

Analisis Urban Heat Island Menggunakan Citra Satelit Landsat 8 di Kota Tangerang

Tika Christy Novianti¹⁾, Ahmad Sofyan Samri²⁾, Syatreen Nisa³⁾

¹⁾ Program Studi D3 Teknik Survey dan Pemetaan, Universitas Lampung

^{2), 3)} Program Studi Teknik Geodesi, Universitas Lampung

Jl. Prof. Dr. Ir. Sumantri Brojonegoro, Gedong Meneng, Kec. Rajabasa, Kota Bandar Lampung

Email : tika.novianti@eng.unila.ac.id¹⁾, ahmad.pesbar@gmail.com²⁾, syatreennn@gmail.com³⁾

ABSTRAK

Pertumbuhan kota sebagai pusat aktivitas ekonomi, sosial, dan budaya telah secara signifikan mengubah lanskap alam yang berdampak pada iklim dan lingkungan. Peningkatan populasi perkotaan mendorong konsumsi energi untuk rumah tangga, industri, dan transportasi, serta menggeser penggunaan lahan dari pertanian ke perumahan. Hal ini dapat mendorong terjadinya fenomena Urban Heat Island (UHI), di mana suhu di area perkotaan lebih tinggi daripada di pedesaan yang disebabkan oleh aktivitas manusia dan perubahan penggunaan lahan. Kota Tangerang mengalami pertumbuhan yang cepat akibat urbanisasi yang juga mempengaruhi iklim perkotaan. Studi UHI di Kota Tangerang penting dilakukan karena urbanisasi yang tinggi membuat pertumbuhan kota semakin tinggi sehingga dapat berdampak pada naiknya suhu permukaan yang dapat menyebabkan terjadinya fenomena UHI. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan memanfaatkan data citra Landsat 8 (OLI/TIRS) dan Sistem Informasi Geografis. Analisis dilakukan dengan mencari nilai Land Surface Temperature (LST), Land Surface Emissivity (LSE) dan Normalize Difference Vegetation Index (NDVI). LST dan LSE digunakan sebagai parameter utama untuk melihat suhu permukaan tanah dengan memanfaatkan band thermal pada citra Landsat 8 serta mengevaluasi proses fisik, kimia, dan biologis di permukaan bumi, sedangkan NDVI digunakan untuk melihat kerapatan vegetasi dengan memanfaatkan band NIR dan Red pada citra Landsat 8. Berdasarkan nilai LST, LSE dan NDVI maka dapat dilakukan analisis UHI. Penelitian ini bertujuan untuk melihat sebaran UHI yang terjadi di Kota Tangerang. Hasil dari penelitian ini adalah persebaran secara spasial fenomena UHI di Kota Tangerang dengan tingkatan Non UHI, UHI 1, UHI 2, dan UHI 3. Penelitian ini diharapkan dapat membantu pemerintah Kota Tangerang dan perencana kota dalam langkah mitigasi efektif, seperti penghijauan perkotaan, perbaikan tata ruang, dan penggunaan bahan bangunan ramah lingkungan, serta mendukung penciptaan kota yang lebih nyaman dan berkelanjutan bagi masyarakat.

