KOMPUTASI VISUAL BASIC UNTUK OPTIMALISASI DAN REDESAIN PROSES AWAL PENGERINGAN KOPRA DI USAHA KOPERASI BERSAMA KOPRA PUTIH SONIA KABUPATEN PRINGSEWU

(Skripsi)

Oleh

JATI WAHYU NUGRAHA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LAMPUNG

BANDAR LAMPUNG

2016

ABSTRAK

KOMPUTASI VISUAL BASIC UNTUK OPTIMALISASI DAN REDESAIN PROSES AWAL PENGERINGAN KOPRA DI USAHA KOPERASI BERSAMA KOPRA PUTIH SONIA KABUPATEN PRINGSEWU

OLEH

JATI WAHYU NUGRAHA

Kopra adalah daging buah kelapa segar yang dikeringkan, dan dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu kopra putih dan kopra hitam. Proses pengeringan kopra dapat dibedakan menjadi dua proses, yaitu proses awal dan proses akhir. Proses awal adalah pengeringan daging buah kelapa bersama tempurung yang berkadar air sekitar 55% hingga menjadi 35% sedangkan proses akhir adalah pengeringan akhir daging buah kelapa tanpa tempurung yang berkadar air 35% hingga menjadi 7-8%. Masalah dalam proses pengeringan kopra antara lain suhu pengeringan yang tidak merata yang menyebabkan mutu kualitas kopra menurun dan suhu pengeringan yang kurang tinggi yang menyebabkan proses pengeringan kopra menjadi lama. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan alat pengering kopra khususnya pada proses awal pengeringan.

Metode yang digunakan adalah melakukan redesain ulang alat pengering kopra proses awal serta menghitung proses termal dan total kalor yang dibutuhkan untuk proses pengeringan tersebut dengan aplikasi microsoft visual basic.

Hasil dari penelitian diperoleh untuk proses pengeringan kopra di gunakan pipa berdiameter 1 in dengan panjang 39,12 m, dengan dimensi alat pengering 270 cm x 180 cm x 180 cm dan bahan dinding seng dilapisi asbes. Dari hasil perhitungan diperoleh suhu pengeringan kopra 74,51^{o} C dengan total kalor yang dibutuhkan sebesar 501.858,1 kJ dan lama waktu pengeringan adalah 3 jam 39 menit.

Kata Kunci: Kopra, Redesain, Microsoft Visual Basic, Proses Pengeringan

ABSTRAK

COMPUTATION VISUAL BASIC TO OPTIMIZE AND REDESIGN INITIAL DRYING PROCESS OF COPRA AT USAHA KOPERASI BERSAMA KOPRA PUTIH SONIA IN PRINGSEWU REGENCY

OLEH

JATI WAHYU NUGRAHA

Copra is a pulp of a fresh coconut that is dried, known as two kind, that is white copra and and black copra. Drying process of copra can be divided into two part of process, that is initial process and final process. The initial process is to dried a coconut pulp with the shell containing water 55% until 35% of water, where as the final process is to dried a coconut pulp wich contain 35% of water to be 7-8% of water. The problem in drying process of copra is the uneven drying temparture and cause copra quality is down and with drying temperature causing the drying process of copra longer. Therefore, this research aims to optimize the copra dryers tool, especially at the of the initial process drying.

The Method which used in this research is by redesign copra drying tools of initial process, calculate thermal process and total heat that needed for drying process by using microsoft visual basic.

The results of the research were obtained for the drying process of copra in use pipe 1 inch of diameter and 39,12 cm in length, with the dimension of drying tools is 270 cm x 180 cm x 180 cm and material construction is a zinc wall with asbestos layer. The Calculation of the results were obtained The drying temperature of copra is 74,51 ^{o}C with total heat needed is 501.858,1 kJ and drying process takes 3 hours, 39 minutes.

Keyword: Copra, Redesign, Microsoft Visual Basic, Drying Process

KOMPUTASI VISUAL BASIC UNTUK OPTIMALISASI DAN REDESAIN PROSES AWAL PENGERINGAN KOPRA DI USAHA KOPERASI BERSAMA KOPRA PUTIH SONIA KABUPATEN PRINGSEWU

Oleh

Jati Wahyu Nugraha

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK

Pada

Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Lampung

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LAMPUNG

BANDAR LAMPUNG

2016

Judul Skripsi : **KOMPUTASI VISUAL BASIC UNTUK OPTIMALISASI DAN REDESAIN PROSES AWAL PENGERINGAN KOPRA DI USAHA KOPERASI BERSAMA KOPRA PUTIH SONIA KABUPATEN PRINGSEWU**

Nama Mahasiswa : *Jati Wahyu Nugraha*

Nomor Pokok Mahasiswa : 1115021043

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

A. Yudi Eka Risano, S.T., M.Eng.	**Ahmad Su'udi, S.T., M.T.**
NIP 19760715 200812 1 002	NIP 19740816 200012 1 001

2. Ketua Jurusan Teknik Mesin

Ahmad Su'udi, S.T., M.T.
NIP 19740816 200012 1 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **A. Yudi Eka Risano, S.T., M.Eng.** .....

Anggota Penguji : **Ahmad Su'udi, S.T., M.T.** .....

Penguji Utama : **M. Dyan Susila ES, S.T., M.Eng.** .....

2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung

Prof. Suharno, M.S., M.Sc., Ph.D.
NIP 19620717 198703 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **20 April 2016**

PERNYATAAN PENULIS

SKRIPSI INI DIBUAT SENDIRI OLEH PENULIS DAN BUKAN HASIL PLAGIAT SEBAGAIMANA DIATUR DALAM PASAL 27 PERATURAN AKADEMIK UNIVERSITAS LAMPUNG DENGAN SURAT KEPUTUSAN REKTOR No. 3187/H26/DT/2010.

YANG MEMBUAT PERNYATAAN

METERAI TEMPEL
TGL. 20
449A4ADF830759810
6000
ENAM RIBU RUPIAH

Jati Wahyu Nugraha
NPM. 1115021043

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung, Lampung pada tanggal 19 Desember 1992, sebagai anak kedua dari 3 bersaudara, dari pasangan Bambang Haryanto dan Sardinem. Pendidikan SDN 2 Labuhan Ratu, diselesaikan pada tahun 2005, SMPN 1 Bandar Lampung diselesaikan pada tahun 2008, SMA YP UNILA Bandar Lampung diselesaikan pada tahun 2011, dan pada tahun 2011 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung melalui Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri Jalur Ujian Tertulis (SNMPTN).

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin (HIMATEM) sebagai anggota divisi BENDAHAR UMUM (2013 s.d. 2014). Pada tahun 2015 penulis melakukan penelitian dengan judul "Komputasi Visual Basic untuk Optimalisasi dan Redesain Proses Awal Pengeringan Kopra di Usaha Koperasi Bersama Kopra Putih Sonia Kabupaten Pringsewu" dibawah bimbingan Bapak A. Yudi Eka Risano, S.T.,M.Eng. dan Bapak Ahmad Su'udi, S.T.,M.T.

MOTO

Katakanlah (wahai Muhammad) kepada orang-orang lelaki yang beriman supaya mereka menyekat pandangan mereka (daripada memandang yang haram), dan memelihara kehormatan mereka. Yang demikian itu lebih suci bagi mereka; sesungguhnya Allah amat mendalam pengetahuannya tentang apa yang mereka kerjakan.

(Al-Quran Surah An-Nur Ayat 30)

Kalau wanita berakhlak baik dan berpikir positif, ia adalah angka 1. Kalau ia juga cantik, tambahkan 0, jadi 10. Kalau ia juga punya harta, imbuhkan lagi 0, jadi 100. Kalau ia cerdas, imbuhkan lagi 0, jadi 1000. Jika seorang wanita memiliki semuanya tapi tidak memiliki yang pertama, ia hanya "000". "Tak bernilai sama sekali".

(Al Khawarizmi, penemu angka nol)

Ketakutaan akan kegagalan itu datangnya dari diri sendiri, buang rasa takut gagal untuk mencapai kesuksesan.

(Jati Wahyu Nugraha)

PERSEMBAHAN

Semua yang telah kucapai ini adalah atas berkah dan rahmat ALLAH SWT dan junjungan besar Nabi Muhammad SAW dan hasil kerja keras ku selama ini.

Kupersembahkan Skripsiku ini Kepada :
Ayah dan ibu tercinta, yang selalu mencurahkan kasih sayang dan tidak henti-hentinya mendoakan keberhasilan ku dalam setiap sujudnya.

Adikku dan keluarga besarku yang selalu memberikan dukungan dan doa kepadaku.

Dan untuk Ayu Septriana serta semua teman-temanku yang telah memberikan dorongan, saran, dan bantuan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

Almamaterku tercinta Universitas Lampung

SANWACANA

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kehadirat ALLAH SWT karena berkat rahmat, hidayah dan pertolongan-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "Komputasi Visual Basic untuk Optimalisasi dan Redesain Proses Awal Pengeringan Kopra di Usaha Koperasi Bersama Kopra Putih Sonia Kabupaten Pringsewu ". Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Dalam pelaksanaan dan penyusunan skripsi ini penulis sangat berterima kasih dan memberikan penghargaan yang sedalam-dalamnya kepada seluruh pihak yang membantu penulis menyelesaikan skripsi ini. Penulis terutama ingin mengucapkan terima kasih dengan setulus hati kepada:

1. Ibuku tercinta Sardinem, S.P dan Bapakku tercinta Bambang Haryanto, S.P.,M.Si serta kakakku Kancah Prihiyatna S.P dan adikku Maharani Ayuning Tyas, yang senantiasa memberikan doa, semangat dan motivasi kepada penulis agar dapat menyelesaikan skripsi dengan sebaik mungkin dan meyelesaikan kuliah di Teknik Mesin dan cepat mendapatkan kerja.
2. Bapak Prof. Drs. Suharno, M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung

3. Bapak Ahmad Su'udi, S.T.,M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung.
4. Bapak A. Yudi Eka Risano, S.T.,M.Eng. sebagai pembimbing utama tugas akhir/skripsi atas kesediaannya dan keikhlasannya untuk memberikan dukungan, bimbingan, nasehat, saran,dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini.
5. Bapak Ahmad Su'udi, S.T.,M.T. sebagai dosen pembimbing pendamping atas kesediaannya dan keikhlasannya untuk memberikan dukungan, bimbingan, nasehat, saran,dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini..
6. Bapak M. Dyan Susila ES , S.T., M.Eng. sebagai dosen pembahas skripsi penulis dan dosen Pembimbing Akademik, yang telah memberikan saran dan masukan guna penyempurnaan dalam penulisan laporan ini dan selama proses perkuliahan.
7. Seluruh Dosen pengajar Jurusan Teknik Mesin yang banyak memberikan ilmu selama penulis melaksanakan studi, baik berupa materi perkuliahan maupun teladan dan motivasi sehingga dapat saya jadikan bekal untuk terjun ke tengah-tengah masyarakat.
8. Eko Nurdianto teman seperjuangan skripsi saya yang telah bersama-sama mengerjakan skripsi ini dengan baik.
9. Teman-teman sekaligus keluarga Teknik Mesin Angkatan 2011 untuk Komti Yudi, Ketua dan Wakil Ketua Himatem saudara Pendi dan Yusuf, anak-anak KOREWA, joko, faisal, benny, adi yusuf, tami, ratih, jesi, teta, iyong, printo, rizki dan seluruh angkatan 2011 lainnya.

