

ANALISIS FENOMENA *URBAN HEAT ISLAND* MENGUNAKAN *GOOGLE EARTH ENGINE* (Studi kasus: Jawa Barat, Indonesia)

SONI DARMAWAN¹, TAUFAN AL BARRY²

1. Jurusan Teknik Geodesi, Institut Teknologi Nasional – Bandung
2. Jurusan Teknik Geodesi, Institut Teknologi Nasional – Bandung

Email: soni_darmawan@itenas.ac.id

ABSTRAK

Perubahan iklim merupakan isu yang menjadi perhatian global, salah satunya *Urban Heat Island* (UHI). UHI adalah fenomena di mana suhu udara kota lebih tinggi daripada suhu udara di sekitarnya baik di desa maupun di pinggir kota. Fenomena UHI adalah permasalahan utama dalam setiap kota berkembang di dunia terhadap pemanasan global, permasalahan ini pun didukung dengan semakin bertambahnya jumlah penduduk tiap tahun. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui fenomena UHI di Jawa Barat tahun 1989 sampai dengan 2021 menggunakan data citra satelit Landsat 5, Landsat 7, dan Landsat 8 *Surface Reflectance*. Fenomena UHI diidentifikasi dari data perhitungan *Land Surface Temperature* (LST), Metode penelitian yang digunakan yaitu *Mono Window Algorithm* (MWA) untuk menghitung LST, MWA menggunakan band *thermal* tiap citra satelit. Hasil analisis LST pada wilayah Jawa Barat, dapat diketahui bahwa, suhu permukaan tanah rata – rata dari tahun 1989 sampai dengan 2021 memiliki nilai yang bervariasi yaitu diantara 20-26°C. Fenomena UHI ini terjadi di 9 kota di Jawa Barat, dibuktikan dengan suhu permukaan rata-rata yang turun dari daerah pusat kota ke pinggiran kota.

Kata Kunci : Suhu, *Urban Heat Island*, *Mono Window Algorithm*, *Land Surface Temperature*.

1. PENDAHULUAN

Provinsi Jawa Barat merupakan provinsi pertama yang dibentuk sejak masa kolonial Belanda tahun 1925. Provinsi Jawa Barat terletak diantara 5°50' - 7°50'LS dan 104°48' - 108°48'BT. Provinsi Jawa Barat terdiri dari 16 kabupaten dan 9 kota. Provinsi Jawa Barat dibatasi oleh: Laut Jawa dan Provinsi Jakarta di sebelah Utara, Provinsi Jawa Tengah di sebelah Timur, Samudra Hindia di bagian Selatan, Provinsi Banten dan Samudra Hindia di sebelah Barat. Populasi penduduknya pada tahun 2019 mencapai 49.316.712 jiwa dan mengalami peningkatan sebesar 2,4% atau mencapai 49.935.858 jiwa pada tahun 2020 (Badan Pusat Statistik, 2020).

Dengan pertumbuhan penduduk, hal tersebut berpotensi menimbulkan dampak kepada lingkungan, baik langsung maupun tidak langsung. Salah satunya adalah potensi perubahan suhu di Jawa Barat (Prasetyo, Hidayat, Haryanto, & Riama, 2021). Konsentrasi bangunan dan permukiman di kawasan *urban* menyebabkan kawasan tersebut menyerap lebih banyak panas sehingga suhunya lebih tinggi dari sekitarnya. Jika diamati menggunakan sensor temperatur, kawasan ini seolah membentuk titik panas. Fenomena ini dikenal sebagai fenomena *Urban Heat Island* (UHI). UHI dianalogikan sebagai “pulau” yang memiliki suhu permukaan udara panas terpusat pada area *urban* dan akan semakin turun suhunya pada daerah *rural* (pedesaan) di sekitarnya (Guntara, 2016). UHI memiliki dampak negatif pada kondisi kualitas udara, lingkungan hidup manusia, dan mempengaruhi penggunaan energi, hingga perubahan iklim di masa yang akan datang. Fenomena UHI biasa diobservasi dengan mengukur suhu di permukaan melalui stasiun cuaca. Namun dengan keterbatasan alat yang ada, cara ini tidak

FTSP Series :

Seminar Nasional dan Diseminasi Tugas Akhir 2022

memungkinkan. Cara lain yang biasa digunakan adalah dengan memanfaatkan data citra satelit yang mampu mengakuisisi data panas inframerah sehingga mendapatkan data suhu panas permukaan tanah.

