

## ANALISIS KONTRIBUTOR DOMINAN TERHADAP FENOMENA URBAN HEAT ISLAND (UHI) DI KOTA MEDAN

Yohana Christie Nainggolan\*), Bandi Sasmito, Abdi Sukmono

Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang Telp.(024)76480785, 76480788  
Email: [ngl.yohana@gmail.com](mailto:ngl.yohana@gmail.com)\*

### ABSTRAK

Perkembangan suatu kota dalam berbagai aspek akan meningkatkan produktifitas kota tersebut. Namun perkembangan tersebut menimbulkan konsekuensi seperti meningkatnya laju pertumbuhan lahan terbangun, angka kepadatan penduduk, urbanisasi, kemacetan, ketidaknyamanan dan sebagainya. Faktor-faktor konsekuensi tersebut juga akan memicu terjadinya fenomena *Urban Heat Island* (UHI) atau pemanasan pulau perkotaan. Oleh karena itu, penelitian ini akan membahas seberapa besar nilai pengaruh setiap faktor dalam memicu fenomena UHI. Penelitian ini berfokus pada faktor ruang terbangun (RTB), kerapatan vegetasi, kepadatan penduduk serta keberadaan kawasan industri. Penelitian dilakukan secara multitemporal, yaitu tahun 2009, 2014 dan 2019 menggunakan citra Landsat 5 dan Landsat 8. Pemilihan citra berdasarkan kemiripan waktu akuisisi citra dan kesamaan musim di lapangan. Pengolahan ruang terbangun dilakukan dengan klasifikasi supervised dan kerapatan vegetasi dengan algoritma NDVI. Penelitian juga akan menghasilkan nilai suhu permukaan di tiap tahun. Hasil pengamatan citra Landsat tahun 2009 hingga 2019 menunjukkan bahwa hampir semua faktor berkembang secara fluktuatif, begitu juga dengan suhu permukaan (*Land Surface Temperature*). Pada tahun 2009 LST rata-rata adalah 24,96°C, tahun 2014 LST rata-rata meningkat menjadi 33,32°C dan mengalami penurunan menjadi 30,18°C di tahun 2019. Adapun UHI sangat erat kaitannya dengan LST, dan berdasarkan hasil uji regresi faktor yang memiliki kontribusi paling dominan terhadap UHI adalah RTB dengan kontribusi sebesar 68,83%.

**Kata Kunci :** Citra Satelit Landsat, NDVI, Ruang Terbangun, Suhu Permukaan, *Urban heat island*

### ABSTRACT

*The development of a city in various aspects will increase the productivity of the city. However, these developments have consequences such as increased growth rates of built space, population density, urbanization, congestion, discomfort and other. These consequences factors will also trigger the phenomenon of Urban Heat Island (UHI) or urban island warming. Therefore, this study will discuss how the value influence each factor in triggering the UHI phenomenon. This research focuses on the built space, vegetation density, population density and industrial estates. The research was conducted multitemporally in 2009, 2014 and 2019 using Landsat 5 and Landsat 8 imagery. Image selection based on the similarity of image acquisition time and seasonality in the field. The processing of built space is done by supervised classification and vegetation density using the NDVI algorithm. The research will also produce surface temperature values each year. Observation of Landsat imagery from 2009 to 2019 shows that almost of all factors develop fluently, as well as surface temperature (*Land Surface Temperature*). In 2009 the average LST was 24,96oC, in 2014 the average LST increased to 33,3 oC and decreased to 30,18oC in 2019. UHI phenomenon is very closely related to the LST, and based on the results of the regression test the factor that have the most dominant contribution to UHI is built space with a contribution of 68,83%.*

**Keywords:** *Built Space, Landsat Imagery, Land Surface Temperature, , NDVI, Urban Heat Island*

\*)Penulis Utama, Penanggung Jawab

## I. Pendahuluan

### I.1 Latar Belakang

Kota Medan adalah kota metropolitan terbesar ketiga di Indonesia dan merupakan ibukota dari provinsi Sumatera Utara. Sebagai salah satu kota Pusat Kegiatan Nasional (PKN), Kota Medan memiliki konsekuensi yang cukup besar bagi perkembangan kotanya, dan tidak menutup kemungkinan akan terjadi permasalahan-permasalahan kota metropolitan pada umumnya, seperti urbanisasi, kemacetan, kepadatan penduduk, ketidaknyamanan dan lain-lain.

Menurut Badan Pusat Statistik Kota Medan tahun 2018 dalam kurun waktu 10 tahun terakhir

(2009-2018), sebagai sasaran urbanisasi kepadatan penduduk bergerak naik seiring dengan laju pertumbuhan penduduk. Dengan rata-rata jumlah jiwa adalah 2 juta jiwa di tiap tahunnya, hal ini akan mendorong banyak pembangunan kawasan pemukiman maupun alih fungsi lahan menjadi infrastruktur-infrastruktur lain dan pembangunan gedung-gedung tinggi.

Vegetasi adalah penutup lahan berupa tumbuh-tumbuhan atau tanaman yang merupakan salah satu unsur penyusun wilayah perkotaan. Setiap kumpulan dari vegetasi akan membentuk tingkat kerapatan yang

berbeda-beda. Tingkat kerapatan tersebut dapat dilihat dan dihitung dengan menggunakan metode NDVI. NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) merupakan suatu metode yang digunakan untuk menggambarkan tingkat kehijauan vegetasi atau tanaman.

Nilai kerapatan vegetasi di daerah perkotaan cenderung bersifat fluktuatif karena sifat dasar perkotaan yang cenderung mengalami perkembangan yang mendukung adanya konversi tutupan lahan, termasuk konversi vegetasi menjadi tutupan lahan yang lain. Peralihan tutupan lahan ini sangat berpengaruh terhadap kualitas lingkungan hidup yang berdampak ke berbagai sendi perkotaan. Salah satu contoh umum konversi tutupan lahan adalah dari vegetasi menjadi ruang terbangun (RTB) berupa kawasan pemukiman maupun kawasan industri.

Apabila pada suatu kota kerapatan vegetasi berkurang dan RTB bertambah akan menyebabkan meningkatnya suhu permukaan yang signifikan pada pusat kota dibanding dengan pinggiran kota tersebut. Selain itu tingginya pemakaian energi di sektor kawasan industri juga akan membuat perbedaan suhu di pusat dan pinggiran kota. Perbedaan suhu yang signifikan tersebut dikenal dengan istilah *Urban Heat Island*.

