

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	iv
SURAT PERNYATAAN KARYA ASLI TUGAS AKHIR	v
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Metode Penelitian dan Pengembangan Sistem	4
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN LITERATUR	6
2.1 Profil Perusahaan PT Citra Palu Minerals (PT CPM)	6
2.2 Reklamasi Lahan Pascatambang	6
2.3 Parameter Lingkungan Lahan Reklamasi	7
2.4 Penginderaan Jauh (<i>Remote Sensing</i>)	8
2.4.1 Citra Satelit Sentinel-2	8
2.4.2 Karakteristik Data Citra Sentinel-2 Level-2A	9
2.5 Indeks Vegetasi	10
2.5.1 <i>Normalized Difference Vegetation Index</i> (NDVI)	10
2.5.2 <i>Soil Adjusted Vegetation Index</i> (SAVI)	10
2.5.3 Pendefinisian Kelas Kondisi Reklamasi Berbasis Indeks Vegetasi	10
2.6 Artificial Neural Network	11
2.7 Multilayer Perceptron	11
2.7.1 Arsitektur MLP <i>Feed-Forward</i>	12
2.7.2 Fungsi Aktivasi	13
2.7.3 <i>Backpropagation</i>	14
2.7.4 Pembaruan Bobot (<i>Weight Update</i>)	14
2.7.5 Representasi Fitur Temporal Siklik	15

2.7.6	Relevansi MLP <i>Feed-Forward</i> untuk Analisis Vegetasi Multitemporal .	15
2.8	Penanganan Data Tidak Lengkap (<i>Missing Value</i>)	15
2.9	Penanganan Ketidakseimbangan Kelas	16
2.10	Normalisasi Data	16
2.11	Sistem Informasi Geografis Berbasis Web (WebGIS).....	17
2.12	Perancangan Sistem	18
2.12.1	Arsitektur Sistem	18
2.12.2	<i>Unified Modeling Language</i>	19
2.12.3	Basis Data	19
2.13	Metode Pengembangan Perangkat Lunak	20
2.14	Pengujian Sistem	21
2.14.1	<i>Confusion Matrix</i>	21
2.14.2	<i>Black Box Testing</i>	22
2.15	Penelitian Terdahulu	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		26
3.1	Metodologi Penelitian	26
3.2	Alur Penelitian	26
3.3	Analisis Kebutuhan	27
3.3.1	Wawancara.....	27
3.3.2	Studi Literatur.....	27
3.3.3	Kebutuhan Fungsional Sistem	27
3.3.4	Kebutuhan non-Fungsional Sistem.....	28
3.4	Perancangan Sistem	29
3.4.1	Perancangan Arsitektur Sistem	29
3.4.2	<i>Perancangan UML</i>	30
3.4.3	Perancangan Basis Data.....	39
3.4.4	Perancangan UI.....	41
3.5	Pengumpulan Data.....	47
3.5.1	Citra Sentinel 2 Multitemporal	47
3.5.2	Dataset Shapefile Area Reklamasi.....	48
3.5.3	Dataset Atribut Waktu Tanam.....	48
3.6	Pra-pemrosesan Data (<i>Data Preprocessing</i>).....	49
3.6.1	Penyelarasan Sistem Koordinat (CRS).....	50
3.6.2	Pemotongan Citra (<i>Clipping</i>)	50
3.6.3	Seleksi Band Spektral.....	50
3.6.4	Konversi Nilai Piksel ke Reflektansi Permukaan.....	51

3.6.5	Perhitungan NDVI.....	51
3.6.6	Perhitungan SAVI.....	51
3.6.7	Penyusunan Data Multitemporal.....	52
3.6.8	Penentuan Label Kelas.....	53
3.6.9	Pembentukan dan Pembagian Dataset.....	54
3.6.10	Normalisasi Dataset.....	55
3.6.11	Penanganan Ketidakseimbangan Kelas.....	56
3.7	Perancangan Model.....	57
3.7.1	Perancangan Arsitektur Model.....	57
3.7.2	Konfigurasi dan Proses Pelatihan Model.....	59
3.8	Implementasi Sistem.....	62
3.8.1	Implementasi Antarmuka Pengguna.....	62
3.8.2	Implementasi Logika Server.....	63
3.8.3	Implementasi Basis Data.....	63
3.9	Pengujian Sistem.....	64
3.9.1	<i>Confusion Matrix</i>	64
3.9.2	Pengujian Fungsional Sistem (<i>Black box testing</i>).....	65
BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN.....		68
4.1	Implementasi.....	68
4.1.1	Implementasi Pengambilan Data.....	68
4.1.2	Implementasi <i>Preprocessing</i> Data.....	70
4.1.3	Implementasi Pembuatan Model.....	78
4.1.4	Implementasi Pengujian Model.....	79
4.1.5	Implementasi Pengembangan Sistem.....	80
4.2	Hasil.....	87
4.2.1	Hasil Evaluasi Kinerja Model.....	87
4.2.2	Hasil Pengujian Fungsional Sistem (<i>Black Box Testing</i>).....	88
4.2.3	Ringkasan Hasil Penelitian.....	91
4.3	Pembahasan.....	91
BAB V PENUTUP.....		93
5.1	Kesimpulan.....	93
5.2	Saran.....	93
DAFTAR PUSTAKA.....		94
LAMPIRAN.....		98