Dalam penelitian ini, fenomena urban heat island di Jawa Barat tahun 1989 - 2020 akan diobservasi dan dianalisis dengan menggunakan piranti lunak daring Google Earth Engine (GEE). GEE adalah fasilitas komputasi awan yang didesain untuk menyimpan dan memproses bigdata kebumih (jumlah data yang ada skalanya *Petabyte*, >1000 *Terrabyte*) (Ar Rahiem, Fakhlevi, & Hekmatyar, 2019). Penelitian ini difokuskan untuk melihat fenomena urban heat island di 9 kota di Jawa Barat pada tahun 1989 sampai dengan 2021 yang dihasilkan dari Citra Satelit Landsat 5, Landsat 7, dan Landsat 8. Pengolahan data suhu menggunakan *algoritma Mono window* merujuk pada (Putra, Sukmono, & Sasmito, 2018) dan (Anissa Utami, Hernawati, & Darmawan, 2019) dimana dalam hal ini yakni *land surface temperature* (LST) memerlukan data termal, untuk Landsat 5 dan Landsat 7 menggunakan band 6 sebagai saluran termal sedangkan untuk Landsat 8 menggunakan band 10. Hasil pengolahan LST tersebut akan menjadi acuan untuk menentukan nilai UHI. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan referensi bagi masyarakat, pemerintah maupun pihak perencana pembangunan kota dalam mengatasi fenomena UHI serta merancang mitigasinya.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Data Penelitian

Data penelitian ini dapat di lihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Data Penelitian

No	Jenis Data	Format	Sumber	Tahun
1	Data Batas Administrasi Provinsi Jawa Barat 1:25.000	<i>SHP</i>	Badan Informasi Geospasial	2021
2	USGS Landsat 5 <i>Surface Reflectance Tier 1</i>	<i>SHP</i>	Google Earth Engine	1989 dan 1994
3	USGS Landsat 7 <i>Surface Reflectance Tier 1</i>	<i>SHP</i>	Google Earth Engine	1999, 2004, dan 2009
4	USGS Landsat 8 <i>Surface Reflectance Tier 1</i>	<i>SHP</i>	Google Earth Engine	2014, 2019, dan 2021

2.2 Metode Penelitian

Cropping Citra

Tiga data citra satelit Landsat *surface reflectance* dilakukan crop sesuai dengan batas administrasi Jawa Barat sesuai shp yang di unduh pada <http://tanahair.indonesia.go.id>, cropping citra bertujuan untuk mempermudah penganalisaan citra yang dilakukan pada GEE.

Cloud Masking

Awan akan membuat data dan informasi menjadi tidak akurat karena awan akan menutupi objek yang ingin diteliti, tahapan *cloud masking* atau dalam arti lain berfungsi untuk menghilangkan awan.

Brightness Temperature

Estimasi suhu permukaan dari data thermal, data digital piksel citra harus dikonversi terlebih dahulu ke radiance menggunakan data kalibrasi sensor (Wiweka, 2014).

$$T_b = \frac{K2}{\ln\left(\frac{K1}{L\lambda} + 1\right)}$$

Keterangan :

T_b : Brightness temperature (K)

L_λ : TOA radianansi spektral (Watts / (m² * srad * μm))

K₁ : Konstanta kalibrasi saluran thermal (K1_CONSTANT_BAND_x)

K₂ : Konstanta kalibrasi saluran thermal (K2_CONSTANT_BAND_x)

Normalized Difference Vegetation Index NDVI

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

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

Keterangan:

NDVI : *Normalized Difference Vegetation Index*

Band 4 : Saluran merah pada Landsat 8

Band 5 : Saluran inframerah dekat pada Landsat 8

Fractional Vegetation Cover (FVC)

Awan akan membuat data dan informasi menjadi tidak akurat karena awan akan menutupi objek yang ingin diteliti, tahapan *cloud masking* atau dalam arti lain berfungsi untuk menghilangkan awan.

$$FVC = \frac{NDVI - NDVI_{soil}}{NDVI_{veg} - NDVI_{soil}}$$

Keterangan:

FVC : *Fractional Vegetation Cover*

NDVI : Nilai NDVI yang sebelumnya telah diperoleh

NDVI_{soil} : Nilai NDVI untuk tanah

NDVI_{veg} : Nilai NDVI untuk vegetasi

Land Surface Emissivity

Emisivitas merupakan kemampuan suatu objek untuk memancarkan gelombang elektromagnetik sesuai dengan karakter objek (Jiao dkk, 2012).

$$LSE = \epsilon_s * (1 - FVC) + \epsilon_v * FVC$$

Keterangan:

LSE : *Land Surface Emissivity*

FVC : Nilai FVC yang sebelumnya telah diperoleh

ε_s : Emisivitas tanah

ε_v : Emisivitas vegetasi

Land Surface Temperature

Perhitungan LST menggunakan algoritma Split Window yaitu adalah persamaan matematika dinamis yang mampu menyajikan informasi suhu permukaan tanah (Latif, 2014).

$$LST = BT/1 + L\lambda * (BT/p) * \ln(LSE)$$

Keterangan:

LST : *Land surface temperature* (K) 263

BT : *Brightness Temperature* (K)

L_λ : *Wavelength of emitted radianse* (11,5 μm)

P : $h * c / \lambda (1.438 * 10^{-2} mK)$

FTSP Series :

