

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR PERSAMAAN .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
INTISARI.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	8
1.3. Tujuan Penelitian .....	9
1.4. Batasan Penelitian .....	9
1.5. Manfaat Penelitian .....	10
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	11
2.1. Kakao .....	11
2. 1. 1. Pengertian Kakao .....	11
2.1.2. Sifat Fisik Biji Kakao.....	12
2.2. Pengeringan.....	13
2.2.1. Teori Pengeringan .....	13
2.2.2. Kadar Air Bahan .....	15
2.3. Reverse Engineering .....	16
2.3.1. Autodesk AutoCAD .....	17
2.3.2. Autodesk CFD.....	18
2.4. Computational Fluid Dynamics .....	19
2.4.1. Boundary Conditions .....	21
2.4.2. Jenis Material .....	22
2.4.3. Konduktivitas Termal.....	22

2.5.	Steam.....	23
2.5.1.	Steam Dryer .....	24
2.6.	Uji Normalitas .....	26
2.7.	<i>Artificial Neural Network</i> .....	27
2.8.	Algoritma Backpropagation .....	29
2.9.	Fungsi Aktivasi .....	30
2.10.	Penelitian Terdahulu .....	33
BAB III METODE PENELITIAN.....		36
3.1.	Objek Penelitian .....	36
3.2.	Lokasi dan Waktu Penelitian .....	36
3.3.	Peralatan Penelitian .....	36
3.4.	Data Penelitian .....	40
3.4.1.	Data Primer .....	40
3.4.2.	Data Sekunder .....	41
3.5.	Tahapan Penelitian dan Analisis .....	42
3.5.1.	Identifikasi dan Perumusan Masalah .....	42
3.5.2.	Penentuan Batasan Penelitian .....	43
3.5.3.	Penentuan Tujuan Penelitian.....	44
3.5.4.	Penentuan Manfaat Penelitian.....	44
3.5.5.	Studi Pustaka.....	44
3.5.6.	Pengukuran Dimensi Mesin <i>Steam Dryer</i> .....	45
3.5.7.	Penentuan Karakteristik Material Bahan .....	46
3.5.8.	Pengumpulan Data Pengeringan .....	46
3.5.9.	Analisis Transfer Panas.....	47
3.5.10.	Uji Normalitas .....	52
3.5.11.	Analisis Korelasi .....	52
3.5.12.	Analisis Artificial Neural Network (ANN).....	53
3.5.13.	Penarikan Kesimpulan dan Saran.....	57
3.6.	Diagram Alir Penelitian .....	58
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		59
4.1.	Gambaran Umum Objek Penelitian .....	59
4.1.1.	Mesin <i>Steam Dryer</i> .....	60
4.2.	Rancang Bangun Mesin <i>Steam Dryer</i> .....	63

4.3. Analisis Sebaran Suhu Dalam Ruang Pengering dengan CFD .....	72
4.3.1. Pengaturan Parameter Simulasi CFD .....	72
4.3.2. Hasil Simulasi Transfer Panas CFD .....	77
4.4. Hubungan Parameter Input (tekanan <i>steam</i> , durasi waktu, temperatur pengeringan, dan <i>moist input</i> ) Terhadap Parameter Output ( <i>moist output</i> ) .....	85
4.5. Penentuan Model <i>Artificial Neural Network</i> .....	91
4.6. Perancangan Model Prediksi Nilai Input Optimal <i>Moist Output</i> .....	93
4.7. Validasi Nilai Prediksi dengan Nilai Aktual pada Data Pengeringan .....	100
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	104
5.1. Kesimpulan .....	104
5.2. Saran .....	105
DAFTAR PUSTAKA .....	106
LAMPIRAN .....	112