10. Bapak Agus selaku pemilik pabrik Kopra Putih Sonya selaku tempat penelitian saya yang sudah memberikan bantuannya.
11. Ayu Septriana yang selalu membantu dan mendoakan penulis.
12. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir.skripsi ini.

Penulis telah berusaha semaksimal mungkin dalam penulisan laporan tugas akhir/skripsi ini untuk mencapai suatu kelengkapan dan kesempurnaan. Penulis juga mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dari semua pihak. Akhirnya dengan segala kerendahan hati penulis berharap laporan ini member manfaat, baik kepada penulis khususnya maupun kepada pembaca pada umumnya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Bandar Lampung, 20 April 2016

Penulis,

Jati Wahyu Nugraha

DAFTAR ISI

Halaman

ABSTRAK i
RIWAYAT HIDUP ii
MOTTO iii
PERSEMBAHAN iv
SANWACANA v
DAFTAR ISI vi
DAFTAR GAMBAR vii
DAFTAR TABEL viii
DAFTAR SIMBOL ix

I. PENDAHULUAN
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Tujuan 3
1.3 Batasan Masalah 3
1.4 Sistematika Penulisan 4

II. TINJAUAN PUSTAKA
2.1 Kelapa 6
2.2 Kopra 8
2.3 Pengeringan Kopra 9
2.4 Faktor Yang Mempengaruhi Pengeringan 14
2.5 *Heat Transfer* 17
2.5.1 Konduksi 17
2.5.2 Konveksi 18

2.5.3 Konduksi Keadaan Tunak Satu Dimensi…… 19
2.5.4 Koefisien Perpindahan Panas Menyeluruh …… 21
2.5.2 Konveksi Alamiah 22
2.6 Perpindahan Massa (Mass Transfer) 25
2.6.1 Perpindahan Massa Konduksi 24
2.6.2 Perpindahan Massa Konveksi 27
2.7 *Heat Exchanger* 26
2.8 *Heat Exchanger (Shell And Tube)* 30
2.9 Perhitungan Kadar Air …….. 31
2.10 Perhitungan Kebutuhan Energi Selama Proses Pengeringan..... 31
2.10.1 Laju Aliran Konveksi Di Dalam Ruang Pengering..... ..… 32
2.10.2 Energi Yang Hilang Dari Dinding Ruang Pengering …… 34
2.11 Visual Basic 36

III. METODOLOGI PENELITIAN
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 38
3.2 Alat dan Bahan Penelitian 48
3.3 Diagram Alir Penelitian 41
3.4 Tahapan Pelaksanaan 43

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN
4.1 Data Hasil Penelitian 47
4.2 Perhitungan Termal Yang Terjadi Dalam Alat Pengering Kopra .. 48
4.2.1 Laju Airan Panas Pada Alat Pengering Kopra Proses Awal 48
4.2.2 Sebaran Suhu Pada Alat Pengering Kopra..... 51
4.2.3 Perhitungan Kebutuhan Energi Untuk Proses Pengeringan. 53
4.2.5.1 Energi Pemanasan Kopra 53
4.2.5.2 Energi Pemanasan Air Kopra 53
4.2.5.3 Energi Penguapan Air Kopra 54
4.2.4 Laju Aliran Energi Konveksi Didalam Ruang Pengering ... 54
4.2.5 Energi Yang Hilang Dari Dinding Ruang Pengering 57
4.3 Total Kalor Yang Dibutuhkan Untuk Proses Pengeringan..... 59

4.4 Aplikasi Perhitungan Termal Alat Pengering Kopra..... 60
4.4.1 Perhitungan Hambatan Termal Dan Laju Aliran Panas Alat Pengering Kopra 62
4.4.2 Perhitungan Kebutuhan Energi Untuk Proses Pengeringan 63
4.4.3 Perhitungan Laju Aliran Konveksi Pada Ruang Pengering 64
4.4.4 Perhitungan Energi Yang Hilang Dari Dinding Pengering . 65
4.4.5 Perbandingan Perhitungan Manual Dan Aplikasi..... 68
4.5 Perbandingan Desain Asli Dan Desain Redesain Alat Pengering.. 70

V. KESIMPULAN DAN SARAN
5.1 Kesimpulan 72
5.2 Saran 73

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar Halaman

2.1 Pengolahan Kopra Secara Tradisional 10

2.2 Skema Distribusi Temperatur Pada Satu Dimensi 17

2.3 Perpindahan Kalor Satu Dimensi Melalui Dinding Komposit dan Analogi listriknya 19

2.4 Perpindahan Panas Menyeluruh Melalui Dinding Datar 21

2.5 Perpindahan Massa Konduksi 26

2.6 Alat Penukar Panas Jenis *Shell and Tube* 31

3.1 Alat Pengering Kopra milik Usaha Koperasi Bersama Kopra Putih Sonia Kabupaten Pringsewu 38

3.2 Alat Pengukur Kadar Air 39

3.3 Termokopel 40

3.4 Komputer 41

3.5 *Software Microsoft Visual Basic 6.0* 41

3.6 Racangan Redesain Alat Pengering Kopra Proses Awal 45

4.1 Tampilan Awal Aplikasi 61

4.2 Tampilan Grashoft Prandtl 62

4.3 Tampilan Total Energi Pengeringan Kopra 63

4.4 Tampilan Konveksi Dalam Ruang Pengering 65

4.5 Tampilan Koefisien Perpindahan Panas Menyeluruh 66

4.6 Tampilan Perhitungan Energi Yang Hilang Dari Dinding 67

4.7 Tampilan Total Kalor Dan Kebutuhan Kayu Bakar 68

DAFTAR TABEL

Tabel Halaman

2.1 Komposisi Buah Kelapa 7

2.2 Komposisi Daging Kelapa Berbagai Tingkat Umur 8

2.3 Standar Nasional Indonesia Mixed Kopra (MAPI) 9

4.1 Perbandingan Hasil Perhitungan Manual Dan Aplikasi 70

4.2 Perbandingan Dimensi Asli Dan Redesain Alat Pengering Kopra 70

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
P	panjang alat	cm
L	lebar alat	cm
T	tinggi alat	cm
D	diameter pipa	in
W_1	kadar awal kopra	%
W_2	kadar akhir kopra	%
W_{kb}	berat kopra awal	kg
W_i	berat air kopra awal	kg
K_i	kadar air kopra awal	%
W_{ko}	berat kopra dengan kadar 35%	kg
K_f	kadar air kopra kering	%
W_r	berat air yang diuapkan	kg
Q_h	energi pemanasan kopra	kJ
Q_w	energi pemanasan air kopra	kJ

Q_l	energi penguapan air kopra	kJ
Cp	panas jenis	kJ/kg^{o}C
H_{fg}	panas laten penguapan air	kJ/kg
T_s	temperatur udara masuk	^{o}C
T_d	temperatur pengeringan	^{o}C
T_a	temperatur awal kopra	^{o}C
T_f	temperatur rata-rata	^{o}C
Gr_d	angka grashof	
Pr	angkar prandtl	
Nu	angka nusselt	
g	percepatan gravitasi	m/s^2
β	koefisien muai volume	K^{-1}
v	viskositas kinematik	m^2/s
h	koefisien perpindahan panas	W/m^{2}K
k	konduktivitas termal	W/mK
A	luas penampang	m^2
Δx	tebal dinding	m
Q	kalor	W
R	hambatan termal	^{o}C/W

LHV	low high value	kJ/jam
n	effisiensi	%

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kelapa merupakan salah satu jenis tanaman tropis dengan kegunaan yang sangat beragam. Hampir semua bagian dari tanaman kelapa dapat kita manfaatkan dan memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi. Salah satu daerah penghasil kelapa adalah Kabupaten Pringsewu, Provinsi Lampung yang memiliki produksi tahunan buah kelapa mencapai 4220 Ton dengan produktivitas 1046 Kg/Ha serta jumlah petani yang mencapai 7189 KK (Dinas Perkebunan Lampung, 2013). Untuk menambah nilai ekonomis dari tanaman kelapa tersebut di Kabupaten Pringsewu, Provinsi Lampung, tanaman kelapa di olah untuk menjadi kopra putih.

Kopra adalah daging buah kelapa segar yang dikeringkan dengan metode konvensional menggunakan sinar matahari (*sun drying*), pengasapan atau mengeringkan di atas api terbuka (*smoke drying or drying over an open fire*), pengeringan dengan pemanasan secara tidak langsung (*indirect drying*) dan pengeringan dengan udara vakum (*vacuum drying*). Akan tetapi pengolahan kopra putih biasanya mengunakan proses pengeringan secara tidak langsung, agar warna dari daging kelapa itu tidak hitam. Proses pengolahan kopra putih meliputi proses menghilangkan kadar air dari daging buah kelapa, hingga didapatkan kadar air 7-8%. Proses pengeringan kopra putih meliputi dua

proses yaitu proses awal dan proses akhir. Proses awal adalah pengeringan daging buah kelapa bersama tempurung yang berkadar air sekitar 55% hingga menjadi 35% dan proses akhir adalah pengeringan akhir daging buah kelapa tanpa tempurung yang berkadar air 35% hingga menjadi 7-8%. Untuk membuat kopra putih yang baik diperlukan kelapa yang telah berumur sekitar 300 hari dan memiliki berat sekitar 3-4 kg.

Proses pengeringan daging segar buah tanaman kelapa menjadi kopra putih di Kabupaten Pringsewu, Provinsi Lampung sudah mengunakan proses pengeringan tersebut, tetapi waktu pengolahan pengeringan daging buah kelapa menjadi kopra putih masih memakan waktu yang cukup lama dan tidak efisien yaitu sekitar 3 hari. Dalam hal ini dibutuhkan analisis perhitungan termal dan perancangan alat pengering kopra putih proses awal yang tepat untuk perhitungan serta model yang sesuai dari alat pengering kopra putih itu sendiri agar alat pengering kopra putih tersebut dapat memiliki nilai efisiensi yang tinggi dan menghemat waktu dalam proses pengeringan buah kelapa menjadi kopra .

Agar meningkatkan ketelitian dan mempermudah dalam meredesain alat pengering kopra, maka penulis akan menganalisis dan merancang alat pengering kopra proses awal yang hemat waktu dalam proses pengeringannya di Usaha Koperasi Bersama Kopra Putih Sonia Kabupaten Pringsewu, Provinsi Lampung dengan menggunakan *software Microsoft Visual Basic 6.0*, sehingga dapat membuat aplikasi untuk perhitungan termal alat pengering kopra proses awal dengan software tersebut.