*Urban Heat Island* (selanjutnya akan disebut UHI) atau pulau bahang adalah suatu fenomena meningkatnya suhu udara perkotaan seiring dengan meningkatnya pembangunan dan aktivitas manusia di wilayah tersebut. UHI dicirikan seperti pulau udara permukaan panas yang terpusat di wilayah kota terutama pada daerah pusat kota dan akan semakin turun temperaturnya di daerah sekelilingnya yakni pada daerah pinggir kota. Hal ini dikarenakan terdapat dominasi material buatan yang menampung panas (*heat storage*) di wilayah kota. Dominasi material buatan menyebabkan terperangkapnya radiasi matahari sehingga suhu disekitarnya semakin tinggi (Badriyah, 2014).

Dalam studi yang bertujuan untuk melihat faktor yang memberikan kontribusi paling dominan terhadap fenomena UHI di Kota Medan ini dilakukan analisis dengan menggunakan data penginderaan jauh. Kelebihan penggunaan penginderaan jauh adalah adanya citra satelit dan algoritma pengolahan yang memungkinkan melakukan pengamatan di Kota Medan secara temporal. Citra Landsat juga digunakan untuk mengidentifikasi perubahan tutupan lahan dan persebaran suhu permukaan.

Ada beberapa faktor yang akan dikaitkan dengan UHI dalam penelitian ini, yaitu kerapatan vegetasi, kepadatan penduduk, kawasan industri dan RTB. Keempat hal tersebut akan dikaji untuk melihat faktor mana yang merupakan kontributor dominan terhadap fenomena UHI di Kota Medan.

## I.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana keadaan RTB, kerapatan vegetasi, kepadatan penduduk, serta keberadaan kawasan

industri di Kota Medan pada tahun 2009, 2014 dan 2019?

2. Bagaimana perubahan suhu permukaan di Kota Medan pada tahun 2009, 2014 dan 2019?
3. Bagaimana korelasi dan kontribusi RTB, kerapatan vegetasi, kepadatan penduduk, serta keberadaan kawasan industri dengan suhu?

## I.3 Tujuan Penelitian

Maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui keadaan RTB, kerapatan vegetasi, kepadatan penduduk, serta keberadaan kawasan industri di Kota Medan pada tahun 2009, 2014 dan 2019.
2. Mengetahui perubahan suhu permukaan di Kota Medan pada tahun 2009, 2014 dan 2019.
3. Menganalisis korelasi dan mengkaji kontribusi RTB, kerapatan vegetasi, kepadatan penduduk, serta keberadaan kawasan industri dengan suhu.

## I.4 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini dilakukan di Kota Medan, Provinsi Sumatera Utara tahun 2019.
2. Data yang digunakan adalah citra satelit Landsat 5 tahun 2009; citra satelit Landsat 8 tahun 2014 dan 2019; citra SPOT 6 Kota Medan tahun 2015, data kepadatan penduduk tahun 2009, 2014 dan 2018; data kawasan industri tahun 2009, 2014 dan 2018; batas administrasi Kota Medan dan data suhu permukaan lapangan.
3. Klasifikasi bangunan dilakukan dengan metode klasifikasi terbimbing (*Supervised Classification*).
4. Kerapatan vegetasi diidentifikasi dengan menggunakan algoritma *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) dan disajikan dalam unit per kecamatan.
5. Suhu permukaan dianalisis dengan menggunakan algoritma *Land Surface Temperature* (LST).
6. Analisis korelasi RTB, kerapatan vegetasi, kepadatan penduduk, serta keberadaan kawasan industri terhadap UHI dengan metode regresi sederhana.

## I.5 Metodologi Penelitian

Penelitian ini meliputi tahap persiapan, tahap pengolahan dan tahap analisis. Tahap persiapan meliputi studi literatur, memilih metode pengolahan dan menyiapkan alat dan bahan. Pada tahap pengolahan dilakukan pra pengolahan data berupa pengecekan data, mosaicking citra Landsat 5 tahun 2009, uji akurasi geometrik menggunakan citra SPOT 6 dan koreksi radiometrik citra Landsat, serta pemotongan citra sesuai area penelitian. Selain itu dilakukan pengolahan citra Landsat, data kependudukan dan data kawasan industri serta penggabungan data. Tahap terakhir adalah tahapan analisis untuk mengetahui seberapa besar hubungan RTB, kerapatan vegetasi, kepadatan penduduk, serta keberadaan kawasan industri masing-masing terhadap

persebaran suhu permukaan di Kota Medan. Korelasi dinilai dengan metode regresi linear sederhana.

**II. Tinjauan Pustaka**

**II.1 Penelitian Terdahulu**

Penelitian terdahulu oleh Seprilia Putri Darlina, dkk (2019) melakukan analisis fenomena UHI serta mitigasinya di Kota Semarang dengan metode penginderaan jauh pada citra multitemporal Landsat untuk menghitung perubahan luasan tutupan lahan. Penelitian terkini juga menggunakan metode tersebut tanpa melakukan analisis mitigasi. Selain itu, penelitian terkini menambahkan parameter yaitu kerapatan vegetasi, RTB, kawasan industri, serta kepadatan penduduk.

Almira Delarizka (2016), dkk (2016) melakukan penelitian fenomena UHI di Kota Semarang dengan menggunakan citra Landsat multitemporal. Fenomena UHI dikaitkan dengan perubahan suhu, perubahan tutupan lahan, dan perubahan indeks vegetasi yang diekstrak dari citra Landsat.

Nurfajrin Dhuha Andani, dkk (2018) menganalisis UHI dengan algoritma NDVI dan emisivitas, suhu permukaan, kelembaban udara relatif dan menghitung THI.

Sobri Effendy (2007), melakukan penelitian keterkaitan Ruang Terbuka Hijau dengan UHI wilayah Jabotabek. Penelitian terkini menggunakan parameter yang sama dengan penelitian tersebut dengan menambahkan analisis kontributor dominan penyebab UHI yang dilakukan di Kota Medan.

**II.2 Klasifikasi Supervised**

Metode pengukuran dan penetapan batas daerah di Klasifikasi *supervised* merupakan suatu metode klasifikasi yang menggunakan area sampling. Ketelitian ditentukan oleh kualitas *sampling* dan jumlah sampel. Area sampel dibuat dengan menggunakan *Region of Interest* (ROI). ROI harus terlebih dahulu dibuat sebelum melakukan proses klasifikasi *supervised* ini. ROI adalah area *sampling* yang dibentuk sebagai training area pada klasifikasi *supervised*.

