

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINAL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR SIMBOL.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Ruang Lingkup .....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1 Pengeringan .....	4
2.1.1 Prinsip dasar pengeringan.....	4
2.1.2 Kadar Air .....	7
2.1.3 Metode umum pengeringan .....	9
2.1.4 Jenis-jenis alat pengering.....	10
2.1.4.1 Pengeringan untuk zat padat .....	10
2.1.4.2 Jenis-jenis alat pengering larutan dan bubur.....	12
2.2 Dehumidifikasi .....	13
2.3 Pengeringan Lapisan Tipis .....	14
2.4 Model Matematika Proses Pengeringan .....	14
2.4.1 Pembentukan Model Secara Teoritis .....	14
2.4.2 Pembentukan Model Secara semi-Teoritis .....	18

2.4.3 Hasil Studi Pemodel Matematika Thin Layer Drying Untuk Menentukan Tipe Model Yang Efektif Digunakan .....	20
2.5 Metode Analisa Model .....	21
2.6 Perpindahan Panas Pada Proses Pengeringan .....	22
2.7 Perpindahan Massa Pada Proses Pengeringan .....	23
2.8 Analisis Pinch .....	24
2.9 Kentang .....	26
2.10 Silica Gel .....	26
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>28</b>
3.1 Deskripsi Penelitian .....	28
3.2 Metode Penelitian .....	28
3.3 Tahap Persiapan Penelitian .....	29
3.4 Pembentukan Model .....	29
3.5 Analisis Model .....	30
3.6 Pembentukan Pemodelan Fundamental .....	31
3.7 Menghitung Necara Massa dan Energi .....	33
<b>BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>41</b>
4.1 Perbandingan Antara Data Eksperimen Kentang dengan Prediksi Model Matematika .....	41
4.2 Menentukan Koefisien Pengeringan ( $k_y$ ) pada Kentang .....	44
4.3 Laju pengeringan Pada Kentang .....	46
4.4 Menentukan Jumlah waktu yang dibutuhkan pada Proses Pengeringan .....	48
4.5 Analisi Energi .....	49
4.6 Perbandingan Menggunakan Pemodelan Empiris Dan Pemodelan Secara Fundamental .....	50
<b>BAB 5 KESIMPULAN</b> .....	<b>52</b>
<b>DAFTAR REFERENSI</b> .....	<b>53</b>
<b>LAMPIRAN A DATA HASIL PERHITUNGAN</b> .....	<b>57</b>
A.1 Experimental Data .....	57

A.2 Data Literatur .....	58
LAMPIRAN B CONTOH PERHITUNGAN .....	61
B.1 Menghitung koefisien Perpindahan Massa (ky) Air pada Pengeringan Kentang.....	61
B.2 Menghitung Neraca Massa dan Panas pada Eksperimen Pengeringan Kentang pada Tray Dryer .....	63
B.3 Menghitung Neraca Massa dan Panas pada Model Pengeringan Kentang pada Tray Dryer bila dilakukan di Indonesia .....	66
B.4 Memodelkan Neraca Massa dan Panas pada Pengeringan Kentang dengan Adsorbent secara Closeloop .....	70
B.5 Memodelkan Neraca Massa dan Panas pada Pengeringan Kentang dengan Adsorbent secara Closeloop yang Dioptimasi .....	78
B.6 Perbandingan kebutuhan energi dari eksperimen dan model pengeringan pada kentang.....	89

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai Konstanta Geometri Berdasarkan Bentuk Dari Bahan .....	18
Tabel 2.2 Model Yang Efektif Digunakan Pada Bahan Yang Akan Dikeringkan.	21
Tabel 3.1 Model Semi-teoritis untuk Pengeringan .....	30
Tabel 4.1 Hasil Analisa Statistik Model Pengeringan Tipis .....	42
Tabel 4.2 Waktu yang dibutuhkan pada proses pengeringan .....	48
Tabel 4.3 Energi yang diperlukan Pada Proses Pengeringan .....	49
Tabel A.1 Experimental Data .....	57
Tabel A.2 Data Dimensi Pada Eksperimen pengeringan kentang .....	57
Tabel A.3 Thermophysical Properties dari Udara Pengereng .....	58
Tabel A.4 Thermophysical Properties dari Air .....	59
Tabel B.1 Nilai Absolute Humidity (Y) pada udara pengereng .....	61
Tabel B.2 Nilai Absolute Humidity (Y*) pada Permukaan Kentang.....	61
Tabel B.3 Nilai Laju Kecepatan Pengeringan Kentang (N) .....	62
Tabel B.4 Koefisien Perpindahan Massa (ky) Air pada Pengeringan Kentang .....	62
Tabel B.5 Perhitungan Neraca Panas pada Heater di Tray Dryer.....	64
Tabel B.6 Perhitungan Neraca Panas pada Drying Chamber di Tray Dryer .....	65
Tabel B.7 Perhitungan Neraca Massa pada Drying Chamber di Tray Dryer.....	65
Tabel B.8 Perhitungan Laju pengeringan (N) dan lama waktu pengeringan.....	67
Tabel B.9 Perhitungan Neraca Panas pada Heater di Tray Dryer.....	68
Tabel B.10 Perhitungan Neraca Panas pada Drying Chamber di Tray Dryer .....	69
Tabel B.11 Perhitungan Neraca Massa pada Drying Chamber di Tray Dryer .....	69
Tabel B.12 Perhitungan Laju pengeringan (N) dan lama waktu pengeringan.....	71
Tabel B.13 Perhitungan Neraca Panas pada Heater di pengeringan dengan adsorbent secara closeloop .....	72
Tabel B.14 Perhitungan Neraca Panas pada Drying Chamber di pengeringan dengan adsorbent secara closeloop .....	73
Tabel B.15 Perhitungan Neraca Massa pada Drying Chamber di pengeringan dengan adsorbent secara closeloop .....	73