1.2 Tujuan

Adapun tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan dimensi redesain alat pengering kopra.
2. Perhitungan termal yang terjadi dalam alat pengering kopra.
3. Menghitung besarnya kalor yang di butuhkan untuk proses pengeringan kopra.
4. Membuat program aplikasi perhitungan termal alat pengering kopra proses awal.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Alat pengering kopra yang akan dianalisis merupakan alat pengering milik Usaha Koperasi Bersama Kopra Putih Sonia Pringsewu provinsi Lampung.
2. Dalam hal ini hanya dilakukan analisis dan perancangan alat pengering kopra dari buah kelapa berkadar air 55% sampai dengan 35% (sebelum proses pencungkilan buah kelapa dari tempurungnya).
3. Proses perpindahan panas yang terjadi adalah konveksi, sedangkan radiasi diabaikan karena nilainya sangat kecil.
4. Tidak memperhitungkan konduksi gas panas ke dinding cube karena cube yang digunakan tipis.

1.4 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan yang digunakan oleh penulis dalam penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

I. PENDAHULUAN

Pada bab ini menguraikan tentang latar belakang, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Berisikan landasan teori dan beberapa literatur yang diperoleh dari buku, jurnal dan browsing yang mendukung pembahasan tentang studi kasus yang diambil.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan metode-metode yang digunakan penulis dalam pelaksanaan proses analisis dan redesain alat pengering kopra proses awal.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisikan tentang hasil perhitungan analisis dan redesain alat pengering kopra proses awal.

V. SIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisikan kesimpulan dan saran yang dilakukan serta pembahasan tentang studi kasus yang diambil.

DAFTAR PUSTAKA

Berisikan literatur-literatur atau referensi-referensi yang diperoleh penulis untuk menunjang penyusunan laporan tugas akhir ini.

LAMPIRAN

Berisikan beberapa hal yang mendukung proses analisis dan perancangan alat pengering kopra tahap awal.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kelapa

Pohon kelapa termasuk jenis *Palmae* yang berumah satu (monokotil). Batang tanaman tumbuh lurus ke atas dan tidak bercabang. Adakalanya pohon kelapa dapat bercabang, namun hal ini merupakan keadaan yang abnormal, misalnya akibat serangan hama tanaman. Kelapa memiliki berbagai nama daerah. Secara umum, buah kelapa dikenal sebagai *coconut*, orang Belanda menyebutnya *kokosnoot* atau *klapper*, sedangkan orang Prancis menyebutnya *cocotier*. Di Indonesia seperti di Jawa kelapa biasa disebut *krambil* atau *klapa* (Warisno, 2003).

Tanaman kelapa (*Cocos nucifera. L*) merupakan tanaman yang sangat berguna dalam kehidupan ekonomi pedesaan di Indonesia. Karena semua bagian dari pohon kelapa dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan manusia. Salah satu bagian kelapa yang mempunyai banyak manfaat adalah daging buah. Daging buah kelapa segar dapat diolah menjadi kopra dan memiliki nilai ekonomi yang lebih tinggi (Palungkung, 2004). Berikut adalah komposisi dari buah kelapa yang sudah tua, dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.1 komposisi buah kelapa (Palungkung, 2004).

No	Komponen	Jumlah Berat (%)
1	Sabut	25-32
2	Tempurung	12-13,1
3	Daging Buah	28-34,9
4	Air Buah	19,2-25

Kelapa segar mengandung 30-50% minyak, bila dikeringkan menjadi kopra kadar lemaknya mencapai 63-65%. Kadar minyak sangat dipengaruhi oleh tingkat ketuaan buah, semakin tua buah semakin tinggi kadar minyaknya. Buah kelapa yang sudah tua atau matang umumnya dipanen pada umur 11–12 bulan (Rindengan *et al.*, 1995).

Tanaman kelapa tumbuh di daerah tropis, dapat dijumpai baik di dataran rendah maupun dataran tinggi. Pohon ini dapat tumbuh dan berbuah dengan baik di daerah dataran tinggi. Pohon ini dapat tumbuh dan berbuah dengan baik di daerah dataran rendah dengan ketinggian 0-450 m dari permukaan laut. Pada ketinggian 450-1000 m dari permukaan laut, walaupun pohon ini dapat tumbuh, waktu berbuahnya lebih lambat, produksinya lebih sedikit dan kadar minyaknya rendah.

Tanaman kelapa merupakan jenis tanaman palem yang paling dikenal, banyak tersebar di daerah tropis. Kelapa dapat tumbuh di pinggir laut hingga dataran tinggi. Kelapa dapat dibedakan menjadi kelapa varietas dalam dan hibrida. Ada juga yang membedakannya menjadi 3 varietas, yaitu dalam, genjah dan hibrida (Amin, 2009). Berikut ini adalah komposisi daging kelapa berbagai tingkat umur yang di tunjukan oleh tabel 2.2 (Ketaren,1986) :

Tabel 2.2. Komposisi Daging Kelapa Berbagai Tingkat Umur (Ketaren,1986)

Analisis (100g)	**Buah Muda**	**Buah ½ Tua**	**Buah Tua**
Kalori, kal	68 kal	180 kal	359 kal
Protein,gr	1	4	3.4
Lemak,gr	0.9	13	34.7
Karbohidrat,gr	14	10	14
Kalsium, mg	17	8	21
Fosfor, mg	30	35	21
Besi,mg	1	0.5	2
Aktivitas Vit. A, IU	-	10	-
Thiamin, mg	-	70.1	
Asam Askorbat,mg	4	4	2
Air,gr	83.3	70	46.9

2.2 Kopra

Kopra adalah putih lembaga (*endosperm*) buah kelapa yang sudah dikeringkan dengan sinar matahari ataupun panas buatan. Putih lembaga dari kelapa yang masih basah diperkirakan memiliki kadar air sekitar 52%, minyak 34%, putih telur dan gula 4,5%, serta mineral 1%. Setelah menjadi kopra, kandungan air turun menjadi 5%-7%, minyak meningkat menjadi 60%-65%, putih telur dan gula menjadi 20%-30%, dan mineral 2%-3% (Warisno, 2007).

Kopra yang kualitasnya baik, berasal dari buah kelapa yang telah masak, umur buah 11-12 bulan. Kualitas kopra dapat ditingkatkan dengan perlakuan menyimpan buah yang masih utuh selama waktu tertentu sebelum buah diolah menjadi kopra. Kopra dapat digolongkan menjadi dua jenis kopra yaitu sebagai berikut (Sulaiman, 2013):

a. Kopra hitam

Kopra hitam biasanya digunakan untuk bahan baku minyak kelapa *(coconut oil)*, pengeringan untuk mendapatkan kopra hitam maksimal 2 hr dengan temperatur rata-rata 60°C.

b. Kopra putih

Kopra putih biasanya digunakan untuk keperluan kosmetik dll. Proses pengeringan kopra putih biasanya berlangsung selama 2/3 hari dengan temperatur rata-rata 60°C.

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) kualitas kopra dapat dilihat pada tabel 2.3

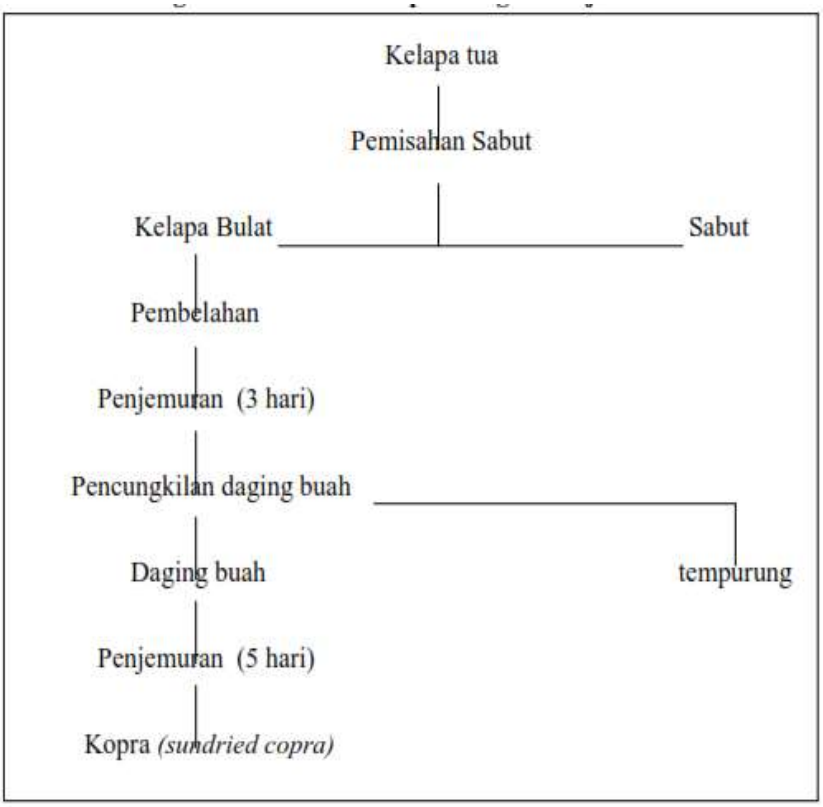
Tabel 2.3 Standar Nasional Indonesia Mixed Kopra (MAPI,2006)

No	Syarat	Mutu A	Mutu B
1	Kadar Air (%)	5	5
2	Kadar Minyak (%)	60	65
3	Asam Lemak Bebas (%)	5	5
4	Jamur	0	0
5	Serat (%)	8	8

2.3 Pengeringan Kopra

Pengeringan (*drying*) merupakan proses perpindahan panas dan uap air secara secara simultan yang memerlukan energi panas untuk menguapkan kandungan air yang dipindahkan dari permukaan bahan yang dikeringkan oleh media pengering yang biasanya berupa panas. Pengolahan buah kelapa menjadi kopra dapat dilakukan dengan berbagai macam cara pengeringan, antara lain adalah sebagai berikut (Bambang Kartika,1981) :

1. Pengeringan kopra secara tradisional yang dapat kita lihat dari gambar dibawah ini :



Gambar 2.1. Pengolahan Kopra Secara Tradisional (Bambang Kartika, 1981)

Pemetikan kelapa adalah upaya untuk menurunkan buah kelapa dari pohon ke permukaan tanah. Ada dua cara pemetikan yaitu secara alami di mana buah kelapa masak jatuh sendiri dari pohon dan buah masak diambil dengan memanjat pohon, menggunakan galah, tangga pemanjat atau dengan kera pemanjat. Tanda buah yang layak dipetik adalah sabut menjadi kering dan berwarna cokelat. Pengangkutan buah kelapa adalah usaha membawa buah kelapa dari kebun/lokasi pohon kelapa sampai ke tempat pengolahan. Pengangkutan yang cepat mampu menghindarkan

kerusakan-kerusakan yang mungkin terjadi terhadap daging buah kelapa. Pembelahan buah kelapa merupakan kegiatan memisahkan sabut dengan tempurung dan biasanya kegiatan ini dilaksanakan secara manual. Untuk mendapatkan kopra, maka tempurung kelapa harus dipisahkan dengan daging buah kelapa melalui pencungkilan maupun pengeringan.

