

**IDENTIFIKASI FENOMENA *URBAN HEAT ISLAND* DI MALANG RAYA
TAHUN 2008, 2013 DAN 2018 DENGAN MEMAMFAATKAN CITRA
LANDSAT
(Studi Kasus: Malang Raya)**

SKRIPSI



Helman Matrio

1425021

**PROGRAM STUDI TEKNIK GEODESI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2018

MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG

**IDENTIFIKASI FENOMENA *URBAN HEAT ISLAND* DI MALANG RAYA
TAHUN 2008, 2013 DAN 2018 DENGAN MEMAMFAATKAN CITRA
LANDSAT
(Studi Kasus: Malang Raya)**

SKRIPSI



Disusun Oleh:

**Helman Matrio
1425021**

**PROGRAM STUDI TEKNIK GEODESI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2018**

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

**IDENTIFIKASI FENOMENA *URBAN HEAT ISLAND* DI MALANG RAYA
TAHUN 2008, 2013 DAN 2018 DENGAN MEMAMFAATKAN CITRA
LANDSAT**

(Studi Kasus: Malang Raya)

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam mencapai
Gelara Sarjana Teknik (ST) Strata Satu (S-1) Teknik Geodesi S-1
Institut Teknologi Nasional Malang**

OLEH :

HELMAN MATRIO

NIM. 1425021

Menyetujui

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



(Ir. Dedy Kurnia Sunaryo., MT.)

NIP.Y. 103.95.00280



(Ir. Jasmani, M.Kom.)

NIP.Y. 103.95.00284

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Geodesi S-1



(Hery Purwanto, ST., M.Sc.)

NIP.Y. 103.00.00345



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI SEMINAR HASIL SKRIPSI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

NAMA : HELMAN MATRIO
NIM : 14 25 021
JURUSAN : TEKNIK GEODESI
**JUDUL : IDENTIFIKASI FENOMENA *URBAN HEAT ISLAND* DI
MALANG RAYA TAHUN 2008, 2013 DAN 2018 DENGAN
MEMAMFAATKAN CITRA LANDSAT**

Telah Dipertahankan di Hadapan Panitia Penguji Ujian Skripsi Jenjang Strata 1 (S-1)

Pada Hari : Selasa

Tanggal : 04 September 2018

Dengan nilai : _____ (angka)

Panitia Ujian Skripsi

Ketua

(M. Edwin Tjahjadi, ST,M.Geo.Sc., Ph.D.)

(NIP.Y :101.98.00320)

Penguji I

Pendamping

Penguji II

(Ir. Agus Darpono MT)

(NIP.Y :103.92.00221)

(Ir. Dedy Kurnia Sunaryo., MT.)

NIP.Y. 103.95.00280

(Hery Purwanto, ST., MSc)

NIP.Y : 103.00.00345

BERITA ACARA LULUS PEGANGAN SEMINAR HARI KEDUA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

NAMA : BELMAN MARIO
 NPM : 1425031
 JURUSAN : TEKNIK SIPIL
 TITIK : IDENTIFIKASI TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 MATA DIKULIAH : KAWASAN PERENCANAAN DAN PERENCANAAN

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Pengaji Ujian Skripsi (sepanjang 2-1)

Pada Hari : Selasa

Tanggal : 04 September 2018

Dengan nilai : (angka)

Panitia Ujian Skripsi

Koran



(Dr. Edwin Jajadi, S.T., M.T., Ph.D.)

(NIP.Y: 101.98.00320)

Pengaji II

Pengadain

Pengaji I

(Dr. Purwanto, S.T., M.Sc)

NIP.Y: 103.00.00345

(Dr. Dedy Kurnia Samudra, M.T.)

NIP.Y: 103.02.00280

(Dr. Agus Darmono, M.T.)

(NIP.Y: 103.02.00251)

**IDENTIFIKASI FENOMENA URBAN HEAT ISLAND DI MALANG
RAYA TAHUN 2008, 2013 DAN 2018 DENGAN MEMAMFAATKAN
CITRA LANDSAT**

(Studi Kasus : Malang Raya)

Helman Matrio 1425021

Dosen Pembimbing I : Dedy Kurnia Sunaryo, S.T., M.T

Dosen Pembimbing II : Ir. Jasmani M.kom

ABSTRAK

Melihat dari pesatnya perkembangan kab. Malang ,kota malang dan kota batu menjadi pusat segala aktivitas masyarakat daerah tersebut, dimana seiring berjalannya waktu makin banyak pembangunan yang dilakukan. Proses pembangunan yang diiringi dengan penambahan jumlah penduduk akan mempengaruhi luasan lahan yang dibutuhkan untuk menunjang kegiatan sehari-hari serta mempengaruhi suhu yang memicu adanya fenomena (*urban heat island*). Studi tentang fenomena pulau bahang (*urban heat island*) penting untuk dilakukan karena fenomena ini sangat mempengaruhi kondisi kualitas udara, mempengaruhi kesehatan manusia, dan mempengaruhi penggunaan energi. Peningkatan *urban heat island* juga merupakan salah satu faktor yang menyebabkan perubahan iklim global.

Metode yang digunakan ialah dengan menggunakan citra satelit Landsat 8 dengan band 4, 5 dan 3, 4 untuk landsat 7 dan band termal dengan menghitung nilai *Brightness Temperature, Normalized Difference Vegetation Index , Land Surface Emissivity, Land Surface Temperature. Urband Heat Island*

Dari hasil penelitian terdapat perbedaan hasil dari persebaran UHI (*Urban Heat Island*) di Malang Raya dengan perekaman tiga tahun berbeda antara 2008, 2013 dan 2018 didapat luasan yang terjadi. Pada tahun 2008 luasan yang mengalami dampak UHI sekitar 376520.8947 Ha , 2013 luasan yang mengalami dampak UHI sekitar 376933.0621 Ha, dan 2018 luasan yang mengalami dampak UHI sekitar 376259.5261 Ha. Dalam hal ini Persebaran UHI di Malang Raya dalam tiga periode waktu (2018, 2013 dan 2008) menunjukkan tren penurunan serta perbedaan nilainya dan memiliki persebaran nilai yang variatif Hal tersebut menggambarkan bahwa persebaran suhu UHI pada suatu wilayah bersifat dinamis serta dapat berubah sewaktu-waktu sesuai kondisi alam, fisik, iklim, dan cuaca.

Kata Kunci : *Penginderaan Jauh, Landsat 8,Landsat 7,Brightness Temperature, Normalized Difference Vegetation Index ,Land Surface Emissivity, Land Surface Temperature. Urband Heat Island*

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Helman Matrio
NIM : 14 25 021
Program Studi : Teknik Geodesi S-1
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi saya yang berjudul

“IDENTIFIKASI FENOMENA *URBAN HEAT ISLAND* DI MALANG RAYA TAHUN 2008, 2013 DAN 2018 DENGAN MEMAMFAATKAN CITRA LANDSAT

Adalah hasil karya sendiri dan bukan menjiplak atau menduplikat serta tidak mengutip atau menyalin hasil karya orang lain kecuali disebutkan sumbernya.

Malang, 06 September 2018

Yang membuat pernyataan



Helman Matrio

NIM : 1425021

"Keluarga Taranta"

Dari Kak ite, kak ferdi yang sudah saya anggap sebagai orang tua saya tanpa kakita ada tidak akan seperti sekarang ini dan bisa menyelesaikan study S1 saya semoga ALLAH SWT membantunya dan adab-adabnya taranta Dina dan Ghait serta keluarga besar yang swastika tidak ada akhirnya memberika cinta dan kasih sayang, dukungan, motivasi serta semua dan yang tidak pernah berhenti dipujatkan kepada Allah SWT.

"Desa Pambing"

Dapat Dedy Karita Sunarya, ST., MT., Bapak Ir. Usman M. Kom yang telah membantu, membimbing, serta memberikan arahan selama penyelesaian Skripsi ini:

"Desa dan Staf"

Dapat/Ibu Deser dan Staf jurusan Teknik Geodesi ITN Malang yang telah memberikan ilmu dan waktunya selama ini, semoga bisa saya terapkan sebagai mngkin.

"Taman - Taman"

Taman - taman Teknik Geodesi ITN Malang, kati, niko, itan, susun, dari, andala, dir, mas aldi, wab, kati, dika, ayub dan teman-teman korwakan, ayub, kti, ayud, beza, dika, adrian yang sudah & takur bersama kakita is the best

Sekali lagi saya ucapkan terima kasih kepada semuanya yang telah membantu dan member semangat selama menempuh pendidikan di Teknik Geodesi Institut Teknologi Nasional Malang.

Salam persahabatan,

Herman Hery

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat ALLAH SWT atas segala limpahan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul **“IDENTIFIKASI FENOMEA URBAN HEAT ISLAND DI MALANG RAYA TAHUN 2008, 2013 DAN 2018 DENGAN MEMAMFAATKAN CITRA LANDSAT ”**.

Penelitian ini dibuat sebagai persyaratan memperoleh gelar pendidikan mahasiswa program Strata Satu (S-1) program studi Teknik Geodesi Institut Teknologi Nasional Malang. Penelitian ini dapat berjalan dengan lancar tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak yang bersangkutan, sehingga pada kesempatan kali ini penulis akan mengucapkan terima kasih yang kami sampaikan kepada:

1. Orang tua penulis yang telah mendoakan dan mendukung secara moril maupun materi.
2. Bapak Dedy Kurnia Sunaryo, ST., MT. selaku dosen pembimbing utama penelitian yang telah memberikan ilmu dan membimbing kami dalam menyelesaikan penelitian ini.
3. Bapak Ir. Jasmani. M.kom. selaku dosen pembimbing kedua penelitian yang telah memberikan ilmu dan membimbing kami dalam menyelesaikan penelitian ini.
4. Teman-teman Teknik Geodesi S-1 Institut Teknologi Nasional yang telah memberikan dukungan, kerja sama, dan kesetiannya dalam penyelesaian penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari kata sempurna, untuk itu kami mengharapkan kritik dan saran demi perbaikan dalam penelitian ini.

Malang, September 2018

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL

Lembar Persetujuan Skripsi	i
Berita Acara.....	ii
Abstrak.....	iii
Surat Pernyataan Keaslian Skripsi	iv
Lembar Persembahan.....	v
Kata Pengantar.....	vii
Daftar Isi	viii
Daftar Gambar	xi
Daftar Tabel.....	xiii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 . Latar Belakang	1
1.2 . Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan dan Manfaat	2
1.4 . Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3

BAB II DASAR TEORI

2.1 . Penginderaan Jauh.....	5
2.2 . Landsat 8	6
2.2.1 Spesifikasi Sensor Landsat-8	6
2.2.2 Subsistem Pendukung Satelit Landsat-8	7
2.3.3 Produk Data Satelit Landsat 8	9
2.3 . Landsat 7	10
2.3.1 Spesifikasi Sensor Landsat 7	11
2.4 Interpretasi Citra Penginderaan jauh	12
2.5 Koreksi Geometrik	13
2.6 Koreksi Radiometrik landsat.....	14
2.6.1 Konversi Nilai Pixel ke Nilai Radian Spektral (<i>TOA Radiance</i>)	15
2.6.2 Konversi Nilai Pixel ke Nilai Reflektan (<i>TOA Reflectance</i>).....	15

2.7 Fenomena Pulau Bahang (<i>Urban Heat Island</i>)	16
2.8 Suhu Permukaan.....	17
2.9 Nilai Kecerahan Suhu (<i>Brightness Temperature</i>)	18
2.10 NDVI.....	19
2.11 <i>Fractional Vegetation Cover</i> (FVC)	20
2.12 <i>Land surface Emissivity</i> (LSE).....	20
2.13 <i>Land Surface Temperature</i> (LST).....	21
2.14 Algoritma <i>Urban Heat Island</i> (UHI)	22
2.15 Uji Akurasi Suhu Citra Dengan Suhu Lapangan	22
2.15.1 <i>Normalized Mean Absolute Error</i> (NMEA).....	22
2.15.2 Korelasi Linier.....	23

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian.....	24
3.2. Peralatan dan Bahan Penelitian.....	25
3.3. Diagram Alir Penelitian	26
3.4. Tahapan Pelaksanaan Penelitian	30
3.4.1. Download citra	30
3.4.2. Menampilkan Citra Landsat 8 dan 7 yang sudah terkoreksi Geometrik.....	31
3.4.3. Koreksi Radiometrik pada citra Landsat 8 dan 7	32
3.4.4. Perhitungan nilai NDVI.....	34
3.4.5. Perhitungan nilai PV (<i>Proportion of Vegetation</i>).....	35
3.4.6. Perhitungan nilai Emisivitas (ϵ).....	37
3.4.7. Konversi nilai DN ke Radian	38
3.4.8. Konversi Radian ke <i>Brightness Temperature</i>	39
3.4.9. Konversi <i>Brightness</i> ke <i>Land Surface Temperature</i> (LST).....	41
3.4.10. <i>Cropping</i> Citra.....	43
3.4.11. Klasifikasi Suhu Permukaan Tanah	44
3.4.12. Uji Validasi Lapangan.....	45
3.4.13. Proses Algoritma UHI (<i>Urban Heat Island</i>)	45
3.4.14. Klasifikasi Suhu Citra Hasil Proses UHI	47

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Lokasi Penelitian.....	48
4.2. Hasil Persebaran Permukaan Tanah.....	49
4.3. Uji Validasi Data Lapangan	50
4.4. Persebaran Suhu Permukaan UHI (<i>Urban Heat Island</i>).....	58

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	64
5.2. Saran.....	65

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 proses perekaman data.....	5
Gambar 2.2 Gambaran pencitraan permukaan bumi dengan satelit.....	8
Gambar 2.3 Sketsa Profil Urban Heat Island	16
Gambar 3.1. Lokasi penelitian Malang raya, Google Maps (2017).....	24
Gambar 3.2. Diagram Alir.....	27
Gambar 3.3. Gambar Proses Sign in	30
Gambar 3.4. Gambar 3.4. Gambar Preview Citra	30
Gambar 3.5. Gambar 3.5. Gambar Pilihan Unduhan Data Citra.....	31
Gambar 3.6. Gambar 3.6 Tampilan Metadata Format .txt citra Landsat 8 dan 7 Malang Raya	31
Gambar 3.7. Tampilan Citra Landsat 8	31
Gambar 3.8. Gambar 3.8 pilihan untuk menampilkkan citra.....	32
Gambar 3.9. Gambar 3.9 Tampilan Citra Multispectral	32
Gambar 3.10. Gambar 3.10 Window Radiometric Calibration.....	33
Gambar 3.11 Hasil Koreksi Radiometrik Reflectance	33
Gambar 3.12 Parameter Perhitungan NDVI.....	34
Gambar 3.14 Hasil Perhitungan NDVI	34
Gambar 3.15. Persamaan PV pada Band Math	35
Gambar 3.16. Hasil Perhitungan Nilai PV	36
Gambar 3.17. Persamaan Untuk Emisivitas Pada Band Math	37
Gambar 3.18. Hasil Perhitungan Nilai Emisivitas	37
Gambar 3.19. Window pengaturan Kalibrasi Radiometrik.....	38
Gambar 3.20. Window pengaturan tipe Kalibrasi.....	39
Gambar 3.21. Hasil Konversi DN ke Radiance.....	39
Gambar 3.22. Persamaan Untuk Brightness Temperature Pada Band Math....	40
Gambar 3.23. Hasil Konversi Brightness Temperature	40
Gambar 3.24. Persamaan LST Pada Band Math	41
Gambar 3.25. Pengisian Nilai Parameter Rumus LST	42
Gambar 3.26. Hasil ekstraksi suhu permukaan (LST)	42
Gambar 3.27. Hasil Cropping citra suhu permukaan	43

Gambar 3.28. Informasi suhu citra pada suhu permukaan yang telah dikonversi	44
Gambar 3.29. Citra Terklasifikasikan Suhunya	44
Gambar 3.30. Informasi suhu permukaan pada citra dan titik sampel pengukuran	45
Gambar 3.31. Raster calculator untuk persamaan Algoritma UHI	46
Gambar 3.32. Hasil nilai UHI (Urban Heat Island)	46
Gambar 3.33. Tampilan Proses Resclassify	47
Gambar 3.34. Tampilan Hasil Resclassify	47
Gambar 4.1. Hasil Persebaran Suhu Permukaan tahun 2018, 2013, dan 2008 daerah penelitian	50
Gambar 4.1. Hasil Persebaran UHI 2018 Daerah Penelitian	59
Gambar 4.2. Hasil Persebaran UHI 2018 Daerah Penelitian	60
Gambar 4.3. Hasil Persebaran UHI 2018 Daerah Penelitian	60

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Parameter Satelit <i>LDCM (Satelit Landsat-8)</i>	7
Tabel 2.2. Karakteristik Band Landsat-8.....	8
Tabel 2.3. Produk Data Landsat 8	9
Tabel 2.4. Karakteristik band <i>Landsat ETM+</i>	10
Tabel 2.5. Parameter Satelit <i>Landsat 7 ETM+</i>	12
Tabel 3.1. Nilai <i>NDVI</i>	35
Tabel 3.2. Nilai cover vegetasi minimum dan maksimum.....	36
Tabel 3.3. Nilai emisivitas minimum dan maksimum	38
Tabel 3.4. Nilai suhu minimum dan maksimum dengan satuan celcius pada band termal citra landsat	41
Tabel 3.5. Nilai suhu permukaan tanah minimum dan maksimum.....	43
Tabel 3.6. Nilai suhu UHI maksimum dan minimum dalam satuan celcius pada citra landsat	46
Tabel .4.1. Nilai suhu UHI minimum dan maksimum pada dengan satuan celcius pada citra	58
Tabel 4.2 Nilai suhu permukaan pada band termal <i>Citra Landsat</i>	49
Tabel 4.3 Data hasil pengukuran dilapangan, citra landsat 8 2018, dan nilai <i>NMAE (Normalized Mean Absolute Error)</i>	51
Tabel .4.4. Nilai suhu UHI minimum dan maksimum pada dengan satuan celcius pada citra	58
Tabel .4.5. Klasifikasi <i>Urban Heat Island</i> di Malang Raya tahun 2018.....	61
Tabel .4.6. Klasifikasi <i>Urban Heat Island</i> di Malang Raya tahun 2013	62
Tabel .4.7. Klasifikasi <i>Urban Heat Island</i> di Malang Raya tahun 2008	63

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota adalah pusat pertumbuhan yang ditandai dengan perkembangan jumlah penduduk (baik karena proses alami maupun migrasi), serta pesatnya pembangunan sarana dan prasarana fisik sebagai pendukung kegiatan ekonomi, tempat tinggal, industri, dan transportasi. Pesatnya pembangunan diantaranya tercermin dalam jumlah dan geometri bangunan yang kompleks. Pembangunan fisik dan kepadatan populasi di perkotaan, selain merupakan sumberdaya yang potensial, sekaligus melahirkan berbagai dampak yang berpengaruh terhadap kualitas kehidupan di dalamnya (Lauhatta, 2007).

Pulau Bahang Kota atau *Urban Heat Island* yaitu fenomena suhu di daerah perkotaan yang lebih tinggi daripada daerah sekitarnya Schwarz, dkk, 2012 menyebutkan urban heat island sebagai deskripsi untuk suhu yang terjadi di perkotaan dibandingkan daerah pedesaan sekitarnya. Intensitas pulau bahang kota adalah perbedaan suhu antara kota dengan daerah bersuhu rendah di pedesaan sekitarnya (Giridharan, dkk, 2004).

Permukaan pulau panas perkotaan biasanya terjadi pada siang hari, tapi cenderung terlihat perbedaannya pada malam hari (Oke, 1982). Pada siang hari faktor-faktor ini dapat menyebabkan lebih besar energy matahari yang ditangkap, diserap dan disimpan pada permukaan kota dibandingkan dengan permukaan pedesaan,. Sedangkan pada malam hari, energy yang dilepaskan lebih sedikit, sehingga menghasilkan suhu udara yang lebih tinggi diperkotaan (Berdahl dan Bretz, 1997).

Malang Raya merupakan daerah yang terbagi menjadi 3 bagian yaitu Kota Malang, Kabupaten Malang dan yang terakhir adalah Kota Batu yang dulu merupakan bagian dari Kabupaten Malang. Malang Raya adalah daerah yang berkembang dan mempunyai beragam potensi yaitu Sumber Daya Alam, Sumber Daya Manusia dan Ekonomi. Bidang-bidang usaha yang ada mampu memberikan pemasukan daerah dan peningkatan sarana dan prasarana untuk memenuhi kebutuhan daerah Malang dan sekitarnya. Kondisi Malang Raya ini sangat

memungkinkan untuk perkembangan usaha-usaha yang menghasilkan, karena potensi yang mendukung. Seperti Wisata, Pendidikan, Hotel dan lain-lain, saling berkaitan erat antar satu dengan yang lainnya.

Selain itu studi ini akan membantu dalam proses perencanaan pengembangan mengatasi masalah *Global Warming* di Malang raya. Pada penelitian ini menggunakan metode penginderaan jauh citra Landsat .

1.2 Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang diambil dalam penelitian ini adalah bagaimana mengidentifikasi fenomena UHI di Malang Raya ?

1.3 Tujuan dan Mamfaat

Adapun Tujuan Penelitian adalah :

1. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi fenomena *Urban Heat Island* di Malang Raya Tahun 2008, 2013 dan 2018 dengan menggunakan Citra Landsat.

