

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
ABSTRACT.....	xvii
INTISARI.....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1    Latar Belakang.....	1
1.2    Perumusan Masalah.....	10
1.3    Pertanyaan Penelitian .....	11
1.4    Tujuan Penelitian.....	12
1.5    Hasil Penelitian.....	12
1.6    Manfaat Penelitian.....	13
1.7    Keaslian Penelitian .....	13
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>18</b>
2.1    Geografi Perkotaan .....	18
2.1.1    Definisi Kota Dipandang dari Segi Fisik Morfologis.....	19
2.1.2    Perkembangan Kota (Urban Development) .....	23
2.1.3    Proses Perkembangan Fisik Kota .....	25
2.1.4    Pola dan Bentuk Fisik Pertumbuhan (Urban Growth) dan Penjalaran Kota (Urban Sprawl) .....	26
2.2    Penginderaan Jauh untuk Studi Perkotaan.....	29
2.2.1    Citra Landsat .....	30
2.2.2    Transformasi Spektral Objek Bio-Fisik Perkotaan.....	33
2.2.3    Klasifikasi Citra Menggunakan Classification Tree Analysis.....	40
2.3    Model dan Pemodelan .....	44
2.4    Klasifikasi Model .....	45
2.5    Pendekatan Teoretis untuk Pemodelan Perkembangan Perkotaan .....	49

2.6	Model Cellular Automata .....	50
2.7	Kerangka Pemikiran .....	51
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>55</b>
3.1	Daerah Penelitian.....	56
3.2	Alat dan Bahan .....	58
3.3	Tahapan Penelitian .....	59
3.3.1	Tahap Persiapan.....	59
3.3.2	Tahap Pelaksanaan .....	60
3.4	Ekstraksi Informasi Penutup Lahan Perkotaan.....	60
3.4.1	Persiapan Pemrosesan Citra.....	60
3.4.2	Transformasi Spektral Citra.....	62
3.4.3	Skema Klasifikasi Penutup Lahan Perkotaan .....	65
3.4.4	Kriteria Sampel Klasifikasi .....	66
3.4.5	Klasifikasi Citra dengan Metode Classification Tree Analysis.....	67
3.4.6	Desain Sampel Uji Kebenaran Klasifikasi .....	67
3.4.7	Uji Akurasi Klasifikasi .....	68
3.4.8	Perbaikan Peta Lanskap Perkotaan.....	69
3.5	Perumusan Komponen Cellular Automata .....	71
3.5.1	Skenario Entitas Spasial <i>Model Cellular Automata</i> (Automaton) .....	71
3.5.2	Estimasi Kuantitas Perubahan .....	73
3.5.3	Pembuatan Peta Kesesuaian Lahan Perkotaan .....	75
3.5.4	Skenario Zonasi Wilayah Simulasi (Entitas Spasial Semu) .....	77
3.5.5	Model Ketetangaan (Neighbourhood).....	78
3.5.6	Pengaturan Nama Peta Hasil Simulasi .....	78
3.6	Simulasi <i>Model Cellular Automata</i> .....	79
3.7	Uji Akurasi Model .....	80
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>84</b>
4.1	Peta Penutup Lahan Perkotaan Malang .....	84
4.1.1	Pra Pemrosesan Citra.....	84
4.1.1.1	Koreksi Geometrik .....	85
4.1.1.2	Koreksi Radiometrik .....	86
4.1.1.3	Pemotongan dan Mosaik Citra .....	89

