

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------|
| HALAMAN JUDUL..... | i |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | ii |
| SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS PENELITIAN..... | iii |
| INTISARI..... | iv |
| <i>ABSTRACT</i> | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI..... | viii |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR TABEL..... | xvii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xx |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 4 |
| 1.3 Pertanyaan Penelitian | 5 |
| 1.4 Tujuan Penelitian..... | 6 |
| 1.5 Kegunaan Penelitian..... | 6 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 7 |
| 2.1 Penginderaan Jauh Sistem Termal | 7 |
| 2.2 Perubahan Penutup Lahan | 7 |
| 2.3 Transformasi Index Lahan Terbangun (NDBI)..... | 8 |
| 2.4 Transformasi index Vegetasi (SAVI)..... | 9 |
| 2.5 Suhu Permukaan Lahan (<i>Land Surface Temperature</i>) | 10 |
| 2.6 Citra Landsat 8 | 11 |
| 2.7 Citra MODIS | 11 |
| 2.8 Citra GeoEye-1 | 12 |
| 2.9 Pulau Bahang Kota (<i>Urban Heat Island</i>) | 12 |
| 2.10 Iklim Mikro | 14 |

| | | |
|---------------------------------------|--|-----------|
| 2.11 | Penelitian Sebelumnya | 14 |
| 2.12 | Kerangka Pemikiran | 20 |
| 2.13 | Batasan Operasional | 23 |
| BAB III METODE PENELITIAN..... | | 24 |
| 3.1 | Bahan dan Alat | 24 |
| 3.1.1 | Bahan..... | 24 |
| 3.1.2 | Alat..... | 24 |
| 3.2 | Deskripsi Daerah Penelitian | 25 |
| 3.3 | Tahap Pra Lapangan | 26 |
| 3.3.1 | Pengumpulan Data | 26 |
| 3.3.2 | Koreksi Geometrik | 27 |
| 3.3.3 | Koreksi Radiometrik | 27 |
| 3.3.4 | Penyusunan Komposit Citra..... | 29 |
| 3.3.5 | Klasifikasi Multispektral..... | 29 |
| 3.3.6 | Ekstraksi NDBI | 30 |
| 3.3.7 | Ekstraksi SAVI | 31 |
| 3.3.8 | Ekstraksi Suhu Permukaan Lahan (LST)..... | 31 |
| 3.3.9 | Pengurangan Citra (<i>Image Differencing</i>)..... | 34 |
| 3.3.10 | Penentuan Sampel Lapangan | 34 |
| 3.4 | Tahap Kerja Lapangan | 35 |
| 3.4.1 | Pengukuran..... | 35 |
| 3.4.2 | Cek Lapangan..... | 36 |
| 3.5 | Tahap Pasca Lapangan | 36 |
| 3.5.1 | Interpretasi Visual | 37 |
| 3.5.2 | Uji Ketelitian dan Reinterpretasi..... | 37 |
| 3.5.3 | Pembuatan Peta Tematik..... | 39 |
| 3.5.4 | Analisis Data | 40 |
| 3.6 | Diagram Alir Penelitian..... | 43 |
| 3.7 | Deskripsi Wilayah Penelitian | 45 |
| 3.7.1 | Letak, Luas, dan Batas Wilayah Penelitian | 45 |