Sementara mamfaat penlitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dapat digunakan oleh pihak terkait seperti pemerintah kota untuk mengambil keputusan, menganalisis dan membuat perencanaan pembangunan di Malang Raya.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Data citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra satelit Landsat 7 untuk tahun 2008 dan Landsat 8 untuk tahun 2013 dan 2018. Di Malang Raya.
2. Metode yang digunakan ialah dengan menggunakan citra satelit Landsat 8 dengan band 4, 5 dan 3, 4 untuk landsat 7 dan band termal dengan menghitung nilai *Brightness Temperature*, *Normalized Difference Vegetation Index* , *Land Surface Emissivity*, *Land Surface Temperature*. *Urban Heat Island*

I.5 Sistematika Penulisan

Adapun sebagai tahapan dalam penelitian ini maka disusun laporan hasil penelitian skripsi yang sistematika pembahasannya diatur sesuai dengan tatanan sebagai berikut :

A. BAB I PENDAHULUAN

Bagian ini menguraikan tentang Latar Belakang, Rumusan Masalah, Tujuan dan Manfaat Penelitian, Batasan Masalah serta Sistematika Penulisan.

B. BAB II DASAR TEORI

Bagian ini berisi tentang gambaran lokasi penelitian serta kajian pustaka dan teori-teori yang berkaitan dengan penelitian ini.

C. BAB III METODELOGI PENELITIAN

Berisi penjelasan tentang bagaimana penelitian ini dilakukan, dimulai dari proses pengumpulan data, pengolahan data sampai pada hasil akhir yang menjadi tujuan dilakukannya penelitian ini.

D. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menjelaskan secara rinci pelaksanaan penelitian dalam mencapai hasil serta kajian dan pembahasan hasil dari penelitian ini.

E. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

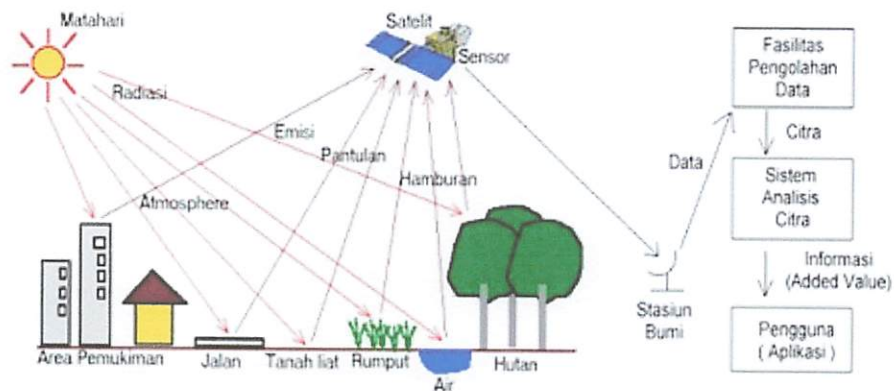
Bagian ini merupakan uraian singkat tentang kesimpulan hasil pembahasan yang mencakup isi dari penelitian, serta saran – saran yang berkaitan dengan kesesuaian penggunaan hasil penelitian agar tepat guna dan sasaran.

BAB II DASAR TEORI

2.1 Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh atau indera (remote sensing) adalah seni dan ilmu untuk mendapatkan informasi tentang obyek, area atau fenomena melalui analisa terhadap data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung dengan obyek, daerah ataupun fenomena yang dikaji (lillesand dan kiefr.1997)

Susanto (1986) mengemukakan bahwa interpretasi citra merupakan suatu pembuatan untuk mengkaji foto maupun citra non foto dengan maksud untuk mengidentifikasi obyek dan menilai ari penting obyek yang tergambar pada citra tersebut.



Gambar 2.1 proses perekaman data (suhermanto, 1990)

Prinsip dasar penginderaan jauh dengan energy gelombang elektromagnetik untuk sumber daya alam ada dua, yaitu : pengumpulan dan analisis data. Elemen proses pengumpulan data meliputi sumber energy, perjalanan energy melalui atmosfer, interaksi energy dengan kenampakan dimuka bumi, sensor wahana satelit atau pesawat terbang. Proses analisis data meliputi pengujian data dengan menggunakan alat interpretasi dan alat pengamatan analisis data dan atau computer untuk menganalisis data sensor numeric (lillesand and kiefer,1997)

2.2 landsat 8

Landsat 8 merupakan kelanjutan dari misi landsat yang untuk pertama kali menjadi satelit pengamat bumi sejak 1972 (landsat 1) Landsat 8 atau *Landsat Data Continuity Mission (LDCM)*, Mulai menyediakan produk citra *open access* sejak tanggal 30 Mei 2013. NASA lalu menyerahkan satelit LDCM kepada USGS sebagai pengguna dan terhitung 30 Mei tersebut pengelola arsip data citra masih ditangani oleh *Earth Resources Observation and Science (EROS) Center*. Landsat 8 hanya memerlukan waktu 90 menit untuk mengorbit bumi dan melakukan liputan pada area yang sama setiap 16 hari sekali. Resolusi temporal ini tidak berada dengan landsat versi sebelumnya. Satelit landsat 8 memiliki sensor *Onboard operational Land Imager (OLI)* dan *Thermal Infrared Sensor (TIRS)* dengan jumlah band sebanyak 11 buah. Diantara *band-band* tersebut, 9 *band (band 1-9)* berada pada OLI dan 2 lainnya (*band 10 dan 11*) pada TIRS. (USGS,2013)

Ada beberapa spesifikasi baru yang terpasang pada band landsat 8 khususnya *band 1, 9, 10, dan 11*. Untuk *band 1 (ultra blue)* dapat menangkap panjang gelombang elektromagnetik lebih rendah dari pada band yang sama pada landsat 7, sehingga lebih sensitif terhadap perbedaan reflektansi air laut atau aerosol. *Band 8* unggul dalam membedakan konsentrasi aerosol di atmosfer dan mengidentifikasi karakteristik tampilan air laut pada kedalaman berbeda. Deteksi terhadap awan cirrus juga lebih baik dengan dipasangnya *band 9* pada sensor OLI, sedangkan band thermal (*band 10 dan 11*) sangat bermanfaat untuk mendeteksi perbedaan suhu permukaan bumi dengan resolusi spasial 100 meter. (USGS,2014)

2.2.1 Spesifikasi Sensor Landsat-8

Satelit LDCM (landsat-8) dirancang menggunakan suatu platform dengan pengarahannya titik nadir yang distabilkan tiga sumbu. Satelit LDCM (Landsat-8) ini diorbitkan pada ketinggian :705 km, dengan inklinasi :98.2°, periode : 99 menit, waktu liput ulang (resolusi temporal) : 16 hari yang mendekati lingkaran sikron matahari. Berikut adalah tabel parameter satelit LDCM (Satelit Landsat-8).

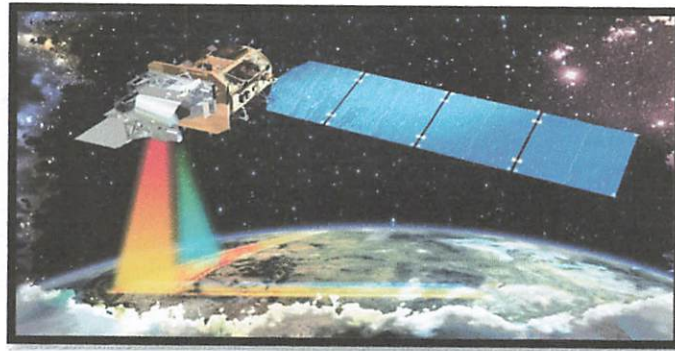
Tabel 2.1 Parameter Satelit LDCM (Satelit Landsat-8)

Jenis orbit	Mendekati lingkaran sinkron matahari
Ketinggian satelit	705 km
Inklinasi	98.2°
Periode	99 menit
Resolusi temporal (waktu liput ulang)	16 hari
Luas liputan per scene	185 km x 185 km
Kuantitas data	16 bit (0-65535)

Satelit landsat-8 juga dilengkapi dengan sensor pencitra yang dinamakan OLI (*Operational Land Imager*) Sensor pencitra OLI ini mempunyai kanal-kanal yang baru yaitu : kanal-1 : 443 nm untuk aerosol garis pantai dan kanal 9 : 1375 nm untuk deteksi cirrus, tetapi tidak dilengkapi dengan kanal infraerah termal. Baru pada tahun 2008, program LDCM (Landsat-8) mengalami pengembangan, yaitu Sensor pencitra TIRS (*Thermal Infrared Seonsor*) ditetapkan sebagai pilihan (*optional*) pada misi LDCM (Landsat-8) yang menghasilkan kontinuitas data untuk kanal-kanal inframerah termal yang tidak dicitrakan oleh OLI. (USGS,2014)

2.2.2 Subsistem Pendukung Satelit Landsat-8

Penentuan sikap dan subsistem kontrol (*Attitude Determinaton and Control Subsystem-ADCS*) satelit Landsat-8 menggunakan tiga batang tenaga putaran (*torque rods*) dan enam buah roda-roda reaksi sebagai *aktuator*. Sikap satelit Landsat-8 ini diindera menggunakan tiga buah alat yang mengikuti jejak bintang (*star trackers*). Sebuah SIRU (*scalable inertial reference*), 12 buah sensor matahari yang kasar, penerima-penerima GPS (*Viceroy*), dan 12 buah TAMs (*Three Axis Magnetometers*). (USGS,2014).



Gambar 2.2 Gambaran pencitraan permukaan bumi dengan satelit LDCM (Landsat-8) di orbit (*kredit citra : General Dynamics*)

Sensor pencitra OLI pada Landsat-8 mempunyai kanal-kanal spektral yang menyerupai sensor ETM+ (*Enhanced Thermal Mapper Plus*) pada Landsat-7. hanya saja sensor OLI ini mempunyai tambahan kanal-kanal yaitu : kanal deteksi aerosol garis pantai (kanal-1 : 443 nm) dan juga kanal untuk deteksi cirrus (kanal 9:1375 nm) akan tetapi, Landsat-8 tidak dengan kanal inframerah termal.

Table 2.2 Karakteristik Band Landsat-8 (sumber : <http://landsat.usgs.gov>)

Landsat 8 <i>operational land imager (OLI) dan termal infrared sensor (TIRS)</i>	Band	Panjang gelombang (micrometer)	Revolus (meter)
	<i>Band 1 - coastal aerosol</i>	0.43 - 0.45	30
	<i>Band 2 - blue</i>	0.45 - 0.51	30
	<i>Band 3 - green</i>	0.53 - 0.59	30
	<i>Band 4 - red</i>	0.64 - 0.67	30
	<i>Band 5 - near infrared (NIR)</i>	0.85 - 0.88	30
	<i>Band 6 - SWIR 1</i>	1.57 - 1.65	30
	<i>Band 7 - SWIR 2</i>	2.11 - 2.29	30
	<i>Band 8 - Panchromatik</i>	0.50 - 0.68	15

	<i>Band 9 – cirrus</i>	1.36 - 1.38	30
	<i>Band 10 – termal infrared (TIRS) 1</i>	10.60 - 11.19	100
	<i>Band 11 - termal infrared (TIRS) 2</i>	11.50 – 12.51	100

Satelit landsat-8 memiliki kanal yang mirip dengan landsat-7 sensor *Operational Land Imager* (OLI) dan Thermal Infrared Sensor (TIRS) dengan jumlah kanal sebanyak 11 buah. Diantara kanal-kanal tersebut, 2 kanal berada pada TIRS (band 10 dan 11) dan 9 kanal (band 1-9) berada pada OLI. Sebagian besar kanal memiliki spesifikasi mirip dengan landsat-7. (USGS,2014)

2.2.3 Produk Data Satelit Landsat 8

Pada situs USGS (2015) citra satelit landsat 8 saat ini memiliki ukuran file yang cukup besar, sekitar sebesar 1 GB saat sudah dikompresi. produk data satelit landsat 8 saat ini semua konsisten berada di standar citra level-1 (orthorektifikasi) dengan spesifikasi seperti berikut ini , USGS (2013)

Tabel 2.3 Produk Data Landsat 8

Prosesing	<ul style="list-style-type: none"> • Level 1 T – terrain corrected
Ukuran fixel	<ul style="list-style-type: none"> • OLI multi spectral band 1-7,9 30 meter • OLI panchromatic band 8: 15-meters • TIRS band 10-11: collected at 100 meter but resampled to 30 meter to match OLI multispectral bands.
Karakteristik data	<ul style="list-style-type: none"> • Geo TIFF data format • Cubic convolution (CC) Resampling • North Up (MAP) orientation • Universal Transverse Mercator (UTM) map projection • World geodetic system (WGS) 84 datum

	<ul style="list-style-type: none"> • 12 meter circular error , 90% confidence global accuracy for TIRS • 16-bit pixel values
Pengiriman data	<ul style="list-style-type: none"> • Data dikirimkan melalui protokol HTTP download dengan format kompresi.tar.gz
Ukuran file	<ul style="list-style-type: none"> • Sekitar 1 GB (dengan kompresi) dan sekitar 2 GB (tanpa kompresi) ukuran scene : 170 km × 185 km (106 mi × 115 mi umur masa aktif : minimal 5 tahun

2.3 Landsat 7

Satelit Landsat 7 ETM+. Satelit Landsat 7 ETM+ diluncurkan pada tanggal 15 Desember 1999 di pangkalan Udara Vandenberg, California, Satelit ini dilengkapi dengan instrument ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper Plus*) dengan resolusi sebesar 30 meter untuk band multispektral pada kisaran spectrum biru hingga inframerah tengah 15 meter untuk band pankromatik dan 60 meter untuk band inframerah termal. Tujuan utama landsat 7 adalah untuk memperbarui arsip citra satelit, menyediakan citra yang *up-to-date* dan bebas awan. Meski program landsat program dikelola oleh NASA, data dari landsat 7 dikumpulkan dan didistribusikan oleh USGS. Proyek *NASA World Wind* memungkinkan gambar tiga dimensi dari landsat 7 dan sumber-sumber lainnya untuk dapat dengan mudah dinavigasi dan dilihat dari berbagai sudut. (USGS,2014)

Tabel 2.4 Karakteristik band Landsat ETM+ (Sumber: Hardiyanti, 2001 dan Lillesand & Kieffer (1996)

Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+)			
Landsat 7	Wavelength (μm)	Resolution (m)	Kegunaan
Band 1	0.45-0.52	30	Tanggap terhadap penetrasi tubuh air Mendukung analisis sifat khas penggunaan lahan,

			tanah dan vegetasi
Band 2	0.52-0.60	30	Mengindra puncak pantulan vegetasi, perbedaan vegetasi dan nilai kesuburan
Band 3	0.63-0.69	30	Untuk memisahkan vegetasi Memperkuat kontras kenampakan vegetasi dan non vegetasi
Band 4	0.77-0.90	30	Tanggap terhadap biomasa vegetasi dan identifikasi tanaman Memperkuat kontras tanaman, tanah dan air
Band 5	1.55-1.75	30	Menentukan jenis tanaman dan kandungan air Memebantu menentukan kondisi kelembaban tanah
Band 6	10.40-12.50	30	Deteksi perubahan suhu obyek Analisis gangguan vegetasi
Band 7	2.09-2.35	30	Formasi batuan dan analisis bentuklahan
Band 8	52-90	15	Resolusi spasialnya relatif lebih tinggi Digunakan untuk aplikasi yang memerlukan akurasi tinggi

2.3.1 Spesifikasi Sensor Landsat 7

Satelit landsat 7 ini diorbitkan pada ketinggian : 705 km, dengan inklinasi : 98.2°, periode : 99 menit, waktu liput ulang (resolusi temporal) : 16 hari yang mendekati lingkaran sikron matahari. Berikut adalah tabel parameter satelit landsat 7 ETM+ (USGS, 2014)

Tabel 2.5 Parameter Satelit Landsat 7 ETM+

Jenis orbit	Mendekati lingkaran sinkron matahari
Ketinggian satelit	705 km
Inklinasi	98.2°
Periode	99 menit
Resolusi temporal (waktu liput ulang)	16 hari
Luas liputan per <i>scane</i>	185 km x 185 km
Kuantitas data	8 bit (0-255)

Satelit landsat-7 dilengkapi dengan sensor pencitra yang dinamakan OLI (*Operational Land Imager*). Sensor pencitra sensor pencitra OLI ini mempunyai kanal-kanal yang baru yaitu : kanal-1 : 443 nm untuk aerosol garis pantai dan kanal 9 : 1375 nm untuk deteksi *cirrus* , tetapi tidak dilengkapi dengan kanal inframerah termal. Dan hasil citra landsat-7 harus dilakukan langkah *GapFill* sebelum melakukan proses pengolahan citra.

2.4 Interpretasi Citra Penginderaan jauh

Interpretasi citra merupakan pekerjaan yang menjawab pertanyaan: bagaimana cara mempergunakannya atau cara menganalisis data penginderaan jauh, agar dapat digunakan untuk keperluan daerah. Interpretasi citra telah diungkapkan dalam batasan merupakan kegiatan mengidentifikasi obyek melalui citra penginderaan jauh (purwadhi dan tjaturahono, 2008)

Menurut purwadhi (2001), interpretasi citra penginderaan jauh dapat dilakukan dngan dua cara,yaitu :

1. intrepretasi citra secara manual dan data penginderaan jauh merupakan pengenalan karakteristik obyek secara keruangan (spasial) mendasarkan pada

unsur-unsur interpretasi citra penginderaan jauh. Interpretasi secara manual dilakukan terhadap citra fotografi dan non-fotografi yang sudah di konversi kedalam bentuk foto atau citra. Interpretasi manual pada citra penginderaan jauh yang sudah terkoreksi, baik terkoreksi secara radiometrik maupun secara geometric. Sehingga pengguna tinggal melakukan identifikasi obyek yang tergambar pada citra atau foto.

2. interpretasi citra secara digital dilakukan dengan bantuan computer. Di dalam interpretasi citra penginderaan jauh digital, pengguna dapat melakukannya mulai dari pengolahan / pra-pengolahan (koreksi-koreksi citra) penajaman citra , hingga klasifikasi citra. Namun dapat juga menggunakan data atau citra penginderaan jauh digital yang sudah terkoreksi, sehingga pengguna tinggal melakukan klasifikasi dan tidak perlu melakukan pra pengolahan data.

2.5 Koreksi Geometrik

Koreksi geometri adalah transformasi citra hasil penginderaan jauh sehingga citra tersebut mempunyai sifat-sifat peta dalam bentuk, skala dan proyeksi. Transformasi geometric yang paling mendasar dalam penempatan kembali posisi *pixel* sedemikian rupa, sehingga pada citra digital yang tertransformasi dapat dilihat gambaran objek dipermukaan bumi yang terekam sensor. Geometrik citra penginderaan jauh mengalami pergeseran, karena orbit satelit sangat tinggi dan medan padangnya kecil, maka terjadi distorsi geometric. Kesalahan geometric citra dapat terjadi karena posisi dan orbit maupun sikap sensor pada saat satelit mengamati bumi, kelengkungan dan putaran bumi yang diindera. Akibat dari kesalahan geometric ini maka posisi pixel dari data inderaja satelit tersebut sesuai dengan posisi (lintang dan bujur) yang sebenarnya. (Mather,1987)

Koreksi geometrik dilakukan sesuai dengan jenis atau penyebab kesalahannya, yaitu kesalahan sistematik dan kesalahan random, dengan sifat distorsi geometric pada citra koreksi geometric mempunyai tiga tujuan, yaitu (Mather,1987) :

1. Melakukan rektifikasi (pembetulan) atau restorsi (pemulihan) citra agar koordinat sesuai geografis
2. Meregistrasi (mencocokkan) posisi citra dengan citra lain yang sudah terkoreksi (*image to image rectification*) atau memtransformasikan system koordinat citra multispectral dan multi temporal.
3. Meregistrasi citra ke peta atau transformasi system koordinat citra ke koordinat peta (*image to map rectification*), sehingga menghasilkan citra dengan system proyeksi peta tertentu.

Koreksi geometrik yang biasa dilakukan adalah koreksi geometric sistematis dan koreksi geometric presisi. Masing-masing sebagai berikut (USGS,2014)

1. Koreksi geometric sistematis melakukan koreksi geometric dengan menggunakan informasi karakteristik sensor yaitu orientasi internal (*internal orientation*) berisi informasi panjang fokus system optiknya dan koordinat titik utama (*primary point*) dalam bidang citra (*image space*) dengan distorsi lensa dan difraksi atmosfer dianggap kecil pada sensor indera satelit, serta orientasi eksternal (*external orientation*) berisi koordinat titik utama pada bidang bimu (*ground space*) serta tiga sudut relative antara bidang citra dan bidang bumi.
2. Koreksi geometric presisi pada dasarnya adalah meningkatkan ketelitian geometric dengan menggunakan titik kendali / kontrol tanah (*ground control point* biasa disingkat dengan GCP). GCP dimaksud dengan adalah titik yang diketahui koordinatnya secara tepat dan dapat terlihat pada citra indera satelit seperti perempatan jalan dan lain-lain.

2.6 Koreksi Radiometrik landsat

Koreksi radiometrik ditujukan untuk memperbaiki nilai pixel supaya sesuai dengan yang seharusnya yang biasanya mempertimbangkan factor gangguan atmosfer sebagai sumber kesalahan utama. Efek atmosfer menyebabkan nilai pantulan obyek dipermukaan bumi yang terekam oleh sensor menjadi bukan merupakan nilai aslinya, tetapi menjadi lebih besar oleh karena adanya hamburan atau lebih kecil karena proses resapan. Metode-metode yang sering digunakan

untuk menghilangkan efek atmosfer antara lain metode pergeseran histogram (*histogram adjustment*), metode regresi dan metode kalibrasi banyangan. (Projo Danoedoro,1996).

Hasil dari citra landsat 7 dan landsat 8 dapat dikoreksi menjadi *Top Off Atmosphere* (TOA) *reflectance* atau *radiance* dengan cara mengubah nilai pixel *Digital Number* ke dalam nilai satuan radian. Nilai yang digunakan terdapat pada metadata setiap citra yang di *download* dengan format (*file.MTL*).