Kata Kunci : UHI, Suhu Permukaan Tanah, Perkotaan, Sistem Informasi Geografis

ABSTRACT

The growth of cities as centers of economic, social, and cultural activities has significantly transformed the natural landscape, impacting the climate and environment. The increase in urban population drives energy consumption for households, industry, and transportation, and shifts land use from agriculture to residential areas. This can lead to the phenomenon of Urban Heat Island (UHI), where temperatures in urban areas are higher than in rural areas due to human activities and land use changes. Tangerang City has experienced rapid growth due to urbanization, which also affects the urban climate. The study of UHI in Tangerang City is important because high urbanization rates lead to increased city growth, which can raise surface temperatures and cause UHI phenomena. This research uses quantitative methods by utilizing Landsat 8 (OLI/TIRS) satellite imagery and Geographic Information Systems (GIS). The analysis is conducted by calculating Land Surface Temperature (LST), Land Surface Emissivity (LSE), and Normalize Difference Vegetation Index (NDVI). LST and LSE are used as primary parameters to observe surface temperatures using thermal bands from Landsat 8 imagery and to evaluate physical, chemical, and biological processes on the earth's surface, while NDVI is used to assess vegetation density using NIR and Red bands from Landsat 8 imagery. Based on LST, LSE, and NDVI values, UHI analysis can be performed. This study aims to observe the distribution of UHI occurring in Tangerang City. The results of this study are the spatial distribution of the UHI phenomenon in Tangerang City with levels of Non UHI, UHI 1, UHI 2, and UHI 3. This research is expected to assist the Tangerang City government and urban planners in taking effective mitigation measures, such as urban greening, spatial planning improvements, and the use of environmentally friendly building materials, as well as supporting the creation of a more comfortable and sustainable city for the community.

Keywords : UHI, Land Surface Temperature, Urban, Geographic Information System

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan kota sebagai pusat aktivitas ekonomi, sosial, dan budaya telah secara signifikan mengubah lanskap alam, memberikan dampak yang mendalam pada iklim dan lingkungan. Bertambahnya populasi khususnya di daerah perkotaan dapat meningkatkan konsumsi energi untuk kebutuhan rumah tangga, industri, dan transportasi. Selain itu, pemanfaatan lahan akan beralih dari pertanian ke perumahan dan keperluan lainnya. Pergeseran penggunaan lahan ini mempengaruhi kondisi iklim dan cuaca di wilayah perkotaan (Tursilowati, 2005 dalam Hidayat dan Fariyah, 2020).

Di tengah perkembangan ini, muncul suatu fenomena yang dikenal sebagai *Urban Heat Island* (UHI). UHI diperkenalkan pertama kali oleh Howard pada tahun 1833 yang menganalisis suhu di London dimana suhu di perkotaan lebih hangat dibandingkan pedesaan (Stewart, 2011). UHI adalah fenomena di mana suhu di area perkotaan lebih tinggi dibandingkan dengan wilayah pedesaan di sekitarnya (Grimmond, 2007). Fenomena ini disebabkan oleh aktivitas manusia dan perubahan penggunaan lahan yang mengubah permukaan tanah dari vegetasi alami menjadi bahan buatan seperti aspal dan beton, yang menyerap dan memantulkan lebih banyak panas ke atmosfer. ((Liu dan Wang, 2023 ; de Almeida dkk., 2021)). Kota Tangerang merupakan salah satu kota yang mengalami pertumbuhan perkotaan yang pesat di wilayah metropolitan Jakarta salah satunya Urbanisasi (BPS, 2023). Pertumbuhan ini seringkali berdampak pada perubahan iklim mikro di kawasan perkotaan, termasuk terjadinya UHI. Analisis UHI di kota Tangerang membantu dalam memahami efek panas perkotaan pada lingkungan dan kesejahteraan penduduk setempat.

