

## DAFTAR ISI

Halaman Depan	i
Halaman Persetujuan	ii
Pernyataan Bebas Plagiat	iii
Intisari	iv
<i>Abstract</i>	v
Kata Pengantar	vi
Daftar Isi	ix
Daftar Tabel	xii
Daftar Gambar	xv
Daftar Lampiran	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	6
1.3. Tujuan Penelitian	9
1.4. Manfaat Penelitian	10
1.5. Ruang Lingkup Penelitian	10
1.6. Keaslian dan Kebaharuan Penelitian	10
1.7. Sistematika Penulisan	18
<b>BAB II TELAAH PUSTAKA DAN KERANGKA PEMIKIRAN</b>	<b>20</b>
2.1. Telaah Pustaka	20
2.1.1. Sistem Penginderaan Jauh	20
2.1.2. Metode Klasifikasi Penggunaan Lahan	21
2.1.3. Kualitas Lingkungan Perkotaan	22
2.1.4. Kualitas Biofisik Perkotaan	23
2.1.5. Faktor Iklim Mikro	30
2.1.6. Kualitas Udara	32
2.1.7. <i>Urban Biophysical Environmental Quality</i>	33
2.1.8. <i>Principle Component Analysis</i>	36
2.1.9. <i>Analytical Hierarchy Process (AHP)</i>	36
2.2. Kerangka Pemikiran	38
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	<b>53</b>
3.1. Ringkasan Isi Bab 3	53
3.2. Bahan dan Alat Penelitian	56
3.3. Tahapan Pra-pengolahan Citra Penginderaan Jauh	56
3.4. Tahapan Ekstraksi Data Penginderaan Jauh	58
3.4.1. Analisis Visual Penggunaan Lahan	58
3.4.2. Analisis Kualitas Fisik Permukiman	61
3.4.3. Transformasi Indeks Bangunan Resolusi Menengah	63
3.4.4. Transformasi <i>Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)</i>	64
3.4.5. Transformasi Indeks Air	65
3.4.6. Transformasi <i>Impervious surface</i> (Permukaan Kedap Air)	65
3.4.7. Transformasi <i>Land Surface Temperature</i>	66

3.4.8.	Indeks Normalisasi Citra Resolusi Tinggi	67
3.4.9.	Transformasi Indeks Lain Citra Resolusi Tinggi	69
3.5.	Penentuan daerah sampel dan Uji lapangan	71
3.6.	Memilih dan Mengkombinasikan Parameter UBEQ	74
3.7.	Merumuskan <i>Urban Biophysical Environmental Quality</i> berdasarkan karakteristik spektral data penginderaan jauh dan data spasial	79
3.8.	Validasi model Kualitas Fisik-Lingkungan Perkotaan	84
<b>BAB IV DESKRIPSI WILAYAH PENELITIAN</b>		<b>88</b>
4.1.	Lokasi Penelitian di Perkotaan Yogyakarta	88
4.1.1.	Kondisi Fisiografis Perkotaan Yogyakarta	88
4.1.2.	Kondisi Klimatologi	89
4.1.3.	Kondisi Penduduk Daerah Istimewa Yogyakarta	89
4.2.	Fasilitas Umum di Daerah Istimewa Yogyakarta	91
4.2.1.	Fasilitas Kesehatan	91
4.2.2.	Fasilitas Air Bersih	92
4.2.3.	Fasilitas Pendidikan	93
4.3.	Transportasi Perkotaan Yogyakarta	94
4.4.	Pencemaran Udara	96
<b>BAB V HASIL PEMROSESAN DAN PENYUSUNAN PARAMETER PENELITIAN</b>		<b>98</b>
5.1.	Ringkasan Isi Bab 5	98
5.2.	Tahapan Pra-pengolahan Citra Penginderaan Jauh	102
5.2.1.	Pre-processing Citra Landsat 8 OLI	102
5.2.2.	Pre-processing Citra Sentinel	103
5.2.3.	Pre-Processing Citra Worldview-2	103
5.3.	Ekstraksi Data Penginderaan Jauh secara Visual	103
5.4.	Transformasi Digital Citra Penginderaan Jauh	109
5.4.1.	Transformasi Indeks Citra Resolusi Menengah	109
5.4.2.	Transformasi Indeks Citra Worldview-2	114
5.4.	Penyusunan Parameter Kualitas Udara	118
5.4.1.	Karbon Monoksida (CO)	118
5.4.2.	<i>Particulate Matter</i> 10 (PM10)	118
5.4.3.	NO <sub>2</sub>	119
5.4.4.	O <sub>3</sub>	119
5.4.5.	SO <sub>2</sub>	119
5.4.6.	CO <sub>2</sub> (gas rumah kaca)	119
5.4.7.	Indeks Kualitas Udara	120
5.4.8.	Kelembapan Udara	121
5.4.9.	Kebisingan	121
5.4.10.	Temperatur	122
5.5.	Analisis Faktor	122
5.5.1.	Analisis Faktor Parameter Biofisik Citra Landsat	122
5.5.2.	Analisis Faktor Indeks Citra Sentinel	127
5.5.3.	Analisis Faktor Citra Resolusi Tinggi	130

