TUGAS AKHIR RM-184831

ANALISIS PERUBAHAN DISTRIBUSI *URBAN HEAT ISLAND* (UHI) DI KOTA SURABAYA MENGGUNAKAN CITRA SATELIT LANDSAT MULTITEMPORAL

ARIK YUMNA PRATIWI
NRP 033 1 16 4000 0012

Dosen Pembimbing
Lalu Muhamad Jaelani, ST, M.Sc, Ph.D

DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

TUGAS AKHIR RM-184831

ANALISIS PERUBAHAN DISTRIBUSI *URBAN HEAT ISLAND* (UHI) DI KOTA SURABAYA MENGGUNAKAN CITRA SATELIT LANDSAT MULTITEMPORAL

ARIK YUMNA PRATIWI
NRP 033 1 16 4000 0012

Dosen Pembimbing
Lalu Muhamad Jaelani, ST, M.Sc, Ph.D

DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

FINAL PROJECT RM-184831

ANALYSIS OF URBAN HEAT ISLAND (UHI) DISTRIBUTION CHANGES IN SURABAYA CITY USING MULTITEMPORAL LANDSAT SATELLITE IMAGERIES

ARIK YUMNA PRATIWI
NRP 033 1 16 4000 0012

Supervisor
Lalu Muhamad Jaelani, ST, M.Sc, Ph.D

DEPARTMENT OF GEOMATICS ENGINEERING
Faculty of Civil, Planning, and Geo-Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Analisis Perubahan Distribusi *Urban Heat Island* (UHI) di Kota Surabaya Menggunakan Citra Satelit Landsat Multitemporal

Nama Mahasiswa : Arik Yumna Pratiwi
NRP : 033 1 16 40000 012
Departemen : Teknik Geomatika
Dosen Pembimbing : Lalu Muhamad Jaelani, ST, M.Sc, Ph.D

ABSTRAK

Surabaya merupakan kota terbesar kedua di Indonesia setelah Jakarta, dimana jumlah penduduk kota Surabaya setiap tahunnya selalu meningkat. Tren peningkatan jumlah penduduk di Kota Surabaya dapat dilihat dari data jumlah penduduk tahun 2010-2017, yang selalu mengalami peningkatan dengan laju pertumbuhan penduduk sebesar 0,52%.

Peningkatan populasi penduduk di wilayah perkotaan dapat meningkatkan konsumsi energi untuk menunjang aktivitas manusia, kemudian penggunaan lahan akan bergeser dari keperluan pertanian menjadi keperluan tempat tinggal dan sebagainya. Perubahan tutupan lahan ini akan berdampak pada berubahnya kondisi iklim dan cuaca di kawasan perkotaan sehingga menyebabkan terjadinya fenomena Urban Heat Island (UHI).

Pada penelitian ini akan dianalisis perubahan distribusi Urban Heat Island (UHI) di Kota Surabaya pada tahun 2002, 2014, dan 2019 menggunakan Citra Landsat 7 (ETM+) dan Citra Landsat 8 (OLI/TIRS). Pertama-tama dilakukan perhitungan Land Surface Temperature (LST) dengan metode Single-Chanel Algorithm, kemudian dilakukan analisis distribusi UHI dengan metode Ambang Batas dan Hot Spot Analysis.

Hasilnya didapatkan nilai Land Surface Temperature (LST) rata-rata Kota Surabaya untuk tahun 2002, 2014, dan 2019 secara berurutan sebesar 29,094°C; 26,889°C; dan 27,130°C dimana hasil uji korelasi Pearson Product Moment antara Land Surface Temperature (LST) dengan suhu lapangan yang diperoleh dari stasiun cuaca, hasilnya nilai koefisien korelasi (Rxy) sebesar 0,449; artinya memiliki korelasi cukup. Terakhir, dari peta distribusi Urban Heat Island (UHI) metode Ambang

Batas, luas area yang terdampak UHI selalu mengalami penurunan dari tahun 2002, 2014, dan 2019 dengan luas penurunan masing-masing sebesar 0,760 km^2 dan 7,995 km^2. Sedangkan dari peta distribusi Urban Heat Island (UHI) metode Hot Spot Analysis (Getis-Ord Gi), luas area yang terdampak UHI juga selalu mengalami penurunan dengan luas penurunan masing-masing sebesar 2,027 km^2 dan 31,168 km^2.*

Kata Kunci— Ambang Batas, Hot Spot Analysis, Land Surface Temperature, Single Chanel Algorithm, Urban Heat Island

Analysis of Urban Heat Island (UHI) Distribution Changes in Surabaya City Using Multitemporal Landsat Satellite Imageries

Name	**:**	**Arik Yumna Pratiwi**
ID	**:**	**033 1 16 40000 012**
Department	**:**	**Geomatics Engineering**
Supervisor	**:**	**Lalu Muhamad Jaelani, ST, M.Sc, Ph.D**

ABSTRACT

Surabaya is the second largest city in Indonesia after Jakarta, where the human population is increasing every year. The increasing population trend in the city of Surabaya can be seen from the population data for 2010-2017, which always increase with a population growth rate of 0.52%.

The increasing population in urban areas can increase energy consumption to support human activities, thus land use will change from agricultural needs to residential needs and so on. Changes in land cover will have an impact on changing climate and weather conditions in urban areas, causing the phenomenon of Urban Heat Island (UHI).

This study analized distribution changes of Urban Heat Island (UHI) in Surabaya from 2002, to 2014 and 2019 using Landsat 7 (ETM +) and Landsat 8 (OLI / TIRS) imagery. First the Land Surface Temperature (LST) was calculated using the Single-Chanel Algorithm method, then the UHI distribution analysis was carried out using the threshold method and Hot Spot Analysis method.

As a result, the average Land Surface Temperature values of Surabaya City for 2002, 2014 and 2019 were 29.094°C; 26.889°C; and 27.130°C, respectively. Pearson Product Moment correlation test was performed between Land Surface Temperature (LST) and field temperature obtained from weather stations, the result of the correlation coefficient (Rxy) was 0.449; it means to have a medium correlation. Finally, from the Urban Heat Island (UHI) distribution map with threshold method, the area that affected by UHI always decreased from 2002, 2014, and 2019 with an area of 0.760 km^2 and 7.995 km^2, respectively. Also from the Urban Heat Island (UHI) distribution map with Hot Spot Analysis (Getis-Ord Gi) method, the area that affected*

by UHI also always decreased from 2002, 2014, and 2019 with an area of 2.027 km^2 and 31.168 km^2, respectively.

Keywords— Hot Spot Analysis, Land Surface Temperature, Single Chanel Algorithm, Threshold, Urban Heat Island

ANALISIS PERUBAHAN DISTRIBUSI *URBAN HEAT ISLAND* (UHI) DI KOTA SURABAYA MENGGUNAKAN CITRA SATELIT LANDSAT MULTITEMPORAL

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh
ARIK YUMNA PRATIWI
NRP 03311640000012

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:
1. Lalu Muhamad Jaelani, ST., M.Sc., Ph.D.

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIAN
DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA

SURABAYA, 03 AGUSTUS 2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat, hidayat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **"Analisis Perubahan Distribusi *Urban Heat Island* (UHI) Di Kota Surabaya Menggunakan Citra Satelit Landsat Multitemporal"** dengan tepat waktu sesuai yang direncanakan.

Selama pengerjaan Tugas Akhir, banyak pihak yang telah membantu penulis sehingga Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan lancar. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua penulis yang selalu mendukung penulis dalam menyelesaikan kegiatan penelitian Tugas Akhir ini.
2. Bapak Danar Guruh Pratomo, ST, M.Sc, Ph.D selaku Kepala Departemen Teknik Geomatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
3. Bapak Lalu Muhamad Jaelani, ST, M.Sc, Ph.D selaku dosen pembimbing Tugas Akhir.
4. Seluruh dosen dan civitas akademika Teknik Geomatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember yang telah banyak memberikan bimbingan dan bantuan selama proses perkuliahan.
5. Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Juanda selaku penyedia data stasiun cuaca.
6. Teman-teman angkatan 2016 dan alumni Teknik Geomatika ITS yang telah banyak membantu dan mendukung penulis.

Harapan penulis bahwa penelitian ini dapat memberikan manfaat kepada banyak pihak serta dapat menambah literatur penelitian-penelitian sejenis yang akan dilakukan pada masa mendatang.

Penulis menyadari bahwa selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan laporan ini terdapat banyak kesalahan dan kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun penulis harapkan demi perbaikan ke depannya. Semoga laporan ini bisa memberikan manfaat kepada pembaca.

Surabaya, 03 Agustus 2020

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....v
ABSTRACT.....vii
LEMBAR PENGESAHAN.....ix
KATA PENGANTAR.....xi
DAFTAR ISI.....xiii
DAFTAR GAMBAR, GRAFIK, DAN DIAGRAM.....xv
DAFTAR TABEL.....xvii
BAB I PENDAHULUAN..... 1
1.1 Latar Belakang.....1
1.2 Rumusan Masalah.....3
1.3 Batasan Masalah.....3
1.4 Tujuan Penelitian.....4
1.5 Manfaat Penelitian.....4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....5
2.1 *Urban Heat Island* (UHI)..... 5
2.2 Penginderaan Jauh..... 8
2.3 Citra Satelit Landsat..... 9
2.4 Koreksi Citra.....13
2.4.1 Koreksi Radiometrik..... 14
2.4.2 Koreksi Geometrik..... 19
2.5 *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI).....20
2.6 *Land Surface Temperature* (LST)..... 22
2.7 Uji Korelasi *Pearson Product Moment*..... 25
2.8 *Hot Spot Analysis* (Getis-Ord Gi*).....26
2.9 Klasifikasi Tutupan Lahan.....27
2.10 Penelitian Terdahulu.....29
BAB III METODE PENELITIAN.....35
3.1 Lokasi Penelitian..... 35
3.2 Data dan Peralatan.....36
3.2.1 Data.....36
3.2.2 Peralatan..... 37
3.3 Metodologi Penelitian.....37
3.3.1 Tahap Pelaksanaan..... 37

3.3.2 Tahap Pengolahan..... 41
BAB IV HASIL DAN ANALISIS..... 51
4.1 Hasil *Land Surface Temperature* (LST)..... 51
4.2 Hasil Pengolahan Tutupan Lahan..... 53
4.3 Hasil Distribusi *Urban Heat Island* (UHI)..... 57
4.3.1 Metode Ambang Batas..... 57
4.3.2 Metode *Hot Spot Analysis* (Getis-Ord Gi*).....60
4.4 Hasil Validasi Lapangan Peta *Urban Heat Island*.....65
4.5 Analisis Hasil.....67
4.4.1 Analisis Peta *Land Surface Temperature* (LST)... 67
4.4.2 Uji Korelasi LST dengan Data Cuaca..... 71
4.4.3 Analisis Peta Distribusi *Urban Heat Island* (UHI)74
BAB V PENUTUP..... 89
5.1 Kesimpulan..... 89
5.2 Saran..... 90
DAFTAR PUSTAKA.....91
LAMPIRAN-LAMPIRAN..... 99
A. Data Validasi Tutupan Lahan..... 99
B. Validasi Lapangan Peta UHI..... 109
C. Data Stasiun Cuaca BMKG..... 125
BIODATA PENULIS.....135

DAFTAR GAMBAR, GRAFIK, DAN DIAGRAM

Gambar 2.1 Variasi Suhu Udara dan Permukaan Berdasarkan Tutupan Lahan..... 6
Gambar 2.2 Peta Distribusi UHI Kota Yogyakarta..... 8
Gambar 2.3 Skema Proses Penginderaan Jauh..... 9
Gambar 2.4 Pengaruh Atmosfer pada Data Penginderaan Jauh.. 18
Gambar 2.5 Ilustrasi Penyerapan Gelombang oleh Vegetasi.....21
Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian.....35
Gambar 3.2 Diagram Alir Tahap Pelaksanaan..... 38
Gambar 3.3 Suhu Rata-rata Kota Surabaya dari Data BMKG.... 40
Gambar 3.4 Diagram Alir Tahap Pengolahan.....42
Gambar 3.5 Citra Landsat 7 Tanggal 19 Mei 2002..... 43
Gambar 3.6 Citra Landsat 8 Tanggal 29 Juni 2014..... 44
Gambar 3.7 Citra Landsat 8 Tanggal 11 Juni 2019..... 44
Gambar 4.1 Suhu Permukaan Tanah Kota Surabaya 19 Mei 2002 51
Gambar 4.2 Suhu Permukaan Tanah Kota Surabaya 29 Juni 2014 52
Gambar 4.3 Suhu Permukaan Tanah Kota Surabaya 11 Juni 2019 52
Gambar 4.4 Tutupan Lahan Kota Surabaya 19 Mei 2002..... 53
Gambar 4.5 Tutupan Lahan Kota Surabaya 29 Juni 2014..... 54
Gambar 4.6 Tutupan Lahan Kota Surabaya 11 Juni 2019..... 54
Gambar 4.7 Diagram Perubahan Luasan Kelas Tutupan Lahan..56
Gambar 4.8 Peta Distribusi UHI Metode Ambang Batas Kota Surabaya 19 Mei 2002..... 58
Gambar 4.9 Peta Distribusi UHI Metode Ambang Batas Kota Surabaya 29 Juni 2014.....59
Gambar 4.10 Peta Distribusi UHI Metode Ambang Batas Kota Surabaya 11 Juni 2019.....60
Gambar 4.11 Hubungan P-value dan Z-score dengan Distribusi Normal Standar..... 61

Gambar 4.12 Peta Distribusi UHI Metode *Hot Spot Analysis* Kota Surabaya 19 Mei 2002..... 62
Gambar 4.13 Peta Distribusi UHI Metode *Hot Spot Analysis* Kota Surabaya 29 Juni 2014..... 63
Gambar 4.14 Peta Distribusi UHI Metode *Hot Spot Analysis* Kota Surabaya 11 Juni 2019..... 64
Gambar 4.15 Suhu Permukaan Tanah Kota Surabaya.....67
Gambar 4.16 Diagram Perubahan Luasan LST..... 70
Gambar 4.17 Korelasi LST Citra dengan Suhu Lapangan..... 73
Gambar 4.18 Diagram Perubahan Luasan UHI..... 84

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Kanal pada Citra Landsat 7 dan 8..... 11
Tabel 2.2 Interval Kekuatan Korelasi..... 25
Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu..... 29
Tabel 3.1 Data Stasiun Cuaca yang Digunakan pada Penelitian. 40
Tabel 4.1 Matriks Konfusi Uji Akurasi Tutupan Lahan..... 55
Tabel 4.2 Luasan Kelas Tutupan Lahan Hasil Klasifikasi.....56
Tabel 4.3 Nilai UHI Tahun 2002, 2014, dan 2019..... 57
Tabel 4.4 z-score dan p-value untuk berbagai tingkat kepercayaan 61
Tabel 4.5 Rangkuman Validasi Lapangan Peta UHI..... 65
Tabel 4.6 Rincian Luas Kelas Suhu Tahun 2002.....68
Tabel 4.7 Rincian Luas Kelas Suhu Tahun 2014.....69
Tabel 4.8 Rincian Luas Kelas Suhu Tahun 2019.....69
Tabel 4.9 Perhitungan Uji Korelasi LST dengan Data Stasiun Cuaca.....72
Tabel 4.10 Luasan Kelas UHI Metode Ambang Batas Tahun 2002 74
Tabel 4.11 Luasan Kelas UHI Metode Ambang Batas Tahun 2014 75
Tabel 4.12 Luasan Kelas UHI Metode Ambang Batas Tahun 2019 76
Tabel 4. 13 Luasan UHI per Kecamatan di Surabaya.....77
Tabel 4.14 Luasan Kelas UHI Metode Hot Spot Analysis Tahun 2002.....79
Tabel 4.15 Luasan Kelas UHI Metode Hot Spot Analysis Tahun 2014.....80
Tabel 4.16 Luasan Kelas UHI Metode Hot Spot Analysis Tahun 2019.....81
Tabel 4.17 Luasan UHI per Kecamatan di Surabaya.....82
Tabel 4.18 Perubahan Luasan UHI..... 83

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Surabaya merupakan kota terbesar kedua di Indonesia setelah Jakarta. Jumlah penduduk kota Surabaya setiap tahunnya selalu meningkat. Dibanding tahun sebelumnya, terdapat kenaikan jumlah penduduk di tahun ini. Tercatat jumlah penduduk Surabaya pada Bulan Januari 2019 adalah sebanyak 3.095.026 jiwa (Dispendukcapil, 2019) . Tren peningkatan jumlah penduduk di Kota Surabaya juga dapat dilihat dari data jumlah penduduk tahun 2010-2017, yang selalu mengalami peningkatan dengan laju pertumbuhan penduduk sebesar 0,52% (BPS, 2018).

Peningkatan populasi penduduk di wilayah perkotaan dapat meningkatkan konsumsi energi baik untuk keperluan rumah tangga, industri, maupun transportasi. Selain itu, untuk menunjang aktivitas manusia, penggunaan lahan akan bergeser dari keperluan pertanian menjadi keperluan tempat tinggal dan sebagainya. Perubahan tutupan lahan ini akan berdampak pada berubahnya kondisi iklim dan cuaca di kawasan perkotaan (Tursilowati, 2010).

Salah satu dampak dari peningkatan jumlah penduduk di perkotaan adalah terjadinya fenomena *Urban Heat Island* (UHI). UHI adalah salah satu fenomena di mana kondisi suhu di daerah perkotaan, dan pusat kota khususnya, lebih tinggi daripada suhu daerah sekitarnya (Voogt & Oke, 2003; Howard, 1833) . Beberapa dampak negatif dari UHI antara lain dapat mempengaruhi flora perkotaan, iklim, konsentrasi polutan, kualitas udara, kesehatan manusia dan kematian terkait panas, dampak lingkungan dan ekonomi, kenyamanan termal, dan pemanasan global. Dengan demikian, hal ini memainkan peran besar pada kualitas kehidupan perkotaan (Firozjaei, et al., 2020).

Suhu Permukaan Tanah (SPT) adalah salah satu parameter utama untuk mengendalikan dan menilai proses fisik, kimia, dan biologis dari permukaan bumi serta mempelajari iklim perkotaan (Weng, et al., 2019; Watts, 2013) . Meskipun data suhu telah direkam di stasiun cuaca dan menyajikan data temporal yang baik, data tersebut masih harus diinterpolasi terlebih dahulu dan mungkin tidak secara akurat mencerminkan suhu perkotaan dan tidak memiliki resolusi spasial yang sesuai, sehingga citra penginderaan jauh dianggap sebagai sumber informasi yang tepat untuk membuat peta suhu permukaan tanah (Firozjaei, et al., 2018). Namun pada penelitian sebelumnya, didapatkan korelasi sebesar 0,87 dari data pengolahan SPT menggunakan citra dengan data stasiun cuaca, sehingga data stasiun cuaca masih dapat digunakan untuk memeriksa hasil pengolahan SPT dari citra penginderaan jauh. Selain karena dapat mencakup area yang luas, citra penginderaan jauh juga dapat memangkas biaya dan waktu dibandingkan dengan pengukuran langsung untuk wilayah yang cukup luas (Azhali, 2019).

Citra Landsat 7 (ETM+) dan Landsat 8 (OLI/TIRS) dapat digunakan untuk analisis UHI karena dilengkapi dengan kanal inframerah termal dengan resolusi masing-masing 60m dan 100m untuk mendeteksi suhu permukaan (NASA, 2012) . Resolusi tersebut lebih tinggi dibandingkan citra lainnya yang juga memiliki kanal termal, diantaranya Citra NOAA-AVHRR (1,1 km) dan Citra MODIS (250m) (Fawzi, 2017).

Berdasarkan Peraturan Menteri (Permen) PU Nomor 05/PRT/M/2008 tentang Pedoman Penyediaan Ruang Terbuka Hijau (RTH) di Kawasan Perkotaan, diamanatkan bahwa proporsi RTH pada kawasan perkotaan minimal 30%, yang terdiri dari 20% RTH publik dan 10% RTH privat, sehingga Pemerintah Kota Surabaya berusaha untuk dapat memenuhi target tersebut. Maka dari itu, penelitian ini menganalisis perubahan distribusi *Urban Heat Island* (UHI)

di Kota Surabaya secara multitemporal menggunakan Citra Landsat 7 dan 8 tahun 2002, 2014, dan 2019 agar dapat melihat perubahannya sebelum dan sesudah diterapkannya kebijakan penambahan kawasan Ruang Terbuka Hijau. Data Citra Landsat 7 setelah bulan Mei tahun 2003 mengalami gangguan berupa S*can Line Corrector-off* (SLC-*off*) sehingga informasi yang dihasilkan menjadi tidak utuh. Sehingga akhirnya dipilih Citra Landsat 7 tahun 2002 sebelum mengalami gangguan SLC-*off.* Akibat dari kerusakan tersebut menimbulkan garis-garis hitam (*stripping*) pada citra, sehingga terdapat celah atau *gap* yang tidak mempunyai nilai piksel pada citra tersebut (Utomo, et al., 2017) . Harapan penulis bahwa hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi bagi masyarakat, pemerintah maupun pihak perencana pembangunan kota dalam mengatasi fenomena UHI serta merancang mitigasinya.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

a. Bagaimana distribusi suhu permukaan tanah di Kota Surabaya pada tahun 2002, 2014, dan 2019 menggunakan Citra Landsat 7 dan 8?
b. Bagaimana distribusi *Urban Heat Island* (UHI) di Kota Surabaya pada tahun 2002, 2014, dan 2019 ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan permasalahan dari penelitian ini antara lain:

a. Wilayah studi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Kota Surabaya.
b. Data citra satelit yang digunakan yaitu Citra Landsat 7 yang diakuisisi pada tahun 2002 dan Citra Landsat 8 yang diakuisisi pada tahun 2014 dan 2019 pada saat musim kemarau.

c. Perhitungan suhu permukaan tanah menggunakan kanal Inframerah Termal pada Citra Landsat 7 dan 8 Level-1 metode *Single Channel Algorithm* (SCA).
d. Data cuaca diperoleh dari Stasiun Meteorologi Juanda, Stasiun Meteorologi Perak I, dan Stasiun Meteorologi Maritim Perak II milik BMKG.
e. Analisis distribusi fenomena UHI dilakukan menggunakan metode Ambang Batas dan *Hot Spot Analysis* (Getis-Ord Gi*).

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

a. Mengetahui dan menganalisis distribusi suhu permukaan tanah di Kota Surabaya pada tahun 2002, 2014, dan 2019 menggunakan Citra Landsat 7 dan 8.
b. Mengetahui dan menganalisis distribusi *Urban Heat Island* (UHI) di Kota Surabaya pada tahun 2002, 2014, dan 2019.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

a. Memberikan informasi spasial berupa peta distribusi *Urban Heat Island* (UHI) di Kota Surabaya berdasarkan hasil pengolahan citra satelit Landsat 7 dan 8.
b. Sebagai referensi bagi pemerintah dalam perencanaan pembangunan kota yang ramah lingkungan agar dapat mengatasi fenomena *Urban Heat Island* (UHI) serta merancang mitigasinya.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

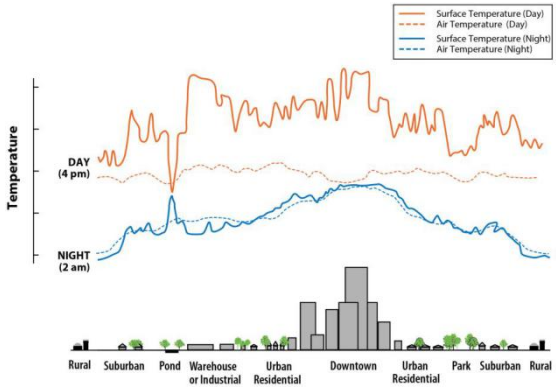
2.1 *Urban Heat Island* (UHI)

Urban Heat Island (UHI) adalah salah satu fenomena di mana kondisi suhu di daerah perkotaan, dan pusat kota khususnya, lebih tinggi daripada suhu daerah sekitarnya (Voogt & Oke, 2003; Howard, 1833) . Fenomena UHI dibedakan menjadi 2 macam, yaitu *Atmospheric Urban Heat Island* dan *Surface Urban Heat Island*. *Atmospheric Urban Heat Island* (AUHI) yaitu perubahan dan perbedaan suhu yang terjadi di lapisan udara di pusat kota dengan daerah di sekitarnya. Sedangkan *Surface Urban Heat Island* (SUHI) yaitu perubahan dan perbedaan suhu yang dihasilkan dari proses penguapan material permukaan di pusat kota dan daerah disekitarnya (Atrianta, et al., 2017).

Permukaan kota terdiri dari aspal dan beton yang umumnya lebih panas pada siang hari dibandingkan dengan daerah yang bervegetasi. Permukaan ini bersifat menyimpan energi surya, mengubahnya menjadi energi panas, dan melepaskannya pada malam hari, menciptakan suatu wilayah dengan udara yang panas di sekitar kota yang dikenal sebagai *heat island* (pulau bahang). Perbedaan suhu udara antara daerah yang terkena *Urban Heat Island* (UHI) dan daerah yang bervegetasi dapat mencapai 6°C. Beberapa faktor yang dapat memicu terjadinya UHI pada daerah perkotaan diantaranya berupa derajat panas bahan bangunan tinggi, jarak antar bangunan serta tingkat polusi udara. Pada siang hari faktor-faktor ini dapat menyebabkan lebih besar energi matahari yang ditangkap, diserap, dan disimpan pada permukaan kota dibandingkan dengan permukaan desa. Sedangkan pada malam hari, energi yang dilepaskan lebih sedikit, sehingga menghasilkan suhu udara yang lebih tinggi di perkotaan (Abhirama, 2010).

Urban Heat Island (UHI) menjadi masalah utama bagi tiap kota berkembang di dunia terhadap pemanasan global. Proses urbanisasi juga turut menyumbang terjadinya UHI di perkotaan. Perpindahan penduduk dari pedesaan menuju daerah perkotaan telah menyebabkan banyak bermunculan gedung dan bangunan baru sebagai wadah aktivitas manusia. Perubahan lahan tak terbangun menjadi lahan terbangun menyebabkan berkurangnya ruang terbuka hijau yang menyebabkan semakin meluasnya UHI di wilayah perkotaan (Limas, et al., 2014).

Berikut adalah sebuah ilustrasi dari *U.S. Environmental Protection Agency* yang menyoroti dampak berbagai penggunaan lahan terhadap suhu udara dan permukaan suatu kota.



Gambar 2.1 Variasi Suhu Udara dan Permukaan Berdasarkan Tutupan Lahan
(EPA, 2008)

Fenomena *Urban Heat Island* (UHI) dapat diidentifikasi dengan metode penginderaan jauh berdasarkan ambang batas hasil pengolahan suhu permukaan (LST). Dari data suhu permukaan dilakukan identifikasi fenomena UHI dengan mengurangkan dengan nilai ambang batas UHI menurut Ma et al. (2010) dalam Fawzi, N. I. (2017):

$$T > \mu + 0{,}5\ \alpha \qquad (2.1)$$

$$0 < T \leq \mu + 0{,}5\ \alpha \qquad (2.2)$$

Dimana :
T = Suhu permukaan (LST)
μ = Nilai rata-rata suhu permukaan
α = Standar deviasi suhu permukaan

Persamaan 2.1 menunjukkan ambang batas suhu (*threshold temperature*) untuk area yang terjadi UHI, sedangkan persamaan 2.2 menunjukan daerah yang tidak terjadi UHI. Nilai μ dan α dapat dilihat pada statistik citra hasil pengolahan LST.

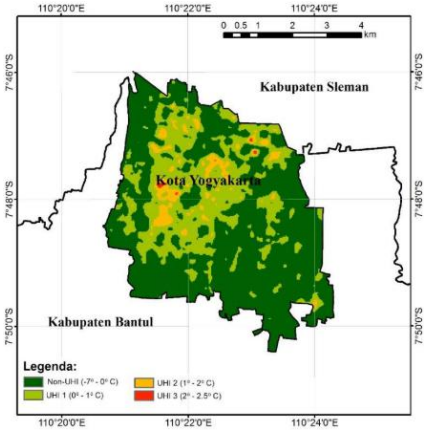
Peta UHI dapat dihasilkan dengan mengombinasikan persamaan yang disampaikan oleh Rajasekar & Weng (2009) dan Ma, et al (2010) sebagai berikut (Jatmiko, 2015):

$$\text{UHI} = \text{Tmean} - \text{Ambang Batas UHI}$$

$$\text{UHI} = \text{Tmean} - (\mu + 0{,}5\ \alpha) \qquad (2.3)$$

Keterangan:
UHI = *Urban Heat Island*
Tmean = *Land Surface Temperature* (°C)
μ = Nilai rerata *Land Surface Temperature* (°C)
α = Nilai standar deviasi *Land Surface Temperature* (°C)

Nilai selisih suhu yang positif mengindikasikan bahwa daerah tersebut terjadi UHI, jika bernilai negatif maka daerah tersebut tidak terjadi fenomena UHI. Berikut merupakan contoh hasil peta *Urban Heat Island* (UHI):



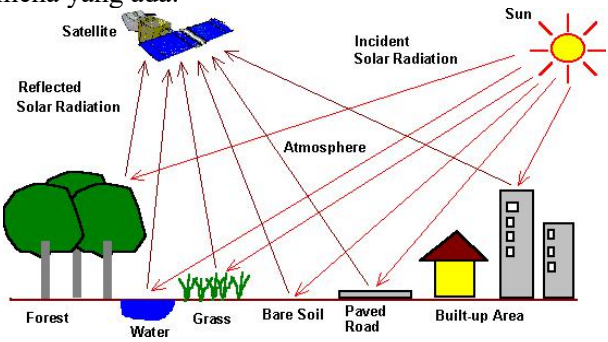
Gambar 2.2 Peta Distribusi UHI Kota Yogyakarta
(Fawzi, 2017)

2.2 Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh atau inderaja (*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 & Kiefer, 1990). Alat yang dimaksud dalam pengertian diatas adalah alat pengindera atau sensor. Pada umumnya sensor dibawa oleh wahana baik berupa pesawat, balon udara, satelit maupun jenis wahana yang lainnya (Sutanto, 1987). Hasil perekaman oleh alat yang dibawa oleh suatu wahana ini selanjutnya disebut sebagai data penginderaan jauh.

