

ANALISIS SPATIAL *URBAN HEAT ISLAND* (UHI) DI KAWASAN INDUSTRI MAJALENGKA UTARA

Alfas Muhammad Fuad^{1*}, Rosa Saefi Yusuf Albanah², Widianito Aji Wibowo³

¹ Universitas Jendral Soedirman, Jl. Dr. Soeparno No. 41, Grendeng, Purwokerto, Indonesia

² Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha No. 10 Cobleng, Bandung, Indonesia

³ Universitas Gadjah Mada, Jl. Teknika Utara Pogung, Sleman, Yogyakarta, Indonesia

* Corresponding e-mail : alfasfuad@mhs.unsoed.ac.id

DOI : 10.35472/jppk.v6i1.2566

ABSTRACT

Majalengka Regency has increasingly functioned as a new regional growth center in West Java, triggering rapid urbanization and substantial land-use conversion since 2015. These processes have exerted significant pressure on the local environment, particularly through the intensification of the Urban Heat Island (UHI) phenomenon. Based on BMKG Stamet Kertajati observations, the average maximum air temperature increased by 2.7°C during the 2020–2025 period. The development of the West Java International Airport has reinforced North Majalengka as an emerging Central Business District (CBD) with an aerocity-based spatial structure integrated with industrial zones. The expansion of industrial activities, including textile, manufacturing, food processing, and extractive industries, has contributed to increased anthropogenic heat emissions and surface thermal accumulation. This study aims to analyze the spatial and temporal dynamics of UHI and land-use change in North Majalengka between 2015 and 2025. Multi-temporal Landsat 8 OLI imagery was processed using Land Surface Temperature (LST) analysis to estimate surface thermal conditions and the Normalized Difference Built-up Index (NDBI) to quantify the extent and density of built-up areas. The results indicate a substantial increase of 29,93 ha in very densely built-up land. Surface temperature patterns exhibit notable interannual variability, with peak values of 41°C recorded in 2015 and 47°C in september 2025. The UHI effect is predominantly concentrated in Jatiwangi, Dawuan, Kadipaten, Palasah, Kasokandel, Ligung Sumberjaya, Jatitujuh, Leuwimunding and Kertajati Districts, which are characterized by high population mobility and intensive industrial land use. Overall, the findings demonstrate a strong association between urban expansion, industrial development, and the intensification of UHI in North Majalengka.

Keywords: Industry, Mobility, Urban Heat Island

A. PENDAHULUAN

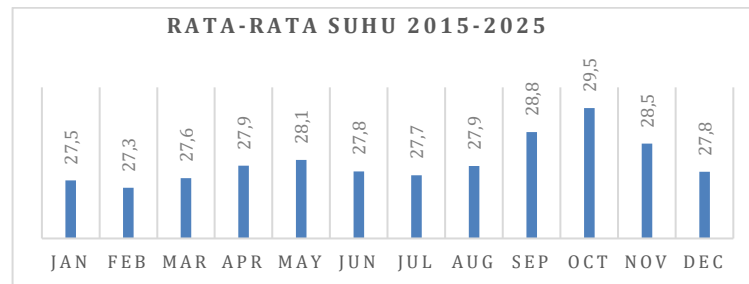
Percepatan pertumbuhan ekonomi di Jawa Barat bagian Utara memberikan kontribusi yang signifikan terhadap perubahan lahan. Dorongan proses urbanisasi dan industrialisasi telah menkonversi sektor pertanian menjadi dominasi sektor industri yang belum pernah terjadi sebelumnya (Liu *et al.*, 2023). Dengan percepatan pertumbuhan ekonomi ini diharapkan beberapa wilayah di bagian Utara Jawa Barat dapat terdorong menjadi pusat pertumbuhan baru termasuk wilayah Kabupaten Majalengka Bagian Utara. Istilah pusat pertumbuhan baru ini memiliki fungsi sebagai pusat daya tarik (*pole of attraction*) berbagai usaha dalam suatu konsentrasi lokasi tertentu yang kemudian setiap fasilitas terbangun dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar (Tarigan, 2006). Dengan adanya pusat pertumbuhan ini dapat mendorong terjadinya urbanisasi yang masif,

Perubahan ini menjadi proses transformasi lanskap alami berupa air, tanah, vegetasi dan unsur-unsur lainnya menjadi lanskap buatan yang terdiri dari semen, aspal, bahan kimia, logam, dan unsur-unsur lainnya sehingga perubahan kualitas material permukaan (Zhang *et al.*, 2012). Bukan hanya pada perubahan lahan karena dampak urbanisasi dan

industrialisasi dapat diketahui bahwa mobilitas masyarakat memberikan kontribusi signifikan dalam pemanasan suhu permukaan, di Kabupaten Majalengka terdapat 18.394 pekerja yang bekerja di 1.747 sektor industri dan melakukan mobillitas setiap harinya sehingga wilayah utara Majalengka (Disnaker, 2018). Hal ini didukung oleh studi terdahulu bahwa kawasan dengan lalu lintas yang sangat padat, perkantoran jalan raya, pelabuhan di kawasan perkotaan menyebabkan tingginya *land surface temperature* (Mujadid & Irwan, 2023).

Permasalahan-permasalahan tersebut dapat menyebabkan efek pulau panas perkotaan atau *urban heat Island* (UHI). Efek pulau panas perkotaan mengacu pada fenomena di mana daerah perkotaan menunjukkan suhu yang jauh lebih tinggi daripada daerah pedesaan sekitarnya, hal ini berdasarkan pola distribusi suhunya yang menyerupai "pulau" geografis yang dikelilingi air. Fenomena ini telah menjadi masalah lingkungan yang meluas karena urbanisasi global yang cepat (Zhao *et al.*, 2025). Studi empiris menunjukkan bahwa suhu perkotaan biasanya melebihi suhu daerah pedesaan sekitarnya sebesar 1–7 °C dan dalam kasus ekstrem dapat melebihi dari 9 °C (Amorim, 2024).