Seminar Nasional dan Diseminasi Tugas Akhir 2022

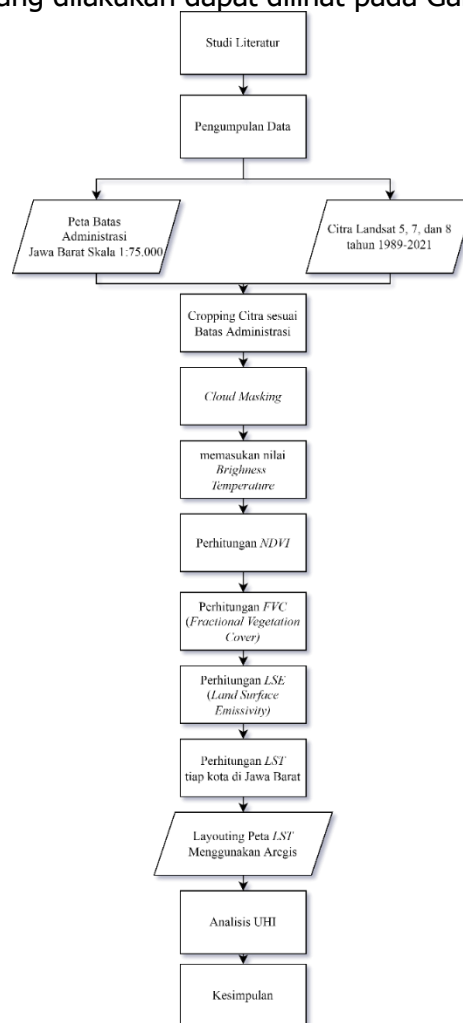
h : Planck's constant ($6.626 \cdot 10^{-34} Js$)
 s : Boltzmann constant ($1.38 \cdot 10^{-23} J/K$)
 c : Velocity of light ($2.998 \cdot 10^8 m/s$)
 p : 14380

Urban Heat Island

Urban Heat Island adalah suatu fenomena di mana 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 3 derajat Celsius dibandingkan daerah sekitarnya (daerah pinggiran/rural). Fenomena inilah yang dikenal sebagai "Urban Heat Island" (UHI).

2.3 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir dari penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Diagram alir penelitian

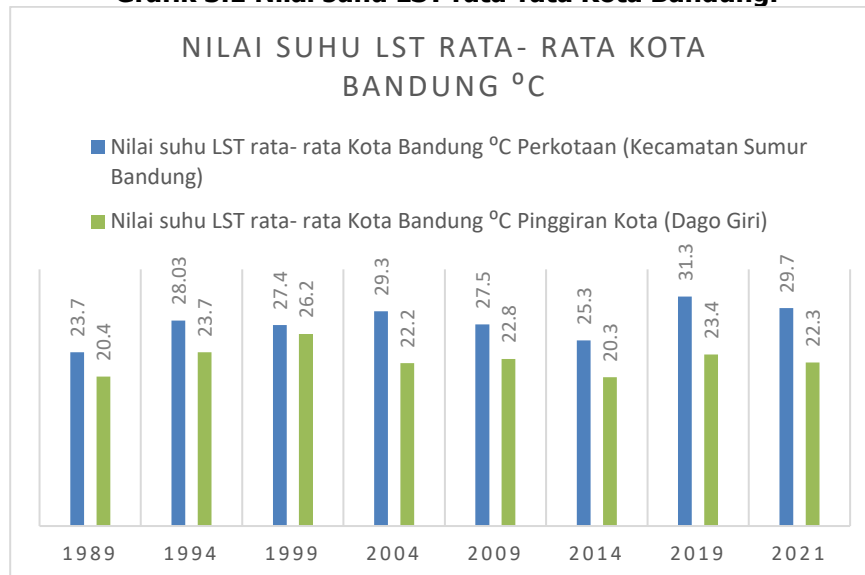
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil *Urban Heat Island*

Analisis UHI dilakukan dengan mencari selisih suhu di area perkotaan dan area pinggiran kota di setiap kota di Jawa Barat, Batas minimal selisih suhu permukaan yang bisa disebut mengalami fenomena UHI adalah, mengacu pada pendapat (Khomaruddin, 2004) yaitu lebih dari 3°C.