Penginderaan jauh adalah berbagai teknik yang dikembangkan untuk perolehan dan analisis informasi tentang bumi, infomasi ini khusus berbentuk radiasi elektromagnetik yang dipantulkan atau dipancarkan dari permukaan bumi (Lindgren, 1985) . Dari pendapat beberapa ahli di atas dapat disimpulkan bahwa penginderaan jauh terdiri atas 3 komponen utama yaitu obyek yang diindera, sensor untuk merekam obyek dan gelombang elektronik

yang dipantulkan atau dipancarkan oleh permukaan bumi. Interaksi dari ketika komponen ini menghasilkan data penginderaan jauh yang selanjutnya melalui proses interpretasi dapat diketahui jenis obyek area ataupun fenomena yang ada.



Gambar 2.3 Skema Proses Penginderaan Jauh (LAPAN, 2007)

2.3 Citra Satelit Landsat

Satelit Landsat merupakan satelit satelit pengamatan bumi milik Amerika yang diluncurkan oleh *National Aeronautics and Space Administration* (NASA). Citra satelit Landsat telah banyak digunakan untuk berbagai aplikasi seperti pada bidang pertanian, kehutanan, pemetaan, oseanografi, sumberdaya alam dan penelitian perubahan iklim.

Satelit Landsat pertama kali diluncurkan pada tahun 1972 dengan nama *Earth Resources Technology Satellite* (ERTS)-1. Kemudian berganti nama menjadi Landsat 1. Seri satelit Landsat 1 hingga saat ini telah sampai pada Landsat 8. Dari Landsat 1 sampai Landsat 8 telah terjadi perubahan sensor sehingga satelit Landsat dikelompokkan menjadi beberapa generasi. Generasi pertama dari Landsat 1, Landsat 2 dan Landsat 3. Generasi kedua terdiri dari Landsat 4 dan Landsat 5. Generasi ketiga terdiri dari Landsat 6 dan Landsat 7 ETM+ serta generasi terakhir adalah Landsat 8.

US Geological Survey (USGS) kini telah menawarkan produk Landsat 7 dan 8 berupa data *Surface Reflectance* melalui *EarthExplorer* dimana Produk *Surface Reflectance* ini dapat memberikan estimasi *Surface Spectral Reflectance* yang diukur pada permukaan tanah dengan mengkoreksi adanya hamburan atau penyerapan atmosfer. Produk *Surface Reflectanc*e ini dihasilkan di Pusat Pengamatan dan Sains Sumber Daya Bumi (EROS) pada resolusi spasial 30 meter. EROS *Science Processing Architecture* (ESPA) membangun antarmuka koreksi citra satelit dari efek atmosfer untuk menciptakan produk data Level-2. Data Landsat *Surface Reflectance* dihasilkan dari *Landsat Surface Reflectance Code* (LaSRC). Detail tentang LaSRC dan produk Surface Reflectance Citra Landsat dapat ditemukan dalam Panduan Produk Landsat 7 dan 8 *Surface Reflectance*.

Citra satelit Landsat 7 merupakan citra satelit bumi yang memiliki sensor ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper*) dan *Scanner* yang dapat membantu untuk pemotretan foto udara. Landsat 7 ini diluncurkan pada 15 April 1999. Kegunaan citra satelit Landsat 7 ini digunakan untuk pemetaan penutupan lahan, pemetaan geologi, serta pemetaan suhu permukaan laut.

Satelit Landsat 8 diluncurkan pada tanggal 11 Februari 2013 di Vandenberg, California. Landsat 8 membawa dua intrumen yaitu sensor *The Operational Land Imager* (OLI) dan sensor *Thermal Infrared Sensor* (TIRS). Sensor OLI terdiri dari sebelas kanal, tiga diantaranya adalah kanal baru. Ketiga kanal tersebut adalah kanal *ultra-blue* yang bermanfaat untuk penelitian aerosol dan pesisir, kanal inframerah gelombang pendek untuk mendeteksi awan cirrus dan kanal TIRS. Karakteristik Landsat 8 hampir sama seperti Landsat 7 ETM+, baik resolusi (spasial, spektral, dan temporal), metode koreksi, ketinggian terbang maupun karakteristik sensor yang dibawa, hanya ada beberapa

penyempurnaan dari landsat 7 ETM+ seperti jumlah kanal, rentang spektrum, gelombang elektromagnetik terendah yang dapat ditangkap oleh sensor dan nilai *digital number* (bit) dari setiap piksel citra (USGS, 2015).

Berikut adalah tabel perbandingan karakteristik kanal dari Citra Landsat 7 (ETM+) dan Landsat 8 (OLI/TIRS) :

Tabel 2.1 Karakteristik *Kanal* pada Citra Landsat 7 dan 8 (NASA, 2012)

Kanal Spektral ETM+ dan OLI/TIRS				
Kanal L7 ETM+		**Kanal L8 OLI/TIRS**		***Perbedaan**
		30 m, Pesisir/Aerosol (0,433-0,453 µm)	Kanal 1	A. Kanal pesisir ditambahkan atas permintaan investigator warna laut yang membutuhkan resolusi lebih tinggi dari perairan pesisir relatif terhadap MODIS dan SeaWIFS. B. Perbaikan bandwidth dibuat untuk menghinda
Kanal 1	30 m, Biru (0,450-0,515 µm)	30 m, Biru (0,450-0,515 µm)	Kanal 2	
Kanal 2	30 m, Hijau (0,525-0,605 µm)	30 m, Hijau (0,525-0,600 µm)	Kanal 3	
Kanal 3	30 m, Merah (0,630-0,690 µm)	30 m, Merah (0,630-0,680 µm)	Kanal 4	
Kanal 4	30 m, Inframerah Dekat (0,775-0,900 µm)	30 m, Inframerah Dekat (0,845-0,885 µm)	Kanal 5	
Kanal 5	30 m, Inframerah Gelombang Pendek-1 (1,550-1,750 µm)	30 m, Inframerah Gelombang Pendek-1 (1,560-1,660 µm)	Kanal 6	
Kanal 7	30 m, Inframerah	30 m, Inframerah	Kanal 7	

	Gelombang Pendek-2 (2,090-2,350 µm)	Gelombang Pendek-2 (2,100-2,300 µm)		ri fitur penyerapan atmosfer (diaktifkan oleh rasio *signal-to-noise* yang lebih tinggi yang melekat dalam arsitektur *push-broom*). C. Kanal awan cirrus ditambahkan untuk mendeteksi kontaminasi awan cirrus di saluran lain. D. Kanal inframerah termal akan mengakuisisi data dengan dua kanal termal.
Kanal 8	15 m, Pankromatik (0,520-0,900 µm)	15 m, Pankromatik (0,500-0,680 µm)	Kanal 8	
		30 m, Cirrus (1,360-1,390 µm)	Kanal 9	
Kanal 6	60 m, Inframerah Termal (10,00-12,50 µm)	100 m, Inframerah Termal-1 (10,30-11,30 µm)	kanal 10	
		100 m, Inframerah Termal-2 (11,50-12,50 µm)	Kanal 11	

2.4 Koreksi Citra

Koreksi citra dilakukan sebelum proses ekstraksi informasi. Koreksi citra bertujuan untuk menghilangkan kesalahan-kesalahan yang ada pada citra sehingga citra memberikan informasi yang akurat. Koreksi citra satelit meliputi koreksi radiometrik dan koreksi geometrik. Banyak faktor yang berpengaruh terhadap data citra satelit (sensor, kondisi medan, kondisi atmosfer) sehingga diperlukan koreksi sebelum pengolahan citra untuk memperoleh informasi yang lebih berkualitas. Pembagian kualitas citra Landsat dibagi menjadi beberapa tipe (USGS, 2014), yaitu :

a. Level 0

   Data citra masih dalam format aslinya, berupa data mentah (*raw data*) yang belum terkoreksi radiometrik dan geometrik.

b. Level 1 Radiometrik (L1R)

   Kesalahan radiometrik pada citra sudah dikoreksi, sedangkan kesalahan geometriknya masih sama seperti pada level 0.

c. Level 1 Sistematik (L1G)

   Yaitu data citra L1R yang sudah dikoreksi geometrik sistematik.

d. Level 1 GT

   Merupakan produk L1R yang sudah mengalami koreksi geometrik dan koreksi terain sesuai dengan proyeksi peta berdasarkan datum tertentu. Level ini menggunakan faktor ephemeris wahana untuk mengkoreksi serta mengontrol data ketinggian untuk mengkoreksi kesalahan paralak.

e. Level 1 Terrain

   Produk L1T merupakan L1R yang sudah terkoreksi geometrik menggunakan GCP *(Ground Control Point)* atau memiliki informasi posisi untuk transformasi citra sesuai dengan proyeksi referensi datum tertentu. Data menggunakan *Digital Elevasi*

Model (DEM), sehingga sudah mengalami koreksi *terrain* untuk mengurangi efek *relief displacement*.

f. Level 2 *Surface Reflectance*

Sudah terkoreksi geometrik dan terkoreksi atmosferik dari *Reflectance at Satellite* (*Reflectance*-TOA) menjadi S*urface Reflectance (*BOA*). Radiative transfer model* yang digunakan oleh USGS untuk melakukan koreksi atmosferik adalah:

– 6S *simulation model* untuk Landsat 4-7 , dan

– *Internal algorithm* untuk Landsat 8.

Berikut koreksi apa saja yang harus diterapkan pada citra penginderaan jauh :

2.4.1 Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik citra dilakukan untuk memperbaiki kualitas visual citra dan sekaligus memperbaiki nilai-nilai piksel yang tidak sesuai dengan pancaran spektral obyek yang sebenarnya (Jensen, 1986).

Koreksi radiometrik ini biasanya mempertimbangkan faktor gangguan atmosfer sebagai sumber kesalahan utama, sehingga koreksi radiometrik juga dikenal untuk mengurangi atau bahkan dapat menghilangkan gangguan (distorsi) yang ditimbulkan oleh atmosfer. Koreksi radiometrik mempunyai asumsi bahwa nilai piksel terendah pada suatu kerangka liputan (*scene*) seharusnya bernilai nol (*null value*) sesuai dengan *bit coding* sensor. Apabila nilainya tidak nol, maka nilai penambah (nilai bias=*offset*) tersebut dipandang sebagai hasil hamburan atmosfer. Koreksi ini dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu: metode penyesuaian histogram, metode penyesuaian regresi, metode kalibrasi bayangan maupun metode yang lainnya dimana masing-masing metode mempunyai keunggulan masing-masing (Danoedoro, 1996).

Koreksi radiometrik, proses ini terbagi menjadi dua yaitu kalibrasi radiometrik dan koreksi atmosfer (Sari, et al., 2015):

2.4.1.1 Kalibrasi Radiometrik

Kalibrasi radiometrik ini adalah untuk mengubah data pada citra yang disimpan dalam bentuk Digital Number (DN) menjadi *radiance* dan/atau *reflectance*, bisa juga ke *brightness temperature* untuk kanal *Thermal Infrared* (Jaelani, 2013). Kalibrasi radiometrik dapat dilakukan dalam 2 cara yaitu:

a. Metode *gain-offset* mengunakan data *multiple rescalling factor* (*gain*) dan *additive rescaling factor* (*offset*) yang terdapat pada metadata.

$$L_\lambda = M_L Q_{cal} + A_L \;\&\; \rho_\lambda = M_\rho Q_{cal} + A_\rho \qquad (2.4)$$

Dimana :

L_λ = TOA *spectral radiance* ($\frac{w}{m^2 srad\mu m}$)

ρ_λ = TOA *spectral reflectance*

M_L = *Band specific multiplicative rescaling factor from the metadata (RADIANCE_MULT_BAND_x, where x is the band number)*

A_L = *Band specific addiitive rescaling factor from the metadata (RADIANCE_ADD_BAND_x, where x is the band number)*

$M\rho$ = *Band-specific multiplicative rescaling factor from the metadata (REFLECTANCE_MULT_BAND_x, where x is the band number)*

$A\rho$ = *Band-specific additive rescaling factor from the metadata (REFLECTANCE_ADD_BAND_x, where x is the band number)*

Q_{cal} = Nilai *Digital Number* (DN) pada kanal yang

dituju

b. Metode *max-min* menggunakan data *max detected reflectance/ radiance level* dan *min detected reflectance/radiance level* yang terdapat pada metadata.

$$L_\lambda = \left\{\frac{L_{max}-L_{min}}{Q_{calmax}-Q_{calmin}}\right\} x(Q_{cal} - Q_{calmax}) \quad (2.5)$$

$$\rho_\lambda = \left\{\frac{\rho_{max}-\rho_{min}}{Q_{calmax}-Q_{calmin}}\right\} x(Q_{cal} - Q_{calmax}) \quad (2.6)$$

Dimana :

L_λ = *Spectral radiance* ($\frac{w}{m^2 srad\mu m}$)

ρ_λ = *Spectral reflectance*

L_{max} = *Maximum detected radiance level*

L_{min} = *Minimum detected radiance level*

Q_{calmax} = *Maximum pixel value*

Q_{calmin} = *Minimum pixel value*

Q_{cal} = Nilai *Digital Number* (DN) pada kanal yang dituju

c. Metode DN ke *brightness temperature* menggunakan data *thermal conversion constant* kanal 10 yang terdapat pada metadata.

$$T = \frac{K_2}{\ln(\frac{K_1}{L_\lambda}+1)} \quad (2.7)$$

T = *At-satellite brightness temperature* (K)

L_λ = *TOA Spectral radiance* ($\frac{w}{m^2 srad\mu m}$)

K_1 = *Band-specific thermal conversion constant from the metadata (K1_CONSTANT_BAND_x, where x is the band number, 10 or 11)*

K_2 = *Band-specific thermal conversion constant from the metadata (K2_CONSTANT_BAND_x, where x is the band number, 10 or 11)*

Brightness temperature adalah suhu benda hitam yang akan memancarkan jumlah radiasi yang sama

dengan benda yang ditargetkan dalam pita spektrum tertentu (Liu, 2015).

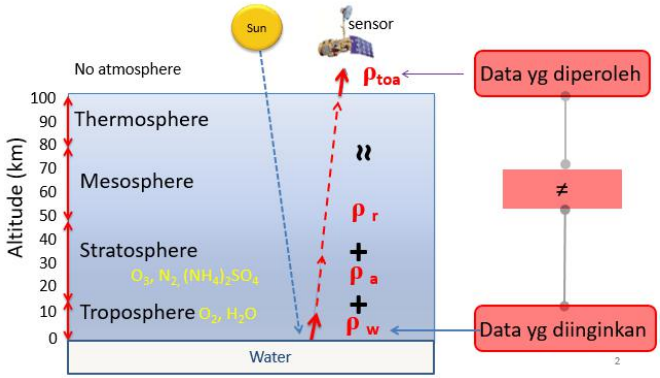
Pengubahan nilai *radiance* menjadi nilai *brightness temperature* mengaplikasikan inversi Hukum Planck yang mengasumsikan bahwa permukaan bumi merupakan *black body* yang memiliki emisivitas sama dengan satu (Muzaky & Jaelani, 2019).

Hasil dari rumus konversi DN ke *brightness temperature* diatas masih berupa ToA (*Top of Atmosphere*) *brightness temperature,* karena ekstraksi suhu didasarkan pada nilai radiansi yang diterima oleh sensor. Sehingga untuk mendapatkan nilai *brightness temperature* yang akurat perlu dilakukan koreksi atmosfer (Utomo, et al., 2017).

2.4.1.2 Koreksi Atmosfer

Koreksi Atmosfer merupakan kegiatan untuk merubah reflektan yang diterima sensor (ρTOA) menjadi reflektan permukaan (ρBOA) atau merubah radian yang diterima sensor (LTOA) menjadi radian permukaan (LBOA). Koreksi Atmosfer adalah proses yang diperlukan untuk menghilangkan pengaruh atmosfer pada data penginderaan jauh yang direkam oleh sensor. Asumsi yang digunakan adalah jika obyek yang memiliki respon spektral paling lemah seharusnya memiliki nilai spektral 0. Jika nilai bukan 0 berarti terdapat *offset* yang menunjukkan nilai besarnya pengaruh gangguan atmosfer (Danoedoro, 2012).

Koreksi ini dilakukan dengan mempertimbangkan berbagai parameter atmosfer dalam proses koreksi. termasuk faktor musim, dan kondisi iklim di lokasi perekaman citra (misalnya tropis, sub-tropis, dan lainnya). Kelebihannya ada pada kemampuannya untuk memperbaiki gangguan atmosfer seperti kabut tipis, asap, dan lain-lain (Kristianingsih, et al., 2016).



Gambar 2.4 Pengaruh Atmosfer pada Data Penginderaan Jauh
(Jaelani, 2016)

Gambar 2.4 menunjukkan bahwa atmosfer dapat mempengaruhi gelombang elektromagnetik dari matahari ke objek dan dari objek ke sensor sehingga menyebabkan terjadinya kesalahan pada data citra, di mana data citra yang diperoleh tidak sama dengan data yang diingikan. Kesalahan tersebut dapat diminimalkan dengan melakukan koreksi atmosfer. Menurut Jaelani (2016), pengaruh atmosfer (*noise*) secara umum dibagi menjadi dua yaitu pengaruh yang disebabkan oleh:

1. Molekul, disebut sebagai *rayleigh scattering*.
2. Partikel, disebut sebagai *mie scattering* atau *aerosol scattering*.

Ada beberapa metode dalam melakukan koreksi atmosfer, salah satunya antara lain metode *Second Simulation of a Satellite Signal in The Solar Spectrum Vector* (6SV). Model 6S memprediksi nilai pantulan obyek pada lapisan puncak atmosfer (ρTOAλ) menggunakan informasi reflektan permukaan (ρλ) dan kondisi atmosfer pada waktu perekaman. Estimasi

reflektan permukaan ($\rho\lambda$) atau citra terkoreksi atmosfer diperoleh menggunakan formula (Muchsin, et al., 2017):

$$\boldsymbol{\rho\lambda = [(A\rho TOA\lambda + B]/[1 + \gamma (A\rho TOA\lambda + B))]} \quad (2.8)$$

dimana $A = 1/\alpha\beta$, $B = -\rho TOA/\beta$, α adalah transmisi gas global, β adalah total transmisi hamburan di atmosfer dan γ adalah *spherical* albedo. Parameter *Alpha*, *beta*, dan *gamma* diperoleh dengan menjalankan model 6S menggunakan modul 6SV secara *online* dari website 6s.ltdri.org. Parameter yang diperlukan untuk menjalankan model 6S adalah *visibility* yang diperoleh dari stasiun meterologi setempat dan parameter-parameter sensor yang diperoleh dari metadata citra Landsat diantaranya jenis sensor satelit, sudut *zenith* dan *azimuth*, tanggal akuisisi dan koordinat *center* citra (*scene center*).

2.4.2 Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik berfungsi untuk mengurangi kesalahan yang disebabkan oleh gerak sapuan penjelajah dan satelit, gerak perputaran bumi, dan faktor kelengkungan bumi yang mengakibatkan pergeseran posisi terhadap sistem koordinat referensi. Dalam hal ini proses koreksi geometrik dilakukan dengan mentransformasikan posisi setiap piksel yang ada di citra terhadap posisi obyek yang sama dipermukaan bumi dengan memakai beberapa titik kontrol tanah (Sukojo & Kustarto, 2002).

Pada penelitian ini, citra yang digunakan yaitu Citra Landsat 7 ETM+ dan Citra Landsat 8 OLI/TIRS tipe L1T (Level 1 Terrain) sehingga sudah terkoreksi geometrik menggunakan GCP *(Ground Control Point)* dengan sistem proyeksi UTM dan datum WGS 1984. Koreksi Terrain juga telah dilakukan dengan menggunakan *Digital Elevation Model* (DEM) untuk mengurangi efek *relief displacement* (USGS, 2014).

Besar kesalahan dalam koreksi geometrik diwakili dengan nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) yang didapatkan setelah melakukan kegiatan koreksi geometrik. Menurut ketelitian baku peta nasional Amerika Serikat (*US National Map Standard*), nilai RMSE citra harus lebih kecil daripada setengah resolusi spasial citra yang bersangkutan, sehingga rata-rata pergeseran posisi yang dapat diterima dari hasil koreksi ini nantinya adalah 0,5 x ukuran piksel (Rahman, 2011).

2.5 ***Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI)**

Indeks vegetasi atau NDVI adalah indeks yang menggambarkan tingkat kehijauan suatu tanaman. Indeks vegetasi merupakan kombinasi matematis antara Kanal merah dan Kanal NIR (Near-Infrared) yang telah lama digunakan sebagai indikator keberadaan dan kondisi vegetasi (Lillesand & Kiefer, 1997).

Pemilihan 2 kanal dilakukan dengan berbagai pertimbangan, yaitu pemantulan cahaya oleh objek (*Reflectance*), penyerapan cahaya oleh objek (*Absorptance*) dan pelolosan cahaya oleh objek (*Transmittance*). Pemantulan maksimum pada vegetasi terjadi pada panjang gelombang Inframerah Dekat. Pemantulan maksimum disebabkan oleh struktur daun (*mesophyll*) yang dapat meningkatkan pemantulan gelombang Inframerah Dekat. Penyerapan maksimum terjadi pada panjang gelombang Merah. Penyerapan disebabkan oleh zat hijau daun (*Chlorophyll*) (Asy-syakur & Adnyana, 2009).

Persamaan NDVI merupakan hasil dari pengurangan antara kanal Inframerah Dekat dengan Merah dibagi dengan penjumlahan kanal Inframerah Dekat dengan Merah, sebelum menggunakan persamaan tersebut *input* kanal harus dikoreksi secara radiometrik terlebih dahulu.

Berikut merupakan formula NDVI (Estoque, et al., 2016) :

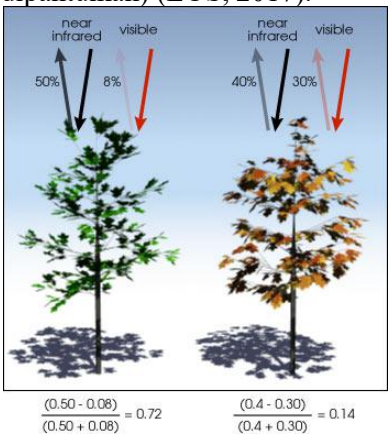
$$NDVI = \frac{(\rho_{BOA}(Inframerah\ Dekat) - \rho_{BOA}(Merah))}{(\rho_{BOA}(Inframerah\ Dekat) + \rho_{BOA}(Merah))} \quad (2.9)$$

Dimana :

$\rho_{BOA(Inframerah\ Dekat)}$ = Nilai reflektan dibawah lapisan atmosfer untuk kanal Inframerah Dekat

$\rho_{BOA(Merah)}$ = Nilai reflektan dibawah lapisan atmosfer untuk kanal Merah

Indeks ini mendefinisikan nilai-nilai dari -1 hingga 1, pada dasarnya mewakili hijau, di mana nilai-nilai negatif terutama terbentuk dari awan, air dan salju, dan nilai-nilai mendekati nol terutama dibentuk dari batu dan tanah kosong. Nilai yang sangat kecil (0,1 atau kurang) dari fungsi NDVI sesuai dengan area kosong batu, pasir atau salju. Nilai sedang (dari 0,2 hingga 0,3) mewakili semak dan padang rumput, sedangkan nilai besar (dari 0,6 hingga 0,8) menunjukkan hutan beriklim sedang dan tropis. Sederhananya, NDVI adalah ukuran kondisi kesehatan tanaman berdasarkan bagaimana tanaman memantulkan cahaya pada frekuensi tertentu (beberapa gelombang diserap dan yang lain dipantulkan) (EOS, 2017).



Gambar 2.5 Ilustrasi Penyerapan Gelombang oleh Vegetasi (NASA, 2000)

Vegetasi yang sehat (kiri) menyerap sebagian besar cahaya tampak yang menerpa, dan memantulkan sebagian besar cahaya inframerah-dekat. Sedangkan vegetasi yang tidak sehat atau jarang (kanan) menyerap lebih banyak cahaya inframerah dekat dan memantulkan lebih banyak cahaya tampak. Angka-angka pada gambar di atas mewakili nilai aktual, tetapi vegetasi nyata jauh lebih bervariasi.

2.6 ***Land Surface Temperature* (LST)**

Land Surface Temperature (LST) atau Suhu Permukaan Tanah merupakan keadaan yang dikendalikan oleh keseimbangan energi permukaan, atmosfer, sifat termal dari permukaan dan media bawah permukaan tanah. Temperatur permukaan suatu wilayah dapat diidentifikasikan dari citra satelit Landsat yang diekstrak dari kanal thermal. Dalam penginderaan jauh, temperatur permukaan tanah dapat didefinisikan sebagai suatu temperatur rata-rata dari suatu permukaan, yang digambarkan dalam cakupan suatu piksel dengan berbagai tipe permukaan yang berbeda (Utomo, et al., 2017).

Dalam melakukan estimasi nilai LST salah satu metode yang dapat digunakan adalah metode *Single-Channel Algorithm* (SCA) (Jimenez-Munoz, et al., 2009):

$$LST = \gamma\left[\frac{1}{\varepsilon}(\psi_1 L_\lambda + \psi_2) + \psi_3\right] + \delta \qquad (2.10)$$

$$\gamma = \left\{\frac{c_2 L_\lambda}{T^2}\left[\frac{\lambda^4 L_\lambda}{c_1} + \frac{1}{\lambda}\right]\right\}^{-1} \qquad (2.11)$$

$$\delta = -\gamma . L_\lambda + T \qquad (2.12)$$

Di mana:

LST	=	*Suhu Permukaan Tanah* (K)
ε	=	Nilai emisivitas permukaan tanah
T	=	*At-Satellite brightness temperature* (K)

L_λ	=	*TOA spectral radiance (Watts/(m² * srad * μm))*
λ	=	panjang gelombang efektif untuk citra Landsat 8 TIRS kanal 10 (10,895 μm)
c_1	=	konstanta radiasi Planck ($1{,}19104 \times 10^8$ W μm^4 m^{-2} sr^{-1})
c_2	=	Konstanta radiasi Planck ($1{,}43877 \times 10^4$ μm K)

Emisivitas permukaan dapat didefinisikan sebagai kemampuan objek untuk memancarkan energi yang dimilikinya. Energi yang dimaksud adalah energi termal yang dimiliki oleh objek, baik dalam kondisi panas ataupun dingin. Emisivitas dinotasikan dengan epsilon (ε) dengan nilai antara 0 dan 1 (Fawzi, 2014).

γ dan δ adalah parameter yang bergantung pada fungsi Planck, dan ψ_1, ψ_2 dan ψ_3 adalah fungsi koreksi atmosfer yang diperoleh dengan formula (Sobrino, 2010):

$$\psi_1 = \frac{1}{\tau} \tag{2.13}$$

$$\psi_2 = -L^{\downarrow} - \frac{L^{\uparrow}}{\tau} \tag{2.14}$$

$$\psi_3 = L^{\uparrow} \tag{2.15}$$

Dimana τ adalah *atmospheric transmissivity*, $L^{\uparrow}$ adalah *up-welling radiance* atau cahaya yang dipancarkan dan $L^{\downarrow}$ adalah *down-welling radiance* atau cahaya yang meredup. Koreksi pengaruh atmosfer memerlukan parameter atmosfer yang spesifik (τ, $L^{\uparrow}$, $L^{\downarrow}$) yang dapat dihitung menggunakan *web-based tools* yang disebut *Atmospheric Correction Parameter Calculator* (ACPC) (Barsi, et al., 2003) . ACPC dapat diakses pada htttp://atmcorr.gsfc.nasa.gov. ACPC membutuhkan tanggal, waktu dan lokasi tertentu sebagai masukan. ACPC juga dapat menentukan kondisi lokal seperti ketinggian, tekanan, suhu udara dan kelembaban relatif yang

menentukan interpolasi dari profil atmosfer yang dimodelkan. *The Atmospheric Correction Parameter Calculator* menggunakan permodelan profil atmosfer global dari *National Centers for Environmental Prediction* (NCEP) dan menginterpolasikannya pada tanggal, jam, dan lokasi yang spesifik. Sementara untuk *Radiative Transfer code* yang digunakan adalah MODTRAN.

Pada penelitian ini, pengambilan data emisivitas permukaan tanah dilakukan dengan memanfaatkan NDVI *Threshold Method* ($NDVI^{THM}$). Pada $NDVI^{THM}$, ambang batas ditentukan untuk memperkirakan jenis tutupan lahan yang terdapat pada lokasi penelitian. NDVI yang memiliki nilai kurang dari 0,2 ($NDVI_s$) maka dianggap tanah dan bangunan sehingga memiliki nilai LSE sama dengan 0,96 ($\varepsilon_{s\lambda}$ = 0,96). Sementara nilai NDVI yang melebihi 0,5 ($NDVI_v$) maka akan dianggap sebagai vegetasi penuh sehingga memiliki nilai LSE 0,99 ($\varepsilon_{v\lambda}$ = 0,99). Nilai NDVI yang berada di antara 0,2 – 0,5 (campuran vegetasi dan tanah atau bangunan) akan memiliki nilai seperti pada persamaan di bawah ini (Sobrino, et al., 2008).

$$\varepsilon = \varepsilon_{v\lambda}.P_v + \varepsilon_{s\lambda}.(1 - P_v) + C_\lambda \qquad (2.16)$$

Di mana:

ε = emisivitas permukaan tanah

$\varepsilon_{v\lambda}$ = emisivitas vegetasi (0,99)

$\varepsilon_{s\lambda}$ = emisivitas tanah/*soil* (0,96)

P_v = proporsi vegetasi, di mana:

$$P_v = \left(\frac{NDVI - NDVI_s}{NDVI_v + NDVI_s} \right)^2 \qquad (2.17)$$

C_λ = *Cavity Effect,* dimana :

$$C_\lambda = (1 - \varepsilon_{s\lambda})\varepsilon_{v\lambda}.F'(1 - P_v) \qquad (2.18)$$

F' = Faktor geometri (0,55)

P_V merupakan nilai proporsi vegetasi dari suatu wilayah, beberapa sumber juga menyebut P_V sebagai FVC (*Fractional*

Vegetation Cover), sedangkan C_λ adalah *cavity effect* merupakan nilai tingkat kekasaran suatu daerah yang disebabkan adanya tekstur pada permukaan tanah yang terekam dalam citra (Walawender, et al., 2014).