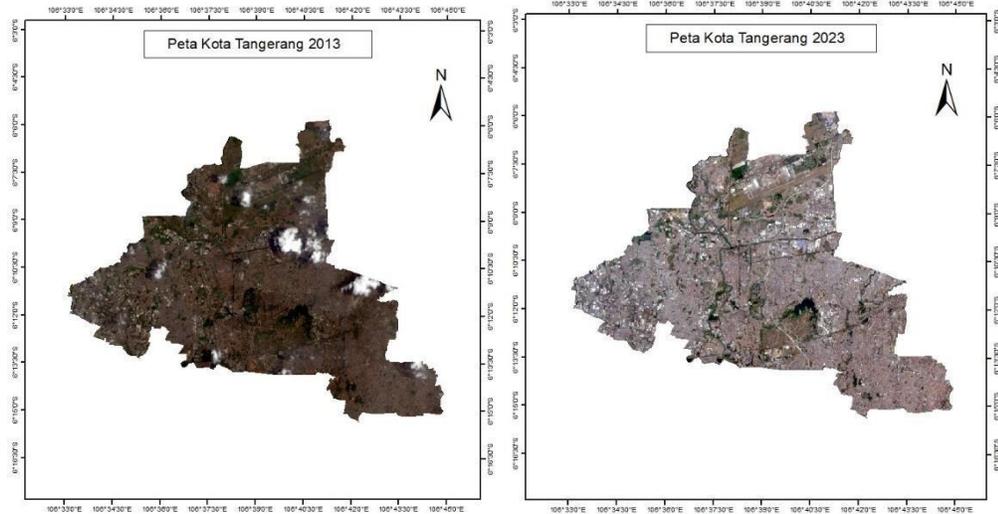
Salah satu cara untuk mengkaji fenomena UHI adalah dengan menganalisis *Land Surface Temperature* (LST) (Adi dkk., 2022). LST menjadi parameter utama yang digunakan untuk mengontrol dan mengevaluasi berbagai proses fisik, kimia, dan biologis di permukaan bumi, serta membantu dalam mempelajari iklim perkotaan (Huang dkk., 2024). Pemanfaatan Citra Landsat 8 (OLI/TIRS) juga berperan penting untuk analisis UHI karena perekaman citra dilakukan secara terus menerus dan pada cakupan area yang luas (Pratiwi dan Jaelani, 2021). Citra Landsat dilengkapi dengan kanal Inframerah Termal dengan resolusi masing-masing 60m dan 100m untuk mendeteksi suhu permukaan (Rocchio, 2012 dalam Pratiwi dan Jaelani, 2021).

Studi tentang UHI di kota Tangerang penting dilakukan karena kondisi geografis dan urbanisasi yang tinggi di wilayah tersebut. Dengan pertumbuhan perkotaan yang pesat, Tangerang menghadapi tantangan dalam mengelola dampak lingkungan dan kualitas hidup penduduknya. Analisis UHI dapat memberikan pemahaman yang lebih baik tentang pola suhu dan variabilitas termal di kawasan perkotaan Tangerang, serta mengidentifikasi faktor-faktor yang berkontribusi terhadap terjadinya UHI. Efek UHI harus segera ditangani, karena semakin banyak wilayah yang mengalami fenomena tersebut akan menyebabkan semakin tingginya laju peningkatan pemanasan global (Rushayati dan Hermawan, 2013). Penelitian ini mencoba menganalisis fenomena UHI di Kota Tangerang dengan menggunakan Citra Satelit Landsat dan Sistem Informasi Geografis. Melalui analisis UHI, dapat diidentifikasi daerah-daerah di kota Tangerang yang mengalami peningkatan suhu yang signifikan. Hal ini dapat membantu pemerintah daerah dan perencana kota dalam mengambil langkah-langkah mitigasi yang efektif, seperti penghijauan perkotaan, peningkatan tata ruang kota, dan penerapan bahan bangunan yang ramah lingkungan. Dengan demikian, analisis UHI dapat mendukung upaya untuk menciptakan perkotaan yang lebih berkelanjutan dan nyaman bagi penduduknya.

2. DATA DAN METODE

2.1. Metode

Dalam penelitian ini data yang digunakan adalah Citra Landsat 8 *Operational Land Imager* dan *Thermal Infrared Sensor* (OLI/TIRS) Tahun 2013 dan Tahun 2023 yang diperoleh dari USGS. Data citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah band 4 dan band 5 untuk analisis NDVI serta band 8 dan 10 untuk analisis LST. Penelitian ini terbagi menjadi beberapa tahap pengolahan data citra dan dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Sistem Informasi Geografis. Berikut ini adalah Citra Satelit Landsat Kota Tangerang Tahun 2013 dan Tahun 2023.