Kota Bandung

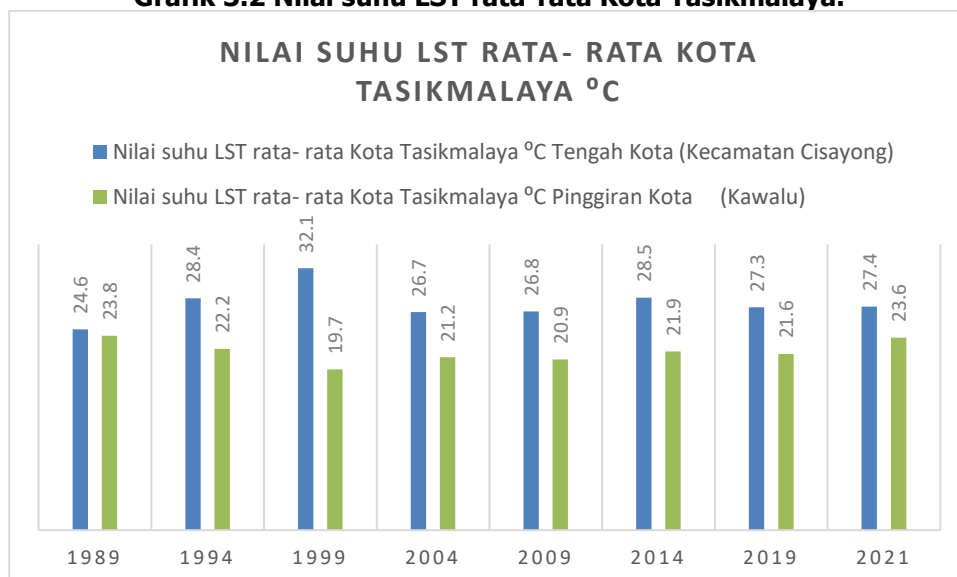
Grafik 3.1 Nilai suhu LST rata-rata Kota Bandung.



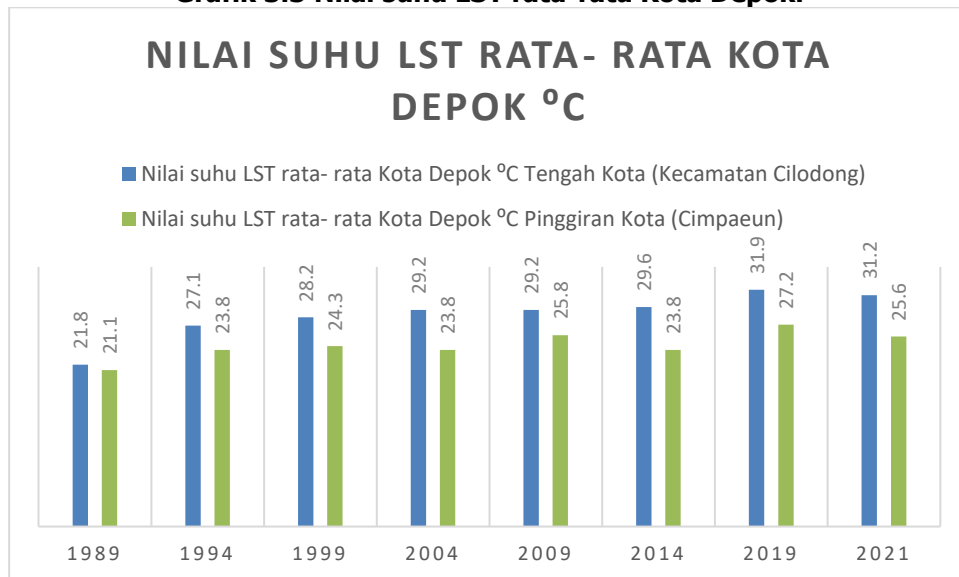
Dari grafik dan tabel 3.1 dapat dilihat bahwa kota Bandung dari tahun 1989 sampai dengan 2021 terjadi fenomena UHI, dimana rata-rata nilai suhu permukaan tanah daerah perkotaan dan daerah pinggiran kota setiap tahunnya memiliki selisih nilai suhu lebih dari 3°C. Kecuali pada tahun 1999 dimana selisih nilai rata-rata suhu permukaan tanah hanya sebesar 1,2°C.

Kota Tasikmalaya

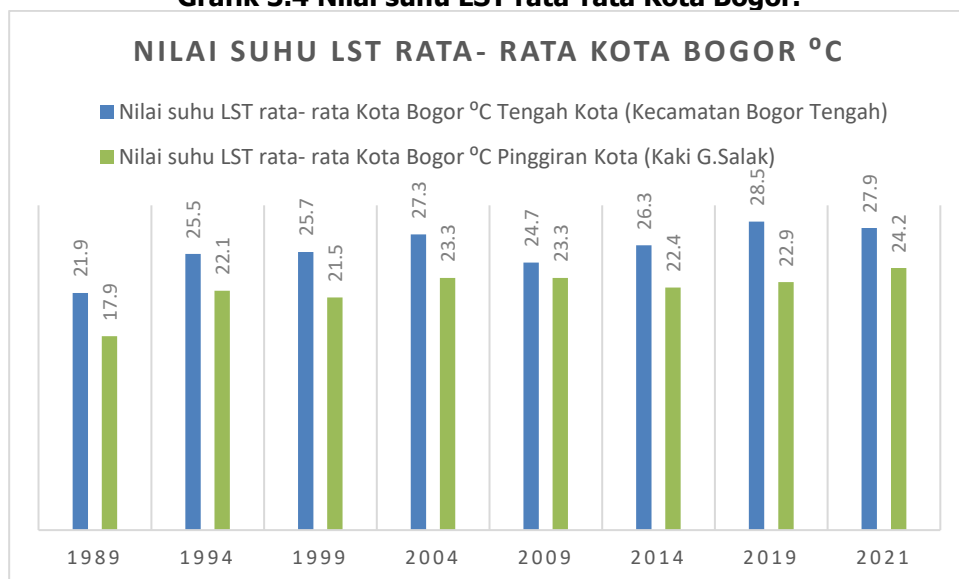
Grafik 3.2 Nilai suhu LST rata-rata Kota Tasikmalaya.



