UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pemodelan Spasial Suhu Permukaan Lahan Menggunakan Algoritma XGBoost dan Cellular Automata-Markov Chain di Kawasan Perkotaan Yogyakarta dan Sekitarnya Tahun 1999-2029
PRAMITHA DEWI, Karen Slamet Hardjo, S.Si., M.Sc.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL
HALAMAN PENGESAHAN
HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI
HALAMAN PERNYATAAN KEBENARAN DOKUMEN
KATA PENGANTAR i
DAFTAR ISI iii
DAFTAR GAMBAR viii
DAFTAR SKRIP xii
DAFTAR TABEL xiv
INTISARI xvi
ABSTRACT xvii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 9
1.3 Tujuan Penelitian 10
1.4 Manfaat Penelitian 10
1.5 Batasan Operasional 11
BAB II LANDASAN TEORI 12
2.1 Penginderaan Jauh 12
2.2 Citra Landsat *Surface Reflectance* 13
2.3 Suhu Permukaan Lahan 14
2.4 *Driving Factors* LST 17
2.4.1 Penutup Lahan 17
2.4.2 *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) 19
2.4.3 *Normalized Difference Built-Up Index* (NDBI) 19
2.4.4 *Normalized Difference Moisture Index* (NDMI) 20
2.4.5 Elevasi dan Kemiringan Lereng *(Slope)* 21
2.5 *Machine Learning* 23
2.6 *eXtreme Gradient Boosting* (XGBoost) 24

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pemodelan Spasial Suhu Permukaan Lahan Menggunakan Algoritma XGBoost dan Cellular Automata-Markov Chain di Kawasan Perkotaan Yogyakarta dan Sekitarnya Tahun 1999-2029
PRAMITHA DEWI, Karen Slamet Hardjo, S.Si., M.Sc.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.7 *Cellular Automata-Markov Chain* (CA-*Markov*) 26
2.8 Streamlit 27
2.9 Uji Usabilitas 28
2.10 Regresi Linier Sederhana 29
2.11 Penelitian Sebelumnya 30
BAB III METODE PENELITIAN 38
3.1 Lokasi Penelitian 38
3.2 Alat dan Bahan 40
3.2.1 Alat 40
3.2.2 Bahan 42
3.3 Tahapan Penelitian 43
3.3.1 Prapengolahan Data 43
3.3.1.1 Pengumpulan Data 43
3.3.1.2 Periodisasi Musim Kemarau 43
3.3.1.3 Pemanggilan Data Batas Area Kajian 45
3.3.1.4 Pemanggilan Citra Landsat 46
3.3.2 Ekstraksi LST 47
3.3.2.1 Transformasi NDVI 47
3.3.2.2 Perhitungan Proporsi Vegetasi 48
3.3.2.3 Perhitungan Emisivitas Permukaan 49
3.3.2.4 Penetapan *Brightness Temperature* 49
3.3.2.5 Perhitungan LST 49
3.3.3 Klasifikasi Penutup Lahan 50
3.3.3.1 Penentuan Jumlah Sampel 50
3.3.3.2 Pembuatan *Training Area* 50
3.3.3.3 Klasifikasi *Supervised* 51
3.3.4 Transformasi NDBI 51
3.3.5 Transformasi NDMI 51
3.3.6 Ekstraksi Elevasi dan *Slope* 52
3.3.7 Validasi Data 52
3.3.7.1 Validasi Data Penutup Lahan 52