Gambar 1. Citra Satelit Landsat Kota Tangerang Tahun 2013 dan Tahun 2023 (Analisis, 2024)

2.2. Konversi TOA ke Radiance

Dalam analisis UHI, menghitung nilai *Top of Atmosphere (TOA) reflectance* penting untuk mendapatkan estimasi yang lebih akurat dari suhu permukaan daratan (LST). *TOA reflectance* adalah pengukuran kecerahan objek seperti yang dilihat dari luar atmosfer Bumi dan digunakan untuk mengoreksi pengaruh atmosfer pada data citra satelit. *TOA reflectance* digunakan sebagai dasar untuk menghitung *Brightness Temperature (BT)*, yang selanjutnya digunakan untuk menghitung LST. LST adalah komponen kunci dalam menganalisis UHI, karena memberikan ukuran langsung dari panas permukaan yang dipancarkan oleh area perkotaan dan pedesaan. Persamaan untuk melakukan konversi TOA ke *Radiance* sebagai berikut (Firozjaei dkk., 2020)

$$L_{\lambda} = M_L * DN + AL \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

- L_{λ} : radiance spektral pada TOA.
- M_L : faktor skala radiance multiband.
- AL : offset radiance multiband.
- DN : nilai digital yang diperoleh dari citra.

2.3. *Brightness Temperature*

Brightness Temperature (BT) dalam analisis Urban Heat Island (UHI) mengacu pada suhu yang diukur dari band termal yang dipancarkan oleh permukaan bumi, seperti yang direkam oleh sensor satelit. Persamaan untuk menghitung *Brightness Temperature* sebagai berikut (U.S. Geological Survey, 2010).

$$BT = \frac{K_2}{\ln(\frac{K_1}{L_{\lambda}}+1)} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

- K_1 dan K_2 : Konstanta Kalibrasi Termal
- L_{λ} : Radiance Termal

2.4. *Normalize Difference Vegetation Index*

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) adalah indeks kehijauan atau aktivitas fotosintesis vegetasi yang paling sering digunakan untuk memperoleh kerapatan vegetasi suatu wilayah (Sentinel-a dkk., 2018). *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)* berperan penting dalam analisis *Urban Heat Island (UHI)*

karena memberikan informasi tentang keberadaan dan kondisi vegetasi di suatu area. Persamaan NDVI dapat dinotasikan sebagai berikut (Estoque dkk., 2017).

$$NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

RED : Band 4 Citra Landsat 8

NIR : Band 5 Citra Landsat 8

2.5. *Land Surface Emissivity (LSE)*

Perhitungan *Land Surface Emissivity (LSE)* sangat penting untuk mengestimasi suhu permukaan daratan (LST) dengan lebih akurat. LSE menggambarkan efisiensi sebuah permukaan dalam memancarkan energi termal, dan berbeda-beda tergantung pada material dan karakteristik permukaannya. Dalam konteks UHI, memahami LSE membantu dalam mengidentifikasi area yang memancarkan lebih banyak panas. Area perkotaan dengan LSE rendah bisa memancarkan lebih sedikit energi termal dibandingkan dengan yang diperkirakan, sehingga menyebabkan peningkatan suhu yang terdeteksi. Perhitungan LSE dilakukan dengan menghitung *Proportion of Vegetation (PV)* dilanjutkan dengan perhitungan LSE, sehingga persamaan LSE dapat dinotasikan sebagai berikut (Sobrino dkk., 2008).

$$PV = \left(\frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \right)^2 \dots\dots\dots (4)$$

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

Dimana :

PV : Proportion of Vegetation

NDVI : DN values from DN Image

NDVI_{max} : Maximum DN values from NDVI Image

NDVI_{min} : Minimum DN values from NDVI Image

E : Land Surfae Emissivity

0.986 : Corresponds to correction value of the equation

2.6. *Land Surface Temperature*

Land Surface Temperature (LST) adalah suhu permukaan daratan, yang diukur dari energi termal yang dipancarkan oleh permukaan bumi. LST adalah indikator penting dalam berbagai studi lingkungan, termasuk analisis UHI. LST dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk tipe penutupan lahan (seperti kota, hutan, atau ladang), penggunaan tanah, vegetasi, kelembapan tanah, dan bahan permukaan. Material yang gelap dan kering cenderung memiliki LST yang lebih tinggi. Dalam konteks perkotaan, LST sering kali lebih tinggi daripada di area pedesaan karena fenomena UHI, di mana permukaan seperti aspal dan beton menyimpan dan memancarkan lebih banyak panas. Berikut ini persamaan untuk menghitung LST (Utomo, A. W dkk., 2017)

$$LST = \left(\frac{BT}{(1 + (\lambda * \frac{BT}{c2}) * E)} \right) \dots\dots\dots(6)$$