2.6.1 Konversi Nilai Pixel ke Nilai Radian Spektral (*TOA Radiance*)

Menurut Reeves, et al. (1975). Nilai radian spektral didefinisikan sebagai fluks radian per unit pada sudut tertentu yang di radiasikan oleh suatu obyek kearah tertentu. Persamaan berikut merupakan persamaan dasar yang digunakan untuk melakukan konversi nilai pixel menggunakan nilai scaling yang tertera pada metadata. Persamaan yang digunakan sebagai berikut (USGS.2013) :

$$L_{\lambda} = (Q_{cal} \times M_L) + A_L \dots \dots \dots (2.1)$$

Di mana :

L_{λ} = radian spektral pada sensor ($W / (m^2 \cdot sr \cdot \mu m)$),

Q_{cal} = nilai pixel (DN),

M_L = konstanta rescalling ($RADIANCE_MULTI_BAND_x$, di mana x adalah band yang digunakan

A_L = konstanta penambah ($RADIANCE_ADD_BAND_x$, di mana x adalah band yang digunakan

2.6.2 Konversi Nilai Pixel ke Nilai Reflektan (*TOA Reflectance*)

Nilai reflektan merupakan rasio energy yang dipantulkan dengan total energi yang mengenai suatu permukaan per unit area,. Untuk band termal, level koreksi hanya pada konversi menjadi nilai radian spektral, hal tersebut dikarenakan band termal bukan lah band pantulan, tetapi pancara energy inframerah termal. Untuk band tampak, perlu dilakukan koreksi lanjutan yaitu koreksi atmosfer yang berguna menurunkan variabilitas antara scan citra. Koreksi pada Landsat 8 tidak menggunakan nilai radian spektral (L_{λ}), nilai yang

digunakan adalah rescaling nilai pixel (Q_{cal}). Pada Landsat 7 dan Landsat 8, koreksi reflektansi didapatkan dengan persamaan (USGS.2013) :

$$\rho_{\lambda'} = M \rho_{Q_{cal}} + A\rho \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana :

$\rho_{\lambda'}$ = hasil pengolahan sebelumnya tanpa koreksi sudut pengambilan $\rho_{\lambda'}$ tidak memuat koreksi untuk sudut matahari

Q_{cal} = nilai pixel (DN),

$M \rho$ = konstanta rescaling (REFLECTANCE_MULT_BAND_x, dimana x adalah band yang digunakan)

$A\rho$ = konstanta panambah (REFLECTANCE_ADD_BAND_x, dimana x adalah band digunakan).

Pada Landsat 7, proses koreksi dilakukan dengan merubah nilai piksel menjadi nilai radian (radiasi dari objek ke sensor) dan merubah lagi menjadi reflektansi (rasio antara radian dan irradian antara radiasi objek ke matahari dan radiasi matahari ke objek). Persamaan konversi diperlihatkan pada persamaan dibawah ini.

$$\rho_{\lambda} = \pi \cdot L_{\lambda} \cdot d^2 / ESUN_{\lambda} \cdot \cos\theta_s \dots \dots \dots (2.3)$$

Di mana

ρ_{λ} = merupakan nilai reflektansi (tanpa unit),

π = adalah konstanta matematika (~3,14159),

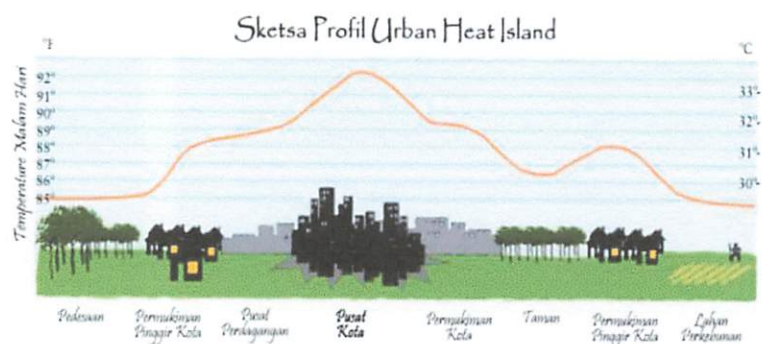
D = adalah jarak matahari – bumi (unit astronomi),

$ESUN_{\lambda}$ = adalah rerata exoatmospheric irradiansi matahari (W/m².sr.μm).

θ_s = adalah sudut zenith matahari (derajat). Nilai-nilai yang dibutuhkan dalam persamaan didapatkan pada penelitian Chander, et al. (2009).

2.7 Fenomena Pulau Bahang (*Urban Heat Island*)

Peningkatan aktivitas manusia serta pesatnya pembangunan lahan terbangun menyebabkan terjadinya peningkatan suhu mikro di kawasan perkotaan yang disebut dengan Urban Heat Island (selanjutnya disebut UHI) atau pulau bahang. Fenomena pulau bahang (Iswari) dicirikan seperti “pulau” udara permukaan panas yang terpusat di wilayah kota terutama pada daerah pusat kota dan akan semakin turun temperaturnya di daerah sekelilingnya yakni pada daerah pinggir kota. UHI terjadi karena terdapat dominasi material buatan yang menampung panas (heat storage) di wilayah kota. Dominasi material buatan tersebut menyebabkan terperangkap radiasi matahari sehingga suhu di sekitarnya semakin tinggi. Kenaikan temperatur pada wilayah kota juga dipicu oleh pelepasan panas antropogenik dari aktivitas perkotaan seperti aktivitas industri dan transportasi (Aisha, 2013). Beberapa faktor yang dapat memicu terjadinya UHI pada daerah perkotaan diantaranya berupa derajat panas bahan bangunan, tinggi dan jarak antar bangunan, serta tingkat polusi udara. (Hidayati, 2013).



Gambar 2.3 Sketsa Profil Urban Heat Island (Cox, 2005)

Urban Heat Island terbentuk jika sebagian tumbuh-tumbuhan (vegetasi) digantikan oleh aspal dan beton untuk jalan, bangunan, dan struktur lain. Permukaan tanah yang tergantikan tersebut lebih banyak menyerap panas matahari dan juga lebih banyak memantulkannya, sehingga menyebabkan temperatur permukaan dan suhu lingkungan naik. Perubahan vegetasi menjadi lahan beton, aspal, maupun lahan terbuka akan menyebabkan peningkatan suhu diurnal, yang akhirnya juga akan mempengaruhi suhu klimatologinya (Khomarudin, 2004).

2.8 Suhu Permukaan

Suhu permukaan merupakan suhu bagian terluar dari suatu objek dan merupakan unsur pertama yang dapat diidentifikasi dari citra satelit termal. Suhu permukaan benda tergantung dari sifat fisik permukaan objek, diantaranya yaitu emisivitas, kapasitas panas jenis dan konduktivitas termal. Jika suatu objek memiliki emisivitas dan kapasitas panas jenis yang tinggi, sedangkan konduktivitas termalnya rendah maka suhu permukaan objek tersebut akan menurun, contohnya pada permukaan berupa perairan. Apabila suatu objek memiliki emisivitas dan kapasitas panas jenis yang rendah sedangkan konduktivitas termalnya tinggi maka suhu permukaan objek tersebut akan meningkat.

Suhu permukaan dapat didefinisikan sebagai suhu permukaan rata-rata dari suatu permukaan yang digambarkan dalam suatu pixel dari berbagai tipe permukaan. Pengambilan data suhu menggunakan thermometer udara dikarenakan suhu permukaan pada hakikatnya merupakan radiasi *budget energy* dari litosfer sehingga pengukuran dengan thermometer udara merupakan langkah yang benar. Besarnya suhu permukaan dipengaruhi oleh panjang gelombang. Panjang gelombang yang paling sensitive terhadap suhu permukaan adalah inframerah thermal. Kanal thermal dari suatu satelit berfungsi untuk mencari suhu permukaan objek dipermukaan (Lillesand dan Kiefer, 1990).

Faktor-faktor yang mempengaruhi suhu dipermukaan bumi ialah :

1. jumlah radiasi yang diterima pertahun – per hari – permusim.
2. Pengaruh daratan atau laut.
3. Pengaruh ketinggian tempat,
4. Pengaruh angin secara tidak langsung, angin yang membawa panas dari sumbernya secara horizontal.
5. Pengaruh panas laten : panas yang disimpan dalam atmosfer.
6. Penutup tanah : tanah yang ditutup vegetasi mempunyai temperature yang kurang dari pada tanah tanpa vegetasi.

7. Pengaruh sudut datang matahari, sinar yang tegak lurus akan membuat suhu lebih panas dari pada yang datangnya miring.

2.9 Nilai Kecerahan Suhu (*Brightness Temperature*)

Konversi menjadi nilai *Brightness Temperature*, menggunakan nilai $L\lambda$ atau nilai radian spektral. Seperti yang telah dijelaskan diatas, nilai suhu permukaan merupakan nilai pancara sinar inframerah termal, bukan nilai pantulan. Jadi koreksinya hanya koreksi radian spektral saja. Nilai *Brightness Temperature* bukan nilai suhu permukaan yang langsung dapat digunakan untuk analisis, tetapi hanyalah suhu radian. Suhu radian merupakan suhu yang terekam oleh sensor. Untuk mendapatkan suhu yang mendekati objek permukaan bumi atau suhu kinetik, maka beberapa koreksi harus dilakukan. Untuk mendapatkan nilai estimasi suhu permukaan dengan kualitas yang baik, maka dibutuhkan 4 langkah proses koreksi, yaitu, (Weng, et al., 2004; Voogt & Oke, 2003)

1. Konversi nilai piksel ke nilai $L\lambda$
2. Koreksi absorbs dan re-emisi yang terjadi di atmosfer;
3. Koreksi emisivitas permukaan; dan
4. Koreksi kekerasan permukaan

$$Tb = \frac{K_2}{\ln\left[\left(\frac{K_1}{L\lambda}\right)+1\right]} - 273.15 \dots \dots \dots (2.4)$$

Tb : *Temperature Brightness* (C)

K1 : File metadata ($K2_CONSTANTA_BAND_x$, dimana x adalah nomor band, 10 or 11)

K2 : File metadata ($K1_CONSTANTA_BAND_x$, dimana x adalah nomor band, 10 or 11)

$L\lambda$: *Spectral radiance* pada kanal ke-i (Watts/($m^2 * srad * \mu m$))

273.15 : Konversi suhu kelvin ke celcius.

2.10 NDVI

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) telah banyak digunakan sebagai indikator radiometrik untuk fotosintetis dan kerennanya tutupan vegetasi dan distribusi kerapatan vegetasi. Indeks ini memungkinkan mengamati respon tanaman terhadap perubahan iklim. Dalam studi ini menggunakan NDVI untuk menentukan *Land Surface Emissivity* (LSE) (Lillesand dan Kiefer, 1997)

Indeks vegetasi yang paling umum digunakan adalah NDVI. Nilai indeks vegetasi ini didasarkan pada perbedaan antara penyerapan maksimum radiasi kanal merah (*red*) sbagai hasil dari pigmen klorofil dan reflektansi maksimum dikanal spektral infra merah dekat (*near infra red/NIR*) Sebagai akibat dari struktur selular daun (Tucker,1979).

Adapun formulasi NDVI adalah sebagai berikut:

$$NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED} \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan :

NIR : band near infrared

RED : band red

2.11 *Fractional Vegetation Cover* (FVC)

FVC mengacu pada persentase tutupan vegetasi dalam total area kajian dan menjadi parameter penting dalam mendeskripsikan tutupan vegetasi permukaan. FVC merupakan turunan dari transformasi indeks vegetasi NDVI, sehingga untuk dilakukan transformasi FVC, perlukan dilakukan transformasi NDVI terlebih dahulu (Zhang dkk, 2012).

Nilai FVC dapat diestimasi menggunakan nilai NDVI yang sebelumnya telah diperoleh serta nilai NDVIsoil (tanah) dan nilai NDVIveg dengan formula sebagai berikut (Qin al., 2006) :

$$Pv = (NDVI-NDVI_{min} / NDVI_{max}-NDVI_{min})^2 \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan :

Pv : *Proporsi of Vegetation*

NDVI : Nilai NDVI yang sebelumnya telah diperoleh

NDVISOIL : Nilai NDVI untuk tanah

NDVIveg : Nilai NDVI untuk vegetasi = nilai terbesar NDVI

2.12 *Land surface Emissivity (LSE)*

Estimasi akurasi dari LST membutuhkan nilai emisivitas. Banyak metode telah di usulkan dan disetujui untuk mendapatkan LSE dari NDVI. Hubungan antara emisivitas di termal inframerah dan NDVI, dan menunjukkan bahwa LSE bervariasi sesuai dengan proporsi vegetasi dan tanah kosong. Emisivitas menggambarkan kemampuan objek untuk memancarkan energi cahaya, sebagai emisivitas permukaan tanah bervariasi secara dinamis (Nerry dkk., 1998), efeknya juga harus dikompensasi.

Estimasi LSE membutuhkan nilai emisivitas tanah dan nilai emisivitas vegetasi dari band termal dengan formula sebagai berikut (Qin dkk, 2016)

$$LSE(e) = 0,004 P_v + 0,986 \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan :

LSE : *land surface Emissivity*

P_v : *Proporsi of Vegetation which is calculated using NDVI value*

2.13 *Land Surface Temperature (LST)*

Land Surface Temperature (LST) atau suhu permukaan tanah ialah keadaan yang dikendalikan oleh keseimbangan energi permukaan, atmosfer, sifat termal dari permukaan, dan media bahwa permukaan tanah (Becker dan Li, 1990).

Kenaikan LST juga memengaruhi kondisi iklim daerah monsun yang menyebabkan curah hujan yang tidak terduga. Vegetasi diseluruh permukaan bumi akan terpengaruh oleh hal tersebut. Penggunaan lahan (*land use*) dan penutup lahan (*land cover*) dari suatu daerah dapat digunakan untuk memperkirakan nilai suhu permukaan lahan. Kegiatan alam dan antropogenik mengubah penggunaan dan penutup suatu daerah. Hal tersebut juga memengaruhi LST daerah tersebut. Sebagai nilai perubahan iklim lokal, LST adalah fenomena yang penting untuk diselidiki. Oleh karena itu, banyak peneliti yang telah

menghitung LST dengan berbagai algoritma dan teknik (Rajeshwari dan mani, 2014).

Persamaan untuk mendapatkan LST dapat dilihat pada persamaan berikut (Jeevalakshmi.D, 2017).

$$T_s = \frac{BT}{1 + \left[\frac{\lambda BT}{\rho} \ln \lambda \right]} \dots \dots \dots (2.8)$$

Keterangan :

T_s : LST dalam ($^{\circ}\text{C}$)

BT : BT adalah sensor BT ($^{\circ}\text{C}$)

λ : panjang gelombang rata-rata

ρ : $h \frac{\sigma}{c}$ ($1,438 \times 10^{-2}$ mK)

h : konstanta Plank ($6,626 \times 10^{-34}$)

σ : adalah konstanta Boltzmann ($1,38 \times 10^{-23}$ J / K)

c : adalah kecepatan cahaya (3×10^8 m / dtk)

2.14 Algoritma *Urban Heat Island* (UHI)

UHI dapat di ekstraksi dari citra penginderaan jauh dengan menurunkan ata LST. Peta UHI dapat dihasilkan dengan memodifikasi persamaan yang disampaikan oleh Rajasekar dan Weng (2009) dan memasukan persamaan sebagai berikut (Voogt, 2002) :

$$UHI = T_{mean} - (\mu + 0,5 \alpha) \dots \dots \dots (2.9)$$

Dimana :

UHI = *Urban Heat Island*

T_{mean} = *Land Surface Temperature* ($^{\circ}\text{C}$)

μ = nilai rata-rata *Land Surface Temperature* ($^{\circ}\text{C}$)

α = nilai standar deviasi *Land Surface Temperature* ($^{\circ}\text{C}$)

Hasil yang didapatkan pada persamaan tersebut akan menghasilkan peta UHI. Berdasarkan statistic akan diketahui nilai maksimal dan nilai minimal.

Secara spasial juga akan dilihat aglomerasi serta persebaran nilai SLT yang membentuk UHI pada wilayah kajian (Voogt,2002).

2.15 Uji Akurasi Suhu Citra Dengan Suhu Lapangan

2.15.1 *Normalized Mean Absolute Error* (NMAE)

Uji akurasi bertujuan untuk membuktikan dan membandingkan kesesuaian hasil suhu permukaan dari pengolahan citra dengan hasil yang diperoleh langsung di lapangan. Rumus yang digunakan adalah indeks *Normalized Mean Absolute Error* (NMAE) dengan syarat minimumnya adalah sebesar $\leq 30\%$ (Jaelani, 2015). Berikut ini disajikan rumus untuk menghitung kesalahan relatif :

$$NMAE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \left| \frac{X_{est,i} - X_{meas,i}}{X_{meas}} \right| \times 100\% \dots\dots\dots(2.10)$$

Keterangan:

X_{est} = nilai estimasi suhu dari citra

X_{meas} = nilai konsentrasi suhu dari pengukuran lapangan

N = jumlah titik uji

2.15.2. Korelasi Linier

Analisis korelasi bertujuan untuk mengukur seberapa kuat atau derajat kedekatan suatu relasi yang terjadi antar variabel. Jika analisis regresi dapat mengetahui pola relasi dalam bentuk persamaan regresi, maka analisis korelasi dapat mengetahui kekuatan hubungan tersebut dalam koefisien korelasinya. Dengan demikian biasanya analisis regresi dan korelasi sering dilakukan bersamaan (Harinaldi, 2005).

Syarat minimum dari hasil pemodelan algoritma yang didapat, bahwa korelasi terbaik yaitu dengan nilai $> 0,5$ (Arafah 2015).

Untuk mengetahui korelasi antara masing-masing variabel bebas dengan variabel terikat, digunakan metode korelasi (Usman dan Akbar, 2006) dengan persamaan sebagai berikut :

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \cdot \sum y}{\sqrt{(n \sum x^2 - (\sum x)^2) \cdot (n \sum y^2 - (\sum y)^2)}} \dots\dots\dots(2.11)$$

$$r^2 = (r)^2 \dots\dots\dots(2.12)$$

Dimana : $-1 \leq r \leq +1$

Keterangan :

r = koefisien korelasi

r^2 = koefisien determinasi

n = jumlah pengamatan

x = variabel bebas

y = variabel terukur

BAB III

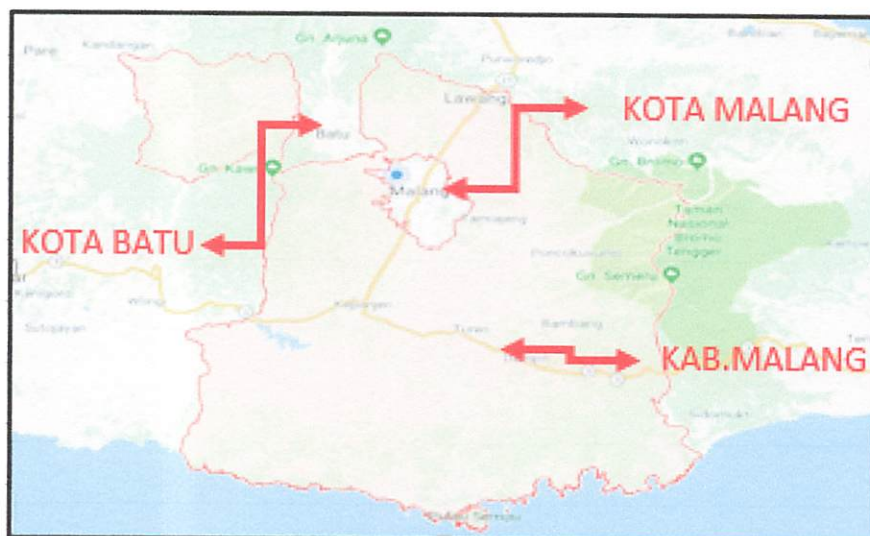
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di Malang Raya, mencakup tiga wilayah administrasi, terdiri atas dua kota dan satu kabupaten. Istilah Malang Raya meliputi wilayah Kota Malang (Kota Malang), Kota Batu (Kota Batu) dan Kabupaten Malang (Kabupaten Malang).

Malang Raya adalah daerah yang berkembang dan mempunyai beragam potensi yaitu Sumber Daya Alam, Sumber Daya Manusia dan Ekonomi. Bidang-bidang usaha yang ada mampu memberikan pemasukan daerah dan peningkatan sarana dan prasarana untuk memenuhi kebutuhan daerah Malang dan sekitarnya.

Kondisi Malang Raya ini sangat memungkinkan untuk perkembangan usaha-usaha yang menghasilkan, karena potensi yang mendukung. Seperti Wisata, Pendidikan, Hotel dan lain-lain, saling berkaitan erat antar satu dengan yang lainnya.



