

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	ii
<b>HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI</b>	iii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b>	iv
<b>HALAMAN MOTTO</b>	v
<b>PRAKATA</b>	vi
<b>DAFTAR ISI</b>	viii
<b>DAFTAR TABEL</b>	xiv
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	xv
<b>INTISARI</b>	xvi
<b>ABSTRACT</b>	xviii
<b>I PENDAHULUAN</b>	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Pembatasan Masalah	3
1.4. Tujuan dan Manfaat Penelitian	4
1.5. Tinjauan Pustaka	5
1.6. Metodologi Penelitian	7
1.7. Sistematika Penulisan	9
<b>II LANDASAN TEORI</b>	11
2.1. Konsep Dasar Statistika	11
2.1.1. Ruang Sampel dan Kejadian	11
2.1.2. Variabel Acak	12
2.1.3. Variabel Acak Diskrit dan Kontinu	12
2.1.4. Fungsi Peluang dan Fungsi Distribusi Kumulatif	13
2.2. Harga Harapan, Varians, dan Kovarians	13
2.2.1. Harga Harapan	14
2.2.2. Varians	14
2.2.3. Kovarians	15
2.3. Aljabar Linier	15
2.3.1. Vektor	16
2.3.2. Matriks	16
2.3.3. Transpose Matriks	17

2.3.4. Data Terpusat . . . . .	17
2.3.5. Matriks Kovarians . . . . .	18
2.3.6. Rank dan Singularitas Matriks . . . . .	19
2.3.7. <i>Eigenvalue</i> dan <i>Eigenvector</i> . . . . .	20
2.4. Analisis Statistik Deskriptif dan Eksploratori . . . . .	20
2.5. Analisis Data Komposisional . . . . .	21
2.5.1. Data Komposisional . . . . .	21
2.5.2. Ruang Simpleks . . . . .	22
2.5.3. Transformasi <i>Log-Ratio</i> . . . . .	22
2.5.4. Transformasi <i>Centered Log-Ratio</i> . . . . .	23
2.5.5. Konsekuensi Aljabar Linier pada Data CLR . . . . .	24
2.5.6. Asumsi dan Keterbatasan Analisis Komposisional . . . . .	24
2.6. Analisis Komponen Utama . . . . .	24
2.6.1. Konsep Dasar PCA . . . . .	24
2.6.2. Formulasi Matematis PCA . . . . .	25
2.6.3. <i>Eigenvalue</i> dan <i>Eigenvector</i> dalam PCA . . . . .	25
2.6.4. Pembentukan Komponen Utama . . . . .	26
2.6.5. Proporsi Varians yang Dijelaskan . . . . .	26
2.6.6. PCA pada Data Komposisional . . . . .	27
2.6.7. Keterbatasan PCA . . . . .	27
2.7. Klasterisasi Spasial . . . . .	27
2.7.1. Konsep Dasar Klasterisasi . . . . .	28
2.7.2. Metode K-Means . . . . .	28
2.7.3. Klasterisasi Spasial . . . . .	29
2.7.4. <i>Spatially Constrained K-Means</i> . . . . .	29
2.7.5. Matriks Bobot Spasial . . . . .	30
2.7.6. Integrasi PCA dan Klasterisasi Spasial . . . . .	30
2.7.7. Asumsi dan Keterbatasan Klasterisasi Spasial . . . . .	30
2.8. Pemodelan Data Cacah ( <i>Count Data</i> ) dan <i>Zero-Inflation</i> . . . . .	31
2.8.1. Distribusi Poisson . . . . .	31
2.8.2. Overdispersi dan Kebutuhan Model Alternatif . . . . .	32
2.8.3. Distribusi Negatif Binomial . . . . .	32
2.8.4. Distribusi Binomial . . . . .	33
2.8.5. Mekanisme <i>Zero-Inflation</i> : Dua Proses Pembangkit Data . . . . .	34
2.8.6. Model <i>Zero-Inflated Poisson (ZIP)</i> . . . . .	34
2.8.7. Fungsi <i>Link</i> dalam Model Regresi . . . . .	35