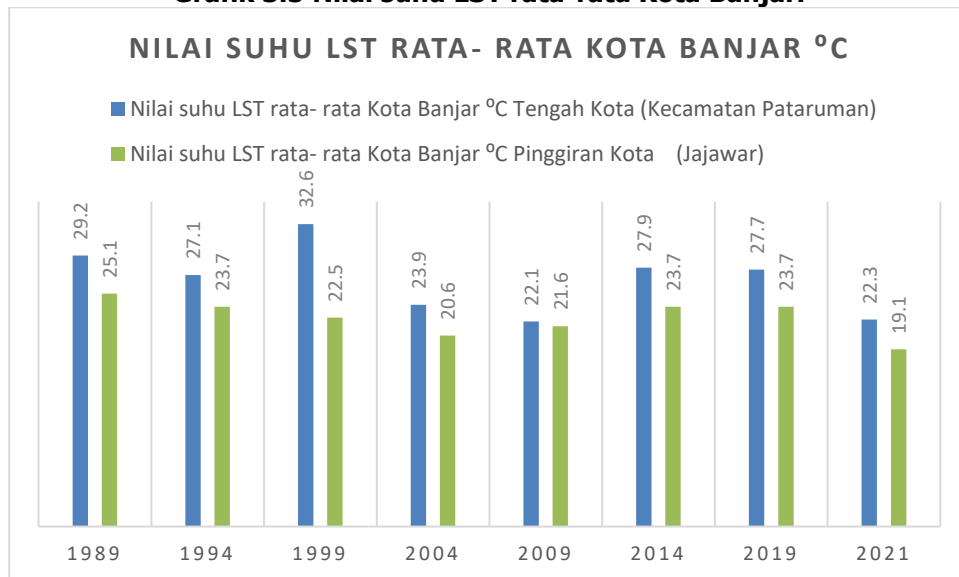
Dari grafik dan tabel 3.2 dapat dilihat bahwa kota Tasikmalaya dari tahun 1989 sampai dengan 2021 terjadi fenomena UHI, dimana rata-rata nilai suhu permukaan tanah daerah perkotaan dan daerah pinggiran kota setiap tahunnya memiliki selisih nilai suhu lebih dari 3°C. Kecuali pada tahun 1989 dimana selisih nilai rata-rata suhu permukaan tanah hanya sebesar 0,8°C maka pada tahun tersebut tidak terjadi fenomena UHI.

Kota Depok**Grafik 3.3 Nilai suhu LST rata-rata Kota Depok.**

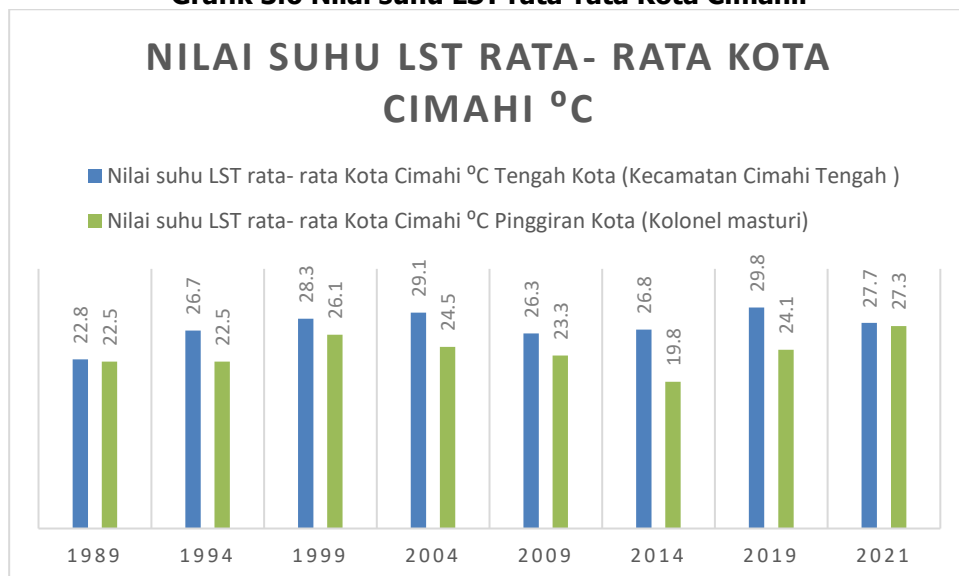
Dari grafik dan tabel 3.3 dapat dilihat bahwa kota Depok dari tahun 1989 sampai dengan 2021 terjadi fenomena UHI, dimana rata-rata nilai suhu permukaan tanah daerah perkotaan dan daerah pinggiran kota setiap tahunnya memiliki selisih nilai suhu lebih dari 3°C. Kecuali pada tahun 1989 dimana selisih nilai rata-rata suhu permukaan tanah hanya sebesar 0,7°C maka pada tahun tersebut tidak terjadi fenomena UHI.

