

ANALISIS SPASIAL FENOMENA URBAN HEAT ISLAND KOTA KENDARI MENGGUNAKAN ALGORITMA LAND SURFACE TEMPERATURE

SPATIAL ANALYSIS URBAN HEAT ISLAND PHENOMENON IN KENDARI CITY USING THE LAND SURFACE TEMPERATURE ALGORITHM

La Ode Alwi¹, La Gandri^{2*}, Herlan Hidayat², Eka Rahmatiah Tuwu², Irawati³, Sahindomi Bana⁴, Vivi Fitriani⁵, Lies Indriyani²

¹Jurusan Agribisnis, Universitas Halu Oleo, Jl. H.E.A. Mokodompit, Kendari, 93231

²Jurusan Ilmu Lingkungan, Universitas Halu Oleo, Jl. H.E.A. Mokodompit, Kendari, 93231

³Jurusan Teknik Geofisika, Universitas Halu Oleo, Jl. H.E.A. Mokodompit, Kendari, 93231

⁴Jurusan Kehutanan, Universitas Halu Oleo, Jl. H.E.A. Mokodompit, Kendari, 93231

⁵Jurusan Ilmu Tanah, Universitas Jember, Jl. Kalimantan, Jember, 68121

*E-mail: lagandri@uho.ac.id

Naskah masuk: 14 Desember 2021

Naskah diperbaiki: 8 Juni 2022

Naskah diterima: 13 Juni 2022

ABSTRAK

Urban heat island (UHI) merupakan kecenderungan pusat kota memiliki suhu permukaan lebih hangat dibandingkan pinggiran kota atau pedesaan. Berdasarkan data peningkatan jumlah penduduk dan ekspansi ruang terbangun yang tidak terkendali di Kota Kendari, ada dugaan telah terjadi fenomena UHI. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi UHI Kota Kendari periode tahun 2001 dan 2019. Metode penelitian yang digunakan adalah analisis *brightness temperature*, (BT) yaitu mengekstrak nilai Citra sehingga memperoleh nilai suhu dalam satuan celsius, kemudian menentukan besar emisivitas permukaan sehingga diperoleh nilai *land surface temperatur* (LST). Nilai LST yang diperoleh kemudian digunakan untuk menganalisis UHI *threshold* dan UHI *index*. Jika nilai rerata LST lebih besar dari UHI *threshold*nya maka wilayah yang dimaksud mengalami UHI, dinyatakan dengan nilai positif pada UHI *index* dan bernilai $> 3^{\circ}\text{C}$. Hasil penelitian menggunakan citra Satelit tahun 2001 menunjukkan rentang nilai LST wilayah Kota Kendari yaitu $19,099^{\circ}\text{C}$ hingga $34,459^{\circ}\text{C}$. Berdasarkan nilai LST ini, diperoleh UHI *threshold* sebesar $25,95^{\circ}\text{C}$. Berdasarkan nilai tersebut, diperoleh UHI *index* yang bernilai positif dan lebih besar dari 3°C pada beberapa wilayah, sehingga pada tahun 2001 wilayah Kota Kendari telah mengalami fenomena UHI dengan wilayah paparan sebesar 1,021% dari total luas wilayah. Sedangkan pada tahun 2019, menunjukkan rentang nilai LST Kota Kendari yaitu $14,27^{\circ}\text{C}$ hingga $35,426^{\circ}\text{C}$, dengan UHI *threshold* sebesar $24,6^{\circ}\text{C}$. Berdasarkan UHI *threshold* ini, diperoleh UHI *index* bernilai positif dan lebih besar dari 3°C pada sebagian wilayah Kota Kendari, sehingga ditemukan pada tahun 2019 telah terjadi fenomena UHI dengan wilayah paparan yang lebih luas yakni 18,92% dari luas wilayah.

Kata kunci: *land surface temperatur, Urban Heat Island threshold, Urban Heat Island Index*

ABSTRACT

Urban heat island (UHI) is a tendency for urban centers to have a warmer surface temperature than suburbs or rural areas. The increase in population and the uncontrolled expansion of built space in Kendari was suspected that UHI has occurred. This study aims to identify UHI in Kendari for period 2001 and 2019. The method is *brightness temperature* (BT), which is extracting image value into temperature in Celsius Units, then determine the surface emissivity so *land surface temperature* (LST) is obtained. LST used to analyze UHI *threshold* and UHI *index*. If the mean LST is greater than the UHI *threshold*, then the research area is experiencing UHI, which is indicated by the UHI *index* was positive and $> 3^{\circ}\text{C}$. The results of the study in 2001 showed the LST value range was $19,099^{\circ}\text{C}$ to $34,459^{\circ}\text{C}$. The UHI *threshold* at 25.95°C and the UHI *index* si positive and $> 3^{\circ}\text{C}$ in several areas, so at 2001 in Kendari UHI was ocured with exposure area was 1.021% of total area. In 2019, LST value range was 14.27°C to 35.426°C , and UHI *threshold* at 24.6°C . UHI *index* was positive and $> 3^{\circ}\text{C}$ in some areas, so that in 2019 the UHI had occurred with a wider exposure area was 18.92% of the total area.

Keywords: *land surface temperatur, Urban Heat Island threshold, Urban Heat Island Index*

1. Pendahuluan

Kecenderungan pusat-pusat kota memiliki suhu permukaan lebih hangat dibandingkan pinggiran kota atau pedesaan atau lebih dikenal sebagai *urban heat island* telah mendapatkan perhatian khusus karena disinyalir sebagai penyebab penting dalam pemanasan global dan meningkatnya efek gas rumah kaca (Giridharan, 2019; Kondo, 2021). Pertumbuhan Urbanisasi di perkotaan telah memberi tekanan terhadap arah penggunaan lahan dan penutupan lahan perkotaan yang lebih banyak dimanfaatkan untuk kegiatan pembangunan seperti industrialisasi, pembangunan jalan dan bangunan dengan bahan berkapasitas termal tinggi yang menciptakan permukaan yang kedap air serta mengkonsumsi radiasi matahari dalam jumlah besar (Kamboj, 2020). Kegiatan ini memodifikasi lingkungan alam yang pada gilirannya menghilangkan efek penyejuk alami (Ahmed, 2018) serta memberi jalan bagi pembentukan Urban Heat Island (UHI) (Alavipanah, 2018).