4.1.2	Transformasi Spektral Citra.....	94
4.1.2.1	Indeks Vegetasi .....	94
4.1.2.2	Indeks Tanah.....	96
4.1.2.3	Indeks Lahan Terbangun .....	99
4.1.2.4	Teknik Rotasi Citra.....	100
4.1.3	Desain Sampel Klasifikasi dan Validasi.....	106
4.1.3.1	Pengelolaan Hasil Pengukuran Lapangan .....	106
4.1.3.2	Pengenalan Pola Spektral Objek Penutup Lahan .....	110
4.1.3.3	Penentuan Sampel Objek Penutup Lahan.....	118
4.1.3.4	Pembagian Sampel Klasifikasi dan Validasi .....	121
4.1.3.5	Indeks Keterpisahan Sampel Klasifikasi .....	127
4.1.4	Klasifikasi Penutup Lahan Perkotaan (CTA) .....	132
4.1.5	Uji Akurasi Peta Penutup Lahan Perkotaan .....	136
4.1.6	Reklasifikasi dan Uji Akurasi Lanskap Perkotaan .....	141
4.1.7	Perbaikan Peta Lanskap Perkotaan.....	143
4.2	Simulasi dan Prediksi Perkembangan Perkotaan Menggunakan <i>Model Cellular Automata</i> .....	149
4.2.1	Penyusunan Peta Potensi Perubahan/Transisi .....	149
4.2.1.1	Kesesuaian Lahan Perkotaan .....	150
4.2.1.2	Model Ketetangaan.....	167
4.2.1.3	Status Peruntukan Pemanfaatan Ruang .....	170
4.2.1.4	Peta Potensi Perubahan/Transisi.....	172
4.2.2	Estimasi Kuantitas Perubahan .....	173
4.2.3	Agregasi Estimasi Kuantitas Perubahan pada Zonasi Wilayah Simulasi .....	178
4.2.4	Simulasi <i>Model Cellular Automata</i> .....	180
4.2.4.1	Simulasi <i>Model Cellular Automata</i> Berdasarkan Perubahan Resolusi Spasial.....	183
4.2.4.2	Simulasi <i>Model Cellular Automata</i> Berdasarkan Perubahan Zonasi Wilayah Simulasi.....	186
4.2.4.3	Simulasi <i>Model Cellular Automata</i> Berdasarkan Perubahan Model Ketetangaan .....	188

4.3	Pengaruh Perubahan Resolusi Spasial terhadap <i>Model Cellular Automata</i> .....	190
4.3.1	Perubahan Resolusi Spasial Lanskap Perkotaan .....	190
4.3.2	Perubahan Resolusi Spasial Kesesuaian Lahan Perkotaan.....	192
4.3.3	Perubahan Resolusi Spasial Model Ketetangaan .....	194
4.3.4	Perubahan Jumlah Piksel Estimasi Kuantitas Perubahan .....	196
4.3.5	Pengaruh Perubahan Resolusi Spasial terhadap Hasil Simulasi <i>Model Cellular Automata</i> .....	197
4.3.6	Pengaruh Perubahan Resolusi Spasial terhadap Akurasi Hasil Simulasi <i>Model Cellular Automata</i> .....	199
4.4	Pengaruh Perubahan Zonasi Wilayah Simulasi terhadap <i>Model Cellular Automata</i> .....	205
4.4.1	Pengaruh Perubahan Zonasi Wilayah Simulasi terhadap Akurasi Hasil <i>Model Cellular Automata</i> .....	206
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....		209
5.1	Kesimpulan.....	209
5.2	Saran .....	210
<b>DAFTAR RUJUKAN</b> .....		213
<b>LAMPIRAN</b> .....		218

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Penelitian Terdahulu sebagai Pembanding Keaslian Penelitian....	15
Tabel 2.1.	Karakteristik Sensor Citra Landsat-1 – 7 .....	31
Tabel 2.2.	Karakteristik Sensor Citra Landsat-8 .....	31
Tabel 2.3.	Klasifikasi Model Berdasarkan Lima Aspek.....	47
Tabel 2.4.	Karakteristik Pendekatan Teoretis Perkembangan Perkotaan .....	49
Tabel 3.1.	Wilayah Administrasi Penelitian .....	57
Tabel 3.2.	Kaitan Komponen Utama Perkotaan dengan Metode Transformasi Spektral.....	63
Tabel 3.3.	Formulasi Transformasi Kauth dan Thomas pada Citra Landsat 7 ETM+ .....	64
Tabel 3.4.	Formulasi Transformasi Kauth dan Thomas pada Citra Landsat 8 OLI .....	65
Tabel 3.5.	Skema Klasifikasi Penutup Lahan .....	65
Tabel 3.6.	Penentuan Area Duga Salah Klasifikasi.....	70
Tabel 3.7.	Skema Pengkelasan Ulang Penutup Lahan menjadi Lanskap Perkotaan .....	72
Tabel 3.8.	Analisis Spasial Faktor Pembentuk Kesesuaian Lahan.....	75
Tabel 3.9.	Penamaan Komponen Penyusun Model.....	79
Tabel 4.1.	Informasi Umum Citra Landsat yang Digunakan .....	85
Tabel 4.2.	Nilai RMSE Citra Landsat.....	86
Tabel 4.3.	Ketetapan untuk Setiap Parameter Proses Mosaik Citra .....	91
Tabel 4.4.	Visualisasi Objek pada NDVI .....	95
Tabel 4.5.	Visualisasi Objek pada SAVI.....	95
Tabel 4.6.	Perbandingan Visualisasi Objek Pada Indeks Tanah .....	97
Tabel 4.7.	Jumlah Sampel Berdasarkan Kelas Penutup Lahan Hasil Pengelolaan Data Lapangan .....	107
Tabel 4.8.	Potongan Gambar Objek Penutup Lahan pada Berbagai Komposit Citra .....	114
Tabel 4.9.	Sampel Objek Penutup Lahan .....	119
Tabel 4.10.	Pembagian Jumlah Sampel Klasifikasi dan Validasi Perekaman Citra Tahun 2017 .....	121