Gambar 3.1 Lokasi penelitian Malang raya, Google Maps (2017)

3.2 Peralatan dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam interpretasi dan proses dan pemetaan citra satelit kedalam peta tematik antara lain sebagai berikut:

a. Alat :

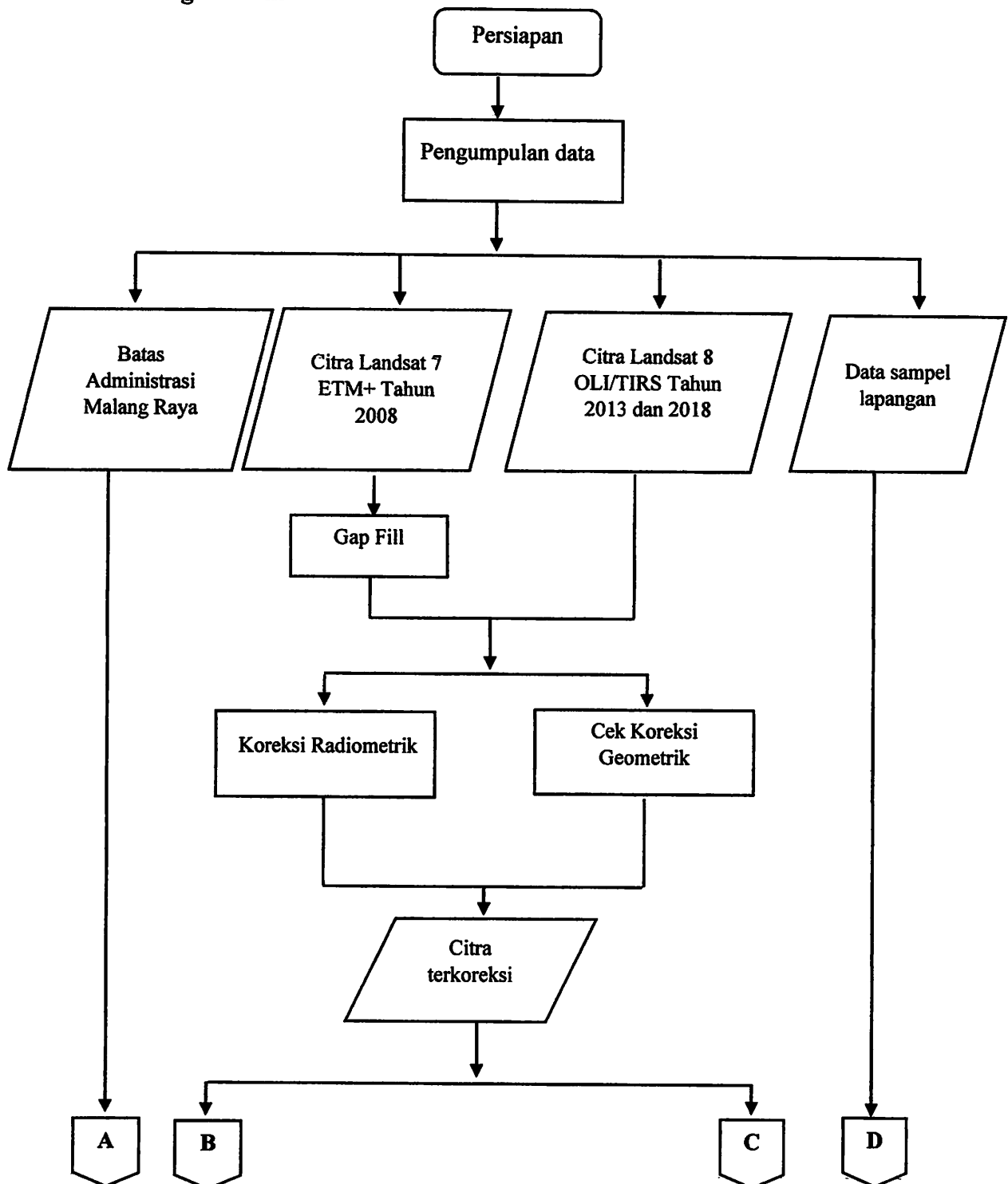
- Perangkat Keras (*Hardware*)
 - *Laptop Acer* (Intel ®celeron ® processor N2840)
 - Termometer Gea
 - Kamera
 - *GPS handheld*
- Perangkat Lunak (*Software*)
 - ENVI 5.1 untuk pengolahan citra.
 - ArcGis 10.4 untuk pengolahan SIG.
 - Microsoft Office 2013

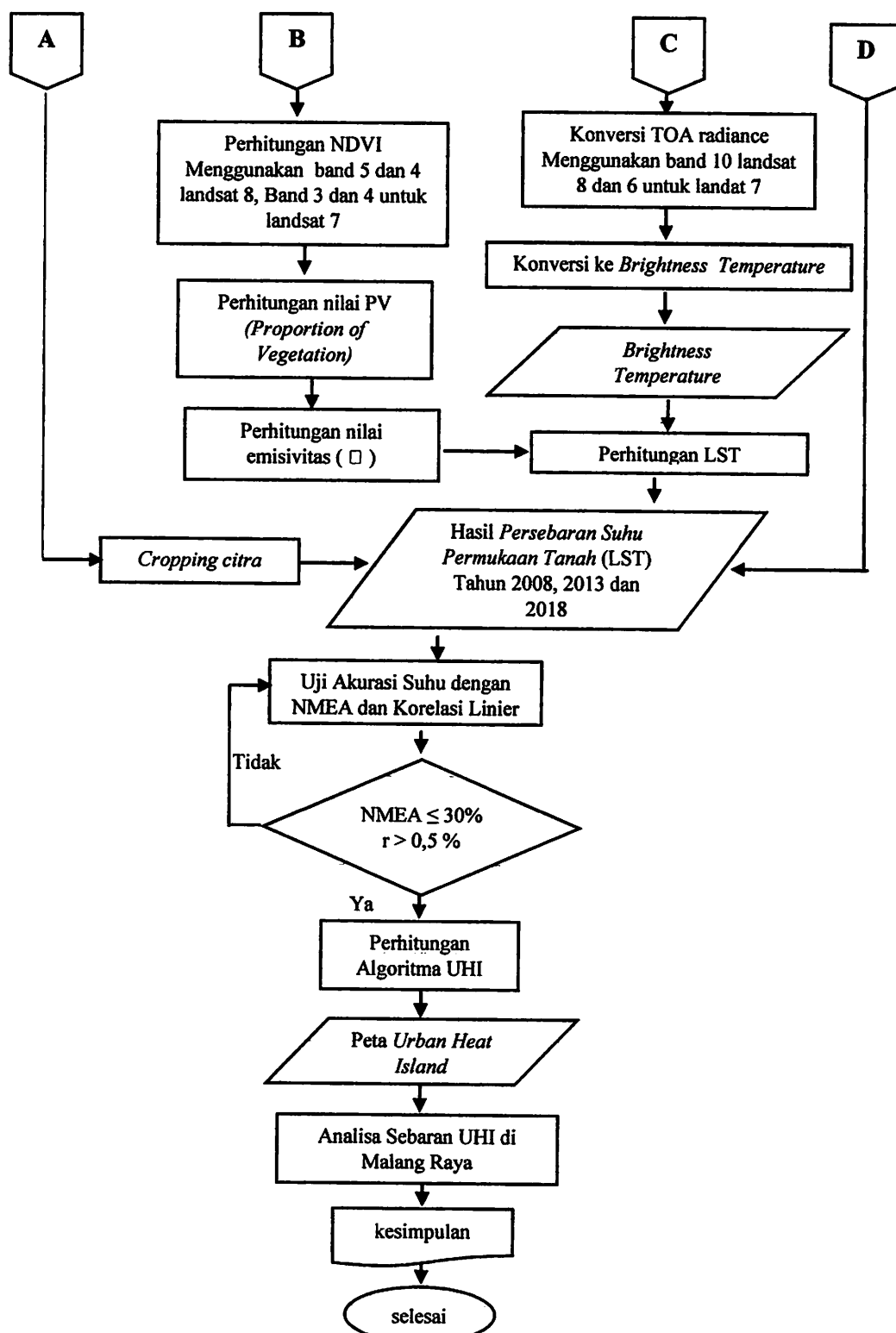
b. Data Penelitian

Data penelitian yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Citra Satelit Landsat 7 tahun 2008
2. Citra Satelit Landsat 8 Tahun 2013 dan 2018
3. SHP Batas Administrasi
4. Data Sebaran Sampel Suhu Permukaan Malang Raya

3.3 Diagram Alir





Gambar 3.2 Diagram Alir

Keterangan Diagram Alir :

Di bawah ini merupakan penjelasan dari diagram alir pada penelitian di atas, dijelaskan sebagai berikut :

1. Pra pengolahan (*pra-processing*)

Pada tanahapan ini, hal yang dilakukan terbagi menjadi 4 bagian, yaitu pengumpulan data, koreksi radiometrik, pemotongan citra dan proses Gap fill.

- a. Pengumpulan data, pada tahapan ini diawali dengan mendownload citra landat 7 dan landat 8 pada <http://earthexplorer.usgs.gov/> serta *shp.file* batas administrasi
- b. Koreksi radiometrik dilakukan dengan melakukan konversi nilai DN ke *reflectance*.
- c. *Cropping, crooping* dilakukan untuk dapat melakukan pengolahan data yang lebih terfokus, terinci dan teroptimal pada suatu area.
- d. *Gap fill*

Penelitian ini menggunakan citra Landsat 7 ETM+ dimana terjadi kerusakan pada bagian *Scan Line Correction* (SLC) yang berhenti berfungsi secara normal (*OFF*). Akibat dari tidak berfungsinya SLC tersebut adalah timbulnya garis – garis hitam yang tidak terekam oleh sensor satelit (*stripping*) yang meninggalkan *gap* yang besar. Salah satu cara untuk meminimiliasi gap tersebut adalah dengan mengisi gap citra landsat utama dengan citra landsat yang lain, yang memiliki bagian gap yang berbeda. Pengolahan citra yang mengalami *stripping* ini menggunakan *software Frame and Fill*.

2. Pengolahan (*processing*)

a. Perhitungan *Brightness Temperature*

Nilai *Brightness Temperature* bukan nilai suhu permukaan yang langsung dapat digunakan untuk analisis, tetapi hanyalah suhu radian. Suhu radian merupakan suhu yang terekam pada sensor. Untuk mendapatkan suhu mendekati objek permukaan bumi atau suhu kinetic, maka beberapa koreksi harus dilakukan.

b. *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI)

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) telah banyak digunakan sebagai indikator radiometrik untuk fotosintetis dan kerennanya tutupan vegetasi dan distribusi kerapatan vegetasi. Indeks ini memungkinkan mengamati respon tanaman terhadap perubahan iklim. Dalam studi ini menggunakan NDVI untuk menentukan *Land Surface Emissivity* (LSE) (Lillesand dan Kiefer, 1997)

c. Perhitungan *Fractional Vegetation Cover* (FVC)

Nilai FVC dapat diestimasi menggunakan nilai NDVI. FVC (*Fractional Vegetation Cover*) dari band 4 (merah) dan band 5 (inframerah dekat) pada sensor OLI citra landsat 8 dan band 3 (merah) dan band 4 (inframerah dekat) pada citra landsat 7 untuk mengestimasi suhu permukaan lahan. Nilai FVC dapat diestimasi menggunakan nilai NDVI yang sebelumnya telah diperoleh serta nilai NDVIsoil (tanah) dan nilai NDVIveg.

d. *Land surface Emissivity* (LSE)

Estimasi akurasi dari LST membutuhkan nilai emisivitas. Banyak metode telah di usulkan dan disetujui untuk mendapatkan LSE dari NDVI. Hubungan antara emisivitas di termal inframerah dan NDVI, dan menunjukkan bahwa LSE bervariasi sesuai dengan proporsi vegetasi dan tanah kosong. Emisivitas menggambarkan kemampuan objek untuk memancarkan energy cahaya, sebagai emisivitas permukaan tanah bervariasi secara dinamis (Nerry dkk., 1998), efeknya juga harus dikompensasi.

e. *Land Surface Temperature* (LST)

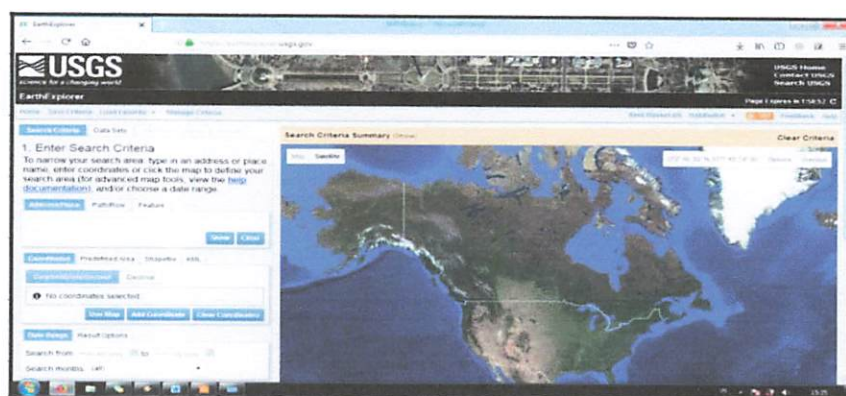
LST (*Land Surface Temperature*) atau suhu permukaan tanah dalam satuan derajat celcius. Untuk mendapatkan temperatur kinetik (°C)

f. Uji akurasi suhu dilakukan untuk membandingkan suhu hasil proses ekstraksi dengan cek suhu lapangan sesuai koordinat peta suhu menggunakan metode NMAE dan korelasi linier.


3.4 Langkah – langkah Metodologi Penelitian

3.4.1 Download citra

1. Membuka situs <http://earthexplorer.usgs.gov/> kemudian *log in*
2. Apabila sudah masuk kemudian menuju tab *Search Criteria* melakukan pencarian lokasi yang diinginkan pada kolom *Address/Place*. Dapat juga mencari melalui kolom *Path/Row* citra. Kemudian mengetikkan rentang waktu citra yang diinginkan pada kolom *Data Range Data Sets*.




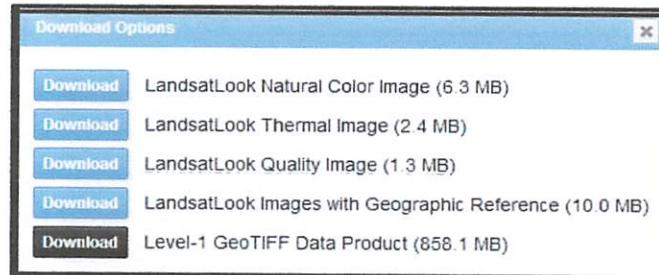
Gambar 3.3. Gambar Proses Sign in

3. Pada tab *Data Sets* pilih *Landsat – Landsat Collection 1 Level-1* – centang *Landsat 8* – klik *Results*, begitupun dengan *Landsat 7*.
4. Kemudian muncul tampilan daftar citra *Landsat 8* dengan keterangan waktunya. Untuk melihat *preview* dari citra klik *icon*  dan akan ditampilkan daerah yang sesuai dengan *path* dan *row* yang di inginkan. Usahakan memilih citra dengan tampilan awan sesedikit mungkin terutama pada area penelitian.



Gambar 3.4. Gambar Preview Citra

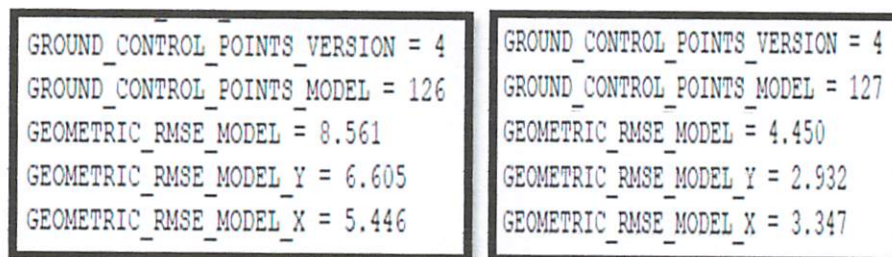
5. Setelah melihat *preview* dan sesuai yang diinginkan lalu unduh citra tersebut sesuai dengan yang diinginkan lalu klik *icon* . Dan pilih *Level-1 GeoTIFF Data Product*.



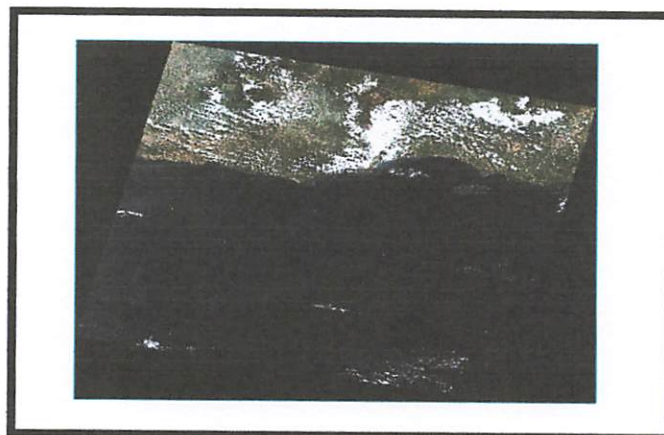
Gambar 3.5. Gambar Pilihan Unduhan Data Citra

3.4.2 Menampilkan Citra Landsat 8 dan 7 yang sudah terkoreksi Geometrik

1. Membuka Citra Landsat 8 dan 7 yang sudah terkeroksi Geometrik tanggal 10 Juli 2018 Kota Malang Raya (*path 118 row 66*) dengan menggunakan software ENVI 5.1 pada menu *File* \Rightarrow *Open As Landsat* \Rightarrow *GeTIFF Metadata*.



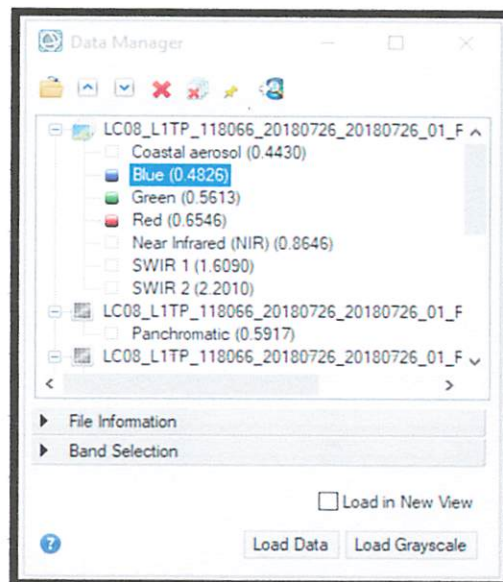
Gambar 3.6 Tampilan Metadata Format .txt citra Landsat 8 dan 7 Malang Raya



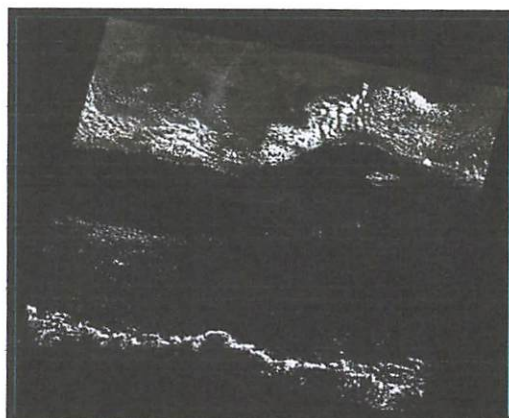
Gambar 3.7 Tampilan Citra *Landsat 8*

3.4.3 Koreksi Radiometrik pada citra Landsat 8 dan 7

- Melakukan koreksi radiometrik pada citra *multispectral*. Metode yang digunakan adalah dengan melakukan konversi nilai DN (*Digital Number*) ke *Reflectance* menggunakan *software ENVI 5.1* kanal yang digunakan adalah 1-7. Hasil konversi ini pada langkah selanjutnya digunakan untuk proses perhitungan NDVI. Sedangkan untuk kanal 10 dilakukan koreksi dari DN ke radian untuk proses ekstraksi suhu permukaan tanah
- Membuka citra melalui *Menu file – Open As – Landsat – GeoTIFF with Metadata*. Pilih *file nya* lalu *open*
- Pilih komposit *natural color RGB* untuk *tampilannya* lalu *load Data*

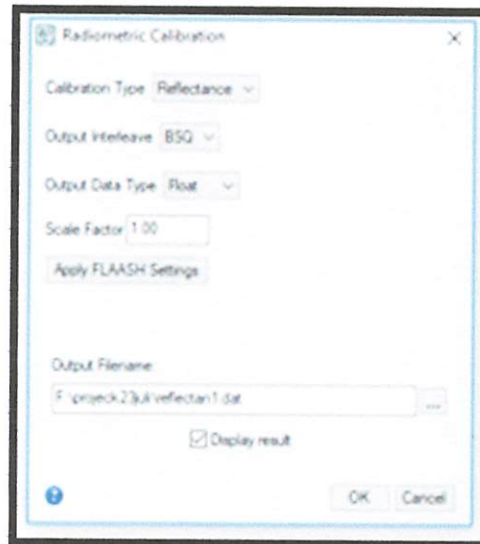


Gambar 3.8 pilihan untuk menampilkkan citra



Gambar 3.9 Tampilan Citra Multispectral

- d. Setelah citra ditampilkan kemudian melakukan koreksi radiometrik. Pada *Radiometric Calibration* melalui Toolbox sisi kanan layar. Select *input file* pilih *multispectral*. Kemudian pada *Calibration Type* pilih *reflectance* lalu namai filenya.

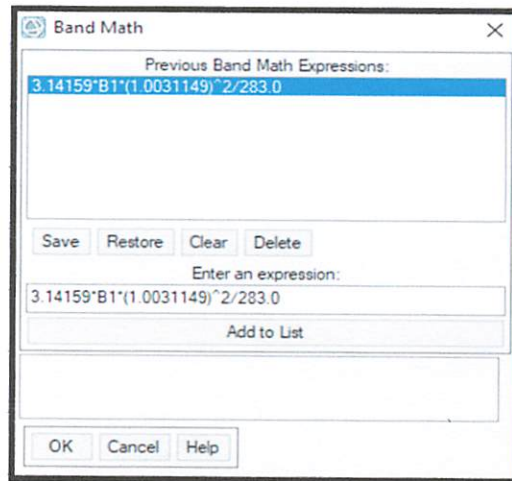


Gambar 3.10 *Window Radiometric Calibration*



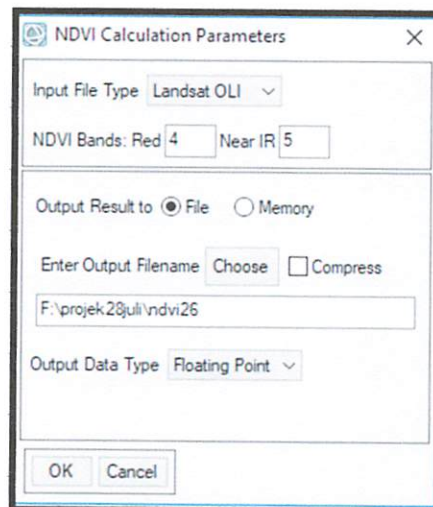
Gambar 3.11 Hasil Koreksi Radiometrik *Reflectance*

- e. Untuk koreksi reflectance landsat 7 sedikit berbeda melalui band math dengan menggunakan persamaan 2.3



3.4.4 Perhitungan Nilai NDVI

1. Dari citra Landsat 8 yang telah dipotong maka selanjutnya melakukan perhitungan nilai NDVI menggunakan persamaan 2.5 pada ENVI 5.1 melalui NDVI pada *Toolbox*.
2. Mengisikan citra yang sudah dipotong pada *Select Input File*.
3. Pada window *NDVI Calculation Parameters* mengisikan nama dan tempat penyimpanan file.