2.9. Model Hierarkis . . . . .	36
2.9.1. Efek Acak dan Asumsi Distribusi . . . . .	36
2.9.2. Model Poisson <i>Mixed Effects</i> . . . . .	37
2.9.3. <i>Zero-Inflated Hierarchical Model (ZI Mixed Effects)</i> . . . . .	37
2.10. Likelihood dan Inferensi . . . . .	38
2.10.1. Likelihood dan Log-Likelihood Poisson . . . . .	38
2.10.2. Likelihood ZIP (Kasus $y = 0$ dan $y > 0$ ) . . . . .	39
2.10.3. Likelihood Kondisional pada Efek Acak dan Likelihood Mar- ginal . . . . .	39
2.11. Evaluasi Model dan Diagnostik . . . . .	39
2.12. Pengelolaan Sampah dan Timbulan . . . . .	40
2.13. Teori Perilaku dan Perubahan Perilaku Pemilahan Sampah . . . . .	42
2.14. Pembangunan Indeks Intensitas Program (IIP) dan Indeks Persepsi (IEP) . . . . .	43
2.14.1. Indeks Komposit . . . . .	43
2.14.2. Indeks Intensitas Program (IIP) . . . . .	44
2.14.3. Indeks Efektivitas Persepsi (IEP) . . . . .	44
2.14.4. Uji Validitas . . . . .	45
2.14.5. Uji Reliabilitas . . . . .	46
2.14.6. Agregasi Skor dan Struktur Multilevel . . . . .	46
2.15. Visualisasi Data dan Dashboard Analitik . . . . .	46
2.15.1. Peran Visualisasi dalam Analisis Data . . . . .	47
2.15.2. Prinsip-Prinsip Visualisasi Data yang Efektif . . . . .	48
2.15.3. Dashboard Analitik sebagai Alat Pendukung Analisis . . . . .	49
2.15.4. Dasar Teoretis Penggunaan <i>Platform Berbasis Website</i> . . . . .	50
2.15.5. Peran Visualisasi dan Dashboard dalam Penelitian Ini . . . . .	50
<b>III ANALISIS KOMPOSISIONAL, KLASSTER SPASIAL, DAN MODEL HIERARKIS ZERO-INFLATED</b> . . . . .	<b>52</b>
3.1. Pengolahan Awal dan Pembentukan Struktur Data . . . . .	52
3.1.1. Transformasi Proporsi Komposisi . . . . .	53
3.1.2. Standarisasi Satuan dan Penyelarasan Waktu . . . . .	53
3.1.3. Pembentukan Struktur Panel Site–Bulan . . . . .	54
3.1.4. Penyelarasan Koordinat Spasial . . . . .	55
3.1.5. Keluaran Tahap Pengolahan Awal . . . . .	55
3.2. Transformasi <i>Log-Ratio</i> untuk Analisis Komposisional (CLR) . . . . .	56
3.2.1. Ruang Simpleks dan Informasi Rasio . . . . .	56
3.2.2. Transformasi <i>Centered Log-Ratio (CLR)</i> . . . . .	57

3.2.3. Ilustrasi Perhitungan CLR	57
3.2.4. Keluaran Transformasi CLR	58
3.3. Analisis Komponen Utama (PCA) pada Ruang CLR	58
3.3.1. Formulasi PCA pada Data Hasil CLR	59
3.3.2. Sifat-Sifat Matematis PCA	59
3.3.3. Loading CLR	60
3.3.4. Keluaran Tahap PCA	61
3.4. Klasterisasi Spasial Berbasis Skor PCA dan Bobot Geografis	61
3.4.1. Representasi Fitur dan Koordinat	62
3.4.2. Bobot Spasial dan Jarak	62
3.4.3. Fungsi Objektif Klasterisasi Spasial	63
3.4.4. Keluaran Klasterisasi	63
3.4.5. Evaluasi Jumlah Klaster dengan Koefisien <i>Silhouette</i>	63
3.5. Penyusunan Indeks Intensitas Program (IIP) dan Indeks Persepsi Pekerja (IEP)	65
3.5.1. Indeks Intensitas Program (IIP)	65
3.5.2. Indeks Efektivitas Persepsi Pekerja (IEP)	66
3.5.3. Peran IIP dan IEP dalam Pemodelan	67
3.6. Pembentukan Dataset Panel untuk Pemodelan	68
3.6.1. Respons: Jumlah Kejadian Ketidaksesuaian	68
3.6.2. Standardisasi Kovariat	68
3.7. Pemodelan Statistik: Poisson, Negatif Binomial, dan <i>Zero-Inflated</i>	70
3.7.1. Model Poisson Hierarkis	70
3.7.2. Model Negatif Binomial Hierarkis	71
3.7.3. Model <i>Zero-Inflated</i> Poisson Hierarkis	72
3.7.4. Efek Acak (Struktur Multilevel)	73
3.8. Estimasi Parameter (Inferensi Bayesian)	74
3.9. Perbandingan Model dan Evaluasi Kecocokan	74
3.9.1. Interpretasi Koefisien dengan IRR	74
3.10. Diagram Alir Metodologi Analisis	75
<b>IV STUDI KASUS</b>	<b>79</b>
4.1. Deskripsi Data dan Sumber Data	79
4.2. Eksplorasi dan Statistika Deskriptif	80
4.2.1. Timbulan dan Komposisi Sampah	81
4.2.2. Ketidaksesuaian Pemilahan Sampah	82
4.2.3. Program GBST	85