Klasifikasi *supervised* dapat diartikan sebagai teknik klasifikasi yang diawasi. Menurut Projo Danoedoro (2012) klasifikasi *supervised* ini melibatkan interaksi analisis secara intensif, dimana analisis menuntun proses klasifikasi dengan identifikasi objek pada citra (*training area*). Sehingga pengambilan sampel perlu dilakukan dengan mempertimbangkan pola spektral pada setiap panjang gelombang tertentu, sehingga diperoleh daerah acuan yang baik untuk mewakili suatu objek tertentu.

Pemilihan sampel harus memperhatikan homogenitas nilai piksel pada tiap kelompok piksel yang dipilih. Sampel yang baik adalah sampel yang homogenitas nilai pikselnya tinggi, ditunjukkan oleh kecilnya simpangan baku, bentuk histogram, dan bentuk gugusnya yang mengelompok pada *feature space* (Danoedoro, 2012).

**II.3 Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)**

Indeks vegetasi dapat diinterpretasi melalui beberapa band spektral pada citra penginderaan jauh. Vegetasi memancarkan dan menyerap gelombang tertentu yang selanjutnya direkam oleh satelit penginderaan jauh sehingga dapat dibedakan antara vegetasi dan non-vegetasi (Horning, 2004).

Nilai kerapatan vegetasi dapat dihitung dengan menggunakan algoritma NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*). Melalui perhitungan NDVI dapat diketahui beberapa parameter vegetasi seperti biomass dedaunan hijau, *Leaf Area Index* (LAI), konsentrasi klorofil dan sebagainya yang dapat diperkirakan untuk pembagian kelas kerapatan vegetasi. Penghitungan NDVI menggunakan diferensiasi atau selisih antara dua band, yaitu *band Near Infrared* (NIR) dan *band merah* dan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$NDVI = \frac{(NIR-Red)}{(NIR+Red)} \dots\dots\dots (II - 1)$$

NIR = *band Near Infrared*

Red = *band merah*

NDVI memiliki rentang -1 sampai 1 dimana setiap rentangan nilai menginterpretasikan nilai kerapatan vegetasi yang berbeda-beda. Pembagian klasifikasi kerapatan vegetasi berdasarkan rentang nilai dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1** Klasifikasi NDVI berdasarkan rentang nilai (Sukmono, 2017)

NDVI	Keterangan
-1 s/d -0	Perairan
0 s/d 0,25	Vegetasi Jarang
0,25 s/d 0,55	Cukup Rapat
0,55 s/d 0,78	Rapat
0,78 s/d 1	Sangat Rapat

**II.4 Land Surface Temperature (LST)**

LST (*Land Surface Temperature*) dapat didefinisikan sebagai suhu permukaan rata-rata dari suatu permukaan yang digambarkan dalam cakupan suatu piksel dengan berbagai tipe permukaan yang berbeda (Faridah dan Krisbiantoro, 2014). LST adalah salah satu kunci parameter di berbagai studi lingkungan pada disiplin-disiplin ilmu yang berbeda, seperti geologi, hidrologi, ekologi, oseanografi, meteorologi, klimatologi, dan lain-lain (Jiménez-Muñoz dan Sobrino, 2008).

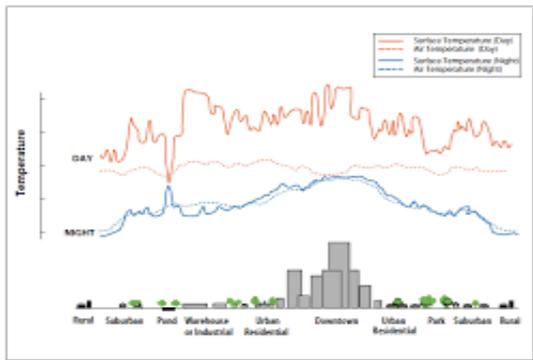
Analisis suhu permukaan dapat digunakan untuk menganalisa fenomena *urban heat island*. Suhu permukaan dapat diamati dengan teknologi penginderaan jauh yaitu menggunakan citra satelit yang memiliki sensor termal, seperti Landsat 5 dan Landsat 8. Radiasi gelombang pendek dan albedo dari objek yang direkam diestimasi berdasarkan nilai spektral *radiance* yang diperoleh dari nilai *digital number*. Albedo adalah perbandingan tingkat sinar matahari yang datang ke permukaan dengan yang dipantulkan kembali ke atmosfer (Wicahyani S., Sasongko S., Izzati M., 2013).

Radiasi dan albedo setiap jenis permukaan menentukan rona suhu yang ditangkap oleh satelit

sehingga menghasilkan kenampakan suhu yang direkam oleh sensor termal atau disebut suhu kecerahan (*brightness temperature*). Selanjutnya data nilai *radiance* tersebut dapat digunakan untuk mengetahui persebaran suhu permukaan pada suatu wilayah.

**II.5 Urban Heat Island (UHI)**

Fenomena *Urban Heat Island* (UHI) sering digunakan untuk menggambarkan pusat kota yang umumnya lebih panas dari lingkungan pinggiran kota. Pulau panas adalah suatu fenomena dimana suhu udara kota yang padat bangunan lebih tinggi daripada suhu udara terbuka di sekitarnya baik di desa maupun pinggir kota. Daerah urban (perkotaan) sering mempunyai suhu lebih tinggi 1-6°C dibandingkan daerah sekitarnya (daerah pinggiran/rural). Fenomena inilah yang dikenal sebagai "Pulau Panas Perkotaan" atau "*Urban Heat Island*" (UHI). Fenomena ini pertama kali ditemukan seorang ahli meteorologi bernama Luke Howard pada tahun 1818. Ilustrasi fenomena UHI dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Fenomena UHI

**III. Metodologi Penelitian**

**III.1 Diagram alir**

Diagram alir proses penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.