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Grafik Produksi Kakao di Indonesia .....	1
Gambar 1.2. Area Pengeringan Steam Dryer .....	3
Gambar 1.3. Pekerja Mengatur Tekanan Steam Secara Analog .....	3
Gambar 1.4. Grafik Capaian Kadar Air Biji Kakao Tahun 2023 .....	4
Gambar 1.5. Thermocouple Mesin Steam Dryer .....	6
Gambar 2.1. Tanaman Kakao di UGM CTLI .....	11
Gambar 2.2. Biji Kakao di UGM CTLI .....	12
Gambar 2.3. Alur Kerja Reverse Engineering .....	16
Gambar 2.4. Bidang Gambar AutoCAD .....	17
Gambar 2.5. Langkah Analisis pada Autodesk CFD .....	18
Gambar 2.6. Hasil CFD pada Pipa .....	19
Gambar 2.7. Parameter Boundary Conditions pada CFD .....	21
Gambar 2.8. Struktur Neuron Artificial Neural Network .....	27
Gambar 2.9. Lapisan-lapisan Penyusun ANN .....	29
Gambar 2.10. Jaringan Propagasi Balik .....	30
Gambar 2.11. Fungsi Aktivasi Linear (purelin) .....	31
Gambar 2.12. Fungsi Aktivasi Sigmoid Biner (logsig) .....	31
Gambar 2.13. Fungsi Aktivasi Sigmoid Bipolar (tansig) .....	32
Gambar 3.1. Jangka Sorong .....	37
Gambar 3.2. Penggaris .....	37
Gambar 3.3. Tape Measurement .....	38
Gambar 3.4. Meteran Gulung .....	38
Gambar 3.5. Laser Distance Meter .....	38
Gambar 3.6. Kertas Drafting .....	39
Gambar 3.7. Laptop .....	39
Gambar 3.8. Logo Autodesk AutoCAD .....	39
Gambar 3.9. Monitor Sensor UGM CTLI .....	42
Gambar 3.10. Geometry Tools CFD Untuk Mengaktifkan Bagian Desain .....	48
Gambar 3.11. Material Environment untuk Model Transfer Panas .....	48
Gambar 3.12. Boundary Conditions pada Inlet (Temperature) .....	49
Gambar 3.13. Boundary Conditions pada Total Heat Generation .....	49
Gambar 3.14. Tampilan Materials .....	50
Gambar 3.15. Tampilan Solving .....	50
Gambar 3.16. Diagram Alir Penelitian Computational Fluid Dynamics .....	51
Gambar 3.17. Diagram Alir Penelitian Artificial Neural Network .....	54
Gambar 3.18. Diagram Alir Penelitian .....	58
Gambar 4.1. Logo UGM CTLI .....	60
Gambar 4.2. Mesin Steam Dryer .....	60
Gambar 4.3. Blok Diagram Mesin Steam Dryer .....	62
Gambar 4.4. Proses Pengukuran Dimensi Mesin Steam Dryer .....	64
Gambar 4.5. Peralatan Penelitian di Meja Kerja UGM CTLI .....	64

Gambar 4.6. Pengukuran Dimensi Bagian Dalam Mesin Steam Dryer .....	65
Gambar 4.7. Tampak Depan Rancang Bangun Steam Dryer .....	66
Gambar 4.8. Tampak 3D SE Isometric Rancang Bangun Steam Dryer .....	68
Gambar 4.9. Perbandingan Gambar Asli dan 3D Mesin Steam Dryer .....	69
Gambar 4.10. Perbandingan Gambar Asli dan 3D Boiler Penghasil Steam .....	69
Gambar 4.11. Modifikasi Simplifikasi Steam Dryer untuk Simulasi CFD .....	74
Gambar 4.12. Tampilan Pembuatan Domain Fluida di Autodesk CFD .....	75
Gambar 4.13. Sifat Material Stainless Steel 304.....	75
Gambar 4.14. Tampilan Hasil Mesh Model Steam Dryer .....	76
Gambar 4.15. Hasil Visualisasi Distribusi Suhu Steam Dryer Sliced .....	79
Gambar 4.16. Hasil Visualisasi Distribusi Suhu Steam Dryer Wireframe .....	81
Gambar 4.17. Hasil Visualisasi Suhu Drying Plat Steam Dryer .....	82
Gambar 4.18. Clearance Scrapper dengan Drying Plat Steam Dryer .....	83
Gambar 4.19. Hasil Visualisasi Suhu Spiral Steam Dryer .....	83
Gambar 4.20. Result Summary Autodesk CFD .....	84
Gambar 4.21. Contoh Data Pengeringan UGM CTLI 25 Juli 2023.....	86
Gambar 4.22. Statistical Process Control Moist Biji Kakao 2021-2023 .....	87
Gambar 4.23. P-Plot Uji Normalitas 4 Variabels Sample Percentile.....	89
Gambar 4.24. Histogram Distribusi Data Output Dependen 4 Input Independen	90
Gambar 4.25. Uji F 4 Input Independen 1 Output Dependen .....	91
Gambar 4.26. Rancangan Arsitektur Neural Network yang Digunakan.....	92
Gambar 4.27. Nilai R-Square Data Training .....	100
Gambar 4.28. Command Window Masukkan Input untuk Prediksi .....	101