Tabel 4.11.	Pembagian Jumlah Sampel Klasifikasi dan Validasi Perekaman Citra Tahun 2013 .....	122
Tabel 4.12.	Pembagian Jumlah Sampel Klasifikasi dan Validasi Perekaman Citra Tahun 2003 .....	123
Tabel 4.13.	Pemilihan Pembagian Sampel Klasifikasi, Validasi Penutup Lahan, dan Validasi Lanskap Perkotaan .....	124
Tabel 4.14.	Indeks Keterpisahan Sampel Klasifikasi Tahun 2003 .....	129
Tabel 4.15.	Indeks Keterpisahan Sampel Klasifikasi Tahun 2013 .....	130
Tabel 4.16.	Indeks Keterpisahan Sampel Klasifikasi Tahun 2017 .....	131
Tabel 4.17.	Matriks Kesalahan Peta Penutup Lahan Tahun 2003 .....	137
Tabel 4.18.	Matriks Kesalahan Peta Penutup Lahan Tahun 2013 .....	138
Tabel 4.19.	Matriks Kesalahan Peta Penutup Lahan Tahun 2017 .....	139
Tabel 4.20.	Hasil Uji Akurasi Lanskap Perkotaan .....	142
Tabel 4.21.	Uji Akurasi Perbaikan Peta Lanskap Perkotaan .....	149
Tabel 4.22.	Faktor Penyebab Perubahan Perkotaan dan Perolehannya .....	150
Tabel 4.23.	Daftar Industri Besar dan Menengah Kota dan Kabupaten Malang .....	152
Tabel 4.24.	Daftar Perguruan Tinggi di Kota dan Kabupaten Malang .....	153
Tabel 4.25.	Daftar Pusat Pemerintahan di Wilayah Studi .....	155
Tabel 4.26.	Daftar Lokasi Pasar Induk dan Pasar Tradisional di Wilayah Studi .....	156
Tabel 4.27.	Uji Coba Skenario Ketetapan pada Metode MLP .....	163
Tabel 4.28.	Estimasi Jumlah Penduduk .....	174
Tabel 4.29.	Agregasi Estimasi Kuantitas Perubahan pada Zonasi Wilayah Simulasi .....	179
Tabel 4.30.	Deskripsi Operator dan Fungsi dalam Script MCA .....	183
Tabel 4.31.	Uji Akurasi Prediksi Perkembangan Perkotaan Berdasarkan Skenario Perubahan Resolusi Spasial, Zonasi Wilayah Simulasi, dan Tipe Model Ketetangaan .....	200

