

## DAFTAR ISI

<b>INTISARI</b> .....	i
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR PETA</b> .....	ix
<b>DAFTAR RUMUS</b> .....	x
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang Masalah .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	5
1.3. Tujuan Penelitian .....	6
1.4. Ruang Lingkup Penelitian.....	6
1.4.1. Peristiwa El-Nino .....	6
1.5. Batasan Istilah.....	11
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	12
2.1. Konsep Dasar Penginderaan Jauh.....	12
2.2. Interaksi Tenaga Elektromagnetik dengan Tanah, Air, dan Vegetasi .....	13
2.2.1. <i>Interaksi dengan Tanah</i> .....	13
2.2.2. <i>Interaksi dengan Air</i> .....	14
2.2.3. <i>Interaksi dengan Vegetasi</i> .....	15
2.3. Definisi, Tipe, dan Dampak Kekeringan .....	16
2.4. Penelitian Terhadap Kekeringan.....	21
2.5. Algoritma untuk Deteksi Kekeringan. ....	29
2.6. Kerangka Pemikiran.....	30
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	36
3.1. Alat Penelitian.....	36
3.2. Bahan Penelitian .....	37
3.3. Pengumpulan Data .....	37
3.4. Tahapan Penelitian.....	39
3.4.1. Pra-Pengolahan Citra Penginderaan Jauh.....	39
3.4.2. Pemrosesan Citra Penginderaan Jauh .....	41
3.4.2.1. <i>Indeks Vegetasi dan Suhu Permukaan</i> .....	41
3.4.2.2. <i>Principal Component Analysis (PCA)</i> .....	42
3.4.2.3. <i>Citra Tropical Rainfall Mesuring Mission (TRMM)</i> .....	43
3.4.2.4. <i>Parameter lahan</i> .....	43
3.4.2.5. <i>Indeks Kekeringan</i> .....	48
3.4.2.6. <i>Analisis dan Validasi</i> .....	49
3.4.2.7. <i>Identifikasi Kekeringan dari Citra Penginderaan Jauh</i> .....	51

<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	54
4.1. Pengolahan Citra MODIS Terra (Harian).....	54
4.1.1. Perolehan Data Harian Citra MODIS Terra.....	54
4.1.2. Pengolahan Data Citra MODIS Terra.....	55
4.1.3. Indeks Vegetasi.....	57
4.1.4. Suhu Permukaan .....	62
4.1.5. Identifikasi Kekeringan Metode TVDI.....	66
4.2. Pengolahan Citra Landsat ETM+ dan OLI .....	73
4.2.1. Perolehan Data Citra Landsat ETM+ dan OLI.....	73
4.2.2. Pengolahan Data Citra Landsat ETM+ dan OLI .....	74
3.2.2.1. Koreksi Radiometrik.....	74
3.2.2.2. Koreksi Atmosferik.....	79
3.2.2.3. Koreksi Geometrik .....	82
3.2.2.4. Masking Awan, Bayangan, dan Air. ....	83
4.2.3. Indeks Vegetasi.....	84
4.2.4. Suhu Permukaan .....	87
4.2.4.1. Koreksi Atmosferik Citra Landsat 7 ETM+ dan Citra Emisivitas.....	87
4.2.4.2. Citra Landsat 7 ETM+ .....	92
4.2.4.3. Citra Landsat 8 OLI .....	95
4.2.5. Identifikasi Kekeringan Metode TVDI.....	100
4.3. Identifikasi Parameter Lahan .....	105
4.3.1. Interpretasi Bentuklahan dan Tanah.....	105
4.3.2. Analisis Ketinggian .....	111
4.3.3. Klasifikasi Multispektral .....	114
4.4. Analisis TRMM .....	116
4.5. Analisis Data Citra MODIS dan Landsat dengan Data Lapangan dan Uji Akurasi.....	126
4.6. Pembahasan dan Analisis Data .....	138
4.6.1. Analisis Hasil Identifikasi Kekeringan Pertanian pada citra MODIS dan Landsat dengan metode TVDI .....	138
4.6.2. Analisis Hasil Identifikasi Kekeringan Pertanian pada citra Landsat dengan Parameter Lahan.....	147
4.6.3. Faktor-faktor yang mempengaruhi Identifikasi Kekeringan Pertanian pada citra MODIS dan Landsat .....	153
<b>BAB V KESIMPULAN SARAN DAN REKOMENDASI</b> .....	160
5.1. Kesimpulan .....	160
5.2. Saran .....	161
5.3. Rekomendasi.....	161
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	xii

