

SKRIPSI

**ANALISA PENGARUH TEBAL DINDING DAN ISOLASI TERHADAP
PERPINDAHAN PANAS PADA STERILIZER
(PEREBUSAN KELAPA SAWIT)**

Disusun:

WISNU PRADANA

NPM : (7115090082)



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ISLAM SUMATERA UTARA

MEDAN

2020

KATA PENGANTAR



Assalamu 'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji bagi Allah SWT yang selalu melimpahkan rahmat-Nya, kesehatan dan serta hidayah-Nya, dengan pertolongan-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan. Penelitian dan menyelesaikan penyusunan Skripsi ini tepat pada waktunya. Shalawat beriring salam Penulis hadiahkan kepada Junjungan Nabi Besar Muhammad SAW semoga kita mendapat safa'at serta hidayahnya di yaumil akhir nanti, amiiin.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Program Studi S1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Sumatera Utara. Adapun dari judul Skripsi ini adalah:

Analisa Pengaruh Tebal Dinding Dan Isolasi Terhadap Perpindahan Panas Pada Sterilizer (Perebusan Kelapa Sawit)

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah turut membantu dalam penyusunan Skripsi ini. Disini Penulis sadari bahwa isi dan susunan kalimat serta analisa yang digunakan jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan, kekhilafan dan kekurangan merupakan sifat yang melekat pada setiap manusia yang hidup di dunia ini. Dan Penulis memohon maaf apabila terdapat kesalahan di dalamnya dan Penulis berharap saran dan kritik

yang membangun untuk lebih baik kedepannya. Akhir kata, semoga Skripsi ini bermanfaat bagi pembaca.

Wassalamu 'alaikum Wr.Wb

Medan, Februari 2020

Penulis

(WISNU PRADANA)

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji bagi ALLAH SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya, kesehatan dan serta hidayah-Nya, dengan pertolongan-Nya sehingga penulis dapat melakukan penelitian dan menyelesaikan penyusunan Skripsi ini tepat pada waktunya.

Penulis percaya bahwa dalam melaksanakan penelitian sampai menyelesaikan Skripsi ini. Penulis tidak dapat bersandar pada kemampuan sendiri. Penulis banyak mendapatkan bimbingan dan bantuan dari pihak lain baik berupa material, spiritual, maupun informasi secara langsung maupun tidak langsung.

Oleh kerena itu sudah sepantasnya Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak tercinta Bapak Nasib dan Mamak Pariatik, abg saya Yudianto,S.T dan Pardi S.S, M.S, Adik saya Fikri Andi dan Bayu Syahputra, serta keluarga besar tercinta, terima kasih dari relung hati yang paling dalam yang telah banyak memberi material, *support*, membimbing dalam kehidupan Penulis dan senatiasa mengiringi dengan do'a, sehingga Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir/Skripsi ini.
2. Bapak Ir. H. Abdul Haris Nasution, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sumatera Utara.
3. Bapak Ir. Muksin R. Harahap, S.Pd, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Sumatera Utara.
4. Ibu Ir.H.Amirsyam Nasution,MT selaku Koordinator Tugas Akhir/Skripsi Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Sumatera Utara.

5. Bapak Ir.Suhardi Napid,ST,MT selaku Penasehat Akademik.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen saya yang telah memberi ilmunya dan mendidik saya sehingga bisa menyusun Tugas Akhir/Skripsi.
7. Perpustakaan yang selalu memberikan pinjaman buku-buku untuk Penulis selama penyusunan Skripsi..
8. Teman-teman seangkatan Mahasiswa/i Teknik 2015 dan teman seperjuangan Teknik Mesin Stambuk 2015, telah membantu dan selalu berbagi semangat dalam penyusunan Tugas Akhir.Skripsi.