**III.2 Alat dan Software**

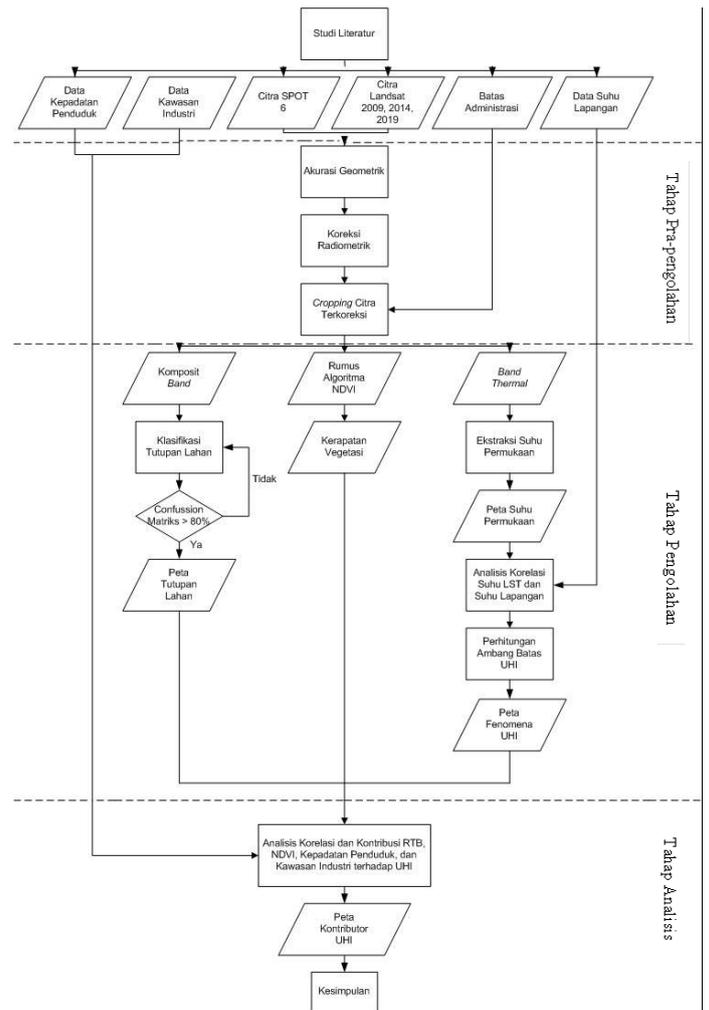
Peralatan yang akan digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi dua yaitu:

1. Perangkat keras (*Hardware*)
  - a) Laptop DELL
  - b) Termometer inframerah
2. Perangkat lunak (*Software*)
  - a) Perangkat lunak pengolah citra
  - b) Perangkat lunak pengolah GIS
  - c) Perangkat lunak pengolah kata
  - d) Perangkat lunak pengolah angka
  - e) Perangkat lunak pemetaan
  - f) Perangkat lunak pengolah diagram

**III.3 Data**

Adapun data yang perlukan pada penelitian ini adalah, sebagai berikut:

1. Citra satelit Landsat 5 Tahun 2009
2. Citra satelit Landsat 8 Tahun 2014
3. Citra satelit Landsat 8 Tahun 2019
4. Batas Administrasi Kota Medan



Gambar 2 Tahapan Penelitian

5. Data jumlah penduduk Kota Medan Tahun 2009,2014 dan 2018
6. Citra SPOT Kota Medan Tahun 2015

**III.4 Pengolahan Citra**

**III.4.1 Pra-pengolahan**

Tahapan ini terdiri dari mosaicking citra Landsat 5 tahun 2009, uji akurasi geometrik, koreksi radiometrik dan pemotongan citra.

**III.4.2 Pengolahan**

**III.4.2.1 Klasifikasi tutupan lahan**

Penelitian ini menggunakan metode klasifikasi terbimbing (*supervised classification*) untuk mereklasifikasi tutupan lahan. Dari setiap tutupan lahan diambil sampel sebanyak 5-10 buah dengan masing-masing sampel memuat 10-40 piksel dan diambil secara tersebar dan merata di seluruh cakupan area penelitian.

**III.4.2.2 Pengolahan suhu permukaan (*Land Surface Temperature*)**

Pengolahan ini dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan nilai suhu permukaan dengan menggunakan sensor termal. Dalam penelitian ini, ekstraksi suhu permukaan untuk Landsat 5 dilakukan

pada band thermal yaitu *band* 6, sedangkan pada Landsat 8 dilakukan pada *band* TIRS (*Thermal Infrared Sensor*) yaitu *band* 10 dan 11. Namun karena adanya gangguan (*stray light*) pada *band* 11, pengolahan hanya akan dilakukan pada *band* 10 saja (USGS, 2019). Tahapan pengolahan LST adalah sebagai berikut:

1. Konversi nilai *spectral radiance* menjadi *brightness temperature* (suhu kecerahan)

$$T = \frac{K2}{\ln\left(\frac{K1}{L\lambda} + 1\right)} \dots\dots\dots (II-1)$$

Keterangan :

- T = *Brightness Temperature* (K)
- K1 = konstanta kalibrasi radian spektral
- K2 = konstanta kalibrasi suhu absolut
- Lλ = radian spektral

2. Klasifikasi NDVI (*Normalized Difference Vegetatiton Index*)

$$NDVI = \frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red)} \dots\dots\dots (II-2)$$

Keterangan :

- NDVI = tingkat kehijauan vegetasi
- NIR = *band* NIR (*Near-Infrared Radiation*)
- Red = *band* merah

3. Penentuan nilai *Proportion of Vegetation* (Pv)

$$Pv = \left[\frac{(NDVI - NDVI_s)}{(NDVI_v - NDVI_s)}\right]^2 \dots\dots\dots (II-3)$$

Keterangan :

- Pv = *proportion of vegetation*
- NDVI = hasil pengolahan NDVI
- NDVI<sub>s</sub> = nilai NDVI *bare soil* (tanah kosong)
- NDVI<sub>v</sub> = nilai NDVI fraksi vegetasi 100%

4. Penentuan nilai Emisivitas (ε)

Nilai emisivitas dapat dihitung dengan menggunakan persamaan dimana nilai emisivitas vegetasi ε<sub>v</sub>=0,985 ± 0,007; nilai emisivitas tanah ε<sub>s</sub>=0,960 ± 0,010; dan nilai mean <math>\langle de \rangle = 0,015 \pm 0,008</math>.

$$\epsilon = 0.985Pv + 0.960(1 - Pv) + 0.06Pv(1 - Pv) \dots\dots\dots (II-4)$$

Keterangan :

- ε = emisivitas
- Pv = *proportion of vegetation*
- 0,985 = emisivitas vegetasi
- 0,960 = emisivitas tanah
- 0,06 = 4 x de (nilai *mean*)

5. Penentuan *Land Surface Temperature* (LST)

Suhu permukaan adalah suhu dari bagian terluar objek yang terkena oleh sinar matahari dan bergantung pada jenis tutupan lahan yang menutupi permukaan tersebut. Dengan menggunakan hukum Planck, suhu permukaan dapat diturunkan dari nilai suhu kecerahan (Artis dan Carnahan, 1982 dalam Pratama R., 2014).

$$TS = \frac{T}{\left(1 + \frac{\lambda T}{\rho}\right)} - 273 \dots\dots\dots (II-5)$$

