

ANALISIS PENGARUH PERUBAHAN KEPADATAN BANGUNAN TERHADAP AREA URBAN HEAT ISLAND DI KOTA BANDUNG TAHUN 2014 DAN 2024

Fajar Akvianto Pratama¹, Levana Apriani. S.T., M.T.², Danis Suhari S, S.T., M.T.³

¹Mahasiswa Teknik Geodesi Universitas Winaya Mukti, Bandung

²Dosen Pembimbing Teknik Geodesi Universitas Winaya Mukti, Bandung

³Dosen Pembimbing Teknik Geodesi Universitas Winaya Mukti, Bandung

ABSTRACT

The Urban Heat Island (UHI) phenomenon has emerged as a major environmental issue in Bandung City, driven by increased building density and reduced vegetated areas. Population growth and infrastructure development over the past decade have significantly altered land use, triggering a rise in surface temperatures in urban areas. This study aims to identify changes in building density and UHI areas in Bandung between 2014 and 2024, and to quantitatively analyze their relationship to understand the contribution of urban development activities to the city's thermal dynamics.

The data used include Landsat 8 satellite imagery from 2014 and 2024, the administrative boundary data of Bandung City, and population data from the Central Bureau of Statistics. Data processing was conducted using geospatial data processing software, involving radiometric correction, calculation of the Normalized Difference Built-up Index (NDBI) to determine building density, extraction of Land Surface Temperature (LST) to identify UHI areas, and spatial classification. The analysis was carried out both descriptively and spatially, complemented by Pearson correlation testing to measure the relationship between building density changes and UHI intensity.

The results show a decrease in non-built-up land area by 1,273 ha and an increase in dense land area by 1,288 ha, with a densification pattern in the western region and expansion in the eastern region. These changes contributed to an increase in average temperature from 27.20°C to 28.83°C and nearly doubled the extent of UHI class 2 areas from 21.78 ha to 45.27 ha. Pearson correlation analysis indicated a strong and positive relationship between building density and UHI in both years ($r = 0.792$ in 2014 and $r = 0.735$ in 2024). These findings confirm that the growth of built-up areas significantly influences UHI intensity, although other factors such as building material types and vegetation conditions also play a role in shaping urban thermal patterns.

Keywords: UHI, NDBI, Landsat, Bandung City.

ABSTRAK

Fenomena Urban Heat Island (UHI) menjadi salah satu isu lingkungan utama di Kota Bandung, yang dipicu oleh peningkatan kepadatan bangunan dan berkurangnya area vegetasi. Pertumbuhan penduduk dan pembangunan infrastruktur dalam satu dekade terakhir telah mengubah penggunaan lahan secara signifikan, sehingga memicu peningkatan suhu permukaan di wilayah perkotaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi perubahan kepadatan bangunan dan area UHI di Kota Bandung antara

tahun 2014 dan 2024, serta menganalisis hubungan keduanya secara kuantitatif untuk memahami kontribusi aktivitas pembangunan terhadap dinamika termal kota.

Data yang digunakan meliputi citra satelit Landsat 8 tahun 2014 dan 2024, data batas administrasi Kota Bandung, serta data kependudukan dari Badan Pusat Statistik. Proses pengolahan dilakukan menggunakan perangkat lunak pengolah data geospasial dengan tahapan koreksi radiometrik, perhitungan Normalized Difference Built-up Index (NDBI) untuk menentukan kepadatan bangunan, ekstraksi Land Surface Temperature (LST) untuk identifikasi area UHI, serta klasifikasi spasial. Analisis dilakukan secara deskriptif dan spasial, dilengkapi dengan uji korelasi Pearson untuk mengukur hubungan antara perubahan kepadatan bangunan dan intensitas UHI.

Hasil penelitian menunjukkan adanya penurunan luas lahan nonbangunan sebesar 1.273 ha dan peningkatan luas lahan kategori padat sebesar 1.288 ha, dengan pola densifikasi di wilayah barat dan ekspansi di wilayah timur. Perubahan ini berkontribusi pada kenaikan suhu rata-rata dari 27,20°C menjadi 28,83°C dan hampir dua kali lipatnya perluasan area UHI kelas 2 dari 21,78 ha menjadi 45,27 ha. Uji korelasi Pearson menunjukkan hubungan kuat dan positif antara kepadatan bangunan dan UHI pada kedua tahun ($r = 0,792$ pada 2014 dan $r = 0,735$ pada 2024). Temuan ini menegaskan bahwa pertumbuhan kawasan terbangun memiliki pengaruh signifikan terhadap peningkatan intensitas UHI, meskipun faktor lain seperti jenis material bangunan dan kondisi vegetasi juga berperan dalam membentuk pola termal perkotaan.