| | |
|--|-----------|
| 3.7.2 Kependudukan dan Penggunaan Lahan..... | 46 |
| 3.7.3 Topografi | 47 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 49 |
| 4.1 Persiapan dan Pemrosesan Citra..... | 49 |
| 4.1.1 Pengolahan Awal Citra | 49 |
| 4.1.2 Klasifikasi Multispektral | 58 |
| 4.1.3 Ekstraksi NDBI..... | 62 |
| 4.1.4 Ekstraksi SAVI | 64 |
| 4.1.5 Ekstraksi Suhu Permukaan Lahan | 66 |
| 4.1.6 Pembuatan Citra Perubahan (<i>Image Differencing</i>)..... | 70 |
| 4.2 Persiapan Lapangan..... | 74 |
| 4.2.1 Penentuan Titik Sampel | 74 |
| 4.3 Lapangan | 75 |
| 4.3.1 Cek Penutup Lahan | 75 |
| 4.3.2 Pengukuran Kepadatan Bangunan dan Kerapatan Vegetasi..... | 76 |
| 4.3.3 Pengukuran Suhu Permukaan Lahan | 77 |
| 4.3.4 Pengukuran Elemen Iklim Mikro | 83 |
| 4.4 Analisis dan Uji Statistik..... | 84 |
| 4.4.1 Interpretasi Visual..... | 84 |
| 4.4.2 Uji Akurasi dan Reklasifikasi Penutup Lahan..... | 86 |
| 4.4.3 Pembuatan Peta Kepadatan Bangunan | 97 |
| 4.4.4 Pembuatan Peta Kerapatan Vegetasi | 104 |
| 4.4.5 Pembuatan Peta Suhu Permukaan Lahan..... | 109 |
| 4.4.6 Uji Validasi Suhu Permukaan Lahan..... | 116 |
| 4.4.7 Pembuatan Peta Elemen Iklim Mikro..... | 121 |
| 4.4.8 Pembuatan Peta Perubahan..... | 131 |
| 4.4.9 Pengaruh Kepadatan Bangunan Terhadap Suhu Permukaan Lahan dan Perubahannya..... | 142 |
| 4.4.10 Pengaruh Kerapatan Vegetasi Terhadap Suhu Permukaan Lahan dan Perubahannya..... | 147 |

4.4.11 Pengaruh Suhu Permukaan Lahan Terhadap Elemen Iklim Mikro .. 152

| | |
|---------------------------------|-----|
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... | 164 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 164 |
| 5.2 Saran | 165 |
| DAFTAR PUSTAKA | 166 |
| LAMPIRAN..... | 171 |

DAFTAR GAMBAR

| No. Gambar | Hal |
|---|-----|
| Gambar 2. 1. Sketsa profil <i>urban heat island</i> | 13 |
| Gambar 2. 2. Diagram alir kerangka pemikiran..... | 22 |
| Gambar 3. 1. Peta sebagian wilayah Surakarta..... | 26 |
| Gambar 3. 2. Contoh perhitungan teknik interpolasi <i>inverse distance weighted</i> .. | 40 |
| Gambar 3. 3. Variabel independen dan variabel dependen..... | 41 |
| Gambar 3. 4. Diagram alir penelitian..... | 44 |
| Gambar 3. 5. Peta wilayah Karesiden Surakarta..... | 46 |
| Gambar 3. 6. Peta kemiringan lereng wilayah Karesiden Surakarta..... | 48 |
| Gambar 4. 1. Peta citra Landsat-8 komposit 562 perekaman 27 Juli 2016..... | 50 |
| Gambar 4. 2. Distribusi GCP (a) dan <i>RMSE</i> yang dihasilkan (b) pada citra Landsat-8 19 Juli 2013 saat koreksi geometrik..... | 52 |
| Gambar 4. 3. Landsat-8 19 Juli 2013 saluran 3 sebelum koreksi (b), setelah koreksi <i>toa reflectance</i> (a), setelah koreksi <i>toa reflectance</i> dengan mempertimbangkan sudut matahari (c)..... | 53 |
| Gambar 4. 4. Statistik saluran 3 Landsat-8 19 Juli 2013, setelah koreksi <i>toa reflectance</i> dengan sudut matahari (a), setelah koreksi atmosferik (b)..... | 54 |
| Gambar 4. 5. Landsat-8 19 Juli 2013 saluran 10 (i) saluran 11 (ii), nilai pancaran (a), suhu kecerahan (b)..... | 55 |
| Gambar 4. 6. Citra Landsat-8 komposit 562 perekaman 19 Juli 2013 sebelum <i>dimasking</i> (a), setelah <i>dimasking</i> (b)..... | 56 |
| Gambar 4. 7. Citra Aqua MODIS 1KM <i>reflectance</i> saluran 17 perekaman 19 Juli 2013..... | 57 |
| Gambar 4. 8. Hasil koreksi geometrik dan <i>bow tie</i> citra Aqua MODIS saluran 7 perekaman 19 Juli 2013 | 58 |
| Gambar 4. 9. Distribusi dan jumlah piksel roi 9 objek pada citra Landsat-8 komposit 562 19 Juli 2013 (a) 23 Juni 2015 (b) | 59 |