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Luas Lahan Pertanian akibat Kekeringan .....	4
Tabel 2.1. Indikator Kekeringan .....	20
Tabel 2.2. Penelitian yang relevan mengenai Kekeringan dengan beberapa pendekatan ..	25
Table 2.3. Beberapa Algoritma untuk Deteksi Kekeringan dari Data Satelit .....	29
Tabel 3.1. Karakteristik Citra.....	38
Tabel 3.2. Satuan Bentuklahan untuk Peta Geomorfologi Skala 1:50.000 .....	44
Tabel 3.3. Hubungan Tekstur tanah dengan Kapasitas tanah untuk meloloskan air.....	47
Tabel 3.4. Kelas Tingkat Kekeringan .....	49
Tabel 3.5. Matriks Kesalahan .....	50
Tabel 4.1. Jumlah Citra MODIS harian pada tiap Bulan. ....	54
Tabel 4.2. Penyetaraan Range Nilai.....	61
Tabel 4.3. Panjang gelombang pusat. ....	62
Tabel 4.4. Klasifikasi Kelas metode TVDI.....	72
Tabel 4.5. Scene Citra Landsat yang digunakan dalam Penelitian. ....	73
Tabel 4.6. Range spektral ETM+, post-calibration dynamic range, dan mean exoatmospheric solar irradiance (ESUN $\lambda$ ).....	76
Tabel 4.7. Penyetaraan Nilai Range pada Indeks Vegetasi.....	86
Tabel 4.8. Nilai emisivitas objek .....	90
Tabel 4.9. Konstanta kalibrasi satuan thermal Landsat.....	92
Tabel 4.10. Penyetaraan Nilai Range.....	93
Tabel 4.11. Hubungan antara transmisi atmosferik dan kandungan uap air dalam julat kandungan uap air 0.5 – 3 g.cm <sup>-2</sup> .....	98
Tabel 4.12. Koefisien regresi (a&b) serta nilai determinan (r <sup>2</sup> ) dan <i>Standart Error of Estimate</i> (SEE) dari fungsi hukum Planck untuk citra Landsat 8 TIRS (Band 10 dan 11).....	99
Tabel 4.13. Hasil Regresi Linier PCA_Suhu/PCA_Vegetasi .....	101
Tabel 4.14. Citra SRTM untuk wilayah kajian Jawa Timur .....	111
Tabel 4.15. Kelas Penutup Lahan. ....	115
Tabel 4.16. Pembagian Kelas Curah Hujan. ....	123
Tabel 4.17. Hasil kegiatan Kerja Lapangan.....	128
Tabel 4.18. Hasil Identifikasi Kekeringan berdasarkan kondisi di Lapangan. ....	133
Tabel 4.19. Matriks Kesalahan Hasil Identifikasi Kekeringan citra Landsat.....	137