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Kaitan Geografi Perkotaan dengan Ilmu Disiplin Ilmu Lain .....	19
Gambar 2.2.	Rural Urban Continuum .....	23
Gambar 2.3.	Bentuk Penjalaran Kota Harvey dan Clark (1971).....	27
Gambar 2.4.	Ekspresi Keruangan Bentuk-bentuk Kota Ruswurm (1980).....	28
Gambar 2.5.	Pola dan Bentuk Pertumbuhan Kota Menurut Wilson (2003).....	29
Gambar 2.6.	Kurva Pantulan Spektral Objek Alamiah .....	35
Gambar 2.7.	Kurva Pantulan Spektral Objek Material Perkotaan .....	36
Gambar 2.8.	Model Decision Tree .....	41
Gambar 2.9.	Bentuk Pemisahan Data Model Decision Tree.....	42
Gambar 2.10.	Proses Pemangkasan (Pruning Tree) .....	44
Gambar 2.11.	Klasifikasi Model Berdasarkan Derajat Penyederhanaan (Thomas dan Hugget, 1980) .....	46
Gambar 2.12.	Taksonomi Model pada Ilmu Lingkungan dan GIS .....	47
Gambar 2.13.	Klasifikasi Model Berdasarkan Enam Kriteria.....	48
Gambar 2.14.	Contoh Model Cellular Automata Sederhana “Game of Life” ....	50
Gambar 2.15.	Skema Kerangka Pemikiran Penelitian .....	54
Gambar 3.1.	Diagram Alir Klasifikasi Penutup Lahan Perkotaan (Tujuan 1) ....	56
Gambar 3.2.	Peta Area Penelitian .....	57
Gambar 3.3.	Matriks Kesalahan untuk Perhitungan Uji Akurasi.....	69
Gambar 3.4.	Konstruksi Automaton.....	71
Gambar 3.5.	Sistem Jaringan Syaraf Tiruan (ANN) .....	76
Gambar 3.6.	Zonasi Wilayah Simulasi.....	77
Gambar 3.7.	Konstruksi Susunan Ketetangaan dengan Prinsip Fungsi Peluruhan Jarak (a. von Neumann; b. Moore).....	78
Gambar 3.8.	Skema Penamaan Hasil Simulasi .....	79
Gambar 3.9.	Konsep Ketepatan Lokasi Perubahan (Dimana: Warna Hijau adalah BLT; Warna Kuning adalah LT; Coklat adalah Perubahan (BLT ke LT); H adalah Hits; M adalah Misses; F adalah False Alarm; dan N adalah Null Success).....	82

Gambar 3.10. Diagram Alir Simulasi Model Cellular Automata (Tujuan 2, 3, dan 4).....	83
Gambar 4.1. Koreksi Radiometrik Citra Landsat. Streching 2% dan Path/Row 118/65. ....	87
Gambar 4.2. Pola Pantulan Spektral Objek. Diperoleh dari Citra Landsat 7 ETM+. ....	88
Gambar 4.3. Kotak Pembatas Area Penelitian .....	89
Gambar 4.4. Hasil Pemotongan Citra Landsat .....	91
Gambar 4.5. Citra Landsat Hasil Pengolahan Mosaik Citra .....	93
Gambar 4.6. NDVI Setiap Tahun Perekaman Citra .....	95
Gambar 4.7. SAVI Setiap Tahun Perekaman Citra (Streching Linier 2%).....	95
Gambar 4.8. Perbandingan NDVI dan SAVI pada Objek Vegetasi Citra Landsat 8 2017 .....	96
Gambar 4.9. Hasil Indeks Tanah Citra Landsat Perekaman Tahun 2013 (Streching Linier 2%) .....	98
Gambar 4.10. Visualisasi Keragaman Objek Tanah pada Indeks Tanah Citra Landsat Tahun 2017 (Streching Linier 2%) .....	99
Gambar 4.11. Perbandingan Hasil NDBI dan EBBI Citra Landsat Tahun 2013 (Streching Linier 2%) .....	100
Gambar 4.12. Hasil Analisis PCA Citra Landsat Tahun 2013 (Streching Linier 2%) .....	102
Gambar 4.13. Perbandingan Nilai Eigen Values Hasil Analisis PCA .....	103
Gambar 4.14. Perbandingan PCA1 Hasil Analisis PCA Tahun 2003, 2013, dan 2017 (Streching Linier 2%) .....	103
Gambar 4.15. Tampilan Objek Terserak dan Salt Paper pada Hasil Analisis PCA Tahun 2013 .....	104
Gambar 4.16. Perbandingan Hasil Transformasi TC pada Masing-masing Citra (Streching Linier 2%) .....	106
Gambar 4.17. Peta Sebaran Sampel Hasil Pengelolaan Pengukuran Lapangan	109
Gambar 4.18. Pola Spektral Objek Penutup Lahan (Citra Landsat 8 Tahun 2017) .....	110
Gambar 4.19. Peta Mosaik Citra Landsat (Citra Lansat 8 Tahun 2017) .....	113