Gambar 3.12 Parameter Perhitungan NDVI



Gambar 3.14 Hasil Perhitungan NDVI

4. Untuk melihat statistik NDVI melalui *Compute Statistic* pada *Toolbar*.
5. Kemudian simpan dalam format *textfile*.

Tabel 3.1 Nilai NDVI

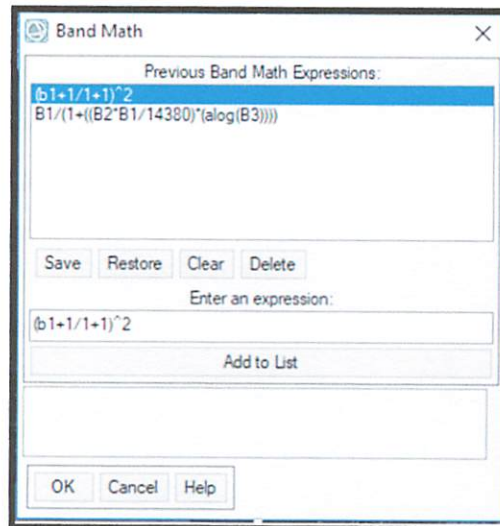
2018	Nilai Minimum	-1
	Nilai Maksimum	1
	Nilai rata-rata	0.026
	Standart Deviasi	0.337

2013	Nilai Minimum	-1
	Nilai Maksimum	1
	Nilai rata-rata	0.061
	Standart Deviasi	0.294

2008	Nilai Minimum	-1
	Nilai Maksimum	1
	Nilai rata-rata	-0.167
	Standart Deviasi	0.248

3.4.5 Perhitungan Nilai PV (*Proportion of Vegetation*)

1. Melakukan perhitungan nilai PV pada *Toolbox* melalui *Band Math* menuliskan persamaan 2.6 dan statistik NDVI.



Gambar 3.15 Persamaan PV pada *Band Math*

2. Mengisikan nilai B1 yaitu NDVI pada persamaan. Memberikan nama dan tempat penyimpanan hasil.



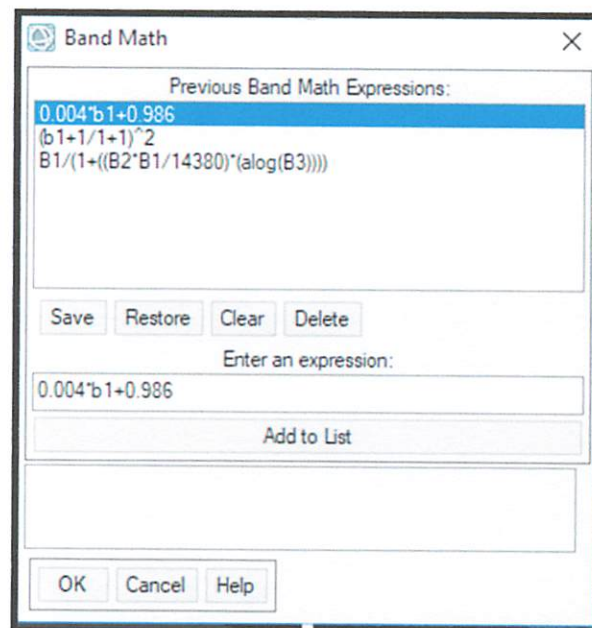
Gambar 3.16 Hasil Perhitungan Nilai PV

Tabel .3.2. Nilai cover vegetasi minimum dan maksimum

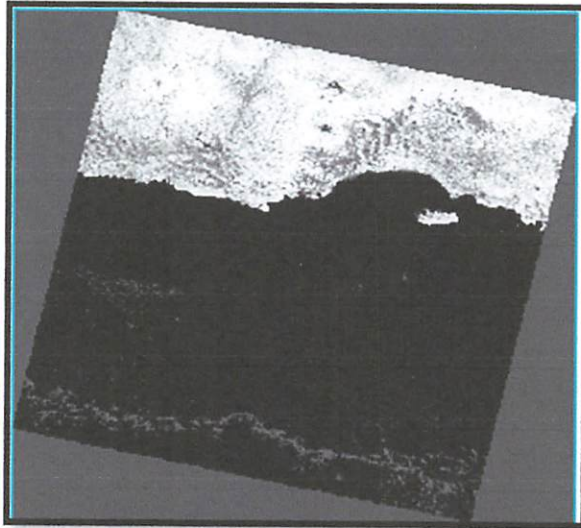
2018	Nilai Minimum	9
	Nilai Maksimum	1
	Nilai rata-rata	4.008
	Standart Deviasi	1.447
2013	Nilai Minimum	9
	Nilai Maksimum	1
	Nilai rata-rata	4.336
	Standart Deviasi	1.319
2008	Nilai Minimum	9
	Nilai Maksimum	1
	Nilai rata-rata	3.420
	Standart Deviasi	0.915

3.4.6 Perhitungan Nilai Emisivitas (\square)

1. Melakukan Perhitungan nilai Emisivitas (\square) Melakukan perhitungan nilai *PV* pada *Toolbox* melalui *Band Math* menuliskan persamaan 2.7 dan statistik *PV*.

Gambar 3.17 Persamaan Untuk Emisivitas Pada *Band Math*

2. Mengisikan nilai B1 yaitu PV pada persamaan. Memberikan nama dan tempat penyimpanan hasil.



Gambar 3.18 Hasil Perhitungan Nilai Emisivitas

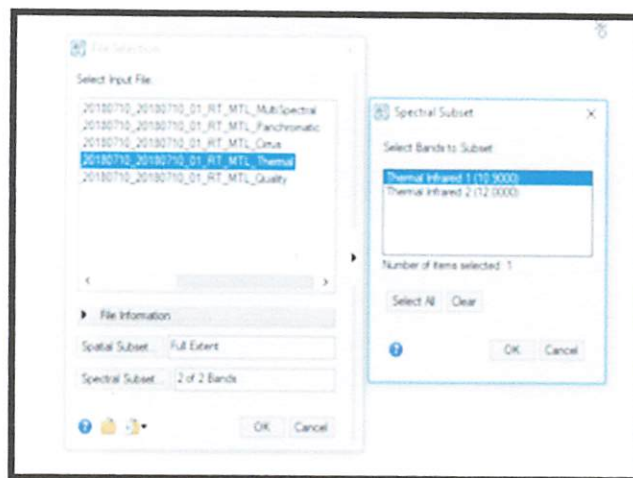
Tabel 3.3. Nilai emisivitas minimum dan maksimum

2018	Nilai Minimum	0.990
	Nilai Maksimum	1.022
	Nilai rata-rata	1.002
	Standart Deviasi	0.005
2013	Nilai Minimum	0.99
	Nilai Maksimum	1.002
	Nilai rata-rata	1.003
	Standart Deviasi	0.005
2008	Nilai Minimum	0.99
	Nilai Maksimum	1.022
	Nilai rata-rata	0.999
	Standart Deviasi	0.003

3.4.7 Konversi Nilai DN ke Radian

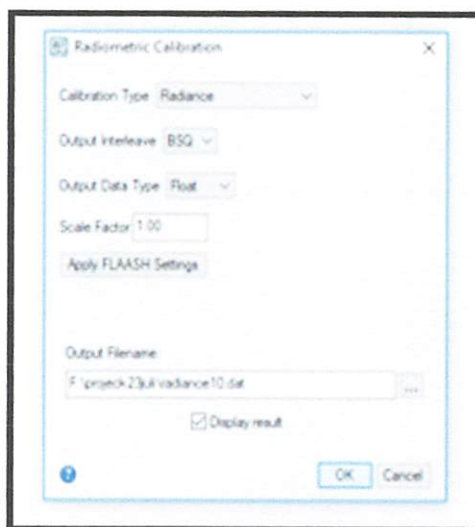
1. Melakukan perhitungan nilai konversi DN ke Radian pada *Toolbox* melalui *Radiometric Calibration*

2. Melakukan perhitungan nilai konversi DN ke Radian pada *Toolbox* melalui *Radiometric Calibration*
3. Memilih citra Thermal yang akan diproses kemudian pada spectral subset memilih kanal 10 aja.

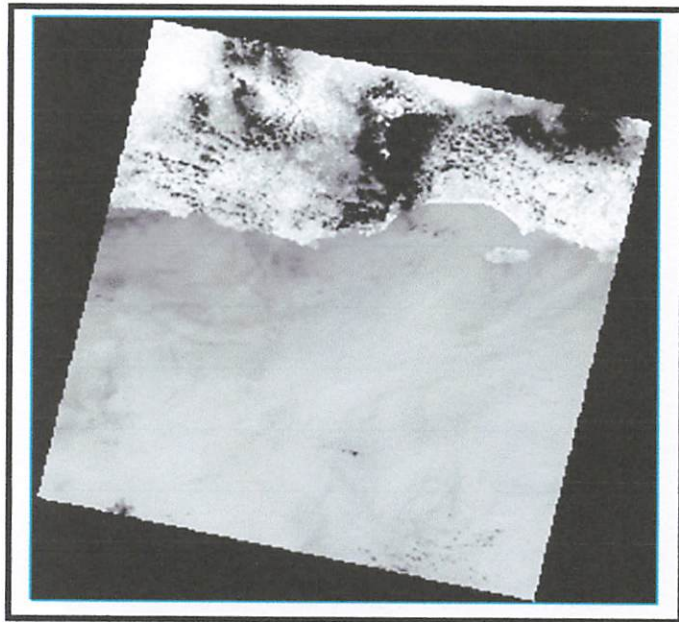


Gambar 3.19 *Window* pengaturan Kalibrasi Radiometrik

4. Kemudian memilih tipe kalibrasinya, yaitu Radiance lalu memberikan nama dan nama tempat penyimpanan hasil



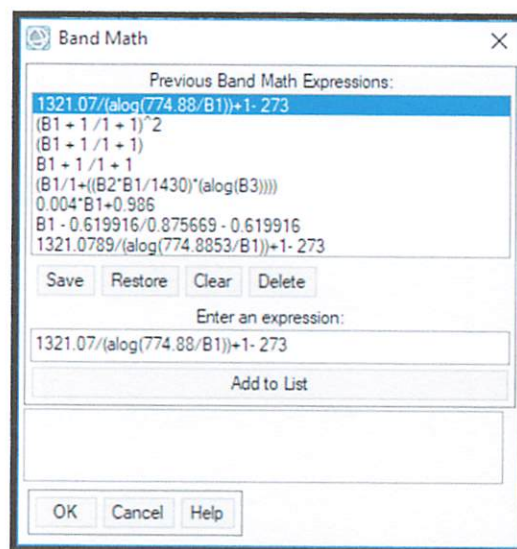
Gambar. 3.20. *Window* pengaturan tipe Kalibrasi



Gambar 3.21. Hasil Konversi DN ke Radiance

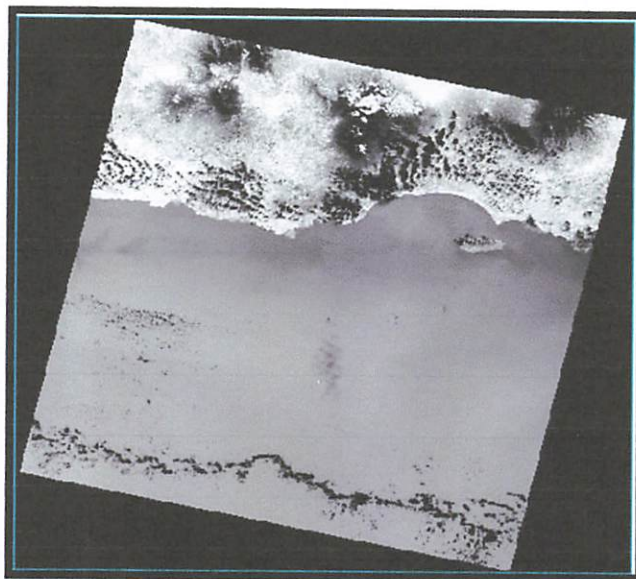
3.4.8 Konversi Radian ke *Brightness Temperature*

1. Melakukan Perhitungan nilai *Brightness Temperature* pada *Toolbox* melalui *Band Math* menuliskan persamaan 2.4 dan statistik *Brightness Temperature*



Gambar 3.22. Persamaan Untuk *Brightness Temperature* Pada *Band Math*

2. Mengisikan nilai B1 yaitu Thermal band 10 pada persamaan. Memberikan nama dan tempat penyimpanan hasil.



Gambar 3.23 Hasil Konversi *Brightness Temperature*

Tabel 3.4 Nilai suhu minimum dan maksimum dengan satuan celcius pada band termal citra *Landsat*

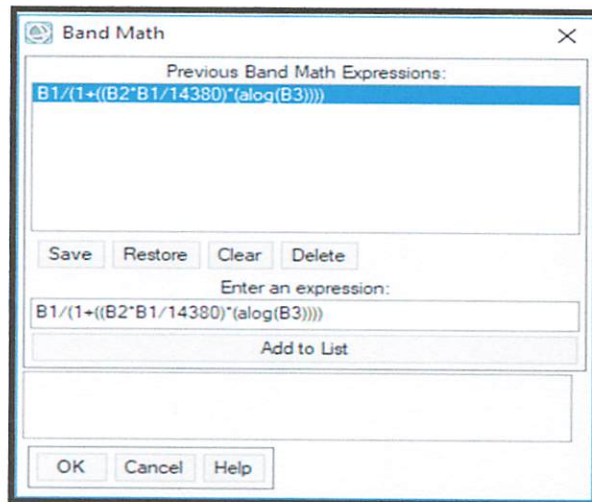
Waktu	Band Spektral	Nilai Suhu (°C)	
		Min	Max
26 Juli 2018	Band 10	-124.481674	64.591217

Waktu	Band Spektral	Nilai Suhu (°C)	
		Min	Max
26 Juli 2013	Band 10	-125.483795	50.315765

Waktu	Band Spektral	Nilai Suhu (°C)	
		Min	Max
26 Juli 2008	Band 6	-273	74.512756

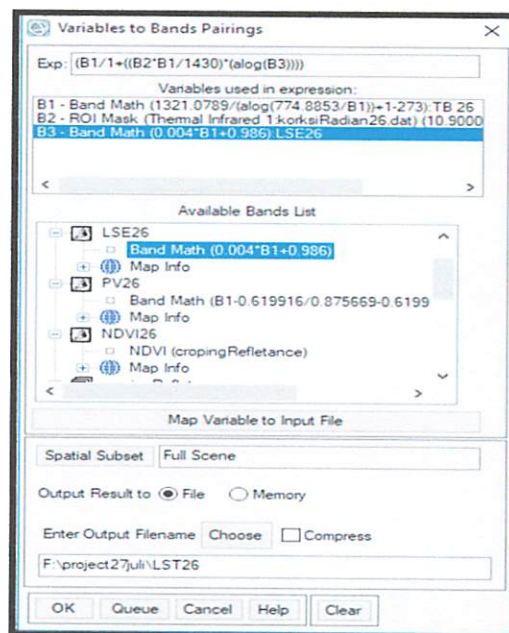
3.4.9 Konversi *Brightness Temperature* ke *Land Surface Temperature (LST)*

1. Melakukan perhitungan nilai LST pada *Toolbox* melalui *Band Math* menuliskan persamaan 2.8 .



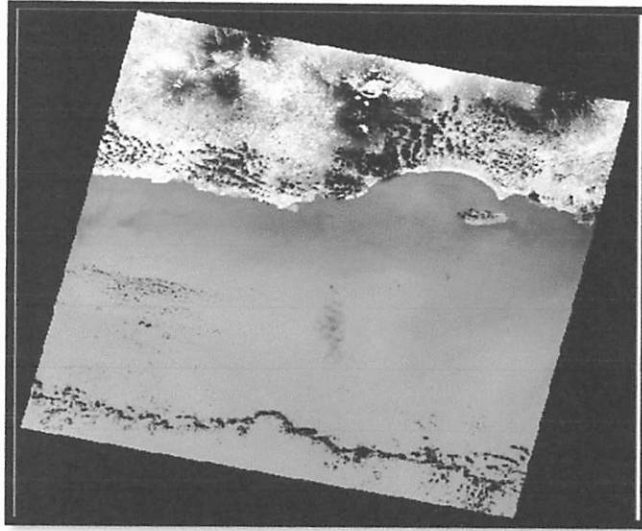
Gambar 3.24. Persamaan LST Pada *Band Math*

2. Mengisikan nilai B1 yaitu nilai *Brightness Temperature*, B2 yaitu nilai radian, B3 yaitu nilai emisivitas. Memberikan nama dan tempat penyimpanannya.



Gambar 3.25. Pengisian Nilai Parameter Rumus LST

3. Pada proses ekstraksi suhu permukaan ini untuk pemotongan citra sedikit berbeda karena dilakukan diakhir proses ekstraksi suhu. Melakukan *cropping* pada hasil konversi tersebut terhadap daerah penelitian menggunakan *Data Management Tools*



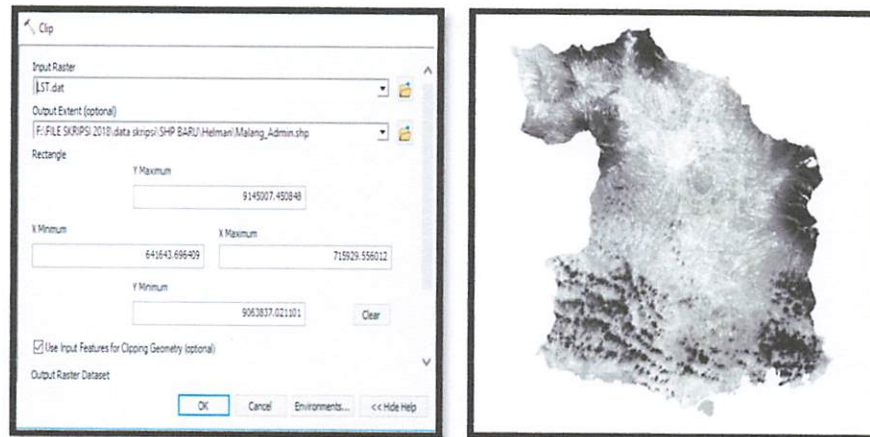
Gambar 3.26. Hasil ekstraksi suhu permukaan (LST)

Tabel 3.5. Nilai suhu permukaan tanah minimum dan maksimum

2018	Nilai Minimum	-124.484
	Nilai Maksimum	64.580
	Nilai rata-rata	-22.593
	Standart Deviasi	69.031
2013	Nilai Minimum	-125.486
	Nilai Maksimum	50.309
	Nilai rata-rata	-21.611
	Standart Deviasi	70.146
2008	Nilai Minimum	0.000
	Nilai Maksimum	49.088
	Nilai rata-rata	16.214
	Standart Deviasi	12.000

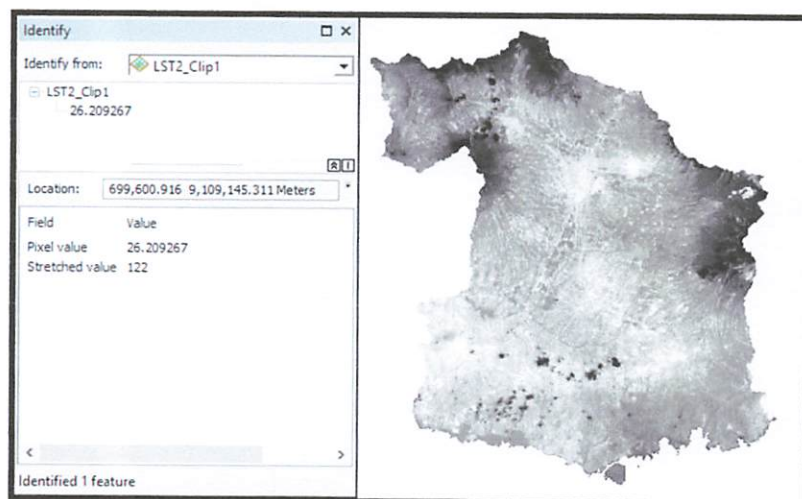
3.4.10. Cropping Citra

1. Melakukan cropping citra dengan memilih menu *Data Management Tools* ⇒ *Raster* ⇒ *Raster Processing* ⇒ *Clip Data* menu *ArcToolbox*. Berikut hasil Cropping citra sesuai dengan batas administrasi studi kasus penelitian :



Gambar 3.27. Hasil *Cropping* citra suhu permukaan

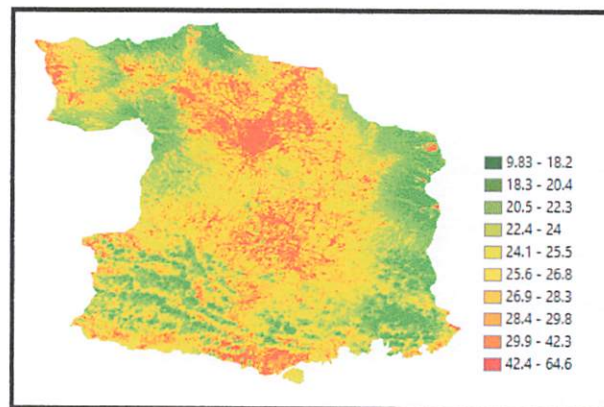
2. Memilih menu *Identify* untuk mengetahui informasi nilai suhu pada citra yang telah dikonversi



Gambar 3.28. Informasi suhu citra pada suhu permukaan yang telah dikonversi

3.4.11 Klasifikasi Suhu Permukaan Tanah

- 1) Dari citra yang sudah diekstrak suhunya pada ENVI maka selanjutnya melakukan klasifikasi suhu pada *ArcGIS*.
- 2) klik Melakukan klasifikasi pada layer citra yang diekstrak suhunya dengan cara buka klik pada *layer properties – Classified – Classes* (10 *classes* – setelah itu *Ok*.