| | |
|---|----|
| Gambar 4. 10. ROI <i>separability</i> 9 objek penutup lahan pada citra Landsat-8 tahun 2013 (a) dan 2015 (b)..... | 60 |
| Gambar 4. 11. Peta tentatif penutup lahan sebagian wilayah Surakarta tahun 2013 (a) dan 2015 (b)..... | 62 |
| Gambar 4. 12. Peta citra NDBI sebagian wilayah Surakarta tanggal 19 Juli 2013 (a) dan 23 Juni 2015 (b) | 64 |
| Gambar 4. 13. Peta citra SAVI sebagian wilayah Surakarta tanggal 19 Juli 2013 (a) dan 23 Juni 2015 (b) | 66 |
| Gambar 4. 14. Nilai statistik suhu kecerahan Landsat -8 tahun 2013 (i) dan 2015 (ii) saluran 10 (a) dan saluran 11 (b)..... | 68 |
| Gambar 4. 15. Peta tentatif suhu permukaan lahan sebagian wilayah Surakarta tanggal 19 Juli 2013 (a) dan 23 Juni 2015 (b)..... | 69 |
| Gambar 4. 16. Statistik hasil <i>image differencing</i> NDBI Tahun 2013—2015 | 70 |
| Gambar 4. 17. Peta citra perubahan NDBI sebagian wilayah Surakarta tahun 2013—2015..... | 71 |
| Gambar 4. 18. Statistik hasil <i>image differencing</i> SAVI tahun 2013—2015 | 72 |
| Gambar 4. 19. Peta citra perubahan SAVI sebagian wilayah Surakarta tahun 2013—2015..... | 72 |
| Gambar 4. 20. Statistik hasil <i>image differencing</i> LST tentatif tahun 2013—2015 | 73 |
| Gambar 4. 21. Peta tentatif perubahan suhu permukaan lahan sebagian wilayah Surakarta tahun 2013—2015..... | 74 |
| Gambar 4. 22. Peta distribusi titik sampel | 75 |
| Gambar 4. 23. Kenampakan objek atap(i) dan vegetasi kanopi rapat(ii) hasil klasifikasi multispektral 2015(a), citra Geoeye-1 2015(b), cek lapangan 2017(c) | 76 |
| Gambar 4. 24. Titik pengukuran kerapatan vegetasi..... | 77 |
| Gambar 4. 25. Kenampakan objek seng di salah satu pabrik di lokasi penelitian koordinat (486993,96mT; 9164149,14mU) | 78 |
| Gambar 4. 26. Kenampakan objek atap bangunan bahan genteng dengan warna lebih gelap koordinat (481923,9mT; 9162551,5mU) (a), dan warna lebih terang koordinat (483348,2mT; 9161875,9mU) (b) | 79 |