Kata kunci: UHI, NDBI, Landsat, Kota Bandung.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Cekungan Bandung dikenal sebagai lokasi yang memiliki udara yang sejuk dan nyaman, namun dalam beberapa tahun terakhir suhu di Bandung menjadi tidak menentu dan menjadi lebih panas dari biasanya. Dugaan utamanya tentu karena adanya perubahan penggunaan lahan yang cukup masif, seperti banyaknya lahan hijau yang tergantikan oleh bangunan dan juga jalan raya. Beberapa studi menunjukkan adanya hubungan antara perubahan tata guna lahan dengan suhu permukaan tanah (Ar-Rahiem & Fakhlevi, 2019). Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Bandung, selama tahun 2014, suhu rata-rata Kota Bandung adalah 23,4°C. tercatat suhu tertinggi di kota Bandung mencapai 30,9°C yang terjadi di bulan Oktober. Suhu terendah di kota Bandung pada tahun 2014 adalah 18,3°C yaitu pada bulan September. Sedangkan selama tahun 2024, suhu rata-rata Kota Bandung adalah 24,6°C. Suhu tertinggi Kota Bandung tahun 2024 mencapai 32,5°C di bulan September dan suhu

minimum 19,1°C di bulan Juli tahun 2024.

Pembangunan dimaksudkan untuk meningkatkan kemampuan dan potensi dari masyarakat untuk memenuhi kebutuhan dan mempertahankan kehidupan mereka. Pertumbuhan pembangunan yang terjadi secara cepat tentunya akan meningkatkan kebutuhan hidup, termasuk kebutuhan untuk sumber daya lahan. Pertumbuhan tersebut selalu menuntut pemenuhan fasilitas sosial dan umum. Pembangunan pemukiman selalu membutuhkan pemanfaatan lahan yang sudah ada sehingga mengubah penggunaan lahan yang awalnya dari non – pemukiman menjadi daerah pemukiman dan infrastruktur jalan (Sugandi dkk., 2017). Peningkatan jumlah penduduk secara masif, serta perubahan lahan yang awalnya bervegetasi menjadi lahan terbangun yang tidak terkontrol diyakini sebagai penyebab utama kenaikan suhu di Kota Bandung. Lahan bervegetasi telah tergantikan oleh bangunan, jalan, dan infrastruktur lainnya. Permukaan yang dulunya tidak kedap air dan lembab menjadi kedap air dan kering. Suhu permukaan di daerah pinggiran kota

menjadi lebih dingin dibandingkan dengan suhu di perkotaan (Ningrum & Narulita, 2018).

UHI adalah permasalahan suhu udara dan permukaan yang terjadi di wilayah perkotaan, yang ditandai dengan adanya perbedaan suhu antara daerah perkotaan dan daerah sekitarnya. Fenomena ini disebabkan oleh dua faktor utama, yaitu penggunaan material bangunan yang memiliki kemampuan menyerap sinar matahari secara intensif dan memantulkan sinar tersebut ke area sekitarnya. Material-material tersebut termasuk aspal, beton, baja, dan bahan yang tahan terhadap air (Parry & Chandler, 1966). Pada tahun 1833, fenomena UHI mulai menjadi fokus penelitian, dan tokoh yang memperkenalkan konsep ini adalah Luke Howard. UHI terjadi karena adanya perubahan baik secara fisik maupun non-fisik di suatu wilayah. Terdapat beberapa faktor penyebab dari fenomena UHI. Faktor-faktor tersebut meliputi peningkatan urbanisasi yang mengubah fungsi lahan menjadi perkotaan, penggunaan bahan buatan seperti zat kimia dan bahan bakar, serta penggunaan bahan bakar secara berlebihan (Mohajerani et al., 2017).

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan untuk penelitian ini adalah metode kuantitatif. Metode kuantitatif yang sistematis terhadap bagian-bagian dan fenomena kualitas hubungan-hubungannya, tujuannya untuk mengembangkan dan menggunakan model-model matematis, teori-teori dan atau hipotesa yang berkaitan dengan fenomena. Penelitian *urban heat island* (UHI) di Kota Bandung akan menggunakan penelitian sebelumnya yang sudah dilakukan pada kawasan lainnya. Penelitian ini akan mengidentifikasi perubahan kepadatan bangunan, sebaran suhu, dan menganalisis pengaruh dari perubahan kepadatan bangunan tersebut terhadap area UHI di Kota Bandung. Penilaian

kuantitatif terdiri dari metode pengumpulan, metode pengolahan dan metode analisis.