Pengeringan dengan sinar matahari biasanya dilakukan oleh sebagian besar petani kelapa di dunia maupun di Indonesia. Karena itu cara ini dikenal dengan cara tradisional dan hasil kopranya disebut *sundried copra.* Beberapa langkah pengeringan dengan sinar matahari adalah sebagai berikut (Awang, 1991) :

a. Buah kelapa yang sudah dibelah bersama dengan tempurung kelapa dihamparkan di atas lantai jemur atau rak penjemuran dengan bagian daging buah menghadap ke atas (sinar matahari).
b. Jika cuaca panas baik, maka setelah 2 hari dijemur daging buah dapat dipisahkan dari tempurung kelapa. Setelah itu daging buah dikeringkan lagi selama 4-7 hari.

2. Kopra FMS *(Fair Merchantable Sundried)*

Kopra FMS dikeringkan dengan cara pengeringan yang disebut *sundried,* yakni proses pengeringan yang banyak menggunakan sinar matahari dan sedikit panas buatan (bara api) dengan menggunakan bahan bakar yang tidak mengeluarkan asap yang dapat meresap ke dalam daging buah kelapa yang dikeringkan. Misalnya dengan menggunakan arang kayu dan arang

tempurung. Dalam pembuatan kopra FMS, dikenal dua macam rumah pengeringan, yaitu *lade oven* dan *plat oven.*

a. *Lade Oven*

Pengeringan dengan menggunakan *lade oven* dilakukan dengan cara kopra yang masih basah disusun di dalam kotak yang telah tersedia, kemudian dimasukkan ke dalam ruangan yang tertutup. Di dalam ruanagan ini dialirkan udara panas dengan suhu antara 35-40^{0}C. Pengeringan kopra dengan cara ini memberikan hasil kopra yang kurang baik, karena kopra dapat ditumbuhi oleh cendawan-cendawan yang dapat menurunkan kualitas kopra. Jika suhu ruangan tersebut diperbesar (lebih dari 80^{0}C) kemungkinan besar kopra akan hangus.

b. *Plat Oven*

Pengeringan ini disebut *plat oven* karena banyak menggunakan plat besi sebagai media pengaliran panas. Rumah pengeringan ini terdiri atas dapur yang biasanya dibuat dari bata merah, sebagai tempat pembakaran kayu atau bahan bakar lainnya. Dapur memiliki ukuran panjang 10 m, lebar 3 m, dan tinggi 1 m. Di tempat pembakaran kayu tersebut terdapat terowongan asap yang dapat mengalir sampai ke cerobong asap. Bagian atas dapur ditutup dengan plat besi yang berlubang-lubang. Udara panas dibagi secara merata melalui plat besi yang dipasang di atas ruang dapur (di atas terowongan). Panas akan

mengalir melalui plat besi, sedangkan asap keluar menuju ke cerobong asap.

3. Kopra FM *(Fair Merrchantable)*

Pengolahan kopra FM dilakukan melalui pengeringan menggunakan panas buatan. Rumah pengeringan yang digunakan berbentuk sangat sederhana, terdiri atas lubang berbentuk persegi yang dibuat pada lantai bangunan. Di atas lubang ini ditempatkan rak yang terbuat dari belahan bambu atau kayu kelapa. Bangunan rumah pengeringan juga diberi atap agar tidak kemasukan air hujan. Pengeringan dilakukan dengan menyusun belahan-belahan buah kelapa yang masih basah di atas rak secara berlapis-lapis, rata-rata lima lapis. Dua lapisan terbawah disusun menghadap ke atas, sedangkan tiga lapisan di atasnya menghadap ke bawah.

Dengan demikian, daging buah yang berada pada lapisan pertama dan kedua tidak akan terlalu banyak terkena asap tidak menjadi hangus/gosong. Dengan kata lain, panas yang diperoleh cukup merata. Pengeringan dilakukan sampai daging buah mudah dilepaskan dari tempurungnya. Lama proses pengeringan dapat diatur, dipercepat, ataupun diperlambat. Kemudian daging buah dilepaskan dari tempurungnya. Setelah itu, pengeringan dapat dilanjutkan kembali kira-kira selama dua hari dan akan dihasilkan kopra *mixed* atau kopra hitam yang bermutu FM ke bawah dan memiliki nilai ekonomis yang rendah bila dibandikan dengan kopra putih. Kopra yang dikeringkan di atas api ini biasa disebut *kilndried* kopra atau kopra hitam (Warisno, 2007).

2.4 Faktor yang Mempengaruhi Pengeringan

Pada pengeringan selalu diinginkan kecepatan pengeringan yang maksimal. Oleh karena itu perlu dilakukan usaha-usaha untuk mempercepat perpindahan panas dan perpindahan massa (perpindahan massa dalam hal ini adalah perpindahan air keluar dari bahan yang dikeringkan dalam proses pengeringan tersebut). Ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan untuk memperoleh kecepatan pengeringan maksimum, yaitu (Supriyono, 2003):

a. Luas permukaan

Semakin luas permukaan bahan maka semakin cepat bahan menjadi kering. Air menguap melalui permukaan bahan, sedangkan air yang ada di bagian tengah akan merembes ke bagian permukaan dan kemudian menguap. Untuk mempercepat proses pengeringan umumnya bahan pangan yang akan dikeringkan dipotong-potong atau diiris-iris terlebih dulu.

Hal ini terjadi karena pemotongan atau pengirisan tersebut akan memperluas permukaan bahan dan permukaan yang luas dapat berhubungan dengan medium pemanasan sehingga air mudah keluar, dan potongan-potongan kecil atau lapisan yang tipis mengurangi jarak dimana panas harus bergerak sampai ke pusat bahan pangan. Potongan kecil juga akan mengurangi jarak melalui massa air dari pusat bahan yang harus keluar ke permukaan bahan dan kemudian keluar dari bahan tersebut, sehingga dapat mempercepat proses pengeringan bahan.

b. Suhu

Semakin besar perbedaan suhu (antara medium pemanas dengan bahan bahan) maka akan semakin cepat proses perpindahan panas berlangsung sehingga mengakibatkan proses penguapan semakin cepat pula. Atau semakin tinggi suhu udara pengeringan maka akan semakin besar energi panas yang dibawa ke udara yang akan menyebabkan proses perpindahan panas semakin cepat sehingga perpindahan massa akan berlangsung dengan cepat juga.

c. Kecepatan udara

Umumnya udara yang bergerak akan lebih banyak mengambil uap air dari permukaan bahan yang dikeringkan. Udara yang bergerak adalah udara yang mempunyai kecepatan gerak yang tinggi, berguna untuk mengambil uap air dan menghilangkan uap air dari permukaan bahan yang dikeringkan, sehingga dapat mencegah terjadinya udara jenuh yang dapat memperlambat penghilangan air.

d. Kelembaban udara (*Relative Humidity*)

Semakin lembab udara di dalam ruang pengering dan sekitarnya, maka akan semakin lama proses pengeringan berlangsung kering, begitu juga sebaliknya. Karena udara kering dapat mengabsorpsi dan menahan uap air. Setiap bahan mempunyai keseimbangan kelembaban nisbi (RH keseimbangan) masing- masing, yaitu kelembaban pada suhu tertentu dimana bahan tidak akan kehilangan air (pindah) ke atmosfir atau tidak akan mengambil uap air dari atmosfir. Maka, dapat diketahui bahwa

perbandingan nilai kelembaban udara dan keseimbangan RH adalah sebagai berikut:

1. Jika RH udara < RH keseimbangan maka benda masih dapat dikeringkan.

2. Jika RH udara > RH keseimbangan maka benda akan menarik uap air dari udara.

e. Tekanan udara

Semakin kecil tekanan udara akan semakin besar kemampuan udara untuk mengangkut air selama pengeringan, karena dengan semakin kecilnya tekanan berarti kerapatan udara makin berkurang sehingga uap air dapat lebih banyak tetampung dan disingkirkan dari bahan pangan. Sebaliknya jika tekanan udara semakin besar maka udara disekitar pengeringan akan lembab, sehingga kemampuan menampung uap air terbatas dan menghambat proses atau laju pengeringan. Misalnya pada tekanan udara atmosfir 1 atm, air akan mendidih pada suhu 100ºC. Pada tekanan udara lebih rendah dari 1 atm air akan mendidih pada suhu lebih rendah dari 100°C.

f. Waktu

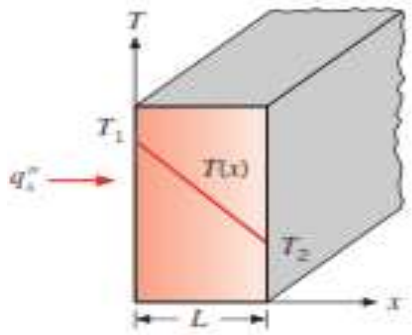
Semakin lama waktu (batas tertentu) pengeringan maka akan semakin cepat proses pengeringan selesai. Dalam pengeringan diterapkan konsep HTST (*High Temperature Short Time*). Waktu yang singkat dalam proses pengeringan dapat menghemat biaya khususnya biaya listrik untuk menjalankan mesin pengering.

2.5 *Heat Transfer*

Perpindahan panas yang terjadi karena adanya perbedaan temperatur pada suhu sistem disebut sebagai *heat transfer*. Perpindahan panas ini dapat di golongkan menjadi 3 yaitu konduksi, konveksi dan radiasi (Cengel, 2003).

2.5.1 Konduksi

Konduksi ialah pemindahan panas yang dihasilkan dari kontak langsung antara permukaan-permukaan benda.Konduksi terjadi hanya dengan menyentuh atau menghubungkan permukaan-permukaan yang mengandung panas.Pada perpindahan panas secara konduksi sangat dipengaruhi oleh sifat *thermal* dari material tersebut. Distribusi temperatur pada perpindahan panas secara konduksi satu dimensi dapat dilihat pada gambar 2.2



Gambar 2.2 Skema distribusi temperatur pada satu dimensi (Incropera, 1996)

Pada analisis *steady state thermal* elemen solid dua dimensi yang mendapatkan panas yang seragam dan permukaan yang lain terisolasi,

analisis panas dapat menggunakan hukum Fourier satu dimensi yaitu sebagai berikut (Holman,1986):

$$q = -kA\frac{dT}{dx} \tag{2.1}$$

Untuk analisis temperatur persamaan data dapat ditulis

$$\Delta T = -\frac{\mathrm{q}\Delta x}{\mathrm{kA}} \tag{2.2}$$

Dimana :

ΔT = selisih temperatur (^{o}C)

q = kalor (W)

k = konduktivitas termal (W/m^{2}.^{o}C)

Δx = tebal dinding (m)

A = luas penampang (m^{2})

2.5.2 Konveksi

Perpindahan panas konveksi adalah perpindahan panas antara permukaan padat yang berbatasan dengan fluida yang mengalir. Fluida ini bisa dalam fasa cair atau fasa gas. Syarat utama mekanisme perpindahan panas konveksi adalah adanya aliran fluida. Besarnya temperatur permukaan material yang berkontak langsung dengan fluida secara numerik dapat ditulis sebagai dengan persamaan berikut (Incropera.1986):

$$Q = h.A.\Delta T \tag{2.3}$$

Dimana:

ΔT = selisih temperatur (^oC)

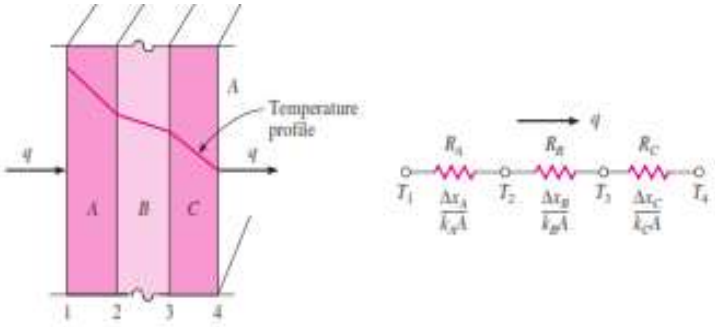
Q = kalor (W)

h = koefisien perpindahan panas (W/m^2K)

A = luas penampang (m^2)

2.5.3 Konduksi Keadaan Tunak Satu Dimensi

Untuk menghitung aliran termal dalam sistem sederhana satu dimensi dapat mengunakan hukum Fourier. Dalam kondisi satu dimensi ini termasuk berbagai bentuk fisik berlainan seperti silinder dan bola adalah satu dimensi apabila suhu benda hanya merupakan fungsi jarak radial dan tidak tergantung pada sudut azimuth atau letak pada poros. Dalam beberapa masalah dua dimensi pengaruh koordinat ruang, kecil sekali sehingga dapat diabaikan dan perpindahan panas dua dimensi dapat didekati dengan analisis satu dimensi (Holman,1986).