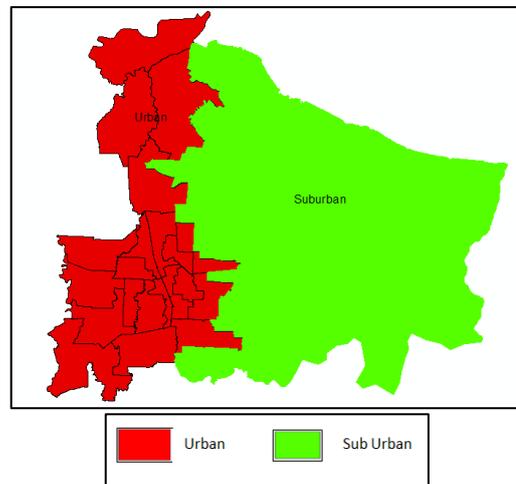
Keterangan :

- TS = suhu permukaan (°C)
- T = suhu kecerahan
- λ = panjang gelombang dari radiasi yang dipancarkan (nilai tengah dari band termal band 6 (Landsat 5) : 11.45 μm ; band 10 (Landsat 8) : 10.89 μm)

- δ = hc/σ (besarnya =1.438 x 10<sup>-2</sup> mK)
- ε = emisivitas objek
- 273 = nilai untuk konversi suhu dalam satuan Kelvin menjadi Celcius

### III.4.2.3 Penentuan *Urban Heat Island* (UHI)

UHI merupakan kondisi meningkatnya suhu udara di wilayah perkotaan dibandingkan dengan area sekitarnya hingga mencapai 3-10°C. Dalam penelitian ini, fenomena UHI ditentukan berdasarkan nilai dari hasil pengolahan *Land Surface Temperature* (LST). Penentuan nilai ambang batas dalam penelitian ini mengacu pada teori Khomaruddin (2004), dimana area yang diidentifikasi terkena UHI adalah area yang mengalami peningkatan suhu udara 3-10°C dari daerah suburban. Pembagian area suburban dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Pembagian area suburban

### III.4.2.4 Validasi suhu lapangan

Validasi atau pengecekan lapangan dilakukan untuk memastikan kesesuaian data hasil pengolahan dengan keadaan lapangan yang sebenarnya. Validasi dilakukan pada tanggal 11 Agustus 2019, menyesuaikan tanggal akuisisi citra terakhir. Hal ini dilakukan agar suhu yang diambil di lapangan adalah suhu yang sesuai dan tepat dengan yang direkam oleh citra.

## IV. Hasil dan Pembahasan

### IV.1 Hasil Pengolahan Citra

#### IV.1.1 Pra-pengolahan

Koreksi radiometrik menghasilkan rona citra yang berbeda. Citra hasil koreksi radiometrik terlihat lebih cerah dibanding citra yang tidak dikoreksi. Selain itu nilai statistik dan DN juga berubah.

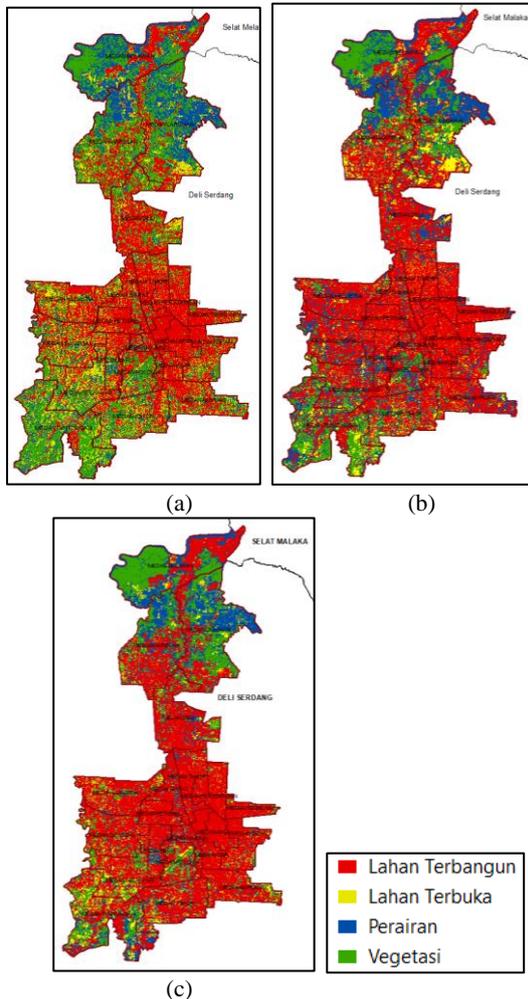
Uji akurasi geometrik untuk citra tahun 2009 menghasilkan RMSE 29,89m, tahun 2014 memiliki RMSE 32,35m dan tahun 2019 memiliki RMSE 26,79m. Uji ketelitian dilakukan berdasarkan PERKA BIG Nomor 15 Tahun 2014.

#### IV.1.2 Pengolahan

##### IV.1.2.1 Hasil klasifikasi tutupan lahan

Hasil pengolahan tutupan lahan menggunakan metode klasifikasi terbimbing (*supervised*) metode

Maximum Likelihood menghasilkan 4 kelas tutupan lahan, yaitu vegetasi, perairan, lahan terbuka serta lahan terbangun. Berikut hasil pengolahan tutupan lahan tahun 2009,2014 dan 2019 untuk rata-rata Kota Medan dapat dilihat pada Gambar 4 dan perubahannya pada Tabel 2.



Gambar 4 Hasil klasifikasi tutupan lahan (a) 2009, (b) 2014 dan (c) 2019

Tabel 2 Perubahan tutupan lahan Kota Medan

Kelas Tutupan Lahan	Luas (Ha)		
	2009	2014	2019
Lahan Terbangun	11498.15	15487.03	16537.63
Lahan Terbuka	3583.225	2445.618	1948.677
Perairan	4612.31	5537.342	4727.998
Vegetasi	8404.208	4627.906	4883.587
<b>Total</b>	<b>28097.89</b>	<b>28097.89</b>	<b>28097.89</b>

IV.1.2.2 Hasil kerapatan vegetasi (NDVI)

Berdasarkan hasil pengolahan kerapatan vegetasi dengan menggunakan algoritma NDVI perubahan kerapatan bisa dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Perubahan kerapatan vegetasi Kota Medan

Kelas Tutupan Lahan	Luas (Ha)		
	2009	2014	2019

Perairan	480,118	1033,661	984,663
Vegetasi Jarang	8848,396	8582,637	9287,365
Cukup Rapat	13162,381	11936,042	11176,967
Rapat	5600,694	5952,661	6010,208
Sangat Rapat	6,304	592,893	615,928
<b>Total</b>	<b>28097,894</b>	<b>28097,894</b>	<b>28097,894</b>