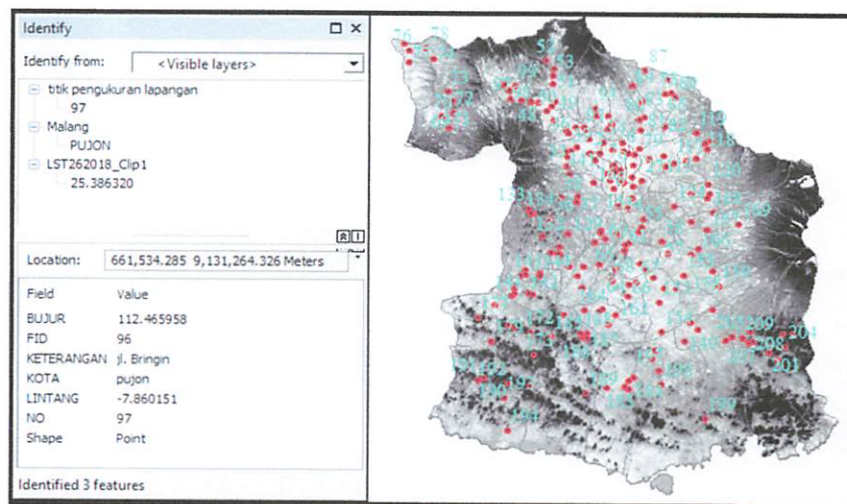


Gambar 3.29. Persebaran Suhu Permukaan

3.4.12 Uji Validasi Lapangan

Uji validasi lapangan dilakukan untuk mendapatkan nilai ketelitian akurasi suhu citra dengan suhu permukaan dan suhu di lapangan dilakukan menggunakan metode NMAE (*Normalized Mean Absolute Error*) dan korelasi linier dengan persamaan 2.10. dan

Data uji akurasi bertujuan untuk membuktikan dan membandingkan kesesuaian hasil suhu permukaan dari pengolahan citra dengan hasil yang diperoleh langsung di lapangan. Perhitungan uji akurasi NMAE dan korelasi linier dilakukan terhadap titik uji cek lapangan sejumlah 201 titik uji. Berikut informasi suhu permukaan pada citra dan titik sampel permukaan :

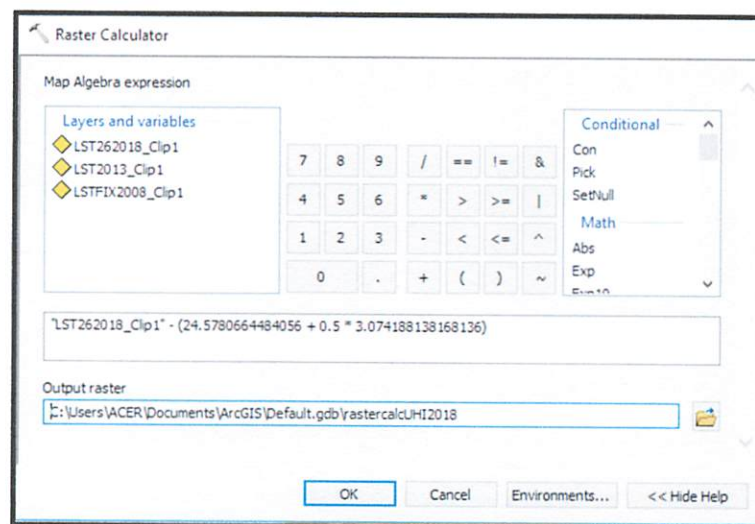


Gambar 3.30. Informasi suhu permukaan pada citra dan titik sampel pengukuran

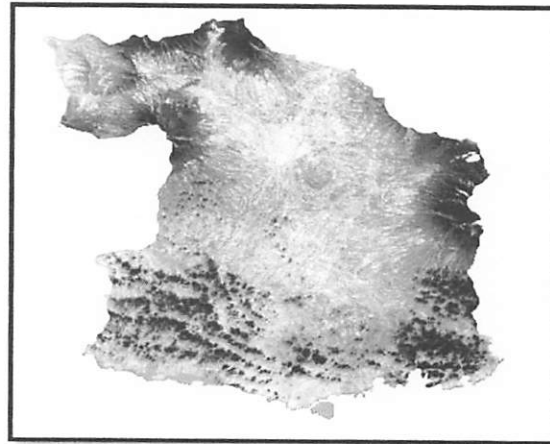
3.4.13 Proses Algoritma UHI (Urban Heat Island)

UHI dapat diekstraksi dari citra penginderaan jauh dengan menurunkan data citra hasil proses.

Melakukan perhitungan algoritma UHI pada *arcToolbox* melalui *Raster Calculator* menuliskan persamaan 2.8.



Gambar 3.31. Raster calculator untuk persamaan Algoritma UHI



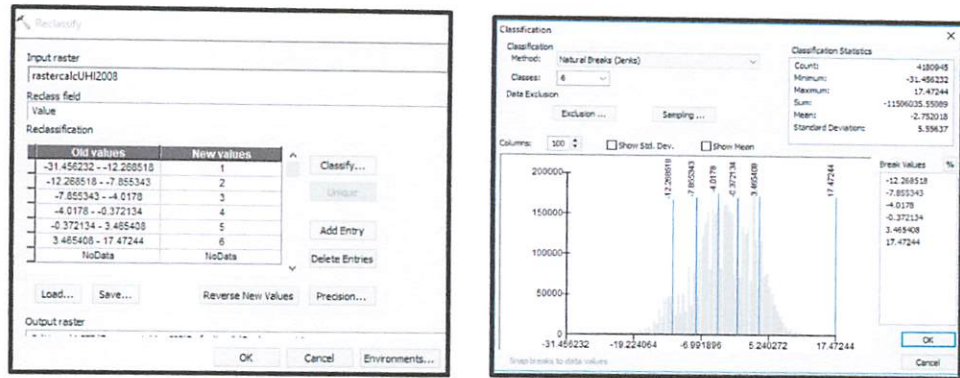
Gambar 3.32. Hasil nilai UHI (Urban Heat Island)

Tabel 3.6. Nilai suhu UHI maksimum dan minimum dalam satuan celcius padad citra landsat

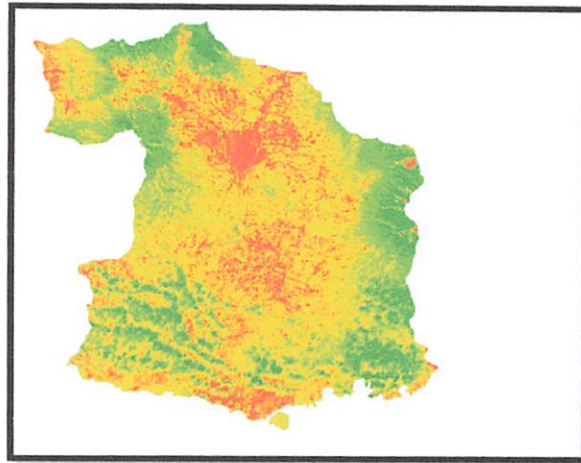
2018	Nilai Minimum	-16.28
	Nilai Maksimum	38.46
	Nilai rata-rata	-1.53
	Standart Deviasi	3.07
2013	Nilai Minimum	-22.750
	Nilai Maksimum	17.52
	Nilai rata-rata	-2.03
	Standart Deviasi	4.07
2008	Nilai Minimum	-31.450
	Nilai Maksimum	17.47
	Nilai rata-rata	-2.76
	Standart Deviasi	5.53

3.4.14 Klasifikasi suhu citra hasil proses UHI

1. Membuka citra hasil proses UHI
2. Kemudian mengklasifikasi suhu UHI dengan cara melakukan *reclassify* pada *range* dan raster menjadi 8 *range*. Klik *3D analisis – Raster Reclass – Reclassify*. Berikut adalah hasil dari proses *reclassify*.

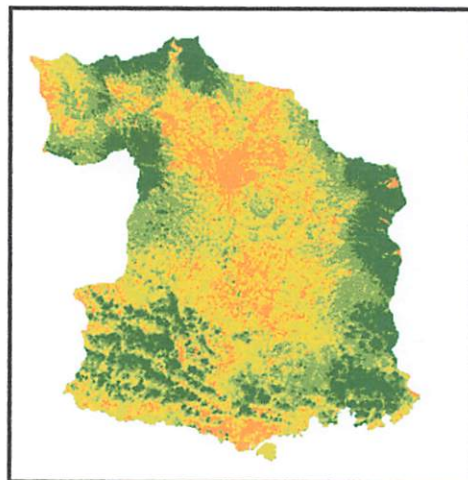


Gambar 3.33. Tampilan Proses *Reclassify*



Gambar 3.44. Tampilan Hasil *Reclassify* suhu UHI

3. setelah itu merubah data *raster* hasil *reclassifikasi* ke *polygon* untuk mendapatkan luasan suatu area *klasifikasi* suhu. Melalui *Arctoolbox* – conversion tools – From Raster – Raster to polygon. Berikut hasil konversi *raster to Polygon*.



Gambar 3.45 Tampilan Hasil Konversi *Raster* ke *Polygon*

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Cek Geometrik

Koreksi dilakukan karena adanya kesalahan yang terjadi karena posisi, orbit maupun kesalahan sensor pada saat satelit mengindera bumi. Koreksi geometric dilakukan dengan mengkoreksikan koordinat pixel pada citra dengan koordinat dibidang datar. (USGS, 2013).

Semua bahan citra yang digunakan di dalam penelitian ini merupakan citra *level-one terrain-corrected* (L1T). Citra L1T merupakan produk Level 1G di mana citra telah terkoreksi secara radiometrik dan geometrik. Pada produk L1T, akurasi koreksi geometriknya telah lebih ditingkatkan. Peningkatan akurasi geometrik ini dilakukan dengan menerapkan *ground control point* (GCP) dan *digital elevation model* (DEM) dalam proses koreksi geometriknya (NASA, 2013 dalam La Ode Abdul Hafid, 2014) Dan untuk memastikan dilakukan pengecekan geometrik pada *metadata* citra yang memuat informasi nilai RMSE seperti tertera di tabel berikut:

NO	Tahun	Nilai RMSE
1	Citra 2018	8.561
2	Citra 2013	8.860
3	Citra 2008	4.450

Gambar 4.1 Nilai RMS Geometrik dari *metadata* Tampilan Metadata Landsat 8 dan 7

Nilai RMSE yang tertera pada metadata bernilai sebesar 8.561 meter, 8.860 m untuk Landsat 8 dan 4.450 untuk Landsat 7. Dan seperti yang diketahui bahwa ukuran tiap piksel dari citra Landsat 8 dan 7 bernilai 30 meter, dengan besaran toleransi RMSE yang diperbolehkan bernilai ≤ 1 piksel.

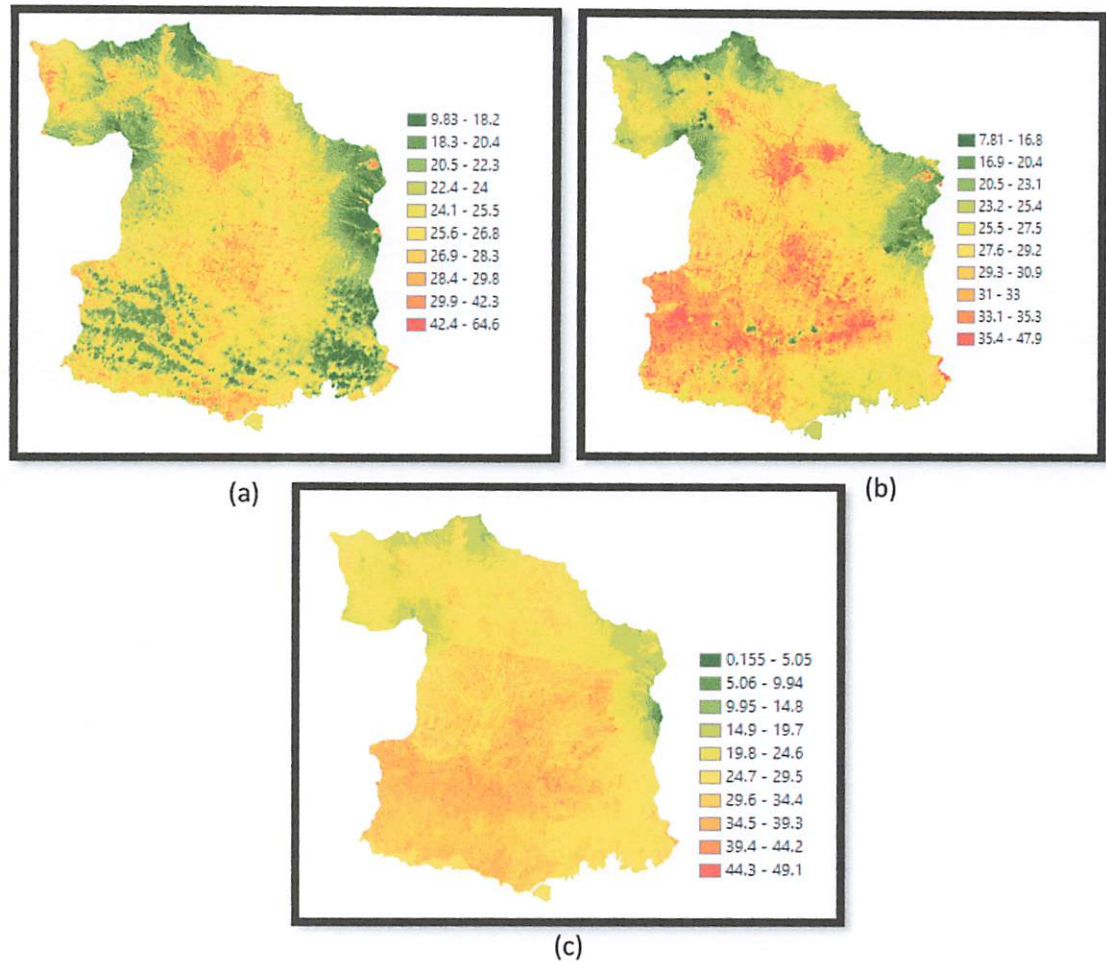
4.2. Hasil Persebaran Suhu Permukaan Tanah

Hasil dari suhu permukaan Citra Landsat 8 yang sudah di ekstraksi dengan perekaman tanggal 27 juli 2018, 01 November 2013 dan Citra Landsat 7 dengan perekaman tanggal 24 september 2008. Data statistic LST disajikan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 4.2 Nilai suhu permukaan pada band termal *Citra Landsat*

2018	Nilai Minimum	9.829
	Nilai Maksimum	64.57
	Nilai rata-rata	24.57
2013	Nilai Minimum	7.810
	Nilai Maksimum	47.88
	Nilai rata-rata	28.33
2008	Nilai Minimum	0.154
	Nilai Maksimum	49.08
	Nilai rata-rata	28.84

LST kota Malang raya tahun 2018, 2013 dan 2008 memperlihatkan data yang bervariasi. Berdasarkan Statistik Kota Malang raya tahun 2018, 2013 dan 2008 menunjuka bahwa suhu LST 2008, 2013 dan 2008 sangat bervariasi . Hal tersebut menggambarkan bahwa persebaran suhu pada suatu wilayah bersifat dinamis serta dapat berubah sewaktu-waktu sesuai kondisi alam, fisik, iklim, dan cuaca.



Gambar 4.1 Hasil Persebaran Suhu Permukaan tahun (a) 2018, (b)2013, Dan (c) 2008 daerah penelitian

4.3 Uji Validasi Data Lapangan

Uji validasi lapangan dilakukan untuk mendapatkan nilai ketelitian akurasi suhu citra dengan suhu di lapangan dengan hasil pengolahan pada Citra Landsat 8 dengan menggunakan band 10 dan untuk Landsat 7 menggunakan band 6 dilakukan menggunakan metode NMAE (*Normalized Mean Absolute Error*) pada tahun 2018 dimana Citra Landsat 8 perekaman tanggal 26 juli 2018 sebagai uji

validasi data suhu Citra dengan suhu lapangan dengan jumlah titik 209 hasil pengukuran di lapangan, karena 8 titik tertutup oleh awan, maka jumlah sampel titik yang digunakan uji validasi adalah 201 titik. Berikut merupakan tabel hasil uji validasi dilapangan dengan suhu citra.

Tabel 4.3 Data hasil pengukuran dilapangan citra landsat 8 2018, dan nilai NMAE (*Normalized Mean Absolute Error*)

No	Suhu(°C)		Δ	NMAE
	Lapangan	Citra		
1	28.3	28.8	0.539	0.009
2	29.5	30.0	0.495	0.008
3	26.6	26.4	0.161	0.003
4	28.8	28.8	0.031	0.001
5	29.6	29.6	0.039	0.001
6	29.6	29.6	0.025	0.000
7	29	29.0	0.045	0.001
8	29.5	30.0	0.452	0.008
9	28.5	28.8	0.306	0.005
10	29.2	29.1	0.090	0.002
11	30	30.1	0.079	0.001
12	29.6	28.6	1.040	0.017
13	29.1	28.6	0.527	0.009
14	30	30.5	0.529	0.009
15	29.9	29.1	0.815	0.014
16	29.6	29.1	0.506	0.009
17	29.7	29.4	0.339	0.006
18	30	30.6	0.626	0.010
19	29.5	30.2	0.682	0.012
20	29.9	30.2	0.317	0.005
21	29.1	29.4	0.346	0.006
22	29.7	29.9	0.195	0.003
23	27.5	26.9	0.600	0.011
24	27.4	27.8	0.424	0.008
25	29.7	30.7	0.972	0.016
26	29	29.1	0.082	0.001

27	28.6	29.8	1.207	0.021
28	28	29.0	1.045	0.019
29	28.2	28.6	0.446	0.008
30	26.6	25.8	0.788	0.015
31	28	29.1	1.082	0.019
32	27.1	27.7	0.608	0.011
33	28.1	28.3	0.209	0.004
34	26.4	25.3	1.068	0.020
35	27.4	28.7	1.267	0.023
36	27	27.2	0.206	0.004
37	26.7	26.7	0.027	0.001
38	27.6	28.0	0.392	0.007
39	27	27.0	0.036	0.001
40	28.3	29.9	1.625	0.029
41	27.6	28.0	0.406	0.007
42	27.5	27.4	0.073	0.001
43	27.4	28.2	0.825	0.015
44	29	29.1	0.128	0.002
45	29.6	30.6	0.957	0.016
46	28	28.2	0.249	0.004
47	27.6	28.8	1.206	0.022
48	28.4	28.5	0.072	0.001
49	26.6	26.4	0.209	0.004
50	28.3	30.0	1.711	0.030
51	26.2	25.8	0.447	0.008
52	25.9	23.6	2.323	0.045
53	27	27.1	0.148	0.003
54	27	27.4	0.398	0.007
55	26.6	27.0	0.413	0.008
56	26.7	27.9	1.167	0.022
57	26.6	26.8	0.234	0.004
58	26.6	26.8	0.234	0.004
59	28.6	29.4	0.765	0.013
60	28	28.1	0.053	0.001
61	28.6	30.4	1.782	0.031
62	29	29.6	0.567	0.010
63	28.1	28.6	0.549	0.010

64	27	27.5	0.474	0.009
65	25.7	25.2	0.504	0.010
66	27.4	28.1	0.669	0.012
67	27.6	28.6	0.999	0.018
68	27.4	27.1	0.285	0.005
69	25.6	25.6	0.018	0.000
70	28.1	28.1	0.041	0.001
71	25.8	25.7	0.148	0.003
72	26.6	26.5	0.062	0.001
73	26.9	27.0	0.054	0.001
74	27	26.5	0.546	0.010
75	28.2	29.1	0.913	0.016
76	27.1	27.3	0.155	0.003
77	26.8	26.9	0.085	0.002
78	27.8	27.9	0.088	0.002
79	29	29.5	0.487	0.008
80	26.6	26.1	0.543	0.010
81	28	28.9	0.889	0.016
82	28.2	29.4	1.205	0.021
83	27.4	27.7	0.282	0.005
84	27	27.6	0.552	0.010
85	28.8	29.5	0.701	0.012
86	29.2	30.7	1.530	0.026
87	28.4	28.7	0.271	0.005
88	28.2	28.8	0.561	0.010
89	28.5	29.2	0.718	0.013
90	28	29.7	1.679	0.030
91	29	26.9	2.078	0.036
92	26.9	27.4	0.521	0.010
93	28	28.4	0.389	0.007
94	28.3	29.4	1.087	0.019
95	27.4	27.4	0.047	0.001
96	26.7	27.0	0.257	0.005
97	25.8	24.3	1.518	0.029
98	25.4	25.2	0.173	0.003
99	27.1	29.1	1.960	0.036
100	26	26.0	0.010	0.000