Gambar 2.3 Perpindahan kalor satu dimensi melalui dinding komposit dan analogi listriknya (Holman, 1986)

Jika sebaran suhu *(temperature gradient)* pada ketiga bahan ialah seperti itu, maka aliran panas dapat dituliskan sebagai berikut.

$$q = -K_A\,A\,\frac{T_2 - T_1}{\Delta x_A} = -K_b\,A\,\frac{T_3 - T_2}{\Delta x_b} = -K_c\,A\,\frac{T_4 - T_3}{\Delta x_c} \quad (2.4)$$

Dari persamaan (2.4) dapat diketahui bahwa aliran panas pada persamaan itu adalah sama. Sehingga jika persamaan tersebut diturunkan, maka hambatan tahanan termal dapat dituliskan sebagai berikut.

$$R_A = \frac{\Delta x_A}{K.A} + R_b = \frac{\Delta x_b}{K.A} + R_c = \frac{\Delta x_c}{K.A} = \sum R_{Total} \quad (2.5)$$

Sedangkan untuk kondisi batas analogi tahanan termal konveksi dapat dihitung dari persamaan berikut ini.

$$q_{konveksi} = hA(T_w - T_\infty) \quad (2.6)$$

$$R = \frac{1}{h.A} \quad (2.7)$$

Dimana R adalah tahan termal konveksi.

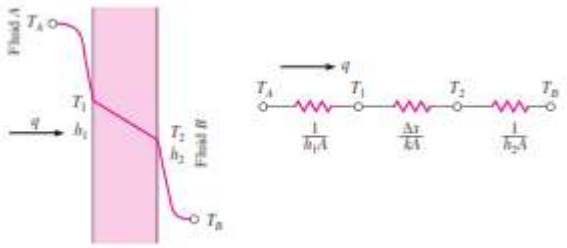
Laju perpindahan panas dapat diasumsikan sebagai aliran, sedangkan gabungan dari konduktivitas termal, tebal bahan dan luas permukaan merupakan tahanan pada aliran ini. Suhu merupakan beda potensial, sehigga persamaan tersebut dapat dituliskan sebagai berikut.

$$q = \frac{\Delta T\ \text{menyeluruh}}{\sum R_{total}} \quad (2.8)$$

2.5.4 Koefisien Perpindahan Panas Menyeluruh

Proses perpindahan panas dapat digambarkan dengan jaringan tahanan seperti pada gambar (2.4). Panas menyeluruh dapat dihitung dengan membagi beda suhu menyeluruh dengan total tahanan termal.

$$q = \frac{T_A - T_b}{1/h_1A + \Delta x/kA + 1/h_2A} \qquad (2.9)$$



Gambar 2.4 Perpindahan panas menyeluruh melalui dinding datar (Holman, 1986)

Nilai 1/hA digunakan untuk menunjukan tahanan termal konveksi, sedangakan Δx/kA digunakan untuk menunjukan tahanan termal konduksi. Sehingga besar panas menyeluruh adalah hasil gabungan proses konduksi dan konveksi yang dapat dirumuskan sebagai berikut (Holman,1986):

$$U = \frac{1}{1/h_1 + \Delta x/k + 1/h_2} \qquad (2.10)$$

Sehingga laju perpindahan panas dapat dituliskan sebagai berikut (Holmann,1986):

$$q = U\,A\,\Delta T_{menyeluruh} \qquad (2.11)$$

2.5.5 Konveksi Alamiah

Konveksi alamiah atau disebut juga konveksi bebas adalah suatu pergerakan fluida lebih disebabkan akibat adanya gaya apung (*bouyancy*) fluida. Hal ini menyebabkan adanya gradien densitas dalam fluida yang berhubungan langsung dengan gaya badan / berat fluida. Untuk menghitung konveksi bebas dapat di hitung dengan mengunakan persamaan *Grashof number* (Incropera, 1986):

$$\mathrm{Gr_d Pr} = \frac{g\,\beta\,(T_s - T_\infty)\,d^3}{v^2}\,\mathrm{Pr} \qquad (2.12)$$

Dimana :

Ts = temperatur plat bawah (°C)

T∞ = temperatur plat atas (°C)

Gr = angka grashof

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

β = koevisien muai volume = 1/Tf (K-1)

d = diameter pipa (m)

v = viskositas kinematik uap (m^2 /s)

Pr = bilangan pradtl

Sehingga bilangan Nusselt dapat dinyatakan dalam persamaan berikut (Holman, 1986):

$$\mathrm{Nu_d} = c\,(\mathrm{Gr_d Pr})^m \qquad (2.13)$$

Dimana :

$\mathrm{Nu_d}$ = bilangan Nusselt

c = koefisien $isothermal\ surface$ (c)

m = koefisien $isothermal\ surface$ (m)

Untuk menghitung koefisien perpindahan panas konveksi bebas rata-rata (h) untuk berbagai situasi dapat dinyatakan dalam persamaan berikut (Holman,1986):

$$h = \frac{k\,Nu_d}{d} \tag{2.14}$$

Prinsip dasar proses pengeringan adalah terjadinya pengurangan kadar air atau penguapan kadar air oleh udara karena perbedaan kandungan uap air antara udara sekeliling dan bahan yang dikeringkan. Penguapan ini terjadi karena kandungan air diudara mempunyai kelembapan yang cukup rendah.

Pada saat proses pengeringan, akan terjadi beberapa proses yaitu:

a. Proses perpindahan massa, proses perpindahan massa uap air atau pengalihan kelembapan dari permukaan bahan ke sekeliling udara.
b. Proses perpindahan panas, akibat penambahan (perpindahan) energi panas terjadilah proses penguapan air dari dalam bahan ke permukaan bahan atau proses perubahan fasa cair menjadi fasa uap.

Kedua proses tersebut diatas dilakukan dengan cara menurunkan kelembapan relatif udara dengan mengalirkan udara panas

disekeliling bahan sehingga tekanan uap air bahan lebih besar dari tekanan uap air di udara sekeliling bahan yang di keringkan.

Perbedaan tekanan inilah menyebabkan terjadinya aliran uap air dari bahan ke udara luar. Untuk meningkatkan perbedaan tekanan udara antara permukaan bahan dengan udara sekelilingnya dapat dilakukan dengan memanaskan udara yang dihembuskan ke bahan. semakin panas udara yang dihembuskan mengelilingi bahan, maka banyak pula uap air yang dapat di tarik oleh udara panas pengering.

Energi panas yang berasal dari hasil pembakaran menyebabkan naiknya temperatur ruang pembakaran. Karena adanya perbedaan temperatur antara ruang pembakaran dengan lemari pengering, maka terjadi perpindahan panas konveksi alamiah didalam alat pengering. Udara panas didalam lemari pengering mempunyai densitas yang lebih kecil dari udara panas diruang pembakaran, sehingga terjadi aliran udara. Untuk menganalisa distribusi temperatur dan laju perpindahan panas pada alat pengeringan, diperlukan neraca energi disamping analisis dinamika fluida dan analisi lapisan batas yang terjadi.

Setelah kita melakukan analisa neraca energi terhadap sistem aliran itu, dan kita tentukan pengaruh aliran itu terhadap beda temperatur dalam fluida maka distribusi temperatur dan laju perpindahan panas dari permukaan yang dipanaskan ke fluida yang ada diatasnya dapat diketahui.

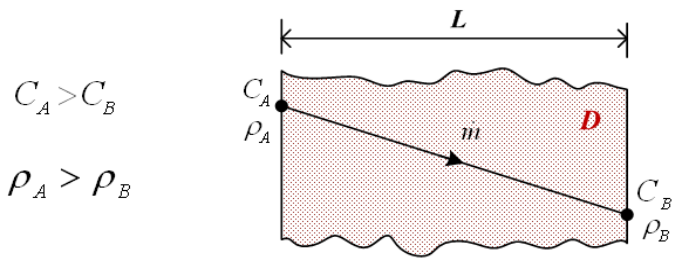
2.6 Perpindahan Massa

Massa yang berpindah atau disebut dengan berdifusi dapat dianggap sebagai panas dan tempat massa untuk berdifusi disebut dengan medium. Tidak seperti perpindahan panas, perpindahan massa hanya dibagi atas perpindahan massa konduksi dan perpindahan panas konveksi.

Perpindahan massa terjadi akibat adanya suatu perbedaan konsentrasi pada suatu medium. Proses perpindahan massa atau disebut dengan difusi massa (*mass diffusion*) sangat mirip dengan proses perpindahan panas, jika pada perpindahan panas dapat dijelaskan dengan persamaan Fourier dimana perbedaan temperatur sebagai gaya pendorong (*driving force*), maka perpindahan massa dijelaskan dengan persamaan Fick dengan perbedaan konsentrasi sebagai gaya pendorong.

2.6.1 Perpindahan Massa Konduksi

Perpindahan massa akan terjadi dari permukaan yang mempunyai konsentrasi tinggi ke permukaan yang mempunyai konsentrasi lebih rendah. Pada permukaan plat yang masing-masing mempunyai temperatur konstan yang berbeda, permukaan A dan permukaan B, seperti yang ditampilkan pada gambar 2.6, perpindahan panas akan terjadi dari permukaan yang bertemperatur lebih rendah. Hal yang sama akan terjadi pada plat yang mempunyai konsentrasi yang berbeda pada masing-masing permukaannya.



Gambar 2.5 Perpindahan Massa Konduksi (Incropera, 1996)

2.6.2 Perpindahan Massa Konveksi

Persamaan perpindahan massa akibat adanya aliran mediumnya (perindahan massa konveksi) dapat dirumuskan dengan menggunakan hukum kekekalan massa.