2.7 Uji Korelasi *Pearson Product Moment*

Uji Korelasi *Pearson Product Moment* adalah salah satu dari beberapa jenis uji korelasi yang digunakan untuk mengetahui derajat keeratan hubungan 2 variabel yang berskala interval atau rasio, di mana dengan uji ini akan mengembalikan nilai koefisien korelasi yang nilainya berkisar antara -1, 0 dan 1. Nilai -1 artinya terdapat korelasi negatif yang sempurna, 0 artinya tidak ada korelasi dan nilai 1 berarti ada korelasi positif yang sempurna. Nilai koefisien korelasi diperoleh menggunakan persamaan berikut (Hidayat, 2012):

$$R_{xy} = \frac{n\sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{\sqrt{n\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}.\sqrt{n\sum y_i^2 - (\sum y_i)^2}} \quad (2.19)$$

Keterangan:
n = jumlah variabel
x = nilai variabel X
y = nilai variabel Y

Hasil perhitungan koefisien korelasi selanjutnya digunakan untuk mengetahui kekuatan korelasinya. Nilai kekuatan korelasi dapat dilihat pada tabel 2.1 tentang interval kekuatan korelasi:

Tabel 2.2 Interval Kekuatan Korelasi
(Azhali, 2019)

No.	Koefisien Korelasi	Kekuatan Korelasi
1	0,00	Tidak ada korelasi
2	0,00 - 0,25	Korelasi sangat lemah
3	0,25 - 0.50	Korelasi cukup
4	0,50 - 0,75	Korelasi kuat
5	0,75 - 0,99	Korelasi sangat kuat
6	1,00	Korelasi sempurna

2.8 ***Hot Spot Analysis*** **(Getis-Ord Gi*)**

Hot Spot Analysis (Getis-Ord Gi*) merupakan suatu *tools* analisis spasial statistik untuk mengidentifikasi titik panas dan titik dingin yang signifikan secara statistik menggunakan statistik Getis-Ord Gi*. Alat ini mengidentifikasi cluster spasial yang signifikan secara statistik dari nilai tinggi (*hot spot*) dan nilai rendah (*cold spot*). Ini menciptakan kelas fitur keluaran baru dengan z-*score*, p-*value*, dan tingkat kepercayaan bin (Gi_Bin) untuk setiap fitur di kelas fitur input.

Hasil z-*score* dan p-*value* memberitahu dimana fitur dengan klaster nilai tinggi atau rendah secara spasial. Analisa ini bekerja dengan melihat setiap fitur dalam konteks fitur yang berdekatan. Fitur dengan nilai tinggi mungkin menarik, tetapi mungkin bukan tempat yang signifikan secara statistik. Untuk menjadi *hot spot* yang signifikan secara statistik, fitur akan memiliki nilai tinggi dan dikelilingi oleh fitur lain dengan nilai tinggi juga. Jumlah *local fitur* dan tetangganya dibandingkan secara proporsional dengan jumlah semua fitur, ketika jumlah *local* sangat berbeda dengan jumlah *local* yang diharapkan, dan ketika perbedaan itu terlalu besar untuk menjadi hasil dari peluang acak, maka hasil z-*score* signifikan secara statistik. Ketika koreksi *False Discovery Rate* (FDR) diterapkan, signifikansi statistik disesuaikan untuk memperhitungkan beberapa pengujian dan ketergantungan spasial.

Konsep perhitungan Getis-Ord *local statistic* adalah sebagai berikut:

$$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^{n} w_{i,j} x_j - \overline{X}.\sum_{j=1}^{n} w_{i,j}}{S\sqrt{\frac{n\sum_{j=1}^{n} w_{i,j}^2 - \left(\sum_{j=1}^{n} w_{i,j}\right)^2}{n-1}}} \qquad (2.20)$$

Di mana i adalah statistik yang dihasilkan (z-*scores* dan p-*values*) untuk fitur i, x_j adalah nilai atribut untuk fitur j (nilai LST), $w_{i,j}$ dalah bobot spasial antara fitur i dan j, n sama dengan jumlah total fitur, $\overline{X}$ adalah mean dan S adalah varians:

$$\overline{X} = \frac{\sum_{j=1}^{n} x_j}{n} \tag{2.21}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{n} x_j^2}{n} - \left(\overline{X}\right)^2} \tag{2.22}$$

Statistik Gi* adalah z-*score* sehingga tidak diperlukan perhitungan lebih lanjut (ESRI, 2016).

2.9 Klasifikasi Tutupan Lahan

Klasifikasi tutupan lahan pada citra merupakan suatu proses yang dilakukan untuk mengelompokkan suatu objek pada citra dengan cara mengidentifikasi kenampakan objek pada citra. Salah satu metode klasifikasi yang biasa digunakan yaitu Klasifikasi Terbimbing (*Supervised Classification*). Klasifikasi terbimbing membutuhkan suatu luasan areal yang merupakan perwakilan kelas-kelas yang ditentukan. Secara umum, penggambaran areal tersebut dikenal dengan *training area*. Umumnya penentuan *training area* dilakukan berdasarkan hasil pengamatan lapangan atau berdasarkan penyesuaian dengan peta rupa bumi. *Training area* yang telah didapatkan tersebut kemudian bisa dijadikan sebagai masukan dalam proses klasifikasi untuk keseluruhan citra. Salah satu algoritma yang sering digunakan dalam klasifikasi terbimbing adalah *Maximum Likelihood Algorithm*. Dalam algoritma ini, diasumsikan bahwa obyek yang homogen atau sama akan selalu menampilkan histogram nilai kecerahan yang terdistribusi normal. Pada

citra yang dihasilkan, masing-masing kelas penutupan akan menghasilkan penampakan yang khas dan berbeda dari penampakan kelas lainnya (Lillesand & Kiefer, 1990).

Uji akurasi merupakan suatu cara untuk mengevaluasi tingkat keakurasian hasil klasifikasi yang telah dilakukan. Nilai akurasi dapat dibagi menjadi dua yaitu akurasi secara keseluruhan (*overall accuracy*) yang diartikan sebagai total kelas yang diklasifikasikan dibagi dengan total kelas referensi, sedangkan nilai akurasi kategori individu dibagi lagi menjadi dua bagian yakni *producer's accuracy* dan *user accuracy*. *Producer's accuracy* merupakan jumlah elemen kelas yang diklasifikasikan secara benar dibagi dengan elemen referensi untuk kategori. Sedangkan, *user's accuracy* adalah elemen yang diklasifikasikan secara benar untuk setiap kategori dibagi dengan total elemen yang diklasifikasikan ke dalam kategori tersebut. Penilaian tingkat akurasi dilakukan dengan cara membandingkan data yang diperoleh dari hasil pengecekan lapangan (*ground truth*) dengan klasifikasi yang diperoleh (Jaya, 2010) . Hasil klasifikasi dianggap sesuai jika didapatkan nilai *overall accuracy* ≥80% (Purwadhi, 2002) . Kemudian dilihat dari nilai *kappa accuracy*, akurasi yang dihasilkan dapat diinterpretasi sebagai berikut (Utami, et al., 2016):

0 − 0,4 = rendah
0,4 − 0,8 = sedang
0,8 − 1 = tinggi

Persamaan matematika untuk menghitung nilai *overall accuracy* adalah sebagai berikut :

$$OA = \frac{\sum_{i=1}^{r} x_{ii}}{N} \; x \; 100 \; \% \qquad (2.23)$$

Dimana :

OA = *overall accuracy*
N = jumlah total piksel
X_{ii} = nilai sel pada baris i dan kolom i.
r = jumlah baris atau kolom pada matrik kesalahan.

Persamaan matematika yang digunakan untuk menghitung nilai *kappa accuracy* adalah sebagai berikut :

$$\frac{\sum_{i=1}^{r} x_{ii} \Big/ \frac{N-\sum_{i=1}^{r} x_{i+} + x_{+i}}{N^2}}{1-\frac{\sum_{i=1}^{r} x_{i+} + x_{+i}}{N^2}} \qquad (2.24)$$

Dimana :

k = *kappa accuracy*
N = jumlah total piksel.
X_{ii} = jumlah sel pada baris I dan kolom i.
X_{i+} = jumlah nilai kolom dalam baris ke l.
X_{+i} = jumlah nilai baris dalam kolom ke i.
r = jumlah baris atau kolom pada matrik kesalahan.

2.10 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu terkait fenomena *Urban Heat Island* (UHI) dijelaskan dalam tabel berikut:

Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu

Parameter	**(Muzaky & Jaelani, 2019)**	**(Jatayu & Susetyo, 2017)**	**(Noviyanti, 2016)**
Judul	Analisis Pengaruh Tutupan Lahan terhadap Distribusi Suhu Permukaan : Kajian *Urban Heat Island* di Lima Kota Besar di Indonesia	Analisis Perubahan Temperatur Permukaan Wilayah Surabaya Timur Tahun 2001-2016 Menggunakan Citra Landsat	Konsep Manajemen UHI (*Urban Heat Island*) di Kawasan CBD Kota Surabaya (UP. Tunjungan)

Metode	Melakukan Perhitungan *Land Surface Temperature* (LST) pada Citra Landsat 8 menggunakan metode *Single-Chanel Algorithm*. Identifikasi tutupan lahan menggunakan indeks spektral: *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), *Modified Normalized Difference Water Index* (MNDWI), dan *Visible red Near Infrared-Buildup Index* (VrNIR-BI). Data indeks spektral digunakan untuk menganalisis	Melakukan Perhitungan *Land Surface Temperature* (LST) pada Citra Landsat 7 dan 8 menggunakan Algoritma Weng (2001). Selanjutnya dilakukan analisis *overlay* untuk mengetahui perubahan suhu permukaan pada wilayah Surabaya Timur. Pada penelitian ini tidak melakukan perhitungan distribusi nilai *Urban Heat Island* (UHI).	Melakukan perhitungan suhu permukaan di kawasan CBD Kota Surabaya (UP. Tunjungan) dengan TIRS (Citra Landsat 8) menggunakan algoritma Weng (2001), kedua menganalisis karakteristik *city form* dan *city function* pada kawasan CBD Kota Surabaya (UP. Tunjungan), ketiga menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi suhu permukaan dengan analisis regresi linier berganda, serta interpretasi hasil untuk

	hubungan tutupan lahan dengan LST, uji korelasi sederhana dilakukan dengan metode *pearson product moment*. Pada penelitian ini tidak melakukan perhitungan distribusi nilai *Urban Heat Island* (UHI).		menghasilkan konsep manajemen UHI. Pada penelitian ini tidak melakukan perhitungan distribusi nilai *Urban Heat Island* (UHI).
Data	Citra Landsat 8 OLI/TIRS tahun 2018 wilayah DKI Jakarta, Surabaya, Medan, Bandung, Makassar.	Citra Landsat 7 tahun 2001, 2006, dan 2011. Citra Landsat 8 tahun 2016	Citra Landsat 8 OLI/TIRS, Data stasiun cuaca Perak dari BMKG, data-data lainnya yang dibutuhkan dalam menganalisis *city form* dan *city function* seperti data polusi udara, rata-rata ketinggian bangunan,

			jarak antar bangunan, jaringan jalan, dan lain-lain .
Hasil dan Analisa	Didapatkan Nilai korelasi antara LST dengan NDVI di Kota Medan, Jakarta, Bandung, Surabaya, dan Makassar sebesar -0,65; -0,49; -0,51; -0,49; dan -0,63 sementara antara LST dan VrNIR-BI masing-masing sebesar 0,65; 0,49; 0,51; 0,48; dan 0,63. Keberadaan tutupan lahan bervegetasi terbukti menurunkan suhu rata-rata	Dari hasil *overlay* LST Surabaya Timur tahun 2001, 2006, 2011, dan 2016 didapatkan perubahan suhu yang terjadi sebesar 6,612°C atau sekitar 25,41%.	Suhu permukaan tertinggi Kota Surabaya berada pada kawasan pusat kota, yaitu UP. Tunjungan dengan persebaran panas yang merata, suhu tertinggi di UP. Tunjungan adalah 36.71°C, sedangkan suhu terendah yaitu 30,12°C

	di daerah perkotaan, khususnya di Kota Medan dan Makassar.		

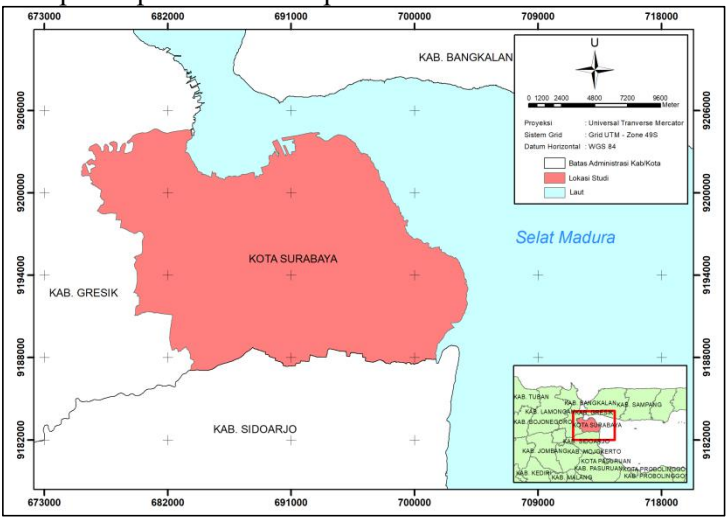
Perbedaan penelitian kali ini dengan penelitian sebelumnya yaitu menganalisis perubahan distribusi *Urban Heat Island* (UHI) di Kota Surabaya menggunakan Citra Satelit Landsat 7 ETM+ dan Landsat 8 OLI/TIRS tahun 2002, 2014, dan 2019. Perhitungan *Land Surface Temperature* (LST) pada Citra Landsat 7 ETM+ dan Citra Landsat 8 OLI/TIRS menggunakan metode *Single-Chanel Algorithm*. Kemudian dilakukan pembuatan Peta Distribusi *Urban Heat Island* (UHI) Kota Surabaya dengan metode Ambang Batas dan metode *Hot Spot Analysis* (Getis-Ord Gi*) untuk mengetahui daerah mana saja yang terdampak UHI .

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian adalah di Kota Surabaya. Berikut merupakan peta dari lokasi penelitian :



Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian, Surabaya, 2020
(Sumber : Pengolahan Data)

Kota Surabaya merupakan ibukota Provinsi Jawa Timur yang terletak antara 7° 9' s.d 7°21' Lintang Selatan dan 112°36' s.d 112°54' Bujur Timur. Luas wilayah Kota Surabaya seluruhnya kurang lebih 326,36 km^2 yang terbagi dalam 31 Kecamatan dan 154 Desa/Kelurahan. Batas wilayah Kota Surabaya adalah sebagai berikut :

1. Sebelah utara : Laut Jawa dan Selat Madura
2. Sebelah selatan : Kabupaten Sidoarjo
3. Sebelah barat : Kabupaten Gresik
4. Sebelah timur : Selat Madura

Secara topografi, sebagian besar wilayah Kota Surabaya merupakan dataran rendah dengan ketinggian 3-6 meter di atas permukaan laut pada kemiringan kurang dari 3 persen. Kecuali wilayah barat Kota Surabaya dan selatan merupakan daerah perbukitan landai dengan ketinggian 25-50 meter di atas permukaan laut dan pada kemiringan 5-15 persen. Data terbaru dari Badan Pusat Statistik menunjukkan bahwa suhu udara rata-rata di kota ini pada tahun 2017 berkisar antara 24,5 - 33,77 °C yang diperoleh dari rata-rata ketiga stasiun cuaca (BPS, 2018).

3.2 Data dan Peralatan

Untuk menunjang penelitian yang akan dilaksanakan, peneliti menggunakan data dan peralatan sebagai berikut.

3.2.1 Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Citra Landsat 8 OLI/TIRS Level 1 dan Level 2 wilayah Kota Surabaya (*Path* 118, *Row* 65) yang diakuisisi pada 11 Juni 2019
b. Citra Landsat 8 OLI/TIRS Level 1 dan Level 2 wilayah Kota Surabaya (*Path* 118, *Row* 65) yang diakuisisi pada 29 Juni 2014
c. Citra Landsat 7 ETM+ Level 1 dan Level 2 wilayah Kota Surabaya (*Path* 118, *Row* 65) yang diakuisisi pada 19 Mei 2002
d. Vektor Batas Administrasi Kab/Kota skala 1:25000 tahun 2015 yang diperoleh dari BIG
e. Data cuaca sesuai dengan tanggal akuisisi citra diperoleh dari Stasiun Meteorologi Juanda, Stasiun Meteorologi Perak I, dan Stasiun Meteorologi Maritim Perak II milik BMKG.
f. Data sampel lapangan yang diambil pada April 2019 untuk uji akurasi tutupan lahan, diperoleh dari penelitian terdahulu oleh Handis M.

3.2.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak, antara lain:

a. Perangkat Keras
   1. Laptop / *Personal Computer* (PC)

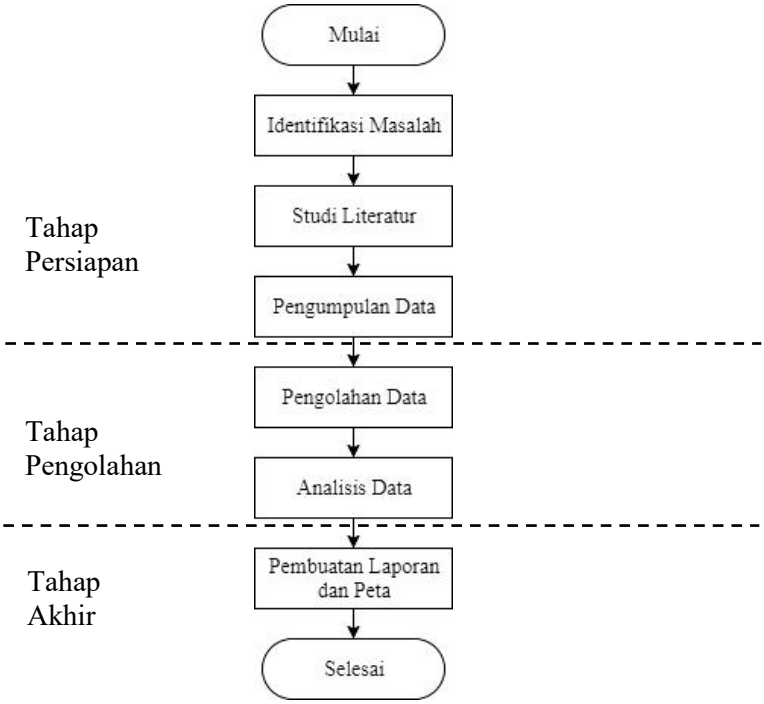
b. Perangkat Lunak
   1. Perangkat lunak pengolah citra digunakan dalam pengolahan Citra Landsat 8 untuk mengekstraksi nilai *Land Surface Temperature* (LST) dan *Urban Heat Island* (UHI).
   2. Perangkat lunak pengolah data spasial digunakan untuk pembuatan peta dan analisis spasial.
   3. Perangkat lunak pengolah kata digunakan untuk pembuatan laporan.
   4. Perangkat lunak pengolah angka digunakan untuk analisis data dalam bentuk angka dan diagram/grafik.
   5. Perangkat Lunak *Google Earth Pro* digunakan untuk validasi lapangan.

3.3 Metodologi Penelitian

Metodologi dalam penelitian ini dibagi menjadi tahap pelaksanaan dan tahap pengolahan. Pada tahap pelaksanaan menjelaskan tentang garis besar penelitian ini dilakukan mulai dari identifikasi masalah hingga pembuatan laporan. Sedangkan pada tahap pengolahan data, akan dijelaskan proses pengolahan data secara detil.

3.3.1 Tahap Pelaksanaan

Pada bagian ini akan dibahas mengenai diagram alir metodologi secara garis besar yang akan dilaksanakan pada penelitian ini.



Gambar 3.2 Diagram Alir Tahap Pelaksanaan

Penjelasan dari diagram alir diatas adalah sebagai berikut :

1. Identifikasi Masalah

   Pada tahap ini merupakan tahap awal yaitu mengidentifikasi masalah yang akan diteliti, yang terdiri dari merumuskan masalah di daerah studi yang akan dikaji, kemudian menentukan tujuan penelitian, dan manfaat yang akan diperoleh dari penelitian yang dilakukan.

2. Studi Literatur

   Studi literatur dilakukan untuk mengumpulkan referensi dari buku maupun penelitian-penelitian sebelumnya terkait tema yang diambil, hal ini agar

langkah-langkah selanjutnya dari proses pengolahan hingga analisa memiliki referensi yang terpercaya atau dapat dipertanggungjawabkan.

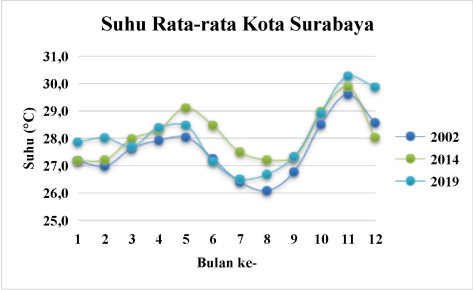
3. Pengumpulan Data

Pada tahap pengumpulan data, peneliti mengumpulkan data dari berbagai sumber yang dapat dipercaya. Data citra satelit Landsat 7 dan 8 baik level-1 maupun Level-2 diperoleh dari web USGS yaitu melalui https://earthexplorer.usgs.gov. Data vektor batas administrasi daerah penelitian diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG) yang dapat diakses di web http://tanahair.indonesia.go.id. Citra yang digunakan yaitu Citra Landsat 7 dan 8 wilayah Kota Surabaya (*Path* 118, *Row* 65) yang diakuisisi pada bulan Mei 2002, Juni 2014, dan Juni 2019.

Tahun akuisisi citra disesuaikan agar dapat melihat perubahan sebelum dan sesudah diterapkannya kebijakan penambahan kawasan Ruang Terbuka Hijau di Kota Surabaya sesuai Peraturan Menteri (Permen) PU Nomor 05/PRT/M/2008 tentang Pedoman Penyediaan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan. Data Citra Landsat 7 setelah bulan Mei tahun 2003 mengalami gangguan berupa S*can Line Corrector-off* (SLC-*off*) sehingga informasi yang dihasilkan menjadi tidak utuh. Akibat dari kerusakan tersebut menimbulkan garis-garis hitam (*stripping*) pada citra, sehingga terdapat celah atau *gap* yang tidak mempunyai nilai piksel pada citra tersebut (Utomo, 2017), sehingga akhirnya dipilih Citra Landsat 7 tahun 2002 sebelum mengalami gangguan SLC-*off.* Kemudian untuk citra sesudah diterapkannya kebijakan dipilih Citra Landsat 8 tahun 2014 dan 2019.

Bulan akuisisi citra dipilih karena pada bulan tersebut merupakan musim kemarau dengan suhu rata-rata cukup tinggi, dengan rentang waktu bulan yang

dipilih tiap tahunnya cukup berdekatan yaitu bulan Mei dan Juni. Meskipun pada Gambar 3.3 terlihat bahwa suhu rata-rata tertinggi berada pada bulan Nopember, namun bulan tersebut tidak dipilih karena menyesuaikan dengan data cuaca yang diperoleh penulis dari BMKG, kemudian menyesuaikan dengan kondisi tutupan awan Citra Landsat 7 dan 8 yang ada.



Gambar 3.3 Suhu Rata-rata Kota Surabaya dari Data BMKG

Data cuaca yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Stasiun Meteorologi Juanda, Stasiun Meteorologi Perak I, dan Stasiun Meteorologi Maritim Perak II milik BMKG dimana waktu disesuaikan dengan waktu akuisisi citra. Berikut deskripsi stasiun meteorologi yang digunakan dalam penelitian ini :

Tabel 3.1 Data Stasiun Cuaca yang Digunakan pada Penelitian

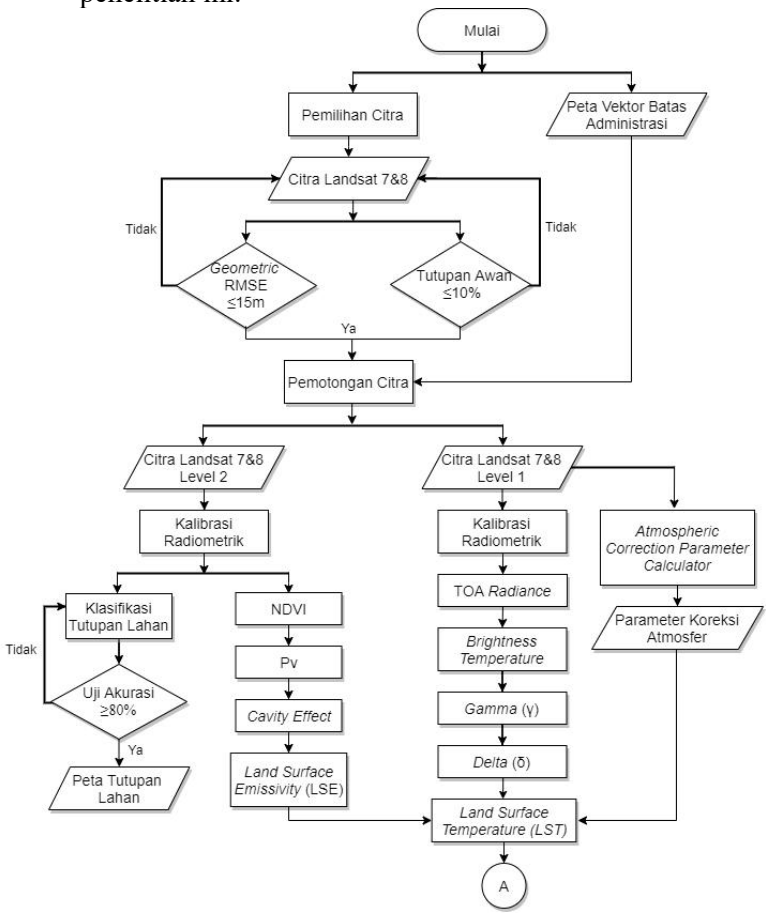
ID WMO	Nama Stasiun	Koordinat(°)		Elevasi (mdpl)
		Lintang	Bujur	
96935	Stasiun Meteorologi Juanda	-7,385	112,783	3
96937	Stasiun Meteorologi Maritim Perak II	-7,205	112,735	3
96933	Stasiun Meteorologi Perak I	-7,224	112,724	3

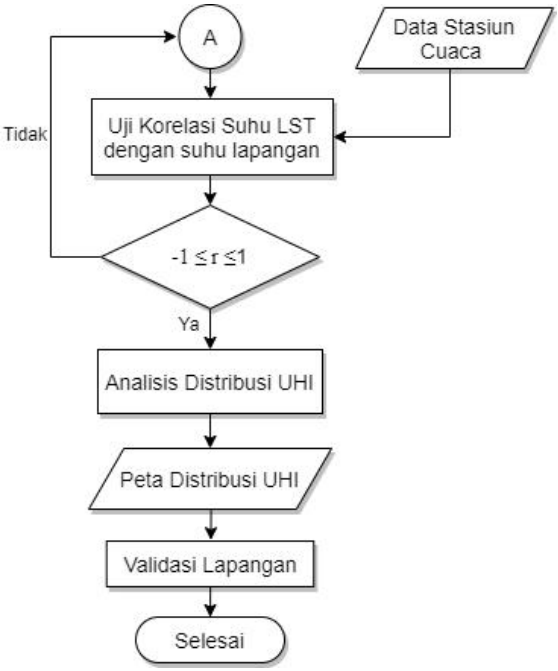
(BMKG, 2015)

3.3.2 Tahap Pengolahan

4. Pengolahan Data

Data-data yang telah diperoleh selanjutnya diolah dengan metode yang telah diperoleh pada saat studi literatur. Gambar 3.4 dibawah ini merupakan diagram alir dari tahap pengolahan data pada penelitian ini:





Gambar 3.4 Diagram Alir Tahap Pengolahan

Penjelasan dari diagram alir diatas adalah sebagai berikut:

a) Pemilihan citra

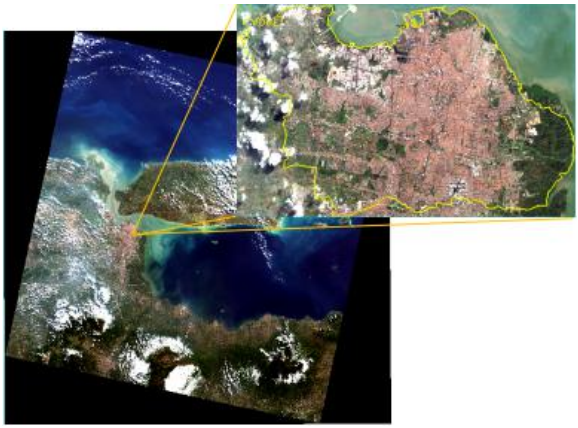
Pada saat mengunduh Citra Landsat 7 dan 8 Level 1 dan 2, pastikan memiliki tutupan awan ≤10% dikarenakan awan dapat mempengaruhi hasil akhir nilai LST, kemudian *Geometric* RMSE ≤15m dikarenakan nilai RMSE yang baik adalah dibawah 0,5 piksel sehingga kesalahan tidak lebih dari setengah dari resolusi spasial suatu citra, dimana resolusi kanal multispektral dari Citra Landsat 7 dan 8 adalah 30 m.