Tabel B.16 Perhitungan Neraca Panas pada Cooler dengan air di pengeringan dengan adsorbent secara closeloop .....	74
Tabel B.17 Perhitungan Neraca Panas pada Chiller di pengeringan dengan adsorbent secara closeloop .....	75
Tabel B.18 Perhitungan Neraca Panas pada Adsorbent Chamber di pengeringan dengan adsorbent secara closeloop .....	76
Tabel B.19 Perhitungan Neraca Massa pada Adsorbent Chamber di pengeringan dengan adsorbent secara closeloop .....	77
Tabel B.20 Perhitungan Laju pengeringan (N) dan lama waktu pengeringan.....	79
Tabel B.21 Perhitungan Neraca Panas pada Heater di pengeringan dengan adsorbent secara closeloop yang dioptimasi .....	80
Tabel B.22 Perhitungan Neraca Panas pada Drying Chamber di pengeringan dengan adsorbent secara closeloop yang dioptimasi.....	81
Tabel B.23 Perhitungan Neraca Massa pada Drying Chamber di pengeringan dengan adsorbent secara closeloop yang dioptimasi.....	81
Tabel B.24 Contoh Data Temperatur Interval aliran panas dan dingin untuk analisa Pinch.....	82
Tabel B.25 Data Entalpi aliran panas dan dingin untuk analisa Pinch .....	82
Tabel B.26 Perhitungan pada Alat Penukar Panas di pengeringan dengan adsorbent secara closeloop yang dioptimasi .....	84
Tabel B.27 Perhitungan Neraca Panas pada Cooler dengan air di pengeringan dengan adsorbent secara closeloop yang dioptimasi.....	85
Tabel B.28 Perhitungan Neraca Panas pada Chiller di pengeringan dengan adsorbent secara closeloop yang dioptimasi .....	86
Tabel B.29 Perhitungan Neraca Panas pada Adsorbent Chamber di pengeringan dengan adsorbent secara closeloop yang dioptimasi.....	87
Tabel B.30 Perhitungan Neraca Massa pada Adsorbent Chamber di pengeringan dengan adsorbent secara closeloop yang dioptimasi.....	88
Tabel B.31 Perbandingan kebutuhan Energi dan Lama Waktu Pengeringan dari eksperimen dan model Pengeringan dengan Adsorbent .....	89

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kurva laju pengeringan terhadap kadar air bahan .....	5
Gambar 2.2 jenis kadar air bahan.....	8
Gambar 2.3 Rotary dryer .....	10
Gambar 2.4 Tunnel dryer .....	11
Gambar 2.5 Tray dryer .....	11
Gambar 2.6 Spray dryer .....	12
Gambar 2.7 Drum dryer .....	13
Gambar 2.8 Skematik dari Pengeringan Lapis tipis, Jika Pengeringan Dua Arah	16
Gambar 2.9 Composite Curve Untuk Analisis Pinch .....	25
Gambar 2.10 Kentang ( <i>Solanum tuberosum L.</i> ) .....	26
Gambar 3.1 Skema Alat Pengeringan Kentang menggunakan Tray dryer .....	29
Gambar 3.2 Skema Alat Pengeringan Kentang dengan Tray Dryer pada percobaan dan pemodelan .....	34
Gambar 3.3 Skema Alat Pengeringan Kentang dengan Adsorbent secara Closeloop.....	36
Gambar 3.4 Skema Alat Pengeringan Kentang dengan Adsorbent secara Closeloop yang dioptimasi .....	37
Gambar 4.1 Perbandingan antara Moisture Ratio (MR) Hasil Prediksi dengan Hasil Eksperimen terhadap Waktu .....	43
Gambar 4.2 Hubungan Koefisien Pengeringan Terhadap Waktu .....	45
Gambar 4.3 Hubungan Koefisien Pengeringan Kentang Terhadap Kadar Air .....	45
Gambar 4.4 Hubungan Laju Pengeringan (N) dengan x .....	47
Gambar 4.5 Hubungan X terhadap waktu .....	48
Gambar A.1 Kapasitas Panas dari kentang .....	59
Gambar A.2 Kapasitas Panas dari Kentang .....	60
Gambar B.1 Skema Alat Pengeringan Kentang dengan Tray Dryer .....	56
Gambar B.2 Skema Alat Pengeringan Kentang dengan Tray Dryer di Indonesia.	66