Gambar 4.20. Peta Sebaran Sampel Tahun 2017 .....	125
Gambar 4.21. Peta Sebaran Sampel Tahun 2013 .....	126
Gambar 4.22. Peta Sebaran Sampel Tahun 2003 .....	126
Gambar 4.23. Aturan Pengambilan Keputusan Klasifikasi (Decision Tree), Klasifikasi Penutup Lahan Tahun 2013 .....	133
Gambar 4.24. Peta Penutup Lahan Perkotaan Malang Tahun 2003.....	133
Gambar 4.25. Peta Penutup Lahan Perkotaan Malang Tahun 2013.....	134
Gambar 4.26. Peta Penutup Lahan Perkotaan Malang Tahun 2017.....	134
Gambar 4.27. Hasil Reklasifikasi Peta Penutup Lahan Menjadi Peta Lanskap Perkotaan (Warna Merah (LT) dan Warna Hitam (BLT)). .....	142
Gambar 4.28. Proses Pemfilteran Spasial Peta Lanskap Perkotaan Tahun 2013 (Warna Hitam BLT dan Warna Pink LT) . (a) Peta Lanskap Perkotaan Hasil Model CTA; (b) Peta Lanskap Perkotaan Majority Filter 1; (c) Peta Lanskap Perkotaan Majority Filter 2.....	144
Gambar 4.29. Hasil Transformasi Spektral Objek Perkotaan Tahun 2013 .....	145
Gambar 4.30. Hasil Pengkelasan Menggunakan Metode Natural Break Jenks Tahun 2013.....	146
Gambar 4.31. Hasil Peta Lanskap Perkotaan Terkoreksi Tahun 2003, 2013, dan 2017 .....	148
Gambar 4.32. Peta Faktor Penentu Kesesuaian Lahan Perkotaan.....	162
Gambar 4.33. Peta Kesesuaian Lahan Perkotaan Hasil Metode MLP .....	167
Gambar 4.34. Peta Hasil Analisis Model Ketetangaan .....	170
Gambar 4.35. Peta Status Peruntukan Pemanfaatan Ruang Perkotaan Malang .	171
Gambar 4.36. Hasil Pengolahan Peta Potensi Perubahan/Transisi Perkotaan Malang.....	173
Gambar 4.37. Peta Akumulasi Pikelan Lahan Terbangun pada Level Desa.....	175
Gambar 4.38. Hasil Analisis Regresi Linier.....	176
Gambar 4.39. Komparasi Estimasi dan Aktual Lahan Terbangun 2017.....	178
Gambar 4.40. Agregasi Estimasi Kuantitas Perubahan pada Zonasi Wilayah Simulasi (Pikelan).....	179
Gambar 4.41. Alur Proses Simulasi Berdasarkan Script MCA.....	182
Gambar 4.42. Hasil Simulasi MCA Berdasarkan Perubahan Resolusi Spasial .	184

Gambar 4.43. Hasil Simulasi CA Berdasar Perubahan Zonasi Wilayah Simulasi .....	187
Gambar 4.44. Hasil Simulasi CA Berdasarkan Perubahan Tipe Model Ketetangaan .....	189
Gambar 4.45. Perubahan Resolusi Spasial pada Peta Lanskap Perkotaan .....	192
Gambar 4.46. Akibat Perubahan Resolusi Spasial pada Luas Area Perkotaan Malang .....	192
Gambar 4.47. Perubahan Resolusi Spasial pada Peta Kesesuaian Lahan .....	194
Gambar 4.48. Perubahan Resolusi Spasial pada Model Ketetangaan .....	195
Gambar 4.49. Perubahan Jumlah Piksel Estimasi Kuantitas Perubahan .....	197
Gambar 4.50. Kurva HOC, MOC, dan FOC Berdasarkan Perubahan Resolusi Spasial.....	202
Gambar 4.51. Kurva HOC, MOC, dan FOC Berdasarkan Perubahan Resolusi Spasial Mengikuti Perubahan Zonasi Wilayah Simulasi.....	203
Gambar 4.52. Kurva HOC, MOC, dan FOC Berdasarkan Perubahan Resolusi Spasial Mengikuti Perubahan Zonasi Wilayah Simulasi.....	204
Gambar 4.53. Kurva HOC, MOC, dan FOC Berdasarkan Perubahan Zonasi Wilayah Simulasi.....	207
Gambar 4.54. Kurva HOC Berdasarkan Perubahan ZWS pada Setiap Ukuran Resolusi Spasial.....	208