Perkembangan UHI di beberapa kota di Indonesia seperti Yogyakarta (Fawzi, 2017), Malang (Purwano, 2016), Semarang (Sejati, 2019) telah diteliti serta menunjukkan kondisi yang sudah cukup memprihatinkan. Kondisi di Yogyakarta yang over boundary City yaitu fisik/bangunan kota lebih luas hingga keluar dari batas administrasi kota sehingga intensitas UHI semakin besar dan mempengaruhi suhu perkotaan dan sekitarnya. Hasil penelitian Syamsudin (2017) menunjukan bahwa indikasi peningkatan UHI telah menyebabkan kenaikan konsentrasi aerosol di megapolitan Jakarta dan kondisi ini menjadi trigger peningkatan curah hujan ekstrem yang berdampak pada intensitas banjir yang semakin meningkat sejak tahun 1986 di Jakarta.

Berdasarkan kasus tersebut dapat diasumsikan bahwa ancaman akan konversi lahan terhadap lahan-lahan bervegetasi menjadi lahan-lahan terbangun akibat perkembangan kota dan arus urbanisasi dapat memicu terjadinya fenomena urban heat island di kota lainnya tidak terkecuali Kota Kendari. Merujuk pada data jumlah penduduk Kota Kendari tahun 2001 sebesar 204,239 jiwa (BPS, 2002) sedangkan pada tahun 2018 jumlah tersebut menjadi 381.628 jiwa (BPS, 2019), telah terjadi lonjakan jumlah penduduk sebesar 86,85% dalam kurung waktu tersebut. Sejalan dengan data tersebut, menurut Alwi *et al.* (2001); Gandri *et al.* (2019); Alwi dan Gandri (2020) menerangkan bahwa perluasan kawasan Kota Kendari mendorong percepatan ekspansi ruang terbangun secara tak terkendali dan berkurangnya kawasan hutan yang cepat. Data BPS Kota Kendari (2002) menunjukkan bahwa pada tahun 2001 luas kawasan terbangun Kota Kendari mencapai 17,96% dari total wilayah sedangkan pada tahun 2017 terjadi peningkatan menjadi 25,84% (Anitawati, 2019).

Berdasarkan informasi ini, ada dugaan bahwa terdapat potensi adanya fenomena Urban Heat Island di Kota Kendari, sehingga perlu dilakukan analisis untuk mengidentifikasi fenomena UHI di Kota Kendari. Informasi terkait fenomena *Urban Heat Island* dan pemahaman yang lebih komprehensif tentang karakteristik variasi spasial-temporal suatu wilayah sangat penting bagi pengambil keputusan untuk merumuskan kebijakan pembangunan berkelanjutan (Yang, 2020). Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi fenomena *urban heat island* Kota Kendari periode 2001 dan 2019.

2. Metode Penelitian

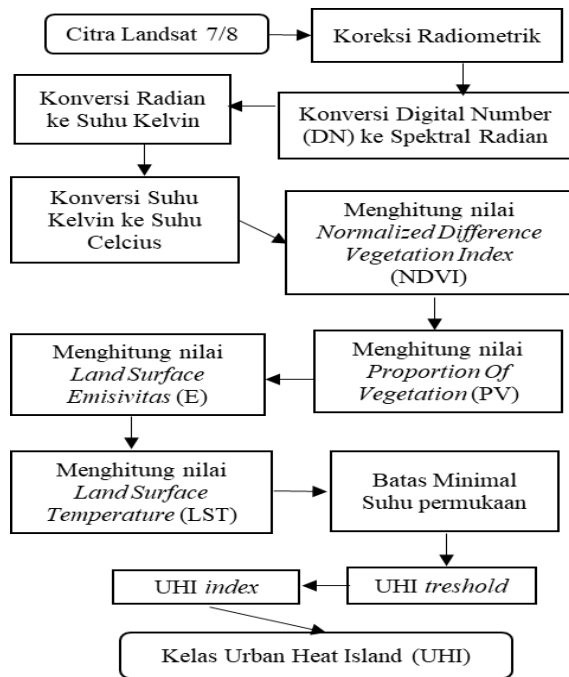
Lokasi Penelitian. Identifikasi Urban Heat Island dengan *algoritma land surface temperature* mengambil lokasi penelitian di Kota Kendari. Kota Kendari merupakan ibukota Provinsi Sulawesi Tenggara, secara astronomis terletak di bagian selatan garis khatulistiwa berada di antara 3°54'40" - 4°5'5" LS dan 122°26'33" - 122°39'14" BT. Kota Kendari merupakan ibukota Provinsi Sulawesi Tenggara yang merupakan pusat berbagai kegiatan pemerintahan, perindustrian dan layanan jasa lainnya. Aktivitas-aktivitas tersebut diduga dapat menimbulkan fenomena *urban heat island* di Kota Kendari.

Data Penelitian. Data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan data citra landsat citra landsat 7 untuk mengetahui Sebaran UHI tahun 2001, dan Citra Landsat 8 OLI untuk menunjukkan kondisi pada tahun 2019. Perbedaan citra landsat 7 dan landsat 8 ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan spesifikasi citra Landsat 7 dan Landsat 8

Dataset	Band	Resolusi	Kriteria
Landsat -7 ETM+	Band - Thermal (B6)	120 (30) m	AOI memiliki
	Band - Red (B3)	30 m	tutupan
	Band - NIR (B4)	30 m	awan < 5 persen
Landsat -8 OLI	Band - Thermal (B10)	100 (30) m	AOI memiliki
	Band - Thermal (B11)	100 (30) m	tutupan
	Band - Red (B4)	30 m	awan < 5 persen
	Band - NIR (B5)	30 m	

Sumber: NASA, 2013



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Analisis Data. Data yang terkumpul, kemudian diolah dengan teknik penginderaan jauh, yaitu: mengkoreksi secara radiometrik, yaitu koreksi yang bertujuan untuk memperbaiki nilai pixel agar sesuai dengan yang seharusnya dengan mempertimbangkan faktor gangguan atmosfer sebagai sumber kesalahan utama, yaitu dengan menghilangkan noise yang terdapat pada Citra, pada Citra landsat telah secara default (Lukiawan *et al*, 2019) pada citra landsat 7 sedangkan pada Citra Landsat 8, sudah terkoreksi secara geometrik, sehingga hanya perlu dilakukan koreksi radiometrik. Kemudian, dilakukan pemotongan (cropping) sesuai wilayah administrasi Kota Kendari. Untuk mempermudah proses pengolahan data Citra Landsat dikombinasikan dengan pendekatan Sistem Informasi Geografi. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.

