

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN DAN BEBAS PLAGIAT	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	16
1.1 Latar Belakang Masalah	16
1.2 Perumusan Masalah	17
1.3 Tujuan Penelitian	18
1.4 Batasan Penelitian	18
1.5 Manfaat Penelitian	19
1.6 Sistematika Penulisan	19
BAB II LANDASAN TEORI	20
2.1 Manajemen Rantai Pasok Dingin (<i>Cold supply chain Management</i>).....	20
2.2 Variabilitas Kualitas Produk dalam <i>Cold supply chain</i> Pangan	21
2.3 Variabilitas Suhu dalam Perencanaan Rute <i>Cold chain</i> Pangan.....	22
2.4 <i>Vehicle Routing Problem</i> (VRP).....	24
2.4.1 Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP).....	24
2.4.3 <i>Heterogeneous fleet</i> Vehicle Routing Problem (HFVRP)	26
2.4.4 <i>Green</i> Vehicle Routing Problem (GVRP)	27
2.4.5 <i>Time-dependent</i> Vehicle Routing Problem (TDVRP)	27
2.5 Metode Penyelesaian VRP.....	28
2.6 Algoritma Genetika.....	30
2.6.1 Inisialisasi Parameter dan Populasi Awal	31
2.6.2 Evaluasi <i>Fitness</i>	32
2.6.3 Seleksi Menggunakan Metode Turnamen.....	32
2.6.5 Mutasi.....	33
2.6.6 Evaluasi <i>Fitness</i> pada Generasi Baru	35

2.6.7	Pemeriksaan Kondisi Terminasi	35
2.6.8	Solusi Optimal dan Dekoding	36
2.7	<i>Software</i> VRP Optimizer	36
2.8	Penelitian Terdahulu	37
2.9	Relevansi Model Matematika VRP yang digunakan pada studi saat ini	40
2.9.1	Model Matematika berdasarkan Wicaksono (2025)	40
2.9.2	Model Intensitas Penggunaan Energi Berpendingin berdasarkan Giliberto (2025).....	44
2.9.3	Model Formulasi Kerusakan dan Faktor Korektor Suhu Periode Berdasarkan Peng (2024)	46
2.9.4	Model Interval Waktu pada Paparan Suhu terhadap Kualitas Produk dan Konsumsi Energi berdasarkan Lin (2025).....	48
2.10	Relevansi <i>Software</i> VRP Optimizer Berdasarkan Erdogan (2017)	49
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		50
3.1	Objek Penelitian dan Studi Kasus.....	50
3.2	Kerangka Penelitian	51
3.3	Metode Pengumpulan Data.....	54
3.4	Pengolahan Data	57
3.4.1	Penentuan Parameter.....	60
3.4.2	Pengembangan Model Matematis	60
3.4.3	Eksperimentasi Parameter GA	77
3.4.4	Solusi Model	78
3.4.5	Uji Validasi Model.....	80
3.4.6	Analisis Model	81
3.4.7	Pengembangan VRP Optimizer berbasis Google Workspace	82
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		85
4.1	Pendahuluan Hasil dan Pembahasan.....	85
4.2	Pengumpulan Data	85
4.2.1	Pengumpulan Data terkait Pelanggan dan Permintaan	85
4.2.2	Pengumpulan Data terkait Armada	87

4.2.3	Pengumpulan Data Parameter Energi, Konversi, Lingkungan Termal	90
4.2.4	Pengumpulan Data Parameter Produk	93
4.2.5	Pengumpulan Data Parameter Time Dependent	95
4.2.6	Pengumpulan Data Rute Aktual	98
4.2	Pengolahan Data	99
4.2.1	Perhitungan Matriks Jarak.....	101
4.2.2	Pengolahan Data Eksperimentasi dengan Algoritma Genetika	103
4.2.3	Generator Data Analisis Sensitivitas.....	106
4.3	Eksperimentasi Komputasi	109
4.3.1	Pemilihan Input Parameter GA	110
4.3.2	Proses Kalkulasi dengan GA.....	110
4.3.3	Hasil Pengujian Antar Kombinasi Parameter GA pada Kasus <i>Chilled</i>	114
4.3.4	Hasil Pengujian Antar Kombinasi Parameter GA pada Kasus <i>Frozen</i>	115
4.3.5	Hasil Pengujian Antar Kombinasi Parameter GA pada Kasus <i>Deep frozen</i>	116
4.3.6	Hasil Optimasi Kasus 1 (<i>Chilled</i>)	117
4.3.7	Hasil Optimasi Kasus 2 (<i>frozen</i>)	120
4.3.8	Hasil Optimasi Kasus 3 (<i>Deep frozen</i>).....	123
4.4	Validasi Model.....	126
4.4.1	Perbandingan Rute Kasus 1	127
4.4.2	Perbandingan Rute Kasus 2	130
4.4.3	Perbandingan Rute Kasus 3	132
4.4.4	Perbandingan Jarak Tempuh pada Kasus 1, 2, dan 3.....	135
4.4.5	Perbandingan Waktu pada Kasus 1, 2, dan 3	137
4.4.6	Perbandingan Energi Pendingin pada Kasus 1, 2, dan 3.....	138
4.4.7	Perbandingan Biaya Pendingin pada Kasus 1, 2, dan 3	140
4.4.8	Perbandingan Total Biaya pada Kasus 1, 2, dan 3.....	141
4.4.9	Perbandingan Emisi Karbon pada Kasus 1, 2, dan 3	143

4.5	Analisis Sensitivitas Model.....	144
4.5.1	Analisis Sensitivitas Variabel Intensitas pada Kasus 1 (<i>Chilled</i>)	144
4.5.2	Analisis Sensitivitas Variabel Intensitas pada Kasus 2 (<i>Frozen</i>)	147
4.5.3	Analisis Sensitivitas Variabel Intensitas pada Kasus 3 (Jenis Produk <i>Deep frozen</i>)	150
4.5.4	Analisis Sensitivitas Variabel Laju Kerusakan pada Kasus 1 (Jenis Produk <i>Chilled</i>)	153
4.5.5	Analisis Sensitivitas Variabel Laju Kerusakan pada Kasus 2 (Jenis Produk <i>frozen</i>).....	156
4.5.6	Analisis Sensitivitas Variabel Laju Kerusakan pada Kasus 3 (Jenis Produk <i>Deep frozen</i>)	159
4.5.7	Analisis Sensitivitas Variabel Pajak Karbon pada Kasus 1 (Jenis Produk <i>Chilled</i>)	162
4.5.8	Analisis Sensitivitas Variabel Pajak Karbon pada Kasus 2 (Jenis Produk <i>frozen</i>).....	165
4.5.9	Analisis Sensitivitas Variabel Pajak Karbon pada Kasus 3 (Jenis Produk <i>Deep frozen</i>)	168
4.6	Pengembangan Aplikasi VRP Optimizer.....	172
4.6.1	Arsitektur Interaksi Pengguna dan Sistem	172
4.6.2	Struktur Antarmuka dan Fungsionalitas Utama.....	173
4.6.3	Manfaat Manajerial Sistem VRP Optimizer	178
4.7	Analisis Hasil	178
BAB V KESIMPULAN		185
5.1	Kesimpulan	185
5.2	Saran	186
DAFTAR PUSTAKA		187
LAMPIRAN.....		193