5.5.4.	Analisis Faktor Parameter Kualitas Udara dan Iklim Mikro	133
5.5.5.	Analisis Faktor Parameter Kualitas Permukiman	134
<b>BAB VI PEMODELAN <i>URBAN BIOPHYSICAL ENVIRONMENTAL QUALITY</i> dan PENYUSUNAN <i>URBAN BIOPHYSICAL ENVIRONMENTAL INDEX</i></b>		
6.1.	Pemodelan UBEQ Resolusi Menengah	138
6.1.1.	Pemodelan UBEQ dengan Skenario 1	138
6.1.2.	Pemodelan UBEQ Skenario 2	144
6.1.3.	Pemodelan UBEQ Skenario 3	149
6.1.4.	Penyusunan Model UBEQ Skenario 4	155
6.2.	Penyusunan Parameter UBEQ Resolusi Tinggi	155
6.3.	Peran dan Kedudukan Variabel Penelitian terhadap Model	161
6.4.	Klasifikasi Indeks dan Validasi Model	165
<b>BAB VII TEMUAN PENELITIAN DAN KONTRIBUSI TEORITIS TERHADAP PERKEMBANGAN PENGINDERAAN JAUH UNTUK STUDI PERKOTAAN</b>		
7.1.	Kontribusi Teoritis Terkait dengan Skema Parameter Penelitian	175
7.2.	Temuan Terkait Pemodelan	178
7.3.	Temuan Terkait dengan Aspek Geografis Wilayah Kajian Penelitian	179
<b>BAB VIII KESIMPULAN DAN SARAN</b>		
	Daftar Pustaka	187