101	25.3	25.3	0.038	0.001
102	25.2	25.4	0.196	0.004
103	26	26.3	0.345	0.007
104	25.5	24.0	1.481	0.029
105	27.1	27.5	0.395	0.007
106	26.6	26.7	0.061	0.001
107	28	28.3	0.262	0.005
108	28.5	29.1	0.594	0.010
109	28	28.1	0.077	0.001
110	28.4	29.6	1.191	0.021
111	26	29.3	3.294	0.063
112	27	27.4	0.373	0.007
113	26.4	26.5	0.101	0.002
114	27	27.2	0.207	0.004
115	27.8	28.8	1.003	0.018
116	25.7	25.0	0.654	0.013
117	27.2	29.4	2.165	0.040
118	26	26.7	0.677	0.013
119	25.8	25.8	0.030	0.001
120	27	27.4	0.358	0.007
121	27.8	28.4	0.551	0.010
122	27.7	28.2	0.502	0.009
123	26.9	26.3	0.570	0.011
124	28.8	29.2	0.436	0.008
125	27.3	27.6	0.274	0.005
126	25.6	24.7	0.860	0.017
127	27.2	27.2	0.023	0.000
128	27	27.7	0.684	0.013
129	25.8	25.0	0.752	0.015
130	27	27.8	0.836	0.015
131	25.7	25.7	0.004	0.000
132	25.5	25.7	0.163	0.003
133	25.6	25.6	0.006	0.000
134	25.5	24.2	1.30	0.025
135	25.7	23.3	2.404	0.047
136	26.7	26.2	0.495	0.009
137	27	27.4	0.362	0.007

138	26.5	26.5	0.018	0.000
139	28.1	28.8	0.729	0.013
140	25.7	25.9	0.196	0.004
141	25.8	23.6	2.237	0.043
142	26	26.4	0.360	0.007
143	25.9	25.6	0.307	0.006
144	26.9	26.9	0.033	0.001
145	27.1	28.0	0.947	0.017
146	28.4	30.3	1.943	0.034
147	27.1	27.2	0.087	0.002
148	27.4	27.9	0.478	0.009
149	26.7	27.2	0.487	0.009
150	28.7	29.4	0.670	0.012
151	28.3	29.3	1.020	0.018
152	28.4	28.7	0.296	0.005
153	28.2	30.0	1.779	0.031
154	27.9	29.3	1.425	0.025
155	28.4	30.4	1.997	0.035
156	27.1	28.9	1.758	0.032
157	27.3	29.8	2.504	0.046
158	28.5	29.9	1.401	0.024
159	26.5	27.9	1.364	0.026
160	25.8	26.6	0.839	0.016
161	26	27.5	1.462	0.028
162	27	27.9	0.871	0.016
163	27.6	28.8	1.217	0.022
164	26.2	27.7	1.522	0.029
165	27	27.6	0.605	0.011
166	27.3	27.7	0.425	0.008
167	27.7	28.0	0.272	0.005
168	28	28.6	0.631	0.011
169	28.4	28.8	0.410	0.007
170	27.1	29.6	2.453	0.045
171	26.6	27.1	0.529	0.010
172	25.6	21.1	4.506	0.088
173	25.4	22.3	3.092	0.061
174	26.1	22.0	4.100	0.078

175	26.1	27.6	1.522	0.029
176	25.9	21.2	4.661	0.090
177	26.4	27.6	1.166	0.022
178	26.6	25.7	0.944	0.018
179	26.7	26.7	0.03	0.001
180	26.5	27.2	0.701	0.013
181	26.3	26.9	0.643	0.012
182	26.6	22.0	4.600	0.086
183	26.3	23.2	3.100	0.059
184	26.6	26.5	0.087	0.002
185	26.5	23.1	3.366	0.063
186	26.2	25.6	0.603	0.011
187	26.5	21.0	5.539	0.104
188	26.2	22.8	3.387	0.064
189	26.4	26.4	0.043	0.001
190	28	28.9	0.896	0.016
191	26.5	27.9	1.416	0.027
192	26.3	26.8	0.462	0.009
193	26.2	25.2	0.987	0.019
194	26	24.7	1.294	0.025
195	26.5	25.0	1.550	0.029
196	26.3	23.2	3.125	0.059
197	26.3	26.6	0.269	0.005
198	26.8	25.1	1.716	0.032
199	26.5	25.9	0.621	0.012
200	26.2	25.1	1.072	0.020
201	26.3	25.6	0.659	0.012
Total NMAE (%) =				3.144

Dari data data uji validasi diatas antara suhu lapangan dengan suhu citra landsat 8 2018 sebagai citra uji validasi dengan menggunakan metode NMAE (*Normalized Mean Absolute Error*). Syarat minimum NMAE (*Normalized Mean Absolute Error*) dari penginderaan jauh adalah $\leq 30\%$ (Jaelani,2015)

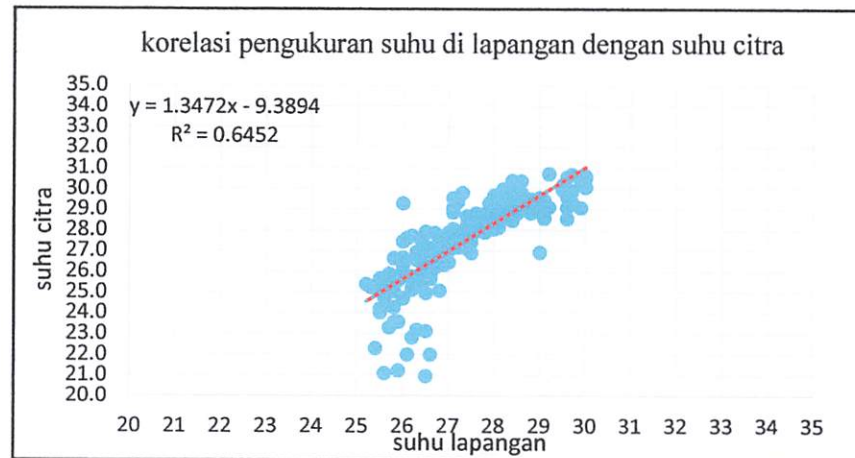
Berikut hasil uji validasi titik pertama dengan menggunakan NMAE (*Normalized Mean Absolute Error*) :

$$\text{NMAE} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \left| \frac{X_{\text{est},i} - X_{\text{meas},i}}{X_{\text{meas}}} \right| \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{NMAE} &= \frac{1}{201} \sum_{i=1}^n \left| \frac{28.8 - 28.3}{28.3} \right| \times 100\% \\ &= 0.009\% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan NMAE (*Normalized Mean Absolute Error*) tersebut di peroleh nilai NMAE total keseluruhan 3.114% sehingga memenuhi syarat $\leq 30\%$.

Setelah melakukan uji validasi data dengan NMAE, uji validasi data juga bisa ditentukan dengan uji korelasi antar data. Berdasarkan data pengolahan Citra Ladsat 8 2018 dengan pengukuran lapangan maka dilakukan uji korelasi linier untuk mengetahui hubungan antara dua variabel yaitu suhu lapangan dan suhu citra berdasarkan data yang diperoleh. Berikut adalah hasil pengujian metode regresi linier sederhana :



Grafik 1. Hasil Regresi linier suhu citra dan lapangan

Dari grafik yang diatas diperoleh persamaan $y = 1.3472x - 9.3894$ dengan nilai $R^2 = 0.6452$ sehingga memenuhi syarat minimum $R^2 > 0.5$.

Semakin besar nilai R^2 menunjukkan bahwa data semakin akurat, dan sebaliknya bila R^2 semakin kecil menunjukkan bahwa data tidak akurat (Arafah, 2015).

4.4. Persebaran UHI (*Urban Heat Island*)

Hasil dari nilai UHI Citra Landsat didapatkan dengan menurunkan algoritma suhu permukaan dengan mengurangkan nilai suhu permukaan pada citra dengan nilai reratanya (μ) yang ditambah dengan nilai setengan dari standar deviasi (α) yang didapatkan pada statistik citra yang digunakan: $UHI = T_{mean} - (\mu + 0,5 \alpha)$. Rajasekar dan weng (2009).

Tabel .4.4. Nilai UHI minimum dan maksimum

2008	Nilai Minimum	-31.450
	Nilai Maksimum	17.47
	Nilai rata-rata	-2.76

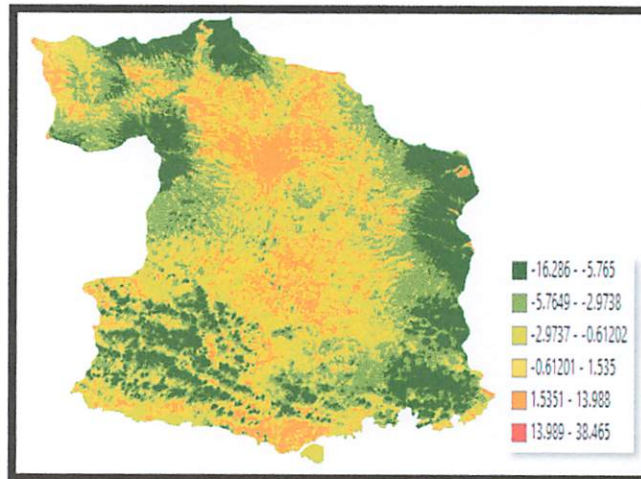
2013	Nilai Minimum	-22.550
	Nilai Maksimum	17.52
	Nilai rata-rata	-2.03

2018	Nilai Minimum	-16.280
	Nilai Maksimum	38.46
	Nilai rata-rata	-1.53

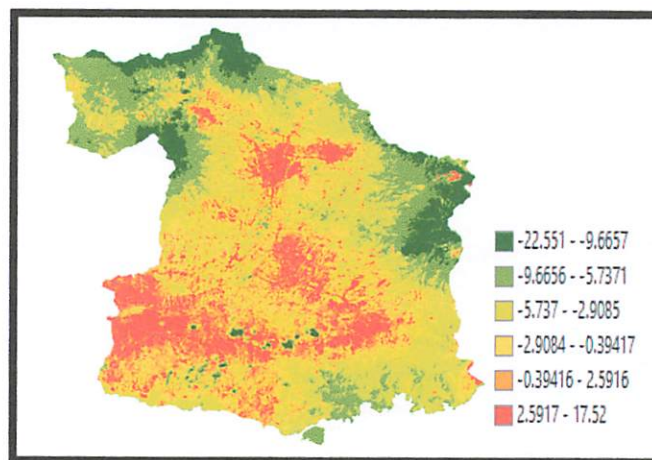
Nilai (-) pada hasil klasifikasi UHI (*urban heat island*) adalah hasil pengkelasan dari algoritma yang digunakan dimana nilai Nilai (-) cenderung berada di daerah pinggiran yang berada di area yang memiliki vegetasi yang rapat, pemukiman,

perkebunan, kolam air, danau. Merupakan bagian pinggir Kota Malang Raya Dan suhu (+) tertinggi berada di daerah tidak bervegetasi nyaris tidak ada tutupan lahannya berupa bangunan besar dan padat, lahan terbuka, industri, mall dan yang jumlah lantai 1-10 lantai berada dipusat perkotaan.

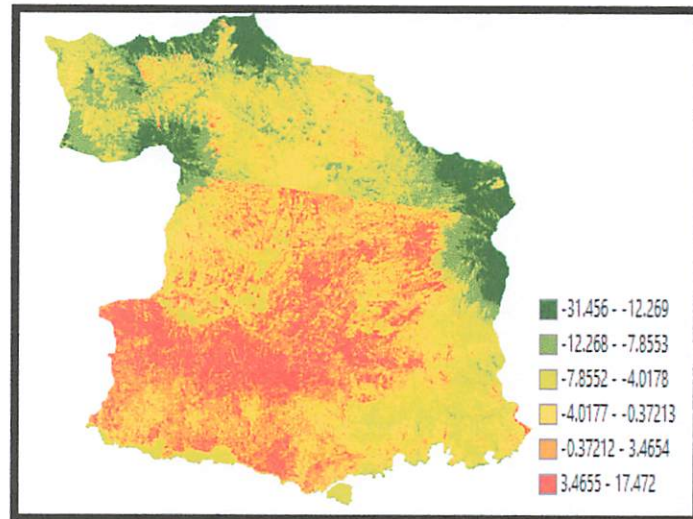
Peta UHI Kota Malang Raya tahun 2008, 2013 dan 2018 menunjukkan persebaran spasial UHI atau pulau bahang (panas) perkotaan di Kota Malag raya dan sekitarnya ke dalam enam kelas perbedaan.



Gambar 4.2 Hasil Persebaran UHI 2018 daerah penelitian



Gambar 4.3 Hasil Persebaran UHI 2013 daerah penelitian



Gambar 4.4 Hasil Persebaran UHI 2008 daerah penelitian

Klasifikasi 1 dan 2 cenderung berada di daerah pinggiran Kota Malang Raya, klasifikasi 3 dan 4 cenderung menyebar dibagian dibagian tengah kota Malang Raya dan klasifikasi 5 dan 6 berada di pusat kota Malang raya. Dapat dilihat pada tabel Klasifikasi *Urban Heat Island* di Malang Raya tahun tahun 2008, 2013 dan 2018. Sebagai berikut :

Tabel 4.5 Klasifikasi *Urban Heat Island* di Malang Raya tahun 2018

No. kelas	Klasifikasi UHI	Luasan_Ha	Keterangan
1	(-16.3 - -5.76)	70631.17877	Berada dipinggiran
2	(-5.75 - -2.97)	94590.32279	Berada dipinggiran
3	(-2.96 - -0.612)	112590.2344	Luasan yang cukup besar menyebar di tengah perkotaan

4	(-0.611 – 1.54)	42298.35752	Luasan yang cukup besar menyebar di tengah perkotaan
5	(1.55 - 14)	56140.80126	Berada di pusat kota
6	(14.1 – 38.5)	2.70	Berada di pusat kota
Luas total = 3.76520.8947 Ha			

Tabel 4.6 Klasifikasi *Urban Heat Island* di Malang Raya tahun 2013

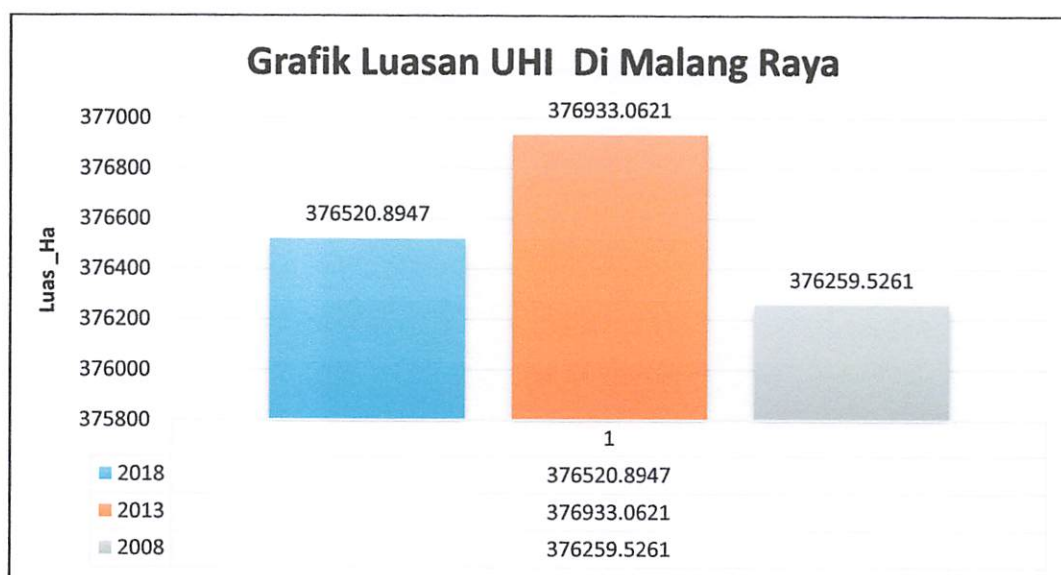
No. kelas	Klasifikasi UHI	Luasan_Ha	Keterangan
1	(-22.6 - -9.67)	25863.31248	Berada dipinggiran
2	(-9.66 - --5.74)	62415.09372	Berada dipinggiran
3	(-5.73 - -2.91)	116022.823	Luasan yang cukup besar menyebar di tengah perkotaan
4	(-2.9 – -0.394)	71120.36559	Luasan yang cukup besar menyebar di tengah perkotaan

5	(0.393 - 2.59)	52487.26991	Berada di pusat kota
6	(2.6 - 17.5)	49024.19743	Berada di pusat kota
Luas total : 376933.0621 Ha			

Tabel 4.7 Klasifikasi *Urban Heat Island* di Malang Raya tahun 2008

No. kelas	Klasifikasi UHI	Luasan_Ha	Keterangan
1	(-31.456 - -12.269)	28621.80692	Berada dipinggiran
2	(-12.268 - -7.8553)	57785.8571	Berada dipinggiran
3	(-7.8552 - -4.0178)	75698.36824	Luasan yang cukup besar menyebar di tengah perkotaan
4	(-4.0177 - -0.37213)	100307.2907	Luasan yang cukup besar menyebar di tengah perkotaan
5	(-0.37212 - 3.4654)	62607.42594	Berada di pusat kota

6	(3.4655 – 17.472)	51238.77718	Berada di pusat kota
Luasan Total : 376259.5261 Ha			



Gambar 4.5 Grafik Sebaran UHI Malang Raya

Persebaran UHI di Malang Raya tahun 2018, 2013 dan 2008 (lihat Gambar grafik 4.5)tidak menunjukkan perubahan yang signifikan tetapi mengalami peningkatan dari tahun 2008 ke tahun 2013. UHI pada tahun 2018 menurun karena kualitas citra tidak terlalu baik sehingga mempengaruhi proses pengolahan *land surface temperature*. Meskipun tren UHI selama tahun 2018, 2013 dan 2008 di Kota Malang Raya mengalami penurunan, tetapi itu tidak berdampak signifikan terhadap persebaran UHI yang terjadi pada wilayah kajian. Perbedaan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan pada Identifikasi Fenomena *Urban Heat Island* di Malang Raya Tahun 2008, 2013 dan 2008 Memamfaatkan Citra Landsat dengan studi kasus Malang Raya dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Persebaran UHI di Malang Raya dalam tiga periode waktu (2018, 2013 dan 2008) menunjukkan tren penurunan serta perbedaan nilainya dan memiliki persebaran nilai yang variatif Hal tersebut menggambarkan bahwa persebaran suhu UHI pada suatu wilayah bersifat dinamis serta dapat berubah sewaktu-waktu sesuai kondisi alam, fisik, iklim, dan cuaca.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diusulkan oleh penulis setelah melaksanakan penelitian ini didapatkan :













1. Diharapkan dalam penelitian *urban heat island* dibutuhkan citra satelit yang memiliki kualitas baik dengan liputan awan sedikit dan diambil pada saat perekaman di bulan-bulan kering (bukan musim penghujan) agar saat pengolahan suhu permukaan menghasilkan sebaran suhu yang cukup sesuai dengan keadaan lapangan
2. Diharapkan pemerintah, masyarakat, dan akademisi sebaiknya mengkaji secara mendalam tentang fenomena UHI karena membawa dampak nyata bagi tata kehidupan perkotaan terkait pengendalian pemanasan global.













DAFTAR PUSTAKA













- Jeevalakshmi. D. 2017. *Land surface temperature retrieval from landsat data using emissivity estimation* : Internasional journal of applied engineering research ISSN 0973-4562 volume 12, nomor 20 pp. 9679-9687.
- Suresh. Ajay Suresh. Mani. 2016. *Estimaion Of Land Aurface Temperature Of Hght Range Mountain Landsacape Of Devikulam Taluk Using Landsat 8 data* : International Jurnal Of Research in Engineering end Technology eISSN: 2319-1163/pISSN :2321-7308 Volume : 5 Issue : 01
- Arafah, feny. 2015. Analisis parameter kualitas air laut diperairan kabupaten sumenep untuk pembuatan peta sebaran potensi ikan pelagis. Surabaya : Program Magister Teknik Geomatik, Institut Teknologi Sepuluh November.
- Delarizka, Bandi Sasmito, Hani'ah. 2016. *Analisis Fenomena Pulau Bahang (Urban Heat Island) Di Kota Semarang Berdasarkan Hubungan Antara Perubahan Tutupan Lahan Dengan Suhu Permukaan Menggunakan Citra Multi Temporal Landsat*. Jurnal Geodesi UNDIP. Volume 5, Nomor 4, Tahun 2016, (ISSN : 2337-845X).
- Rumondor. R. J. 2017. *Aplikasi Pnginderaan Jauh Untuk Deteksi Fenomena Urban Heat Island (Pulau Panas Kota) Di Permukaan Wilayah Pesisir Pantai Menggunakan Citra Landsat 8* : Skripsi Jurusan Teknik Geodesi S-1 Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan ITN Malang.
- Sendi Akhmad Al Mukmin, Arwan Putra Wijaya, Abdi Sukmono. 2016. *Analisis Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan Terhadap Distribusi Suhu Permukaan Dan Keterkaitannya Dengan Fenomena Urban Heat Island* : Jurnal Geodesi UNDIP. Volume 5, Nomor 1, Tahun 2016, (ISSN : 2337-845X)













- Jayanti. R. D. 2017. *Analisis perubahan iklim berdasarkan suhu permukaan pada tahun 2007-2016* : Skripsi Jurusan Teknik Geodesi S-1 Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan ITN Malang.
- Fawzi. Nurul Ihsan. 2014. *Pemetaan Emisivitas Permukaan Menggunakan Indeks Vegetasi (Surface Emissivity Mapping Using Vegetation Indices): Majalah Ilmiah Globè Volume 16 No. 2 Desember 2014: 133-139*. Gadjah Mada University
- Guntara. Ilham .2016. *Analisis Urban Heat Island Untuk Pengendalian Pemanasan Global di Kota Yogyakarta Menggunakan Citra Penginderaan Jauh* :Fakultas Geograi Univeersitas Muhammadiyah Surakarta.
- Hafid. Lao Ode Abdul. 2014. *Pemetaan Habitat Perairan Dangkal Karang Lebar, Kepulauan Seribu, DKI Jakara Dengan Citra Landsat -7 ETM+ SLC-Off dan Lansat-8 OLI* . Departemen Ilmu dan Teknologi Perikanan dan Kelautan.: Institut Pertanian Bogor
- Septiangga.Bagus.2016. *Aplikasi Citra Landsat 8 Untuk Penentuan Persebaran Titik Panas Sebagai Indikasi Peningkatan Temperature di Kota Yogyakarta* : Departemen Geografi Lingkungan Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada.
- USGS. 2016 . *Landsat-8 (L8) Data User HandBook* . Department of the Interior U.S. Geological Survey. LSDS-1574 Version 2.0
- USGS. 2018 . *Landsat-7 (L7) Data User HandBook* . Department of the Interior U.S. Geological Survey. LSDS-1927 Version 1.0
- Chander. Gyanesh .Brian L. Markham.Dennis L. Helder. 2009. *Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors* : Remote Sensing of Environment.