Penelitian yang dilakukan oleh Sanad (2022) terkait fenomena UHI di Kabupaten Majalengka pada 2015-2019 menunjukkan suhu yang panas berada di kawasan utara Majalengka dan kerapatan vegetasi berbanding terbalik dengan suhu, yang seharusnya wilayah dengan kerapatan vegetasi tinggi cenderung memiliki suhu yang lebih rendah, sedangkan kawasan dengan vegetasi rendah menunjukkan suhu yang lebih panas. Selain itu, BMKG Stamet Kertajati mencatat suhu di area penelitian mengalami peningkatan setiap tahunnya yang terhitung pada rentang tahun 2015-2025 sebagaimana yang ditampilkan pada Gambar 1. Hal ini mengindikasikan adanya fenomena UHI yang terjadi dan dapat diamati.



Gambar 1. Data Rata-rata Suhu 2015-2025

Sumber : BMKG Stamet Kertajati (2025)

Keterbaruaran dalam penelitian ini mencoba untuk menganalisis fenomena dan dampak dari UHI serta memberikan masukan upaya mengatasinya di kawasan industri yang belum banyak di teliti oleh penelitian lainnya. Analisis UHI dapat dilakukan menggunakan data *Land Surface Temperature* (LST) atau suhu permukaan sehingga disebut dengan *Surface Urban Heat Island* (SUHI) (Fawzi & Jatmiko, 2018). Tujuan penelitian ini untuk menganalisis fenomena UHI di kawasan Majalengka Utara dengan menggunakan data perekaman pada puncak musim kemarau yaitu citra satelit *Landsat 8*

OLI time series pada data bulan September 2015-2025 dan mengetahui perubahan lahan dengan metode *NDBI (Normalized Difference Built-up Index)* pada tahun 2015-2025.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan analisis deskriptif kuantitatif untuk menggambarkan distribusi spasial dan temporal UHI berbasis pada mobilitas pekerja di kawasan industri bagian utara Majalengka. Menurut data Dinas Ketenagakerjaan, Koperasi & Usaha Kecil Menengah Kabupaten Majalengka tahun 2019-2023, terdapat sejumlah 63.107 pekerja industri. Sampel dalam penelitian ini merupakan titik lokasi industri dan jalur transportasi dengan intensitas tinggi oleh mobilitasi pekerja industri di kawasan utara Kabupaten Majalengka. Pengambilan sampel dalam penelitian ini yaitu menggunakan teknik *purposive random sampling* dengan kategori yang ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kategori Sampel

Aspek	Kategori
Industri	Wilayah memiliki kawasan aglomerasi industri
Transportasi	Jalur transportasi padat di kawasan Industri

Berdasarkan kriteria tersebut, penelitian ini dilakukan di kawasan utara Kabupaten Majalengka yang meliputi 10 kecamatan yaitu : Jatitujuh, Kertajati, Ligung, Sumberjaya, Dawuan, Jatiwangi, Palasah, Kadipaten, Kasokandel dan Leuwimunding. Teknik pengumpulan data dilakukan secara sekunder dengan mengumpulkan citra satelit Landsat 8 OLI yang dapat di unduh pada laman web USGS Explorer dan data *shape file* yang diperoleh dari Badan Informasi Geospasial. Teknik analisis data yang digunakan analisis spasial secara temporal, yang digunakan untuk menganalisis data *time series* pada Citra Landsat 8 OLI dengan Band 5 dan Band 6 untuk mengetahui NDBI dan Band 4 dan 5 untuk mengetahui LST menggunakan Band 4, 5 dan 10. Data dari hasil analisis, nilai NDBI dan LST tinggi yang menggambarkan perubahan penggunaan lahan secara berkala dari tahun 2015-2025. Perangkat aplikasi yang digunakan untuk menganalisis data yaitu *software* ArcGIS 10.8.

Prosedur pengolahan data UHI dilakukan melalui tahapan analisis suhu permukaan lahan/LST yang diperoleh dari data penginderaan jauh, kemudian diolah secara kuantitatif menggunakan rumus tertentu untuk menghasilkan nilai intensitas UHI. Oleh karena itu, perhitungan UHI dalam penelitian ini menggunakan rumus sebagai berikut:

- Langkah pertama mengubah nomor digital pada Landsat 8 menjadi pancaran spektral dengan menggunakan Persamaan 1 (USGS, 2015).

$$L\lambda = ML * + AL \dots \dots (1)$$

- Setelah proses pengolahan *Top Of Atmosfer* kemudian data suhu di konversi menjadi *celcius* dengan menggunakan Persamaan 2 (USGS, 2015).

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

- c. Mengkonversi Nilai Kelvin ke dalam *celcius*. Untuk merubah nilai kelvin kedalam *celcius* dengan menggunakan Persamaan 3 (USGS, 2015).

$$BT = T - 273,15..... (3)$$

- d. Menghitung nilai NDVI. NDVI berguna untuk mengetahui emisivitas yang terdapat pada wilayah yang diteliti. Nilai NDVI dihitung dengan menggunakan Persamaan 4 (Carlson & Ripley, 1997 dalam Fawzi, 2014).