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1.	Keaslian Penelitian berdasarkan penelitian terdahulu	13
Tabel 1.2.	Kebaharuan Penelitian	16
Tabel 1.3.	Perkembangan Penelitian Biofisik dan Lingkungan Perkotaan	17
Tabel 2.1.	Spesifikasi Saluran Spektral Sensor Pencitra LDCM (Landsat-8)	20
Tabel 2.2.	Resolusi Spektral dan Spasial Citra <i>Worldview</i> 3 dibandingkan citra satelit generasi sebelumnya	21
Tabel 2.3.	Persyaratan Fisik untuk Perumahan dan Permukiman	32
Tabel 2.4.	Rentang Indeks Standar Pencemar Udara	32
Tabel 2.5.	Daftar Parameter dan Variabel yang digunakan dalam Penelitian	43
Tabel 3.1.	Analisis Data Penginderaan Jauh	58
Tabel 3.2.	Skema Klasifikasi Penggunaan Lahan	59
Tabel 3.3.	Klasifikasi dan harkat Kepadatan Permukiman	61
Tabel 3.4.	Klasifikasi dan Harkat Pola Permukiman	62
Tabel 3.5.	Klasifikasi dan Harkat Lebar Jalan	62
Tabel 3.6.	Klasifikasi dan harkat Kondisi Jalan	62
Tabel 3.7.	Klasifikasi dan Harkat Kondisi Halaman	63
Tabel 3.8.	Klasifikasi dan Harkat Keberadaan Pohon Pelindung	63
Tabel 3.9.	Indeks Lahan Terbangun Perkotaan	64
Tabel 3.10.	<i>Split Window Coefficient</i>	67
Tabel 3.11.	Kombinasi <i>Normalized index</i> untuk Citra <i>Worldview</i> -2	69
Tabel 3.12.	Transformasi Indeks yang digunakan pada Citra <i>Worldview</i> -2	70
Tabel 3.13.	Pengambilan Sampel Lapangan	72
Tabel 3.14.	Skala dalam <i>Pairwise Comparison</i>	83
Tabel 3.15.	Nilai Random Indeks (RI)	83
Tabel 3.16.	Rentang Nilai Alpha Cronbach's	85
Tabel 3.17.	Rentang Nilai Indeks Kappa	85
Tabel 3.18.	Tingkat Kesepatan menggunakan Cohen's kappa	85
Tabel 4.1.	Suhu Udara di DIY tahun 2017	89
Tabel 4.2.	Jumlah Penduduk DIY	90
Tabel 4.3.	Fasilitas Pendidikan di DIY	91
Tabel 4.4.	Fasilitas Kesehatan	92
Tabel 4.5.	Jumlah Rumah Tangga dan Sumber Air Minum	93
Tabel 4.6.	Angka Partisipasi Sekolah Kabupaten/Kota di DIY	94
Tabel 4.7.	Jumlah Sekolah Tingkatan Sekolah dan Kabupaten/Kota	94
Tabel 4.8.	Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis Kendaraan	95
Tabel 4.9.	Perubahan Penambahan Ruas Jalan	96
Tabel 4.10.	Baku Mutu Kualitas Udara	97
Tabel 5.1.	Proses Pemilihan Variabel Biofisik pada Citra Landsat 8 OLI	99
Tabel 5.2.	Proses Pemilihan Variabel Biofisik pada Citra Sentinel 2A	100
Tabel 5.3.	Proses Pemilihan Variabel Biofisik pada Citra <i>Worldview</i> -2	101
Tabel 5.4.	Hasil Klasifikasi Visual Penggunaan Lahan Citra <i>Worldview</i> -2	104
Tabel 5.5.	Kelas Kepadatan Permukiman	107
Tabel 5.6.	Pola Permukiman	108
Tabel 5.7.	Kelas Lebar Jalan	108