Gambar B.3 Skema Alat Pengeringan Kentang dengan Adsorbent secara Closeloop .....	70
Gambar B.4 Skema Alat Pengeringan Kentang dengan Adsorbent secara Closeloop yang dioptimasi.....	78

## DAFTAR SIMBOL

MR	= <i>Moisture Ratio</i>
MR <sub>pre</sub>	= <i>Moisture Ratio</i> prediksi
MR <sub>exp</sub>	= <i>Moisture Ratio</i> eksperimen
M <sub>t</sub>	= Kadar air dari material di waktu t (% dry basis)
M <sub>e</sub>	= Kesetimbangan kadar air dari bahan (% dry basis).
M <sub>o</sub>	= Kadar air saat awal (% dry basis),
R <sup>2</sup>	= <i>Coefficient of determination</i>
SSE	= <i>Sum Square Error</i>
N	= Jumlah sampel
X	= Kandungan air bahan (kg air/ kg bahan kering)
X <sub>e</sub>	= Kandungan air kesetimbangan (kg air/ kg bahan kering)
X <sub>o</sub>	= Kandungan air bahan awal (kg air/ kg bahan kering)
$\pi$	= Phi (3,14)
t	= Waktu (s)
T	= Suhu udara pengering (°C)
D <sub>o</sub>	= Konstanta pre-exponential (m <sup>2</sup> /s)
R	= Konstanta gas universal (8,3143 J/mol)
P <sub>i</sub> <sup>o</sup>	= Tekanan Uap Air Jenuh (Pa)
P <sub>i</sub>	= Tekanan Uap Air (Pa)
RH	= Relative Humidity (%)
N	= Laju pengeringan (kg/s.m <sup>2</sup> )
A	= Luas permukaan (m <sup>2</sup> )
t	= Waktu (s)
W <sub>k</sub>	= Berat kering (kg)
K <sub>y</sub>	= Koefisien perpindahan massa gas
Y*	= Humidity dipermukaan
y	= Humidity di gas pengering
Ha <sub>in</sub>	= Entalpi udara masuk ( J/s)
Ha <sub>out</sub>	= Entalpi udara keluar (J/s)



$H_{k_{in}}$	= Entalpi bahan (kentang) masuk (J/s)
$H_{k_{out}}$	= Entalpi bahan (kentang) keluar (J/s)
$H_{s_{in}}$	= Entalpi silica gel masuk (J/s)
$H_{s_{out}}$	= Entalpi silica gel keluar (J/s)
$F_a$	= Laju alir massa udara (kg/s)
$F_s$	= Laju alir massa silica gel (kg/s)
$F_k$	= Laju alir massa bahan (kentang) (kg/s)
$C_{p_a}$	= Kapasitas Panas Udara (kJ/kg°C)
$C_{p_v}$	= Kapasitas Panas Udara fasa gas (kJ/kg°C)
$C_{p_s}$	= Kapasitas Panas silica gel (kJ/kg°C)
$C_{p_w}$	= Kapasitas Panas air pada fasa cair (kJ/kg°C)
$T_a$	= Suhu udara (°C)
$T_k$	= Suhu bahan (kentang) (°C)
$T_s$	= Suhu silica gel (°C)
$Y_a$	= Moisture Content udara (kg air/kg dry udara)
$X_k$	= Water content dalam bahan kentang (kg air/kg dry bahan)
$X_s$	= Water content dalam silica gel (kg air/kg dry silica gel)
$Q_{co}$	= Energi yang di butuhkan cooler (KJ)
$Q_{ch}$	= Energi yang di butuhkan chiller (KJ)
$Q_{he}$	= Energi yang di butuhkan heater (KJ)
$Q_{reg}$	= Energi yang di butuhkan untuk regenerasi (KJ)