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. (a) SOI pada tahun 2002/2003, (b) SOI pada tahun 2009/2010, (c) SOI pada tahun 2014/2015. ....	7
Gambar 1.2. Scene Citra MODIS dengan resolusi spasial 250 km pada band 2. ....	9
Gambar 1.3. Mozaik citra Landsat provinsi Jawa Timur. ....	10
Gambar 2.1. Pantulan spektral tanah basah dan kering untuk Lempung serta Liat bergeluh (Curran [1985], hal; 32).....	13
Gambar 2.2. Pantulan tanah geluh pasir (sandy loam) dan tanah gambut (peat) kering. ....	14
Gambar 2.3. Penyerapan Tenaga Elektromagnetik oleh Air laut.....	15
Gambar 2.4. Karakteristik respon spektral vegetasi hijau (Davis [1978], hal; 232). ....	16
Gambar 2.5. Hubungan antara kekeringan meteorologi, pertanian, dan hidrologi .....	17
Gambar 2.6. Kerangka Pemikiran.....	35
Gambar 3.1. Hubungan tekstur tanah dengan kapasitas tanah untuk menahan air .....	47
Gambar 3.2. Bagian pengendali kelembaban berdasarkan pada kelas ukuran partikel ....	48
Gambar 3.3. Konsep Ruang TS/NDVI (Sandholt et al [2002], hal; 216). ....	48
Gambar 3.4. Diagram Alir Penelitian .....	53
Gambar 4.1. (a) Dataset Atribut MODIS, (b) Global Atribut MODIS pada resolusi spasial 250m. ....	55
Gambar 4.2. Citra MODIS yang telah terkoreksi Bow Tie (a) Citra MODIS dengan tutupan awan, (b) Citra MODIS tanpa tutupan awan. ....	56
Gambar 4.3. (a) Citra MODIS yang belum terpotong sesuai administrasi, (b) Citra MODIS sesuai batas administrasi. ....	57
Gambar 4.4. Penggunaan Band Math untuk algoritma indeks vegetasi.....	58
Gambar 4.5. (a) NDVI harian dengan lima kelas, (b) SAVI harian dengan lima kelas, dan (c) NDWI harian dengan lima kelas. ....	58
Gambar 4.6. Proses pembuatan rata-rata citra MODIS Bulanan .....	59
Gambar 4.7. (a) Hasil rata-rata Bulanan SAVI, (b) Hasil rata-rata Bulanan NDWI, dan (c) Hasil rata-rata Bulanan VCI. ....	60
Gambar 4.8. Proses Pengolahan PCA.....	61
Gambar 4.9. Hasil PCA citra MODIS untuk data PC1 dari ketiga algoritma Indeks Vegetasi. ....	62
Gambar 4.10. Hasil proses <i>Brightness Temperature</i> .....	63
Gambar 4.11. Hasil Metode Li and Becker dengan derajat Celcius .....	64
Gambar 4.12. Penggunaan Band Math untuk algoritma Suhu Permukaan.....	65
Gambar 4.13. (a) Hasil TCI dan (b) Hasil CWSI.....	65
Gambar 4.14. Hasil PCA citra MODIS untuk Suhu Permukaan .....	66
Gambar 4.15. Scatogram PCA antara Indeks vegetasi (x) dengan suhu permukaan (y)...	68
Gambar 4.16. Scatogram asli antara Indeks vegetasi/NDVI (x) dengan suhu permukaan/LST (y).....	69
Gambar 4.17. Diagram proses Koreksi Citra. ....	75
Gambar 4.18. Hasil koreksi radiance pada Band 1 di citra Landsat 7 ETM+.....	77
Gambar 4.19. Hasil dari Koreksi Radiometrik (Radiance to Reflectance) pada Band 1 citra Landsat 7 ETM+ .....	79
Gambar 4.20. Jendela Atmosfer .....	80
Gambar 4.21. Sampel Kenampakan Air untuk metode DOS.....	80
Gambar 4.22. Hasil Koreksi Atmosferik dengan metode DOS (citra Landsat ETM+.....	81
Gambar 4.23. Data Shapefile Administrasi Jawa Timur (RBI Digital) bertampalan.....	82
Gambar 4.24. Data Shapefile Jalan Jawa Timur (RBI Digital) bertampalan dengan .....	83
Gambar 4.25. Hasil <i>cropping</i> Awan, Bayangan, dan Air. ....	84
Gambar 4.26. <i>Cropping</i> daerah kajian untuk Citra Landsat. ....	85
Gambar 4.27. Hasil pengolahan Indeks Vegetasi (a) SAVI, (b) NDWI, dan (c) VCI. ....	86