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED).....(4)$$

- e. Menghitung nilai 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 menggunakan Persamaan 5 (Carlson & Ripley, 1997 dalam Fawzi, 2014).

$$PV = [(NDVI - NDVI_{min}) / (NDVI_{max} + NDVI_{min})]2 (5)$$

- f. Menghitung emisivitas. Emisivitas permukaan menjadi penting terutama untuk mengurangi kesalahan dalam estimasi suhu permukaan menggunakan citra satelit. Salah satu alternatif yang mudah untuk mendapatkan emisivitas permukaan adalah dengan menggunakan Indeks Vegetasi yang telah di olah untuk mendapatkan nilai PV dengan Persamaan 6 (USGS, 2015).

$$E = 0.004 * PV + 0.986 (6)$$

- g. Setelah mengetahui nilai emisivitas dan merubah nilai digital number kedalam radiance serta merubah suhu kelvin ke *celcius* barulah dapat LST dirumuskan dan ditentukan. Perhitungan nilai LST dilakukan dengan menggunakan Persamaan 7 (Sobrino *et al.*, 2010).

$$LST = (BT / 1 + w * (BT / p) * \ln(E)(7)$$

- h. Menghitung NDBI. Prosedur untuk mengetahui perubahan lahan dan kerapatan bangunan menggunakan metode NDBI yang dihitung dengan menggunakan Persamaan 8 (Zha *et al.*, 2003).

$$NDBI = \frac{SWIR-NIR}{SWIR+NIR}.....(8)$$

Hasil dari pemrosesan data LST dan UHI selanjutnya dikategorikan berdasar pada nilai minimum, nilai maksimum dan jumlah kelas yang akan dibuat. Klasifikasi NDBI pada penelitian ini menggunakan klasifikasi milik Handayani *et al.* (2017) yang telah dimodifikasi dengan parameter sebagaimana yang ditampilkan pada Tabel 3.

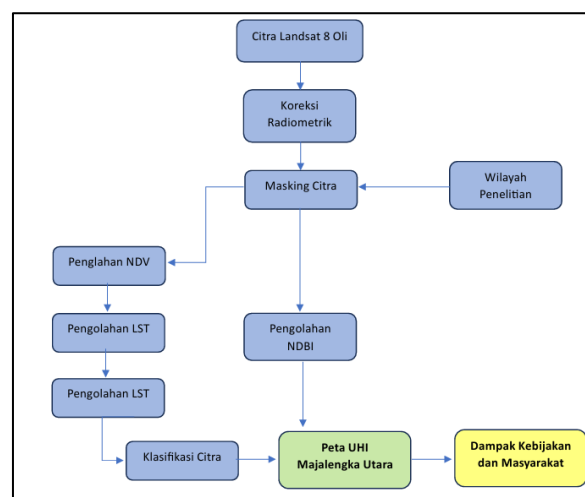
Setelah nilai NDBI diketahui, kondisi UHI pada wilayah penelitian dapat diketahui dan dirumuskan lebih lanjut untuk merumuskan dampak serta kebijakan bagi masyarakat. Adapun secara keseluruhan, alur berpikir dalam penelitian ini disusun secara sistematis

melalui diagram alir untuk menggambarkan tahapan penelitian yang ditampilkan pada Gambar 2.

Tabel 3. Kepadatan Kawasan Terbangun

Nilai NDBI	Kategori Kepadatan Kawasan Terbangun
≥ 0.4	Sangat Padat (perkotaan inti, komersial)
$0.2 - < 0.4$	Padat (permukiman padat, pinggiran kota)
$0.0 - < 0.2$	Sedang (suburban, permukiman jarang)
$-0.2 - < 0.0$	Jarang (campuran vegetasi & bangunan)
< -0.2	Tidak Terbangun (hutan, air, vegetasi)

Sumber : Fikriyah (2022)



Sumber : Penulis (2025)

Gambar 2. Diagram Alur Penelitian

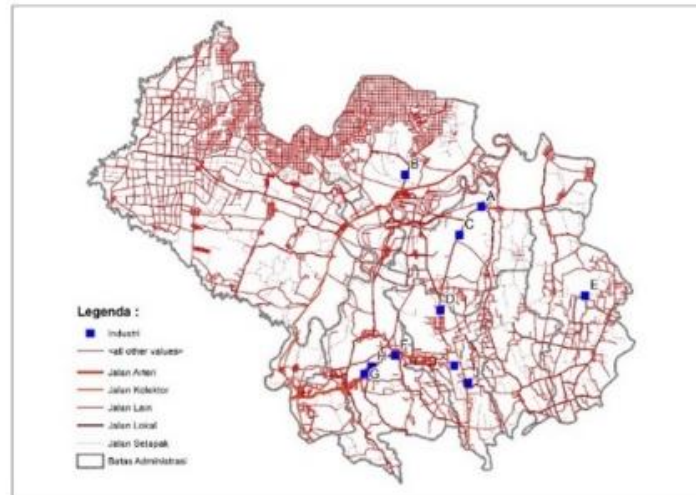
C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebaran fenomena UHI di kawasan industri meningkat akibat mobilitas transportasi dengan kepadatan arus kendaraan yang tinggi (Ananta *et al.*, 2025). Tingginya aktivitas transportasi tersebut berkontribusi terhadap akumulasi panas permukaan dan peningkatan suhu lokal (Weng, 2009). Aspal cenderung menyerap panas dalam jumlah besar pada siang hari dan melepaskannya kembali secara perlahan, sehingga membuat suhu di sekitar jalan terasa lebih panas (Li *et al.*, 2017).

Kepadatan lalu lintas yang terjadi pada jam berangkat dan pulang kerja menyebabkan panas tidak hanya terkumpul di kawasan industri, tetapi juga menyebar ke lingkungan di sekitarnya. Jalur transportasi utama berperan sebagai koridor penyebaran panas yang menghubungkan kawasan industri dengan wilayah permukiman, sehingga memperluas dampak UHI (Yi *et al.*, 2021). Fenomena ini menunjukkan bahwa aktivitas transportasi harian memiliki peran penting dalam membentuk pola suhu lokal. Hal ini sejalan dengan penelitian terbaru yang menegaskan bahwa kawasan dengan lalu lintas padat dan

keterbatasan ruang hijau cenderung mengalami suhu yang lebih tinggi dibandingkan wilayah sekitarnya (Cheng *et al.*, 2023; Ananta *et al.*, 2025).

Pada lokasi penelitian, kondisi mobilitas dan sebaran lokasi industri akan dipetakan sebagai dasar untuk mengestimasi nilai UHI. Wilayah dengan sebaran jaringan jalan dan industri akan berpotensi besar mengalami peningkatan UHI. Adapun peta jaringan jalan dan sebaran lokasi industri di wilayah Kabupaten Majalengka bagian utara ini ditampilkan pada Gambar 3.



