

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	<b>v</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>INTISARI</b> .....	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Pembatasan Masalah .....	5
1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	6
1.4. Tinjauan Pustaka .....	7
1.5. Metodologi Penelitian .....	9
1.6. Sistematika Penulisan .....	11
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b> .....	<b>14</b>
2.1. Aljabar Vektor dan Matriks.....	14
2.1.1. Vektor .....	14
2.1.2. Matriks .....	16
2.1.3. Bentuk Kuadrat.....	19
2.2. Ruang Sampel dan Kejadian.....	19
2.3. Probabilitas.....	20
2.4. Variabel Random .....	21
2.4.1. Variabel Random Diskret.....	21
2.4.2. Variabel Random Kontinu .....	22
2.4.3. Penyokong Variabel Random .....	23
2.4.4. Distribusi Probabilitas Gabungan .....	24
2.4.5. Distribusi Probabilitas Marginal .....	30
2.5. Ukuran Numerik Variabel Random .....	31
2.5.1. Ekspektasi .....	31
2.5.2. Variansi .....	32
2.5.3. Deviasi Standar.....	33
2.5.4. Kovariansi .....	33
2.5.5. Korelasi .....	33

2.6.	<i>Empirical Cumulative Distribution Function (ECDF)</i> .....	34
2.6.1.	Definisi Fungsi Distribusi Empiris .....	34
2.6.2.	Teorema Glivenko–Cantelli.....	35
2.7.	<i>Data Mining</i> .....	37
2.7.1.	Tahapan dalam <i>Data Mining</i> .....	38
2.7.2.	Penerapan <i>Data Mining</i> dalam Bidang Keuangan.....	39
2.8.	<i>Machine Learning</i> .....	40
2.8.1.	<i>Supervised Learning</i> .....	41
2.8.2.	<i>Semi-Supervised Learning</i> .....	42
2.8.3.	<i>Unsupervised Learning</i> .....	42
2.9.	Deteksi Anomali .....	43
2.9.1.	Jenis Pendekatan Deteksi Anomali.....	43
2.9.2.	Anomali dalam Transaksi Keuangan .....	45
2.9.3.	Tantangan dan Karakteristik Data Keuangan.....	47
<b>BAB III ANALISIS DAN EVALUASI DETEKSI ANOMALI DENGAN ALGORITMA-ALGORITMA BERBASIS DISTRIBUSI.....</b>		<b>48</b>
3.1.	Deteksi <i>Outlier</i> .....	48
3.2.	<i>Histogram-Based Outlier Detection (HBOS)</i> .....	50
3.2.1.	Formulasi Dasar HBOS .....	50
3.2.2.	Proses Estimasi Kepadatan Histogram.....	51
3.2.3.	Algoritma <i>Histogram-Based Outlier Score (HBOS)</i> .....	51
3.2.4.	Keunggulan dan Keterbatasan Metode HBOS.....	53
3.3.	<i>Gaussian Mixture Model (GMM)</i> .....	54
3.3.1.	Distribusi Gaussian dan Dasar Probabilistik .....	54
3.3.2.	Formulasi Model Gaussian Mixture .....	56
3.3.3.	Estimasi Parameter pada Distribusi Gaussian Tunggal.....	57
3.3.4.	Estimasi Parameter dalam GMM .....	58
3.3.5.	Penentuan Jumlah Komponen dan Skor <i>Outlier</i> .....	60
3.3.6.	Algoritma <i>Gaussian Mixture Model (GMM)</i> .....	62
3.4.	<i>Elliptic Envelope</i> .....	64
3.4.1.	Asumsi dan Konsep Dasar.....	65
3.4.2.	Algoritma <i>Elliptic Envelope</i> .....	65
3.4.3.	Estimasi Kovarians dengan <i>Minimum Covariance Determinant (MCD)</i> .....	68
3.4.4.	Penentuan Skor dan <i>Threshold</i> Anomali .....	68
3.4.5.	Kelebihan dan Keterbatasan .....	69
3.5.	<i>Copula-Based Outlier Detection (COPOD)</i> .....	70
3.5.1.	Kerangka Teoretis COPOD .....	73
3.5.2.	Algoritma <i>Copula-Based Outlier Detection (COPOD)</i> .....	76
3.5.3.	Interpretabilitas <i>Copula-Based Outlier Detection (COPOD)</i> .....	78
3.6.	Evaluasi Kinerja Model.....	79
3.6.1.	<i>Confusion Matrix</i> .....	79

3.6.2. Akurasi .....	81
3.6.3. Presisi .....	81
3.6.4. <i>Recall</i> .....	82
3.6.5. <i>F1-Score</i> .....	82
3.6.6. <i>Receiver Operating Characteristic – Area Under Curve (ROC-AUC)</i> .....	83
<b>BAB IV STUDI KASUS .....</b>	<b>85</b>
4.1. Deskripsi Umum Dataset .....	85
4.2. Tahapan Analisis .....	87
4.3. Analisis Karakteristik Dataset .....	89
4.4. Pra-pemrosesan Data .....	92
4.4.1. Pembentukan Identitas Nasabah .....	92
4.4.2. Penghapusan <i>Missing Value</i> dan Duplikasi Baris .....	92
4.4.3. <i>Feature Engineering</i> .....	93
4.4.4. Standardisasi Data .....	97
4.5. Fitur Utama Analisis .....	98
4.5.1. Eksploratory Data Analysis (EDA) .....	100
4.6. Pembentukan Model .....	103
4.7. Evaluasi Hasil .....	105
4.7.1. Hasil Evaluasi Pendekatan Transaksi Global .....	106
4.7.2. Hasil Evaluasi Pendekatan Agregasi Berbasis Nasabah .....	110
4.8. Interpretasi Hasil Analisis .....	113
4.9. Implementasi <i>Copula-Based Outlier Detection (COPOD)</i> .....	116
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>119</b>
5.1. Kesimpulan .....	119
5.2. Saran .....	121
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>122</b>
<b>BAB A Data .....</b>	<b>128</b>
<b>BAB B Syntax Python .....</b>	<b>131</b>