Berikut citra yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Citra Landsat 7 ETM+ wilayah Kota Surabaya (*Path* 118, *Row* 65)
   Tanggal akuisisi: 19 Mei 2002
   Level : L1T dan L2-*Surface Reflectance*
   Tutupan awan : 10%
   Geometric RMSE : 3,798 m

Gambar 3.5 Citra Landsat 7 Tanggal 19 Mei 2002

2. Citra Landsat 8 OLI/TIRS wilayah Kota Surabaya (*Path* 118, *Row* 65)
   Tanggal akuisisi : 29 Juni 2014
   Level : L1T dan L2-*Surface Reflectance*
   Tutupan awan : 6,48%
   Geometric RMSE : 8,925 m



Gambar 3.6 Citra Landsat 8 Tanggal 29 Juni 2014

3. Citra Landsat 8 OLI/TIRS wilayah Kota Surabaya (*Path* 118, *Row* 65)
   Tanggal akuisisi : 11 Juni 2019
   Level : L1T dan L2-*Surface Reflectance*
   Tutupan awan : 6,23%
   Geometric RMSE : 8,773 m

Gambar 3.7 Citra Landsat 8 Tanggal 11 Juni 2019

b) Pemotongan Citra

Pemotongan citra dilakukan dengan menggunakan vektor batas administrasi Kab/Kota skala 1:25000 tahun 2015 yang diperoleh dari BIG. Hal ini dilakukan untuk menyederhanakan pemrosesan citra selanjutnya. Pada proses ini citra dipotong berdasarkan batas administrasi Kota Surabaya dan Kabupaten Sidoarjo, agar mencakup lokasi Stasiun Meteorologi Juanda yang terletak di Kabupaten Sidoarjo.

c) Pengolahan Citra Level 2

i. Kalibrasi Radiometrik

Citra Landsat Level 2 telah terkoreksi geometrik dan sudah dalam bentuk *Surface Reflectance* (ρ_{BOA}) sehingga tidak perlu dilakukan koreksi atmosfer. Namun, data Citra Landsat Level 2 disimpan dalam bentuk *Digital Number* (DN), sehingga nilai reflektannya dalam tipe *integer* (bilangan bulat), untuk mengubahnya menjadi ke dalam tipe *float* (bilangan pecahan) maka harus dikalibrasi dahulu dengan cara membaginya dengan faktor skala sebesar 10000 (Jaelani, 2015).

ii. Klasifikasi Tutupan Lahan

Klasifikasi dilakukan menggunakan metode Klasifikasi Terbimbing *Maximum Likelihood* untuk mendapatkan informasi tutupan lahan Kota Surabaya. Kelas tutupan lahan yang dibuat terdiri dari kelas vegetasi, lahan terbangun, dan perairan. Selanjutnya dilakukan uji akurasi dengan kriteria *Overall Accuracy* ≥80% menggunakan data acuan yaitu data sampel lapangan sebanyak 200 titik.

iii. NDVI

NDVI merupakan pengolahan citra dengan mengombinasikan kanal Inframerah Dekat dan Merah yang telah terkoreksi atmosfer menjadi

citra baru yang menunjukkan nilai kehijauan dari citra tersebut. Perhitungan NDVI menggunakan persamaan 2.9, dimana untuk Citra Landsat 7 menggunakan kanal 4 (Inframerah Dekat) dan kanal 3 (Merah), sedangkan untuk Citra Landsat 8 menggunakan kanal 5 (Inframerah Dekat) dan kanal 4 (Merah).

iv. *Proportion of Vegetation* (Pv)

P_V merupakan nilai proporsi vegetasi dari suatu wilayah, beberapa sumber juga menyebut P_V sebagai FVC (*Fractional Vegetation Cover*). Pv dapat dihitung dengan persamaan 2.17 dengan memasukkan hasil pengolahan citra NDVI yang sudah dilakukan sebelumnya. Hasil dari Pv akan digunakan dalam perhitungan *Cavity Effect* dan emisivitas (LSE).

v. *Cavity Effect* (C_λ)

Cavity E*ffect* merupakan nilai tingkat kekasaran suatu daerah yang disebabkan adanya tekstur pada permukaan tanah yang terekam dalam citra. C_λ dapat dihitung menggunakan persamaan 2.18 dengan memasukkan hasil perhitungan Pv dan konstanta-konstanta yang telah diketahui. Hasil perhitungan *Cavity Effect* juga dibutuhkan dalam perhitungan nilai emisivitas.

vi. *Land Surface Emissivity* (LSE)

Perhitungan *Land Surface Emissivity* (LSE) dilakukan untuk mendapatkan nilai emisivitas permukaan tanah (ε) dengan memasukkan hasil perhitungan Pv, C_λ, dan konstanta yang telah diketahui pada persamaan 2.16. Citra hasil perhitungan LSE nantinya akan dimasukkan pada rumus perhitungan *Land Surface Temperature* (LST).

d) Pengolahan Citra Level 1

i. Kalibrasi Radiometrik

Kalibrasi radiometrik dilakukan pada kanal Inframerah Termal untuk mengubah DN ke TOA *Radiance* seperti yang telah dijelaskan pada bab 2 persamaan 2.4. kemudian dari TOA *Radiance* diubah ke *Brightness Temperature* dengan menggunakan persamaan 2.7. Hasil dari perhitungan *Brightness Temperature* memiliki satuan Kelvin.

ii. *Gamma* (γ) dan *Delta* (δ)

Gamma dan *Delta* merupakan suatu parameter yang digunakan dalam perhitungan LST metode *Single Channel Algorithm* (SCA). Penjelasan lebih jauh telah dijabarkan pada sub-bab 2.6 dengan persamaan yang digunakan yaitu persamaan 2.11 dan 2.12. *Gamma* dan *Delta* tidak memiliki representasi di lapangan mengingat ia hanya merupakan simplifikasi dari persamaan LST metode SCA.

iii. *Atmospheric Correction Parameter Calculator*

Atmospheric Correction Parameter Calculator adalah *tools* berbasis *web* yang digunakan untuk memperoleh parameter koreksi atmosfer. Parameter ini dibutuhkan dalam perhitungan LST seperti yang dijelaskan pada sub-bab 2.6. Untuk memperoleh parameter koreksi atmosfer tersebut perlu memasukkan tanggal, jam dan lokasi tertentu sebagai masukan. Kondisi lokal seperti ketinggian, tekanan, suhu udara dan kelembaban relatif dari lokasi sesuai citra yang akan diolah juga diperlukan sebagai masukan. Perhitungan ini akan menghasilkan tiga parameter yang digunakan dalam

perhitungan LST yakni *band average atmospheric transmission* (τ), *effective bandpass upwelling radiance* ($L^{\uparrow}$), serta *effective bandpass downwelling radiance* ($L^{\downarrow}$) . Persamaan yang digunakan untuk mengubahnya menjadi nilai $\psi_1, \psi_2, dan\ \psi_3$ telah dijelaskan pada sub-bab 2.6 persamaan 2.13-2.15.

e) *Land Surface Temperature* (LST)

Perhitungan LST dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 2.10 dengan memasukkan hasil perhitungan *gamma* (γ), *radiance* (L_λ), *delta* (δ), *Land Surface Emissivity* (ε), dan parameter koreksi atmosfer. Dari perhitungan LST ini akan diperoleh hasil berupa peta distribusi suhu permukaan tanah di Kota Surabaya untuk kemudian dianalisis hasilnya.

f) Uji Korelasi Suhu LST dengan Suhu Lapangan

Suhu hasil pengolahan LST diuji korelasinya dengan suhu lapangan yang diperoleh dari data stasiun cuaca BMKG, uji korelasi dilakukan dengan metode Uji korelasi *Pearson Product Moment* seperti pada persamaan 2.19. Hasil perhitungan koefisien korelasi selanjutnya digunakan untuk mengetahui kekuatan korelasinya. Nilai kekuatan korelasi dapat dilihat pada tabel 2.2 tentang interval kekuatan korelasi. Hal ini bertujuan untuk memvalidasi hasil pengolahan Suhu Permukaan Tanah dari citra dengan data suhu lapangan yang diperoleh dari stasiun cuaca di tiga titik lokasi stasiun tersebut.

g) Analisis Distribusi UHI

Analisis distribusi UHI dilakukan dengan metode Ambang Batas dan *Hot Spot Analysis* (Getis-Ord Gi*). Pertama-tama untuk mendapatkan nilai ambang batas UHI, dilakukan perhitungan

menggunakan persamaan 2.1 dan 2.2 dengan memasukkan hasil perhitungan LST. Hasil nilai ambang batas UHI berupa nilai suhu dalam satuan *celcius* yang menjadi ambang batas terjadinya fenomena UHI. Kemudian untuk membuat peta distribusi UHI-nya digunakan persamaan 2.3. Hasilnya nilai selisih suhu yang positif mengindikasikan bahwa daerah tersebut terjadi UHI, jika bernilai negatif maka daerah tersebut tidak terjadi fenomena UHI. Untuk daerah yang terjadi fenomena UHI diklasifikasi menjadi beberapa kelas berdasarkan rentang nilai UHI-nya.

Analisis distribusi UHI juga dilakukan dengan menggunakan *Hot Spot Analysis* (Getis-Ord Gi*) untuk mengetahui dimana saja nilai tinggi (*hot spot*) dan nilai rendah (*cold spot*) yang signifikan secara statistik. Input data yang dibutuhkan adalah titik-titik yang menyebar di seluruh studi area dengan nilai LST di dalamnya, kemudian akan dihasilkan *output* berupa z-*score*, p-*value*, dan tingkat kepercayaan bin (Gi_Bin) untuk setiap fitur di kelas fitur input.

h) Validasi Lapangan

Setelah diperoleh peta distribusi UHI, dilakukan validasi lapangan dengan mengambil sampel di beberapa titik di Kota Surabaya. Data yang diambil pada saat validasi lapangan yaitu koordinat, jenis tutupan lahan, dan kondisi Ruang Terbuka Hijau (RTH).

5. Analisis Data

Pada penelitian ini terdapat 3 analisis yang dilakukan, yaitu: (1) analisis peta *Land Surface Temperature* (LST) Kota Surabaya, (2) analisis korelasi LST hasil pengolahan citra dengan suhu lapangan, dan (3) analisis peta distribusi *Urban Heat Island* (UHI) Kota Surabaya.

1) Analisis peta *Land Surface Temperature* (LST) metode SCA dilakukan untuk mengetahui perubahan distribusi Suhu Permukaan Tanah di Kota Surabaya pada tahun 2002, 2014 dan 2019 dari hasil pengolahan citra. Hasil pengolahan suhu permukaan tanah dilakukan interpretasi secara visual.
2) Analisis korelasi LST hasil pengolahan citra dengan suhu lapangan yang direkam oleh stasiun cuaca dilakukan untuk mengetahui seberapa kuat korelasi dari kedua data suhu sebagai validasi. Nilai koefisien korelasi yang dihasilkan harus memiliki rentang $-1 \leq r \leq 1$ dengan kekuatan korelasi seperti yang dijelaskan di tabel 2.2.
3) Analisis peta distribusi UHI yang telah dibuat dengan metode ambang batas dan *Hot Spot Analysis* (Getis-Ord Gi*) untuk mengetahui distribusi fenomena UHI di Kota Surabaya pada tahun 2002, 2014 dan 2019 serta dimana saja nilai tinggi (*hot spot*) dan nilai rendah (*cold spot*) yang signifikan secara statistik.

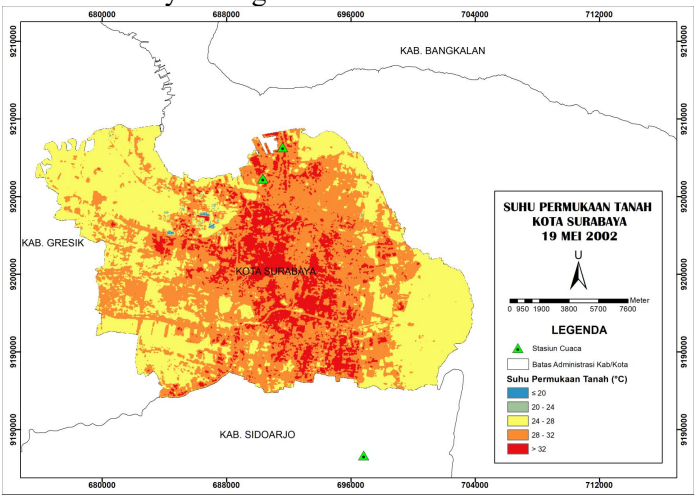
6. Pembuatan Laporan dan Peta

Tahap akhir dari penelitian ini adalah penyusunan laporan tugas akhir dari hasil analisis penelitian, Peta Distribusi Suhu Permukaan Tanah skala 1:150.000 dan Peta Distribusi *Urban Heat Island* (UHI) masing-masing skala 1:110.000 untuk ukuran kertas A4.

BAB IV
HASIL DAN ANALISIS

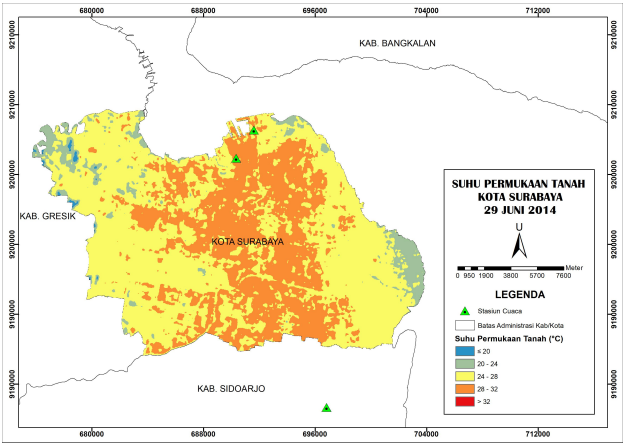
4.1 Hasil *Land Surface Temperature* (LST)

Land Surface Temperature (LST) dihasilkan dari pengolahan citra Landsat 7 ETM+ dan Citra Landsat 8 OLI/TIRS kanal *Thermal Infrared* dengan menggunakan metode *Single Channel Algorithm* (SCA) seperti yang dijelaskan pada persamaan 2.10. Dari perhitungan tersebut dihasilkan peta distribusi *Land Surface Temperature* (LST) di Kota Surabaya sebagai berikut:



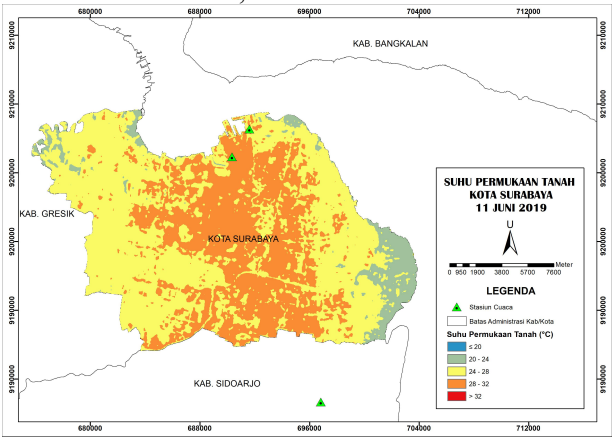
Gambar 4.1 Suhu Permukaan Tanah Kota Surabaya 19 Mei 2002

Gambar diatas merupakan hasil pengolahan LST untuk citra tanggal 19 Mei 2002. Hasilnya didapatkan nilai LST minimum yaitu 13,774°C, nilai LST maksimum yaitu 36,996°C, nilai LST rata-rata yaitu 29,094°C, dan nilai standar deviasi sebesar 2,431°C.



Gambar 4.2 Suhu Permukaan Tanah Kota Surabaya 29 Juni 2014

Gambar diatas merupakan hasil pengolahan LST untuk citra tanggal 29 Juni 2014. Hasilnya didapatkan nilai LST minimum yaitu 17,675°C, nilai LST Maksimum yaitu 31,213°C, nilai LST rata-rata yaitu 26,889°C, dan nilai standar deviasi sebesar 1,817°C.

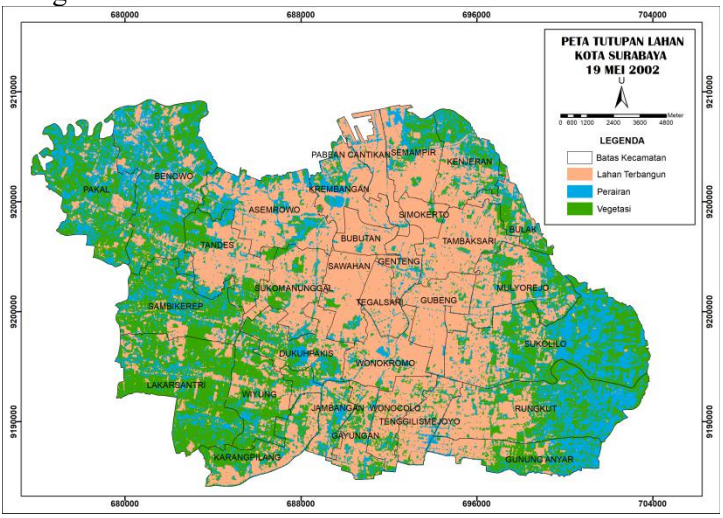


Gambar 4.3 Suhu Permukaan Tanah Kota Surabaya 11 Juni 2019

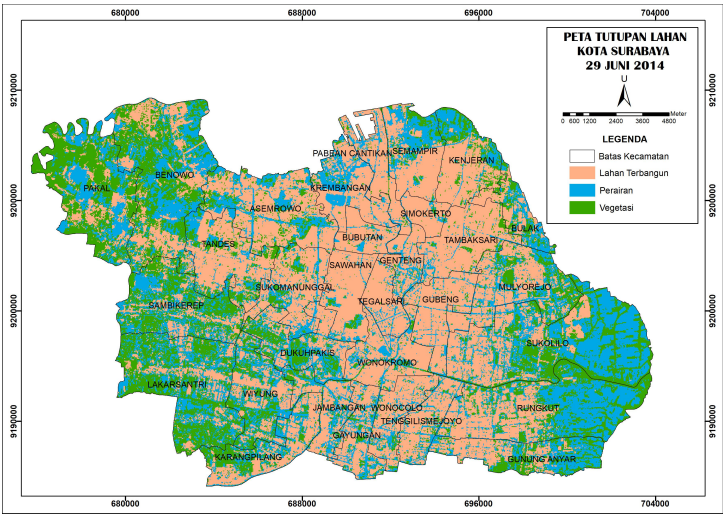
Gambar diatas merupakan hasil pengolahan LST untuk citra tanggal 11 Juni 2019. Hasilnya didapatkan nilai LST minimum yaitu 21,142°C, nilai LST Maksimum yaitu 31,913°C, nilai LST rata-rata yaitu 27,130°C, dan nilai standar deviasi sebesar 1,712°C.

4.2 Hasil Pengolahan Tutupan Lahan

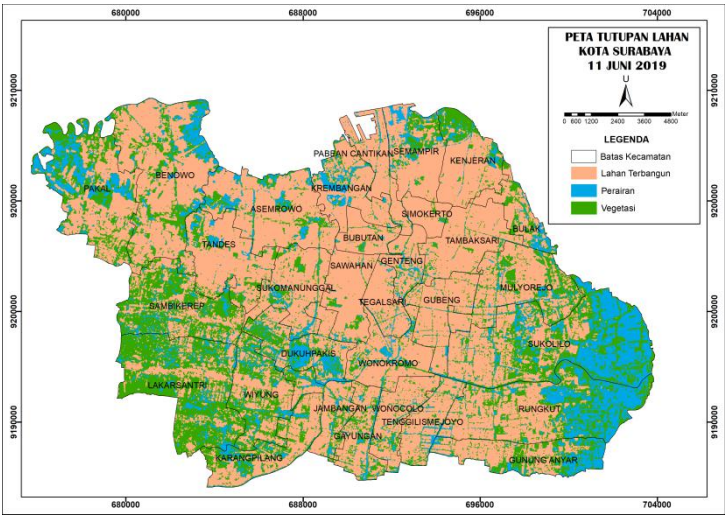
Tutupan lahan dihasilkan dari Klasifikasi Citra menggunakan metode Klasifikasi Terbimbing *Maximum Likelihood.* Didapatkan peta tutupan lahan Kota Surabaya dengan kelas tutupan lahan vegetasi, lahan terbangun, dan perairan pada citra tahun 2002, 2014, dan 2019 yang diolah sebagai berikut:



Gambar 4.4 Tutupan Lahan Kota Surabaya 19 Mei 2002



Gambar 4.5 Tutupan Lahan Kota Surabaya 29 Juni 2014



Gambar 4.6 Tutupan Lahan Kota Surabaya 11 Juni 2019

Uji Akurasi tutupan lahan hasil klasifikasi dilakukan pada tutupan lahan tahun 2019 menggunakan metode matriks konfusi dengan syarat nilai *Overall Accuracy* ≥80%. Data yang dijadikan sebagai acuan yaitu data sampel lapangan bulan April 2019 Sebanyak 200 titik.

Tabel 4.1 Matriks Konfusi Uji Akurasi Tutupan Lahan

Klasifikasi	Vegetasi	Lahan Terbangun	Badan Air	Total	UA
Vegetasi	47	5	3	55	85,45%
Lahan Terbangun	1	112	5	118	94,92%
Badan Air	9	0	18	27	66,67%
Total	57	117	26	200	
PA	82,46%	95,73%	69,23%		88,50%

Kappa Accuracy : 79,42%
Overall Accuracy/OA : 88,50%
UA : *User's Accuracy*
PA : *Producer's Accuracy*

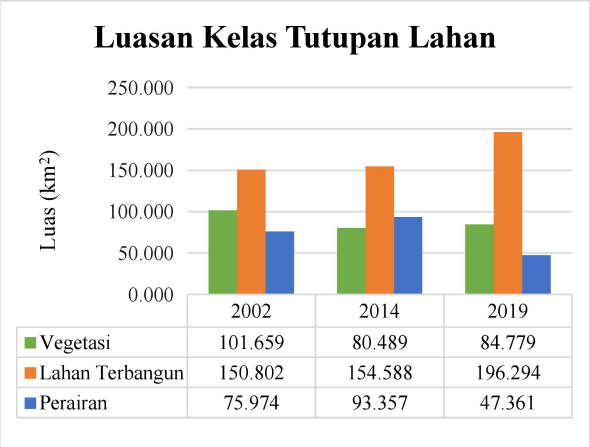
Diperoleh nilai akurasi keseluruhan (*Overall Accuracy*) untuk hasil pengolahan klasifikasi tutupan lahan yaitu 88,50% dan *Kappa Accuracy* sebesar 79,42% atau 0,7942. Hal ini menunjukkan bahwa hasil pengolahan tersebut sudah memenuhi kriteria yang ditetapkan yaitu *Overall Accuracy* ≥80%. Dilihat dari nilai *Kappa Accuracy*, akurasi yang dihasilkan tergolong sedang.

Dari hasil pengolahan tutupan lahan menunjukkan bahwa pengembangan Kota Surabaya terpusat di bagian utara hingga selatan Kota Surabaya, dapat dilihat dari ketiga peta dimana kelas lahan terbangun terpusat di utara, tengah, hingga selatan Kota Surabaya, sedangkan kelas vegetasi dan perairan berada pada bagian barat dan timur Kota Surabaya.

Luasan masing-masing kelas tutupan lahan adalah sebagai berikut:

Tabel 4.2 Luasan Kelas Tutupan Lahan Hasil Klasifikasi

Kelas	Luas (km^2)		
	2002	**2014**	**2019**
Vegetasi	101,659	80,489	84,779
Lahan Terbangun	150,802	154,588	196,294
Perairan	75,974	93,357	47,361



Gambar 4.7 Diagram Perubahan Luasan Kelas Tutupan Lahan

Berdasarkan tabel dan diagram diatas, luas kelas vegetasi pada tahun 2002 sebesar 101,659 km^2, kemudian turun menjadi 80,489 km^2 pada 2014, dan naik kembali pada 2019 menjadi 84,779 km^2. Luas kelas lahan terbangun pada tahun 2002 sebesar 150,802 km^2, kemudian naik menjadi 154,588 km^2 pada 2014, dan naik lagi pada 2019 menjadi 196,294 km^2. Luas kelas perairan pada tahun 2002 sebesar 75,974 km^2, kemudian naik menjadi 93,357 km^2 pada 2014, dan turun pada 2019 menjadi 47,361 km^2. Penurunan vegetasi terjadi seiring dengan meningkatnya lahan terbangun, dikarenakan meningkatnya pembangunan di Kota

Surabaya dari tahun ke tahun, namun terjadi peningkatan kembali luas vegetasi dari 2014 ke 2019, hal ini dikarenakan Pemerintah Kota Surabaya juga menggencarkan penambahan Ruang Terbuka Hijau di Kota Surabaya agar dapat mencapai target sesuai dengan Peraturan Menteri (Permen) PU Nomor 05/PRT/M/2008 tentang Pedoman Penyediaan Ruang Terbuka Hijau (RTH) di Kawasan Perkotaan.

4.3 Hasil Distribusi *Urban Heat Island* (UHI)

Untuk membuat peta distribusi *Urban Heat Island* (UHI), terdapat dua metode yang digunakan yaitu metode ambang batas dan *Hot Spot Analysis* (Getis-Ord Gi*).

4.3.1 Metode Ambang Batas

Pertama, dilakukan perhitungan ambang batas UHI dari hasil *Land Surface Temperature* (LST) yang telah didapatkan sebelumnya, dengan menggunakan persamaan 2.3. Pada peta distribusi *Urban Heat Island* (UHI) metode ambang batas, daerah yang tidak terdampak UHI ditunjukkan dengan nilai nol sampai negatif (≤0). Sedangkan daerah yang terdampak UHI memiliki nilai positif (>0). Daerah yang terdampak UHI diklasifikasikan lagi berdasarkan besar nilai UHI-nya menjadi tiga kelas yaitu kelas UHI 1 dengan rentang nilai UHI 0-2°C, kelas UHI 2 dengan rentang nilai UHI 2-4°C, dan kelas UHI 3 dengan rentang nilai UHI diatas 4°C. Semakin besar nilai UHI, maka semakin panas daerah tersebut atau semakin ia terdampak UHI.

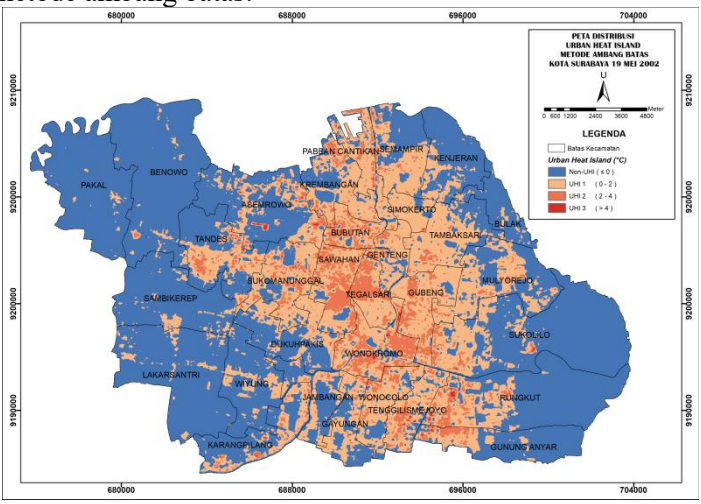
Tabel 4.3 Nilai UHI Tahun 2002, 2014, dan 2019

Tahun	Ambang Batas (°C)	Nilai UHI Maksimum (°C)
2002	30,310	6,686
2014	27,798	3,415
2019	27,986	3,927

Pada tabel diatas dapat dilihat bahwa nilai ambang batas uhi pada tahun yang berbeda mengalami perubahan. Hal ini dikarenakan nilai ambang batas UHI juga berubah

mengikuti variasi suhu dari citra yang diolah secara keseluruhan (Streutker, 2003) , sehingga pada citra dengan waktu yang berbeda, nilai ambang batas akan berbeda pula.

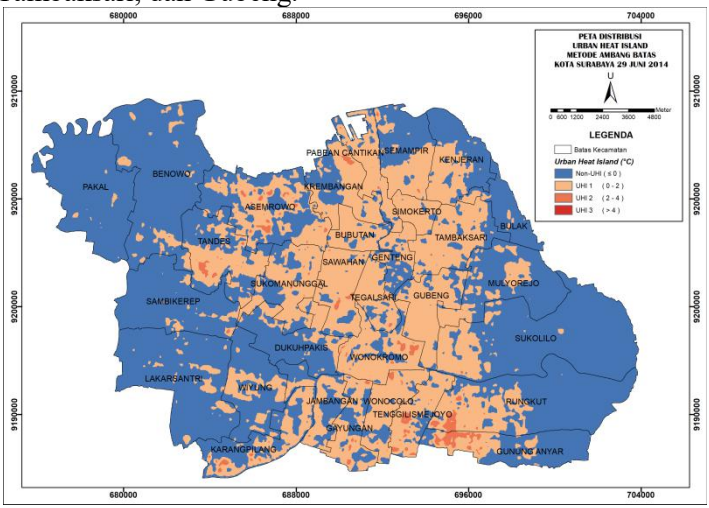
Berikut hasil peta distribusi *Urban Heat Island* (UHI) di Kota Surabaya Tahun 2002, 2014, dan 2019 dengan metode ambang batas:



Gambar 4.8 Peta Distribusi UHI Metode Ambang Batas Kota Surabaya 19 Mei 2002

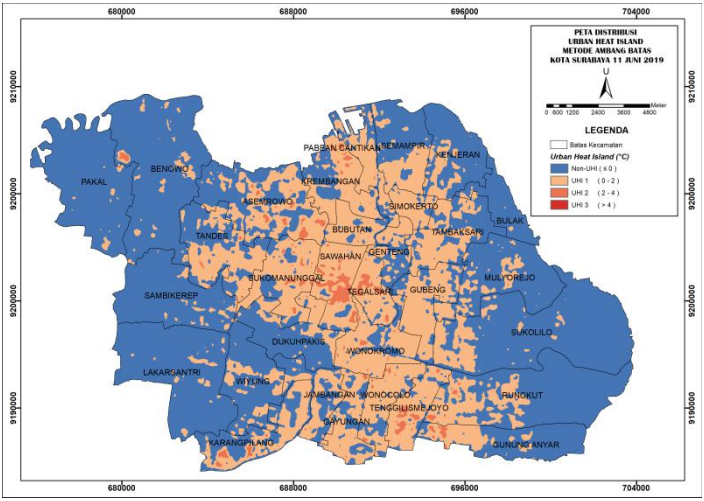
Gambar diatas merupakan distribusi UHI untuk citra tanggal 19 Mei 2002. Hasilnya didapatkan nilai UHI maksimum yaitu 6,686°C. Nilai ambang batas UHI dari suhu LST tahun 2002 yaitu 30,310°C, hal ini menunjukkan bahwa area dengan suhu lebih besar dari 30,310°C terdampak UHI. Area yang terdampak UHI kelas tertinggi yaitu kelas UHI 3 (>4°C) pada hasil pengolahan citra tahun 2002 sebanyak 17 dari 31 kecamatan di Kota Surabaya. Kecamatan-kecamatan tersebut adalah Kecamatan Asemrowo, Tandes, Sukomanunggal, Pabean Cantikan, Semampir, Bubutan, Sawahan, Wonokromo, Rungkut, Tenggilis Mejoyo, Gunung

Anyar, Sukolilo, Gayungan, Karangpilang, Simokerto, Tambaksari, dan Gubeng.