Sumber : Penulis (2025)

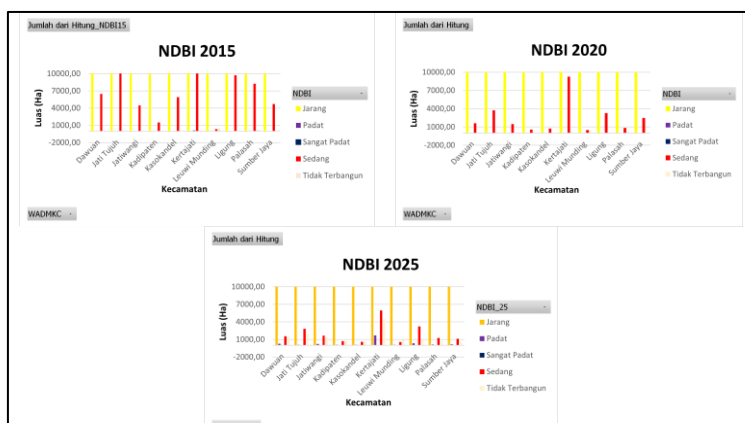
Gambar 3. Peta Jaringan Jalan dan Mobilitas pekerja Industri

Selanjutnya, dilakukan analisis UHI dengan menggunakan Citra Landsat 8 Oli pada kawasan utara Majalengka dengan data yang digunakan tahun 2015 sampai dengan tahun 2025 yang mencakup banyaknya transformasi pembangunan lahan, industrialisasi, dan urbanisasi. Kawasan industri melepaskan sejumlah besar panas yang sangat tinggi, yang memperburuk efek UHI (Liu *et al.*, 2023). Aktivitas ini dapat menyebabkan iklim mikro hingga lebih hangat dibandingkan tingkat UHI biasa (Meng *et al.*, 2022).

a. Normalized Difference Built-up Index

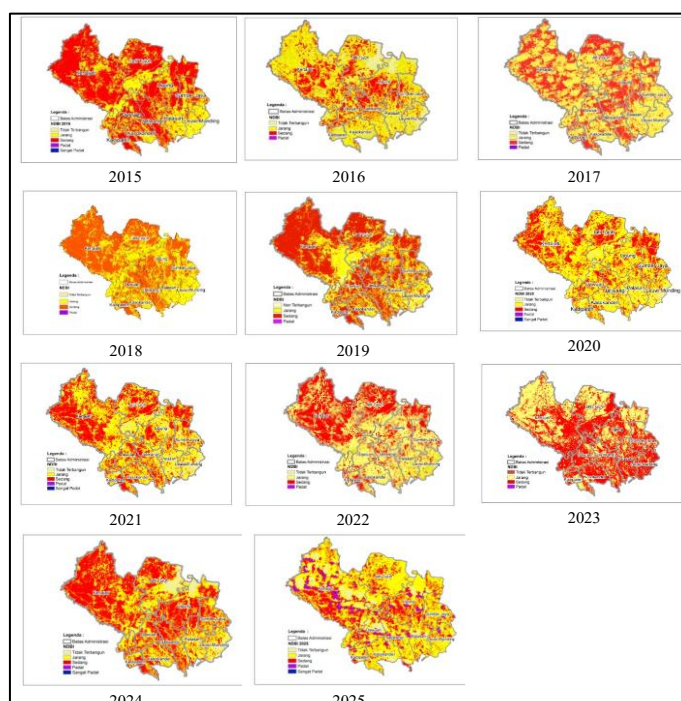
Analisis NDBI sangat relevan dalam studi ini karena indeks ini berfungsi untuk memetakan area terbangun (*built-up areas*) di kawasan perkotaan dan merupakan indikator pertumbuhan perkotaan (Jabbar *et al.*, 2023). Fenomena tersebut dapat dilihat dari analisis NDBI untuk mengetahui perubahan lahan dan kerapatan bangunan yang berpengaruh terhadap fenomena UHI di kawasan utara majalengka yang ditetapkan sebagai kawasan *Aerocity* dan Industri disajikan pada Gambar 4.

Berdasarkan hasil analisis NDBI pada tahun 2015, 2020, dan 2025, dapat diidentifikasi adanya perubahan penggunaan lahan yang cukup signifikan dan masif, khususnya yang terjadi di kawasan utara Kabupaten Majalengka, yang ditunjukkan oleh peningkatan area terbangun dari waktu ke waktu. Adapun rincian perubahan tersebut, baik dari segi luasan maupun distribusinya secara spasial, disajikan secara lebih lengkap pada Tabel 5 dan Gambar 4.



Sumber : Penulis (2025)

Gambar 3. Diagram luas NDBI 2015, 2020, dan 2025



Sumber : Penulis (2025)

Gambar 4. Peta NDBI 2015-2025

Tabel 5. Perbandingan Kerapatan Wilayah Terbangun 2015-2025

Kerapatan Wilayah Terbangun	Luas 2015 (ha)	Luas 2020 (ha)	Luas 2025 (ha)
Tidak Terbangun	1.154,97	2.097,41	13.924,88
Jarang	163.562,86	352.800,19	256.289,36
Sedang	81.208,89	24518,87	3.178,55
Padat	3,91	16,68	3.178,55
Sangat Padat	0,14	0,72	30,07
Total Keseluruhan	1.154,97	2.097,41	27.6601,41