| | |
|--|----|
| Gambar 4. 27. Pengukuran suhu permukaan lahan beton menggunakan termometer <i>infrared</i> koordinat (478623mT; 9168350mU) (a), kenampakan objek aspal koordinat (484954,2mT; 9163655mU) (b) | 80 |
| Gambar 4. 28. Kenampakan kanopi pohon koordinat (486003,9mT;9163931,55mU) (a), dan kanopi herba koordinat (482793,9mT; 9160511,5mU) (b)..... | 81 |
| Gambar 4. 29. Kenampakan objek sungai bengawan solo koordinat (486467,5mT; 9168577mU) (a), dan embung koordinat (485095,8mT; 9159803,3mU) (b) | 82 |
| Gambar 4. 30. Kenampakan objek tanah basah koordinat (475665,85mT; 9162772mU)(a), dan tanah kering koordinat (480873,96mT; 9161899,14mU) (b) | 82 |
| Gambar 4. 31. Pengukuran elemen iklim di vegetasi kanopi rapat (sawah) koordinat (473253,9mT; 9166541,5mU) menggunakan <i>weathermeter</i> pada pukul 13.02 WIB | 83 |
| Gambar 4. 32. Titik sampel pada objek genteng koordinat (481083mT; 9162928mU) (a), dan koordinat (481179mT; 9163311,56mU) (b) di citra Geoeye-1 tahun 2015(i) di klasifikasi multispektral (ii)..... | 88 |
| Gambar 4. 33. Kenampakan aspal pada citra Landsat-8 komposit 562 (a), GeoEye-1 2015 (b), dan di lapangan (c) | 89 |
| Gambar 4. 34. Kenampakan atap pada citra Landsat-8 komposit 562 (a), GeoEye-1 2015 (b), dan di lapangan (c) | 89 |
| Gambar 4. 35. Kenampakan beton pada citra Landsat-8 komposit 562 (a), GeoEye-1 2015 (b), dan di lapangan (c) | 90 |
| Gambar 4. 36. Kenampakan seng pada citra Landsat-8 komposit 562 (a), GeoEye-1 2015 (b), dan di lapangan (c) | 90 |
| Gambar 4. 37. Kenampakan air pada citra Landsat-8 komposit 562 (a), GeoEye-1 2015 (b), dan di lapangan (c) | 91 |
| Gambar 4. 38. Kenampakan tanah basah pada citra Landsat-8 komposit 562 (a), GeoEye-1 2015 (b), dan di lapangan (c) | 91 |
| Gambar 4. 39. Kenampakan vegetasi kanopi rapat pada citra Landsat-8 komposit 562 (a), GeoEye-1 2015 (b), dan di lapangan (c)..... | 92 |

| | |
|---|-----|
| Gambar 4. 40. Kenampakan vegetasi kanopi tidak rapat pada citra Landsat-8 komposit 562 (a), GeoEye-1 2015 (b), dan di lapangan (c)..... | 92 |
| Gambar 4. 41. Peta penutup lahan sebagian wilayah Surakarta tahun 2013..... | 94 |
| Gambar 4. 42. Peta penutup lahan sebagian wilayah Surakarta tahun 2015..... | 95 |
| Gambar 4. 43. Hasil uji regresi NDBI dengan kepadatan bangunan di lapangan tahun 2013 (a) dan 2015 (b)..... | 98 |
| Gambar 4. 44. Peta kepadatan bangunan sebagian wilayah Surakarta tahun 2013 | 102 |
| Gambar 4. 45. Peta kepadatan bangunan sebagian wilayah Surakarta tahun 2015 | 103 |
| Gambar 4. 46. Hasil uji regresi SAVI dengan kerapatan vegetasi di lapangan tahun 2013 (a) dan 2015 (b)..... | 105 |
| Gambar 4. 47. Peta kerapatan vegetasi sebagian wilayah Surakarta tahun 2013 | 106 |
| Gambar 4. 48. Peta kerapatan vegetasi sebagian wilayah Surakarta tahun 2015 | 107 |
| Gambar 4. 49. Citra penutup lahan (a), citra emisivitas (b), dan statistik citra emisivitas (c) sebagian wilayah Surakarta tahun 2015 | 110 |
| Gambar 4. 50. Peta suhu permukaan lahan sebagian wilayah Surakarta tahun 2013 | 114 |
| Gambar 4. 51. Peta suhu permukaan lahan sebagian wilayah Surakarta tahun 2015 | 115 |
| Gambar 4. 52. Grafik suhu udara rerata harian sebagian wilayah Surakarta tahun 2017..... | 122 |
| Gambar 4. 53. Peta distribusi suhu udara sebagian wilayah Surakarta tahun 2017 | 124 |
| Gambar 4. 54. Grafik kelembapan udara relatif rerata harian sebagian wilayah Surakarta tahun 2017..... | 125 |
| Gambar 4. 55. Peta distribusi kelembapan udara sebagian wilayah Surakarta tahun 2017..... | 127 |
| Gambar 4. 56. Grafik kecepatan angin rerata harian sebagian wilayah Surakarta tahun 2017..... | 128 |