Gambar 4.9 Peta Distribusi UHI Metode Ambang Batas Kota Surabaya 29 Juni 2014

Gambar diatas merupakan distribusi UHI untuk citra tanggal 29 Juni 2014. Hasilnya didapatkan nilai UHI maksimum yaitu 3,415°C. Nilai ambang batas UHI dari suhu LST tahun 2014 yaitu 27,798°C, hal ini menunjukkan bahwa area dengan suhu lebih besar dari 27,798°C terdampak UHI. Pada hasil pengolahan citra tahun 2014 tidak terdapat area yang terdampak kelas UHI 3 (>4°C), karena nilai UHI maksimumnya adalah 3,415°C.



Gambar 4.10 Peta Distribusi UHI Metode Ambang Batas Kota Surabaya 11 Juni 2019

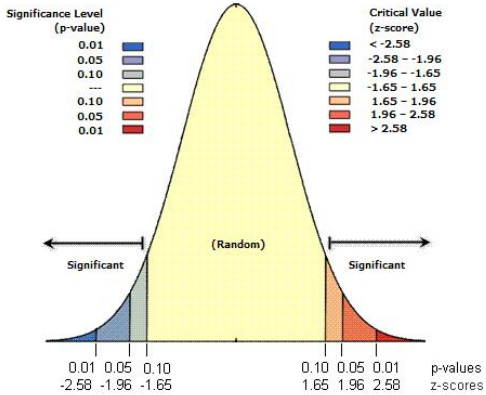
Gambar diatas merupakan distribusi UHI untuk citra tanggal 11 Juni 2019. Hasilnya didapatkan nilai UHI maksimum yaitu 3,927°C. Nilai ambang batas UHI dari suhu LST tahun 2019 yaitu 27,986°C, hal ini menunjukkan bahwa area dengan suhu lebih besar dari 27,986°C terdampak UHI. Pada hasil pengolahan citra tahun 2019 juga tidak terdapat area yang terdampak UHI tertinggi yaitu kelas UHI 3 (>4°C), karena nilai UHI maksimumnya adalah 3,927°C.

4.3.2 Metode *Hot Spot Analysis* (Getis-Ord Gi*)

Kedua, setelah dilakukan perhitungan UHI menggunakan metode ambang batas selanjutnya yaitu menggunakan metode *Hot Spot Analysis* (Getis-Ord Gi*) yang merupakan *tools* analisis spasial statistik untuk mengidentifikasi titik panas dan titik dingin yang signifikan secara statistik menggunakan statistik Getis-Ord Gi*. Output yang dihasilkan dari *tools* ini adalah kelas fitur keluaran

baru dengan z-*score*, p-*value*, dan tingkat kepercayaan bin (Gi_Bin) (ESRI 2016).

P-*value* adalah probabilitas, dan z-*score* adalah standar deviasi. Baik z-*score* dan p-*value* dikaitkan dengan distribusi normal standar seperti yang ditunjukkan gambar berikut.



Gambar 4.11 Hubungan P-*value* dan Z-*score* dengan Distribusi Normal Standar
(ESRI 2016)

Kemudian untuk tingkat kepercayaan, tabel di bawah ini menunjukkan z-*score* dan p-*value* kritis untuk berbagai tingkat kepercayaan.

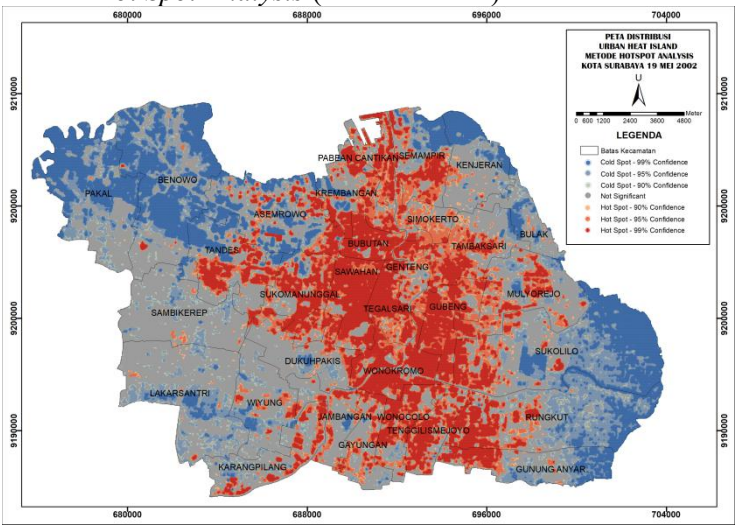
Tabel 4.4 z-*score* dan p-*value* untuk berbagai tingkat kepercayaan

z-*score* (Standar Deviasi)	p-*value* (Probabilitas)	Tingkat Kepercayaan
< -1,65 atau > +1,65	<0,10	90%
< -1.96 atau > +1,96	<0,05	95%
< -2,58 atau > +2,58	<0,01	99%

Gagasan utama dari tabel diatas adalah bahwa nilai di tengah distribusi normal (misalnya z-*score* 0,19 atau -1,2), mereprentasikan hasil yang normal atau tidak signifikan.

Ketika nilai dari z-*score* terlalu besar atau terlalu kecil, dan probabilitas kecil (di ekor distribusi normal), maka hal itu merupakan sesuatu yang tidak biasa dan umumnya sangat menarik. Untuk *tools Hot Spot Analysis*, tidak biasa berarti titik panas yang signifikan secara statistik atau titik dingin yang signifikan secara statistik (ESRI 2016).

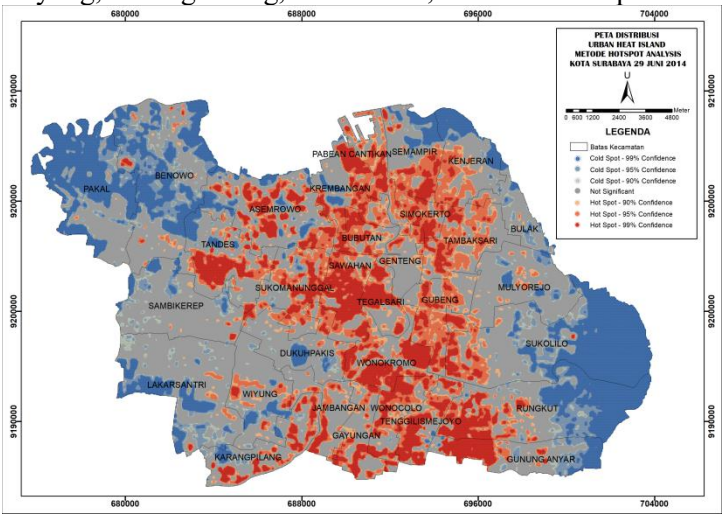
Berikut hasil peta distribusi *Urban Heat Island* (UHI) di Kota Surabaya Tahun 2002, 2014, dan 2019 dengan metode *Hot Spot Analysis* (Getis-Ord Gi*):



Gambar 4.12 Peta Distribusi UHI Metode *Hot Spot Analysis* Kota Surabaya 19 Mei 2002

Gambar diatas merupakan distribusi UHI untuk citra tanggal 19 Mei 2002. Hasilnya didapatkan *Hot Spot* dengan tingkat kepercayaan tertinggi yaitu 99%, mayoritas berada di tengah Kota Surabaya. Sebanyak 29 kecamatan di Kota Surabaya yang terdampak diantaranya yaitu Kecamatan Pabean Cantikan, Semampir, Kenjeran, Krembangan, Simokerto, Tambaksari, Bulak, Asemrowo, Tandes, Sukomanunggal, Bubutan, Sawahan, Genteng, Tegalsari,

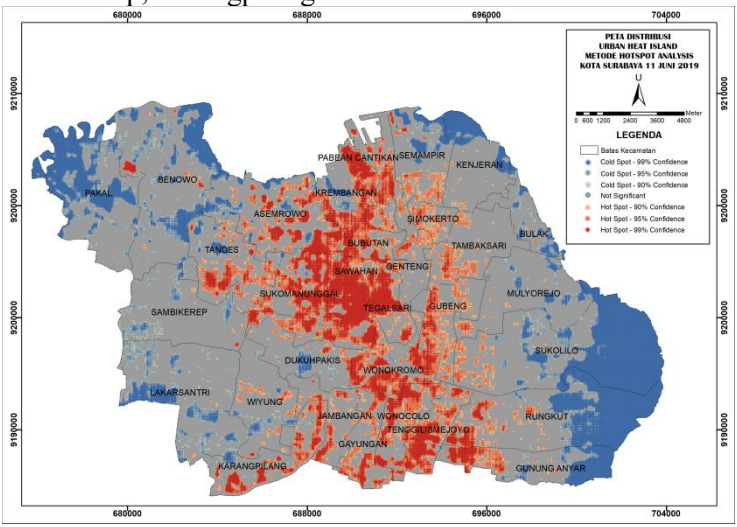
Gubeng, Mulyorejo, Sukolilo, Dukuh Pakis, Wonokromo, Wonocolo, Tenggilismejoyo, Rungkut, Gunung Anyar, Gayungan, Jambangan, Karangpilang, Wiyung, Lakarsantri dan Benowo. Sedangkan *Cold Spot* dengan tingkat kepercayaan 99% mayoritas berada di area pesisir surabaya dan pinggiran kota, diantaranya Kecamatan Pakal, Benowo, Asemrowo, Tandes, Sukomanunggal, Krembangan, Semampir, Kenjeran, Bulak, Tambaksari, Mulyorejo, Sukolilo, Rungkut, Gunung Anyar, Jambangan, Dukuh Pakis, Wiyung, Karang Pilang, Lakarsantri, dan Sambikerep.



Gambar 4.13 Peta Distribusi UHI Metode *Hot Spot Analysis* Kota Surabaya 29 Juni 2014

Gambar diatas merupakan distribusi UHI untuk citra tanggal 29 Juni 2014. Hasilnya didapatkan *Hot Spot* dengan tingkat kepercayaan tertinggi yaitu 99%, mayoritas berada di pusat Kota Surabaya. Sebanyak 29 kecamatan di Kota Surabaya yang terdampak diantaranya yaitu Kecamatan Pabean Cantikan, Semampir, Kenjeran, Krembangan, Simokerto, Tambaksari, Asemrowo, Tandes,

Sukomanunggal, Bubutan, Sawahan, Genteng, Tegalsari, Gubeng, Mulyorejo, Sukolilo, Dukuh Pakis, Wonokromo, Wonocolo, Tenggilismejoyo, Rungkut, Gunung Anyar, Gayungan, Jambangan, Karangpilang, Wiyung, Benowo, Lakarsantri, dan Sambikerep. Sedangkan *Cold Spot* dengan tingkat kepercayaan 99% mayoritas berada di area pesisir surabaya dan pinggiran kota, diantaranya Kecamatan Pakal, Benowo, Asemrowo, Tandes, Sukomanunggal, Krembangan, Semampir, Kenjeran, Bulak, Mulyorejo, Sukolilo, Rungkut, Gunung Anyar, Dukuh Pakis, Wiyung, Lakarsantri, Sambikerep, Karangpilang.



Gambar 4.14 Peta Distribusi UHI Metode *Hot Spot Analysis* Kota Surabaya 11 Juni 2019

Gambar diatas merupakan distribusi UHI untuk citra tanggal 11 Juni 2019. Hasilnya didapatkan *Hot Spot* dengan tingkat kepercayaan tertinggi yaitu 99%, mayoritas berada di tengah Kota Surabaya. Sebanyak 27 kecamatan di Kota Surabaya yang terdampak diantaranya yaitu Kecamatan Pabean Cantikan, Semampir, Krembangan, Simokerto,

Tambaksari, Asemrowo, Tandes, Sukomanunggal, Bubutan, Sawahan, Genteng, Tegalsari, Gubeng, Sukolilo, Mulyorejo, Dukuh Pakis, Wonokromo, Wonocolo, Tenggilismejoyo, Rungkut, Gunung Anyar, Gayungan, Jambangan, Karangpilang, Wiyung, Sambikerep, dan Benowo. Sedangkan *Cold Spot* dengan tingkat kepercayaan 99% mayoritas berada di area pesisir Surabaya dan pinggiran kota, diantaranya Kecamatan Pakal, Benowo, Asemrowo, Tandes, Krembangan, Semampir, Kenjeran, Bulak, Mulyorejo, Sukolilo, Rungkut, Gunung Anyar, Dukuh Pakis, Wiyung, Lakarsantri, Sambikerep, dan Karangpilang.

4.4 Hasil Validasi Lapangan Peta *Urban Heat Island* (UHI)

Validasi Lapangan dilakukan dengan menggunakan fitur *Google Earth Historical Imagery* dan *Street View* pada Software *Google Earth Pro* untuk mengetahui jenis tutupan lahan dan kondisi ruang terbuka hijau dari total 200 titik sampel yang tersebar di Kota Surabaya. Rangkuman dari hasil validasi lapangan peta UHI disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 4.5 Rangkuman Validasi Lapangan Peta UHI

Metode Ambang Batas		
Kategori UHI	**Tutupan Lahan**	**Kondisi RTH**
Non-UHI	Tambak, sawah, lahan terbuka	Dipenuhi vegetasi atau banyak vegetasi, sawah basah
UHI 1	Pemukiman, jalan, bangunan industri	Ada vegetasi di halaman rumah-rumah, dan di pinggir jalan
UHI 2	Pemukiman padat, Bangunan Industri, pelabuhan	Sedikit vegetasi hingga tidak ada sama sekali
UHI 3	Bangunan Industri, lahan terbuka atau lapangan, pusat perbelanjaan	Sedikit vegetasi hingga tidak ada sama sekali

Metode *Hot Spot Analysis*		
Kategori UHI	**Tutupan Lahan**	**Kondisi RTH**
Cold Spot 99%	Tambak, danau, sawah	Dipenuhi vegetasi atau banyak vegetasi
Cold Spot 95%	Tambak, danau, sawah, lahan terbuka	Dipenuhi vegetasi atau banyak vegetasi
Cold Spot 90%	Tambak, danau, sawah, lahan terbuka, taman	Dipenuhi vegetasi atau banyak vegetasi
Non-Significant	Lahan terbuka, pemukiman, sawah	banyak vegetasi
Hot Spot 90%	Pemukiman, Pemukiman padat	Ada vegetasi di halaman rumah-rumah
Hot Spot 95%	Pemukiman, Pemukiman padat, jalan raya, Bangunan Industri	sedikit vegetasi di halaman rumah-rumah, di pinggir jalan, tidak ada vegetasi pada bangunan industri
Hot Spot 99%	Bangunan Industri, pergudangan, pelabuhan, pemukiman padat, lahan terbuka atau lapangan, TPA	Sedikit vegetasi hingga tidak ada sama sekali

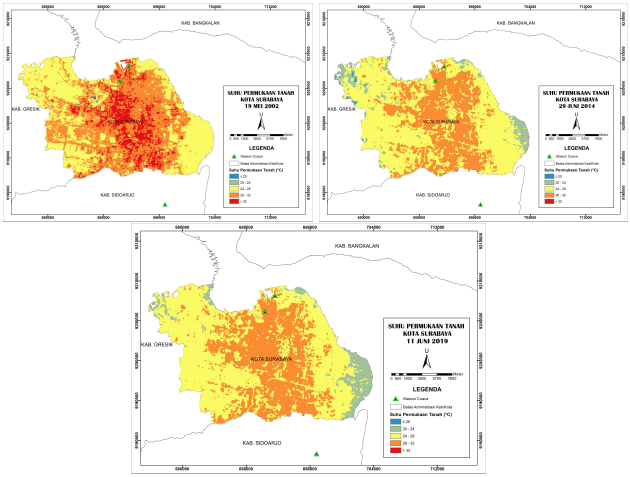
Dari rangkuman hasil validasi Peta UHI diatas, dapat dilihat bahwa area yang terdampak UHI memiliki tutupan lahan berupa pemukiman padat, bangunan industri, dan lahan terbuka dengan sedikit atau tanpa vegetasi. Sedangkan area yang tidak terdampak UHI memiliki tutupan lahan berupa tambak, sawah, danau, dan lahan terbuka dengan banyak vegetasi.

4.5 Analisis Hasil

4.4.1 Analisis Peta *Land Surface Temperature* (LST)

Peta distribusi Suhu Permukaan Tanah atau *Land Surface Temperature* diperoleh dari Citra Landsat 7 tanggal 19 Mei 2002, Citra Landsat 8 tanggal 29 Juni 2014, dan tanggal 11 Juni 2019. Analisis perubahan distribusi suhu permukaan tanah dilakukan untuk mengetahui pola perubahan distribusi Suhu Permukaan Tanah pada citra hasil pengolahan LST baik ditinjau secara spasial maupun temporal.

Perubahan Suhu Permukaan Tanah jika ditinjau secara spasial menunjukkan bahwa pada ketiga citra memiliki pola yang sama, yaitu suhu rendah di pinggiran kota, dan di tengah atau pusat kota maka suhu semakin tinggi. Hal ini dikarenakan pola tutupan lahan di Kota Surabaya seperti pada Gambar 4.4 - 4.6, dimana Surabaya bagian utara hingga selatan tutupan lahannya mayoritas berupa lahan terbangun, sedangkan di Surabaya bagian timur dan barat berupa vegetasi dan perairan.



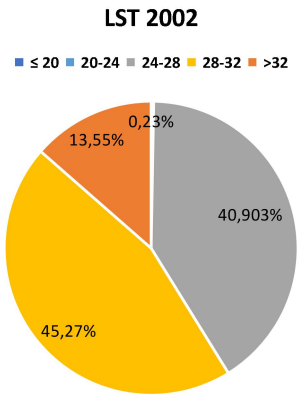
Gambar 4.15 Suhu Permukaan Tanah Kota Surabaya

Kemudian perubahan Suhu Permukaan Tanah ditinjau secara temporal dengan cara menghitung luasan masing-masing kelas suhu, lalu dianalisis perubahannya.

Berikut tabel rincian luasan masing-masing kelas suhu pada citra tahun 2002.

Tabel 4.6 Rincian Luas Kelas Suhu Tahun 2002

LST (°C)	Luas (km^2)	Persentase (%)
≤ 20	0,158	0,048
20-24	0,754	0,230
24-28	134,333	40,903
28-32	148,676	45,270
>32	44,500	13,550
Total	328,422	100

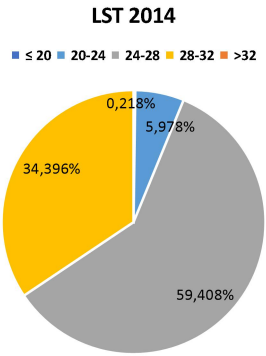


Berdasarkan tabel dan grafik diatas, mayoritas nilai suhu pada citra tahun 2002 berada pada rentang 28°C-32°C dengan persentase 45,270%, kemudian disusul rentang suhu 24°C-28°C dengan persentase 40,903% dari luas area Kota Surabaya.

Berikut tabel rincian luasan masing-masing kelas suhu pada citra tahun 2014.

Tabel 4.7 Rincian Luas Kelas Suhu Tahun 2014

LST (°C)	Luas (km^2)	Persentase(%)
≤ 20	0,716	0,218
20-24	19,634	5,978
24-28	195,109	59,408
28-32	112,963	34,396
>32	0	0,000
Total	328,422	100

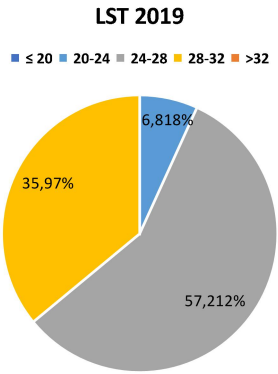


Berdasarkan tabel dan grafik diatas, mayoritas nilai suhu pada citra tahun 2014 berada pada rentang 24°C-28°C dengan persentase 59,408%, serta 28°C-32°C dengan persentase 34,396% dari luas area Kota Surabaya.

Berikut tabel rincian luasan masing-masing kelas suhu pada citra tahun 2019.

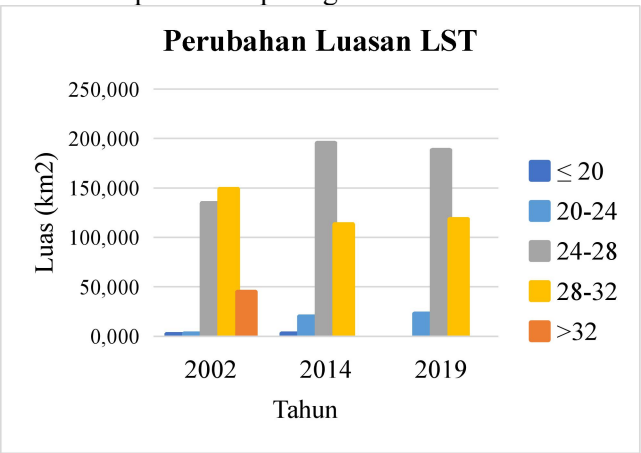
Tabel 4.8 Rincian Luas Kelas Suhu Tahun 2019

LST (°C)	Luas (km^2)	Persentase(%)
≤ 20	0	0,000
20-24	22,393	6,818
24-28	187,897	57,212
28-32	118,132	35,970
>32	0	0,000
Total	328,422	100



Berdasarkan tabel dan grafik diatas, mayoritas nilai suhu pada citra tahun 2019 berada pada rentang 24°C-28°C dengan persentase 57,212%, serta 28°C-32°C dengan persentase 35,970% dari luas area Kota Surabaya.

Perubahan luasan kelas suhu dari tahun 2002, 2014, dan 2019 dapat dilihat pada grafik berikut.



Gambar 4.16 Diagram Perubahan Luasan LST

Dari gambar diatas, luas area dengan suhu ≤20°C mengalami kenaikan dari tahun 2002 ke 2014, dan turun dari tahun 2014 ke 2019. Luas area dengan suhu 20-24°C selalu mengalami kenaikan dari tahun 2002, 2014, dan 2019. Luas area dengan suhu 24-28°C mengalami kenaikan dari tahun 2002 ke 2014, dan turun dari tahun 2014 ke 2019. Luas area dengan suhu 28-32°C turun dari tahun 2002 ke 2014, kemudian naik lagi dari 2014 ke 2019. Terakhir, area dengan suhu >32°C hanya terdapat pada citra tahun 2002.

Dapat disimpulkan bahwa suhu maksimum pada tahun 2002 paling tinggi, kemudian suhu maksimum tahun 2014 dengan 2019 tidak jauh berbeda. Kemudian berdasarkan data stasiun cuaca pada Tabel 4.7, dengan hari dan jam yang sama dengan akuisisi citra, dapat dilihat bahwa suhu tahun 2002 juga relatif paling tinggi dibandingkan tahun 2014 dan 2019. Hal ini dapat terjadi karena jika melihat data suhu rata-rata bulanan dari BMKG pada Gambar 3.3, suhu rata-rata pada bulan Mei cenderung lebih tinggi daripada bulan Juni, baik pada tahun 2002, 2014, maupun 2019, mengingat citra yang diolah yaitu citra tanggal 19 Mei 2002, 29 Juni 2014, dan 11 Juni 2019. Selain itu dapat juga dipengaruhi oleh adanya fenomena El-Nino (Tahun kering) yang terjadi di Pulau Jawa pada tahun 2002. Fenomena ini memiliki siklus setiap 5 tahun sekali dengan rata-rata kejadian kekeringan tingkat tinggi selama 5 bulan dalam setahun, kejadian ini sebelumnya telah terjadi pada tahun 1991 dan 1997 (Rahman, 2018).

4.4.2 Uji Korelasi LST dengan Data Cuaca

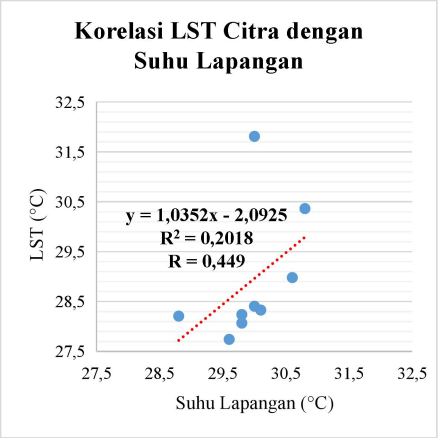
Setelah didapatkan suhu hasil pengolahan LST, dilakukan uji korelasi dengan suhu lapangan yang diperoleh dari data stasiun cuaca BMKG yaitu Stasiun Meteorologi Juanda, Stasiun Meteorologi Perak I, dan

Stasiun Meteorologi Maritim Perak II. Uji korelasi dilakukan dengan metode uji korelasi *Pearson Product Moment* seperti pada persamaan 2.19. Perhitungan uji korelasi *Pearson Product Moment* adalah sebagai berikut :

Tabel 4.9 Perhitungan Uji Korelasi LST dengan Data Stasiun Cuaca

Waktu	**Nama Stasiun**	**Suhu Lapangan (°C)**	**LST (°C)**	**X²**	**Y²**	**XY**
19/05/ 2002	Juanda	30	28,407	900,000	806,958	852,210
	Perak I	30,8	30,364	948,640	921,985	935,217
	Perak II	30	31,812	900,000	1011,978	954,348
29/06/ 2014	Juanda	28,8	28,209	829,440	795,770	812,431
	Perak I	29,8	28,241	888,040	797,554	841,582
	Perak II	30,1	28,330	906,010	802,612	852,745
11/06/ 2019	Juanda	29,6	27,743	876,160	769,674	821,193
	Perak I	30,6	28,982	936,360	839,927	886,834
	Perak II	29,8	28,069	888,040	787,880	836,462
Total (∑) :		269,5	260,157	8072,690	7534,338	7793,022
Rata-rata :		29,944	28,906	896,966	837,149	865,891
R_{xy} :		0,449				

Hasil perhitungan uji korelasi menunjukkan bahwa nilai koefisien korelasi variabel x dan y (R_{xy}) sebesar 0,449. Dimana variabel x merupakan suhu dari stasiun cuaca, dan variabel y adalah suhu hasil pengolahan LST.



Gambar 4.17 Korelasi LST Citra dengan Suhu Lapangan

Grafik diatas menunjukkan korelasi positif dengan nilai R^2 sebesar 0,202 dan koefisien korelasi 0,449. Sehingga, hubungan yang dimiliki kedua variabel berbanding lurus, menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu lapangan maka semakin tinggi pula suhu LST. Untuk mengetahui kekuatan korelasinya dapat dilihat pada tabel 2.1 tentang interval kekuatan korelasi, dimana nilai 0,449 menunjukkan bahwa hubungan antara suhu yang diperoleh dari stasiun cuaca BMKG dengan suhu hasil pengolahan LST memiliki korelasi cukup. Hal ini dapat dilihat dari pola perubahan suhu yang ditunjukkan oleh data stasiun cuaca relatif sama dengan suhu hasil pengolahan LST, dimana suhu rendah di Stasiun Meteorologi Juanda, kemudian suhu tinggi pada Stasiun Meteorologi Perak I dan Perak II. Letak Stasiun Meteorologi Juanda sendiri berada di dekat persawahan dan bandara. Sedangkan Stasiun Meteorologi Perak I dan Perak II berada dekat dengan pantai dan area pelabuhan.

4.4.3 Analisis Peta Distribusi *Urban Heat Island* (UHI)

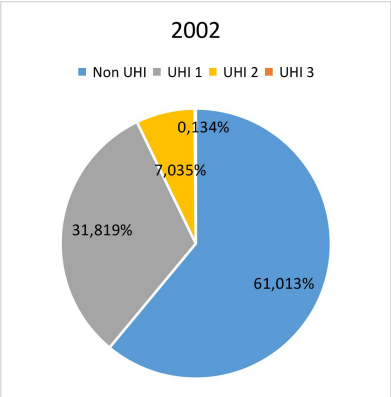
Berikut adalah analisis hasil peta distribusi *Urban Heat Island* (UHI) menggunakan metode ambang batas dan *Hot Spot Analysis* (Getis-Ord Gi*).

1) Metode Ambang Batas

Pertama, hasil distribusi *Urban Heat Island* (UHI) metode ambang batas dapat menunjukkan area yang terdampak UHI berdasarkan tingkatan nilai UHI-nya. Tabel dan grafik berikut menjelaskan rincian distribusi UHI metode ambang batas berdasarkan luas area terdampak:

Tabel 4.10 Luasan Kelas UHI Metode Ambang Batas Tahun 2002

Kelas	Luas (km^2)	Persentase (%)
Non UHI	200,380	61,013
UHI 1	104,500	31,819
UHI 2	23,103	7,035
UHI 3	0,439	0,134
Total	328,422	100

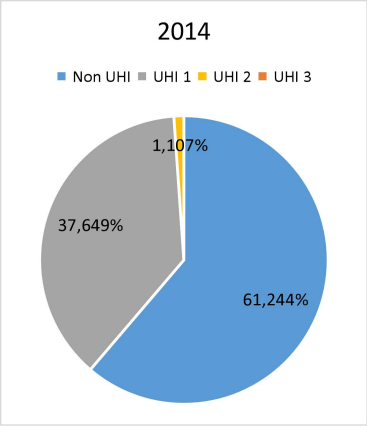


Dari tabel diatas menunjukkan bahwa area yang tidak terdampak UHI seluas 200,380 km^2 atau 61,013% dari luas total Kota Surabaya. Area yang terdampak UHI 1 seluas 104,500 km^2 atau sebesar 31,819%. Area yang terdampak

UHI 2 seluas 23,103 km^2 atau sebesar 7,035%. Selanjutnya area yang terdampak UHI 3 seluas 0,439 km^2 atau sebesar 0,134%. Sehingga total area yang terdampak UHI seluas 128,042 km^2 atau 38,987 % dari luas total Kota Surabaya.