Dimana :

BT : Top of Atmosphere brightness temperature (C)

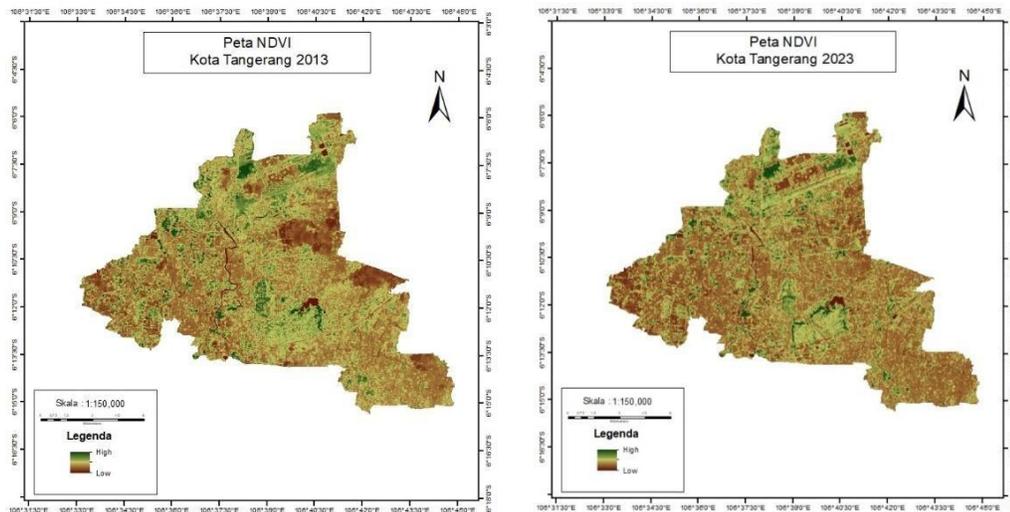
λ : Wavelength of emitted radiance

E : Land Surface Emissivity

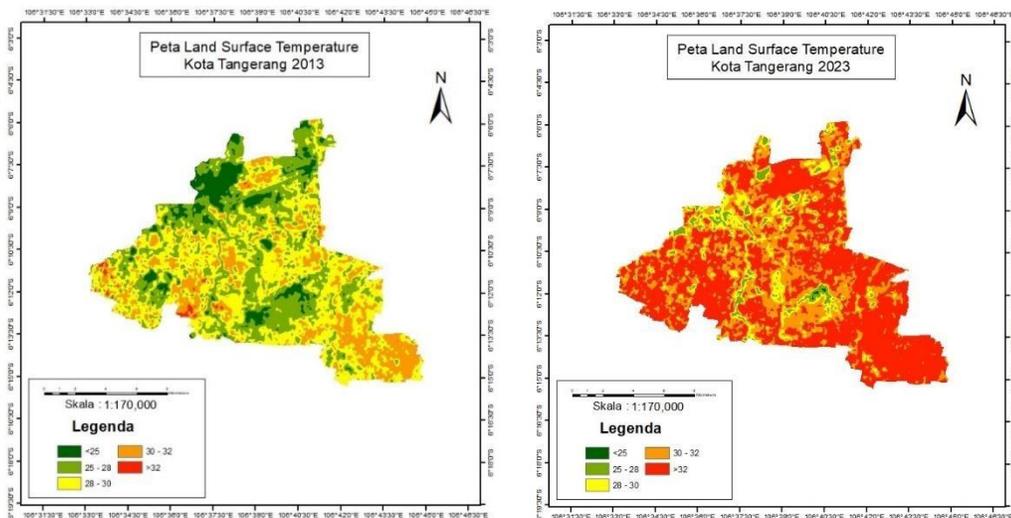
c2 : 14388 mK

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini diawali dengan pengolahan Citra Landsat 8 yang mana diperoleh beberapa hasil yang menjadi dasar dalam menganalisis UHI. Berdasarkan pengolahan NDVI yang telah dilakukan menunjukkan perubahan vegetasi mulai berkurang terutama di daerah perkotaan sehingga menyebabkan suhu di daerah perkotaan semakin bertambah panas. Perubahan vegetasi juga memberikan dampak terhadap UHI. Semakin rendah nilai vegetasi maka daerah tersebut akan memiliki suhu yang relatif tinggi, begitupun sebaliknya. NDVI memberikan ukuran kuantitatif dari kepadatan dan kesehatan vegetasi di suatu area. Nilai NDVI tinggi menunjukkan vegetasi lebat dan sehat, sedangkan nilai rendah menunjukkan sedikit atau tidak adanya vegetasi. Gambar 2 di bawah ini menunjukkan terjadi perubahan kerapatan vegetasi antara tahun 2013 dan 2023 di Kota Tangerang. Terdapat beberapa titik yang telah beralih fungsi lahan menjadi kawasan non vegetasi di tahun 2024. Tutupan vegetasi mengurangi kemampuan lahan untuk menyerap karbon dioksida dan mengatur suhu, berkurangnya daerah vegetasi dapat menyebabkan peningkatan suhu permukaan tanah. Gambar 2 di bawah ini menunjukkan hasil nilai NDVI di Kota Tangerang tahun 2013 dan 2023.