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian pada tugas akhir ini berlokasi di Kota Bandung, Kota Bandung terletak diantara $107^{\circ} 32' \text{ BT}$ - $107^{\circ} 44' \text{ BT}$ dan $6^{\circ} 50' \text{ LS}$ - $6^{\circ} 58' \text{ LS}$. Kota Bandung memiliki luas 166,81 km² yang terbagi menjadi 30 kecamatan.

Data Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah citra satelit Landsat 8 yang diakuisisi tahun 2014 dan 2024, data vektor batas administrasi Kota Bandung, dan data kependudukan Kota Bandung tahun 2014 dan 2024.

Alur Penelitian

Alur penelitian yang dilaksanakan dalam penelitian ini dapat dilihat dari diagram di bawah ini:



Gambar 1. Alur Penelitian

Tahap Pengolahan Data

Pada pengolahan citra satelit menggunakan perangkat lunak pengolah data geospasial. Dengan tahapan sebagai berikut:

a. Koreksi Radiometrik dan *Cropping* Citra

Koreksi radiometrik dilakukan untuk mengurangi gangguan atmosferik yang dapat memengaruhi keakuratan nilai piksel citra, seperti hamburan, penyerapan, dan pantulan atmosfer. Gangguan ini dapat menyebabkan nilai digital number (DN) pada citra tidak merepresentasikan kondisi permukaan sebenarnya.

Untuk keperluan ekstraksi *Land Surface Temperature* (LST), nilai DN pada band termal citra dikonversi menjadi TOA Radiance menggunakan persamaan:

$$L\lambda = M_L * Q_{cal} + A_L \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

$L\lambda$: *radiance spectral* dari sensor (W/(m² * sr * μm))

M_L : Nilai pengali *radiance* untuk band ke-n pada metadata

A_L : Nilai penambah *radiance* untuk band ke-n pada metadata

Q_{cal} : Nilai piksel citra satelit (DN)

Sedangkan untuk keperluan ekstraksi *Normalized Difference Built-up Index* (NDBI), dilakukan konversi DN menjadi TOA Reflectance menggunakan persamaan:

$$\rho\lambda' = M\rho * Q_{cal} + A\rho \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

$\rho\lambda'$: nilai *TOA Reflectance*

M_L : Nilai pengali *reflectance* untuk band ke-n pada metadata

A_L : Nilai penambah *reflectance* untuk band ke-n pada metadata

Q_{cal} : Nilai piksel citra satelit (DN)

Setelah proses koreksi radiometrik selesai dilakukan, citra yang telah

dikoreksi kemudian dipotong (*cropping*) berdasarkan batas wilayah administrasi Kota Bandung agar analisis hanya dilakukan pada area studi penelitian.

b. *Normalized Difference Built-up Index* (NDBI)

Pengolahan NDBI dilakukan untuk mengidentifikasi area terbangun di wilayah studi. Indeks ini dihitung berdasarkan nilai *reflectance* dari band 5 (*Near Infrared/NIR*) dan band 6 (*Shortwave Infrared/SWIR*) pada citra Landsat 8. Setelah dilakukan koreksi radiometrik untuk memperoleh nilai reflektansi pada masing-masing *band*, perhitungan NDBI dilakukan menggunakan persamaan:

$$NDBI = \frac{SWIR1 - NIR}{SWIR1 + NIR} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana:

NDBI : *Normalized Difference Built-up Index*

SWIR 1: *Shortwave Infrared*

NIR : *Near Infrared*

Raster hasil NDBI kemudian diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori kepadatan bangunan untuk mempermudah interpretasi spasial, serta dianalisis perubahannya secara temporal antara tahun 2014 dan 2024. Klasifikasi kepadatan bangunan berdasarkan nilai NDBI dibagi ke dalam empat kelas berikut.

Tabel 1. Klasifikasi NDBI

Rentang Nilai	Kelas Kepadatan
-1 - 0	Non Pemukiman
>0 – 0,1	Pemukiman Jarang
>0,1 – 0,2	Pemukiman Padat
>0,2	Pemukiman Sangat Padat

c. Ekstraksi Data Suhu Permukaan Lahan

Setelah citra terkoreksi dan dipotong, dilakukan pengolahan untuk mendapatkan data suhu permukaan lahan. Tahapan ini meliputi konversi ke *Brightness Temperature* (BT), perhitungan indeks vegetasi (NDVI), perhitungan proporsi vegetasi (Pv), perhitungan emisivitas, dan perhitungan LST terkoreksi emisivitas. Perhitungan LST dilakukan melalui beberapa tahapan matematis yang saling berkaitan. Pertama, nilai radiansi diubah menjadi *brightness temperature* (BT) menggunakan persamaan:

$$BT = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_\lambda} + 1\right)} - 273,15 \dots\dots\dots (4)$$

Dimana:

BT : Top of atmosphere brightness temperature

L_λ : Nilai TOA

K1 : Nilai konstanta K1 untuk band ke-n pada metadata

K2 : Nilai konstanta K2 untuk band ke-n pada metadata

Hasil dari persamaan tersebut dikurangi 273,15 untuk mendapatkan nilai BT pada satuan Celsius.

