

**KAJIAN PERHITUNGAN EFISIENSI KERJA MESIN *STEAM*
HEATER DI PABRIK KELAPA SAWIT BUMI PALMA**

TUGAS AKHIR

**SADDAM ALAMSYAH
011.16.003**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PENGOLAHAN SAWIT
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SAINS BANDUNG
KOTA DELTAMAS
AGUSTUS 2019**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Saddam Alamsyah

NIM : 011.16.003

Tanda Tangan :

Tanggal : 23 Agustus 2019

LEMBAR PENGESAHAN

**KAJIAN PERHITUNGAN EFISIENSI KERJA MESIN *STEAM*
HEATER DI PABRIK KELAPA SAWIT BUMI PALMA**

TUGAS AKHIR

SADDAM ALAMSYAH

011.16.003

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Ahli Madya
pada Program Studi Teknologi Pengolahan Sawit

Menyetujui,
Kota Deltamas, Agustus 2019
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 ucapkan kepada Allah SWT Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat serta pertolongan-Nya, saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Ahli Madya pada Program Studi Teknologi Pengolahan Sawit, Institut Teknologi 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 terimakasih kepada:

1. Orang tua dan saudara-saudara saya yang senantiasa memberi dukungan moral dan material.
2. PT. SMART Tbk selaku perusahaan pemberi beasiswa sehingga penulis bisa menyelesaikan studi di Institut Teknologi dan Sains Bandung.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Ari Darmawan Pasek, M.Sc. selaku Rektor Institut Teknologi Sains Bandung (ITSB).
4. Bapak Deni Rachmat, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknologi Pengolahan Sawit Institut Teknologi Sains Bandung.
5. Ibu Lia Laila, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan arahan serta dukungan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Agung Sujarwo selaku *Production Controller* Region Indragiri Mill yang telah mengizinkan saya untuk menjalankan Tugas Akhir ini di Bumi Palma Mill (BPMM).
7. Bapak Perry Sukamto selaku Manajer Bumi Palma Mill yang telah mengizinkan saya untuk memperoleh data yang saya perlukan di BPMM.
8. Bapak Epri Listyanto selaku pembimbing industri saya di BPMM atas segala bimbingan dan ilmu yang telah diberikan kepada saya sehingga sangat membantu dalam penulisan Tugas Akhir ini.

9. Seluruh asisten pabrik BPMM yang telah meluangkan waktunya untuk berbagi ilmu dan pengalaman serta membimbing saya dari awal kerja praktik industri hingga tugas akhir selesai dibuat.
10. Seluruh karyawan BPMM yang telah memberikan ilmu dan pengalaman dalam pengoperasian berbagai stasiun di pabrik kelapa sawit.
11. Teman-teman Program Studi Teknologi Pengolahan Sawit, baik itu kakak kelas, rekan sebaya maupun adik kelas serta seluruh teman-teman di Institut Teknologi Sains Bandung yang telah memberikan akomodasi dan memfasilitasi penulis dalam berdiskusi.
12. Seluruh pihak yang membantu namun tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhir kata, saya berharap semoga Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi penulis dan juga pembaca serta berguna untuk pengembangan ilmu industri kelapa sawit.

Kota Deltamas, Agustus 2019

Penulis

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

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

Nama : Saddam Alamsyah
NIM : 011.16.003
Program Studi : Teknologi Pengolahan Sawit
Fakultas : Vokasi
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Teknologi Sains Bandung **Hak Bebas Royalti (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**KAJIAN PERHITUNGAN EFISIENSI KERJA MESIN *STEAM HEATER* DI
PABRIK KELAPA SAWIT BUMI PALMA**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Institut Teknologi Sains Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, 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.

Dibuat di : Kota Deltamas
Pada Tanggal : 23 Agustus 2019

Yang menyatakan

Saddam Alamsyah

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI ILMIAH	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Manfaat Penelitian	3
1.7 Metode dan Teknik Pengumpulan Data.....	4
1.7.1 Metode	4
1.7.2 Teknik Pengumpulan Data	4
1.8 Sistematika Penulisan	5

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembagian <i>Steam</i> Stasiun Proses Pabrik Kelapa Sawit	6
2.1.1 Mesin <i>Steam Heater</i>	7
2.2 Penukar Panas (<i>Heat Exchanger</i>)	9
2.2.1 Pembagian Tipe <i>Heat Exchanger</i>	9
2.2.2 Laju Perpindahan Panas Aktual	11
2.2.3 Laju Kapasitas Panas	11
2.2.4 Laju Perpindahan Panas Maksimal	11
2.2.5 Perhitungan LMTD	11
2.3 Perpindahan Panas (<i>Heat Transfer</i>).....	12
2.4 Efisiensi Mesin	13