Gambar 2. NDVI Kota Tangerang Tahun 2013 dan Tahun 2023 (Analisis, 2024)



Gambar 3. LST Kota Tangerang Tahun 2013 dan Tahun 2024 (Analisis, 2024)

Hasil dari pengolahan *Land Surface Temperature* menunjukkan terjadi perubahan suhu permukaan di banyak titik di Kota Tangerang dalam kurun waktu 10 tahun. Hasilnya luas area dengan suhu kurang dari 30°C mengalami penurunan drastis dan daerah dengan suhu lebih dari 30°C mengalami kenaikan. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti alih fungsi lahan yang terjadi di Kota Tangerang. Area yang mengalami kenaikan suhu didominasi oleh wilayah perkotaan. Daerah yang telah beralih fungsi menjadi kawasan terbangun cenderung memiliki permukaan yang terbuat dari beton, aspal, dan bangunan. Hal ini dapat menyerap dan menyimpan panas lebih banyak dibandingkan dengan lahan terbuka atau vegetasi. Faktor tersebut dapat menjadi indikasi yang menyebabkan suhu di daerah perkotaan atau kawasan terbangun lebih tinggi dibandingkan dengan daerah sekitarnya. Gambar 4 dan Tabel 2 di bawah ini menunjukkan grafik perubahan suhu yang terjadi di Kota Tangerang selama kurun waktu 10 tahun.



Gambar 4. Grafik Perubahan Luas LST Kota Tangerang tahun 2013 dan 2023

Tabel 2. Perubahan Luas LST Kota Tangerang tahun 2013 dan 2023

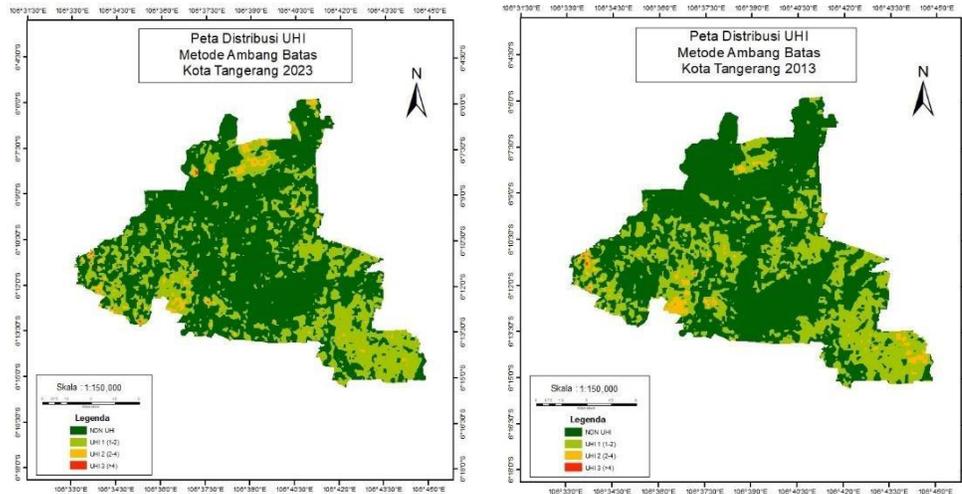
Tahun	Luas (Km ²)				
2013	15.2289	57.6054	72.2214	32.3136	0.9963
2023	0.1372	6.0367	18.4513	53.56076	100.1425