Sumber : Hasil Analisis Data Citra Landsat 8 OLI 2020-2025

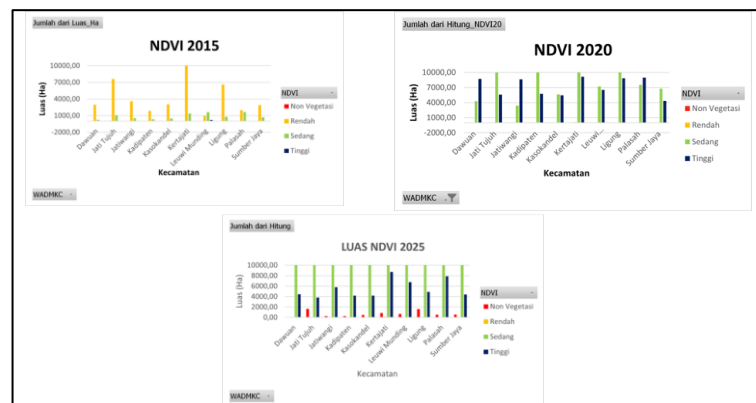
Berdasarkan data kepadatan wilayah terbangun tahun 2015–2025, terlihat adanya dinamika perkembangan yang cukup signifikan. Secara keseluruhan, periode 2015–2025 menunjukkan dominasi kawasan dengan kepadatan rendah, namun mulai terlihat kecenderungan peningkatan kepadatan pada beberapa wilayah sebagai indikasi pertumbuhan dan perkembangan kawasan perkotaan di Majalengka bagian utara.

Hal ini diakibatkan peningkatan jumlah pekerja industri di Majalengka Utara. Fenomena tersebut dipicu oleh semakin kuatnya faktor penarik, berupa meningkatnya peluang kerja di sektor industri seiring pesatnya perkembangan kawasan *Aerocity* dan industri yang menjadikan Majalengka Utara sebagai pusat pertumbuhan ekonomi baru dengan indikasi terjadinya urbanisasi pekerja dari luar daerah. Data pekerja industri terus mengalami peningkatan dari tahun 2015 yang hanya 15.137 pekerja menjadi 89.010 pekerja industri dengan rata-rata menggunakan moda transportasi roda dua. Menurut Seinfeld & Pandis (2016) menjelaskan karbondioksida merupakan produk utama pembakaran bahan bakar fosil dan berperan sebagai gas rumah kaca yang berkontribusi terhadap pemanasan global.

Tingginya mobilitas pekerja, intensitas aktivitas transportasi, serta dominannya lahan terbangun dengan kerapatan tinggi yang tidak diimbangi oleh ketersediaan ruang terbuka hijau menyebabkan meningkatnya kemampuan permukaan dalam menyerap dan menyimpan panas. Dengan demikian, hasil analisis NDBI tidak hanya menggambarkan dinamika perubahan penggunaan lahan, tetapi juga menegaskan keterkaitan erat antara urbanisasi, mobilitas pekerja industri, dan peningkatan fenomena UHI di wilayah penelitian.

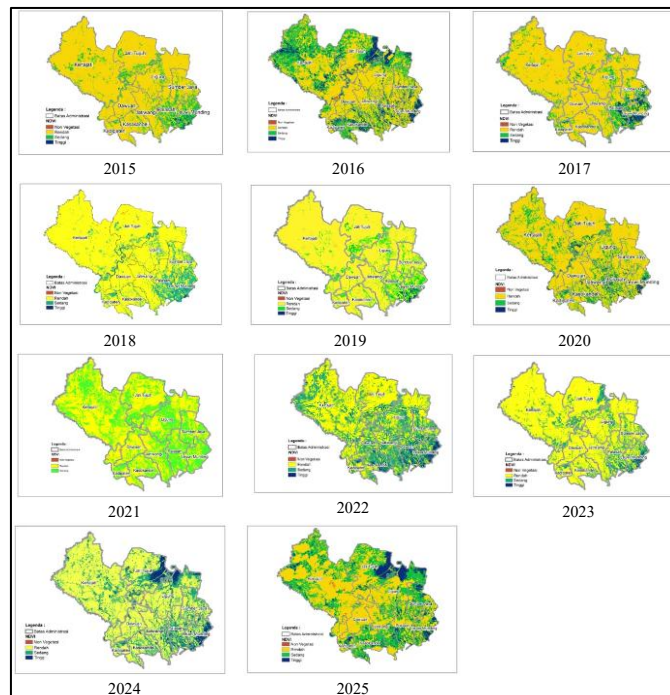
b. *Normalized Difference Vegetation Index*

Kondisi nilai NDVI dihitung berdasarkan data tutupan lahan vegetasi pada tahun 2015, 2020, dan 2025 di wilayah penelitian yang ditampilkan pada Gambar 5, Gambar 6, dan Tabel 6. Kondisi ini mengindikasikan bahwa dalam kurun waktu 2015–2025 terjadi pergeseran dominasi tingkat kerapatan vegetasi dari kerapatan rendah menuju kerapatan sedang dan tinggi, yang mencerminkan adanya perubahan tutupan lahan dan dinamika penggunaan lahan di wilayah penelitian.



Sumber : Penulis (2025)

Gambar 5. Diagram luas NDVI 2015, 2020 dan 2025



Sumber : Penulis (2025)

Gambar 5. Peta NDVI tahun 2015-2025

Tabel 6. Luas NDVI 2015-2025

Kerapatan Vegetasi	Luas 2015 (ha)	Luas 2020 (ha)	Luas 2025 (ha)
Non Vegetasi	151,09	28,23	6.7817,00
Rendah	49.836,81	305,60	357,52
Sedang	8.748,20	2.174,58	249.615,08
Tinggi	326,47	86.804,68	55.100,04
Total Keseluruhan	59.062,57	159.135,42	311.889,63