| | |
|---|-----|
| Gambar 4. 57. Peta distribusi kecepatan dan arah angin sebagian wilayah Surakarta tahun 2017..... | 130 |
| Gambar 4. 58. Peta perubahan kepadatan bangunan sebagian wilayah Surakarta tahun 2013— 2015..... | 133 |
| Gambar 4. 59. Peta perubahan kerapatan vegetasi sebagian wilayah Surakarta tahun 2013—2015 | 137 |
| Gambar 4. 60. Peta perubahan suhu permukaan lahan sebagian wilayah Surakarta tahun 2013—2015 | 139 |
| Gambar 4. 61. Hasil uji regresi kepadatan bangunan dengan suhu permukaan lahan sebagian wilayah Surakarta tahun 2013 (a) dan 2015 (b) | 144 |
| Gambar 4. 62. Hasil uji regresi perubahan kepadatan bangunan dengan perubahan suhu permukaan lahan di sebagian wilayah Surakarta tahun 2013—2015..... | 146 |
| Gambar 4. 63. Hasil uji regresi kerapatan vegetasi dengan suhu permukaan lahan sebagian wilayah Surakarta tahun 2013 (a) dan 2015 (b) | 149 |
| Gambar 4. 64. Hasil uji regresi perubahan kerapatan vegetasi dengan perubahan suhu permukaan lahan di sebagian wilayah Surakarta tahun 2013—2015..... | 151 |
| Gambar 4. 65. Hasil uji regresi suhu permukaan lahan dengan suhu udara tahun 2015..... | 153 |
| Gambar 4. 66. Peta distribusi suhu udara sebagian wilayah Surakarta tahun 2013 | 155 |
| Gambar 4. 67. Hasil uji regresi suhu permukaan lahan dengan kelembapan udara tahun 2015..... | 158 |
| Gambar 4. 68. Peta distribusi kelembapan udara sebagian wilayah Surakarta... | 160 |
| Gambar 4. 69. Hasil uji regresi suhu permukaan lahan dengan kecepatan angin tahun 2015 | 162 |

DAFTAR TABEL

| No. Tabel | Hal. |
|---|------|
| Tabel 1. 1. Jumlah penduduk dan kepadatan penduduk per km ² di Kota Surakarta tahun 2011 – 2014..... | 2 |
| Tabel 1. 2. Luas penggunaan tanah di Kota Surakarta (ha) | 3 |
| Tabel 2. 1. Karakteristik Landsat 8 | 11 |
| Tabel 2. 2 Karakteristik Aqua MODIS | 12 |
| Tabel 2. 3. Karakteristik GeoEye-1..... | 12 |
| Tabel 2. 4. Perbandingan dengan penelitian sebelumnya | 16 |
| Tabel 3. 1. Data dan sumber perolehan data | 27 |
| Tabel 3. 2. Emisivitas berdasarkan penutup lahan | 30 |
| Tabel 3. 3. Klasifikasi kepadatan bangunan..... | 30 |
| Tabel 3. 4. Klasifikasi kerapatan vegetasi..... | 31 |
| Tabel 3. 5. Koefisien regresi untuk persamaan beberapa variasi suhu | 32 |
| Tabel 3. 6. Contoh matriks kesalahan | 38 |
| Tabel 3. 7. Klasifikasi koefisien korelasi (<i>pearson correlation</i>) | 42 |
| Tabel 3. 8. Kepadatan Penduduk Jawa Tengah Menurut Kabupaten/Kota Tahun 2014..... | 47 |
| Tabel 4. 1. Statistik hasil transformasi NDBI tahun 2013 dan 2015..... | 62 |
| Tabel 4. 2. Statistik hasil transformasi NDBI tahun 2013 dan 2015..... | 64 |
| Tabel 4. 3. Nilai rerata uap air dan transmisi atmosferik | 67 |
| Tabel 4. 4. Kenampakan objek pada citra GeoEye-1 tahun 2015 dan di lapangan tahun 2017 | 84 |
| Tabel 4. 5. <i>Confusion matrix</i> penutup lahan tahun 2013 | 86 |
| Tabel 4. 6. <i>Confusion matrix</i> penutup lahan tahun 2015 | 87 |
| Tabel 4. 7. Luas penutup lahan sebagian wilayah Surakarta tahun 2013 dan 2015 | 97 |
| Tabel 4. 8. Luas kepadatan bangunan sebagian wilayah Surakarta tahun 2013 . | 100 |
| Tabel 4. 9. Luas kepadatan bangunan sebagian wilayah Surakarta tahun 2015 . | 101 |