Selanjutnya, estimasi vegetasi diekstrak melalui *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), yang dirumuskan sebagai:

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana:

NDVI : Normalized Difference Vegetation Index

NIR : Band infra merah dekat

R : Band merah

Nilai NDVI kemudian digunakan untuk menghitung proporsi vegetasi (Pv) dengan persamaan:

$$P_v = \left(\frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \right)^2 \dots\dots\dots (6)$$

Dimana:

Pv : Proporsi Vegetasi

NDVI : Data hasil ekstraksi

NDVI

NDVImin : Nilai minimum dari NDVI

NDVImax : Nilai maksimum dari NDVI

Selanjutnya nilai emisivitas permukaan dapat diperoleh dengan persamaan sebagai berikut:

$$\varepsilon = 0,004 \times P_v + 0,986 \dots\dots\dots (7)$$

Dimana:

ε : Emisivitas

0,004 : nilai rata-rata emisivitas vegetasi yang berkategori rapat.

0,986 : nilai emisivitas standar lahan terbuka

Akhirnya, suhu permukaan lahan yang telah terkoreksi oleh emisivitas dihitung dengan persamaan:

$$LST = \frac{BT}{1 + \left(\frac{0,00115 \times BT}{1,4388} \right) \ln(\varepsilon)} \dots\dots\dots (8)$$

d. Ekstraksi data UHI

Penentuan UHI dilakukan berdasarkan nilai LST. UHI dapat ditentukan dengan menghitung nilai ambang batas suhu terjadinya UHI (UHI Threshold) yang dirumuskan sebagai berikut:

$$UHI = \mu + \frac{\sigma}{2} \dots\dots\dots (9)$$

Jika nilai LST lebih besar dari $\mu + 0,5 \sigma$, maka wilayah tersebut dikategorikan sebagai area yang mengalami fenomena UHI. Sebaliknya, wilayah dengan nilai LST antara 0 hingga $\mu + 0,5 \sigma$ dikategorikan sebagai Non-UHI.

Selain itu, dapat dihitung pula UHI Index untuk menggambarkan distribusi spasial fenomena UHI. Rumusnya adalah sebagai berikut:

$$UHI_{index} = T_{mean} - \left(\mu + \frac{\sigma}{2} \right) \dots \dots (10)$$

Dimana:

μ : rerata suhu permukaan hasil pengolahan LST

σ : standar deviasi suhu permukaan hasil pengolahan LST

T_{mean} : nilai rata-rata dari kelas LST pada daerah penelitian

e. *Build Digital Elevation Model (DEM)*

Analisis yang digunakan adalah analisis spasial untuk mengetahui perubahan persebaran kepadatan bangunan dan UHI di Kota Bandung pada tahun 2014 dan 2024. Hubungan antara kepadatan bangunan dan UHI dianalisis secara deskriptif spasial, dengan memperhatikan persebaran spasial zona UHI pada area dengan tingkat kepadatan bangunan yang berbeda. Untuk mengetahui derajat hubungan antara kepadatan bangunan dan UHI, dilakukan analisis korelasi Pearson. Rumus yang digunakan untuk menghitung koefisien korelasi Pearson adalah sebagai berikut:

$$Correl(X,Y) = \frac{\sum(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sqrt{\sum(x-\bar{x})^2 \sum(y-\bar{y})^2}} \quad (11)$$

Dimana:

x dan y : nilai pengamatan masing-masing variabel

$\bar{x}$ dan $\bar{y}$: rata-rata dari masing-masing variabel

$\sum$: simbol penjumlahan seluruh data

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perubahan Kepadatan Bangunan Tahun 2014 dan 2024

Perubahan kepadatan bangunan memiliki peran penting dalam memengaruhi fenomena UHI, di mana peningkatan jumlah dan kerapatan bangunan dapat menyebabkan penyerapan panas yang lebih besar di area perkotaan. Di Kota Bandung,

pertumbuhan penduduk yang terus meningkat selama satu dekade terakhir mendorong peningkatan kebutuhan lahan terbangun, yang berdampak langsung terhadap perubahan struktur kepadatan bangunan.