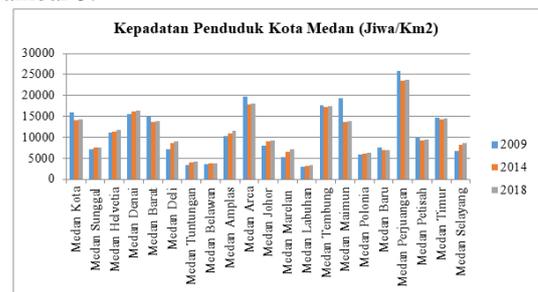
Berikut nilai NDVI rata-rata di tiap kecamatan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Nilai rata-rata NDVI

Kecamatan	NDVI Rata-rata		
	2009	2014	2019
Medan Kota	0,181	0,214	0,209
Medan Sunggal	0,344	0,363	0,348
Medan Helvetia	0,307	0,335	0,321
Medan Denai	0,298	0,309	0,291
Medan Barat	0,24	0,279	0,274
Medan Deli	0,308	0,329	0,33
Medan Tuntungan	0,514	0,531	0,513
Medan Belawan	0,339	0,322	0,369
Medan Amplas	0,321	0,329	0,319
Medan Area	0,163	0,191	0,184
Medan Johor	0,406	0,403	0,367
Medan Marelan	0,41	0,402	0,409
Medan Labuhan	0,429	0,387	0,397
Medan Tembung	0,24	0,26	0,25
Medan Maimun	0,278	0,315	0,31
Medan Polonia	0,403	0,438	0,417
Medan Baru	0,303	0,339	0,322
Medan Perjuangan	0,187	0,213	0,213
Medan Petisah	0,208	0,236	0,231
Medan Timur	0,236	0,266	0,255
Medan Selayang	0,397	0,422	0,406
<b>Rata-rata</b>	<b>0,310</b>	<b>0,328</b>	<b>0,321</b>

IV.1.2.3 Hasil kepadatan penduduk

Kepadatan penduduk di Kota Medan selalu mengalami peningkatan. Grafik perkembangan kepadatan penduduk Kota Medan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Grafik kepadatan penduduk

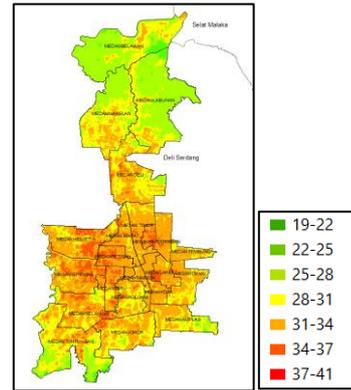
IV.1.2.4 Hasil jumlah kawasan industri

Berdasarkan hasil rekapitulasi, berikut pada Tabel 5 adalah hasil pengolahan data jumlah kawasan industri Kota Medan.

Tabel 5 Jumlah industri besar/ sedang di Kota Medan

No	Kecamatan	Tahun		
		2009	2014	2018
1	Medan Kota	3	8	9

2	Medan Sunggal	6	3	3
3	Medan Helvetia	3	8	6
4	Medan Denai	3	1	0
5	Medan Barat	11	3	5
6	Medan Deli	58	68	89
7	Medan Tuntungan	1	5	5
8	Medan Belawan	14	16	25
9	Medan Amplas	17	17	17
10	Medan Area	6	4	5
11	Medan Johor	23	31	33
12	Medan Marelan	2	3	3
13	Medan Labuhan	7	9	15
14	Medan Tembung	6	11	11
15	Medan Maimun	3	1	0
16	Medan Polonia	4	4	4
17	Medan Baru	1	2	2
18	Medan Perjuangan	5	6	6
19	Medan Petisah	8	7	7
20	Medan Timur	11	4	4
21	Medan Selayang	1	7	7
	<b>Jumlah</b>	<b>193</b>	<b>218</b>	<b>256</b>



(c)  
**Gambar 6** Perubahan suhu permukaan (a) 2009, (b) 2014, (c) 2019

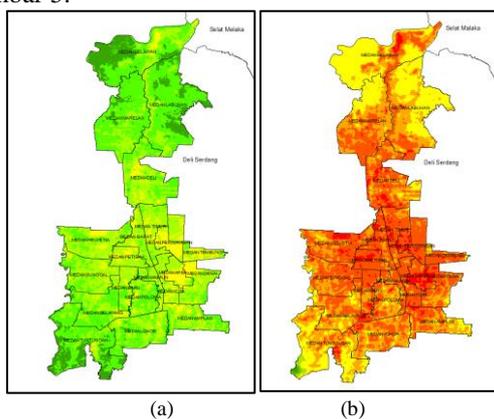
Adapun suhu rata-rata di tiap kecamatan adalah dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6** Suhu permukaan rata-rata Kota Medan

No	Kecamatan	LST Rata-rata		
		2009	2014	2019
1	Medan Kota	27,023	35,288	32,507
2	Medan Sunggal	25,82	24,231	32,586
3	Medan Helvetia	26,214	34,836	32,468
4	Medan Denai	26,765	34,67	31,327
5	Medan Barat	26,596	35,354	32,167
6	Medan Deli	25,806	34,385	30,854
7	Medan Tuntungan	23,027	31,195	29,178
8	Medan Belawan	23,404	31,429	27,09
9	Medan Amplas	25,731	33,417	30,238
10	Medan Area	27,976	36,192	32,679
11	Medan Johor	25,027	33,487	31,092
12	Medan Marelan	23,924	33,056	28,812
13	Medan Labuhan	23,327	31,603	27,179
14	Medan Tembung	27,376	34,925	31,741
15	Medan Maimun	25,94	34,151	31,814
16	Medan Polonia	25,112	33,414	31,276
17	Medan Baru	26,173	34,968	32,674
18	Medan Perjuangan	28,409	36,354	33,343
19	Medan Petisah	27,321	35,95	33,513
20	Medan Timur	26,726	35,355	31,941
21	Medan Selayang	24,842	33,307	31,86
	<b>Rata-rata</b>	<b>25,835</b>	<b>33,694</b>	<b>31,254</b>

IV.1.2.5 Analisis suhu permukaan (*Land Surface Temperature*)

Pengolahan suhu permukaan menghasilkan distribusi suhu permukaan (LST) pada tiap kecamatan di lokasi penelitian, yaitu Kota Medan. Dari hasil pengolahan juga akan diketahui fluktuasi suhu permukaan dari tahun ke tahun. Suhu permukaan di tiap tahun memiliki rentang yang berbeda. Berikut hasil pengolahan suhu permukaan dari tahun ke tahun pada Gambar 5.