Tabel 5.8.	Kelas Kondisi Jalan	108
Tabel 5.9.	Kelas Pohon Pelindung	109
Tabel 5.10.	Uji Akurasi Kombinasi saluran NIR dan saluran kuning	115
Tabel 5.11.	Uji Akurasi <i>Normalized index</i> untuk Lahan Terbangun	115
Tabel 5.12.	Uji Akurasi Pemetaan Indeks Vegetasi dari Citra Worldview-2	115
Tabel 5.13.	Uji Akurasi Indeks Air pada Citra Worldview-2	117
Tabel 5.14.	Perhitungan Indeks Standar Pencemar Udara	120
Tabel 5.15.	Skema Analisis Faktor untuk Memilih Parameter Biofisik	123
Tabel 5.16.	Hasil Analisis Faktor 2 Variabel Penyusun Parameter Biofisik	123
Tabel 5.17.	Hasil Analisis Faktor 3 Variabel Indeks Citra Landsat	124
Tabel 5.18.	Hasil Analisis Faktor 4 Variabel Citra Landsat	124
Tabel 5.19.	Analisis Faktor 5 Variabel Citra Landsat	125
Tabel 5.20.	KMO dan <i>Bartlett's Test</i>	125
Tabel 5.21.	Hasil analisis nilai Anti-Image Matriks	125
Tabel 5.22.	Matriks Komponen dengan skenario 5 variabel	126
Tabel 5.23.	Hasil Nilai Varians untuk 5 Variabel Biofisik Perkotaan	127
Tabel 5.24.	Analisis Komponen Matriks dan Matriks Rotasi Komponen	127
Tabel 5.25.	Hasil Analisis Faktor 2 Variabel Citra Sentinel	128
Tabel 5.26.	Hasil Analisis Faktor 3 variabel Citra Sentinel	129
Tabel 5.27.	Hasil Analisis Faktor 5 variabel Citra Sentinel	129
Tabel 5.28.	Hasil KMO dan <i>Bartlett's Test</i>	129
Tabel 5.29.	Hasil Komponen Matriks skenario 5 variabel	129
Tabel 5.30.	NI untuk Analisis Faktor Resolusi Tinggi	130
Tabel 5.31.	Hasil Analisis Faktor 2 Variabel Citra Worldview-2	131
Tabel 5.32.	Hasil Analisis Faktor 3 variabel Citra Worldview-2	131
Tabel 5.33.	Hasil Analisis Faktor 4 Variabel Penyusun Parameter Biofisik	132
Tabel 5.34.	Hasil Analisis Faktor 5 Variabel Penyusun Parameter Biofisik	133
Tabel 5.35.	Hasil Analisis PCA 6 Variabel Penyusun Parameter Biofisik	133
Tabel 5.36.	Matriks Korelasi Penyusun Parameter Kualitas Udara	134
Tabel 5.37.	Matriks Komponen dan Rotasi Matriks Komponen	134
Tabel 5.38.	Matriks Korelasi Parameter Kualitas Permukiman	135
Tabel 6.1.	Parameter terpilih yang digunakan untuk Penyusunan UBEQ	137
Tabel 6.2.	Skenario Pemodelan dengan Parameter Biofisik Perkotaan	138
Tabel 6.3.	Skenario penyusunan parameter biofisik Citra Sentinel	139
Tabel 6.4.	Formula untuk Pemodelan Skenario 1	140
Tabel 6.5.	Hasil Matriks Akurasi Pengamatan Lapangan dengan Pemodelan pada Skenario 1.1.	142
Tabel 6.6.	Nilai <i>Cohen's kappa</i> terbentuk	142
Tabel 6.7.	Parameter Terbentuk pada Pemodelan UBEQ Skenario 2 Citra Landsat	144
Tabel 6.8.	Parameter Terbentuk pada Pemodelan UBEQ Skenario 2 Citra Sentinel	145
Tabel 6.9.	Formula untuk Pemodelan Skenario 2	145
Tabel 6.10.	Hasil Analisis Statistik untuk Skenario 2	146
Tabel 6.11.	Hasil Matriks Perhitungan <i>Cohen's kappa</i> Pemodelan Skenario 2.2.	147

Tabel 6.12.	Komponen yang terbentuk pada skenario ketiga	150
Tabel 6.13.	Rumus untuk Pemodelan Skenario 3	151
Tabel 6.14.	Hasil Matriks Perhitungan <i>Cohen's kappa</i> Pemodelan Skenario 3.2	152
Tabel 6.15.	Parameter yang digunakan untuk Penyusunan UBEQ	155
Tabel 6.16.	Hasil Analisis Faktor Parameter Biofisik Perkotaan Resolusi Tinggi	156
Tabel 6.17.	Skenario Pemodelan UBEQ Citra Worldview-2	157
Tabel 6.18.	Hasil Analisis Faktor Pemodelan UBEQ Citra Resolusi Tinggi	158
Tabel 6.19.	Hasil Kajian dan Pemilihan Variabel Biofisik	164
Tabel 6.20.	Pemrosesan Kasus	166
Tabel 6.21.	Hasil Analisis Kuesioner di Lapangan untuk Validasi Model	166
Tabel 6.22.	Hasil Analisis Kuesioner di Lapangan untuk Validasi Model	167
Tabel 6.23.	Hasil analisis responden terkait dengan penyebab ketidaknyamanan	168
Tabel 6.24.	Indikator Penyebab Ketidaknyamanan	168
Tabel 6.25.	Hasil <i>Indept interview</i> dengan penduduk	170
Tabel 7.1.	Skema Parameter UBEQ dari berbagai resolusi	176
Tabel 7.2.	Standar Data Pemodelan UBEQ	178
Tabel 7.3.	Klasifikasi Indeks Kenyamanan dari Resolusi Spasial Menengah dan Resolusi Tinggi	178
Tabel 7.4.	Indikator Tingkat Kenyamanan Biofisik dan Lingkungan Perkotaan	179
Tabel 7.5.	Ringkasan Temuan dan Kontribusi Penelitian	183