2.7 *Heat Exchanger*

Suatu alat yang berfungsi untuk memindahkan panas dari suatu sistem ke sistem lain tanpa perpindahan massa dan dapat berfungsi sebagai pemanas maupun sebagai pendingin disebut dengan *heat exchanger*. *Heat exchanger* atau disebut juga sebagai alat penukar panas biasanya mengunakan medium pemanas air. Air yang dipanaskan sebagai fluida panas dan air biasa sebagai air pendingin (*cooling water*). Penukar panas dirancang sebisa mungkin agar perpindahan panas antar fluida dapat berlangsung secara efisien. Pertukaran panas terjadi karena adanya kontak, baik antara fluida terdapat dinding yang memisahkannya maupun keduanya bercampur langsung (*direct contact*).

Penukar panas sangat luas dipakai dalam industri seperti kilang minyak, pabrik kimia maupun petrokimia, industri gas alam, refrigerasi, pembangkit

listrik. Salah satu contoh sederhana dari alat penukar panas adalah radiator mobil di mana cairan pendingin memindahkan panas mesin ke udara sekitar. Alat penukar panas bertujuan untuk memanfaatkan panas suatu aliran fluida yang lain. Maka akan terjadi dua fungsi sekaligus, yaitu memanaskan fluida dan mendinginkan fluida yang panas. Suhu yang masuk dan keluar kedua jenis fluida diatur sesuai dengan kebutuhannya.

Tipe aliran di dalam alat penukar panas ini ada 4 macam aliran yaitu :

- *Parallel flow/co current /flow* (aliran searah)
- *Cross flow* (aliran silang)
- *Cross counter flow* (aliran silang berlawanan)
- *Counter current flow* (aliran berlawanan arah)

Jenis-jenis penukar panas antara lain :

a. *Double Pipe Heat Exchanger*

b. *Plate and Frame Heat Exchanger*

c. *Shell anf Tube Heat Exchanger*

d. *Adiabatic wheel Heat Exchanger*

e. *Pillow plate Heat Exchanger*

f. *Dynamic scraped surface Heat Exchanger*

g. *Phase-change Heat Exchanger*

h. *Open Tube Section Heat Exchanger*

Alat penukar kalor sangat dibutuhkan pada proses produksi dalam suatu industri, maka untuk mengetahui unjuk kerja dari alat penukar kalor perlu diadakan analisis. Dengan analisis yang dilakukan dapat diketahui bahwa alat

tersebut mampu menghasilkan kalor dengan standar kerja sesuai kebutuhan yang diinginkan.

Penukar panas dapat diklasifikasikan menurut pengaturan arus mereka. Dalam paralel-aliran penukar panas, dua cairan masuk ke penukar pada akhir yang sama, dan perjalanan secara paralel satu sama lain ke sisi lain. Dalam *counter-flow* penukar panas cairan masuk ke penukar dari ujung berlawanan. Desain saat ini *counter flow* paling efisien, karena dapat mentransfer panas yang paling. Dalam suatu *heat exchanger* lintas-aliran, cairan perjalanan sekitar tegak lurus satu sama lain melalui *exchanger*.

Untuk efisiensi, penukar panas yang dirancang untuk memaksimalkan luas permukaan dinding antara kedua cairan, dan meminimalkan *resistensi* terhadap aliran fluida melalui *exchange*r. Kinerja penukar juga dapat dipengaruhi oleh penambahan sirip atau *corrugations* dalam satu atau dua arah, yang meningkatkan luas permukaan dan dapat menyalurkan aliran fluida atau menyebabkan turbulensi.

Pada Dasarnya prinsip kerja dari alat penukar kalor yaitu memindahkan panas dari dua fluida pada temperatur berbeda di mana transfer panas dapat dilakukan secara langsung ataupun tidak langsung (Paduana,2012):

a. Secara kontak langsung

   Panas yang dipindahkan antara fluida panas dan dingin melalui permukaan kontak langsung berarti tidak ada dinding antara kedua fluida. Transfer panas yang terjadi yaitu melalui *interfase*/penghubung antara kedua fluida.

Contoh : aliran *steam* pada kontak langsung yaitu 2 zat cair yang *immiscible* (tidak dapat bercampur), gas-*liquid*, dan partikel padat-kombinasi fluida.

b. Secara kontak tak langsung

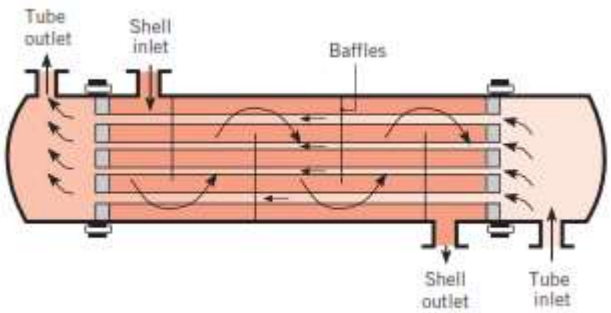
Perpindahan panas terjadi antara fluida panas dan dingin melalui dinding pemisah. Dalam sistem ini, kedua fluida akan mengalir.

2.8 *Heat Exchanger (Shell And Tube)*

Alat ini terdiri dari sebuah *shell* (tabung atau slinder besar) dimana didalamnya terdapat suatu *bandle* (berkas) pipa dengan diameter yang relative kecil. Satu jenis fluida mengalir didalam pipa-pipa sedangkan fluida lainnya mengalir dibagian luar pipa tetapi masih didalam *shell* tersebut. Alat penukar panas *shell* dan *tube* terdiri atas suatu bundel pipa yang dihubungkan secara paralel dan ditempatkan dalam sebuah pipa mantel (*Shell*). Fluida yang satu mengalir di dalam bundel pipa, sedangkan fluida yang lain mengalir di luar pipa pada arah yang sama, berlawanan, atau bersilangan. Kedua ujung pipa tersebut dilas pada penunjang pipa yang menempel pada *shell*.

Untuk meningkatkan effisiensi pertukaran panas, biasanya pada alat penukar panas *shell* dan *tube* dipasang sekat (*buffle*). Ini bertujuan untuk membuat turbulensi pada aliran fluida dan menambah waktu tinggal (*residence time*), namun pemasangan sekat akan memperbesar *pressure drop* operasi dan akan menambah beban kerja dari pompa, sehingga laju alir fluida yang dipertukarkan panasnya harus diatur. *Shell and tube heat exchanger* terdiri

dari serangkaian tabung. Satu set dari tabung berisi cairan yang harus di panaskan atau di dinginkan. Cairan kedua berjalan lebih dari tabung yang sedang di panaskan atau di dinginkan sehingga dapat menyediakan panas atau menyerap panas yang dibutuhkan. Berikut ini adalah contoh gambar alat penukar panas *shell and tube* (Kern, 1984):



Gambar 2.6 Alat penukar panas jenis *shell and tube* (Incropera, 1996)

2.9 Perhitungan Kadar Air

Kadar air kopra yang telah dikeringkan dapat dihitung melalui beberapa tahapan berikut ini:

a. Berat air kopra awal (Wi)

$$W_i = W_{ki} \text{ x } K_i \qquad (2.17)$$

Dimana:

W_i = berat air kopra awal (kg)

K_i = kadar air kopra awal (%)

W_{kb} = berat kopra basah hasil panen (kg)

b. Berat kopra dengan kadar air 0%

$$W_{ko} = W_{kb} - W_i \qquad (2.18)$$

Dimana:

W_{ko} = berat kopra dengan kadar air 0% (kg)

W_i = berat air awal kopra (%)

W_{kb} = berat kopra basah hasil panen (kg)

c. Kadar air kopra kering (K_f)

$$K_f = \frac{[W_{kk} - W_{ko}]}{W_{kk}} \text{ x } 100\% \qquad (2.19)$$

Dimana:

K_f = kadar air kopra kering (%)

W_{kk} = berat kopra kering (kg)

W_{ko} = berat kopra dengan kadar air 0 % (kg)

2.10 Perhitungan Kebutuhan Energi Selama Proses Pengeringan

a. Energi untuk pemanasan kopra (Q_h)

$$Q_h = W_{kb} \text{ x } C_p\text{kopra x } (T_d - T_a) \qquad (2.20)$$

Dimana:

W_{kb} = berat kopra basah hasil panen (kg)

T_d = temperatur pengeringan (°C)

T_a = temperatur awal kopra (°C)

$C_p$kopra= panas spesifik kopra (kJ/kg.°C)

b.Energi pemanasan air kopra (Q_w)

$$Q_w = W_i \text{ x } C_p\text{air x } \Delta T \qquad (2.21)$$

Dimana:

W_i = Berat air kopra awal (kg)

T_d = Temperatur pengeringan (°C)

T_a = Temperatur awal kopra (°C)

Cp_{air} = Panas spesifik air (kJ/kg.°C)

c. Energi penguapan air kopra (Q_l)

$$Q_l = W_r \times h_{fg} \tag{2.22}$$

Dimana:

W_r = Berat air yang diuapkan (kg)

h_{fg} = Panas laten penguapan air (kJ/kg)

Berat air yang diuapkan selama proses pengeringan (W_r) dapat dihitung sebagai berikut :

$$W_r = W_i - W_f \tag{2.23}$$

Dimana W_f adalah berat air total kopra akhir dari proses pengeringan.

2.10.1 Laju Aliran Energi Konveksi Di Dalam Ruang Pengering (Q_{kv})

Laju aliran energi konveksi di dalam ruang pengering dapat dihitung melalui sistematika sebagai berikut :

Sifat – sifat uap dievaluasi pada temperatur rata –rata didalam ruang pengering,

$$T_f = \frac{T_w - T_\infty}{2} \tag{2.24}$$

Hasil perkalian angka Grashof-Pradtl dengan persamaan,

$$Gr_d Pr = \frac{g\,\beta\,(T_s - T_\infty)\,d^3}{v^2} Pr \qquad (2.25)$$

Koefisien perpindahan kalor dihitung dengan persamaan,

$$Nu_d = C\,(Gr_d . Pr)^{\,m} \qquad (2.26)$$

$$h = \frac{k\,Nu_d}{d} \qquad (2.27)$$

Sehingga perpindahan kalor konveksi, dihitung dengan persamaan,

$$Q_{kv} = h.A.(T_w - T_\infty) \qquad (2.28)$$

Dimana,

T_w = temperatur permukaan (˚C)

T_∞ = temperatur pengeringan (˚C)

Gr_d = angka grashof

Pr = angka prandtl

Nu_d = angka nusselt

g = percepatan gravitasi (m/s^2) = 9,81 m/s^2

β = koevfisien muai volume = 1/Tf (K^{-1})

d = diameter pipa (m)

v = viskositas Kinematik (m^2/s)

h = koefisien perpindahan panas (W/m^2K)

k = konduktivitas termal (W/m K)

A = luas Penampang (m^2)

2.10.2 Energi Yang Hilang Dari Dinding Ruang Pengering (Q_{lw})

Energi yang hilang dari dinding ruang pengering (Q_{lw}), dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q_{lw} = U \times A \times \Delta T_{menyeluruh} \tag{2.29}$$

Untuk koefisien perpindahan panas menyeluruh (U)

$$U = \frac{1}{\frac{\Delta xw\ Seng}{K_{seng}} + \frac{\Delta xw\ Asbes}{K_{asbes}}} \tag{2.30}$$

Dimana,

U = koefisien perpindahan kalor menyeluruh (W/m. °C)

ΔxSeng = tebal seng (m)

ΔxAsbes = tebal asbes (m)

A = luas penampang (m^2)

Kseng = koefisien perpindahan panas seng (W/m.°C)

Kasbes = koefisien perpindahan panas asbes (W/m.°C)

ΔT = temperatur dinding dalam – dinding luar (^oC)

2.11 Visual Basic .NET (VB.NET)

Visual basic diturunkan dari bahasa basic. Visual basic terkenal sebagai bahasa pemrograman yang mudah untuk digunakan terutama untuk membuat aplikasi yang berjalan diatas platform windows. Pada tahun 90-an, visual basic menjadi bahasa pemrograman yang paling popular dan menjadi

pilihan utama untuk mengembangkan program berbasis Windows. Versi visual basic terakhir sebelum berjalan diatas NET Framework adalah VB6 (Kurniawan, 2011).