IV.1.2.6 Validasi suhu permukaan

Validasi suhu permukaan perlu dilakukan untuk mengetahui tingkat keakuratan dan kesesuaian antara data hasil pengolahan dengan data keadaan sebenarnya di lapangan. Data suhu lapangan didapat melalui pengukuran langsung menggunakan thermometer infrared, dan diterapkan pada sampel yang sudah dipilih dari beberapa kelas suhu yang ada. Berdasarkan perhitungan didapatkan hasil sebagai berikut:

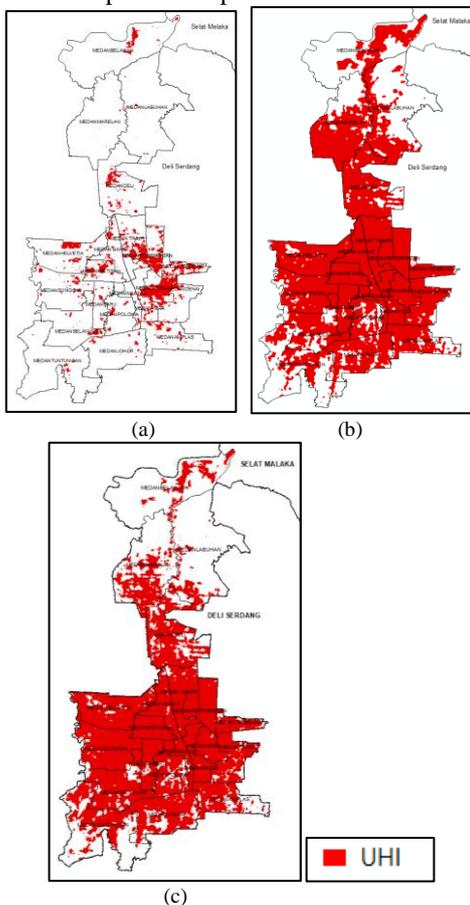
$$\begin{aligned} \text{Rata-rata selisih} &= 0,260 \\ \text{RMSE} &= 1,640 \end{aligned}$$

Nilai RMSE sebesar 1,640 yang berarti besar kesalahan atau *error* yang terjadi pada hasil pengolahan citra dibandingkan dengan nilai aktual suhu lapangan adalah sebesar 1,640°C. Hal ini menunjukkan bahwa data memiliki keakuratan yang cukup tinggi.

IV.1.2.7 Analisis Urban Heat Island (UHI)

Urban Heat Island (UHI) merupakan fenomena yang sering terjadi di kota besar, termasuk Kota Medan. Secara garis besar Kota Medan merupakan area urban sehingga area suburban diambil dari area yang berada diluar wilayah Kota Medan seperti Deli Serdang. Fenomena UHI adalah meningkatnya suhu di wilayah perkotaan sebesar 3-10°C dibanding daerah sekitarnya (suburban).

Pada penelitian ini analisis (UHI) dilakukan terhadap masing-masing tahun, yaitu tahun 2009, 2014 dan 2019. Nilai ambang batas UHI dihitung 3°C dari nilai rata-rata suhu permukaan di area suburban. Tahun 2009 nilai ambang batas adalah 28,18°C, tahun 2014 nilai ambang batas adalah 32,081°C dan tahun 2019 nilai ambang batas adalah 30,973°C. Persebaran area terdampak UHI dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 7 Persebaran fenomena UHI di Kota Medan tahun (a) 2009, (b) 2014, (c) 2019

Berikut perubahan area terdampak UHI tahun 2009, 2014 dan 2019.

Tabel 7 Luas area terdampak UHI

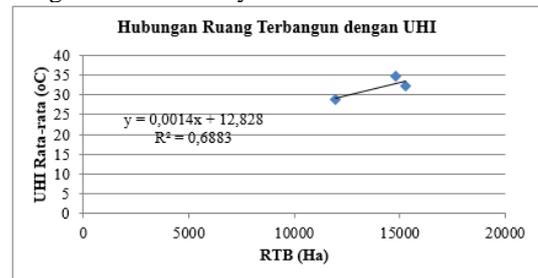
Kelas UHI	Luas (Ha)		
	2009	2014	2019
Non UHI	26060,96	8969,468	11356,229
UHI	2036,933	19128,426	16741,665
<b>Total</b>	<b>28097,894</b>	<b>28097,894</b>	<b>28097,894</b>

IV.2 Analisis Kontribusi Parameter terhadap Fenomena UHI

Hubungan antar tiap parameter dengan UHI dilakukan dengan menggunakan analisis regresi linear sederhana. Setiap parameter bertindak sebagai variabel bebas (X) dan UHI bertindak sebagai variabel terikat (Y).

IV.2.1 Ruang Terbangun (RTB)

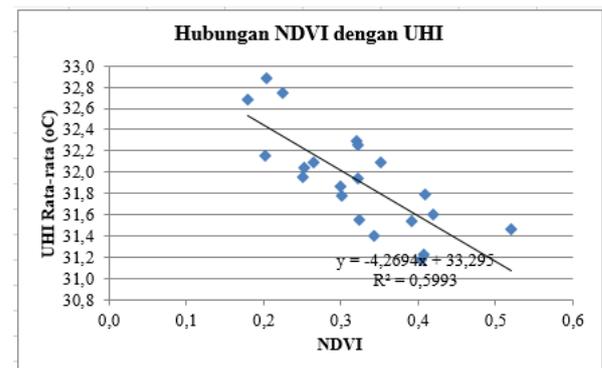
RTB dengan UHI memiliki korelasi yang berbanding lurus dilihat dari koefisien regresi yang bertanda positif (+). Nilai R<sup>2</sup> adalah sebesar 0,6883 yang berarti RTB berpengaruh sebesar 68,83%. Jadi dapat diketahui bahwa apabila luas area Ruang Terbangun bertambah maka UHI juga akan semakin meningkat dan sebaliknya.



Gambar 8 Korelasi RTB dengan UHI

IV.2.2 Kerapatan Vegetasi

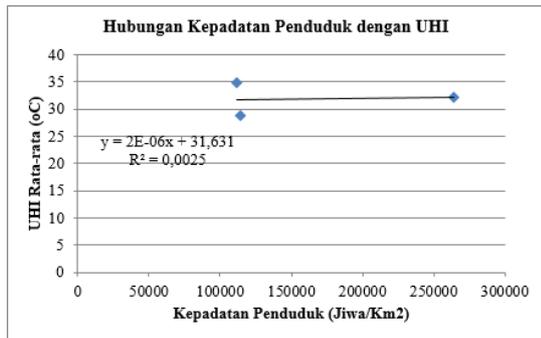
Kerapatan vegetasi dengan UHI memiliki korelasi yang berbanding terbalik dilihat dari koefisien regresi yang bertanda negatif (-). Nilai R<sup>2</sup> adalah sebesar 0,5993 yang berarti kerapatan vegetasi berpengaruh sebesar 59,93%. Jadi dapat diketahui bahwa apabila tingkat kerapatan vegetasi semakin tinggi, maka suhu permukaan akan semakin rendah dan fenomena UHI akan semakin berkurang.