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Spektral dan Resolusi Spasial Sentinel-2	9
Tabel 2.2 State of The Art	24
Tabel 3.1 Rancangan Struktur Tabel Pengguna	39
Tabel 3.2 Rancangan Struktur Tabel Area.....	39
Tabel 3.3 Rancangan Struktur Tabel Citra	40
Tabel 3.4 Rancangan Struktur Tabel Uji Tanah	40
Tabel 3.5 Rancangan Struktur Tabel Prediksi	40
Tabel 3.6 Rancangan Struktur Tabel Laporan.....	41
Tabel 3.7 Variabel Fitur Dataset Multitemporal.....	52
Tabel 3.8 Logika Penentuan Kelas Reklamasi.....	54
Tabel 3.9 Distribusi Pembagian Dataset Penelitian	54
Tabel 3.10 Parameter Statistik Dataset Latih	55
Tabel 3.11 Tabel Nilai Normalisasi	55
Tabel 3.12 Rancangan Confusion Matrix	64
Tabel 3.13 Confusion Matrix	64
Tabel 3.14 Perhitungan Confusion Matrix.....	64
Tabel 3.15 Rancangan Pengujian Black Box (Admin)	65
Tabel 3.16 Rancangan Pengujian Black Box (Staff).....	66
Tabel 3.17 Rancangan Pengujian Black Box (Pimpinan).....	67
Tabel 4.1 Hasil Confusion Matrix.....	88
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Confusion Matrix	88
Tabel 4.3 Pengujian Black Box Admin.....	89
Tabel 4.4 Pengujian Black Box Staff.....	90
Tabel 4.5 Pengujian Black Box Pemimpin	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur PT Citra Palu Minerals (Sumber : PT BRMs)	6
Gambar 2.2 Tahapan Reklamasi Tambang (Sumber : Kementerian ESDM).....	7
Gambar 2.3 Konsep Penginderaan Jarak Jauh (Sumber : ariefcasanova.com).....	8
Gambar 2.4 Arsitektur ANN <i>Feed Forward</i> (Sumber : Sandi et al.).....	12
Gambar 2.5 Tahapan Waterfall (Pressman, 2015).....	20
Gambar 3.1 Alur Tahapan Penelitian	26
Gambar 3.2 Rancangan Arsitektur Sistem	29
Gambar 3.3 Use Case Admin.....	30
Gambar 3.4 Use Case Staff	31
Gambar 3.5 Use Case pemimpin.....	31
Gambar 3.6 Activity Diagram Admin	32
Gambar 3.7 Activity Diagram Staff	34
Gambar 3.8 Activity Diagram Pemimpin	37
Gambar 3.9 Class Diagram	38
Gambar 3.10 Rancangan Halaman Homescreen.....	42
Gambar 3.11 Rancangan Halaman Dashboard Admin.....	42
Gambar 3.12 Rancangan Halaman Dashboard Staff.....	43
Gambar 3.13 Rancangan Halaman Dashboard Pemimpin.....	43
Gambar 3.14 Rancangan Halaman Peta Monitoring NDVI	44
Gambar 3.15 Rancangan Halaman Peta + Data Pendukung.....	44
Gambar 3.16 Rancangan Halaman Peta Prediksi AI.....	45
Gambar 3.17 Rancangan Halaman Analisis AI.....	45
Gambar 3.18 Rancangan Halaman Kelola Data	46
Gambar 3.19 Rancangan Halaman Kelola User	46
Gambar 3.20 Rancangan Halaman Dashboard Laporan	47
Gambar 3.21 Tampilan Pengambilan Data di Google Earth Engine	47
Gambar 3.22 Dataset Shapefile Area Reklamasi	48
Gambar 3.23 Data Atribut Umur Tanam.....	49
Gambar 3.24 Pra-pemrosesan Data Citra.....	49
Gambar 3.25 Alur Pra-pemrosesan Data	50
Gambar 3.26 Arsitektur Model ANN.....	57
Gambar 3.27 Alur Konfigurasi dan pelatihan Model	59
Gambar 4.1 Tampilan Citra Google Earth Engine	68
Gambar 4.2 Data Citra Sentinel 2	69
Gambar 4.3 Data Shapefile Area Reklamasi.....	70
Gambar 4.4 Atribut Shapefile	70
Gambar 4.5 Hasil Penyiapan Data Spasial.....	71
Gambar 4.6 Hasil Clipping Citra dan Indeks Vegetasi	72
Gambar 4.7 Hasil Pembentukan Dataset Multitemporal	73
Gambar 4.8 Hasil Integrasi Waktu Tanam dan Musiman	74
Gambar 4.9 Hasil Distribusi Label	75
Gambar 4.10 Hasil Dataset Akhir	76

Gambar 4.11 Distribusi Splitting Data	76
Gambar 4.12 Hasil Normalisasi Dataset	77
Gambar 4.13 Hasil Pembobotan Kelas	78
Gambar 4.14 Tampilan Halaman Login	81
Gambar 4.15 Tampilan Dashboard Admin	81
Gambar 4.16 Tampilan Dashboard Staff	82
Gambar 4.17 Tampilan Dashboard Pimpinan	82
Gambar 4.18 Tampilan Peta NDVI	83
Gambar 4.19 Tampilan Peta Prediksi AI	83
Gambar 4.20 Tampilan Analisis AI	84
Gambar 4.21 Tampilan Halaman Kelola Data Area	85
Gambar 4.22 Tampilan Halaman Kelola Data Tanah	85
Gambar 4.23 Tampilan Halaman Kelola Data Satelit	86
Gambar 4.24 Tampilan Halaman Pengelolaan Data Pengguna	86
Gambar 4.25 Tampilan Halaman Dashboard Laporan	87

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Lampiran Wawancara Kebutuhan Sistem.....	99
Lampiran B Surat Izin Pengambilan Data	103
Lampiran C Surat Balasan Pengambilan Data	104
Lampiran D Pengujian Bersama Stackholder CPM	105
Lampiran E Pengujian Black Box Admin	107
Lampiran F Pengujian Black Box Staff.....	108
Lampiran G Pengujian Black Box Pemimpin	109