Visual basic NET dirilis pada bulan Februari tahun 2002 bersamaan dengan platform NET Framework 1.0. Kini sudah ada beberapa versi dari visual basic yang berjalan pada platform NET, yaitu VB 2002 (VB7), VB 2005 (VB8), VB 2008 (VB9), dan yang terakhir adalah VB 2010 (VB10) yang dirilis bersamaan dengan Visual Studio 2010. Selain Visual Basic 2010, Visual Studio 2010 juga mendukung beberapa bahasa lain yaitu C#, C++, F# (bahasa baru untuk functional programming), IronPhyton, dan IronRuby (bahasa baru untuk dynamic programming) (Kurniawan, 2011). Visual Basic .NET merupakan generasi berikutnya dari Visual Basic, akan tetapi juga berangkat dari generasi sebelumnya. Pengembang Visual Basic 6 akan merasa nyaman dengan kode Visual Basic .NET. Microsoft membuat banyak perubahan untuk membuat Visual Basic .NET menjadi bahasa yang lebih baik dan sebagai pemain pada dunia .NET.Ditambahkan, yaitu kata kunci *Class* untuk mendefinisikan kelas-kelas dan kata kunci *Inherit*s untuk pewarisan objek.Kode sumber Visual Basic 6 tidak dapat dikompilasi dengan compiler Visual Basic .NET tanpa pengubahan signifikan.Sesuatu yang hebat yaitu bahwa Microsoft menyediakan migration tool untuk menangani masalah ini (Grundgeiger, 2002).Ketika Visual Studio 2005 dirilis, Microsoft memperluas versi berbeda Visual Studio yang tersedia untuk digunakan. Pada pengguna dengan low-cost, dan gratis yaitu Visual Basic Express Edition.Tool ini menyediakan resource untuk membangun

aplikasi desktop hanya dengan Visual Basic. Pada level tertinggi, Microsoft menyediakan Visual Studio Ultimate (Sheldon, 2010).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Pelaksanaan tugas akhir ini dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Lampung pada bulan November 2015 sampai Maret 2016.

3.2 Alat dan Bahan yang digunakan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam proses penelitian adalah :

1. Alat Pengering Kopra

   Alat Pengering Kopra milik Usaha Koperasi Bersama Kopra Putih Sonia Kabupaten Pringsewu. Alat ini memiliki dimensi panjang 270 cm, lebar 180, dan tinggi 180 cm dengan kapasitas pengeringan sebesar 800 buah kelapa.

Gambar 3.1 Alat Pengering Kopra Koperasi Bersama Kopra Putih Sonia

2. Alat Pengukur Kadar air

Alat pengukur kadar air (*Copra Moisture Meter*) ini digunakan untuk mengukur kadar air yang terdapat didalam kopra. Spesifikasi dari alat tersebut adalah sebagai berikut :

Spesifikasi *Copra Moisture Meter* ini adalah sebagai berikut:

a. Nama : *Digital Moisture Meter*

b. *Measuring Range* : 0 % - 40 %

c. *Sensitivity* : 0,1 %

d. *Accuracy* : 0,2 %

e. Measure Time :1 *sample per minute*

f. Sample Size :*250 CC*

g. Berat : 1 kg

h. Ukuran : 125 x 150 x 210 mm

i. Sumber Daya : 4 buah baterai

Gambar 3.2 Alat pengukur kadar air

4. Termokopel

Termokopel ini digunakan untuk mengukur suhu yang berada didalam ruang alat pengering kopra. Spesifikasi termokopel yang digunakan adalah sebagai berikut:

a. Nama : Termokopel Digital Tipe K
b. Temperature Range : -50 °C ~ 1300 °C
c. Ukuran : 105 x 70 x 23 mm
d. Berat : 200 gram
e. Sumber Daya : 1 buah baterai 9V

Gambar 3.3 Termokopel

5. Komputer

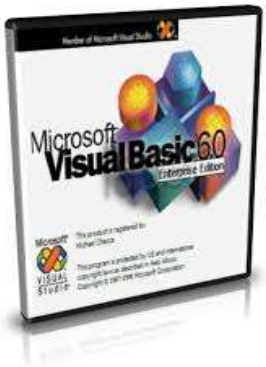
Komputer yang digunakan minimal bisa menjalankan software Microsoft visual basic 6.0 dengan lancar. Berikut minimum spesifikasinya adalah

a. Minimal RAM 24 Mb
b. Minimal OS Windows Xp 32bit (
c. Minimal Pentium 90 MHz atau lebih tinggi.
e. Minimal memiliki *VGA Card Onboard* 16 Mb

Gambar 3.4 Komputer

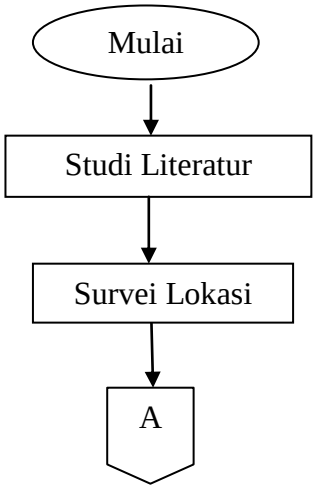
6. *Software Microsoft Visual Basic 6.0*

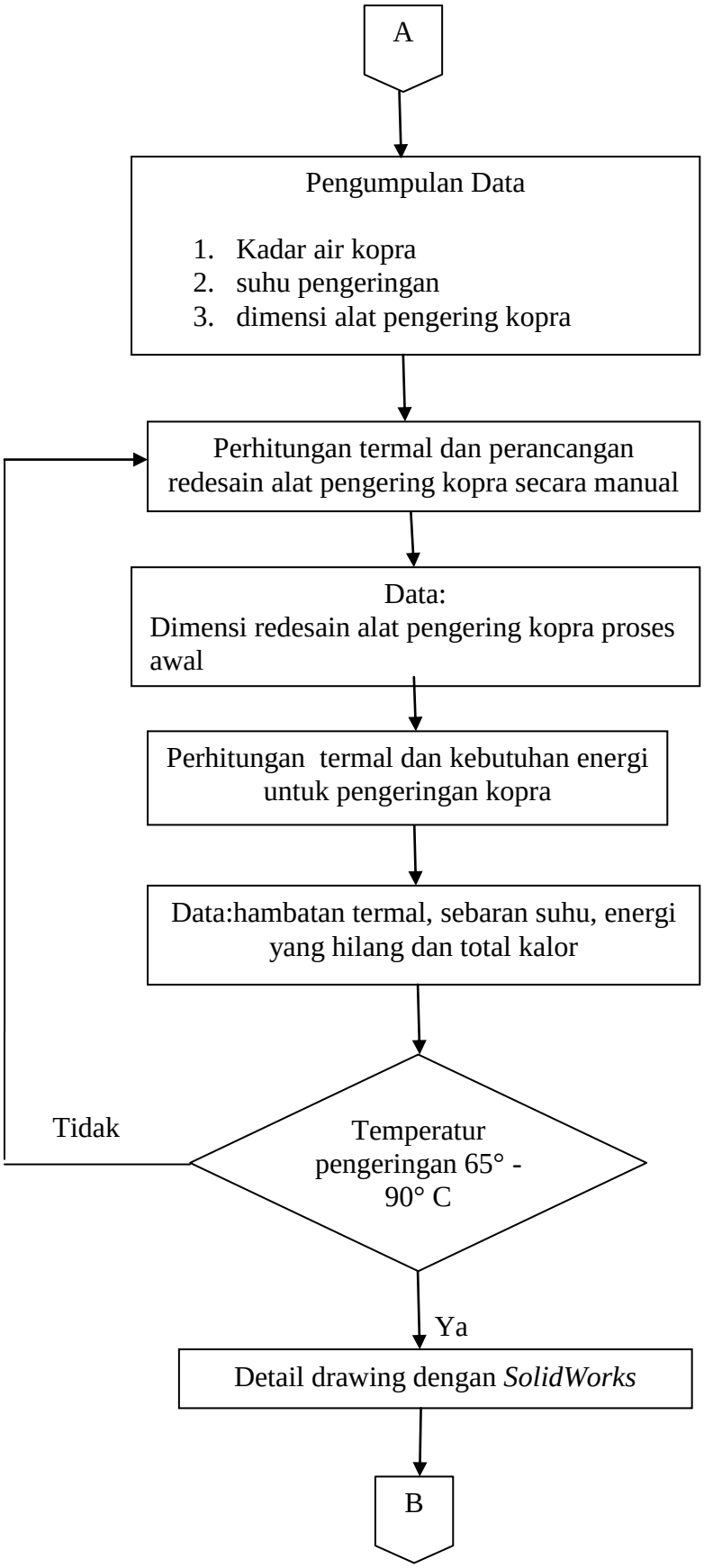
Software yang digunakan untuk membuat program perhitungan adalah *Software Microsoft Visual Basic 6.0*