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pemodelan Spasial Suhu Permukaan Lahan Menggunakan Algoritma XGBoost dan Cellular Automata-Markov Chain di Kawasan Perkotaan Yogyakarta dan Sekitarnya Tahun 1999-2029
PRAMITHA DEWI, Karen Slamet Hardjo, S.Si., M.Sc.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.3.7.2 Validasi Data LST 55
3.3.7.3 Validasi Data Indeks 55
3.3.8 Ekspor Data ke Google Drive 56
3.3.9 Prediksi Penutup Lahan Tahun 2029 57
3.3.10 Proyeksi Indeks Tahun 2029 58
3.3.11 Prediksi LST Tahun 2029 58
3.3.12 Uji Regresi Linier Sederhana 59
3.3.13 Visualisasi dalam *Web App* 59
3.4 Uji Usabilitas 60
3.5 Langkah Kerja Penelitian 63
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 65
4.1 Ekstraksi Data 65
4.1.1 Prapengolahan Data 65
4.1.2 Ekstraksi LST 70
4.1.2.1 Transformasi NDVI 70
4.1.2.2 Perhitungan Proporsi Vegetasi (Pv) 71
4.1.2.3 Perhitungan Emisivitas Permukaan 73
4.1.2.4 Penetapan *Brightness Temperature* 74
4.1.2.5 Perhitungan LST 76
4.1.3 Klasifikasi Penutup Lahan 76
4.1.4 Transformasi NDBI 79
4.1.5 Transformasi NDMI 80
4.1.6 Ekstraksi Elevasi dan *Slope* 81
4.1.7 Ekspor Data 83
4.2 Validasi Data 84
4.2.1 Validasi Data Penutup Lahan 84
4.2.2 Validasi Data LST 100
4.2.3 Validasi Data Indeks 105
4.3 Prediksi Penutup Lahan Tahun 2029 108
4.3.1 Konfigurasi *Environment* 108
4.3.2 Perhitungan Matriks Probabilitas Transisi 110

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pemodelan Spasial Suhu Permukaan Lahan Menggunakan Algoritma XGBoost dan Cellular Automata-Markov Chain di Kawasan Perkotaan Yogyakarta dan Sekitarnya Tahun 1999-2029
PRAMITHA DEWI, Karen Slamet Hardjo, S.Si., M.Sc.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.3.3 Penentuan Target Transisi 113
4.3.4 Penyusunan Data *Training* 115
4.3.5 *Training Model* 116
4.3.6 *Testing* Model (Prediksi Penutup Lahan Tahun 2024) 118
4.3.7 Evaluasi Model 119
4.3.8 Prediksi Penutup Lahan Tahun 2029 121
4.4 Proyeksi Indeks Tahun 2029 123
4.4.1 Konfigurasi *Environment* 124
4.4.2 Penyusunan Data *Training* 125
4.4.3 *Training* Model 126
4.4.4 *Testing* Model (Proyeksi Indeks Tahun 2024) 127
4.4.5 Evaluasi Model 128
4.4.6 Proyeksi Indeks Tahun 2029 128
4.5 Prediksi LST Tahun 2029 131
4.5.1 Konfigurasi *Environment* 131
4.5.2 Penyusunan Data *Training* 132
4.5.3 *Training* Model 133
4.5.4 *Testing* Model (Prediksi LST Tahun 2024) 135
4.5.5 Evaluasi Model 135
4.5.6 Prediksi LST Tahun 2029 135
4.5.7 Analisis Kontribusi Fitur dengan SHAP 137
4.6 Visualisasi Data 139
4.6.1 Klasifikasi Nilai untuk Simbolisasi Peta 139
4.6.2 Pembuatan *Tiles* dengan QGIS 141
4.6.3 Pembuatan *Web App* Spatify 144
4.7 Analisis Pemodelan LST Tahun 1999–2029 157
4.7.1 Statistik Deskriptif Nilai LST 157
4.7.2 Persebaran Nilai LST 160
4.7.3 Implikasi Pemodelan LST terhadap Upaya Mitigasi 170
4.8 Analisis Pemodelan Penutup Lahan Tahun 1999–2029 171
4.9 Analisis Pemodelan NDVI Tahun 1999–2029 175

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pemodelan Spasial Suhu Permukaan Lahan Menggunakan Algoritma XGBoost dan Cellular Automata-Markov Chain di Kawasan Perkotaan Yogyakarta dan Sekitarnya Tahun 1999-2029
PRAMITHA DEWI, Karen Slamet Hardjo, S.Si., M.Sc.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.10 Analisis Pemodelan NDBI Tahun 1999–2029 180
4.11 Analisis Pemodelan NDMI Tahun 1999–2029 184
4.12 Uji Regresi Linier Sederhana 188
4.13 Uji Usabilitas 191
4.13.1 Aspek *Learnability* 192
4.13.2 Aspek *Efficiency* 193
4.13.3 Aspek *Memorability* 194
4.13.4 Aspek *Error Rate* 194
4.13.5 Aspek *Satisfaction* 195
4.13.6 Hasil Evaluasi Usabilitas 196
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 197
5.1 Kesimpulan 197
5.2 Saran 198
DAFTAR PUSTAKA 199
LAMPIRAN A 216
LAMPIRAN B 240
LAMPIRAN C 244
LAMPIRAN D 246