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Bagan <i>State of the art</i> penelitian	9
Gambar 1.2.	Bagan Kedudukan Penelitian	10
Gambar 2.1.	Pantulan Spektral dari berdasarkan karakteristik material penyusun lahan terbangun perkotaan.	24
Gambar 2.2.	Contoh Pantulan Spektral <i>Urban Impervious Surface</i>	29
Gambar 2.3.	Contoh pantulan vegetasi hijau dan kering	30
Gambar 2.4.	<i>Quality Urban Design</i>	35
Gambar 2.5.	Konsep Penyusun UBEQ	39
Gambar 2.6.	Indikator UBEQ	40
Gambar 2.7.	Kerangka Masalah Penelitian	41
Gambar 2.8.	Kerangka Pemikiran Penyusunan Parameter Penelitian	44
Gambar 2.9.	Penyusunan dan Pengkombinasian Parameter Biofisik Perkotaan	48
Gambar 2.10.	Pemilihan Kombinasi Parameter Biofisik pada Citra Resolusi Tinggi	49
Gambar 2.11.	Proses Analisis Faktor Iklim Mikro	49
Gambar 2.12.	Proses Analisis Faktor untuk Kualitas Udara	50
Gambar 3.1.	Lokasi Penelitian	55
Gambar 3.2.	Bagan Alir Pembuatan Indeks Normalisasi	68
Gambar 3.3.	Diagram Alir Ekstraksi Parameter Penelitian	73
Gambar 3.4.	Bagan Analisis Faktor dalam Menyusun dan Mengkombinasikan Parameter Biofisik Perkotaan	77
Gambar 3.5.	Skenario Pemodelan Resolusi Menengah	81
Gambar 3.6.	Sruktur Hirarkhi Masalah menggunakan AHP	82
Gambar 3.7.	Diagram Alir Penelitian secara Keseluruhan	87
Gambar 5.1.	Rekomendasi Jumlah Penyusun Parameter Biofisik	102
Gambar 5.2.	Hasil Interpretasi Penggunaan Lahan	105
Gambar 5.3.	Contoh Visualisasi Kepadatan permukiman	106
Gambar 5.4.	Hasil Transformasi NDBI Citra Landsat	111
Gambar 5.5.	Hasil Transformasi NDBI Citra Sentinel	112
Gambar 5.6.	Contoh Analisis <i>Threshold</i> untuk Lahan Terbangun	114
Gambar 5.7.	Urutan Kombinasi untuk Indeks Vegetasi Resolusi Tinggi	116
Gambar 5.8.	Urutan terbaik untuk Indeks Air Resolusi Tinggi	117
Gambar 6.1.	Perbandingan Pemodelan Skenario 1	141
Gambar 6.2.	Peta Indeks Kenyamanan Biofisik dan Lingkungan Permukiman Skenario 1	143
Gambar 6.3.	Perbandingan Hasil Model Skenario 2 Citra Landsat	147
Gambar 6.4.	Peta Distribusi Tingkat Kenyamanan Perkotaan Yogyakarta dengan Skenario 2.2	148
Gambar 6.5.	Perbandingan hasil Pemodelan UBEQ Resolusi Menengah	152
Gambar 6.6.	Peta Distribusi Tingkat Kenyamanan Hasil Skenario 3.2	153
Gambar 6.7.	Hasil Pemodelan UBEQ Skenario 9	159
Gambar 6.8.	Perbandingan hasil pemodelan UBEQ Resolusi Tinggi	160

Gambar 6.9.	Perbandingan Hasil UBEQ Resolusi Menengah dan Resolusi Tinggi	174
Gambar 7.1.	Parameter Terbentuk untuk Pemodelan UBEQ pada Resolusi Menengah	175
Gambar 7.2.	Ilustrasi Skema Perbandingan Tingkat Kedetailan Resolusi Spasial	177

