimpulan.....	Error! Bookmark not defined.
5.2 Saran	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN.....	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>fire tube boiler</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.2 <i>water tube boiler</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.3 <i>packaged boiler</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.4 <i>steam turbine</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.5 a. komponen siklus <i>heat engine</i> dan b. siklus daya uap	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.6 a. komponen siklus <i>rankine</i> dan b. diagram T-s siklus uap.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.7 Diagram alir siklus <i>rankine</i> terbuka di PKS...	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.8 Skematik <i>boiler</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.9 a. Cangkang dan b. Serabut	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.10 a. Abu halus dan b. abu kasar	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.11. Ilustrasi Neraca Energi <i>Boiler</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.1. Diagram penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> tahapan penelitian	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.3 Skema Tempat Pengambilan Data....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.4 <i>Totalizer water flow</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.5 <i>Totalizer steam flow</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.6 <i>Pressure barg</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.7 <i>Temperature Superheater</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.8. <i>feed water tank</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.9 <i>Main steam turbine</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.10 <i>Steam turbine temperature</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.11 <i>Main panel turbine</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.12 <i>logsheet</i>	Error! Bookmark not defined.

Gambar 3.13 Cangkang**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 3.14 Serabut**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 3.15 Meteran**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4.1. *Single Line Input – Output Boiler dan Turbine***Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4.2. Diagram T-s *boiler superheater***Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4.3. Sistem Neraca Energi**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4.4. Grafik Efisiensi *boiler* perhari**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4.5. Grafik neraca energi**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4.6. Grafik *Supply Steam Consumption***Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 komposisi pada serabut dan cangkang ..**Error! Bookmark not defined.**
Tabel 2.2 komposisi abu *boiler***Error! Bookmark not defined.**
Tabel 4.1 Serabut Terhadap TBS Produksi**Error! Bookmark not defined.**
Tabel 4.2 Cangkang Terhadap TBS Produksi**Error! Bookmark not defined.**
Tabel 4.3 Nilai kalor serabut.**Error! Bookmark not defined.**
Tabel 4.4 Nilai kalor cangkang**Error! Bookmark not defined.**
Tabel 4.5 Laju alir air**Error! Bookmark not defined.**
Tabel 4.6 Rata rata *output* dalam perhari olah**Error! Bookmark not defined.**
Tabel 4.7 Nilai kalor *steam***Error! Bookmark not defined.**
Tabel 4.8 Laju alir *steam***Error! Bookmark not defined.**
Tabel 4.9 Nilai bilangan *Reynolds* air dan *steam* ..**Error! Bookmark not defined.**
Tabel 4.10 *Supply Steam Consumption***Error! Bookmark not defined.**
Tabel 4.11 Nilai Kalor Serabut dan Cangkang Tersimpan . **Error! Bookmark not defined.**
Tabel 5.1 Total Energi Masuk**Error! Bookmark not defined.**
Tabel 5.2 Total Energi Keluar**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR NOTASI

A	: Luas penampang pipa (m^2)
C_p	: <i>Specific</i> kalor jenis (Kj/Kg)
C_v	: <i>Specific</i> entalpi jenis (Kj/Kg $^{\circ}$ C)
D	: Diameter pipa (m)
dV	: Diferensial volume (m/s)
E_k	: Energi Kinetik (Kg.m 2 /s 2)
E_p	: Energi potensial (Kg.m/ s 2)
H	: Entalpi (Joule)
I	: Kuat arus (A)
\dot{m}	: Laju alir <i>massa</i> (Kg/Jam)
m	: <i>Massa</i> (Kg)
P	: Daya (kW)
Q	: Kalor (KJ)
Q	: Volume satuan waktu (Kg/Jam)
Q_{in}	: Energi masuk (Kj)
Q_{out}	: Energi keluar (Kj)
Q_{net}	: Energi netto (Kj)
Q_{loss}	: Kehilangan energi (Kj)
Re	: Jenis aliran
T	: Temperatur ($^{\circ}$ C)
U	: Energi dalam (Joule)
V	: Laju alir fluida (m/s)
V_L	: Voltase (v)
W	: kerja (J/s)
W_{net}	: Kerja netto (Kj)
P	: Tekanan (Barg)
Δ	: Perubahan nilai koefisien

- η : Efisiensi (%)
- μ : *Kinematic viscosity* (Kg/(m.s))
- ρ : *Density* (Kg/m³)
- Σ : Sigma
- \int : Integral

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1.A Hasil Serabut Terhadap TBS Produksi **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 2.A Hasil Cangkang Terhadap TBS Produksi ... **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 3.A Kalor Serabut Terpakai **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 3.B Kalor Cangkang Terpakai **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 4.A Jumlah *Steam* Produksi **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 4.B Hasil Kalor *Steam* **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 5.A Laju Alir Air **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 5.B Laju Alir *Steam* **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 6.A Hasil Pengukuran Aliran Aktual... **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 6.B Jenis Aliran Air **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 7.A Hasil Pengukuran Aliran Aktual... **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 7.B Jenis Aliran *Steam*..... **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 8.A Energi Kinetik Air..... **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 8.B Energi Kinetik *Steam* **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 9.A Hasil Nilai Kalor Q_{in} Serabut dan Cangkang..... **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 10.A Hasil Nilai Kalor Q_{out} *Steam*..... **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 11.A *Supply Steam Consumption* **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 11.B Total Energi Listrik **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 12.A Hasil Energi Tersimpan Bahan Bakar Sisa **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 12.B *Saturated Steam Properties Tables* **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 13.A *Superheated Steam Properties Tables* **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 14.A *Steam Properties Tables Online* . **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 15.A *Water Dencity Properties Tables Online* .. **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 15.B *Water Viscosity Properties Tables Online* **Error! Bookmark not defined.**