a. Klasifikasi dan Luas Kepadatan Bangunan

Klasifikasi kepadatan bangunan pada Kota Bandung dibagi ke dalam empat kelas, yaitu nonbangunan, jarang, padat, sangat padat. Data luas setiap kategori kepadatan bangunan pada tahun 2014 dan 2024 disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Luas Kelas Kepadatan Bangunan Kota Bandung Tahun 2014 dan 2024

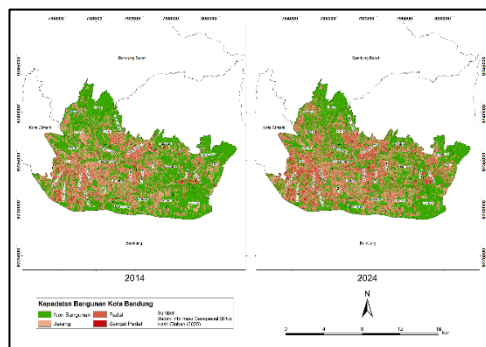
Kelas Kepadatan	Luas (ha)	
	2014	2024
Nonbangunan	9592,11	8319,06
Jarang	4825,44	4792,68
Padat	2062,35	3350,34
Sangat Padat	202,32	220,14
Total	16682,22	16682,22

Terjadi penurunan signifikan pada kategori Nonbangunan (-1.273 ha), dan peningkatan signifikan pada kategori Padat (+1.288 ha), mencerminkan adanya densifikasi kawasan permukiman dan pergeseran fungsi lahan di berbagai wilayah kota.

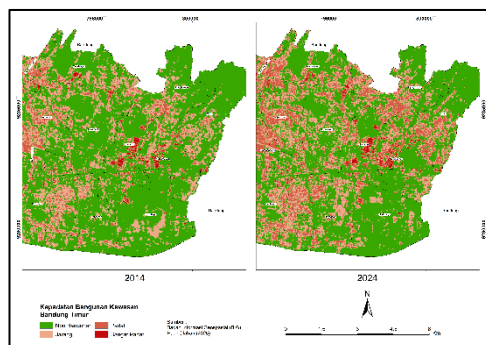
b. Distribusi Spasial Kepadatan Bangunan

Berdasarkan peta distribusi spasial NDBI, kepadatan bangunan di Kota Bandung meningkat signifikan pada periode 2014–2024, terutama di wilayah barat dan timur. Wilayah barat, seperti Babakan Ciparay, Bojongloa Kaler, dan Bojongloa Kidul, memiliki tingkat kepadatan tinggi meskipun sebagian mengalami penurunan jumlah penduduk. Sementara itu, wilayah timur seperti Ujung Berung, Gedebage, dan Mandalajati mengalami pertumbuhan penduduk lebih dari 20%, disertai

konversi lahan terbuka menjadi permukiman baru. Pola ini mencerminkan tren urbanisasi yang ditandai oleh perluasan kawasan dari kategori jarang menjadi padat, dipengaruhi oleh dinamika demografis, ketersediaan lahan, dan pergeseran pusat pertumbuhan kota. Distribusi spasial kepadatan bangunan di Kota Bandung pada tahun 2014 dan 2024 divisualisasikan pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Peta Kepadatan Bangunan Kota Bandung Tahun 2014 dan 2024



Gambar 3. Perubahan Kepadatan Bangunan Kawasan Bandung Timur Tahun 2014 dan 2024

B. Perubahan *Urban Heat Island* (UHI) di Kota Bandung Tahun 2014 dan 2024

Analisis perubahan *Urban Heat Island* (UHI) di Kota Bandung pada periode 2014–2024 dilakukan berdasarkan data *Land Surface Temperature* (LST) dari citra satelit yang diklasifikasikan ke dalam kategori UHI. Pendekatan spasial digunakan untuk mengidentifikasi perubahan nilai dan distribusi LST, serta

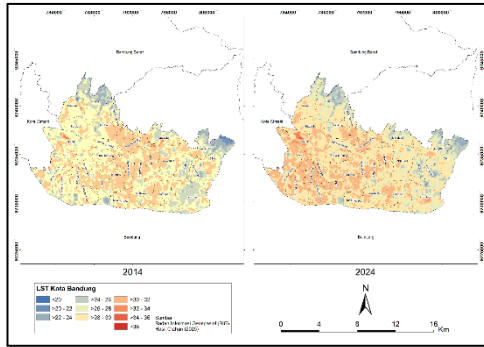
pergeseran dan perluasan wilayah panas selama satu dekade terakhir.