Tabel 4.11 Luasan Kelas UHI Metode Ambang Batas Tahun 2014

Kelas	Luas (km^2)	Persentase (%)
Non UHI	201,139	61,244
UHI 1	123,648	37,649
UHI 2	3,634	1,107
UHI 3	0,000	0,000
Total	328,422	100

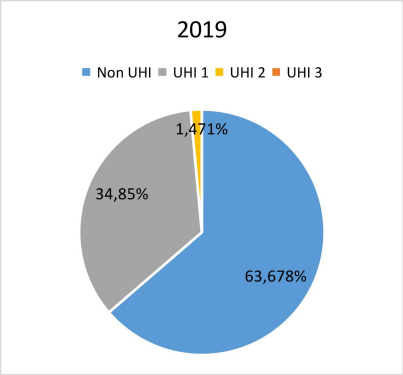


Dari tabel diatas menunjukkan bahwa area yang tidak terdampak UHI di tahun 2014 naik menjadi seluas 201,139 km^2 atau sebesar 61,244% dari luas total Kota Surabaya. Area yang terdampak UHI 1 seluas 123,648 km^2 atau sebesar 37,649%, meningkat dibandingkan tahun 2002. Area yang terdampak UHI 2 seluas 3,634 km^2 atau sebesar 1,107%, menurun dibandingkan tahun 2002. Tidak ada area yang terdampak UHI 3 pada citra tahun 2014. Sehingga total area

yang terdampak UHI seluas 127,283 km^2 atau 38,756% dari luas total Kota Surabaya, menurun dari tahun 2002.

Tabel 4.12 Luasan Kelas UHI Metode Ambang Batas Tahun 2019

Kelas	Luas (km^2)	Persentase (%)
Non UHI	209,134	63,678
UHI 1	114,456	34,850
UHI 2	4,832	1,471
UHI 3	0,000	0,000
Total	328,422	100



Dari tabel diatas menunjukkan bahwa area yang tidak terdampak UHI naik dari tahun 2014 menjadi seluas 209,134 km^2 atau 63,678% dari luas total Kota Surabaya. Area yang terdampak UHI 1 turun menjadi seluas 114,456 km^2 atau sebesar 34,850%. Area yang terdampak UHI 2 naik menjadi seluas 4,832 km^2 atau sebesar 1,471%. Selanjutnya tidak ada area yang terdampak UHI 3 pada citra tahun 2019. Sehingga total area yang terdampak UHI seluas 119,288 km^2 atau 36,322 % dari luas total Kota Surabaya, menurun dari tahun 2014.

Berikut adalah tabel rincian distribusi kecamatan-kecamatan yang terdampak UHI beserta luasan UHI-nya :

Tabel 4.13 Luasan UHI per Kecamatan di Surabaya

Wilayah	Kecamatan	Luasan UHI Metode Ambang Batas (km^2)		
		2002	2014	2019
Surabaya Pusat	Simokerto	2,295	2,495	2,343
	Genteng	3,384	2,321	2,232
	Bubutan	3,470	3,163	3,114
	Tegalsari	4,275	3,616	3,954
Surabaya Utara	Kenjeran	1,891	3,866	2,036
	Pabean Cantikan	4,735	4,530	3,788
	Semampir	4,899	4,265	3,622
	Bulak	0,491	0,573	0,167
	Krembangan	5,654	5,482	5,711
Surabaya Selatan	Wiyung	1,925	2,643	2,233
	Wonokromo	7,417	6,798	6,671
	Wonocolo	4,869	5,087	5,017
	Jambangan	2,385	3,010	3,018
	Dukuh Pakis	4,090	2,816	2,996
	Gayungan	3,315	3,869	4,129
	Sawahan	6,549	6,333	6,629
	Karang Pilang	3,584	4,371	4,806
Surabaya Barat	Lakarsantri	1,287	1,498	0,715
	Benowo	0,855	1,858	1,499
	Sambikerep	1,286	1,038	0,950
	Asemrowo	5,317	8,096	8,121
	Pakal	0,304	0,176	0,330
	Tandes	5,010	5,776	6,229
	Sukomanunggal	6,981	6,334	7,227
Surabaya Timur	Tambaksari	6,757	7,432	5,373
	Mulyorejo	6,959	3,612	2,635
	Rungkut	6,671	6,845	5,940
	Sukolilo	6,511	4,621	3,835
	Gunung Anyar	2,744	3,455	2,907
	Gubeng	7,336	6,459	5,993
	Tenggilis Mejoyo	4,764	4,812	5,050

Tertinggi Terendah Terjadi Kenaikan Pada 2019

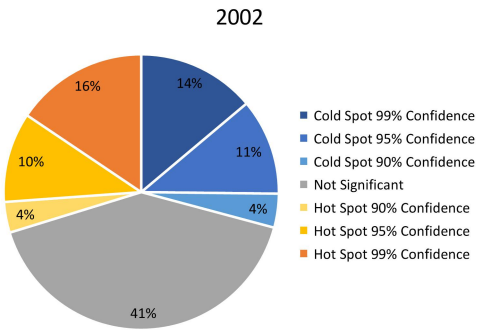
Dari tabel diatas, Kecamatan Asemrowo merupakan kecamatan yang terdampak UHI paling luas, dan selalu meningkat setiap tahunnya, sedangkan Kecamatan Pakal merupakan kecamatan yang terdampak UHI paling sedikit setiap tahunnya. Kecamatan-kecamatan yang perlu diwaspadai karena mengalami peningkatan luasan UHI pada 2019 adalah Kecamatan Tegalsari, Krembangan, Jambangan, Dukuh Pakis, Gayungan, Sawahan, Karang Pilang, Lakarsantri, Pakal, Tandes, Sukomanunggal, dan Tenggilis Mejoyo.

2) Metode *Hot Spot* Analysis (Getis-Ord Gi*)

Selanjutnya yang kedua, yaitu analisis hasil distribusi *Urban Heat Island* (UHI) metode *Hot Spot Analysis* (Getis-Ord Gi*). Tabel dan grafik berikut menjelaskan rincian distribusi UHI metode *Hot Spot Analysis* (Getis-Ord Gi*) berdasarkan luas area terdampak:

Tabel 4.14 Luasan Kelas UHI Metode *Hot Spot Analysis* Tahun 2002

Kelas	Jumlah Titik	Luas (km^2)	Persentase (%)
Cold Spot 99% Confidence	50.645	45,581	13,879
Cold Spot 95% Confidence	41.229	37,106	11,298
Cold Spot 90% Confidence	14.524	13,072	3,980
Not Significant	149.946	134,951	41,091
Hot Spot 90% Confidence	13.160	11,844	3,606
Hot Spot 95% Confidence	38.541	34,687	10,562
Hot Spot 99% Confidence	56.863	51,177	15,583
Total	**364.908**	**328,42**	**100**
*Keterangan : 1 titik = 1 piksel =30x30 m^2			

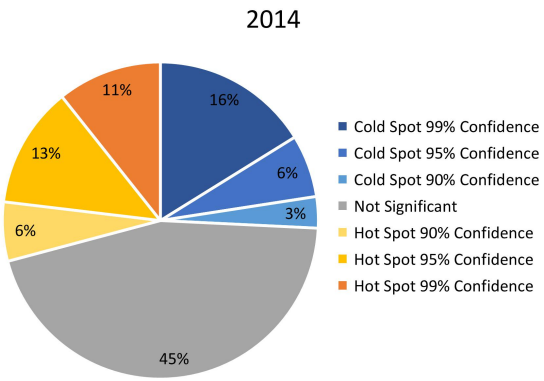


Dari tabel diatas menunjukkan bahwa pada citra tahun 2002, area yang tidak terdampak UHI (jumlah dari kelas *Not Significant* dan *Cold Spot*) memiliki luas 230,710 km^2 atau sebesar 70,249%. Sedangkan area yang terdampak UHI

(jumlah dari kelas *Hot Spot*) memiliki luas 97,708 km^2 atau sebesar 29,751% dari luas total Kota Surabaya.

Tabel 4.15 Luasan Kelas UHI Metode *Hot Spot Analysis* Tahun 2014

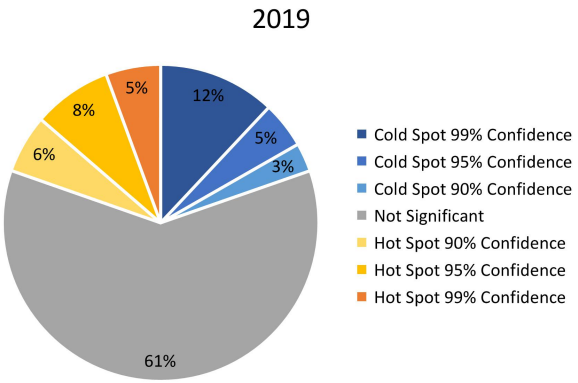
Kelas	Jumlah Titik	Luas (km^2)	Persentase (%)
Cold Spot 99% Confidence	59.069	53,162	16,187
Cold Spot 95% Confidence	23.284	20,956	6,381
Cold Spot 90% Confidence	11.674	10,507	3,199
Not Significant	164.569	148,112	45,099
Hot Spot 90% Confidence	21.987	19,788	6,025
Hot Spot 95% Confidence	45.238	40,714	12,397
Hot Spot 99% Confidence	39.087	35,178	10,711
Total	**364.908**	**328,42**	**100**
*Keterangan : 1 titik = 1 piksel =30x30 m^2			



Dari tabel diatas menunjukkan bahwa pada citra tahun 2014, area yang tidak terdampak UHI (jumlah dari kelas *Not Significant* dan *Cold Spot*) memiliki luas 232,736 km^2 atau sebesar 70,866%. Sedangkan area yang terdampak UHI (jumlah dari kelas *Hot Spot*) memiliki luas 95,681 km^2 atau sebesar 29,134% dari luas total Kota Surabaya.

Tabel 4.16 Luasan Kelas UHI Metode *Hot Spot Analysis* Tahun 2019

Kelas	Jumlah Titik	Luas (km^2)	Persentase (%)
Cold Spot 99% Confidence	43.761	39,385	11,992
Cold Spot 95% Confidence	17.318	15,586	4,746
Cold Spot 90% Confidence	10.697	9,627	2,931
Not Significant	221.451	199,306	60,687
Hot Spot 90% Confidence	21.817	19,635	5,979
Hot Spot 95% Confidence	29.403	26,463	8,058
Hot Spot 99% Confidence	20.461	18,415	5,607
Total	**364.908**	**328,42**	**100**
*Keterangan : 1 titik = 1 piksel =30x30 m^2			



Dari tabel diatas menunjukkan bahwa pada citra tahun 2019, area yang tidak terdampak UHI (jumlah dari kelas *Not Significant* dan *Cold Spot*) memiliki luas 263,904 km^2 atau sebesar 80,356%. Sedangkan area yang terdampak UHI (jumlah dari kelas *Hot Spot*) memiliki luas 64,513 km^2 atau sebesar 19,644% dari luas total Kota Surabaya.

Berikut adalah tabel rincian distribusi kecamatan-kecamatan yang terdampak UHI beserta luasan UHI-nya :

Tabel 4.17 Luasan UHI per Kecamatan di Surabaya

Wilayah	**Kecamatan**	**Luasan UHI Metode *Hot Spot Analysis* (km²)**		
		2002	**2014**	**2019**
Surabaya Pusat	Simokerto	1,465	2,310	1,004
	Genteng	2,683	1,236	0,931
	Bubutan	3,251	2,574	2,243
	Tegalsari	3,883	2,634	2,498
Surabaya Utara	Kenjeran	0,509	2,885	0,126
	Pabean Cantikan	3,663	3,473	1,975
	Semampir	3,887	3,617	1,245
	Bulak	0,109	0,320	0,014
	Krembangan	4,466	4,556	4,209
Surabaya Selatan	Wiyung	0,981	1,563	0,642
	Wonokromo	6,807	5,813	5,052
	Wonocolo	3,971	4,122	3,293
	Jambangan	1,532	1,994	1,301
	Dukuh Pakis	2,661	1,832	1,709
	Gayungan	2,222	2,666	2,108
	Sawahan	6,185	5,599	5,736
	Karang Pilang	2,525	3,198	2,842
Surabaya Barat	Lakarsantri	0,203	0,558	0,045
	Benowo	0,266	0,921	0,382
	Sambikerep	0,279	0,349	0,185
	Asemrowo	3,715	6,188	4,739
	Pakal	0,014	0,032	0,008
	Tandes	3,966	4,493	3,203
	Sukomanunggal	5,717	5,071	5,477
Surabaya Timur	Tambaksari	5,117	5,742	1,728
	Mulyorejo	4,765	1,534	0,342
	Rungkut	5,294	5,161	2,210
	Sukolilo	4,548	3,295	1,055
	Gunung Anyar	2,188	2,950	1,801
	Gubeng	6,808	5,026	2,806
	Tenggilis Mejoyo	4,030	3,972	3,606

Tertinggi Terendah Terjadi Kenaikan Pada 2019

Dari tabel diatas, kecamatan yang terdampak UHI paling luas tahun 2002 adalah Kecamatan Gubeng, pada 2014 adalah Kecamatan Asemrowo, dan pada 2019 adalah Kecamatan Sawahan, sedangkan kecamatan yang terdampak UHI paling sedikit setiap tahunnya adalah Kecamatan Pakal. Kecamatan-kecamatan yang perlu diwaspadai karena mengalami peningkatan luasan UHI pada 2019 adalah Kecamatan Sawahan dan Kecamatan Sukomanunggal.

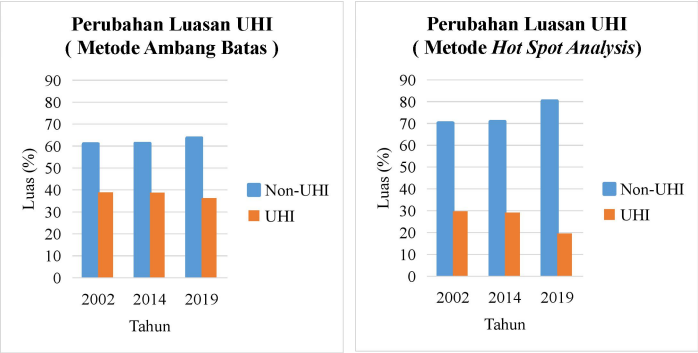
3) Analisis Perubahan Distribusi UHI

Dari peta distribusi UHI menggunakan kedua metode, sama dengan pola suhu tinggi pada hasil LST, area yang terdampak UHI cenderung berada di tengah atau pusat Kota Surabaya, memanjang dari Surabaya bagian utara hingga selatan, sedangkan area yang tidak terdampak UHI berada di wilayah pesisir dan pinggiran Kota Surabaya yaitu Surabaya bagian barat dan timur. Hal ini dipengaruhi oleh tutupan lahan dimana berdasarkan hasil klasifikasi tutupan lahan pada Gambar 4.4 - 4.6 , Surabaya bagian utara hingga selatan tutupan lahannya mayoritas berupa lahan terbangun, sedangkan di Surabaya bagian timur dan barat berupa vegetasi dan perairan.

Kemudian perubahan luasan UHI secara temporal dari tahun 2002, 2014, dan 2019 dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut.

Tabel 4.18 Perubahan Luasan UHI

Tahun	Metode Ambang Batas		Metode *Hot Spot Analysis*	
	Luas Non-UHI (%)	Luas UHI (%)	Luas Non-UHI (%)	Luas UHI (%)
2002	61,013	38,987	70,249	29,751
2014	61,244	38,756	70,866	29,134
2019	63,678	36,322	80,356	19,644



Gambar 4.18 Diagram Perubahan Luasan UHI

Dari tabel dan gambar diatas menunjukkan bahwa dari hasil peta distribusi UHI metode ambang batas, dari tahun 2002 ke 2014 luas area terdampak UHI menurun sebesar 0,231% atau sebesar 0,760 km^2. Kemudian dari tahun 2014 ke 2019, luas area terdampak UHI mengalami penurunan lagi sebesar 2,434% dari luas Kota Surabaya atau sebesar 7,995 km^2. Sedangkan dari hasil peta distribusi UHI metode *Hot Spot Analysis*, luas area yang terdampak UHI juga mengalami penurunan dari tahun 2002 ke 2014 sebesar 0,617% atau sebesar 2,027 km^2. Kemudian dari tahun 2014 ke 2019 menurun lagi sebesar 9,490% atau sebesar 31,168 km^2.

Berdasarkan analisa penulis, berikut beberapa faktor yang dapat menjadi penyebab dari turunnya luasan UHI:

1) Dari hasil *Land Surface Temperature* (LST) menunjukkan bahwa nilai standar deviasi selalu menurun dari tahun 2002, 2014, dan 2019. Standar deviasi merupakan ukuran yang menggambarkan sebaran atau variasi data terhadap nilai rata-ratanya (Setiawan & Permana, 2008) . Semakin kecil standar deviasi maka semakin kecil variasi nilai suhu atau semakin dekat nilai suhu tiap pikselnya dengan nilai rata-rata suhu seluruh piksel, sebaliknya semakin besar

standar deviasi maka semakin besar pula variasi nilai suhu atau semakin jauh nilai suhu tiap pikselnya dengan nilai suhu rata-rata seluruh piksel. Hal ini dapat mempengaruhi luasan UHI, dikarenakan UHI tercipta karena adanya suhu tinggi di pusat kota yang dikelilingi suhu rendah di sekitarnya, semakin besar perbedaan suhunya maka akan semakin besar pula nilai UHI-nya.

2) Kebijakan Pemerintah Kota Surabaya yang selalu berupaya menambah Ruang Terbuka Hijau di Surabaya terutama di pusat kota dapat membantu mengurangi suhu udara dan intensitas UHI. Ketika perbedaan suhu di pusat kota dibandingkan dengan suhu di sekitarnya semakin kecil, maka akan semakin kecil intensitas UHI-nya.

Berdasarkan data pada tahun 2010 luas RTH sebesar 6.680,25 Ha atau 19,97%, kemudian naik menjadi seluas 6.837,48 Ha atau 20,44% pada tahun 2014 (Puri, 2017) , dan naik lagi pada tahun 2018 menjadi 7.290,53 Ha atau 21,79% dari luas kota Surabaya (Pemkot, 2019).

Untuk melihat pengaruh dari keberadaan ruang terbuka hijau, penulis melakukan identifikasi beberapa contoh lokasi yang terjadi penurunan luasan UHI di peta sebagai berikut:

i. Kecamatan Wonokromo, terjadi penurunan luasan UHI dari tahun 2002, 2014, dan 2019. Diketahui telah dibangun Taman Bungkul yang terletak di Jl. Taman Bungkul, Darmo, Kec. Wonokromo, Surabaya pada tahun 2007 (Liputan 6, 2013).

ii. Kecamatan Sukolilo, terjadi penurunan luasan UHI dari tahun 2002, 2014, dan 2019. Diketahui terdapat Taman Nginden Intan yang diresmikan pada tahun 2013 (detikNews, 2013) dan Taman Harmoni (bekas TPA Keputih) yang diresmikan pada tahun 2019 (SURYA.co.id, 2019).

iii. Kecamatan Genteng, terjadi penurunan luasan UHI dari tahun 2002, 2014, dan 2019. Diketahui terdapat Taman Buah Undaan yang diresmikan pada 2009 (sheradiofm.com, 2013) dan Taman Ekspresi yang diresmikan pada 2011 (Taufik, 2014).
iv. Kecamatan Gubeng, terjadi penurunan luasan UHI dari tahun 2002, 2014, dan 2019. Diketahui terdapat Taman Flora yang diresmikan sejak tahun 2007 (Liputan 6, 2013).
v. Kecamatan Gayungan, terjadi penurunan luasan UHI dari tahun 2014 ke 2019. Diketahui terdapat Taman Pelangi yang diresmikan sejak tahun 2014 (Angkasa Pura II, 2020).
vi. Kecamatan Rungkut, terjadi penurunan luasan UHI dari tahun 2014 ke 2019. Diketahui terdapat Kebun Bibit Wonorejo yang diresmikan sejak tahun 2011 (Winartie, 2013).

4) Perbandingan Kedua Metode

Dari analisis UHI yang telah dilakukan menggunakan metode Ambang Batas dan *Hot Spot Analysis*, dapat disimpulkan bahwa jika ditinjau dari efisiensi, metode Ambang Batas lebih baik untuk digunakan dalam pembuatan Peta Distribusi UHI Kota Surabaya. Sedangkan jika ingin mendapatkan hasil yang lebih detail dapat menggunakan *Hot Spot Analysis*. Hal ini dikarenakan adanya beberapa perbedaan yang ditemukan dari kedua metode selama pengolahan sebagai berikut:

i. Untuk metode ambang batas, memiliki kelebihan yaitu dapat mengetahui daerah mana yang terdampak UHI beserta nilai besaran UHI-nya dalam satuan celcius (°C), sehingga dapat lebih mudah diinterpretasi seberapa besar nilai UHI-nya. Proses pengolahannya juga lebih mudah karena *input*-nya berupa raster. Kelas yang terbentuk dari peta hasil *output*-nya lebih sederhana dan

fleksibel karena jumlah kelas dapat disesuaikan dengan kebutuhan.

ii. Sedangkan metode *Hot Spot Analysis* (Getis-Ord Gi*) tidak hanya dapat mengetahui titik panas, namun dapat juga mengetahui titik dingin yang signifikan secara statistik. *Output* nilai UHI yang berasal dari perhitungan statistik Gi* itu sendiri, berupa z-*score* (standar deviasi), p-*value* (probabilitas), dan tingkat kepercayaan (Gi_Bin) (ESRI, 2016) . Kelas yang terbentuk secara *default* menampilkan kelas *non-significant*, *cold spot* (titik dingin) dan *hot spot* (titik panas) yang disertai tingkat kepercayaannya. Proses pengolahannya memerlukan waktu lebih lama karena *input*-nya berupa vektor, sedangkan hasil LST berupa raster, sehingga harus diekstrak terlebih dahulu nilai LST setiap pikselnya ke dalam bentuk titik (*point*), dan prosesnya lebih berat daripada metode Ambang Batas bergantung pada spesifikasi laptop/*pc* yang digunakan. Selain itu penerapan utama metode *Hot Spot Analysis* (Getis-Ord Gi*) yaitu untuk mengetahui banyaknya suatu kejadian (*events*) misalnya untuk c*rime analysis*.

iii. Perbedaan luasan yang dihasilkan dari kedua metode dapat disebabkan karena perbedaan cara penentuan daerah UHI dari masing-masing metode. Luasan UHI metode *Hot Spot Analysis* lebih sedikit daripada metode ambang batas, karena pada *Hot Spot Analysis* fitur dengan nilai tinggi mungkin menarik, tetapi mungkin bukan tempat yang signifikan secara statistik, sehingga untuk menjadi *hot spot* yang signifikan secara statistik, fitur akan memiliki nilai tinggi dan dikelilingi oleh fitur lain dengan nilai tinggi juga.

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Perhitungan *Land Surface Temperature* (LST) menggunakan metode *Single Channel Algorithm* berhasil dilakukan dengan nilai suhu permukaan rata-rata Kota Surabaya pada 19 Mei 2002 sebesar 29,094°C, pada 29 Juni 2014 sebesar 26,889°C, dan pada 11 Juni 2019 sebesar 27,130°C. Dari ketiga citra yang diolah memiliki pola distribusi suhu yang sama, dimana suhu rendah berada di pinggiran kota, dan semakin ke tengah atau pusat kota maka suhu semakin naik. Hasil uji korelasi antara *Land Surface Temperature* (LST) hasil pengolahan citra dengan suhu lapangan yang diperoleh dari stasiun cuaca BMKG menunjukkan bahwa nilai koefisien korelasi (R_{xy}) sebesar 0,449; yang artinya memiliki korelasi cukup.

Dari hasil peta distribusi *Urban Heat Island* (UHI) metode ambang batas, luas area yang terdampak UHI selalu mengalami penurunan dari tahun 2002, 2014, dan 2019 dengan luas penurunan masing-masing sebesar 0,760 km^2 dan 7,995 km^2. Sedangkan dari peta distribusi *Urban Heat Island* (UHI) Kota Surabaya metode *Hot Spot Analysis* (Getis-Ord Gi*), luas area yang terdampak UHI juga selalu mengalami penurunan dari tahun 2002, 2014, dan 2019 dengan luas penurunan masing-masing sebesar 2,027 km^2 dan 31,168 km^2. Dari hasil kedua metode tersebut, area yang terdampak UHI cenderung berada di tengah atau pusat Kota Surabaya, sedangkan area yang tidak terdampak UHI berada di wilayah pesisir dan pinggiran Kota Surabaya.

5.2 Saran

Perlu adanya data suhu lapangan yang lebih banyak dan tersebar secara merata untuk validasi *Land Surface Temperature* (LST), mengingat terbatasnya stasiun cuaca yang ada di Kota Surabaya. Selanjutnya untuk penerapan metode *Hot Spot Analysis* (Getis-Ord Gi*) pada data raster yang lebih baik, dapat menggunakan *tool "Find Hot Spots"* pada *software* ENVI. karena *tool* ini dapat memproses *Hot Spot Analysis* (Getis-Ord Gi*) pada data raster secara langsung tanpa perlu mengubah ke vektor terlebih dahulu. Namun *tool* ini memerlukan instalasi dan lisensi terpisah.

DAFTAR PUSTAKA

Abhirama, G., 2010. Hubungan antara Perkembangan *Central Business District* dengan *Urban Heat Island* Menggunakan Data Citra Satelit (Studi Kasus: Kota Semarang). Semarang.

Angkasa Pura II, 2020. Taman Pelangi. <URL:https://kualanamu-airport.co.id/pariwisata_detail/339/taman-pelangi>. Dikunjungi pada 19 Juli 2020, jam 09.25.

Asy-syakur, A. & Adnyana, I., 2009. Analisis Indeks Vegetasi Menggunakan Citra ALOS/AVNIR-2 Dan Sistem Informasi Geografi (SIG) Untuk Evaluasi Tata Ruang Kota Denpasar. *Bumi Lestari Journal of Environment,* 9(1), pp. 1-11.

Atrianta, L., Sudibyakto, A. & Hisbarn, D., 2017. *Pengaruh Intensitas Pemanfaatan Ruang Terhadap SUHI Di Perkotaan Yogyakarta,* Yogyakarta: Program Studi Ilmu Lingkungan Universitas Gadjah Mada.

Azhali, F. M., 2019. *Analisis Pola Perubahan Suhu Kota Surabaya Menggunakan Suhu Permukaan Tanah (SPT) Landsat 8 Dan Automatic Weather Station (AWS),* Surabaya: Program Studi Teknik Geomatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Barsi, J. A., Barker, J. & Schott, J. R., 2003. An Atmospheric Correction Parameter Calculator for a Single Thermal Band Earth-Sensing Instrument.. *IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium,* pp. 3014-3016.

BMKG, 2015. Data Online Pusat Database - BMKG. <URL:http://dataonline.bmkg.go.id/home>. Dikunjungi pada 21 Desember 2019, jam 21.30.

BPS, 2018. Jumlah Penduduk dan Laju Pertumbuhan Penduduk Menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur, 2010, 2016 dan 2017. <URL:https://jatim.bps.go.id/statictable/2018/10/29/1324/j

umlah-penduduk-dan-laju-pertumbuhan-penduduk-menurut-kabupaten-kota-di-provinsi-jawa-timur-2010-2016-dan-2017.html>. Dikunjungi pada 21 Desember 2019, jam 22.00.

Danoedoro, P., 1996. *Pengolahan Citra Digital.* Yogyakarta: Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada.

Danoedoro, P., 2012. *Pengantar Penginderaan Jauh Dijital.* Yogyakarta: Andi Offset.

DetikNews, 2013. Taman Nginden Intan Dilengkapi Alat Fitness Diresmikan Risma. <URL:https://news.detik.com/berita-jawa-timur/d-2385182/taman-nginden-intan-dilengkapi-alat-fitnes-diresmikan-risma>. Dikunjungi pada 19 Juli 2020, jam 09.05.

Dispendukcapil, 2019. Jumlah Penduduk Kota Surabaya. <URL:http://dispendukcapil.surabaya.go.id/berita/483-jumlah-penduduk-kota- surabaya>. Dikunjungi pada 21 Desember 2019, jam 22.00.

EOS, 2017. NDVI. <URL:https://eos.com/ndvi/>. Dikunjungi pada 22 Desember 2019, jam 20.00.

EPA, 2008. Learn About Heat Islands. <URL:https://www.epa.gov/heat-islands/learn-about-heat-islands>. Dikunjungi pada 22 Desember 2019, jam 19.08.

ESRI, 2016. Hot Spot Analysis (Getis-Ord Gi*). <URL:https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.6/tools/spatial-statistics-toolbox/hot-spot-analysis.htm>. Dikunjungi pada 24 Januari 2020, jam 21.00.

Estoque, R. C., Murayama, Y. & Myint, S. W., 2016. Effects of Landscape Composition and Pattern on Land Surface Temperature: an Urban Heat Island Study in The Megacities of Southeast Asia. *Science of the Total Environment,* pp. 50-61.

Fawzi, N. I., 2014. Pemetaan Emisivitas Menggunakan Indeks Vegetasi (*Surface Emissivity Mapping Using Vegetation Indices*). *Majalah Ilmiah Globe,* 16(2), pp. 133-140.