Kota Bogor**Grafik 3.4 Nilai suhu LST rata-rata Kota Bogor.**

Dari grafik dan tabel 3.4 dapat dilihat bahwa kota Depok dari tahun 1989 sampai dengan 2021 memiliki nilai suhu yang bervariasi tiap tahunnya, namun sebagian besar tiap tahun yang diteliti terjadi fenomena UHI, dimana rata-rata nilai suhu permukaan tanah daerah perkotaan dan daerah pinggiran kota setiap tahunnya memiliki selisih nilai suhu lebih dari 3°C. Kecuali pada tahun 2009 dimana selisih nilai rata-rata suhu permukaan tanah sebesar 1,4°C maka pada tahun tersebut tidak terjadi fenomena UHI.

Kota Banjar**Grafik 3.5 Nilai suhu LST rata-rata Kota Banjar.**

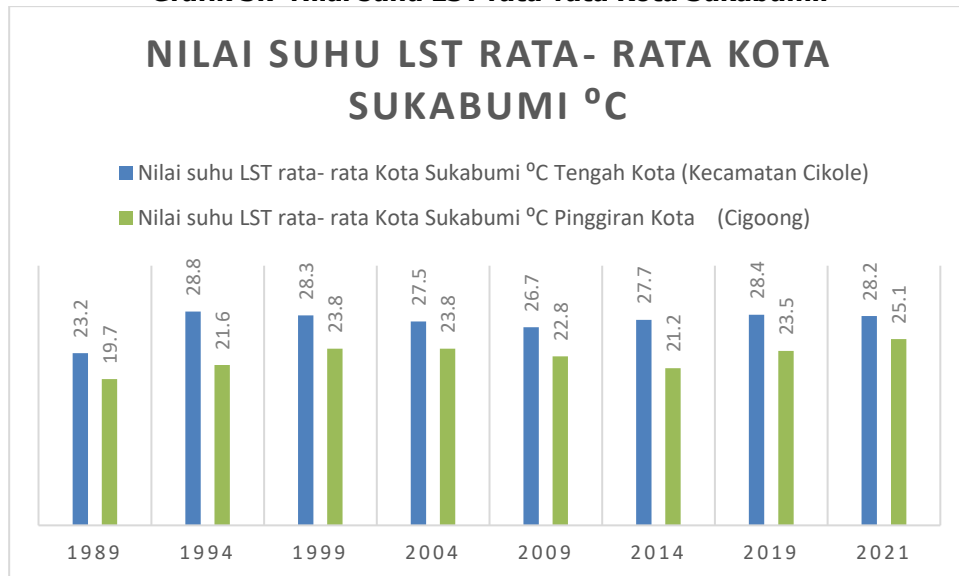
Dari grafik dan tabel 3.5 dapat dilihat bahwa kota Banjar dari tahun 1989 sampai dengan 2021 memiliki nilai suhu yang bervariasi tiap tahunnya, namun sebagian besar tiap tahun yang diteliti terjadi fenomena UHI, dimana rata-rata nilai suhu permukaan tanah daerah perkotaan dan daerah pinggiran kota setiap tahunnya memiliki selisih nilai suhu lebih dari 3°C. Kecuali pada tahun 2009 dimana selisih nilai rata-rata suhu permukaan tanah hanya sebesar 0,5°C maka pada tahun tersebut tidak terjadi fenomena UHI.

Kota Cimahi**Grafik 3.6 Nilai suhu LST rata-rata Kota Cimahi.**

Dari grafik dan tabel 3.6 dapat dilihat bahwa kota Cimahi dari tahun 1989 sampai dengan 2021 memiliki nilai suhu yang bervariasi tiap tahunnya, namun sebagian besar tiap tahun yang diteliti terjadi fenomena UHI, dimana rata-rata nilai suhu permukaan tanah daerah perkotaan dan daerah pinggiran kota setiap tahunnya memiliki selisih nilai suhu lebih dari 3°C. Kecuali pada tahun 1989 dimana selisih nilai rata-rata suhu permukaan tanah hanya sebesar 0,3°C, tahun 1999 dimana selisih nilai rata-rata suhu permukaan tanah sebesar 2,2°C, dan tahun 2021 yaitu memiliki selisih nilai rata-rata nya sebesar 0,4°C, maka dapat dikatakan pada tahun tersebut tidak terjadi fenomena UHI.