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, masih banyak kekurangan dari segi pengkajian, bentuk maupun isinya. Kritik dan saran sangat diharapkan oleh penulis dari semua pihak yang sifatnya membangun dalam kesempurnaan Skripsi ini.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang namanya tidak dapat disebutkan satu persatu. Semoga Skripsi ini dapat berguna bagi pihak pembaca. Aamiin.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBARAN ASISTENSI BIMBINGAN PROPOSAL SKRIPSI

SURAT PERNYATAAN

ABSTRAK

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi

BAB 1 PUNDAHULUAN

1.1.Latar Belakang.....	1
1.2.Rumusan Masalah.....	4
1.3.Batasan Masalah.....	4
1.4.Tujuan Penelitian.....	5
1.5.Manfaat Penelitian.....	5
1.6. Asumsi.....	5

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1.Proses Produksi Crude Palm oil.....	6
2.2.Stasiun Perebusan (Sterilizer Station).....	8
2.2.1.Mekanisme Proses Perebusan Pada Sterilizer.....	9

2.3.Analisa Termodinamika.....	10
2.3.1. Kesetimbangan Energi Sistem Umum.....	10
2.3.2.Kesetimbangan Energi Sistem Sterilizer 3 Puncak.....	11
2.3.3.Energi Input ke dalam <i>sterilizer</i>	13
2.3.4.Proses Aliran Uap pada Sterilizer.....	14
2.4.Dasar Perpindahan Panas.....	15
2.4.1.Energi yang Keluar dari Sistem.....	18
2.4.2.Transient Conduction.....	19
2.5.Epesiensi Termal.....	21
2.6 Aliran Kalor dan Kebutuhan Uap.....	22

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1.Umum.....	24
3.2.Observasi Pendahuluan.....	24
3.3.Identifikasi Variabel Penelitian.....	25
3.4.Langkah Penelitian.....	26
3.5. Observasi Pendahuluan.....	27
3.5.1. Objek Penelitian.....	27
3.5.2. Alat Ukur Temperatur Dan Tekanan.....	27
3.6.Studi Kepustakaan.....	29
3.7.Pengumpulan Data.....	29
3.7.1.Perpindahan Panas.....	30

3.7.2.Energi yang Keluar dari Sistem.....	30
3.7.3.Efisiensi Termal.....	30
3.7.4.Aliran Kalor dan Kebutuhan Uap.....	31
3.8. Kesimpulan dan Saran.....	31

BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. Data PT. Perkebunan Nusantara IV Perbaungan.....	32
4.2. Analisa Berdasarkan Termodinamika.....	33
4.2.1. Energi Masuk <i>Sterilizer</i>	33
4.2.2 Energi Keluar.....	38
4.3. Analisa Perpindahan Panas.....	39
4.3.1. Kondensasi dan Panas yang Diserap oleh Lori Tiap Peak..	39
4.3.2. Kondensasi dan Panas yang Diserap oleh Kelapa Sawit Tiap Peak.....	45
4.3.3. Energi Yang Keluar dari <i>Sterilizer</i>	49
4.4. Menghitung Kesetimbangan Energi.....	56
4.5. Efisiensi Termal.....	57
4.6. Pembahasan.....	58
4.6.1. Grafik Panas yang Diserap oleh Lori dan Kelapa sawit Terhadap Waktu.....	58
4.6.2. Grafik Q_{loss} Terhadap Waktu.....	60
4.6.3. Grafik Efisiensi Terhadap Waktu.....	61
4.6.4. Grafik Temperatur Gabungan Terhadap Waktu.....	63

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan.....	64
5.2. Saran.....	64

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Horizontal Sterilizer.....	8
Gambar 2.2. Konservasi Energi: (a) untuk sistem tertutup selama interval waktu dan (b) untuk <i>control volume</i>	11
Gambar 2.3. Kesetimbangan Energi pada <i>sterilizer</i>	11
Gambar 2.4. Diagram Sistem Tiap Tahap Rebusan.....	13
Gambar 2.5. Diagram T-s proses aliran uap pada <i>sterilizer</i>	15
Gambar 2.6. Perpindahan Panas konduksi, konveksi dan radiasi.....	16
Gambar 2.7. Lapisan Dinding <i>Sterilizer</i>	18
Gambar 2.8. (a) dinding datar (b) silinder.....	20
Gambar 3.1. Diagram alir tugas akhir.....	26
Gambar 3.2. <i>Sterilizer</i> tipe horizonta.....	27
Gambar 3.3. Rotothem (control grafik dan kenaikan tekanan)	27
Gambar 3.4 Preasure geague.....	28
Gambar 3.5 Manometter.....	28
Gambar 3.5 Termometer	29
Gambar 4.1 Lapisan dinding <i>Sterilizer</i>	49
Gambar 4.2 Kesetimbangan Energi pada <i>Sterilizer</i>	66
Gambar 4.3 Grafik panas yang serap lori terhadap waktu.....	44
Gambar 4.4 Grafik panas yang serap kelapa sawit terhadap waktu.....	44
Gambar 4.5 Grafik Q_{loss} terhadap waktu.....	45
Gambar 4.6 Grafik Efisiensi Terhadap Waktu.....	47