Gambar 4.28. Hasil kenampakan pengolahan PCA untuk Indeks Vegetasi. ....	87
Gambar 4.29. Fasilitas Kalkulator untuk Parameter Koreksi Atmosferik. ....	89
Gambar 4.30. Hasil Proses Calculasi untuk memperoleh nilai parameter pada metode Coll et al.....	89
Gambar 4.31. Hasil Pengolahan Citra Landsat ETM+ Tahun 2002 (a) Citra Penutup.....	91
Gambar 4.32. Hasil Pengolahan Suhu Kinetik ( <i>Land Surface Temperature</i> ).....	93
Gambar 4.33. Hasil Pengolahan Citra Landsat Tahun 2002 (a) CWSI dan (b) TCI.....	94
Gambar 4.34. Hasil Pengolahan PCA pada citra Landsat ETM+ Tahun 2002.....	95
Gambar 4.35. Transmisi di MODIS untuk band 17, 18, dan 19 dibandingkan dengan ....	97
Gambar 4.36. Parameter $LST_{NDVIMin}$ dan $LST_{NDVIMax}$ dari Hubungan Segitiga .....	101
Gambar 4.37. Hasil Pengolahan TVDI Citra Landsat 7 ETM+ (a) 1 Oktober 2002, (b) 11 November 2002, (c) 14 Januari 2003, dan (d) 19 Maret 2003. ....	102
Gambar 4.38. Hasil Pengolahan TVDI Citra Landsat 7 ETM+ (a) 29 Oktober 2009 dan (b) 30 November 2009. ....	103
Gambar 4.39. Hasil Pengolahan TVDI citra Landsat 8 OLI (a) 03 Oktober 2014, (b) 04 November 2014, dan (c) 07 Januari 2015. ....	103
Gambar 4.40. Proses Pembuatan Fusi citra Landsat pada ENVI.....	106
Gambar 4.41. Hasil dari penajaman HSV dengan komposit 457 (a) sebelum dan (b) sesudah.....	106
Gambar 4.42. Hasil Pengolahan <i>Hillshade</i> (a) Pada ENVI dan (b) Pada ArcGIS .....	107
Gambar 4.43. Interpretasi Bentuklahan dengan komposit citra 457 pada Landsat.....	108
Gambar 4.44. Klasifikasi Penutup Lahan citra Landsat ETM+ Tahun 2002.....	116
Gambar 4.45. Peta Citra TRMM 3B43_V7 Tahun 2002 Bulan Oktober .....	117
Gambar 4.46. Posisi Data Citra TRMM berbeda dengan Peta Citra TRMM . ....	118
Gambar 4.47. Hasil Cropping berdasarkan nilai Easting dan Northing.....	119
Gambar 4.48. Hasil Cropping wilayah Jawa pada Citra TRMM.....	120
Gambar 4.49. Langkah-langkah Pembuatan Gridding di ER-Mapper.....	121
Gambar 4.50. (a) Hasil sebelum Pengolahan Gridding dan (b) Hasil Setelah Pengolahan Gridding .....	122
Gambar 4.51. Hasil Cropping citra TRMM dan Nilai Statistik piksel.....	123
Gambar 4.52. Tanah Pecah-pecah akibat mengalami Kekeringan (0654949, 9196203) 131	
Gambar 4.53. Lahan kering menyebabkan mayoritas rumput menjadi layu .....	135
Gambar 4.54. Hasil Metode TVDI (a) Input PCA dan (b) Input Asli .....	139
Gambar 4.55. Perbandingan Hasil Pengolahan citra MODIS Terra dengan citra TRMM .....	140
Gambar 4.56. Hasil Pengolahan citra Landsat ETM+ (a) Bulan Oktober 2002 dan (b) Bulan November 2002. ....	142
Gambar 4.57. Hasil Pengolahan citra Landsat ETM+ (a) Bulan Januari 2003 dan (b) Bulan Maret 2003.....	143
Gambar 4.58. Hasil Pengolahan citra Landsat ETM+ (a) Bulan Oktober 2009 dan (b) Bulan November 2009. ....	144
Gambar 4.59. Hasil Pengolahan citra Landsat OLI (a) Bulan Oktober 2014 dan (b) Bulan November 2014. ....	144
Gambar 4.60. Hasil Pengolahan citra Landsat OLI Bulan Januari 2015. ....	145
Gambar 4.61. Pengambilan air untuk pengolahan lahan pertanian (0739500, 9140623) 148	
Gambar 4.62. Pemfaatan lahan untuk tanaman keras (Jati) (0736331, 9133163) .....	150
Gambar 4.63. Perbukitan karst yang dimanfaatkan oleh masyarakat ataupun industry..	151
Gambar 4.64. Perubahan Hasil Indeks Vegetasi.....	154
Gambar 4.65. Pengecekan Hasil indeks vegetasi dengan kondisi di Lapangan.....	154
Gambar 4.66. Validasi Pengolahan suhu permukaan citra Landsat dengan citra MODIS .....	155
Gambar 4.67. Kurva Suhu Permukaan berdasarkan Waktu Pengambilan.....	156
Gambar 4.68. Hasil Pengolahan dengan sampel yang berbeda memberikan hasil yang	158