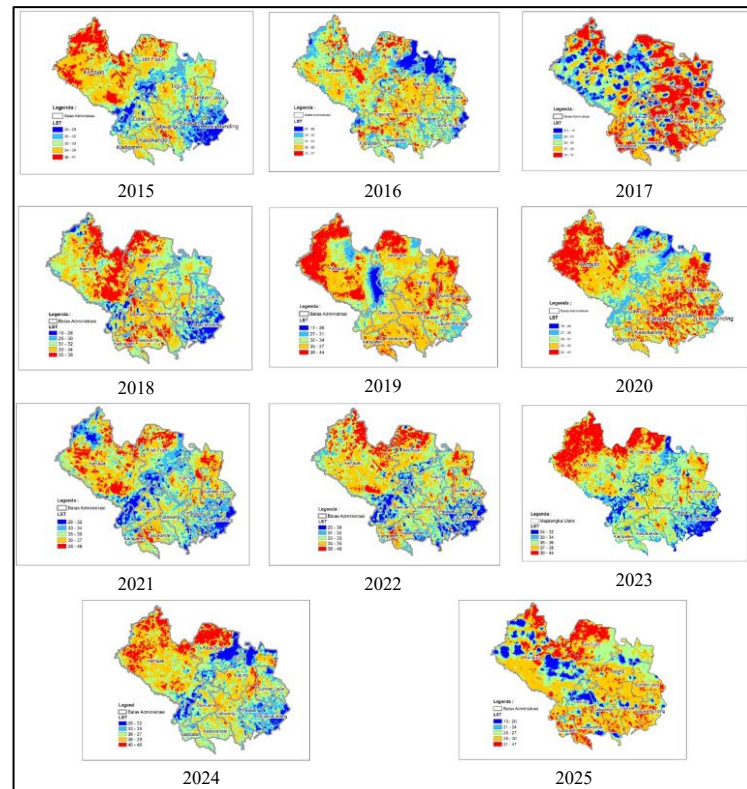
Sumber : Penulis (2025)

c. *Land Surface Temperature*

Selanjutnya, nilai LST dapat dihitung berdasarkan data tutupan lahan vegetasi. Berdasarkan data, pada setiap tahunnya di bulan puncak musim kemarau kondisi Kabupaten Majalengka menjadi salah satu kabupaten terpanas di Indonesia. Adapun hasil analisis dan perhitungan LST secara *time series* di Kawasan utara Majalengka disajikan pada Gambar 7 dan Gambar 8.

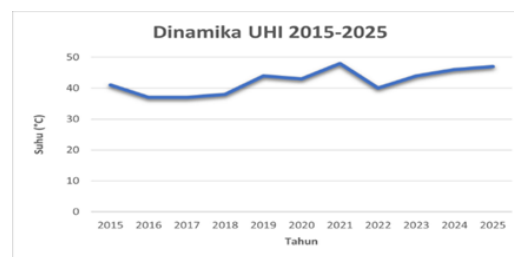
d. *Urban Heat Island*

Analisis dinamika UHI menjadi penting untuk memahami bagaimana perubahan suhu terjadi dari waktu ke waktu serta mengidentifikasi kecenderungan peningkatan suhu yang berkaitan dengan perkembangan wilayah. Gambar 8 dan Gambar 9 menunjukkan dinamika perubahan suhu permukaan yang menggambarkan fenomena UHI pada periode tahun 2015-2025.



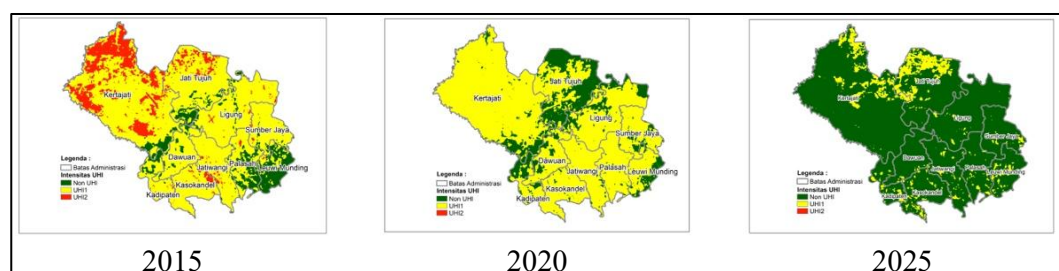
Sumber : Penulis (2025)

Gambar 7. Peta time series Land Surface Temperature 2015-2025



Sumber : Penulis (2025)

Gambar 8. Grafik dinamika UHI 2015-2025



Sumber : Penulis (2025)

Gambar 9. Fenomena UHI 2015, 2020, dan 2025

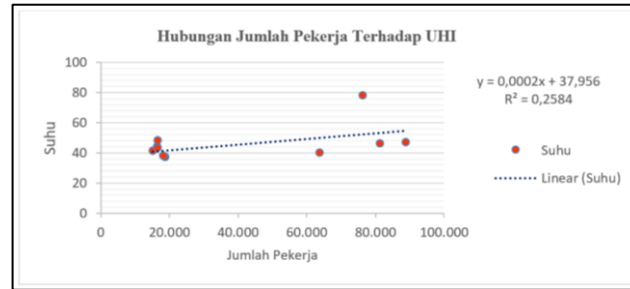
Grafik dinamika UHI tahun 2015–2025 menunjukkan adanya fluktuasi suhu yang cukup dinamis selama periode pengamatan. Secara keseluruhan, grafik tersebut menunjukkan bahwa fenomena UHI mengalami fluktuasi dari tahun ke tahun, dengan peningkatan yang sangat signifikan pada tahun 2023. Kondisi ini dapat mengindikasikan adanya pengaruh perubahan tutupan lahan, peningkatan aktivitas perkotaan, serta perkembangan kawasan terbangun yang berkontribusi terhadap peningkatan suhu permukaan.

