UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Analisis Kinerja Pompa Kalor untuk Pengering Biji Kopi dengan Refrigeran R1234ze(E) dan R1234yf
Josef Andi Ardisi Setiadi, Dr. Hifni Mukhtar Ariyadi, S.T., M.Sc.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN JUDUL BAHASA INGGRIS ii
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING iii
HALAMAN PENGESAHAN PENDADARAN iv
NASKAH SOAL TUGAS AKHIR v
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI vi
KATA PENGANTAR vii
DAFTAR ISI ix
DAFTAR TABEL xii
DAFTAR GAMBAR xiii
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN xv
DAFTAR LAMPIRAN xvii
INTISARI xviii
ABSTRACT xix
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 5
1.4 Manfaat Penelitian 5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 6
2.1 Studi Terdahulu Kinerja Mesin Pengering Berbasis Pompa Kalor 6
2.1.1. Perbandingan Efisiensi Energi dan Kualitas Metode Pengeringan 6
2.2 Permasalahan Pompa Kalor dan Studi Terdahulu Refrigeran HFO 9
2.3 Analisis Eksergi pada Sistem Pengeringan Berbasis Pompa Kalor 12
2.3.1 Keterbatasan Analisis Energi dan Tujuan Analisis Eksergi 12
2.3.2 Lokasi Destruksi Eksergi pada Sistem Pengeringan 13
2.3.3 Pengaruh Temperatur Evaporasi, Kondensasi dan Lingkungan 14
2.4 Kebaruan Penelitian 15
BAB III DASAR TEORI 17
3.1 Karakteristik Biji Kopi 17
3.1.1 Definisi Kopi 17
3.1.2 Proses Pengolahan Biji Kopi 17

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Analisis Kinerja Pompa Kalor untuk Pengering Biji Kopi dengan Refrigeran R1234ze(E) dan R1234yf
Josef Andi Ardisi Setiadi, Dr. Hifni Mukhtar Ariyadi, S.T., M.Sc.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.1.3 Standar Kadar Air pada Biji Kopi dan Iklim Indonesia 20
3.1.4 Sifat Kopi, *Case Hardening* dan Sensitivitas Kopi terhadap Temperatur 22
3.2 Teknologi Pengeringan 22
3.2.1 Pengeringan Konvensional Matahari 22
3.2.2 Pengeringan Mekanis 23
3.3 Sistem Pompa Kalor (Heat Pump) 24
3.4 Prinsip Fisika Pengeringan 25
3.4.1 Neraca Massa Pengeringan 26
3.4.2 Beban Kalor Pengeringan 26
3.4.3 Skema Pengeringan Pompa Kalor Penelitian 29
3.5 Psikometri dan Dehumidifikasi Udara 30
3.5.1 Properti Psikrometrik Udara 30
3.5.2 Proses Dehumidifikasi 31
3.6 Termodinamika Siklus Pompa Kalor 33
3.6.1 Siklus Kompresi Uap Standar 33
3.6.2 Analisis Energi per Komponen (Hukum Termodinamika I) 36
3.7 *Superheating* dan *Subcooling* 38
3.8 Karakteristik dan Properti Refrigeran 38
3.8.1 Persamaan Keadaan 38
3.8.2 Parameter Fisik Utama 39
3.8.3 Klasifikasi Keamanan 40
3.9 Parameter Kinerja Sistem 41
3.9.1 Coefficient of Performance 41
3.9.2 Specific Moisture Extraction Rate (SMER) 42
3.9.3 Specific Energy Consumption (SEC) 43
3.9.4 Parameter Kinerja Refrigeran 44
3.10 Analisis Dampak Lingkungan 45
3.10.1 Global Warming Potential (GWP) dan Ozone Depletion Potential (ODP) 46
3.10.2 Total Equivalent Warming Impact (TEWI) 46
3.11 Eksergi 47
3.11.1 Definisi Eksergi dan Aliran Eksergi 47
3.11.2 Destruksi Eksergi dan Persamaan Eksergi Sistem 48
3.11.3 Efisiensi Eksergi Total 49
3.12 Perhitungan Beban Pengeringan Kopi dan Analisis Psikrometrik Sistem 50
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN 57

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Analisis Kinerja Pompa Kalor untuk Pengering Biji Kopi dengan Refrigeran R1234ze(E) dan R1234yf
Josef Andi Ardisi Setiadi, Dr. Hifni Mukhtar Ariyadi, S.T., M.Sc.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.1 Diagram Alir Penelitian 57
4.2 Asumsi dan Kondisi Batas 58
4.3 Algoritma Perhitungan 59
4.4 Variabel dan Parameter Penelitian 60
4.4.1 Variabel Bebas 60
4.4.2 Variabel Terikat 61
4.4.3 Variabel Kontrol 62
4.4.4 Matriks Penelitian 63
4.4.5 Tabel Nilai Variabel dan Parameter TEWI 64
4.5 Validasi Model Perhitungan 66
4.5.1 Prosedur Replikasi 67
4.5.2 Kriteria Validasi 67
4.6 Skenario Simulasi 68
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN 70
5.1 Hasil Perhitungan Beban Pengeringan dan Laju Aliran Massa 70
5.2 Hasil Validasi Model Perhitungan 70
5.3 Analisis Kinerja Refrigeran pada Mesin Pengering 72
5.3.1 Tabel Komparasi R1234yf dan R1234ze(E) 73
5.3.2 Visualisasi Diagram P-h dan T-s Gabungan 75
5.3.3 Analisis Keunggulan dan Kelemahan R1234ze(E) 78
5.3.4 Analisis VCC 79
5.4 Analisis Sensitivitas COP, SMER, dan TEWI 79
5.4.1 Analisis COP dan SMER 80
5.4.2 Analisis TEWI 83
5.5 Analisis Eksergi Refrigeran 84
5.6 Analisis COP, SMER, dan TEWI pada 3 Skenario Suhu Lingkungan Indonesia 87
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 90
6.1 Kesimpulan 90
6.2 Saran 91
DAFTAR PUSTAKA 92
LAMPIRAN 99