Setelah dilakukan perhitungan NDVI dan LST maka dilanjutkan dengan perhitungan ambang batas UHI dari hasil *Land Surface Temperature* (LST) yang telah didapatkan sebelumnya. 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 terdampak UHI.

Pada Tabel 3 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. Gambar 5 di bawah ini merupakan hasil peta distribusi UHI di Kota Tangerang tahun 2013 dan 2023 metode ambang batas.

Tabel 3. Nilai Ambang Batas

Tahun	Nilai Ambang Batas	Nilai UHI Maksimum
2013	29.24775	5.59585
2023	32.9204	5.7012



Gambar 5. Peta Distribusi UHI Kota Tangerang Tahun 2013 dan Tahun 2023 (Analisis, 2024)

Gambar 5 diatas menunjukkan bahwa distribusi UHI di kota Tangerang pada tahun 2013 dan 2023 terdapat daerah yang terdampak UHI. Nilai ambang batas UHI dari LST pada tahun 2013 dan 2023 masing – masing sebesar 29.24775 °C dan 32.9204 °C, hal ini menunjukkan bahwa area dengan suhu yang lebih besar dari nilai ambang batas terdampak UHI.

Tabel 4. Distribusi UHI Kota Tangerang tahun 2013 dan tahun 2023

Kelas	Luas (Km ²)	
	2013	2023
Non UHI	116.84766	118.593505
UHI 1	57.210024	55.388149
UHI 2	4.208788	4.23315
UHI 3	0.080682	0.132966

Dari tabel 4 diatas dapat di lihat bahwa kota Tangerang di dominasi oleh area tidak terdampak UHI dibandingkan dengan yang yang terdampak UHI. Area yang terdampak UHI rata – rata merupakan UHI ringan, sedangkan untuk UHI yang sedang dan tinggi hanya terdapat pada beberapa area di daerah perkotaan atau padat penduduk. UHI pada kota Tangerang didominasi pada area perkotaan yang dipengaruhi oleh banyak faktor seperti pembangunan, vegetasi yang mulai berkurang, dan aktivitas manusia.

4. KESIMPULAN

Penelitian yang dilakukan terkait fenomena UHI di Tangerang menyoroti kompleksitas di daerah perkotaan yang berkembang pesat. Berdasarkan penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa Kota Tangerang mengalami fenomena UHI dengan tingkat UHI tertinggi di UHI 1. Analisis UHI tidak hanya memperlihatkan perbedaan suhu permukaan antara area perkotaan dan pedesaan, tetapi juga mengungkap hubungan yang