LAMPIRAN

Pengukuran	Suhu	X	Y	Kecamatan	Rata - rata	foto lapangan
1	27.5	-7.941653	112.597943	LOWOKWARU	28.3	
	27					
	28					
	29					
	30					
2	29	-7.937643	112.572677	LOWOKWARU	29.5	
	29					
	30					
	30					
	29.5					
3	26	-7.924811	112.600009	LOWOKWARU	26.6	
	27					
	27					
	27					
	26					
4	29	-7.914190	112.625657	LOWOKWARU	28.8	
	28					
	28					
	29					
	30					
5	30	-7.936420	112.618867	LOWOKWARU	29.6	
	30					
	30					
	29					
	29					
6	29	-7.938555	112.634369	LOWOKWARU	30	
	31					
	30					
	30					
	30					
7	28	-7.965133	112.616587	LOWOKWARU	29	
	29					
	29					
	30					
	29					
8	29	-7.967331	112.614951	KLOJEN	29.5	
	29					
	29.5					
	30					
	30					
9	29	-7.971050	112.622136	KLOJEN	28.6	
	29					
	29					
	28					
	28					
10	29	-7.972931	112.630749	KLOJEN	29.2	
	29					
	28					
	30					
	30					
11	29	-7.983617	112.631583	KLOJEN	30	
	29					
	30					
	31					
	31					
12	29	-7.956781	112.617237	KLOJEN	29.6	
	29					
	30					
	30					
	30					







13	28	-7.973180	112.612267	SUKUN	29.1	
	28.5					
	29					
	30					
	30					
14	29.5	-7.983351	112.615280	SUKUN	30	
	31					
	30					
	30					
	29.5					
15	29	-7.995929	112.619741	SUKUN	29.5	
	29					
	29.5					
	30					
	30					
16	30	-7.953809	112.592392	SUKUN	29.4	
	30					
	29					
	29					
	29					
17	30.5	-8.022279	112.627681	SUKUN	29.7	
	30.5					
	29.5					
	29					
	29					
18	30	-7.941544	112.642195	BLIMBING	30	
	30					
	31					
	29.5					
	29.5					
19	29	-7.944620	112.650001	BLIMBING	29.5	
	29					
	29.5					
	30					
	30					
20	29	-7.934104	112.658784	BLIMBING	29.9	
	29					
	29.5					
	31					
	31					
21	28.5	-7.978748	112.646858	BLIMBING	29.1	
	29					
	29					
	29					
	30					
22	30	-7.960316	112.649677	BLIMBING	29.7	
	29					
	29.5					
	30					
	30					
23	27	-8.025812	112.642908	KEDUNGKANDANG	27.5	
	27					
	27.5					
	28					
	28					
24	27	-8.010891	112.646664	KEDUNGKANDANG	27.4	
	27					
	27					
	28					
	28					



25	30	-7.987360	112.635660	KEDUNGKANDANG	29.7	
	29					
	29.5					
	30					
	30					
26	28	-7.991687	112.649078	KEDUNGKANDANG	29	
	29					
	28.5					
	29.5					
	30					
27	30	-7.982475	112.661416	KEDUNGKANDANG	29.4	
	30					
	28.5					
	29					
	29.5					
28	28	-7.938832	112.555926	DAU	28	
	28					
	29					
	28					
	27					
29	27.5	-7.940055	112.547636	DAU	28.2	
	27					
	28.5					
	29					
	29					
30	26	-7.948240	112.549635	DAU	26.6	
	26					
	27					
	27					
	27					
31	27	-7.921006	112.563928	DAU	28	
	27.5					
	28					
	28.5					
	29					
32	26.5	-7.921006	112.581629	DAU	27.1	
	26.5					
	27					
	27.5					
	28					
33	27.5	-7.961691	112.549746	DAU	28.1	
	28					
	28					
	28					
	29					
34	26	-7.974879	112.553346	WAGIR	26.4	
	26					
	27					
	27					
	26					
35	26	-7.987921	112.590653	WAGIR	27.4	
	27					
	28					
	28					
	28					
36	27	-8.008300	112.566443	WAGIR	27	
	27					
	27					
	27					
	27					













37	26	-8.017686	112.563916	WAGIR	26.7	
	27					
	27					
	27.5					
	26					
38	28	-8.010652	112.540785	WAGIR	27.6	
	27.5					
	27					
	27.5					
	28					
39	26	-7.911944	112.552297	JUNREJO	27	
	27					
	28					
	27					
	27					
40	29	-7.907446	112.547268	JUNREJO	28.3	
	27.5					
	27					
	28					
	30					
41	28	-7.903231	112.563146	JUNREJO	27.6	
	27					
	28					
	27.5					
	27.5					
42	28	-7.903023	112.575091	JUNREJO	27.5	
	27					
	28					
	27.5					
	27					
43	27	-7.906068	112.577314	JUNREJO	27.9	
	27					
	27.5					
	28					
	30					
44	28	-7.895366	112.533740	BATU	29	
	28					
	29					
	30					
	30					
45	29.5	-7.870940	112.526431	BATU	29.6	
	29					
	29.5					
	30					
	30					
46	27.5	-7.878252	112.519555	BATU	28	
	27					
	28.5					
	28					
	29					
47	29	-7.865355	112.507429	BATU	28.4	
	28.5					
	27					
	27.5					
	30					
48	27	-7.863754	112.496010	BATU	28.1	
	27					
	28					
	28.5					
	30					













49	27	-7.863350	112.530920	BUMIAJI	26.6	
	27					
	26					
	26					
	27					
50	27	-7.836583	112.528501	BUMIAJI	28.3	
	28					
	28.5					
	29					
	29					
51	27	-7.813339	112.529289	BUMIAJI	26.2	
	27					
	26					
	26					
	25					
52	26	-7.801389	112.516890	BUMIAJI	25.9	
	26					
	26.5					
	26					
	25					
53	27	-7.823395	112.527914	BUMIAJI	27	
	27					
	26.5					
	27					
	27.5					
54	27	-8.124949	112.635990	TAJINAN	27	
	27					
	26.5					
	27					
	27.5					
55	27	-8.124949	112.635990	TAJINAN	26.7	
	26.5					
	26					
	27					
	27					
56	27	-8.124949	112.635990	TAJINAN	27.1	
	27					
	27.5					
	28					
	26					
57	27	-8.124949	112.635990	TAJINAN	26.6	
	26.5					
	26					
	27.5					
	26					
58	27	-8.124949	112.635990	TAJINAN	26.6	
	26.5					
	26					
	26.5					
	27					
59	27	-8.078283	112.644520	BULULAWANG	28.6	
	27.5					
	29					
	29.5					
	30					
60	29	-8.081857	112.638676	BULULAWANG	28	
	28					
	28.5					
	27					
	27.5					












61	30	-8.091393	112.637319	BULULAWANG	28.6	
	28					
	28.5					
	27					
	29.5					
62	29	-8.111179	112.660893	BULULAWANG	29	
	28					
	28.5					
	29.5					
	30					
63	30	-8.120246	112.669969	BULULAWANG	28.1	
	28					
	28.5					
	27					
	27					
64	26.5	-8.143714	112.643713	GONDANGLEGI	27	
	26					
	27.5					
	27					
	28					
65	26.5	-8.120235	112.623786	GONDANGLEGI	25.7	
	25					
	25					
	26					
	26					
66	27.5	-8.161291	112.642977	GONDANGLEGI	27.4	
	26					
	27					
	28.5					
	28					
67	27	-8.138785	112.655358	GONDANGLEGI	27.6	
	27.5					
	27					
	28					
	28.5					
68	26.5	-8.137027	112.618720	GONDANGLEGI	27.4	
	27					
	28.5					
	28					
	27					
69	25	-7.881773	112.380301	NGANTANG	25.6	
	26					
	26					
	26					
	25					
70	28.5	-7.886903	112.361972	NGANTANG	28.1	
	29					
	27					
	28					
	28					
71	26	-7.906222	112.373754	NGANTANG	25.8	
	26					
	26					
	26					
	25					
72	26	-7.864252	112.378641	NGANTANG	26.6	
	26					
	27					
	27					
	27					




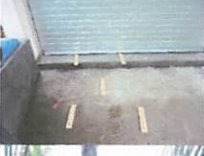








73	26.5	-7.850534	112.371329	NGANTANG	26.9	
	27					
	27					
	28					
	26					
74	26	-7.799072	112.349549	KASEMBON	27	
	27					
	27					
	27					
	28					
75	28	-7.776804	112.306041	KASEMBON	28.2	
	29					
	28.5					
	27					
	28.5					
76	26	-7.787646	112.313098	KASEMBON	27.1	
	27					
	28					
	27.5					
	27					
77	26	-7.804923	112.313568	KASEMBON	26.8	
	26					
	28					
	27					
	27					
78	28.5	-7.783085	112.339250	KASEMBON	27.8	
	28					
	28.5					
	27					
	27					
79	28.5	-7.906542	112.659614	SINGOSARI	29	
	29					
	29					
	28.5					
	30					
80	27	-7.890684	112.657184	SINGOSARI	26.6	
	26					
	26					
	27					
	27					
81	28.5	-7.886109	112.664419	SINGOSARI	28	
	27					
	27.5					
	29					
	28					
82	29	-7.901548	112.695261	SINGOSARI	28.2	
	28					
	28.5					
	28					
	27.5					
83	27.5	-7.863493	112.661329	SINGOSARI	27.4	
	27					
	28					
	26					
	26					
84	27.5	-7.838114	112.646498	SINGOSARI	27.4	
	28					
	27					
	27					
	27.5					








85	30	-7.850194	112.695189	LAWANG	28.8	
	28					
	28.5					
	28.5					
	29					
86	28.5	-7.828317	112.698735	LAWANG	29.2	
	28					
	29.5					
	30					
	30					
87	29	-7.814677	112.664848	LAWANG	28.4	
	28.5					
	28					
	28.5					
	28					
88	27	-7.849156	112.704334	LAWANG	28.2	
	28.5					
	28					
	27.5					
	30					
89	27	-7.856453	112.710386	LAWANG	28.7	
	28.5					
	28					
	30					
	30					
90	30	-7.905284	112.610515	KARANGPLOSO	29	
	28.5					
	28					
	28.5					
	30					
91	26	-7.885519	112.593360	KARANGPLOSO	26.9	
	27					
	27					
	27.5					
	27					
92	28			KARANGPLOSO	27.4	
	27.5					
	27					
	27					
	27.5					
93	29	-7.892787	112.620089	KARANGPLOSO	28	
	27.5					
	27					
	28.5					
	28					
94	29	-7.873928	112.590892	KARANGPLOSO	28.3	
	29					
	27.5					
	28					
	28					
95	27.5	-7.839035	112.456790	PUJON	27.4	
	27					
	27.5					
	27					
	28					
96	27	-7.861274	112.481757	PUJON	26.7	
	27					
	27					
	26.5					
	26					









97	26	-7.860151	112.465958	PUJON	25.8	
	25					
	26					
	26					
98	26	-7.847614	112.463238	PUJON	25.4	
	25.5					
	25.5					
	25					
99	26.5	-7.841283	112.471498	PUJON	27.1	
	27					
	27.5					
	26.5					
100	26	-8.096400	112.540162	NGAJUM	26	
	25					
	26					
	26.5					
101	25	-8.097006	112.537653	NGAJUM	25.3	
	25					
	26					
	26.5					
102	25	-8.085929	112.539931	NGAJUM	25.2	
	25					
	26					
	25					
103	26	-8.066380	112.552996	NGAJUM	26	
	26					
	26.5					
	26.5					
104	25	-8.043410	112.525801	NGAJUM	25.5	
	25					
	26					
	25.5					
105	27	-8.116909	112.554912	KEPANJEN	27.1	
	27					
	27.5					
	27					
106	26.5	-8.111948	112.599345	KEPANJEN	26.6	
	27					
	27					
	26.5					
107	29	-8.130200	112.566162	KEPANJEN	28	
	28					
	27.5					
	28					
108	30	-8.148352	112.573739	KEPANJEN	28.5	
	27					
	27.5					
	28					
	30					













109	28.5	-8.116141	112.575349	KEPANJEN	28	
	28					
	27.5					
	28					
	28					
110	30	-7.951874	112.673120	PAKIS	28.4	
	28.5					
	27.5					
	27					
	29					
111	26	-7.955519	112.710723	PAKIS	26	
	26.5					
	26					
	25					
	26.5					
112	27	-7.952838	112.728715	PAKIS	27	
	26.5					
	26					
	28					
	27.5					
113	27	-7.945769	112.694441	PAKIS	26.4	
	26.5					
	27					
	25					
	26.5					
114	26	-7.960871	112.697211	PAKIS	27	
	26.5					
	27					
	27.5					
	28					
115	27	-7.948698	112.743404	JABUNG	27.8	
	27.5					
	28					
	28					
	28.5					
116	25	-7.921898	112.764089	JABUNG	25.7	
	25					
	26					
	26.5					
	26					
117	28	-7.934788	112.758728	JABUNG	27.2	
	26					
	27					
	27					
	28					
118	26.5	-7.926048	112.754635	JABUNG	26	
	25					
	26					
	26.5					
	26					
119	26.5	-7.909173	112.741763	JABUNG	25.8	
	25					
	26					
	26.5					
	25					
120	26	-7.988694	112.761010	TUMPANG	27	
	27					
	27.5					
	27.5					
	27					













121	27	-8.002475	112.761833	TUMPANG	27.8	
	28					
	28.5					
	28					
	27.5					
122	27	-8.009176	112.758927	TUMPANG	27.7	
	28					
	27.5					
	27					
	29					
123	26	-8.002320	112.735436	TUMPANG	26.9	
	26					
	27					
	28					
	27.5					
124	29	-8.021785	112.710067	TUMPANG	28.8	
	28					
	28.5					
	28.5					
	30					
125	27	-8.061074	112.601177	PAKISAJI	27.3	
	27					
	27					
	27.5					
	28					
126	25	-8.077997	112.592099	PAKISAJI	25.6	
	26					
	26					
	24.5					
	26.5					
127	29	-8.063619	112.600971	PAKISAJI	27.1	
	26					
	26.5					
	27					
	27					
128	28	-8.064290	112.626567	PAKISAJI	27	
	27					
	27.5					
	26					
	26.5					
129	26	-8.073566	112.607428	PAKISAJI	25.6	
	25					
	26					
	25					
	26					
130	28	-8.096806	112.528174	WONOSARI	27	
	26					
	26.5					
	27					
	27.5					
131	26	-8.069341	112.515443	WONOSARI	25.7	
	25.5					
	25.5					
	25.5					
	26					
132	25	-8.032529	112.497207	WONOSARI	25.5	
	25.5					
	25.5					
	25.5					
	26					

133	26	-8.028720	112.493570	WONOSARI	25.6	
	24.5					
	25.5					
	25					
	27					
134	26	-8.031658	112.494771	WONOSARI	25.5	
	25.5					
	25.5					
	25.5					
	25					
135	26	-8.157986	112.495677	SUMBERPUCUNG	25.7	
	26					
	25					
	25.5					
	26					
136	26	-8.160388	112.499793	SUMBERPUCUNG	26.3	
	27					
	27.5					
	25					
	26					
137	27.5	-8.161414	112.470106	SUMBERPUCUNG	27	
	27					
	26.5					
	26					
	28					
138	25	-8.150618	112.472949	SUMBERPUCUNG	26.5	
	26					
	27					
	28					
	26.5					
139	29	-8.157807	112.473732	SUMBERPUCUNG	28.1	
	26					
	27.5					
	28					
	30					
140	25	-8.127700	112.511281	KROMENGAN	25.7	
	25.5					
	26					
	26					
	26					
141	26	-8.129179	112.490200	KROMENGAN	25.8	
	26					
	25.5					
	25.5					
	26					
142	26	-8.122129	112.490341	KROMENGAN	26	
	26					
	25.5					
	26.5					
	26					
143	25	-8.131776	112.482515	KROMENGAN	25.9	
	26.5					
	27					
	26					
	25					
144	26	-8.131480	112.510649	KROMENGAN	26.9	
	26.5					
	27					
	28					
	27					

145	27	-8.190999	112.710141	DAMPIT	27.1	
	27					
	27.5					
	28					
	26					
146	28.5	-8.210743	112.747251	DAMPIT	28.4	
	27					
	27.5					
	29					
	30					
147	27	-8.227017	112.788198	DAMPIT	27.1	
	27					
	27.5					
	28					
	26					
148	28	-8.169844	112.757503	DAMPIT	27.4	
	27					
	27.5					
	28					
	26.5					
149	27	-8.227985	112.728227	DAMPIT	27	
	27					
	27.5					
	26.5					
	27					
150	28.5	-8.132090	112.679985	TUREN	28.7	
	28					
	27					
	30					
	30					
151	30	-8.148395	112.695813	TUREN	28.3	
	28					
	27.5					
	27					
	29					
152	30	-8.148395	112.714474	TUREN	28.4	
	28.5					
	27.5					
	27					
	29					
153	28.5	-8.169916	112.689483	TUREN	28.2	
	28					
	27.5					
	29					
	28					
154	28	-8.213893	112.692767	TUREN	27.9	
	27					
	26.5					
	28					
	30					
155	28	-8.128155	112.725362	WAJAK	28.4	
	29					
	30					
	27					
	28					
156	27	-8.096607	112.736264	WAJAK	27.1	
	28					
	26					
	26.5					
	28					

157	28	-8.094574	112.701463	WAJAK	27.3	
	28					
	27					
	26.5					
	27					
158	28	-8.120571	112.767916	WAJAK	28.5	
	27					
	30					
	27.5					
	30					
159	26	-8.145084	112.777527	WAJAK	26.5	
	27					
	26					
	26.5					
	27					
160	26	-8.204024	112.614315	PAGELARAN	25.8	
	25.5					
	25					
	25					
	27.5					
161	26	-8.184452	112.600498	PAGELARAN	26	
	25.5					
	25					
	26					
	27.5					
162	26.5	-8.189044	112.625168	PAGELARAN	27	
	28					
	26					
	27					
	27.5					
163	27	-8.180571	112.605150	PAGELARAN	27.6	
	28					
	29					
	26.5					
	27.5					
164	26	-8.182886	112.577212	PAGELARAN	26.2	
	25.5					
	25					
	27					
	27.5					
165	27	-8.045500	112.735271	PONCOKUSUMO	27	
	27.5					
	26					
	26.5					
	28					
166	26	-8.086407	112.746419	PONCOKUSUMO	27.3	
	27.5					
	27					
	28					
	28					
167	28	-8.057872	112.759864	PONCOKUSUMO	27.7	
	27					
	26.5					
	28					
	29					
168	29	-8.031604	112.767680	PONCOKUSUMO	28	
	27					
	27.5					
	26.5					
	30					

169	27	-8.048986	112.806982	PONCOKUSUMO	28.4	
	27.5					
	28.5					
	30					
	29					
170	26	-8.189256	112.546953	PAGAK	27.1	
	27					
	27					
	27.5					
	28					
171	26	-8.223005	112.528303	PAGAK	26.6	
	27					
	27.5					
	26.5					
	26					
172	25	-8.217669	112.494224	PAGAK	25.6	
	26					
	25					
	26					
	26					
174	26	-8.301640	112.496172	PAGAK	26	
	26					
	26					
	26					
	26					
175	26	-8.176433	112.445422	KALIPARE	26.1	
	26					
	25.5					
	26					
	27					
176	26	-8.207055	112.465395	KALIPARE	25.9	
	26					
	27					
	25					
	25.5					
177	26	-8.232569	112.439942	KALIPARE	26.1	
	26					
	25.5					
	26					
	27					
178	27	-8.290563	112.644519	GADENGAN	26.4	
	27					
	26					
	26					
	26					
179	26	-8.298671	112.640342	GEDANGAN	26.6	
	27.5					
	26					
	26.5					
	27					
180	26.5	-8.302418	112.644964	GEDANGAN	26.7	
	27					
	27					
	26					
	27					
181	27	-8.301418	112.612232	GEDANGAN	26.5	
	27					
	26.5					
	26					
	26					

182	26	-8.284633	112.651504	GEDANGAN	26.3	
	25.5					
	26					
	27					
	27					
183	26	-8.224758	112.574608	BANTUR	26.6	
	26					
	27					
	26					
	28					
184	26	-8.225971	112.582561	BANTUR	26.5	
	26					
	26.5					
	27					
	27					
185	26.5	-8.218237	112.581965	BANTUR	26.6	
	27					
	27					
	26					
	26.5					
186	25.5	-8.219574	112.572658	BANTUR	26.3	
	26					
	26					
	27					
	27					
187	26	-8.290919	112.420065	DONOMULYO	26.2	
	26					
	27					
	27					
	25					
188	27	-8.296759	112.464470	DONOMULYO	26.5	
	26					
	26.5					
	26					
	27					
189	26	-8.317820	112.459292	DONOMULYO	26.2	
	26					
	25.5					
	26.5					
	27					
190	27	-8.367509	112.464736	DONOMULYO	26.4	
	27					
	26					
	26					
	26					
191	26	-8.243399	112.682275	SUMBERMANJING	27	
	27					
	26.5					
	27.5					
	28					
192	26	-8.255776	112.679756	SUMBERMANJING	26.5	
	26					
	26.5					
	27					
	27					
193	27	-8.274776	112.690906	SUMBERMANJING	26.3	
	26.5					
	26					
	26					
	26					