Kota Sukabumi

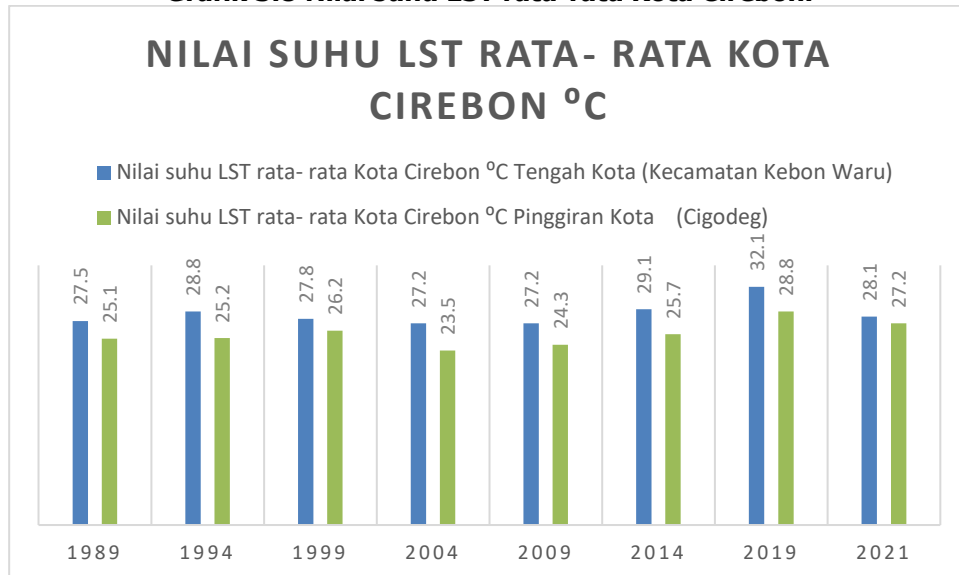
Grafik 3.7 Nilai suhu LST rata-rata Kota Sukabumi.



Dari grafik 3.7 dapat dilihat bahwa kota Sukabumi dari tahun 1989 sampai dengan 2021 memiliki nilai suhu yang bervariasi tiap tahunnya, namun tiap tahun yang diteliti terjadi fenomena UHI, dimana rata-rata nilai suhu permukaan tanah daerah perkotaan dan daerah pinggiran kota setiap tahunnya memiliki selisih nilai suhu lebih dari 3°C.

Kota Cirebon

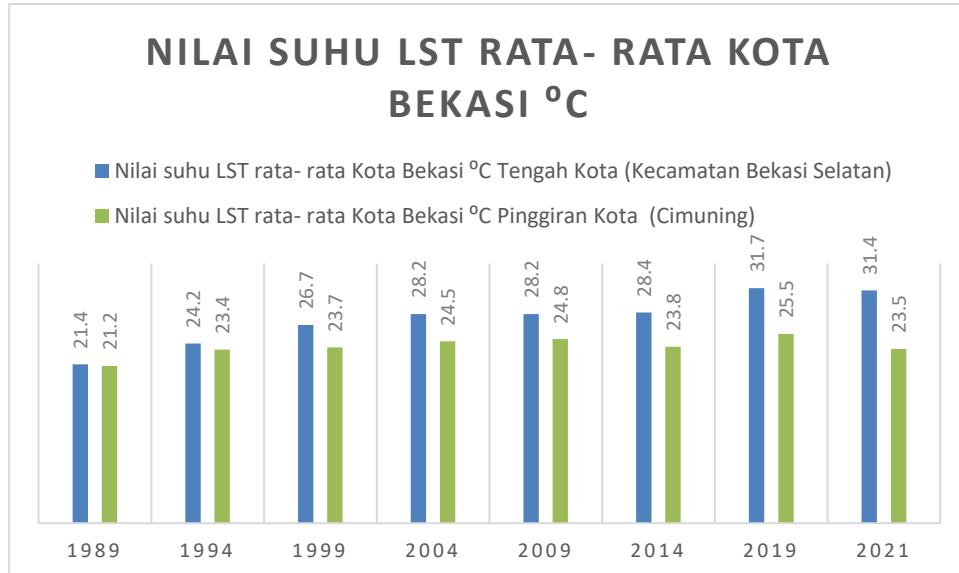
Grafik 3.8 Nilai suhu LST rata-rata Kota Cirebon.



Dari grafik 3.8 dapat dilihat bahwa kota Cirebon dari tahun 1989 sampai dengan 2021 memiliki nilai suhu yang bervariasi tiap tahunnya, namun tidak semua tahun yang diteliti terjadi fenomena UHI, yang terjadi fenomena UHI ada pada tahun 1994, 2004, 2014, dan 2019 dimana rata-rata nilai suhu permukaan tanah daerah perkotaan dan daerah pinggiran kota memiliki selisih nilai suhu lebih dari 3°C. Namun pada tahun 1989, 1999, 2009, dan 2021 tidak terjadi fenomena UHI dikarenakan suhu permukaan tanah pada daerah perkotaan dan daerah pinggiran kota memiliki selisih nilai suhu kurang dari 3°C. Pada tahun 1989 memiliki selisih nilai suhu sebesar 2,4°C, pada tahun 1999 selisih suhunya sebesar 1,6°C, pada tahun 2009 sebesar 2,9°C, dan yang terakhir pada tahun 2021 sebesar 0,9°C.