Berdasarkan data sebaran UHI di beberapa kecamatan tahun 2015, terlihat bahwa sebagian besar wilayah didominasi oleh kategori UHI1 dengan luas total mencapai 44.849,67 ha, dibandingkan wilayah Non UHI sebesar 6.872,39 ha dan UHI2 sebesar 7.343,92 ha. Kecamatan dengan luas UHI1 terbesar terdapat di Kertajati yaitu 13.146,97 ha, diikuti oleh Jatitujuh seluas 6.961,72 ha dan Ligung sebesar 6.722,40 ha, yang menunjukkan tingkat pemanasan permukaan yang cukup tinggi di wilayah tersebut. Sementara itu, kategori UHI2 yang menunjukkan tingkat panas lebih tinggi paling dominan juga terdapat di Kertajati dengan luas 5.841,67 ha, jauh lebih besar dibandingkan kecamatan lain seperti Jatitujuh (857,29 ha) dan Kasokandel (242,03 ha). Secara keseluruhan, dominasi kategori UHI1 menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah sudah mengalami peningkatan suhu permukaan akibat aktivitas manusia dan perubahan penggunaan lahan, sehingga diperlukan pengelolaan ruang yang lebih berkelanjutan seperti peningkatan ruang terbuka hijau dan pengendalian pembangunan untuk mengurangi dampak fenomena UHI.

Berdasarkan data luas UHI tahun 2020 dan 2025, terjadi perubahan pola distribusi suhu permukaan yang cukup signifikan. Pada tahun 2020, sebagian besar wilayah didominasi oleh kategori UHI1 dengan luas 47.210,87 ha, sementara Non UHI sebesar 11.855,04 ha dan UHI2 hanya 1,01 ha. Hasil ini menunjukkan adanya perbaikan kondisi termal wilayah dari tahun 2020-2025 yang mengindikasikan efektivitas pengelolaan ruang atau perubahan tutupan lahan, meskipun upaya berkelanjutan seperti peningkatan ruang terbuka hijau dan pengendalian pembangunan tetap diperlukan untuk menjaga kenyamanan termal wilayah.

Koefisien regresi sebesar 0,0002 mengindikasikan bahwa bertambahnya aktivitas ekonomi yang tercermin dari jumlah pekerja berpotensi meningkatkan suhu wilayah, karena peningkatan jumlah pekerja umumnya berkaitan dengan tingginya intensitas pembangunan, kepadatan bangunan, aktivitas transportasi, serta penggunaan energi yang lebih besar. Namun demikian, nilai koefisien determinasi yang diperoleh yaitu $R^2 = 0,2584$ menunjukkan bahwa hubungan antara jumlah pekerja dan suhu UHI tergolong lemah hingga sedang, dimana variabel jumlah pekerja hanya mampu menjelaskan sekitar 25,84% variasi suhu, sementara 74,16% variasi lainnya dipengaruhi oleh faktor lain seperti kepadatan bangunan, perubahan tutupan lahan, ketersediaan ruang terbuka hijau, kepadatan penduduk, serta karakteristik fisik lingkungan perkotaan. Sebaran titik pada grafik juga menunjukkan adanya variasi suhu pada wilayah dengan jumlah pekerja yang relatif sama, yang mengindikasikan bahwa kondisi lingkungan fisik masing-masing wilayah memiliki

peranan penting dalam menentukan tingkat intensitas UHI. Adapun diagram hubungan UHI dengan pekerja industri ditampilkan pada Gambar 10.



Sumber : Penulis (2025); Dinas KKUKM Majalengka (2025)

Gambar 10. Diagram Hubungan UHI dengan Pekerja Industri

Fenomena UHI yang meningkat di Majalengka wilayah utara berkaitan erat dengan pertumbuhan kawasan industri, urbanisasi, dan peningkatan mobilitas tenaga kerja. Pengembangan industri mendorong konversi lahan menjadi kawasan terbangun yang didominasi oleh material kedap air seperti beton dan aspal, yang memiliki kapasitas penyimpanan panas tinggi dan menghasilkan panas antropogenik dari aktivitas produksi (Rizwan *et al.*, 2008). Urbanisasi yang menyertai pertumbuhan industri meningkatkan kepadatan dan infrastruktur pendukung, sehingga mengurangi ruang terbuka hijau dan mengurangi efektivitas emisi alami melalui evapotranspirasi (Santamouris, 2015). Aktivitas transportasi menghasilkan emisi panas dan polutan udara yang cenderung menumpuk di daerah dengan kepadatan bangunan tinggi dan sirkulasi udara terbatas, sehingga meningkatkan suhu udara dan permukaan (Rizwan *et al.*, 2008). Interaksi panas antropogenik dari sektor industri, organisasi, dan transportasi secara kumulatif memperkuat efek UHI, menjadikan daerah dengan konsentrasi aktivitas industri dan jaringan transportasi utama sebagai zona dengan intensitas panas tertinggi (Santamouris, 2015).

Kawasan utara Majalengka yang ditetapkan sebagai zona *Aerocity* dan industri mengalami UHI intensif yang terlihat jelas di wilayah dengan aktivitas tinggi seperti Kecamatan Jatiwangi, Dawuan, Kadipaten, Palasah, Kasokandel, Ligung Sumberjaya, Jatitujuh, Leuwimunding dan Kertajati. Hal ini disebabkan oleh tingginya mobilitas pekerja, pengangkutan logistik industri, dan alih fungsi lahan yang tinggi. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi dampak negatif dari fenomena UHI ditampilkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Upaya Mitigasi *Urban Heat Island* (UHI)

Karakteristik wilayah	Bentuk Mitigasi	Efektivitas dan Implementasi
Dawuan (Industri dan lalu lintas tinggi)	Infrastruktur hijau (<i>green belt</i> , peneduh jalan, <i>green roof</i>) dan pengendalian aktivitas panas	Menurunkan suhu permukaan dan intensitas UHI melalui peningkatan ruang hijau serta pengurangan panas antropogenik; implementasi: sabuk hijau industri, kanopi jalan, atap hijau, <i>paving</i> berpori, pengaturan kendaraan berat
Kadipaten (Perdagangan dan permukiman padat)	Infrastruktur hijau (taman kota, RTH mikro) dan teknologi hemat energi	Pendinginan mikroklimat dan penurunan suhu lingkungan serta pengurangan panas buatan;