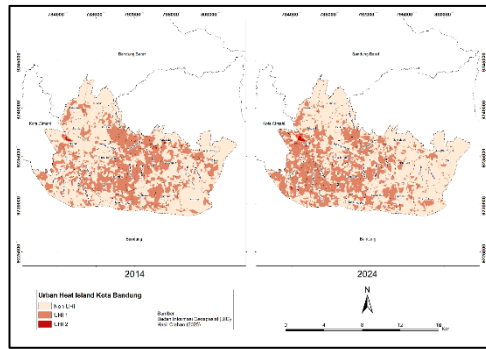
a. Perubahan Nilai *Land Surface Temperature* (LST)

Uji ketelitian hasil ortofoto yang diolah menggunakan koordinat GCP di uji dengan membandingkan hasil ortofoto menggunakan ICP. Untuk Ketelitian horizontal dapat dilihat pada tabel 5.

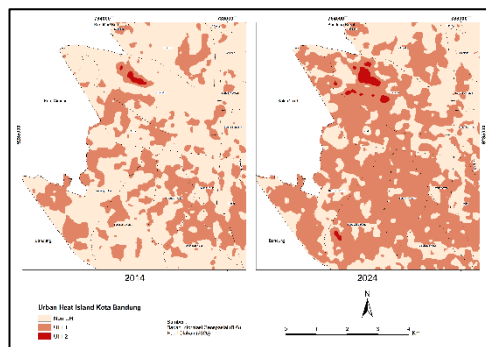
LST digunakan sebagai dasar utama dalam identifikasi UHI karena merepresentasikan suhu permukaan bumi yang direkam oleh citra Landsat 8. Perbandingan data 2014 dan 2024 menunjukkan peningkatan suhu di sebagian besar wilayah Kota Bandung, dengan suhu tinggi pada 2014 terkonsentrasi di pusat kota seperti Sumur Bandung, Astana Anyar, dan Andir. Pada 2024, wilayah panas meluas ke bagian timur, mencakup Gedebage, Kiaracondong, dan Rancasari. Suhu rata-rata meningkat dari 27,20°C menjadi 28,83°C, disertai kenaikan deviasi standar dari 1,48 ke 1,71, yang mengindikasikan variasi suhu antar wilayah semakin besar. Peningkatan tertinggi terjadi di Kecamatan Cicendo (+2,75°C) dan Babakan Ciparay (+2,67°C), sejalan dengan pertumbuhan area terbangun yang intensif.

Perubahan ini divisualisasikan pada Gambar 4 yang menampilkan peta sebaran LST Kota Bandung tahun 2014 dan 2024. Selain itu, Gambar 5 dan 6 menyajikan grafik perubahan suhu rata-rata terbesar dan terkecil per kecamatan selama periode 2014–2024, untuk menggantikan tabel statistik deskriptif. Grafik ini memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai perbedaan tingkat pemanasan antar wilayah di Kota Bandung.





Gambar 7. Peta UHI Kota Bandung Tahun 2014 dan 2024



Gambar 8. Peta Perubahan UHI 2 Kota Bandung Tahun 2014 dan 2024

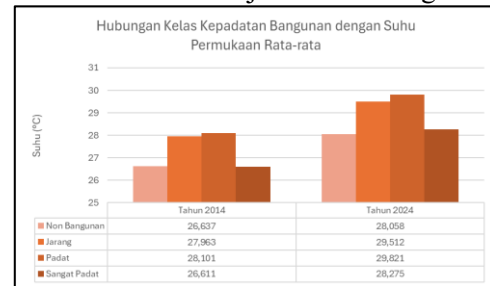
C. Analisis Pengaruh Kepadatan Bangunan terhadap *Urban Heat Island* (UHI)

Hubungan antara kepadatan bangunan dan fenomena UHI di Kota Bandung dianalisis melalui pendekatan spasial dan statistik, meliputi perbandingan suhu antar kelas kepadatan bangunan serta uji korelasi antara nilai NDBI dan UHI pada periode 2014–2024.

a. Klasifikasi dan Distribusi Spasial *Urban Heat Island* (UHI)

Pola distribusi suhu permukaan menunjukkan tren peningkatan suhu dari kelas Non Bangunan hingga kelas Padat pada 2014 dan 2024, dengan kelas Padat mencatat suhu tertinggi akibat dominasi permukiman rapat dan minim vegetasi. Gambar 9 menampilkan hubungan antara kelas kepadatan bangunan dan suhu permukaan rata-rata. Anomali ditemukan pada kelas Sangat Padat yang justru memiliki suhu lebih rendah, dipengaruhi oleh atap logam beralbedo tinggi pada kawasan industri, keberadaan vegetasi

sekitar, serta efek bayangan bangunan tinggi. Penerapan prinsip Bangunan Gedung Hijau, penyediaan Ruang Terbuka Hijau (RTH), dan perencanaan tata kota di wilayah pengembangan baru seperti Gedebage turut memoderasi kenaikan suhu, menunjukkan bahwa hubungan kepadatan bangunan dan suhu permukaan dipengaruhi oleh kombinasi faktor fisik dan kebijakan tata ruang.