kompleks antara faktor-faktor fisik perkotaan seperti tutupan lahan, kepadatan bangunan, dan pola jaringan jalan. Pemanfaatan teknologi citra satelit, khususnya Landsat 8, memberikan keunggulan dalam pemetaan dan analisis UHI yang akurat, memungkinkan identifikasi daerah-daerah di Tangerang yang mengalami peningkatan suhu secara signifikan. Penggunaan Sistem Informasi Geografis dalam analisis UHI dapat digunakan sebagai langkah awal dalam melihat kenaikan suhu permukaan yang terjadi di suatu wilayah. Penambahan data suhu rata-rata dapat dijadikan saran untuk penelitian selanjutnya sehingga menambah keakuratan dari analisis UHI yang telah dilakukan. Dengan demikian, analisis UHI tidak hanya memberikan wawasan mendalam tentang pola suhu dan variabilitas termal di kawasan perkotaan Tangerang, tetapi juga memberikan dasar yang kuat bagi pembuat kebijakan untuk merancang strategi mitigasi yang efektif guna menciptakan lingkungan perkotaan yang berkelanjutan dan nyaman bagi penduduknya.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Adi, W. B., Sukuryadi, Adiansyah, J. S., Ibrahim, & Johari, H. I. (2022). Analisis Pola Spasial Fenomena Urban Heat Island (UHI) Berdasarkan Faktor Emisivitas Lahan. *Geography*, 10(2), 6–7. <http://journal.ummat.ac.id/index.php/geography/article/view/9740>
- BPS. (2023). *BADAN PUSAT STATISTIK KOTA TANGERANG*.
- de Almeida, C. R., Teodoro, A. C., & Gonçalves, A. (2021). Study of the urban heat island (Uhi) using remote sensing data/techniques: A systematic review. *Environments - MDPI*, 8(10), 1–39. <https://doi.org/10.3390/environments8100105>
- Estoque, R. C., Murayama, Y., & Myint, S. W. (2017). 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*, 577, 349–359. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.10.195>
- Firozjaei, M. K., Fatholoulumi, S., Mijani, N., Kiavarz, M., Qureshi, S., Homae, M., & Alavipanah, S. K. (2020). Evaluating the spectral indices efficiency to quantify daytime surface anthropogenic heat island intensity: An intercontinental methodology. *Remote Sensing*, 12(17), 1–23. <https://doi.org/10.3390/rs12172854>
- Grimmond, S. (2007). Urbanization and global environmental change: Local effects of urban warming. *Geographical Journal*, 173(1), 83–88. https://doi.org/10.1111/j.1475-4959.2007.232_3.x
- Hidayat, R., & Fariyah, A. W. (2020). Identification of the changing air temperature and rainfall in Bogor. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 10(4), 616–626. <https://doi.org/10.29244/jpsl.10.4.616-626>
- Huang, M., Zhong, S., Mei, X., & He, J. (2024). Spatiotemporal Patterns in the Urban Heat Island Effect of Several Contemporary and Historical Chinese “Stove Cities.” *Sustainability (Switzerland)*, 16(7), 1–16. <https://doi.org/10.3390/su16073091>
- Liu, Y., & Wang, Z. (2023). Research Progress and Hotspot Analysis of Urban Heat Island Effects Based on Cite Space Analysis. *Land*, 12(6). <https://doi.org/10.3390/land12061154>
- Pratiwi, A. Y., & Jaelani, L. M. (2021). Analisis Perubahan Distribusi Urban Heat Island (UHI) di Kota Surabaya Menggunakan Citra Satelit Landsat Multitemporal. *Jurnal Teknik ITS*, 9(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v9i2.53982>
- Rushayati, S. B., & Hermawan, R. (2013). *Karakteristik kondisi UHI di Kota DKI Jakarta*. 18(2), 96–100.
- Sobrino, J. A., Jiménez-Muñoz, J. C., Sòria, G., Romaguera, M., Guanter, L., Moreno, J., Plaza, A., & Martínez, P. (2008). Land surface emissivity retrieval from different VNIR and TIR sensors. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 46(2), 316–327. <https://doi.org/10.1109/TGRS.2007.904834>
- Stewart, I. D. (2011). A systematic review and scientific critique of methodology in modern urban heat island literature. *International Journal of Climatology*, 31(2), 200–217. <https://doi.org/10.1002/joc.2141>
- Streutker, D. R. (2003). Satellite-measured growth of the urban heat island of Houston, Texas. *Remote Sensing of Environment*, 85(3), 282–289. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(03\)00007-5](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(03)00007-5)
- U.S. Geological Survey. (2010). *Thousands of Landsat scenes in Google’s Earth Engine*. <https://www.usgs.gov/core-science-systems/nli/landsat/december-5-2010-thousands-landsat-scenes->

googles-earth-engine

Utomo, A. W., 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*, 4(April), 86–94.