| | |
|---|-----|
| Tabel 4. 10. Luas kerapatan vegetasi sebagian wilayah Surakarta tahun 2013 .. | 109 |
| Tabel 4. 11. Luas kerapatan vegetasi sebagian wilayah Surakarta tahun 2015 .. | 109 |
| Tabel 4. 12. Hasil validasi suhu permukaan lahan tahun 2013..... | 116 |
| Tabel 4. 13. Hasil validasi suhu permukaan lahan tahun 2015..... | 118 |
| Tabel 4. 14. Luas perubahan kepadatan bangunan sebagian wilayah Surakarta tahun 2013—2015..... | 131 |
| Tabel 4. 15. Kenampakan perubahan kepadatan bangunan sebagian wilayah Surakarta tahun 2013—2015..... | 132 |
| Tabel 4. 16. Luas perubahan kerapatan vegetasi sebagian wilayah Surakarta tahun 2013—2015..... | 134 |
| Tabel 4. 17. Kenampakan perubahan kerapatan vegetasi sebagian wilayah Surakarta tahun 2013—2015..... | 135 |
| Tabel 4. 18. Luas perubahan suhu permukaan lahan sebagian wilayah Surakarta tahun 2013—2015..... | 138 |
| Tabel 4. 19. Kenampakan perubahan penutup lahan sebagian wilayah Surakarta tahun 2013—2015..... | 140 |
| Tabel 4. 20. Hasil uji korelasi <i>pearson product moment</i> antara kepadatan bangunan dengan suhu permukaan lahan tahun 2013 dan 2015..... | 143 |
| Tabel 4. 21. Hasil uji korelasi <i>pearson product moment</i> antara perubahan kepadatan bangunan dengan perubahan suhu permukaan lahan tahun 2013—2015 | 145 |
| Tabel 4. 22. Hasil uji korelasi <i>pearson product moment</i> antara kerapatan vegetasi dengan suhu permukaan lahan tahun 2013 dan 2015..... | 147 |
| Tabel 4. 23. Hasil uji korelasi <i>pearson product moment</i> antara perubahan kerapatan vegetasi dengan perubahan suhu permukaan lahan tahun 2013—2015 | 150 |
| Tabel 4. 24. Hasil uji korelasi <i>pearson product moment</i> antara suhu permukaan lahan dengan elemen iklim mikro tahun 2015 | 153 |
| Tabel 4. 25. Hasil uji korelasi <i>pearson product moment</i> antara suhu permukaan lahan dengan suhu udara tahun 2013 | 156 |

| | |
|--|-----|
| Tabel 4. 26. Hasil uji korelasi <i>pearson product moment</i> antara suhu udara dengan kelembapan udara tahun 2015..... | 157 |
| Tabel 4. 27. Hasil uji korelasi <i>pearson product moment</i> antara suhu udara dengan kelembapan udara tahun 2013..... | 159 |
| Tabel 4. 28. Hasil uji korelasi <i>pearson product moment</i> antara suhu permukaan lahan dengan kelembapan udara tahun 2013 | 161 |

DAFTAR LAMPIRAN

| No. Lampiran | Hal. |
|---|------|
| L- 1. Tabel R Pearson Product Moment..... | 172 |
| L-2. Landsat-8 19 Juli 2013 saluran 2,4—7 sebelum koreksi (b), setelah koreksi <i>toa reflectance</i> (a), setelah koreksi <i>toa reflectance</i> dengan mempertimbangkan sudut matahari (c)..... | 173 |
| L- 3. Tabel nilai indeks NDBI dengan hasil pengukuran kepadatan bangunan di lapangan | 175 |
| L- 4. Tabel nilai indeks SAVI dengan hasil pengukuran kerapatan vegetasi di lapangan | 176 |
| L-5. Tabel elemen iklim mikro sebagian wilayah Surakarta tahun 2017 dan tahun 2013..... | 177 |