Gambar 9. Grafik Hubungan Kelas Kepadatan Bangunan dengan Suhu Permukaan Rata-rata

b. Analisis Korelasi Pearson

Korelasi Pearson antara nilai NDBI dan LST menunjukkan hubungan positif kuat antara kepadatan bangunan dan suhu permukaan, dengan koefisien korelasi sebesar 0,792 pada 2014 dan 0,735 pada 2024 (Tabel 5). Penurunan korelasi ini mengindikasikan adanya faktor lain selain densitas bangunan yang memengaruhi intensitas UHI, seperti jenis material, tutupan vegetasi, tata ruang, dan regulasi pembangunan. Kategori Padat memberikan kontribusi terbesar terhadap peningkatan suhu, namun hubungan kepadatan–suhu tidak sepenuhnya linier. Strategi mitigasi UHI perlu mempertimbangkan pendekatan multidimensional yang mencakup pengendalian densitas, kualitas bangunan, konservasi ruang hijau, dan pengelolaan albedo permukaan.

Tabel 4. Hasil Uji Korelasi antara NDBI dan UHI

Tahun	Koefisien Korelasi (r)
2014	0,792
2024	0,735

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dalam penelitian ini yaitu:

1. Telah terjadi perubahan kepadatan bangunan yang signifikan di Kota Bandung dari tahun 2014 hingga 2024. Perubahan ini ditandai oleh berkurangnya luas lahan kategori Non Bangunan sebesar 1.273 ha dan meningkatnya luas lahan kategori Padat sebesar 1.288 ha. Secara spasial, perubahan ini memiliki dua pola utama yaitu, intensifikasi pada kawasan yang sudah terbangun di wilayah barat dan tengah, serta ekspansi kawasan terbangun baru di wilayah timur kota.
2. Perubahan area *Urban Heat Island* (UHI) juga terjadi secara signifikan, yang ditandai dengan peningkatan suhu permukaan rata-rata kota dari 27,20°C pada tahun 2014 menjadi 28,83°C pada tahun 2024. Secara kuantitatif, luas area Non-UHI berkurang sebesar 138,6 ha, sementara area inti UHI (UHI 2) meningkat hampir dua kali lipat dari 21,78 ha menjadi 45,27 ha. Secara spasial, perubahan ini dicirikan oleh peningkatan inti UHI di bagian barat kota, serta munculnya zona-zona hangat baru di wilayah timur.
3. Perubahan kepadatan bangunan terbukti berpengaruh kuat dan positif terhadap area UHI. Bukti statistik menunjukkan adanya korelasi positif yang kuat antara nilai NDBI dan LST pada kedua tahun ($r = 0,792$ pada 2014 dan $r = 0,735$ pada 2024). Kelas kepadatan Padat secara konsisten memiliki suhu permukaan tertinggi. Namun, hubungan ini bersifat kompleks, yang disebabkan oleh faktor lain seperti albedo material atap pada kawasan industri dan efek bayangan pada bangunan tinggi (*urban canyon*).

SARAN

Saran yang dapat diberikan penulis bagi penelitian selanjutnya yaitu:

1. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mempertimbangkan faktor-faktor lain di luar kepadatan bangunan, seperti lalu lintas, aktivitas industri, dan penggunaan pendingin udara yang juga berkontribusi terhadap peningkatan suhu permukaan.
2. Sebaiknya membandingkan kondisi UHI dalam satu tahun berdasarkan musim (kemarau dan hujan) dapat memberikan gambaran yang lebih utuh mengenai dinamika panas kota.
3. Sebaiknya menggunakan pendekatan tahunan untuk melihat perubahan secara bertahap dan lebih mendalam dibandingkan hanya membandingkan dua tahun dengan jarak waktu yang jauh.