## DAFTAR PETA

Peta Identifikasi Kekeringan Provinsi Jawa Timur (MODIS) .....	70
Peta Geomorfologi Sebagian Provinsi Jawa Timur .....	109
Peta Jenis Tanah Sebagian Provinsi Jawa Timur .....	110
Peta Ketinggian Provinsi Jawa Timur .....	113
Peta Curah Hujan Provinsi Jawa Timur .....	124
Peta Indeks Vegetasi <i>Principal Component Analysis</i> Provinsi Jawa Timur ....	L-12
Peta Indeks Suhu Permukaan <i>Principal Component Analysis</i> Provinsi Jawa Timur .....	L-14
Peta Identifikasi Kekeringan Sebagian Provinsi Jawa Timur (Landsat).....	L-16
Peta Indeks Vegetasi <i>Principal Component Analysis</i> Sebagian Provinsi Jawa Timur .....	L-18
Peta Indeks Suhu Permukaan <i>Principal Component Analysis</i> Sebagian Provinsi Jawa Timur .....	L-20
Peta Penutup Lahan Sebagian Provinsi Jawa Timur .....	L-22
Peta Emisivitas Sebagian Provinsi Jawa Timur .....	L-24

## DAFTAR RUMUS

2.1.	<i>Temperature Vegetation Index (TVI)</i> .....	22
2.2.	<i>Temperature Dryness Vegetation Index (TVDI)</i> .....	22
2.3.	<i>Standardized Precipitation Index (SPI)</i> .....	22
2.4.	<i>Crop Water Stress Index (CWSI)</i> .....	23
2.5.	<i>Vegetation Condition Index (VCI)</i> .....	23
2.6.	<i>Temperature Condition Index (TCI)</i> .....	23
3.1. & 3.2.	Konversi Nilai Digital Number ke Nilai Radian .....	40
3.3.	Konversi Nilai Radian ke Nilai Reflektan .....	40
3.4. & 3.5.	<i>Dark Pixel Subtrraction</i> .....	41
3.6.	Curah Hujan .....	43
3.7. s.d. 3.9.	Uji Akurasi .....	50
4.1. s.d. 4.3.	TOA Radian MODIS .....	55
4.4.	Masking Awan .....	56
4.5. s.d. 4.8.	Indeks Vegetasi .....	57
4.9.	<i>Brightness Temperature MODIS</i> .....	62
4.10.	<i>Land Surface Temperature MODIS</i> .....	63
4.11.	Kelvin to Celcius .....	64
4.12.	Radiometrik DN ke Radian Landsat ETM+ .....	75
4.13.	Radiometrik DN ke Radian Landsat OLI .....	76
4.14.	Radiometrik Radian ke Reflectan Landsat ETM+ .....	78
4.15 & 4.16.	Radiometrik Radian ke Reflectan Landsat OLI .....	78
4.17 & 4.18.	Koreksi Atmosfer Landsat ETM+ .....	80
4.19.	Koreksi Atmosferik Landsat ETM+ (Band Thermal).....	88
4.20.	Penutup Lahan ke Emisivitas .....	91
4.21.	<i>Brightness Temperature</i> Citra Landsat .....	92
4.22.	<i>Brightness Temperature</i> ke Suhu Kinetik .....	92
4.23. s.d. 4.25.	Band Ratio MODIS .....	96
4.26. s.d. 4.28.	Uap Air MODIS pada tiap channel .....	96
4.29.	Uap Air Rata-rata Total MODIS .....	96
4.30.	Faktor Penimbang ( <i>Weughthing Function</i> ).....	96
4.31. & 4.32.	Uap Aair Tranmisi MODIS .....	97
4.33.	Suhu Permukaan Landsat OLI .....	100
4.34.	Indeks Kekeringan .....	100
4.35.	Normalisasi Curah Hujan .....	117

## DAFTAR LAMPIRAN

- A. Tabel Hasil Uji Aakurasi dengan Matrik Kesalahan ..... L-1
- B. Foto Lapangan ..... L-8
- C. Tabel Alat Survai Lapangan ..... L-11