Berdasarkan Gambar 1, dalam pelaksanaan penelitian yang dilakukan, ada tahapan yang perlu dilakukan yaitu:

[1] **Pengumpulan Data.** Data penelitian ini menggunakan citra Landsat 7 tahun 2001 dan 8 OLI tahun 2019, yang di dapat dari united state geological survey (USGS), dengan lokasi penelitian yang berada di Kota Kendari dengan path 112 / row 63. Data ini diambil dengan mempertimbangkan keberadaan awan yang sangat minimal sehingga tidak berpengaruh terhadap hasil interpretasi citra.

[2] **Pengolahan Data.** Pengolahan data penelitian dilakukan dengan pendekatan system informasi geografi dan menggunakan teknik penginderaan jauh. Untuk memperbaiki kualitas citra akibat dari

kesalahan pantulan permukaan atau kelengkungan bumi dan faktor lain maka dilakukan koreksi radiometrik. Untuk mempermudah proses pengolahan data, maka dilakukan pemotongan citra (cropping) sesuai dengan wilayah administrasi penelitian.

[3] **Proses Identifikasi.** Untuk mengetahui sebaran *urban heat island*, perlu dilakukan identifikasi *land surface temperature* (LST) atau suhu permukaan tanah. Proses perhitungan algoritma *land surface temperature* (LST) dapat dilakukan dengan merubah nilai pixel dalam suatu citra menjadi nilai radian, kemudian nilai radian ini diubah menjadi bentuk satuan kelvin. Satuan suhu derajat kelvin ini dikonversi ke dalam derajat celcius yang lebih umum diketahui masyarakat. Hasil identifikasi *land surface temperature*, kemudian dikelaskan untuk mempermudah interpretasi citra. Tahapan-Tahapan identifikasi sebagai berikut :

a. *Temperature brightness*

Proses analisis data menggunakan algoritma *Land Surface Temperature* yang diformulasikan menggunakan teknik *temperature brightness* yang dijabarkan pada langkah-langkah berikut:

i. **Digital Number ke Spektral Radian.** Hal pertama yang harus dilakukan adalah mengubah nomor digital pada Landsat 8 menjadi pancaran spektral dengan menggunakan persamaan berikut (USGS, 2015):

$$L\lambda = ML * Q_{cal} + AL \quad \dots (1)$$

Keterangan :

$L\lambda$ = Spektral Radian

ML = Faktor Skala

Q_{cal} = Digital Number

AL = Faktor Penambah

ii. *Mengkonversi Radian ke dalam kelvin.*

Perlunya merubah nilai radian kedalam kelvin dan kemudian mengubahnya kedalam satuan *celcius* adalah untuk mempermudah masyarakat dalam membacanya, dan akan dijabarkan dalam rumus sebagai berikut (USGS, 2015) :

$$T = K2 / \ln (K1 / L\lambda + 1) \quad \dots (2)$$

Keterangan:

T = Suhu (Kelvin)

$L\lambda$ = Nilai Radian pada band thermal

$K1$ = Konstanta kalibrasi radian spektral ($W/(m^2.sr.\mu m)$ Band No.X* yang diperoleh dari metadata Citra satelit yang digunakan

$K2$ = Konstanta kalibrasi suhu absolut (K) Band No.X* yang diperoleh dari metadata Citra satelit yang digunakan

*) Pada penelitian ini Citra satelit tahun 2001 menggunakan Landsat 7 Band 6, dan Citra satelit tahun 2019 menggunakan Landsat 8 OLI Band 10

iii. Mengkonversi Nilai Kelvin ke dalam Celcius. Untuk merubah nilai kelvin kedalam celcius dengan menggunakan rumus sebagai berikut (USGS, 2015):

$$BT = T - 273,15 \quad \dots (3)$$

Keterangan :

BT = Kecerahan suhu ,

T = Suhu (kelvin),

iv. Mencari Index Vegetasi (NDVI). NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) adalah metode untuk mencari nilai vegetasi. Dalam mencari suhu permukaan tanah NDVI berguna untuk mengetahui emisivitas yang terdapat pada wilayah yang diteliti, rumus NDVI akan dijabarkan sebagai berikut (Carlson & Ripley, 1997 dalam Fawzi, 2014) :

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$$

Keterangan :

NIR = Radiasi inframerah dekat dari piksel.

RED = radiasi cahaya merah dari piksel

v. Mencari nilai Proportion Of Vegetation (PV). Untuk mendapatkan nilai PV maka perlu menskalakan NDVI untuk meminimalkan gangguan dari kondisi tanah yang lembab dan fluks energy permukaan. Nilai PV didapat dengan Persamaan sebagai berikut (Carlson & Ripley, 1997 dalam Fawzi, 2014):

$$PV = [(NDVI - NDVI \min) / (NDVI \max + NDVI \min)]^2 \quad \dots (4)$$

Keterangan :

NDVI_{min} = nilai NDVI terkecil

NDVI_{max} = nilai NDVI tertinggi

vi. Land Surface Emisivitas. Emisivitas permukaan menjadi penting terutama untuk mengurangi kesalahan dalam estimasi suhu permukaan menggunakan citra satelit. Beberapa metode dikembangkan untuk memperoleh emisivitas permukaan dari data penginderaan jauh. Salah satu alternatif yang mudah untuk mendapatkan emisivitas permukaan adalah dengan menggunakan Indeks Vegetasi yang telah di olah untuk mendapatkan nilai PV dengan persamaan sebagai berikut (USGS, 2015):

$$E = 0.004 * PV + 0.986 \quad \dots (5)$$

Keterangan :

0.004 = nilai rata-rata emisivitas vegetasi yang berkategori rapat.

0.986 = nilai emisivitas standar lahan terbuka

vii. Land Surface Temperature (LST). Setelah mengetahui nilai emisivitas dan merubah nilai *digital number* kedalam *radiance* serta merubah suhu kelvin ke celcius barulah bisa LST dirumuskan dan ditentukan. dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$LST = (BT / 1 + W * (BT / p) * \ln(E) \quad \dots (6)$$

Keterangan:

BT = temperatur kecerahan satelit (°C)

w = panjang gelombang radiasi (11.5 μm)

p = h*c/s (14380 mK)

h = Konstanta Planck – 6.626*10⁻³⁴ Js,

c = Kecepatan cahaya – 2.998*10⁸ m/s

s = Konstanta Boltzmann – 1.38*10⁻²³ J/K

E = emissivitas permukaan

b. Analisis Urban Heat Island (UHI). Penentuan urban heat island (UHI) dalam penelitian ini lebih mengacu pada hasil dari pengolahan *Land Surface Temperature* (LST) yang telah dilakukan pada analisis sebelumnya.