DAFTAR PUSTAKA

- Arie, F. C. (2012). *Sebaran temperatur permukaan lahan dan faktor-faktor yang mempengaruhinya di kota malang*. 12.
- Arikunto S. 2013. *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka
- Ar-Rahiem, M. M., & Fakhlevi, M. R. (2019). *Analisis Fenomena Pulau Panas Perkotaan Kota Bandung Menggunakan Google Earth Engine*.
- As-syakur RA, Adnyana I WS, Arthana W, Nuarsa IW. 2012. *Enhanced Built-Up and Bareness Index (EBBI) for Mapping Built-Up and Bare Land in an Urban Area*. Remote Sens. 2012, 4, 2957-2970; doi:10.3390/rs4102957
- Handayani, M. Nurul. (2017). *Analisis Hubungan Antara Perubahan Suhu dengan Indeks Kawasan Terbangun Menggunakan Citra Landsat (Studi Kasus: Kota Surakarta)*. Jurnal Geodesi Undip, 6
- Handoko. (1994). *Klimatologi Dasar*. Pustaka Jaya.
- Ihlen, V. (2019). *Landsat 8 (L8) Data Users Handbook*. USGS, 5, 114.
- Khusaini, N. I. (2008). *Pengaruh perubahan penutupan lahan terhadap distribusi suhu permukaan*. IPB, 77.
- Loyd, C. (2013). *Landsat 8 Bands « Landsat Science*. <https://landsat.gsfc.nasa.gov/landsat-8/landsat-8-bands/>
- Mohajerani, A., Bakaric, J., & Jeffrey-Bailey, T. (2017). *The urban heat island effect, its causes, and mitigation, with reference to the thermal properties of asphalt concrete*. Journal of Environmental Management, 197, 522–538. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.03.095>
- Ningrum, W., & Narulita, I. (2018). *Deteksi Perubahan Suhu Permukaan Menggunakan Data Satelit Landsat Multi-Waktu Studi Kasus Cekungan Bandung*. Jurnal Teknologi Lingkungan, 19(2), 145
- Oke, T. R. (1988). *Street design and urban canopy layer climate*. Energy and buildings, 11(1-3), 103-113.
- Parry, M., & Chandler, T. J. (1966). *The Climate of London By Luke Howard*. The Geographical Journal, 132(1), 84.
- Rajasekar, U., & Weng, Q. (2009). *Urban heat island monitoring and analysis using a non-parametric model: A case study of Indianapolis*. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 64(1), 86–96. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2008.05.002>
- Rajeshwari, A., & Mani, N. D. (2014). *Estimation of land surface temperature of dindigul district using landsat 8 data*. International Journal of Research in Engineering and Technology, 03(05), 122–126. <https://doi.org/10.15623/ijret.2014.0305025>
- Somantri, L. (2016). *Pemanfaatan Teknik Penginderaan Jauh Untuk Mengidentifikasi Kerentanan Dan Risiko Banjir*. Jurnal Geografi Gea, 8(2). <https://doi.org/10.17509/gea.v8i2.1697>
- Sugandi, D., Trianawati, N., & Somantri, L. (2017). *Impact of Land Use Changes to Environmental Damage in Bandung Basin*. International Journal of Science and Research, 6(2), 6.
- Sugiyono. (2010). *Statistika untuk Penelitian*. Bandung: CV. Alfabeta
- Sukristiyanti, S., & Marganingrum, D. (2008). *Pendeteksian Kepadatan Vegetasi dan Suhu Permukaan Menggunakan Citra Landsat*

- Studi Kasus: Jawa Barat Bagian Selatan dan Sekitarnya*. Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan, 19(1), 15. <https://doi.org/10.14203/risetgeotam2009.v19.19>
- Sutanto. (1994). *Penginderaan Jauh: Jilid 2*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Taha, H. (1997). *Urban Climates and Heat Islands: Albedo, Evapotranspiration, and Anthropogenic Heat. Energy and Buildings*, 25(2), 99-103.
- Treman, I Wayan. (2012). *Pemanfaatan Penginderaan Jauh untuk Kajian Kepadatan Rumah Mukim Perkotaan*. Universitas Pendidikan Ganesha: Singaraja
- USGS. (2016). *Landsat 8*. https://www.usgs.gov/land-resources/nli/landsat/landsat-8?qt-science_support_page_related_con=0#qt-science_support_page_related_con
- Wicahyani, S., Sasongko, S. B., & Izzati, M. (2014). *Pulau Bahang Kota (Urban Heat Island) Di Kota Yogyakarta Dan Daerah Sekitarnya Hasil Interpretasi Citra Landsat Olitirs Tahun 2013*. Jurnal Geografi: Media Informasi Pengembangan Dan Profesi Kegeografian, 11(2), 196–204. <https://doi.org/10.15294/jg.v11i2.8027>
- Wiweka, W. (2014). *Pola suhu permukaan dan udara menggunakan citra satelit landsat multitemporal*. Jurnal Ecolab, 8(1), 11–22.
- Yu, X., Guo, X., & Wu, Z. (2014). *Land Surface Temperature Retrieval from Landsat 8 TIRS—Comparison between Radiative Transfer Equation-Based Method, Split Window Algorithm and Single Channel Method*. Remote Sensing, 6(10), 9829–9852.