4.2.4. Data Koordinat . . . . .	87
4.3. Survei Persepsi Pekerja (IEP) . . . . .	89
4.3.1. Penentuan Jumlah Sampel Survei . . . . .	89
4.3.2. Pembagian Proporsi Sampel per Site . . . . .	90
4.3.3. Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen . . . . .	91
4.3.4. Uji Reliabilitas . . . . .	93
4.3.5. Eksplorasi Hasil Survei . . . . .	94
4.4. Hasil Analisis Komposisi Sampah Menggunakan Transformasi CLR dan PCA . . . . .	97
4.4.1. Pemeriksaan Asumsi CoDA . . . . .	97
4.4.2. Hasil Analisis CLR . . . . .	99
4.5. Klasterisasi Spasial Komposisi Sampah . . . . .	103
4.5.1. Asumsi Metode Klaster Spasial dan Pembuktiannya . . . . .	104
4.5.2. Pemilihan Jumlah Klaster (Silhouette Score) . . . . .	105
4.5.3. Hasil Klaster Spasial . . . . .	105
4.6. Distribusi IIP dan IEP Antar Site . . . . .	108
4.6.1. Distribusi IIP Antar Site . . . . .	108
4.6.2. Distribusi IEP Antar Site . . . . .	110
4.6.3. Ringkasan IIP dan IEP per Site . . . . .	111
4.6.4. Model Hierarkis untuk Ketidaksesuaian Pemilahan . . . . .	112
4.6.5. Perbandingan Model: Poisson, ZIP, dan Negatif Binomial . . . . .	112
4.6.6. Estimasi Parameter Model Negatif Binomial . . . . .	113
4.6.7. Diagnostik Model melalui Posterior Predictive Check . . . . .	116
4.6.8. Kesimpulan Pemodelan . . . . .	117
4.6.9. Implikasi Kebijakan bagi Implementasi GBST . . . . .	117
4.7. Dashboard Interaktif Gerakan Buang Sampah Terpilah (GBST) . . . . .	118
4.7.1. Halaman <i>Main</i> : Ringkasan Indikator Utama . . . . .	119
4.7.2. Halaman Timbulan Sampah . . . . .	120
4.7.3. Halaman Program GBST . . . . .	121
4.7.4. Halaman Survei Perilaku Pekerja . . . . .	122
4.7.5. Halaman Ketidaksesuaian Pemilahan . . . . .	123
4.7.6. Halaman CCTV Monitoring . . . . .	124
4.7.7. Peran Dashboard dalam Interpretasi Hasil . . . . .	124
<b>V PENUTUP . . . . .</b>	<b>126</b>
5.1. Kesimpulan . . . . .	126
5.2. Saran . . . . .	127



5.2.1. Saran Penelitian Selanjutnya . . . . .	127
5.2.2. Saran Implementasi Program GBST . . . . .	128
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> . . . . .	<b>130</b>
<b>A Syntax Python</b> . . . . .	<b>134</b>
1.1. Perhitungan Jumlah Sample . . . . .	134
1.2. Analisis Data . . . . .	136