- 1) Menentukan batas minimal suhu permukaan yang bisa disebut urban heat island (UHI). Batas minimal suhu permukaan mengacu pada pendapat Khomaruddin (2004) yaitu sebesar 3°C.
- 2) Perhitungan nilai ambang batas suhu terjadinya UHI (UHI Threshold)

$$UHI = \mu + \frac{\sigma}{2} \quad (\text{Kaplan et al., 2018}) \quad \dots (7)$$

$$\text{Jika } LST > \mu + 0,5 \sigma, \quad \dots (8)$$

wilayah tersebut merujuk pada wilayah fenomena UHI, sedangkan untuk wilayah *Non UHI* terjadi jika $0 < LST \leq \mu + 0,5 \sigma$ (El Hattab et al., 2017)
(9)

- 3) Perhitungan UHI index (Peta UHI)
UHI index diperoleh dengan menggunakan rumus berikut (Fawzi, 2017):

$$UHI \text{ index} = T_{mean} - (\mu + \frac{\sigma}{2}) \quad \dots (10)$$

Keterangan :

μ = rerata dari suhu permukaan hasil pengolahan nilai LST di daerah penelitian

σ = standar deviasi dari suhu permukaan hasil pengolahan nilai LST di daerah penelitian

T_{mean} = Nilai tengah dari kelas LST yang diperoleh pada daerah penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

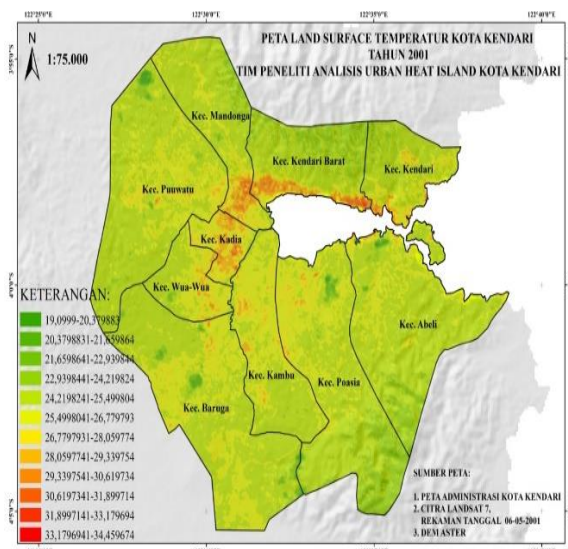
Land Surface Temperature (LST) tahun 2001 dan 2019. Sebaran *Land surface temperature* Kota kendari tahun 2001 diekstrak dari citra satelit Landsat 7 pada rekaman data 6 mei 2001, hasilnya diperoleh nilai suhu minimum sebesar 19,10 °C dan suhu maksimum sebesar 34,46 °C. Kelas *Land Surface Temperatur* Kota Kendari tahun 2001 disajikan pada Tabel 2. dan peta sebaran *land surface Temperature* Kota Kendari tahun 2001 ditunjukkan oleh Gambar 2.

Berdasarkan peta tersebut *land surface temperature* tinggi terpusat di tengah kota, menyebar di 3 (tiga) kecamatan yaitu Kec. Kadia, Kec. Mandonga, dan Kec. Kendari Barat dimana wilayah ini merupakan wilayah dengan lalu lintas tinggi, kawasan perkantoran dan perhotelan, Kawasan permukiman serta jalan raya.

Tabel 2. Kelas *Land Surface Temperature* Kota Kendari tahun 2001

No	Kelas Land Surface Temperatur (°C)	Luas (Ha)	Persentase (%)
1	19,1-20,38	31,239	0,12
2	20,38-21,66	62,778	0,23
3	21,66-22,94	151,450	0,56
4	22,94-24,22	1923,715	7,16
5	24,22-25,50	15311,67	56,97
6	25,50-26,78	7302,782	27,17
7	26,78-28,06	1191,409	4,43
8	28,06-29,34	629,444	2,34
9	29,34-30,62	225,220	0,84
10	30,62-31,90	46,027	0,17
11	31,90-33,18	2,583	0,01
12	33,18-34,46	0,534	0,002
Total		26878,31	100

Sumber: Hasil Analisis GIS, 2021



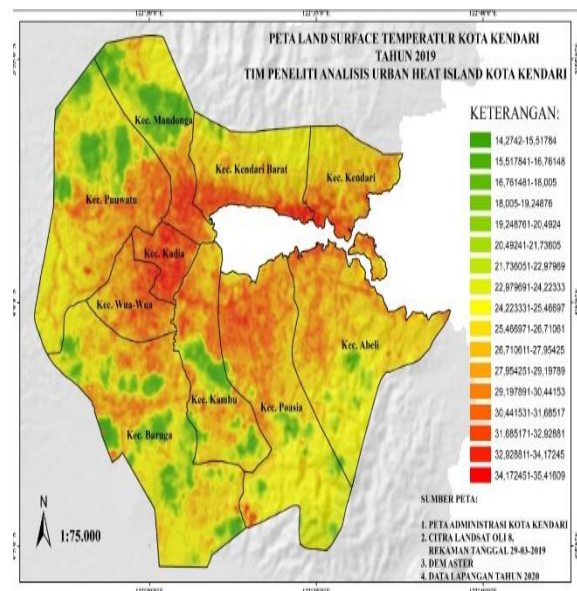
Gambar 2. *Land Surface Temperature* Kota Kendari tahun 2001

Land surface temperature Kota Kendari tahun 2019 diperoleh dari hasil analisis citra satelit Landsat-OLI 8, data yang diambil adalah data hasil rekaman tanggal 29 Maret 2019. Berdasarkan hasil analisis citra, diperoleh suhu udara minimum sebesar 14,27 °C dan suhu udara maksimum sebesar 35,43 °C. Kelas *Land Surface Temperatur* Kota Kendari tahun 2019 disajikan pada Tabel 3. Sedangkan peta sebaran *land surface Temperature* Kota Kendari tahun 2001 ditunjukkan oleh Gambar 3.