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Tabel Penelitian Terdahulu .....	34
Tabel 4.1. Dimensi Parts Utama Mesin Steam Dryer .....	70
Tabel 4.2. Jumlah Parts Mesin Steam Dryer.....	71
Tabel 4.3. Kondisi Lingkungan di Area Pengeringan UGM CTLI.....	72
Tabel 4.4. Pengaturan Parameter Simulasi CFD.....	73
Tabel 4.5. Ringkasan Data Suhu Atas dan Suhu Bawah Steam Dryer .....	80
Tabel 4.6. Hasil Pelatihan dengan Satu Hidden Layer.....	94
Tabel 4.7. Hasil Pelatihan dengan Dua Hidden Layer .....	95
Tabel 4.8. Hasil Pelatihan dengan Variasi Fungsi Aktivasi.....	96
Tabel 4.9. Hasil Pelatihan dengan Variasi Jumlah Epoch .....	97
Tabel 4.10. Hasil Pelatihan dengan Variasi Learning Rate .....	98
Tabel 4.11. Uji Prediksi Moist Output dari Input Manual .....	102
Tabel 4.12. Perbandingan Nilai Moist Output Prediksi dengan Aktual.....	103

## DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan (2.1).....	15
Persamaan (2.2).....	15
Persamaan (2.3).....	30
Persamaan (2.4).....	31
Persamaan (2.5).....	32
Persamaan (3.1).....	55
Persamaan (3.2).....	55
Persamaan (3.3).....	56
Persamaan (3.4).....	56
Persamaan (3.5) .....	56
Persamaan (3.6) .....	56
Persamaan (3.7).....	56
Persamaan (3.8).....	56
Persamaan (3.9).....	56
Persamaan (3.10) .....	56
Persamaan (3.11).....	56
Persamaan (3.12).....	56
Persamaan (3.13).....	56
Persamaan (3. 14).....	57
Persamaan (3.15).....	57

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kuesioner Kepuasan Pengoperasian Mesin Steam Dryer .....	112
Lampiran 2. Peta Proses Operasi Cocoa Powder .....	117
Lampiran 3. Peta Proses Operasi Cocoa Butter .....	119
Lampiran 4. Peta Proses Operasi Cocoa Liquor .....	122
Lampiran 5. Alur Proses Produksi .....	124
Lampiran 6. Standard Operational Procedure Mesin Steam Dryer.....	126
Lampiran 7. Gambar Observasi UGM Cocoa Teaching and Learning Industry	127
Lampiran 8. Gambar Proses Pengukuran Dimensi Mesin <i>Steam Dryer</i> .....	127
Lampiran 9. Penggunaan Autodesk CFD dan Fusion 360 .....	128
Lampiran 10. Penggunaan Matlab untuk Optimasi Nilai Input .....	129
Lampiran 11. Bobot dan Bias Hasil Pelatihan Jaringan ANN .....	130
Lampiran 12. Data Rekap Pengeringan UGM CTLI .....	131
Lampiran 13. <i>Source Code Artificial Neural Network</i> .....	136
Lampiran 14. Gambar Manual Pengukuran Mesin <i>Steam Dryer</i> .....	138