Gambar 4.7 Grafik Efisiensi Terhadap Waktu Tiap Peak..... 48

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data <i>Sterilizer</i> Adolina PT. Perkebunan Nusantara IV Perbaungan.....	32
Tabel 4.2 Dimensi Lori.....	32
Tabel 4.3 Data Operasi <i>Sterilizer</i>	33
Tabel 4.4 Energi Masuk Tiap Peak.....	37
Tabel 4.5 Massa Kondensat Tiap Peak.....	38
Tabel 4.6 Energi Keluar Tiap <i>Peak</i>	38
Tabel 4.7 Properties Uap Tiap Peak pada Kondisi <i>Saturated Vapor</i>	39
Tabel 4.8 Properties Uap Tiap <i>Peak</i> pada Kondisi <i>Saturated Vapor</i>	40
Tabel 4.9 Koefisien Konveksi dan Panas yang Diserap oleh Lori Tiap <i>Peak</i>	44
Tabel 4.10 Properties Uap Tiap <i>Peak</i> pada Kondisi <i>Saturated Vapor</i>	45
Tabel 4.11 Properties Uap Tiap <i>Peak</i> pada Kondisi <i>Saturated Vapor</i>	45
Tabel 4.12 Koefisien Konveksi dan Panas yang Diserap oleh Kelapa Sawit Tiap <i>Peak</i>	49
Tabel 4.13 Nilai Koefisien Konveksi Tiap <i>Peak</i>	54
Tabel 4.14 Panas yang Hilang (Q_{loss}) Melalui Dinding <i>Sterilizer</i> Tiap <i>Peak</i>	54
Tabel 4.15 Panas yang Hilang (Q_{loss}) Melalui Tutup <i>Sterilizer</i> Tiap <i>Peak</i>	55
Tabel 4.16 Total Panas yang Hilang Tiap <i>Peak</i>	56

Tabel 4.17 Perubahan Energi Dalam Tiap <i>Peak</i>	57
Tabel 4.18 Efisiensi Tiap <i>Peak</i>	57
Tabel 4.19 Data Panas yang Diserap oleh Lori.....	58
Tabel 4.20 Data Panas yang Diserap oleh Kelapa sawit.....	59
Tabel 4.21 Q_{loss} terhadap waktu tiap peak.....	60
Tabel 4.22 Data Hasil Perhitungan Efisiensi.....	61
Tabel 4.23 Data Hasil Perhitungan Temperatur Akhir Lori.....	63
Tabel 4.24 Data Hasil Perhitungan Temperatur Akhir Kelapa Sawit.....	63

DAFTAR PUSTAKA

1. Holman, J.P. (2010). “Heat Transfer, Tenth Edition”. Mc Graw-Hill.Inc.
2. Naibaho, waldemar and Siagian, Parulian. (2012). “Upaya Peningkatan Mutu Cpo Melalui Analisis Kebutuhan Uap Diarea Stasion Klarifikasi Pks 20 Ton Tbs/Jam”. Fakultas Teknik prodi Teknik Mesin UHN dengan konsentrasi Konversi Energi
3. Sitepu, Tekad. (2011). “ Analisa Kebutuhan Uap Pada Sterilizer Pabrik Kelapa sawit Dengan Lama Perebusan 90 Menit.”. Skripsi Jurusan Teknik Mesin Universitas Sumatra Utara.
4. Tohir. (2014). “analisa kalor yang dibutuhkan pada sterilizer tipe horizontal kapasitas 13 ton (tbs/jam) pada PT. SUMBER INDAH PERKASA”.