Tabel 3. Kelas *Land Surface Temperature* Kota Kendari tahun 2019

No	Kelas Land Surface Temperatur (°C)	LUAS	Persentase (%)
1	14,27-15,52	221,37	0,82
2	15,52-16,76	573,91	2,14
3	16,76-18,01	549,92	2,05
4	18,01-19,25	499,68	1,86
5	19,25-20,49	530,32	1,97
6	20,49-21,74	636,35	2,37
7	21,74-22,98	879,83	3,27
8	22,98-24,22	1657,47	6,17
9	24,22-25,47	4854,66	18,06
10	25,47-26,71	5281,46	19,65
11	26,71-27,95	3397,50	12,64
12	27,95-29,20	2711,12	10,09
13	29,20-30,44	2130,45	7,93
14	30,44-31,69	1521,34	5,66
15	31,69-32,93	973,15	3,62
16	32,93-34,17	388,09	1,44
17	34,17-35,42	70,79	0,26
Total		26877,40	100

Sumber: Hasil Analisis GIS, 2021



Gambar 3. *Land Surface Temperature* Kota Kendari tahun 2019

Tabel 4. Ambang Batas Urban Heat Island (UHI) berdasarkan *Land Surface Temperature* Tahun 2001 dan 2019.

Tahun	T_{max} (°C)	T_{min} (°C)	$T_{mean}(\mu)$ (°C)	Standar Deviasi(σ) (°C)	Ambang Batas UHI $\mu \pm 0,5\sigma$ (°C)
2001	34,45	19,09	25,95	0,14	25,95
2019	35,416	14,274	24,24	0,72	24,60

Sumber: Hasil Analisis, 2021

Tabel 5. Fenomena UHI Kota Kendari berdasarkan algoritma *land surface temperature* Tahun 2001

No	Kelas LST (°C)	Kelas UHI	UHI Index (°C)	Luas (Ha)	Persentase (%)
1	19,099-20,379	Non UHI	-6,212	17480,85	65,036
	20,379-21,659		-4,932		
	21,659-22,939		-3,652		
	22,939-24,219		-2,371		
	24,219-25,499		-1,091		
2	25,499-26,779	UHI ₁	0,189	9123,635	33,944
	26,779-28,059		1,469		
	28,059-29,339		2,749		
3	29,339-30,619	UHI ₂	4,029	274,364	1,021
	30,619-31,899		5,309		
	31,899-33,179		6,589		
	33,179-34,459		7,869		
LUAS				26878,8	100

Sumber: Hasil Analisis GIS, 2021

Ambang Batas UHI. Perhitungan nilai ambang batas UHI dilakukan dengan menggunakan persamaan (7), persamaan (8) dan persamaan (9) dengan memasukan hasil perhitungan *Land Surface Temperature*. Ambang Batas Urban Heat Island (UHI) berdasarkan *Land Surface Temperature* Tahun 2001 dan 2019 ditunjukkan pada Tabel 4.

Urban Heat Island. Fenomena *Urban Heat Island* atau yang disingkat dengan UHI merupakan fenomena yang terjadi jika suhu udara daerah perkotaan lebih besar bila dibandingkan dengan suhu udara di daerah sekitarnya. Fenomena UHI ini biasa terjadi pada wilayah berkembang dan maju atau kota-kota metropolitan, salah satu penyebab terjadinya UHI adalah arus urbanisasi yang tinggi yang mengakibatkan pembangunan yang cukup pesat dari waktu ke waktu. Kota Kendari merupakan Ibu Kota dari Provinsi Sulawesi Tenggara yang menjadi pusat aktivitas masyarakat seperti perkantoran, perdagangan, serta pendidikan. Dengan perkembangan kota Kendari dari tahun ke tahun tidak dapat dipungkiri bahwa Kota Kendari pun akan mengalami fenomena UHI ini.

Identifikasi terjadinya UHI di Kota Kendari menggunakan persamaan (7), persamaan (8) dan persamaan (9) untuk ambang batas suhu udara terjadinya UHI, Selain menggunakan perhitungan ambang batas UHI, untuk melakukan pemetaan secara spasial terhadap sebaran fenomena UHI di Kota Kendari digunakan pula analisis UHI Index menggunakan persamaan (10) untuk mengetahui seberapa besar potensi atau kuatnya fenomena UHI tersebut. UHI index dibagi menjadi tiga kelas yaitu Non UHI, UHI₁, dan UHI₂. Non UHI dikategorikan sebagai wilayah yang tidak mengalami fenomena UHI, sedangkan UHI₁ dikategorikan sebagai wilayah yang berpotensi mengalami peningkatan fenomena UHI, dan UHI₂ dikategorikan sebagai wilayah yang paling kuat mengalami fenomena UHI. Pengkategorian indeks UHI berdasarkan pada pendapat ahli bahwa fenomena UHI terjadi jika terdapat perbedaan suhu antara daerah perkotaan dan sekitarnya mencapai 3°C – 10°C.

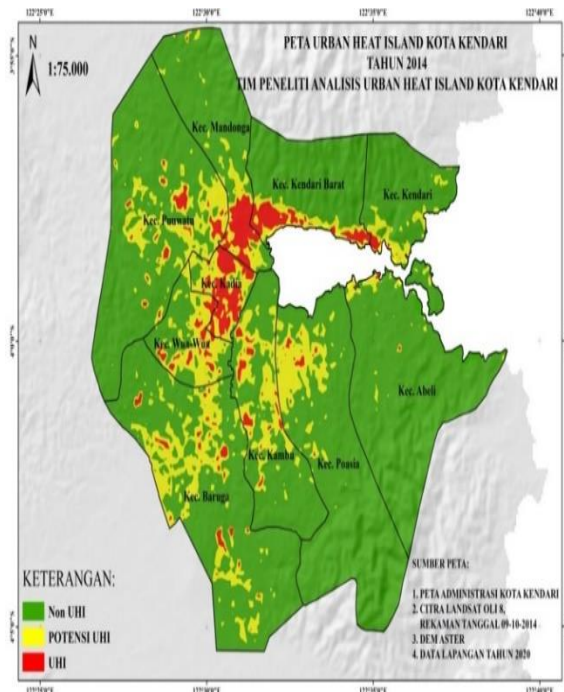
Penentuan ambang batas suhu terjadinya fenomena UHI di Kota Kendari menunjukkan bahwa wilayah Kota Kendari mengalami fenomena UHI, dimana suhu ambang batas fenomena UHI tahun 2001 sebesar 25,95 °C. Jika *land surface temperature* berada di atas 25,95 °C, maka menandakan di wilayah tersebut terjadi fenomena UHI, sedangkan jika *land surface temperature* wilayah berada di bawah 25,95 °C. maka keadaan ini tidak menandakan adanya fenomena UHI di wilayah tersebut. Hasil analisis fenomena UHI di Kota Kendari tahun 2001 disajikan pada Tabel 5.