Gambar 9 Korelasi NDVI dengan UHI

IV.2.3 Kepadatan Penduduk

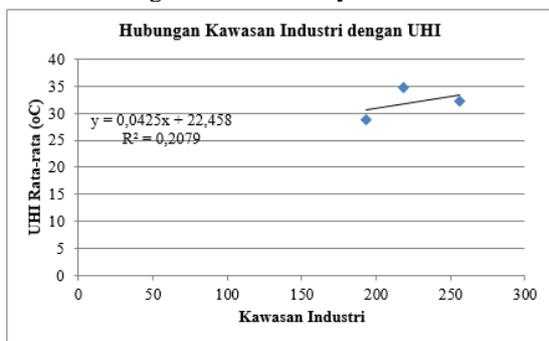
Kepadatan penduduk dengan UHI memiliki korelasi yang berbanding lurus dilihat dari koefisien regresi yang bertanda positif (+). Nilai R<sup>2</sup> adalah sebesar 0,0025 yang berarti kepadatan penduduk berpengaruh sebesar 0,25%. Jadi dapat diketahui bahwa apabila tingkat kepadatan penduduk bertambah maka UHI juga akan semakin meningkat dan sebaliknya.



Gambar 10 Korelasi Kepadatan Penduduk dengan UHI

IV.2.4 Kawasan Industri

Kawasan industri dengan UHI memiliki korelasi yang berbanding lurus dilihat dari koefisien regresi yang bertanda positif (+). Nilai R<sup>2</sup> adalah sebesar 0,2079 yang berarti kawasan industri berpengaruh sebesar 20,79%. Jadi dapat diketahui bahwa apabila jumlah kawasan industri bertambah maka UHI juga akan semakin meningkat dan sebaliknya.



Gambar 11 Korelasi kawasan industri dengan UHI

V. Penutup

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan proses, hasil, dan analisis yang telah dilakukan pada penelitian ini, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini baik RTB, kerapatan vegetasi, kepadatan penduduk serta kawasan industri mengalami perubahan dari tahun 2009, 2014 dan 2019. Ruang terbangun selalu meningkat dari tahun ke tahun. Pada tahun akhir penelitian yaitu tahun 2019 total RTB adalah 15286,369 Ha. Kelas kerapatan vegetasi yang paling dominan adalah kelas Cukup Rapat dimana pada tahun akhir penelitian yaitu tahun 2019 total area adalah 11176,967 Ha. Adapun kepadatan penduduk dan kawasan industri selalu meningkat dari tahun 2009 hingga tahun 2019.
2. Suhu permukaan di Kota Medan mengalami perubahan dari tahun 2009, 2014 dan 2019. Pada tahun 2009 Kota Medan memiliki rentang suhu 19-34°C dengan suhu rata-rata secara keseluruhan adalah 24,96°C. Pada tahun 2014 Kota Medan memiliki rentang suhu 19-40°C dengan suhu rata-rata secara keseluruhan adalah 33,32°C. Pada tahun

2019 suhu rata-rata menurun menjadi 30,18°C dengan rentang suhu 19-37°C.

3. Berdasarkan hasil regresi linear sederhana, parameter RTB, kepadatan penduduk dan kepadatan kendaraan memiliki korelasi berbanding lurus dengan UHI, sedangkan kerapatan vegetasi memiliki korelasi berbanding terbalik. Adapun parameter yang merupakan kontributor paling dominan terhadap fenomena UHI di Kota Medan adalah RTB dengan kontribusi sebesar 68,83%, kemudian kawasan industri sebesar 20,79%, dan terakhir adalah kepadatan penduduk sebesar 0,25%. Adapun kerapatan vegetasi mampu menekan fenomena UHI di Kota Medan sebesar 59,93%.

V.2 Saran

Berdasarkan proses yang sudah dilakukan dalam mengkaji kontributor dominan terhadap fenomena UHI di Kota Medan ada beberapa kelemahan dan kekurangan. Agar penelitian selanjutnya lebih baik, penulis menyarankan beberapa hal sebagai berikut:

1. Melakukan lebih banyak studi literatur terkait fenomena UHI dan hal-hal yang terkait dengan penelitian.
2. Menanyakan dahulu ketersediaan data kepada instansi terkait agar melancarkan proses pengambilan data.
3. Perlu adanya kerjasama antara peneliti dengan pemerintah terkait agar memudahkan proses pengadaan data dari berbagai instansi pemerintah.
4. Mempertimbangkan faktor lokasi dan biaya sebelum memilih lokasi studi kasus penelitian.
5. Menambah parameter lain untuk diteliti, seperti kepadatan kendaraan dan lain-lain.

DAFTAR PUSTAKA

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

Delarizka, A., Sasmito, B., & Hani'ah. 2016. Analisis Fenomena Pulau Bahang (Urban Heat Island) di Kota Semarang Berdasarkan Hubungan antara Perubahan Tutupan Lahan dengan Suhu Permukaan Menggunakan Citra Multitemporal Landsat. Jurnal Geodesi Undip.

Dhuha, N., Sasmito, B., & Hani'ah. 2017. Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan terhadap Fenomena Urban Heat Island dan Keterkaitannya dengan Tingkat Kenyamanan Termal (Temperature Humidity Index) di Kota Semarang. Jurnal Geodesi Undip.

Effendy, S. 2007. Keterkaitan Ruang Terbuka Hijau dengan Urban Heat Island Wilayah JABOTABEK. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Faridah, S. A., & Krisbiantoro, A. 2014. Analisis Distribusi Temperatur Permukaan Tanah Wilayah Potensi Panas Bumi Menggunakan Teknik Penginderaan Jauh di Gunung Lamongan, Tiris-Probolinggo, Jawa Timur, Berkala Fisika

- Jiménez-Muñoz , J. C., Sobrino, A. J., & Paolini, L.  
2004. Land Surface Temperature Retrieval  
from Landsat TM 5. Elsevier Inc.
- Sukmono,A.,Subiyanto, S., Praetyo, Y., Suprayogi,  
A.,& Firdaus, H. S. 2017. Modul Pelatihan  
Pengolahan Data Citra Satelit Penginderaan  
Jauh. Semarang: Universitas Diponegoro.