Fawzi, N. I., 2017. Mengukur *Urban Heat Island* Menggunakan Penginderaan Jauh, Studi Kasus di Kota Yogyakarta. *Majalah Ilmiah Globe,* 19(2), pp. 195-206.

Firozjaei, M. et al., 2020. Modelling Surface Heat Island Intensity According to Differences of Biophysical Characteristics: A Case Study of Amol City, Iran. *Ecological Indicators,* 109(September 2019), p. 105816.

Firozjaei, M. et al., 2018. Monitoring and Forecasting Heat Island Intensity Through Multi-Temporal Image Analysis and Cellular Automata-Markov Chain Modelling: A Case of Babol City, Iran. *Ecological Indicators,* Volume 91, pp. 155-170.

Hidayat, A., 2012. Uji *Pearson Product Moment* dan Asumsi Klasik. <URL:https://www.statistikian.com/2012/07/pearson-dan-asumsi-klasik.html>. Dikunjungi pada 23 Januari 2020, jam 23.00.

Howard, L., 1833. *The Climate of London: Deduced from Meteorological Observations Made in the Metropolis and at Various Places Around it.* London: Harvey and Darton.

Jaelani, L. M., 2013. Kalibrasi Radiometrik: Mengubah *Digital Number* (DN) ke *Radiance* dan/atau *Reflectance.* <URL:http://lmjaelani.com/2013/12/kalibrasi-radiometrik-mengubah-digital-number-dn-ke-radiance-danatau-reflectance/>. Dikunjungi pada 22 Desember 2019, jam 19.00.

Jaelani, L. M., 2015. Koreksi Atmosfer Landsat : Produk *Surface Reflectance*. <URL:http://lmjaelani.com/2015/01/landsat-terkoreksi-efek-atmosfer/>. Dikunjungi pada 22 Desember 2019, jam 19.05.

Jaelani, L. M., 2016. Teori Dasar Koreksi Atmosfer. <URL:http://lmjaelani.com/2016/04/slide-teori-dasarkoreksi-atmosfer/>. Dikunjungi pada 22 Desember 2019, jam 19.30.

Jatayu, A. & Susetyo, C., 2017. Analisis Perubahan Temperatur Permukaan Wilayah Surabaya Timur Tahun 2001-2016 Menggunakan Citra LANDSAT. *Jurnal Teknik ITS,* pp. 429-433.

Jatmiko, R. H., 2015. *Penggunaan Citra Saluran Inframerah Termal untuk Studi Perubahan Liputan Lahan dan Suhu sebagai Indikator Perubahan Iklim Perkotaan di Yogyakarta,* Yogyakarta: Program Pasca Sarjana, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada.

Jaya, I. N. S., 2010. *Analisis Citra Digital: Perspektif Penginderaan Jauh untuk Pengelolaan Sumberdaya Alam..* Bogor: Fakultas Kehutanan IPB.

Jensen, J. R., 1986. *Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective.* New Jersey: Prentice-Hall Inc.

Jimenez-Munoz, J. C. et al., 2009. Revision of the Single-Channel Algorithm for Land Surface Temperature Retrieval From Landsat Thermal-Infrared Data. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing,* Volume 47, pp. 339-349.

Kristianingsih, L., Wijaya, A. & Sukmono, A., 2016. Analisis Pengaruh Koreksi Atmosfer Terhadap Estimasi Kandungan Klorofil-a Menggunakan Citra Landsat 8. *Jurnal Geodesi Undip,* 5(4), pp. 56-64.

LAPAN, 2007. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra.* Jakarta: Deputi Penginderaan Jauh LAPAN.

Lillesand, T. M. & Kiefer, R. W., 1990. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra.* Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Lillesand, T. M. & Kiefer, R. W., 1997. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra.* Yogyakarta: Gajah Mada University Press.

Limas, A., Perdana, A., Nandhika, W. & Tannady, H., 2014. Pembahasan Mengenai Efek *Urban Heat Island* dan Solusi Alternatif Bagi Kota Jakarta. *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri,* 9(1), pp. 29-34.

Lindgren, D. T., 1985. *Land Use Planning and Remote Sensing.* Doldrecht: Martinus Nijhoff Publishers.

Liputan6, 2013. 6 Taman Kota yang Hijaukan Surabaya. <URL:https://www.liputan6.com/citizen6/read/617834/6-taman-kota-yang-hijaukan-surabaya>. Dikunjungi pada 19 Juli 2020, jam 09.00.

Liu, G., 2015. Satellites and Satellite Remote Sensing: Precipitation. *Encyclopedia of Atmospheric Sciences: Second Edition,* p. 107–115.

Muchsin, F., Liana, F. & Kuncoro, A., 2017. Model Koreksi Atmosfer Citra Landsat-7 (*Atmospheric Correction Models of Landsat-7 Imagery*). *Jurnal Penginderaan Jauh,* 14(2), pp. 101-110.

Muzaky, H. & Jaelani, L. M., 2019. Analisis Pengaruh Tutupan Lahan terhadap Distribusi Suhu Permukaan: Kajian Urban Heat Island di Jakarta, Bandung dan Surabaya. *Jurnal Penginderaan Jauh Indonesia,* 2(1), pp. 45-51.

NASA, 2000. Measuring Vegetation (NDVI & EVI). <URL:https://earthobservatory.nasa.gov/features/MeasuringVegetation/measuring_vegetation_2.php>. Dikunjungi pada 22 Desember 2019, jam 22.15.

NASA, 2012. *Landsat Data Continuity Mission: brochure.* s.l.:NASA and USGS.

Noviyanti, E., 2016. *Konsep Manajemen UHI (Urban Heat Island) di Kawasan CBD Kota Surabaya (UP.Tunjungan),* Surabaya: Program Doctoral Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Peraturan Menteri (Permen) PU Nomor 05/PRT/M/2008 tentang Pedoman Penyediaan Ruang Terbuka Hijau (RTH) di Kawasan Perkotaan

Pemkot, S., 2019. Turunkan Suhu hingga 2 Derajat, Begini Cara Wali Kota Risma Perangi Polusi di Surabaya. <URL:https://surabaya.go.id/id/berita/51526/turunkan-suhu-hingga-2-derajat>. Dikunjungi pada 07 Juli 2020, jam 18.30.

Puri, H. S., 2017. Perbandingan Pengelolaan Ruang Terbuka Hijau Kota Semarang Dan Kota Surabaya Tahun 2010-2015. <URL:https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jpgs/article/download/15959/15419>. Dikunjungi pada 07 Juli 2020, jam 19.00.

Purwadhi, S. H., 2002. *Interpretasi Citra Digital.* Jakarta: Grasindo.

Rahman, A., 2011. Modul Ajar (Pengolahan Citra Digital dan Aplikasinya) Berbasis ENVI Ver 4.4. <URL:http://eprints.ulm.ac.id/15/1/Modul%20%20Image%20Processing.pdf>. Dikunjungi pada 24 Desember 2019, jam 19.45.

Rahman, W., 2018. *Analisis Pengaruh Perubahan Penutup Lahan Terhadap Sebaran Suhu Permukaan di Kota Batu pada Tahun 2002 dan 2017,* Surakarta: Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Sari, V. D., Taufik, M. & Jaelani, L. M., 2015. *Perbandingan Pengaruh Koreksi Radiometrik Citra Landsat 8 Terhadap Indeks Vegetasi Pada Tanaman Padi.* Surabaya, Departemen Teknik Infrastruktur Sipil, pp. 13-20.

Setiawan & Permana, P., 2008. Pengantar Statistik - Direktori File UPI. <URL:http://file.upi.edu/Direktori/FPBS/JUR._PEND._BAHASA_JERMAN/195906231987031-SETIAWAN/PS_06.pdf>. Dikunjungi pada 16 Juli 2020, jam 09.00.

Sheradiofm.com, 2013. Wisataman Surabaya. <URL:http://www.sheradiofm.com/news/2013/8-2940-Wisataman-Surabaya!>. Dikunjungi pada 19 Juli 2020, jam 09.15.

Sobrino, J., 2010. A Single-Channel Algorithm for Land-Surface Temperature Retrieval From ASTER Data. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters,* 7(1), pp. 176 - 179.

Sobrino, J. A. et al., 2008. Land Surface Emissivity Retrieval From Different VNIR and TIR Sensors. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing,* pp. 316-327.

Streutker, D. R., 2003. Satellite-measured Growth of the Urban Heat Island of Houston, Texas. *Remote Sensing of Environment,* Volume 85, p. 282 – 289.

Sukojo, B. M. & Kustarto, H., 2002. Perbaikan Geometrik Trase Jaringan Jalan Dengan Menggunakan Teknologi Penginderaan Jauh Dan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Makara Sains,* 3(6), pp. 136-141.

Surya.co.id, 2019. Sambutan Warga Rusun terkait Diresmikannya Taman Harmoni yang Bekas Lahan TPA Keputih. <URL:https://surabaya.tribunnews.com/2019/05/16/sambutan-warga-rusun-terkait-diresmikannya-taman-harmoni-yang-bekas-lahan-tpa-keputih>. Dikunjungi pada 19 Juli 2020, jam 09.10.

Sutanto, 1987. *Penginderaan Jauh Jilid II.* Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Taufik, M., 2014. Cantiknya Taman Ekspresi buatan Risma di Kota Pahlawan. <URL:https://www.merdeka.com/foto/peristiwa/357978/20140427200439-cantiknya-taman-ekspresi-buatan-risma-di-kota-pahlawan-001-nfi.html>. Dikunjungi pada 19 Juli 2020, jam 09.20.

Tursilowati, L., 2010. Pulau Panas Perkotaan Akibat Perubahan Tata Guna dan Penutup Lahan di Bandung dan Bogor. *Jurnal Sains Dirgantara,* 3(1).

USGS, 2014. Landsat Processing Detail. <URL:http://landsat.usgs.gov/Landsat_Processing_Details.php.>. Dikunjungi pada 22 Desember 2019, jam 19.30.

USGS, 2015. Landsat-Earth Observation Satellites. <URL:https://pubs.usgs.gov/fs/2015/3081/fs20153081.pdf>. Dikunjungi pada 22 Desember 2019, jam 19.15.

Utami, F. P., Prasetyo, Y. & Sukmono, A., 2016. Analisis Spasial Perubahan Luasan Mangrove Akibat Pengaruh Limpasan

Sedimentasi Tersuspensi dengan Metode Penginderaan Jauh (Studi Kasus: Segara Anakan Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah). *Jurnal Geodesi Undip,* 5(1), pp. 305-316.

Utomo, A., Suprayogi, A. & Sasmito, B., 2017. Analisis Hubungan Variasi *Land Surface Temperature* Dengan Kelas Tutupan Lahan Menggunakan Data Citra Satelit Landsat (Studi Kasus: Kabupaten Pati). *Jurnal Geodesi Undip,* 6(2), pp. 71-80.

Voogt, J. & Oke, T., 2003. Thermal Remote Sensing of Urban Climates. *Remote Sensing of Environment,* 86(3), pp. 370-384.

Walawender, J. P., Szymanowski, M., Hajto, M. J. & Bokwa, A., 2014. Land Surface Temperature Patterns in the Urban Agglomeration of Krakow (Poland) Derived from Landsat-7/ETM+ Data. *Pure and Applied Geophysics,* pp. 913-940.

Watts, R., 2013. *Engineering Response to Climate Change.* 2nd penyunt. s.l.:CRC Press.

Weng, Q. et al., 2019. Statistical Analysis of Surface Urban Heat Island Intensity Variations: A Case Study of Babol City, Iran. *GIScience & Remote Sensing,* 56(4), pp. 576-604.

Winartie, 2013. Wisata Edukasi di Kebun Bibit Wonorejo. <URL:http://surabaya.panduanwisata.id/wisata-alam/wisata-edukasi-di-kebun-bibit-wonorejo/>. Dikunjungi pada 19 Juli 2020, jam 09.30.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

A. Data Validasi Tutupan Lahan

No.	Koordinat		Lapangan
	Lintang (°)	Bujur (°)	
1	-7,222104	112,719436	Vegetasi
2	-7,232766	112,622773	Vegetasi
3	-7,250824	112,798047	Vegetasi
4	-7,260694	112,700295	Vegetasi
5	-7,274782	112,775596	Vegetasi
6	-7,278165	112,670749	Vegetasi
7	-7,283014	112,680004	Vegetasi
8	-7,285070	112,780526	Vegetasi
9	-7,289954	112,636562	Vegetasi
10	-7,293868	112,678958	Vegetasi
11	-7,295948	112,629520	Vegetasi
12	-7,299494	112,697724	Vegetasi
13	-7,301391	112,637637	Vegetasi
14	-7,306291	112,764310	Vegetasi
15	-7,308134	112,708352	Vegetasi
16	-7,311352	112,787965	Vegetasi
17	-7,318939	112,789897	Vegetasi
18	-7,319486	112,719263	Vegetasi
19	-7,319872	112,827663	Vegetasi
20	-7,327445	112,694841	Vegetasi
21	-7,329166	112,810042	Vegetasi
22	-7,330533	112,666868	Vegetasi
23	-7,340303	112,806012	Vegetasi
24	-7,344455	112,785109	Vegetasi
25	-7,214559	112,777261	Vegetasi
26	-7,216643	112,655583	Vegetasi
27	-7,227417	112,748791	Vegetasi

28	-7,228923	112,780305	Vegetasi
29	-7,234412	112,692319	Vegetasi
30	-7,237827	112,648869	Vegetasi
31	-7,237839	112,789304	Vegetasi
32	-7,242014	112,761886	Vegetasi
33	-7,243576	112,634221	Vegetasi
34	-7,247159	112,618478	Vegetasi
35	-7,250278	112,729050	Vegetasi
36	-7,252702	112,660876	Vegetasi
37	-7,255046	112,687506	Vegetasi
38	-7,258736	112,786398	Vegetasi
39	-7,263562	112,658471	Vegetasi
40	-7,271472	112,789708	Vegetasi
41	-7,271424	112,801661	Vegetasi
42	-7,280579	112,818539	Vegetasi
43	-7,293449	112,645268	Vegetasi
44	-7,302001	112,733536	Vegetasi
45	-7,302335	112,725117	Vegetasi
46	-7,303938	112,670030	Vegetasi
47	-7,303766	112,785762	Vegetasi
48	-7,305415	112,710244	Vegetasi
49	-7,306256	112,702912	Vegetasi
50	-7,318912	112,655142	Vegetasi
51	-7,321329	112,733669	Vegetasi
52	-7,329197	112,661429	Vegetasi
53	-7,329087	112,691044	Vegetasi
54	-7,335605	112,688895	Vegetasi
55	-7,337333	112,700102	Vegetasi
56	-7,338135	112,665266	Vegetasi
57	-7,342749	112,664468	Vegetasi
58	-7,200312	112,743527	Perairan
59	-7,201565	112,770421	Perairan
60	-7,218066	112,637117	Perairan

61	-7,226747	112,637148	Perairan
62	-7,226841	112,685771	Perairan
63	-7,229456	112,638245	Perairan
64	-7,252289	112,699448	Perairan
65	-7,278614	112,835102	Perairan
66	-7,296756	112,842782	Perairan
67	-7,303809	112,842539	Perairan
68	-7,324541	112,813555	Perairan
69	-7,328006	112,828511	Perairan
70	-7,335616	112,824739	Perairan
71	-7,268646	112,749222	Perairan
72	-7,201872	112,614242	Perairan
73	-7,208663	112,611550	Perairan
74	-7,220589	112,614309	Perairan
75	-7,224580	112,710210	Perairan
76	-7,227569	112,634707	Perairan
77	-7,235407	112,642884	Perairan
78	-7,238662	112,642896	Perairan
79	-7,239759	112,639640	Perairan
80	-7,245672	112,654602	Perairan
81	-7,305981	112,842004	Perairan
82	-7,315035	112,816505	Perairan
83	-7,325582	112,824426	Perairan
84	-7,199570	112,724511	Lahan Terbangun
85	-7,201728	112,654442	Lahan Terbangun
86	-7,204462	112,722085	Lahan Terbangun
87	-7,208488	112,733508	Lahan Terbangun
88	-7,216390	112,724032	Lahan Terbangun

89	-7,218667	112,766956	Lahan Terbangun
90	-7,219114	112,721054	Lahan Terbangun
91	-7,221383	112,766152	Lahan Terbangun
92	-7,223515	112,704773	Lahan Terbangun
93	-7,224065	112,774039	Lahan Terbangun
94	-7,226899	112,742542	Lahan Terbangun
95	-7,227587	112,775139	Lahan Terbangun
96	-7,228303	112,656984	Lahan Terbangun
97	-7,229002	112,759934	Lahan Terbangun
98	-7,233961	112,740124	Lahan Terbangun
99	-7,234168	112,756694	Lahan Terbangun
100	-7,234897	112,778699	Lahan Terbangun
101	-7,236068	112,609746	Lahan Terbangun
102	-7,237159	112,754805	Lahan Terbangun
103	-7,238212	112,617088	Lahan Terbangun
104	-7,241788	112,750205	Lahan Terbangun
105	-7,245485	112,776296	Lahan Terbangun

106	-7,250369	112,775772	Lahan Terbangun
107	-7,251685	112,786099	Lahan Terbangun
108	-7,255389	112,740207	Lahan Terbangun
109	-7,257449	112,768737	Lahan Terbangun
110	-7,258049	112,682356	Lahan Terbangun
111	-7,259504	112,728270	Lahan Terbangun
112	-7,261759	112,705732	Lahan Terbangun
113	-7,262783	112,791847	Lahan Terbangun
114	-7,265710	112,664455	Lahan Terbangun
115	-7,265583	112,698683	Lahan Terbangun
116	-7,266096	112,706563	Lahan Terbangun
117	-7,266282	112,729111	Lahan Terbangun
118	-7,266356	112,780181	Lahan Terbangun
119	-7,267622	112,660930	Lahan Terbangun
120	-7,273338	112,728323	Lahan Terbangun
121	-7,273327	112,731039	Lahan Terbangun
122	-7,275723	112,743001	Lahan Terbangun

123	-7,276630	112,788642	Lahan Terbangun
124	-7,278129	112,680529	Lahan Terbangun
125	-7,279245	112,744102	Lahan Terbangun
126	-7,279716	112,762576	Lahan Terbangun
127	-7,282520	112,738953	Lahan Terbangun
128	-7,283813	112,755257	Lahan Terbangun
129	-7,284418	112,738960	Lahan Terbangun
130	-7,284463	112,796823	Lahan Terbangun
131	-7,288108	112,766684	Lahan Terbangun
132	-7,287907	112,817482	Lahan Terbangun
133	-7,292945	112,708023	Lahan Terbangun
134	-7,292783	112,750402	Lahan Terbangun
135	-7,293874	112,677328	Lahan Terbangun
136	-7,296499	112,771335	Lahan Terbangun
137	-7,298856	112,722987	Lahan Terbangun
138	-7,299121	112,724618	Lahan Terbangun
139	-7,302657	112,722187	Lahan Terbangun

140	-7,303650	112,746098	Lahan Terbangun
141	-7,305828	112,743933	Lahan Terbangun
142	-7,307987	112,815390	Lahan Terbangun
143	-7,308941	112,710257	Lahan Terbangun
144	-7,309324	112,680645	Lahan Terbangun
145	-7,309437	112,722484	Lahan Terbangun
146	-7,309905	112,670052	Lahan Terbangun
147	-7,311376	112,781988	Lahan Terbangun
148	-7,312377	112,733906	Lahan Terbangun
149	-7,317574	112,792065	Lahan Terbangun
150	-7,318698	112,712468	Lahan Terbangun
151	-7,324051	112,659237	Lahan Terbangun
152	-7,325270	112,696191	Lahan Terbangun
153	-7,328062	112,746193	Lahan Terbangun
154	-7,330671	112,772556	Lahan Terbangun
155	-7,332217	112,723930	Lahan Terbangun
156	-7,333397	112,698939	Lahan Terbangun

157	-7,335694	112,736713	Lahan Terbangun
158	-7,339985	112,678315	Lahan Terbangun
159	-7,339985	112,749228	Lahan Terbangun
160	-7,339009	112,749814	Lahan Terbangun
161	-7,341020	112,691632	Lahan Terbangun
162	-7,343600	112,726419	Lahan Terbangun
163	-7,229114	112,657801	Lahan Terbangun
164	-7,234646	112,628213	Lahan Terbangun
165	-7,240121	112,614106	Lahan Terbangun
166	-7,241215	112,611665	Lahan Terbangun
167	-7,243377	112,614118	Lahan Terbangun
168	-7,249565	112,628266	Lahan Terbangun
169	-7,261526	112,695680	Lahan Terbangun
170	-7,261288	112,758158	Lahan Terbangun
171	-7,262125	112,752185	Lahan Terbangun
172	-7,266555	112,798381	Lahan Terbangun
173	-7,271020	112,695444	Lahan Terbangun

174	-7,274229	112,778310	Lahan Terbangun
175	-7,276083	112,646835	Lahan Terbangun
176	-7,276292	112,735941	Lahan Terbangun
177	-7,276784	112,749254	Lahan Terbangun
178	-7,278498	112,653907	Lahan Terbangun
179	-7,281247	112,787031	Lahan Terbangun
180	-7,288787	112,668853	Lahan Terbangun
181	-7,292696	112,772678	Lahan Terbangun
182	-7,294808	112,717538	Lahan Terbangun
183	-7,306111	112,809949	Lahan Terbangun
184	-7,306495	112,781426	Lahan Terbangun
185	-7,313625	112,761894	Lahan Terbangun
186	-7,315035	112,748044	Lahan Terbangun
187	-7,317378	112,702954	Lahan Terbangun
188	-7,319022	112,698613	Lahan Terbangun
189	-7,324310	112,734496	Lahan Terbangun
190	-7,325425	112,654351	Lahan Terbangun

191	-7,325666	112,662775	Lahan Terbangun
192	-7,325909	112,741837	Lahan Terbangun
193	-7,326576	112,779332	Lahan Terbangun
194	-7,327163	112,697557	Lahan Terbangun
195	-7,330109	112,707621	Lahan Terbangun
196	-7,330341	112,787497	Lahan Terbangun
197	-7,336284	112,793770	Lahan Terbangun
198	-7,337669	112,786440	Lahan Terbangun
199	-7,338153	112,773681	Lahan Terbangun
200	-7,345487	112,729415	Lahan Terbangun

B. Validasi Lapangan Peta UHI

Validasi Peta UHI Metode Ambang Batas Tahun 2002				
Kategori UHI	**Koordinat Lokasi (Geografis)**		**Jenis Tutupan Lahan**	**Kondisi RTH**
	Lintang	**Bujur**		
Non-UHI	-7,232164	112,650083	Tambak	Sedikit vegetasi
	-7,318326	112,660784	Sawah	Dipenuhi vegetasi, sawah basah
	-7,335242	112,811882	Sawah	Ada vegetasi di pematang sawah
	-7,295456	112,821025	Tambak	Ada vegetasi di pematang tambak
	-7,233582	112,789408	Sawah	Dipenuhi vegetasi, sawah basah
	-7,226089	112,715394	Lahan terbuka, lapangan	Ada vegetasi di sekitar lapangan dan di bangunan, ada bendungan
	-7,322000	112,718139	Sawah	Dipenuhi vegetasi, irigasi
	-7,276010	112,652164	Lahan terbuka	Dipenuhi vegetasi
UHI 1	-7,245701	112,753005	Pemukiman	sedikit vegetasi di halaman depan rumah
	-7,287227	112,653157	Pemukiman, perumahan	Ada vegetasi di halaman depan rumah
	-7,210413	112,652465	Bangunan Industri	Tidak ada

	-7,280749	112,804791	Pemukiman, perumahan	Ada vegetasi di halaman depan rumah, di lahan kosong, dan sepanjang trotoar jalan
	-7,339139	112,780846	Pemukiman	Ada vegetasi di halaman depan rumah
	-7,336776	112,718326	Pemukiman	Ada vegetasi di halaman depan rumah
	-7,282385	112,737212	Pemukiman	Ada vegetasi di halaman depan rumah
	-7,223442	112,763517	Pemukiman padat	sedikit vegetasi di halaman depan rumah
UHI 2	-7,213157	112,719566	Industri Pelabuhan	Tidak ada
	-7,249398	112,726250	Pemukiman padat	Ada vegetasi di halaman depan rumah
	-7,278505	112,721635	Pemukiman padat	sedikit vegetasi di halaman depan rumah
	-7,271641	112,753673	Pemukiman padat	Ada vegetasi di halaman depan rumah
	-7,295716	112,747630	Pemukiman padat	sedikit vegetasi di halaman depan rumah
	-7,332095	112,768486	Pemukiman padat	sedikit vegetasi di halaman depan rumah
	-7,317439	112,794511	Pemukiman padat	Ada vegetasi di halaman depan rumah

	-7,263556	112,663431	Pemukiman padat	sedikit vegetasi di halaman depan rumah
UHI 3	-7,246886	112,691459	Bangunan Industri, pergudangan	Tidak ada
	-7,245564	112,712966	Bangunan Industri Rumahan, Pasar Loak	Tidak ada
	-7,284360	112,748296	Lapangan	Ada vegetasi di lahan kosong sekitarnya
	-7,317229	112,771259	Bangunan Industri	Tidak ada
	-7,328047	112,761360	Bangunan Industri	Tidak ada
	-7,298405	112,805281	Lahan terbuka	Tidak ada
	-7,301738	112,737819	Bangunan Pusat Perbelanjaan	Ada vegetasi di pinggir jalan raya
	-7,335946	112,691569	Lahan terbuka, lapangan	sedikit vegetasi, hanya di pinggir lapangan

Validasi Peta UHI Metode Ambang Batas Tahun 2014

Kategori UHI	**Koordinat Lokasi (Geografis)**		**Jenis Tutupan Lahan**	**Kondisi RTH**
	Lintang	**Bujur**		
Non-UHI	-7,232335	112,650120	Tambak	Sedikit vegetasi
	-7,275881	112,652107	Lahan terbuka	Dipenuhi vegetasi
	-7,318490	112,660884	Sawah	Dipenuhi vegetasi, sawah basah
	-7,335191	112,812172	Pemukiman	Ada vegetasi di

				halaman depan rumah dan tanah kosong
	-7,295454	112,821014	Tambak	Ada vegetasi di pematang tambak
	-7,233540	112,789524	Tambak	Ada vegetasi di pematang tambak
	-7,226114	112,715371	Lahan terbuka, lapangan	Dipenuhi vegetasi seperti rerumputan di lapangan, dan pepohonan di sekitar lapangan
	-7,322086	112,718192	Lahan terbuka	Dipenuhi vegetasi
	-7,222459	112,609876	Sawah	Ada vegetasi di pematang sawah
	-7,201417	112,763215	Tambak	Tidak ada
UHI 1	-7,218565	112,631386	TPA Benowo	Sedikit vegetasi di pinggir jalan
	-7,251886	112,650217	Jalan raya dekat pemukiman	Ada vegetasi di sepanjang tepi jalan raya
	-7,222492	112,729552	Pemukiman	Ada vegetasi di halaman depan rumah
	-7,238544	112,776695	Pemukiman padat	Ada vegetasi di halaman depan rumah
	-7,262506	112,797647	Pemukiman	Ada vegetasi di halaman depan rumah
	-7,325074	112,776269	Pemukiman	Ada vegetasi di halaman depan rumah, di trotoar jalan
	-7,330224	112,711864	Pemukiman	Ada vegetasi di

				halaman depan rumah
	-7,282274	112,755394	Pemukiman	Ada vegetasi di halaman depan rumah
	-7,313245	112,665628	Pemukiman, perumahan	Ada vegetasi di halaman depan rumah dan tanah kosong
	-7,265108	112,718139	Pemukiman padat	Ada vegetasi di halaman depan rumah
UHI 2	-7,218643	112,725650	Industri Pelabuhan	Sedikit vegetasi di pinggir jalan
	-7,246607	112,690573	Bangunan Industri, pergudangan	Tidak ada
	-7,263463	112,663666	Pemukiman padat	Ada vegetasi di halaman depan rumah
	-7,278513	112,720239	Pemukiman padat	Ada vegetasi di halaman depan rumah
	-7,344444	112,673276	Bangunan Industri	Tidak ada
	-7,333960	112,767119	Pemukiman Padat	Ada vegetasi di halaman depan rumah
	-7,297115	112,751928	Pemukiman Padat	Ada vegetasi di halaman depan rumah
	-7,295934	112,747780	Pemukiman Padat	Ada vegetasi di halaman depan rumah
	-7,317178	112,771632	Bangunan Industri	Tidak ada
	-7,231917	112,680623	Bangunan	Tidak ada

			Industri	
Validasi Peta UHI Metode Ambang Batas Tahun 2019				
Kategori UHI	**Koordinat Lokasi (Geografis)**		**Jenis Tutupan Lahan**	**Kondisi RTH**
	Lintang	**Bujur**		
Non-UHI	-7,222630	112,609936	Sawah	Dipenuhi vegetasi, sawah basah
	-7,276038	112,652066	Lahan terbuka	Dipenuhi vegetasi
	-7,318504	112,661058	Sawah	Dipenuhi vegetasi, sawah basah
	-7,295520	112,820889	Tambak	Ada vegetasi di pematang tambak
	-7,233642	112,789409	Sawah	Dipenuhi vegetasi, sawah basah
	-7,201313	112,763029	Tambak	Ada vegetasi di pematang tambak
	-7,233546	112,717363	Danau	Tidak ada
	-7,299988	112,711672	Lahan terbuka	Dipenuhi vegetasi
	-7,320083	112,814427	Tambak	Ada vegetasi di pematang tambak
	-7,293597	112,637080	Lapangan Golf	Dipenuhi vegetasi
UHI 1	-7,241340	112,670676	Pemukiman, Perumahan	Sedikit vegetasi
	-7,312211	112,675931	Pemukiman	Ada vegetasi di halaman depan rumah
	-7,336901	112,780026	Pemukiman	Ada vegetasi di halaman depan rumah