Berdasarkan Tabel 5 diketahui bahwa sebesar 1,021% dari wilayah Kota Kendari menunjukkan fenomena UHI, sedangkan sebesar 33,944% masih berpotensi untuk mengalami fenomena UHI dan lebih dari 50% dari total luas wilayah Kota Kendari yaitu 65,036% merupakan daerah tanpa fenomena UHI. Dengan menggunakan UHI Index dapat dihasilkan peta sebaran fenomena UHI di Kota Kendari tahun 2001 seperti yang disajikan pada Gambar 4.

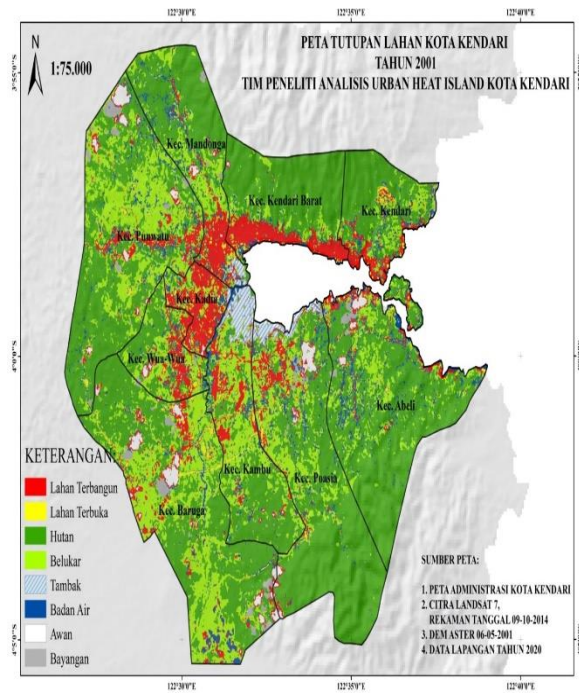
Jenis tutupan lahan sangat berpengaruh terhadap intensitas UHI, sebagai contoh Kec. Baruga yang sebagian wilayahnya merupakan Non UHI dengan luas sebesar 3.076,87 Ha, jenis tutupan lahan yang dominan adalah hutan seluas 2.025,19 Ha, sedangkan wilayah yang berpotensi UHI dengan luas 1.760,68 Ha didominasi oleh semak belukar sebesar 1.145,04 Ha, dan wilayah yang mengalami fenomena UHI seluas 1,34 Ha yang didominasi oleh lahan terbangun. Kec. Kadia merupakan Kecamatan dengan wilayah Non UHI paling sedikit yaitu sebesar 37,14 Ha, yang didominasi oleh badan air seluas 11,45 Ha, sedangkan wilayah yang berpotensi UHI sebesar 560,72 Ha, yang didominasi oleh lahan terbangun seluas 324,12 Ha, sedangkan wilayah dengan fenomena UHI sebesar Luas 44,06 Ha yang

didominasi oleh tutupan lahan berupa lahan terbangun seluas 43,10 Ha. Peta tutupan lahan Kota Kendari Tahun 2001 ditunjukkan oleh Gambar 5.

Analisis fenomena *Urban Heat Island* di Kota Kendari pada tahun 2019 menunjukkan bahwa pada tahun tersebut Kota Kendari mengalami UHI, hal ini berdasarkan pada nilai ambang batas UHI yaitu sebesar 24,60 °C. Wilayah dengan LST berada diatas 24,60 °C merujuk pada wilayah UHI sedangkan wilayah dengan LST diantara 0 °C dan 24,60 °C merujuk pada wilayah tanpa fenomena UHI. Kondisi UHI di Kota Kendari pada tahun 2019 dianalisis menggunakan UHI Indeks sehingga diperoleh tiga kategori fenomena UHI yang terjadi. Kategori *Non UHI* merupakan wilayah dengan UHI index bernilai negatif, sebesar 29,645% dari total luas Kota Kendari merupakan wilayah yang tidak mengalami UHI. Kategori UHI₁ merupakan wilayah dengan UHI index positif bernilai 0,248°C s/d 2,736 °C, wilayah dengan kategori ini merupakan wilayah yang berpotensi mengalami peningkatan intensitas UHI yang luasnya mencapai di atas 50% dari Kota Kendari yaitu sebesar 60,440%. Kategori UHI₂ merupakan wilayah dengan UHI index positif bernilai 3,979°C s/d 10,198 °C, wilayah dengan indeks ini merupakan wilayah yang mengalami fenomena UHI yang cukup kuat yang meliputi 18,915% dari luas wilayah Kota Kendari. Fenomena UHI Kota Kendari disajikan pada Tabel 6. Sedangkan untuk sebaran fenomena UHI Kota Kendari disajikan pada Gambar 6



Gambar 4. Peta Sebaran fenomena UHI Kota Kendari tahun 2001

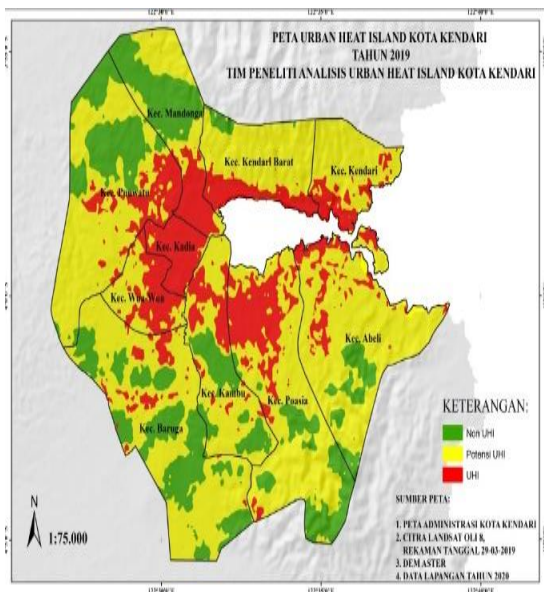


Gambar 5. Peta tutupan lahan Kota Kendari Tahun 2001

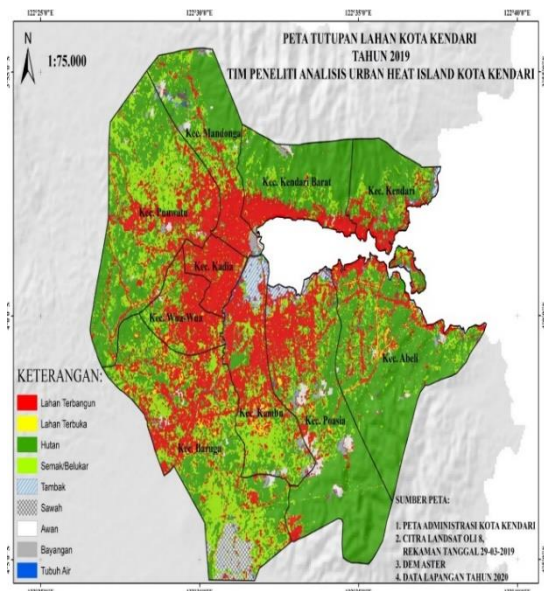
Tabel 6. Fenomena UHI Kota Kendari berdasarkan LST Tahun 2019