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Hasil Pengamatan Lapangan Penggunaan Lahan	L-1
Lampiran 2.	Peta Kelas Kepadatan permukiman	L-8
Lampiran 3.	Contoh Analisis Kepadatan Permukiman	L-9
Lampiran 4.	Peta Kelas Pola Permukiman	L-12
Lampiran 5.	Peta Kelas Lebar Jalan	L-13
Lampiran 6.	Peta Kelas Kondisi Jalan	L-14
Lampiran 7.	Peta Kelas Pohon Pelindung	L-15
Lampiran 8.	Peta Hasil Transformasi NDVI Landsat	L-16
Lampiran 9.	Peta Hasil Transformasi SAVI Landsat	L-17
Lampiran 10.	Peta Hasil Transformasi NDVI Sentinel	L-18
Lampiran 11.	Peta Hasil Transformasi SAVI Sentinel	L-19
Lampiran 12.	Peta Hasil Transformasi NDWI Landsat	L-20
Lampiran 13.	Peta Hasil Transformasi LST Landsat	L-21
Lampiran 14.	Uji Akurasi Lahan Terbangun Perkotaan	L-22
Lampiran 15.	Uji Akurasi Indeks Vegetasi	L-23
Lampiran 16.	Uji Akurasi Indeks Air	L-23
Lampiran 17.	Hasil Pengukuran Kualitas Udara dari Data BKLH	L-24
Lampiran 18.	Hasil Perhitungan Indeks Standar Kualitas Udara	L-25
Lampiran 19.	Peta pengukuran Kualitas Udara Lapangan	L-27
Lampiran 20.	Peta Distribusi PM10 hasil pengukuran lapangan	L-30
Lampiran 21.	Peta Kelembapan Udara	L-32
Lampiran 22.	Peta Kebisingan Suara	L-33
Lampiran 23.	Peta Pemodelan UBEQ Resolusi Menengah Skenario 1.1	L-34
Lampiran 24.	Peta Pemodelan UBEQ Resolusi Menengah Skenario 1.2.	L-35
Lampiran 25.	Peta Pemodelan UBEQ Resolusi Menengah Skenario 1.3	L-36
Lampiran 26.	Peta Pemodelan UBEQ Resolusi Menengah Skenario 1.4	L-37
Lampiran 27.	Peta Pemodelan UBEQ Citra Sentinel Skenario 1.1	L-38
Lampiran 28.	Peta Pemodelan UBEQ Citra Sentinel Skenario 1.2	L-39
Lampiran 29.	Peta Pemodelan UBEQ Citra Sentinel Skenario 1.3	L-40
Lampiran 30.	Peta Pemodelan UBEQ Citra Landsat Skenario 2.1	L-41
Lampiran 31.	Peta Pemodelan UBEQ Citra Landsat Skenario 2.2	L-42
Lampiran 32.	Peta Pemodelan UBEQ Citra Landsat Skenario 2.3.	L-43
Lampiran 33.	Peta Pemodelan UBEQ Citra Landsat Skenario 2.4	L-44
Lampiran 34.	Peta Pemodelan UBEQ Citra Sentinel Skenario 2.1.	L-45
Lampiran 35.	Peta Pemodelan UBEQ Citra Sentinel Skenario 2.2.	L-46
Lampiran 36.	Peta Pemodelan UBEQ Citra Sentinel Skenario 2.3	L-47
Lampiran 37.	Peta Pemodelan UBEQ Citra Landsat 3.1	L-48
Lampiran 38.	Peta Pemodelan UBEQ Citra Landsat 3.2	L-49
Lampiran 39.	Peta Pemodelan UBEQ Citra Landsat 3.3	L-50
Lampiran 40.	Peta Pemodelan UBEQ Citra Landsat 3.4	L-51
Lampiran 41.	Peta Pemodelan UBEQ Citra Sentinel 3.1	L-52

Lampiran 42.	Peta Pemodelan UBEQ Citra Sentinel 3.2	L-53
Lampiran 43.	Peta Pemodelan UBEQ Citra Sentinel 3.3	L-54
Lampiran 44.	Hasil Perhitungan Cohen's Kappa	L-55
Lampiran 45.	Peta Hasil Pemodelan UBEQ menggunakan metode AHP, OWA, dan WLC	L-62
Lampiran 46.	Hasil Pemodelan Skenario 1 Resolusi Tinggi	L-77
Lampiran 47.	Peta Pemodelan UBEQ Citra Worldview-2 10 Skenario	L-88
Lampiran 48.	Skenario Hasil Kuesioner	L-90
Lampiran 49.	Hubungan Hasil Kenyamanan dan Penggunaan Lahan	L-87