	-7,302016	112,776031	Pemukiman	Ada vegetasi di halaman depan rumah
	-7,262932	112,797520	Pemukiman	Ada vegetasi di halaman depan rumah
	-7,219626	112,755311	Pemukiman	Ada vegetasi di halaman depan rumah
	-7,243841	112,751230	Pemukiman	Ada vegetasi di halaman depan rumah
	-7,264943	112,692268	Pemukiman	Ada vegetasi di halaman depan rumah
	-7,282697	112,767363	Pemukiman	Ada vegetasi di halaman depan rumah
	-7,198359	112,638564	Bangunan Industri	Sedikit vegetasi
	-7,297226	112,752421	Pemukiman Padat	Sedikit vegetasi
UHI 2	-7,217401	112,724106	Industri pelabuhan	Tidak ada
	-7,247308	112,715051	Bangunan Industri	Tidak ada
	-7,279033	112,719890	Pemukiman Padat	Ada vegetasi di halaman depan rumah
	-7,326196	112,749293	Pemukiman Padat	Ada vegetasi di halaman depan rumah
	-7,334173	112,766632	Pemukiman Padat	Ada vegetasi di halaman depan rumah
	-7,344016	112,673442	Bangunan Industri	Sedikit vegetasi

	-7,342367	112,684450	Bangunan Industri	Tidak ada
	-7,328152	112,762223	Bangunan Industri	Tidak ada
	-7,234039	112,687686	Bangunan Industri	Sedikit vegetasi di pinggir jalan
	-7,219063	112,632385	TPA Benowo	Sedikit vegetasi di pinggir jalan
	-7,275115	112,725071	Pemukiman Padat	Ada vegetasi di halaman depan rumah

Validasi Peta UHI Metode *Hot Spot Analysis* Tahun 2002				
Kategori UHI	**Koordinat Lokasi (Geografis)**		**Jenis Tutupan Lahan**	**Kondisi RTH**
	Lintang	**Bujur**		
Cold Spot 99% Confidence	-7,232164	112,650083	Tambak	Sedikit vegetasi
	-7,322000	112,718139	Sawah	Dipenuhi vegetasi
	-7,217385	112,610101	Sawah	Ada vegetasi di pematang sawah
	-7,281193	112,835825	Tambak	Ada vegetasi di pematang tambak
	-7,199770	112,762482	Tambak	Ada vegetasi di pematang tambak
Cold Spot 95% Confidence	-7,318326	112,660784	Sawah	Dipenuhi vegetasi, sawah basah
	-7,335242	112,811882	Sawah	Ada vegetasi di pematang sawah
	-7,295456	112,821025	Tambak	Ada vegetasi di pematang tambak
	-7,233582	112,789408	Sawah	Dipenuhi vegetasi
	-7,296738	112,702672	Lahan Kosong	Dipenuhi vegetasi
Cold Spot 90% Confidence	-7,334311	112,740468	Sawah	Dipenuhi vegetasi
	-7,286978	112,787966	Sawah	Dipenuhi vegetasi
	-7,236923	112,694026	Tambak	Sedikit vegetasi di pematang tambak
	-7,243611	112,619849	Sawah	Ada vegetasi
	-7,285918	112,660086	Sawah	Dipenuhi vegetasi

Not-SIgnificant	-7,226089	112,715394	Lahan Terbuka, lapangan kompleks TNI AL	Ada vegetasi mengelilingi lapangan dan di sekitar bangunan, ada bendungan
	-7,276010	112,652164	Lahan Terbuka	Dipenuhi vegetasi
	-7,292962	112,633661	Lahan Kosong	Dipenuhi vegetasi
	-7,232692	112,777287	Pemukiman	Sedikit vegetasi di halaman depan rumah
	-7,250109	112,627267	Sawah	Dipenuhi vegetasi
Hot Spot 90% Confidence	-7,245701	112,753005	Pemukiman	sedikit vegetasi di halaman depan rumah
	-7,287227	112,653157	Pemukiman, perumahan	Ada vegetasi di halaman depan rumah
	-7,280749	112,804791	Pemukiman, perumahan	Ada vegetasi di halaman depan rumah, lahan kosong, dan sepanjang trotoar jalan
	-7,282385	112,737212	Pemukiman	Ada vegetasi di halaman depan rumah
	-7,223442	112,763517	Pemukiman Padat	Sedikit vegetasi di halaman depan rumah
Hot Spot 95% Confidence	-7,210413	112,652465	Bangunan industri	Tidak ada
	-7,339139	112,780846	Pemukiman	Ada vegetasi di halaman depan rumah

	-7,336776	112,718326	Pemukiman	Ada vegetasi di halaman depan rumah
	-7,220324	112,753755	Pemukiman Padat	Sedikit vegetasi di halaman depan rumah
	-7,280969	112,705915	Pemukiman, perumahan	Sedikit vegetasi di halaman depan rumah
Hot Spot 99% Confidence	-7,325917	112,738384	Pemukiman Padat	Sedikit vegetasi di halaman depan rumah
	-7,213157	112,719566	Industri Pelabuhan	Tidak ada
	-7,278505	112,721635	Pemukiman Padat	sedikit vegetasi di halaman depan rumah
	-7,246886	112,691459	Bangunan Industri, pergudangan	Tidak ada
	-7,245564	112,712966	Bangunan industri rumahan, pasar loak	Tidak ada

Validasi Peta UHI Metode *Hot Spot Analysis* Tahun 2014

Kategori UHI	**Koordinat Lokasi (Geografis)**		**Jenis Tutupan Lahan**	**Kondisi RTH**
	Lintang	**Bujur**		
Cold Spot 99% Confidence	-7,232335	112,650120	Tambak	Sedikit vegetasi
	-7,295454	112,821014	Tambak	Ada vegetasi di pematang tambak
	-7,222459	112,609876	Sawah	Ada vegetasi di pematang sawah
	-7,201417	112,763215	Tambak	Tidak ada
	-7,297272	112,702083	Lahan terbuka	Dipenuhi vegetasi

Cold Spot 95% Confidence	-7,233540	112,789524	Tambak	Ada vegetasi di pematang tambak
	-7,332137	112,661650	Lahan terbuka	Dipenuhi vegetasi
	-7,268732	112,637174	Sawah	Dipenuhi vegetasi
	-7,337580	112,791202	Sawah	Ada vegetasi di pematang sawah
	-7,297844	112,803261	Lahan terbuka	Dipenuhi vegetasi
Cold Spot 90% Confidence	-7,303663	112,716084	Lahan terbuka	Dipenuhi vegetasi
	-7,296714	112,649161	Danau dan taman	Dipenuhi vegetasi
	-7,244711	112,788828	Tambak	Ada vegetasi di pematang tambak
	-7,340985	112,807048	Tambak	Ada vegetasi di pematang tambak
	-7,321414	112,818363	Tambak	Ada vegetasi di pematang tambak
Not-SIgnificant	-7,275881	112,652107	Lahan terbuka	Dipenuhi vegetasi
	-7,335191	112,812172	Pemukiman	Ada vegetasi di halaman depan rumah dan tanah kosong
	-7,226114	112,715371	Lahan Terbuka, lapangan kompleks TNI AL	Dipenuhi vegetasi seperti rerumputan di lapangan, dan pepohonan di sekitar lapangan
	-7,322086	112,718192	Lahan terbuka	Dipenuhi vegetasi
	-7,255445	112,625637	Sawah	Ada vegetasi di pematang sawah
Hot Spot 90%	-7,262506	112,797647	Pemukiman	Ada vegetasi di

Confidence				halaman depan rumah
	-7,313245	112,665628	Pemukiman, perumahan	Ada vegetasi di halaman depan rumah dan tanah kosong
	-7,328775	112,722639	Pemukiman	Ada vegetasi di halaman depan rumah dan sepanjang jalan
	-7,315776	112,685118	Pemukiman	Ada vegetasi di halaman depan rumah
	-7,257235	112,749891	Bangunan Sekolah	Ada vegetasi
Hot Spot 95% Confidence	-7,318490	112,660884	Sawah	Dipenuhi vegetasi, sawah basah
	-7,251886	112,650217	Jalan raya disekitar pemukiman	Ada vegetasi di sepanjang tepi jalan raya
	-7,238544	112,776695	Pemukiman Padat	Ada vegetasi di halaman depan rumah
	-7,282274	112,755394	Pemukiman Padat	Ada vegetasi di halaman depan rumah
	-7,309248	112,679915	Pemukiman Padat	Sedikit vegetasi
Hot Spot 99% Confidence	-7,218565	112,631386	TPA Benowo	Sedikit vegetasi di pinggir jalan
	-7,330224	112,711864	Pemukiman Padat	Ada vegetasi di halaman depan rumah
	-7,218643	112,725650	Industri Pelabuhan	Sedikit vegetasi di pinggir jalan
	-7,246607	112,690573	Bangunan Industri,	Tidak ada

			pergudangan	
	-7,344444	112,673276	Bangunan Industri	Tidak ada
	-7,317178	112,771632	Bangunan Industri	Tidak ada
Validasi Peta UHI Metode *Hot Spot Analysis* Tahun 2019				
Kategori UHI	**Koordinat Lokasi (Geografis)**		**Jenis Tutupan Lahan**	**Kondisi RTH**
	Lintang	**Bujur**		
Cold Spot 99% Confidence	-7,222630	112,609936	Sawah	Dipenuhi vegetasi, sawah basah
	-7,295520	112,820889	Tambak	Ada vegetasi di pematang tambak
	-7,201313	112,763029	Tambak	Ada vegetasi di pematang tambak
	-7,233546	112,717363	Danau	Tidak ada
	-7,320083	112,814427	Tambak	Ada vegetasi di pematang tambak
Cold Spot 95% Confidence	-7,318504	112,661058	Sawah	Dipenuhi vegetasi, sawah basah
	-7,222082	112,643679	Tambak	Ada vegetasi di pematang tambak
	-7,299626	112,628157	Lahan terbuka	Dipenuhi vegetasi
	-7,297480	112,782385	Danau	Ada vegetasi di sekitar danau
	-7,241705	112,706951	Tambak	Ada vegetasi di pematang tambak
Cold Spot 90% Confidence	-7,299988	112,711672	Lahan terbuka	Dipenuhi vegetasi
	-7,293597	112,637080	Lapangan Golf	Dipenuhi vegetasi
	-7,204909	112,745211	Danau	Ada vegetasi di sekitar danau

	-7,285999	112,642647	Lahan terbuka	Dipenuhi vegetasi
	-7,215600	112,621166	Tambak	Ada vegetasi di pematang tambak
Not-SIgnificant	-7,276038	112,652066	Lahan terbuka	Dipenuhi vegetasi
	-7,233642	112,789409	Sawah	Dipenuhi vegetasi, sawah basah
	-7,302016	112,776031	Pemukiman	Ada vegetasi di halaman depan rumah
	-7,262932	112,797520	Pemukiman	Ada vegetasi di halaman depan rumah
	-7,219626	112,755311	Pemukiman	Ada vegetasi di halaman depan rumah
Hot Spot 90% Confidence	-7,241340	112,670676	Bangunan Industri	Sedikit vegetasi
	-7,243841	112,751230	Pemukiman	Ada vegetasi di halaman depan rumah
	-7,265191	112,687384	Pemukiman	Ada vegetasi di halaman depan rumah
	-7,233320	112,762435	Pemukiman Padat	Sedikit vegetasi di halaman depan rumah
	-7,325044	112,778005	Pemukiman	Ada vegetasi di halaman depan rumah
Hot Spot 95% Confidence	-7,312211	112,675931	Pemukiman	Ada vegetasi di halaman depan rumah
	-7,336901	112,780026	Pemukiman	Ada vegetasi di halaman depan

				rumah
	-7,314379	112,744815	Pemukiman	Ada vegetasi di halaman depan rumah
	-7,259232	112,679744	Pemukiman Padat	Sedikit vegetasi di halaman depan rumah
	-7,258786	112,770026	Pemukiman Padat	Sedikit vegetasi di halaman depan rumah
Hot Spot 99% Confidence	-7,217401	112,724106	Industri pelabuhan	Tidak ada
	-7,344016	112,673442	Bangunan Industri	Sedikit vegetasi
	-7,342367	112,684450	Bangunan Industri	Tidak ada
	-7,219063	112,632385	TPA Benowo	Sedikit vegetasi di pinggir jalan
	-7,328152	112,762223	Bangunan Industri	Tidak ada

C. Data Stasiun Cuaca BMKG

BMKG

BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN METEOROLOGI KLAS I JUANDA SURABAYA
Alamat : Bandar Udara Juanda Surabaya, Telp. 031 – 8667540 Pes. 104, Fax. 031 -8673119
E-mail : meteo-juanda@bmg.go.id

DATA TEKANAN UDARA (mb)

GARIS LINTANG : 7.38460° LS
GARIS BUJUR : 112.78330° BT
TINGGI DIATAS PERMUKAAN LAUT : 3 Meter

JAM (WIB)	Tanggal			
	19 Mei 2002	29 Juni 2014	26 Mei 2019	11 Juni 2019
7:00	1011,8	1011,9	1011,7	1012,2
8:00	1012,2	1012,1	1011,9	1012,7
9:00	1012,2	1011,7	1011,9	1012,7
10:00	1011,6	1011,6	1011,4	1012,5
11:00	1011,2	1010,8	1010,8	1011,6
12:00	1010,3	1010	1010,3	1010,7
13:00	1009,7	1009	1009,6	1009,9
14:00	1009,1	1008,4	1008,6	1009,5
15:00	1008,9	1008,4	1008,4	1009,5
16:00	1008,7	1008,5	1008,5	1009,5
17:00	1009,2	1009,1	1009,1	1009,8
18:00	1009,7	1009,6	1009,2	1010,5
19:00	1010,7	1010,3	1009,8	1011,1
20:00	1011,4	1010,9	1010,6	1011,6
21:00	1011,8	1011,6	1011	1012,1
22:00	1011,9	1011,7	1011	1012,1
23:00	1011,5	1011,7	1010,8	1011,5
0:00	1011,2	1012	1010,4	1011,3
1:00	1010,7	1011,6	1010,1	1010,8
2:00	1010,2	1011,6	1009,9	1010,5
3:00	1010	1011,6	1009,6	1010,3
4:00	1010,3	1011,6	1010	1010,7
5:00	1010,7	1012,1	1010,4	1011
6:00	1011,2	1012,6	1011,1	1011,4

BMKG

BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN METEOROLOGI KLAS I JUANDA SURABAYA
Alamat : Bandar Udara Juanda Surabaya, Telp. 031 – 8667540 Pes. 104, Fax. 031 -8673119
E-mail : meteo-juanda@bmg.go.id

DATA SUHU UDARA (°C)

GARIS LINTANG : 7.38460° LS
GARIS BUJUR : 112.78330° BT
TINGGI DIATAS PERMUKAAN LAUT : 3 Meter

JAM (WIB)	Tanggal			
	19 Mei 2002	29 Juni 2014	26 Mei 2019	11 Juni 2019
7:00	24,4	25,4	26,2	25,2
8:00	27,5	26,8	27,4	27,6
9:00	30	28,8	30,8	29,6
10:00	30,6	29,8	31	30,8
11:00	31,3	29,8	31,8	31,5
12:00	31,3	31	32,2	32,4
13:00	31,8	31	32,8	32,6
14:00	31,1	30,6	31	32,4
15:00	31,3	30	33,1	32,1
16:00	30,8	29,8	32,2	31,6
17:00	30	29,4	31,2	31
18:00	28,5	29	30,1	30,3
19:00	27,9	28,8	29,7	29,9
20:00	27,6	28,8	29,1	29,2
21:00	27,3	28,3	28,6	28,8
22:00	26,9	27,2	28,1	28
23:00	25,9	26,5	27,7	26,7
0:00	25,2	26	27,4	26,1
1:00	24,9	25,6	27,3	25,5
2:00	24,6	24,5	26,5	25
3:00	24,4	23,9	25,4	24,6
4:00	24,1	24,1	25,3	24,3
5:00	23,8	23,9	25,2	24,3
6:00	23,6	23,7	25,1	24,1

BMKG

BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN METEOROLOGI KLAS I JUANDA SURABAYA
Alamat : Bandar Udara Juanda Surabaya, Telp. 031 – 8667540 Pes. 104, Fax. 031 -8673119
E-mail : meteojuanda@bmg.go.id

DATA KELEMBAPAN UDARA (%)

GARIS LINTANG : 7.38460° LS
GARIS BUJUR : 112.78330° BT
TINGGI DIATAS PERMUKAAN LAUT : 3 Meter

JAM (WIB)	Tanggal			
	19 Mei 2002	29 Juni 2014	26 Mei 2019	11 Juni 2019
7:00	82	89	78	85
8:00	76	81	79	79
9:00	64	68	66	71
10:00	52	59	60	66
11:00	48	64	59	59
12:00	53	53	59	54
13:00	50	58	52	53
14:00	50	61	60	56
15:00	52	64	47	56
16:00	55	64	53	59
17:00	57	67	62	60
18:00	64	67	67	65
19:00	71	69	71	74
20:00	76	69	76	75
21:00	80	74	78	77
22:00	83	79	81	78
23:00	92	83	82	78
0:00	92	86	85	80
1:00	92	82	84	80
2:00	92	87	87	83
3:00	92	89	89	84
4:00	93	88	89	87
5:00	93	89	90	87
6:00	93	90	90	88

BMKG

BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN METEOROLOGI PERAK I SURABAYA
Jl. Tanjung Sadari Colombo No.78 Surabaya , Telp/Fax : 0313291439, 0313287123
E-mail : meteomaritimsby@gmail.com, Website : www.maritimjatim.info

DATA TEKANAN UDARA (mb)

GARIS LINTANG : 07° 2236' LS
GARIS BUJUR : 112° 7239' BT
TINGGI DIATAS PERMUKAAN LAUT : +3 Meter

JAM (WIB)	Tanggal			
	19 Mei 2002	29 Juni 2014	26 Mei 2019	11 Juni 2019
7:00	1012.2	1011.3	1011.4	1011.9
8:00	1012.5	1011.7	1012.1	1012.6
9:00	1012.3	1011.7	1011.8	1012.6
10:00	1012.3	1011.4	1011.2	1012.5
11:00	1011.6	1010.4	1010.9	1011.6
12:00	1010.7	1009.8	1010.3	1010.7
13:00	1009.9	1008.9	1009.3	1009.8
14:00	1009.2	1008.3	1008.6	1009.4
15:00	1008.7	1008.4	1008.3	1009.5
16:00	1008.7	1008.5	1008.6	1009.5
17:00	1009.3	1009.1	1008.9	1009.7
18:00	1010.1	1009.3	1009.0	1010.5
19:00	1010.5	1010.0	1009.9	1011.2
20:00	1011.5	1010.7	1010.4	1011.7
21:00	1012.2	1011.2	1010.7	1012.0
22:00	1012.1	1011.3	1010.9	1011.8
23:00	1011.8	1011.5	1010.5	1011.5
0:00	1011.3	1011.6	1010.3	1011.2
1:00	1010.9	1011.6	1010.0	1010.8
2:00	1010.7	1011.5	1009.8	1010.8
3:00	1010.7	1011.4	1009.6	1010.8
4:00	1010.7	1011.1	1009.9	1010.8
5:00	1010.9	1011.8	1010.3	1011.2
6:00	1011.2	1012.3	1011.0	1011.6

Surabaya, 11 Maret 2020

Kasi Obs & Info

SUTARNO

Pembuat Laporan

MEILANSIH DWI RAHAYU

BMKG

BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN METEOROLOGI PERAK I SURABAYA
Jl. Tanjung Sadari Colombo No.78 Surabaya , Telp/Fax : 0313291439, 0313287123
E-mail : meteomaritimsby@gmail.com, Website : www.maritimjatim.info

DATA SUHU UDARA (°C)

GARIS LINTANG : 07° 2236' LS
GARIS BUJUR : 112° 7239' BT
TINGGI DIATAS PERMUKAAN LAUT : +3 Meter

JAM (WIB)	Tanggal			
	19 Mei 2002	29 Juni 2014	26 Mei 2019	11 Juni 2019
7:00	25.3	25.6	26.2	25.2
8:00	28.5	27.8	29.0	27.4
9:00	30.8	29.8	30.4	30.6
10:00	31.8	30.6	32.2	31.8
11:00	32.2	31.4	33.0	33.0
12:00	32.6	31.7	33.2	33.6
13:00	33.0	31.8	33.8	34.1
14:00	32.8	32.0	34.4	34.0
15:00	32.5	31.8	34.0	34.1
16:00	32.0	31.0	33.2	32.6
17:00	30.6	29.4	31.5	31.2
18:00	29.5	29.2	30.2	30.6
19:00	29.7	28.9	29.8	30.2
20:00	28.4	28.5	29.6	29.8
21:00	27.8	28.0	29.2	29.4
22:00	27.4	27.4	29.0	29.2
23:00	27.0	27.4	28.8	27.7
0:00	26.6	27.2	28.6	27.0
1:00	26.4	27.0	28.2	26.4
2:00	26.0	26.0	28.0	26.0
3:00	25.8	25.4	27.6	25.6
4:00	25.6	25.0	27.0	25.2
5:00	25.2	24.6	26.6	25.2
6:00	24.8	24.4	26.4	25.1

Surabaya, 11 Maret 2020

Kasi Obs & Info

SUTARNO

Pembuat Laporan

MEILANSIH DWI RAHAYU

BMKG

BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN METEOROLOGI PERAK I SURABAYA
Jl. Tanjung Sadari Colombo No.78 Surabaya , Telp/Fax : 0313291439, 0313287123
E-mail : meteomaritimsby@gmail.com, Website : www.maritimjatim.info

DATA KELEMBAPAN UDARA (%)

GARIS LINTANG : 07° 2236' LS
GARIS BUJUR : 112° 7239' BT
TINGGI DIATAS PERMUKAAN LAUT : +3 Meter

JAM (WIB)	Tanggal			
	19 Mei 2002	29 Juni 2014	26 Mei 2019	11 Juni 2019
7:00	89.0	86.0	81	79
8:00	71.0	76.0	71	74
9:00	60.0	63.0	67	64
10:00	57.0	57.0	56	59
11:00	56.0	48.0	51	51
12:00	56.0	49.0	49	48
13:00	49.0	54.0	49	46
14:00	46.0	54.0	46	47
15:00	48.0	56.0	48	50
16:00	50.0	58.0	53	53
17:00	53.0	63.0	62	62
18:00	63.0	64.0	69	67
19:00	65.0	63.0	72	71
20:00	76.0	67.0	72	70
21:00	79.0	71.0	74	75
22:00	82.0	74.0	75	76
23:00	83.0	74.0	76	75
0:00	84.0	77.0	78	76
1:00	84.0	80.0	80	77
2:00	89.0	81.0	80	79
3:00	89.0	82.0	82	81
4:00	89.0	84.0	81	82
5:00	90.0	85.0	84	82
6:00	90.0	87.0	85	82

Surabaya, 11 Maret 2020

Kasi Obs & Info

SUTARNO

Pembuat Laporan

MEILANSIH DWI RAHAYU

BMKG

BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN METEOROLOGI MARITIM KELAS II TANJUNG PERAK SURABAYA
Jl. Kalimas Baru No. 97B Surabaya – 60165, Telp/Fax : 0313291439, 0313287123
E-mail : meteomaritimsby@gmail.com, Website : www.maritimjatim.info

DATA TEKANAN UDARA

GARIS LINTANG : 07° 12' 20"
GARIS BUJUR : 112° 44' 08"
TINGGI DIATAS PERMUKAAN LAUT : 3 Meter

JAM (WIB)	Tanggal			
	19 Mei 2002	29 Juni 2014	26 Mei 2019	11 Juni 2019
7:00	1013.0	1011.6	1011.4	1012.9
8:00	1013.3	1011.9	1012.1	1013.3
9:00	1013.5	1011.9	1011.8	1013.3
10:00	1012.7	1011.5	1011.2	1012.6
11:00	1012.1	1010.4	1010.9	1011.6
12:00	1011.6	1009.7	1010.2	1010.9
13:00	1011.2	1008.8	1009.3	1010.3
14:00	1010.7	1008.4	1008.6	1009.7
15:00	1010.0	1008.4	1008.3	1009.5
16:00	1009.4	1008.6	1008.6	1009.3
17:00	1009.7	1009.0	1008.8	1009.6
18:00	1010.4	1009.5	1009.2	1010.0
19:00	1010.9	1010.4	1009.8	1010.5
20:00	1011.3	1011.0	1010.4	1011.3
21:00	1011.6	1011.6	1010.6	1011.8
22:00	1011.9	1011.6	1010.8	1012.1
23:00	1012.1	1011.7	1010.6	1012.1
0:00	1012.0	1011.6	1010.2	1012.0
1:00	1011.7	1011.5	1009.9	1011.9
2:00	1011.5	1011.4	1009.6	1011.7
3:00	1011.2	1011.4	1009.5	1011.5
4:00	1011.3	1011.3	1009.8	1011.3
5:00	1011.7	1011.7	1010.3	1011.6
6:00	1011.9	1012.0	1010.9	1011.9

Satuan dalam milibar (mb)

Surabaya, 11 Maret 2020

Kasi Obs & Info

SUTARNO

Pembuat Laporan

INDRI AULIA

BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN METEOROLOGI MARITIM KELAS II TANJUNG PERAK SURABAYA
Jl. Kalimas Baru No. 97B Surabaya – 60165, Telp/Fax : 0313291439, 0313287123
E-mail : meteomaritimsby@gmail.com, Website : www.maritimjatim.info

DATA SUHU UDARA

GARIS LINTANG : 07° 12' 20"
GARIS BUJUR : 112° 44' 08"
TINGGI DIATAS PERMUKAAN LAUT : 3 Meter

JAM (WIB)	Tanggal			
	19 Mei 2002	29 Juni 2014	26 Mei 2019	11 Juni 2019
7:00	27.8	26.3	26.3	25.2
8:00	29.5	28.1	29.5	27.4
9:00	30.0	30.1	31.0	29.8
10:00	32.6	31.3	32.6	31.4
11:00	33.0	32.1	33.8	33.7
12:00	33.0	32.9	34.6	35.0
13:00	33.2	32.4	35.5	35.9
14:00	33.0	33.8	35.8	35.6
15:00	32.6	32.2	34.0	35.3
16:00	32.4	31.2	33.0	33.1
17:00	30.2	30.2	31.6	31.2
18:00	29.6	29.4	30.0	30.6
19:00	29.3	29.0	29.6	30.2
20:00	28.8	28.6	29.8	29.6
21:00	28.4	28.0	29.2	29.2
22:00	28.0	27.6	28.8	29.1
23:00	27.6	27.5	28.6	28.2
0:00	27.1	27.2	28.4	27.3
1:00	26.8	27.0	28.2	26.4
2:00	26.5	26.4	27.6	26.1
3:00	26.3	25.9	27.2	25.8
4:00	26.0	25.5	27.0	25.5
5:00	26.0	25.2	26.8	25.5
6:00	26.4	25.2	26.5	25.4

Satuan dalam derajat celcius (°C)

Surabaya, 11 Maret 2020

Kasi Obs & Info

SUTARNO

Pembuat Laporan

INDRI AULIA

BMKG

BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN METEOROLOGI MARITIM KELAS II TANJUNG PERAK SURABAYA
Jl. Kalimas Baru No. 97B Surabaya – 60165, Telp/Fax : 0313291439, 0313287123
E-mail : meteomaritimsby@gmail.com, Website : www.maritimjatim.info

DATA KELEMBAPAN UDARA

GARIS LINTANG : 07° 12' 20"
GARIS BUJUR : 112° 44' 08"
TINGGI DIATAS PERMUKAAN LAUT : 3 Meter

JAM (WIB)	Tanggal			
	19 Mei 2002	29 Juni 2014	26 Mei 2019	11 Juni 2019
7:00	76	82	81	84
8:00	72	77	69	76
9:00	70	65	65	68
10:00	57	54	56	65
11:00	52	51	52	54
12:00	52	52	50	48
13:00	51	58	48	44
14:00	52	52	44	45
15:00	54	59	51	47
16:00	56	59	56	57
17:00	65	62	63	63
18:00	68	65	72	69
19:00	69	66	74	69
20:00	72	68	72	72
21:00	74	72	74	77
22:00	75	74	76	79
23:00	77	77	78	78
0:00	79	79	79	78
1:00	81	81	80	77
2:00	84	81	82	79
3:00	86	81	83	79
4:00	88	81	83	81
5:00	88	81	84	81
6:00	87	81	85	81

Satuan dalam prosentase (%)

Surabaya, 11 Maret 2020

Kasi Obs & Info

SUTARNO

Pembuat Laporan

INDRI AULIA

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BIODATA PENULIS

Penulis bernama Arik Yumna Pratiwi, lahir di Pasuruan, 03 Maret 1998, merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis bertempat tinggal di Dusun Mojorejo RT 02 RW 05, Desa Ngerong, Kec. Gempol, Kab. Pasuruan. Penulis menempuh pendidikan formal di TK Purnama Mojorejo, MI NU Purnama Mojorejo, kemudian SMP Negeri 1 Gempol dan SMA Negeri 1 Pandaan, Kabupaten Pasuruan. Setelah lulus dari SMA penulis melanjutkan kuliah S-1 dengan diterima lewat jalur SNMPTN di Teknik Geomatika – FTSPK, ITS pada tahun 2016 dengan NRP 03311640000012. Selama berkuliah di Teknik Geomatika ITS, penulis aktif mengikuti kegiatan organisasi yaitu Himpunan Mahasiswa Geomatika-ITS dimana penulis menjabat di Departemen Sosial Masyarakat tahun 2017-2019, penulis juga aktif mengikuti kepanitiaan yang diselenggarakan baik di tingkat departemen, fakultas, maupun institut. Penulis juga pernah melaksanakan Kerja Praktik di BPN Kabupaten Pasuruan pada tahun 2018, dan di Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) pada tahun 2019. Terakhir, penulis mengambil bidang keahlian penginderaan jauh pada tugas akhirnya dengan judul Analisis Perubahan Distribusi *Urban Heat Island* (UHI) Di Kota Surabaya Menggunakan Citra Satelit Landsat Multitemporal.