No	Kelas LST (°C)	Kelas UHI	UHI Index (°C)	LUAS (Ha)	Persentase (%)
1	14,274-15,517	Non UHI	-9,701	5548,854	20,645
	15,517-16,761		-8,457		
	16,761-18,005		-7,213		
	18,005-19,248		-5,97		
	19,248-20,492		-4,726		
	20,492-21,736		-3,482		
	21,736-22,979		-2,239		
	22,979-24,223		-0,995		
2	24,223-25,466	UHI ₁	0,248	16244,74	60,44
	25,466-26,710		1,492		
	27,954-29,197		2,736		
3	29,197-30,441	UHI ₂	3,979	5083,807	18,915
	29,197-30,441		5,223		
	30,441-31,685		6,467		
	31,685-32,928		7,71		
	32,928-34,172		8,954		
	34,172-35,416		10,198		
LUAS				26877,4	100

Sumber: Hasil Analisis GIS, 2021



Gambar 6. Peta Sebaran fenomena UHI Kota Kendari tahun 2019

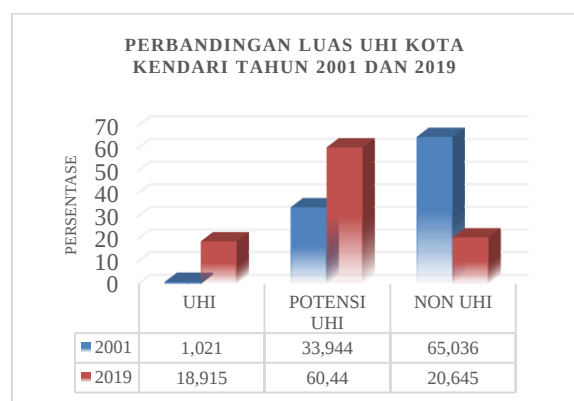


Gambar 7. Peta Tutupan Lahan Kota Kendari tahun 2019

Berdasarkan Gambar 6 terlihat bahwa fenomena UHI terpusat di tengah kota dan menyebar di wilayah sekitarnya. Hampir seluruh wilayah Kecamatan Kadia mengalami fenomena UHI, dimana sebesar 611,99 Ha wilayahnya merupakan wilayah UHI dan sisanya yaitu sebesar 29,93 Ha merupakan wilayah berpotensi UHI. Gambar (4) menunjukkan bahwa Kecamatan Kadia didominasi oleh lahan terbangun yaitu 13% dari total lahan terbangun di Kota Kendari dan wilayah hutan hanya sebesar 6,72% dari total hutan di Kota Kendari. Fenomena UHI dari Kecamatan Kadia menyebar ke perbatasan Kecamatan Wua-Wua, Kecamatan Puuwatu, dan Kecamatan Mandonga. Ketiga kecamatan ini pada daerah perbatasan Kecamatan Kadia juga merupakan wilayah pusat kegiatan masyarakat Kota Kendari, dimana terbanyak lahan-lahan terbangun dan fasilitas

penunjang kehidupan masyarakat. Beberapa wilayah yang berpotensi mengalami fenomena UHI adalah sebagian dari wilayah Kecamatan Abeli, Kecamatan Baruga, Kecamatan Poasia dan Kecamatan Puuwatu dengan luas wilayah potensi UHI berturut-turut sebesar 18,83%, 18,30%, 15,56%, dan 15,52% dari total wilayah Kota Kendari yang berpotensi UHI. Fenomena UHI di Kecamatan Kendari didominasi oleh wilayah yang berpotensi UHI yaitu sebesar 1117,18 Ha, hanya sebagian kecil dari luas Kecamatan Kendari yaitu 329,01 Ha merupakan wilayah UHI. Sebesar 417,16 Ha Kecamatan Abeli merupakan wilayah Non UHI yang didominasi oleh hutan seluas 393,54 Ha, dan 440,58 Ha merupakan wilayah UHI didominasi lahan terbuka seluas 2033 Ha. Sedangkan sebesar 3.050,80 Ha merupakan wilayah yang berpotensi UHI, sama seperti Kecamatan Kendari, Kecamatan Abeli juga memiliki potensi UHI yang cukup besar untuk mengalami fenomena UHI. Jika kondisi ini terus dibiarkan dan pembangunan semakin tidak terkontrol, maka fenomena UHI di Kota Kendari akan semakin meluas. Peta Tutupan Lahan Kota Kendari tahun 2019 ditunjukkan oleh Gambar 7.

Berdasarkan hasil analisis suhu permukaan menggunakan Citra satelit Landsat 7 dan Landsat 8 OLI Kota Kendari pada tahun 2001 dan 2019 menunjukkan bahwa Kota Kendari mengalami peningkatan luas UHI, dimana pada Tahun 2001 sebesar 1,021% dari total wilayah Kota Kendari mengalami fenomena UHI mengalami peningkatan pada Tahun 2019 menjadi 18,915% dari total luas wilayah Kota Kendari yang mengalami fenomena tersebut. Sedangkan luas wilayah Kota Kendari yang tidak mengalami fenomena UHI (kelas non UHI) berkurang dimana pada tahun 2001 luas wilayah yang tidak mengalami fenomena UHI sebesar 65,036% namun pada Tahun 2019, hanya sebesar 20,645% saja dari luas wilayah Kota Kendari yang tidak mengalami fenomena UHI. Berdasarkan temuan ini bahwa pada tahun 2001 Kota Kendari mengalami fenomena UHI dan fenomena ini terus meningkat pada Tahun 2019. Grafik perbandingan luas UHI Kota Kendari tahun 2001 dan 2019 ditunjukkan oleh Gambar 8.