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	14
3.1.1 Lokasi Penelitian	14
3.1.2 Waktu Penelitian	14
3.2 Objek Penelitian	14
3.3 Parameter Penelitian	14
3.4 Tahapan Penelitian	15
3.5 Pengumpulan Data	17
3.5.1 Data Tekanan Kerja <i>Steam</i> Mesin <i>Steam Heater</i>	17
3.5.2 Data Temperatur <i>Steam</i>	18
3.5.3 Data Temperatur Udara	19
3.5.4 Data Kadar Air (<i>Moisture</i>) Kernel Produksi	19

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Lokasi Perusahaan	20
4.2 Observasi Terhadap Permasalahan	20
4.3 Hasil Pengumpulan Data	22
4.3.1 Data Temperatur <i>Steam</i> Mesin <i>Steam Heater</i>	22
4.3.2 Data Temperatur Udara	25
4.3.3 Data Tekanan Kerja <i>Steam</i> Mesin <i>Steam Heater</i>	28
4.3.4 Data Kadar Air (<i>Moisture</i>) Kernel Produksi.....	30
4.4 Pengolahan Data	32
4.4.1 Efisiensi Kerja Mesin <i>Steam Heater</i>	32
4.4.2 Faktor Pengaruh Laju <i>Heat Transfer</i>	38
4.4.3 Hubungan Tekanan Kerja <i>Steam</i> Terhadap <i>Moisture</i> Kernel....	39

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	44

DAFTAR PUSTAKA	45
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN	46
-----------------------	-----------

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Data Temperatur <i>Steam</i> Masuk Mesin <i>Steam Heater</i> Maret 2019	23
Tabel 4.2	Data Temperatur <i>Steam</i> Keluar Mesin <i>Steam Heater</i> Maret 2019	23
Tabel 4.3	Data Temperatur <i>Steam</i> Masuk Mesin <i>Steam Heater</i> April 2019	24
Tabel 4.4	Data Temperatur <i>Steam</i> Keluar Mesin <i>Steam Heater</i> April 2019	25
Tabel 4.5	Data Temperatur Udara Masuk Kernel <i>Drier</i> Maret 2019	26
Tabel 4.6	Data Temperatur Udara Masuk Kernel <i>Drier</i> April 2019	26
Tabel 4.7	Data Temperatur Udara Masuk Mesin <i>Steam Heater</i> Maret 2019	27
Tabel 4.8	Data Temperatur Udara Masuk Mesin <i>Steam Heater</i> April 2019	28
Tabel 4.9	Data Tekanan Kerja <i>Steam</i> Mesin <i>Steam Heater</i> Maret 2019	29
Tabel 4.10	Data Tekanan Kerja <i>Steam</i> Mesin <i>Steam Heater</i> April 2019.....	29
Tabel 4.11	Data Kadar Air (<i>Moisture</i>) Kernel Produksi Maret 2019	30
Tabel 4.12	Data Kadar Air (<i>Moisture</i>) Kernel Produksi April 2019.....	31
Tabel 4.13	Hubungan Tekanan Kerja <i>Steam</i> Terhadap <i>Moisture</i> Kernel Produksi Maret 2019	39
Tabel 4.14	Hubungan Tekanan Kerja <i>Steam</i> Terhadap <i>Moisture</i> Kernel Produksi April 2019	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Pembagian Penggunaan <i>Steam</i> Di Pabrik Kelapa Sawit	6
Gambar 2.2(a)	Mesin <i>Steam Heater</i> Di PKS Bumi Palma	8
Gambar 2.2(b)	Skema Mesin <i>Steam Heater</i>	8
Gambar 2.3	Skema Prinsip Kerja Mesin <i>Steam Heater</i> Berdasarkan Distribusi <i>Steam</i>	8
Gambar 2.4	Jenis <i>Heat Exchanger Parallel Flow</i>	9
Gambar 2.5	Jenis <i>Heat Exchanger Counter Flow</i>	9
Gambar 2.6	Jenis <i>Heat Exchanger Shell and Tube</i>	10
Gambar 2.7	Jenis <i>Heat Exchanger Cross Flow</i>	10
Gambar 2.8(a)	Perubahan Temperatur <i>Coils</i> Mesin <i>Steam Heater</i>	8
Gambar 2.8(b)	Rangkaian Persamaan Termal	8
Gambar 3.1	Diagram Tahapan Penelitian	16
Gambar 3.2	<i>Pressure Gauge</i>	17
Gambar 3.3	<i>Thermometer Laser (Thermolaser)</i>	18
Gambar 3.4	Laporan Harian Laboratorium PKS Bumi Palma	19
Gambar 4.1	Mesin <i>Steam Heater</i> Tipe <i>Shell And Tube</i>	21
Gambar 4.2	Distribusi Udara Panas Mesin <i>Steam Heater</i> Ke <i>Kernel Drier</i>	21
Gambar 4.3	Lapisan Penghambat <i>Coils</i> Mesin <i>Steam Heater</i>	38