Kota Bekasi

Grafik 3.9 Nilai suhu LST rata-rata Kota Bekasi.



Dari grafik 3.9 dapat dilihat bahwa kota Bekasi dari tahun 1989 sampai dengan 2021 memiliki nilai suhu yang bervariasi tiap tahunnya, namun tiap tahun yang diteliti terjadi selisih nilai suhu nya mengalami kenaikan tiap tahun, fenomena UHI terjadi mulai dari tahun 1999 sampai dengan 2021 dimana selisih nilai suhu rata-rata permukaan tanah lebih dari 3°C, pada tahun 1989 dan 1994 tidak terjadi fenomena UHI karena nilai selisih rata-rata suhu permukaannya kurang dari 3°C. Pada tahun 1989 nilai selisih rata-rata suhu permukaannya sebesar 0,2°C, sedangkan pada tahun 1994 sebesar 0,8°C.

4. KESIMPULAN

Fenomena UHI ini terjadi di 9 kota di Jawa Barat, dibuktikan dengan suhu permukaan rata-rata yang turun dari daerah pusat kota ke pinggiran kota dan memiliki nilai selisih suhu rata-rata permukaan tanah diatas 3°C. untuk Kota Bandung nilai selisih suhu rata-rata permukaan tanah yang terjadi fenomena UHI berkisar diantara 3–8°C, untuk Kota Tasikmalaya nilai selisih suhu rata-rata permukaan tanah yang terjadi fenomena UHI berkisar diantara 3–12°C, untuk Kota Depok nilai selisih suhu rata-rata permukaan tanah yang terjadi fenomena UHI berkisar diantara 3–5°C, untuk Kota Bogor nilai selisih suhu rata-rata permukaan tanah yang terjadi fenomena UHI berkisar diantara 3–5°C, untuk Kota Banjar nilai selisih suhu rata-rata permukaan tanah yang terjadi fenomena UHI berkisar diantara 3–10°C, untuk Kota Cimahi nilai selisih suhu rata-rata permukaan tanah yang terjadi fenomena UHI berkisar diantara 3–5°C, untuk Kota Sukabumi nilai selisih suhu rata-rata permukaan tanah yang terjadi fenomena UHI berkisar diantara 3–7°C, untuk Kota Cirebon nilai selisih suhu rata-rata permukaan tanah yang terjadi fenomena UHI berkisar 3°C, dan yang terakhir untuk Kota Bekasi nilai selisih suhu rata-rata permukaan tanah yang terjadi fenomena UHI berkisar diantara 3–7°C.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada NASA dan USGS yang telah menyediakan data Landsat dengan gratis dan pihak yang sudah mendukung penelitian ini. Penulis juga menyampaikan terima kasih khususnya kepada Bapak Dr. Soni Darmawan, S.T., M.T. selaku pembimbing selama penelitian ini berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Anissa Utami, D. N., Hernawati, R., & Darmawan, S. (2019). Corelation Analysis of Land Surface Temperature Based On Landsat 8 TIRS Image With SRTM Terrain Data In Bandung City 2015 and 2019. ITENAS.
- Ar Rahiem, M. M., Fakhlevi, M. R., & Hekmatyar, M. I. (2019). Analisis Fenomena Pulau Panas Perkotaan Kota Bandung Menggunakan Google Earth Engine. Seminar Nasional Penginderaan Jauh ke-6 Tahun 2019 (pp. 2-3). Bandung: Research Gate.
- Badan Pusat Statistik. (2020). Jawa Barat Dalam Angka. JAWA BARAT PROVINCE IN FIGURES.
- Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., & Moore, R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, 18-27.
- Guntara, I. (2016). Analisis Urban Heat Island Untuk Pengendalian Pemanasan Global di Kota Yogyakarta Menggunakan Citra Penginderaan Jauh. Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Latif, S. M. (2014). Land Surface Temperature Retrival of Landsat-8 Data Using Split Window Algorithm- A Case Study of Ranchi District. . *International Journal of Engineering Development and Research (IJEDR)* Volume 2, 3840-3849.
- Lillesand, & Kiefer. (1997). *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*, Terjemahan. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Nugroho, A. (2016). Analisis Kerapatan Vegetasi di Kecamatan Ngaglik Tahun 2006 dan Tahun 2016 Menggunakan Teknik Penginderaan Jauh Berbasis Google Earth Engine. 306-320.
- Prasetyo, S., Hidayat , U., Haryanto, Y. D., & Riama, N. F. (2021). Variasi dan Trend Suhu Udara Permukaan di Pulau Jawa. *JURNAL GEOGRAFI*, 60-69.
- Putra, A. K., Sukmono, A., & Sasmito, B. (2018). Analisis Hubungan Perubahan Tutupan Lahan Terhadap Suhu Permukaan Terkait Fenomena Urban Heat Island Menggunakan Citra Landsat. *Jurnal Geodesi Undip*, 23.