Gambar 8. Grafik perbandingan luas UHI Kota Kendari tahun 2001 dan 2019

4. Kesimpulan

Penelitian ini menyimpulkan bahwa telah terjadi *urban heat island* di Kota Kendari pada tahun 2001 dengan luas sebaran sebesar 1,02% dari total wilayah Kota Kendari, potensi UHI sebesar 33,94%, dan non UHI sebesar 65,036% dengan ambang batas UHI sebesar 25,95 °C. Sedangkan pada tahun 2019 terjadi peningkatan UHI menjadi 18,92% dari total wilayah, 60,44% berada pada Kawasan potensial UHI dan 20,645% berada pada Kawasan non UHI dengan ambang batas UHI sebesar 24,60 °C. Fenomena UHI di Kota Kendari dominan terjadi pada tutupan lahan terbangun dan lahan terbuka, sedangkan untuk kawasan dengan potensi UHI banyak terjadi pada tutupan lahan semak belukar.

Kekurangan penelitian ini adalah tidak tersedianya data citra satelit yang bebas dari awan di wilayah Kota Kendari pada periode waktu yang digunakan dalam penelitian.

Saran. Untuk penelitian selanjutnya dapat diusahakan data citra satelit yang bebas awan, serta dapat dilakukan penelitian untuk membandingkan beberapa kondisi *Urban Heat Island* pada tahun yang sama

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada LPPM UHO yang telah membantu mendanai kegiatan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Anitawati, L.M.G. Jaya, F. Saleh, A. Hidayat. "Prediksi Perubahan Penggunaan Lahan Menggunakan Citra Landsat Multiwaktu Dengan Metode Land Change Modeler". *JAGAT (Jurnal Geografi Aplikasi Dan Teknologi)*. Vol.3 No.2, 2019.
- [2] A.W. Sejati, I. Buchori, and I Rudiarto. "The spatio-temporal trends of urban growth and surface urban heat islands over two decades in the Semarang Metropolitan Region". *Sustainable Cities and Society* 46, 2019.
- [3] BPS. *Kendari Dalam Angka Tahun 2002*. Kendari: BPS Kota Kendari, 2002.
- [4] BPS. *Kendari Dalam Angka Tahun 2019*. Kendari: BPS Kota Kendari, 2019.
- [5] C. Yang, F. Yan, and S. Zhang. "Comparison of land surface and air temperatures for quantifying summer and winter urban heat island in a snow climate city". *Journal of Environmental Management* 265 (2020) 110563
- [6] Department of the Interior USGS. *Landsat Users Handbook*. United States of America: USGS. 2015.
- [7] F. Syamsudin, S. Lestari. "Dampak Pemanasan Pulau Perkotaan (Urban Heat Island) pada Peningkatan Tren Curah Hujan Ekstrem dan Aerosol di Megapolitan Jakarta Sejak 1986". *Jurnal Teknologi Lingkungan*, Januari 2017 Vol. 18, No 1, 54-61
- [8] G. Kaplan, U. Avdan, and Z.Y. Avdan. "Urban heat Island Analysis Using the landsat 8 Satellite Data: A Case Study in Skopje, Macedona". *Proceedings* 2018, 2, 358;
- [9] M.R. Khomarudin. "Mendeteksi Pulau Panas (Heat Island) dengan Data Satelit Penginderaan Jauh". *Warta LAPAN* 6(2), 2004: 74 – 81
- [10] K. Kondo, L. Mabon, Y. Bi, Y. Chen, Y. Hayabuchi. "Balancing conflicting mitigation and adaptation behaviours of urban residents under climate change and the urban heat island effect". *Sustainable Cities and Society Volume* 65, February 2021, 102585
- [11] L. Gandri, M.Y.J. Purwanto, B. Sulistiyantara. A.F.M. Zain. "The Modeling of Flood Hazard in Urban Area (Case Study in Kendari)". *JTEP Jurnal Keteknikan Pertanian*, April 2019 Vol. 7 No. 1, p 9-16.
- [12] L.O. Alwi and L. Gandri. "Analysis Of Policy Priority In Conservation Of Water Resources On Various Types Of Land Uses (Case Of Flood Prevention Models In Kendari City)". *Research Inveny: International Journal of Engineering And Science Vol.10, Issue 8*, 2020: 01-10.
- [13] L.O. Alwi, N. Sinukaban., S. Solahuddin.,H. Pawitan. "Kajian Dampak Dinamika Penggunaan Lahan terhadap Erosi dan Kondisi Hidrologi DAS Wanggu ds". *Jurnal Hidrolitan*, Vol 2 : 2, 2011 : 74-86,
- [14] NASA. "Landsat Data Continuity Mission Brochure". www.nasa.gov. 2013
- [15] R. Lukiawan, E. H. Purwanto, dan M. Ayundyahrini. "Standar Koreksi Geometrik Citra Satelit Resolusi Menengah dan Manfaat Bagi Pengguna". *Jurnal Standarisasi Volume* 21 Nomor 1, 2019: 45-54.
- [16] M. El-Hattab, S.M. Amani, G.E. Lamia. "Monitoring and Assessment of Urban Heat Islands over the Southern Region of Cairo Governorate, Egypt". *Egypt Journal of Remote Sensing and Space Sciences*. 21 (2018) 311-323.
- [17] N.I. Fawzi. "Pemetaan Emisivitas Permukaan Menggunakan Indeks Vegetasi". *Majalah Ilmiah Globë Volume* 16 No. 2, 2014: 133-139
- [18] N.I. Fawzi, 2017. "Mengukur Urban Heat Island menggunakan Penginderaan Jauh, kasus di Kota Yogyakarta". *Majalah Ilmiah Globe. Volume* 19 No.2 Oktober 2017: 195-206
- [19] Purwanto, D.H. Utomo, B.R. Kurniawan. "Spatio temporal analysis trend of land use and land cover change against temperature based on remote sensing data in Malang City". *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 227, 2016: 232 – 238

- [20] R. Giridharana, R. Emmanuel. "The impact of urban compactness, comfort strategies and energy consumption on tropical urban heat island intensity: A review". *Sustainable Cities and Society Volume 40*, 2018: 677-687
- [21] S. Ahmed. "Assessment of urban heat islands and impact of climate change on socioeconomic over Suez Governorate using remote sensing and GIS techniques". *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences 21*, 2018: 15–25
- [22] S. Alavipanah, J. Schreyer, D. Haase, T. Lakes, S. Qurashi. "The effect of multi-dimensional indicators on urban thermal conditions". *Journal of Cleaner Production 177*, 2018: 115-123
- [23] S. Kamboj and S. Ali. "Urban sprawl of Kota city: A case study of urban heat island linked with electric consumption". *Materialstoday: Proceedings Volume 45, Part 11*, 2021, Pages 5304-5314.