DAFTAR NOTASI ILMIAH

Simbol/Notasi	Keterangan	Satuan
h	Koefisien konveksi	W/m^2K
h_{fg}	Entalpi penguapan <i>steam</i>	kJ/kg
k	Konduktivitas termal	W/mK
q	Laju panas	W
A	Luas permukaan benda	m^2
C_h	laju kapasitas panas fluida panas (<i>steam</i>)	$W/^\circ C$
C_c	laju kapasitas panas fluida dingin (udara)	$W/^\circ C$
C_{min}	laju kapasitas panas fluida terkecil antara C_h dan C_c	$W/^\circ C$
$C_{p,h}$	panas jenis fluida panas (<i>steam</i>)	$kJ/kg^\circ C$
$C_{p,c}$	panas jenis fluida dingin (udara)	$kJ/kg^\circ C$
F	faktor koreksi	$F < 1$
K	Estimasi kapasitas PKS	Ton TBS/jam
L	Panjang benda	m
T_{c1}	temperatur udara masuk mesin <i>steam heater</i>	$^\circ C$
T_{c2}	temperatur udara keluar mesin <i>steam heater</i>	$^\circ C$
T_{h1}	temperatur <i>steam</i> masuk mesin <i>steam heater</i>	$^\circ C$
T_{h2}	temperatur <i>steam</i> keluar mesin <i>steam heater</i>	$^\circ C$
T_s	Temperatur pada benda	K
T_{sur}	Temperatur lingkungan luar (<i>surrounding</i>)	K
Q	Energi kalor yang diserap sistem	J
Q_{aktual}	Laju perpindahan panas aktual	W atau J/s
$Q_{maksimal}$	Laju perpindahan panas maksimal	W atau J/s

Simbol/Notasi	Keterangan	Satuan
W	Besar usaha yang dilakukan sistem	J
x	Nilai kebutuhan <i>steam</i> masing-masing stasiun proses PKS	kg <i>steam</i> /jam
ε	Emisivitas pada radiasi	$0 < \varepsilon < 1$
η	Efisiensi mesin	%
σ	Tetapan Stefan-Boltzman	$5,67 \times 10^{-8}$ W/m ² K ⁴
ΔT	Perbedaan temperatur	K
ΔT_{lm}	Perbedaan temperatur rata-rata logaritma	°C
$\Delta T_{lm, cf}$	Perbedaan temperatur rata-rata logaritma <i>counterflow</i>	°C
\dot{m}_h	laju aliran massa fluida panas (<i>steam</i>)	kg/s
\dot{m}_c	laju aliran massa fluida dingin (udara)	kg/s

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tekanan Kerja <i>Steam</i> Mesin <i>Steam Heater</i> Maret 2019	46
Lampiran 2. Tekanan Kerja <i>Steam</i> Mesin <i>Steam Heater</i> April 2019	48
Lampiran 3. Temperatur <i>Steam</i> Masuk Mesin <i>Steam Heater</i> Atas Maret 2019 ..	51
Lampiran 4. Temperatur <i>Steam</i> Keluar Mesin <i>Steam Heater</i> Atas Maret 2019 ..	53
Lampiran 5. Temperatur <i>Steam</i> Masuk Mesin <i>Steam Heater</i> Bawah Maret 2019	56
Lampiran 6. Temperatur <i>Steam</i> Keluar Mesin <i>Steam Heater</i> Bawah Maret 2019	59
Lampiran 7. Temperatur <i>Steam</i> Masuk Mesin <i>Steam Heater</i> Atas April 2019	62
Lampiran 8. Temperatur <i>Steam</i> Keluar Mesin <i>Steam Heater</i> Atas April 2019	64
Lampiran 9. Temperatur <i>Steam</i> Masuk Mesin <i>Steam Heater</i> Bawah April 2019	66
Lampiran 10. Temperatur <i>Steam</i> Keluar Mesin <i>Steam Heater</i> Bawah April 2019	68