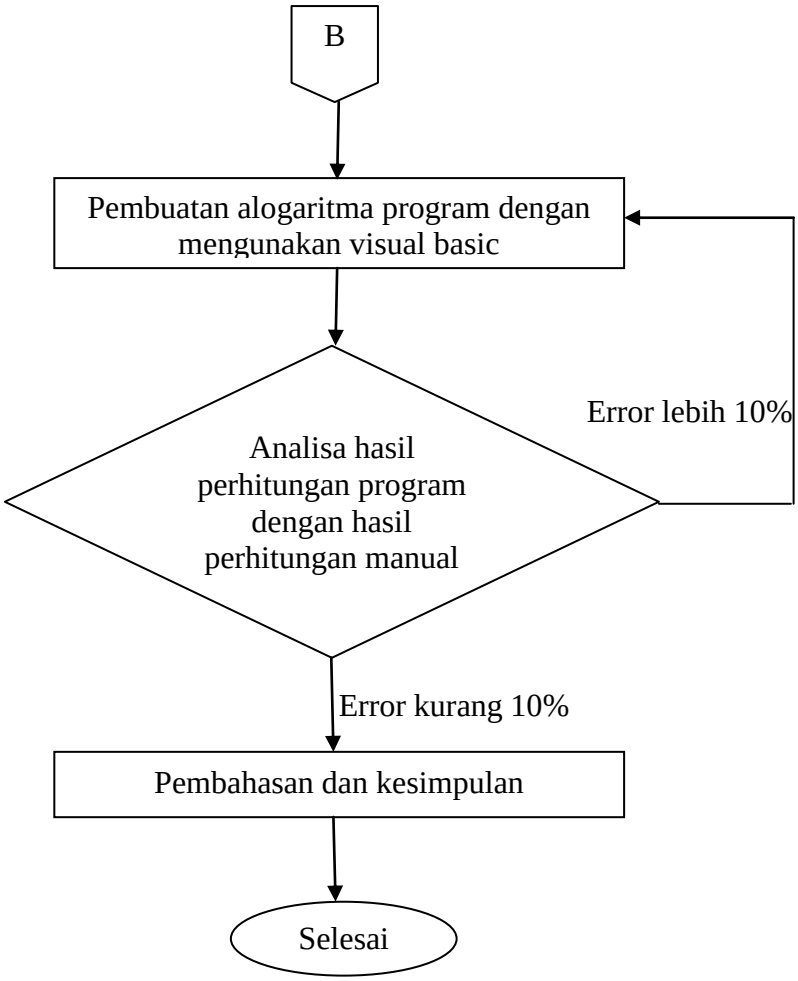


Gambar 3.5 Microsoft Visual Basic 6.0

3.3 Diagram Alir Penelitian




A
Pengumpulan Data
1. Kadar air kopra
2. suhu pengeringan
3. dimensi alat pengering kopra
Perhitungan termal dan perancangan redesain alat pengering kopra secara manual
Data:
Dimensi redesain alat pengering kopra proses awal
Perhitungan termal dan kebutuhan energi untuk pengeringan kopra
Data:hambatan termal, sebaran suhu, energi yang hilang dan total kalor
Tidak
Temperatur pengeringan 65° - 90° C
Ya
Detail drawing dengan *SolidWorks*
B



3.4 Tahapan Pelaksanaan

Adapun tahapan pelaksanaan penelitian yang dilakukan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

   Pada penelitian ini dilakukan studi literatur untuk memahami teori dasar yang berkaitan mengenai perhitungan termal dan perancangan pada mesin pengering kopra. Adapun literatur tersebut diperoleh dari sumber buku, referensi serta *browsing*.

2. Survei Lokasi

   Survei lokasi dilakukan di Usaha Bersama Koperasi Kopra Putih Sonia yang berlokasi di Kabupaten Pringsewu, Lampung.

3. Pengumpula Data

   Pengumpulan data dilakukan berdasarkan log sheet atau rekaman data yang ada di perusaahaan dalam kurun waktu tertentu. Data yang dimaksud diantaranya tentang kadar air kopra, proses pengeringan kopra, temperatur pengeringan kopra, dimensi alat pengering kopra dan data lainnya yang diperlukan dalam penyusunan laporan ini.

4. Perhitungan Dimensi Alat Pengering Kopra

   Menghitung dimensi-dimensi untuk meredesain alat pengering kopra proses awal sehingga di dapatkan waktu pengeringan yang lebih cepat dan kebutuhan bahan bakar yang lebih sedikit.

5. Perhitungan Termal Alat Pengering Kopra

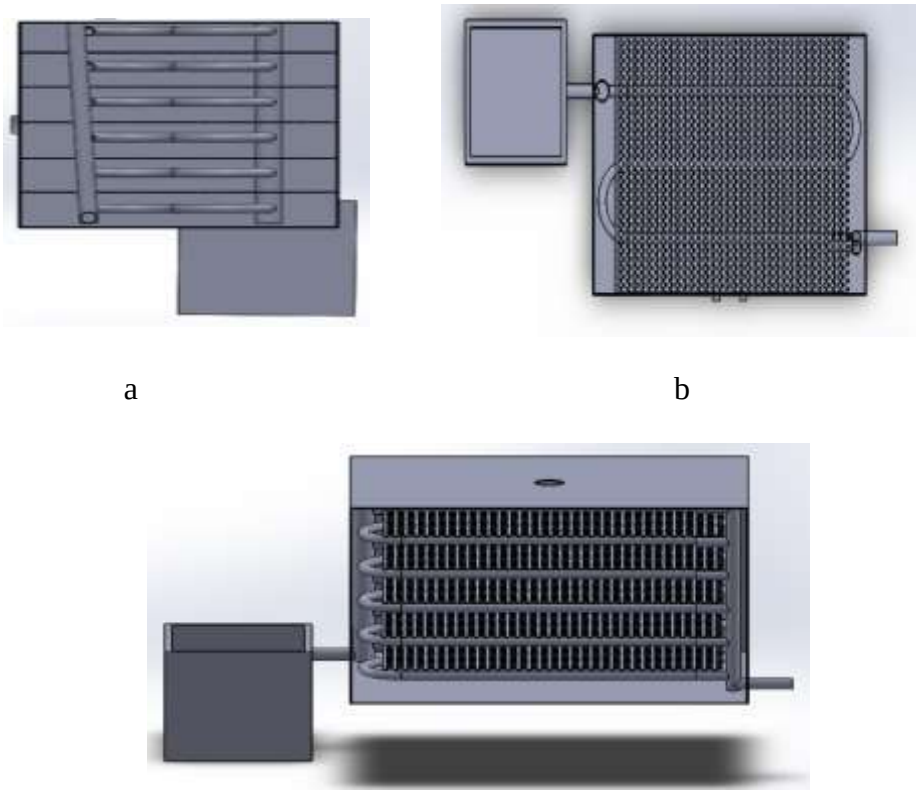
   Perhitungan ini dilakukan untuk memperoleh perhitungan termal alat pengering kopra sehingga di peroleh kalor yang di butuhkan selama proses pengeringan kopra.

6. Analisa Data

   Pada tahapan ini data-data yang diperoleh dianalisa sesuai dengan suhu pengeringan kopra yang diinginkan. Apabali suhu pengeringan kopra tidak sesusai maka, dilakukan redesain ulang alat pengering kopra

7. Rancangan Redesain Alat Pengering Kopra Proses Awal

Menggambar rancangan redesain alat pengering kopra proses awal dengan menggunakan *Software Solidwork* seperti pada gambar berikut:



a b

c

Gambar 3.6 Rancangan redesain alat pengering kopra: (a) Tampak samping, (b) Tampak atas, dan (c) Tampak Depan.

8. Mengaplikasikan Perhitungan dengan Program *Visual Basic 6.0*

menuliskan algoritma program secara detail dan berurutan sesuai kode program yang berlaku. Setelah menyelesaikan perhitungan secara manual, selanjutnya membandingkan hasil perhitungan dengan hasil simulasi perhitungan dengan aplikasi *visual basic 6.0* dengan error sebesar 10%.

9. Pembahasan dan kesimpulan

Membahas serta memberikan kesimpulan terhadap hasil perhitugan termal dan hasil perencanaan redesain alat pengering kopra yang telah diperoleh.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan perhitungan yang telah dilakukan maka dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain :

1. Dimensi alat pengering kopra proses awal yang akan di desain yaitu:

   Dimensi asli pengering alat pengering kopra di Usaha Koperasi Bersama Kopra Putih Sonia Kabupaten Pringsewu adalah panjang alat pengering 2,7 m, lebar alat pengering 1,8 m, tinggi alat pengering 1,8 m dengan diameter pipa 0,851 m, panjang pipa 3 m dan tebal pipa 0.010 m. Sementara tebal dinding pengering adalah 0,003 m dengan panjang dan lebar rak pengering adalah 2,3 m. Sedangkan dimensi alat pengering kopra proses awal yang telah di redesain adalah panjang alat pengering 2,7 m, lebar alat pengering 1,8 m, tinggi alat pengering 1,8 m dengan diameter pipa 0,0254 m, panjang pipa 39,12 m dan tebal pipa 0.001 m. Sementara tebal dinding pengering adalah 0,004 m dengan panjang dan lebar rak pengering adalah 2,3 m.

2. Temperatur pengeringan kopra tahap awal adalah 74,51 ^{o}C dengan laju aliran energi konveksi diruang pengering adalah 60.664 kJ/jam. Sedangkan laju energi yang hilang dari dinding pengering adalah 4.487,84 kJ/jam.

3. Total Kalor yang dibutuhkan untuk proses pengeringan kopra pada proses awal ini adalah 501.858,1 kJ

4. Waktu yang dibutuhkan untuk satu kali proses pengeringan kopra pada proses akhir adalah selama 3 jam 39 menit.
5. Dengan membandingkan hasil perhitungan manual dan hasil output dari program perhitungan pengeringan kopra didapatkan simpangan kurang dari 0,5 %.

5.2 Saran

Dari hasil analisis simulasi yang telah dilakukan maka dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut :

1. Perlu dibuat alat pengering kopra proses awal dengan benda nyatanya untuk dapat mengambil hasil pengujian eksperimentalnya dan juga dapat berguna bagi pengusaha kopra yang ada di Pringsewu untuk mendapatkan hasil yang optimal dalam setiap kali proses pengeringan kopra.

2. Program aplikasi perhitungan pengeringan harus dikembangkan lagi untuk interpolasi tabel agar lebih memudahkan proses perhitungan.

DAFTAR PUSTAKA

Ashshiddieqy, Ahmad Q . 2010. “Perancangan dan Alat pengering kopra dengan tipe *cabinet dryer* untuk kapasitas 6 kg per-siklus”. Universitas Sumatera Utara, Medan.

Awang, S.A. 1991. *Kelapa Kajian Sosial Ekonommi.* Aditya Media : Yogyakarta

Cengel, Y.A. *Heat Transfer A Practical Approach, Second Edition.* Mc GrawHill, BookCompany,Inc: Singapore

Dinas Perkebunan Lampung.2013. Produksi Tanaman Kelapa Kab. Pringsewu.

Holman, J.P.1986. *Heat Transfer. Sixth Edition*, New York : McGraw-Hill

Incropera, F.P, David P. De Witt. 1985. *Fundamentals of Heat and Mass Transfer, Second Edition*. John Wiley & Sons Inc. : New York

Kartika, Bambang. 1981. *Pengolahan kelapa (Bagian I).* Lembaga Pendidikan Perkebunan : Yogyakarta

Ketaren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Cetakan Pertama. Jakarta : UI-Press.

Palungkung, Rony (1992). *Aneka Produk Olahan Kelapa*. Jakarta Penebar Swadaya.

Setyamidjaja, D. 1999. *Bertanam Kelapa Hibrida.* Kanisius: Yogyakarta

Sulaeman dan M. Rusyadi. 2013. “Analisa Efisiensi *Rooftop Solar Copra Dryer* Dengan Susunan Kolektor Secara Seri”. Institut Teknologi Padang.

Supriyono. 2003. Mengukur Faktor-faktor dalam Proses Pengeringan. Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta.

Warisno. 2003. *Budidaya Kelapa Genjah.* Kanisius: Yogyakarta

Yunianto, Bambang dkk. 2014. Pengembangan Disain Tungku Bahan Bakar Kayu Rendah Polusi Dengan Menggunakan Dinding Beton Semen. Jurusan Teknik Mesin, Universitas Diponegoro.