Karakteristik wilayah	Bentuk Mitigasi	Efektivitas dan Implementasi
Jatiwangi (Industri dan permukiman padat)	Material permukaan (<i>cool roof</i>) dan infrastruktur hijau (<i>vertical garden</i> , penghijauan)	implementasi: taman saku, 1 rumah 1 pohon, <i>cool pavement</i> , drainase vegetatif, penataan pasar Menekan suhu permukaan bangunan dan mengurangi panas kawasan melalui reflektivitas dan evapotranspirasi; implementasi: genteng reflektif, penghijauan jalan, <i>vertical garden</i> , biopori, RTH tematik
Kasokandel (Kawasan berkembang industri–permukiman)	Perencanaan kawasan (zonasi, <i>buffer</i> vegetasi) dan infrastruktur hijau	Mengurangi konflik panas antar fungsi lahan dan meningkatkan pendinginan kawasan; implementasi: zonasi ketat, <i>buffer</i> vegetasi, material terang, jalur hijau
Kertajati (Bandara dan kawasan ekonomi khusus)	Material permukaan (atap reflektif), perencanaan kawasan (ventilasi alami), dan strategi berbasis teknologi	Mengurangi penyerapan panas dan mempercepat pelepasan panas kawasan skala besar; implementasi: atap reflektif, panel surya, <i>green buffer</i> , RTH linear, tata ruang berorientasi angin, <i>smart city</i> berbasis iklim
Ligung (Pertanian dan permukiman desa)	Infrastruktur biru (badan air) dan pendekatan ekologis	Pendinginan melalui evaporasi dan keseimbangan ekosistem; implementasi: kolam retensi, irigasi terbuka, vegetasi produktif, edukasi bangunan ramah iklim
Jatitujuh (Pertanian irigasi teknis)	Infrastruktur biru (pengelolaan air) dan infrastruktur hijau	Meningkatkan pendinginan evaporatif dan menjaga stabilitas suhu lahan pertanian; implementasi: saluran irigasi terbuka, pohon di tanggul, perlindungan sawah, taman desa
Sumberjaya (Industri – pedesaan campuran)	Kebijakan tata ruang dan infrastruktur hijau	Menjaga keberlanjutan mitigasi UHI melalui pengendalian ruang dan vegetasi; implementasi: jalur hijau desa, pengurangan aspal, ventilasi alami, ekowisata hijau
Leuwimunding (Perbukitan dan hutan)	Pendekatan ekologis (konservasi dan rehabilitasi)	Menjaga keseimbangan termal alami kawasan; implementasi: konservasi hutan dan mata air, rehabilitasi lahan, pengendalian pembangunan di lereng
Palaah (Semi-perdesaan dan pertanian)	Pendekatan ekologis (<i>agroforestry</i> dan ruang hijau alami)	Menstabilkan iklim mikro melalui vegetasi; implementasi: <i>agroforestry</i> , embung desa, pohon peneduh, perlindungan lahan hijau

Sumber : Penulis (2025), diadaptasi dari Zhao *et al.* (2025); Liu *et al.* (2023); Munaf *et al.* (2023); dan Ananta *et al.* (2025)

D. KESIMPULAN

Fenomena UHI di Kawasan Industri Majalengka utara mengalami peningkatan yang nyata dan berkelanjutan secara spasial maupun temporal selama periode 2015–2025, yang ditandai oleh meluasnya zona bersuhu tinggi dan meningkatnya intensitas panas permukaan, seiring dengan pesatnya perluasan kawasan terbangun, pertumbuhan aktivitas industri, serta meningkatnya mobilitas tenaga kerja industri, dengan jumlah pekerja industri. Berdasarkan data UHI tahun 2015–2025, dapat disimpulkan bahwa terjadi fluktuasi suhu yang cukup signifikan selama periode pengamatan. Secara keseluruhan, dinamika tersebut menunjukkan bahwa fenomena UHI cenderung meningkat seiring waktu, yang kemungkinan dipengaruhi oleh perkembangan kawasan terbangun, berkurangnya tutupan vegetasi, serta meningkatnya aktivitas perkotaan di wilayah penelitian. Kondisi ini menunjukkan bahwa perubahan penggunaan lahan memiliki kontribusi penting terhadap peningkatan suhu permukaan wilayah. Luas wilayah UHI di Kertajati mengalami peningkatan dari tahun 2015 hingga tahun 2020, yang menunjukkan meningkatnya intensitas pembangunan dan aktivitas wilayah. Namun, pada tahun 2025 luas UHI menurun drastis yang mengindikasikan adanya perubahan kondisi lingkungan.

Berdasarkan temuan penelitian, beberapa rekomendasi dapat diajukan, sebagai berikut: 1) Memperkuat perencanaan tata ruang berdasarkan mitigasi UHI, khususnya dengan meningkatkan proporsi Ruang Terbuka Hijau di kawasan industri dan sepanjang

koridor jalan utama untuk mengurangi akumulasi panas permukaan; 2) Menerapkan konsep kawasan industri hijau, melalui penggunaan material bangunan yang sangat reflektif, atap dan dinding hijau, serta mengoptimalkan ventilasi area untuk meningkatkan sirkulasi udara dan mengurangi panas antropogenik; 3) Mengembangkan sistem transportasi massal yang ramah lingkungan bagi pekerja industri untuk mengurangi ketergantungan pada kendaraan pribadi, sehingga mengurangi emisi panas dan polutan dari sektor transportasi; 4) Mengontrol kepadatan bangunan dan zonasi industri sehingga pertumbuhan kawasan terbangun tidak mengganggu keseimbangan ekologis dan kemampuan lingkungan untuk mengatur suhu iklim mikro; 5) Penelitian lebih lanjut disarankan untuk mengintegrasikan variabel tambahan seperti kelembaban udara, kualitas udara, dan data sosial ekonomi, serta penggunaan model berbasis *machine learning remote sensing* untuk memprediksi skenario UHI dan efektivitas strategi mitigasi secara lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amorim, M. C. D. C. T., Dubreuil, V., Teixeira, D. C. F., Amorim, A. T., & Brabant, C. (2024). Exceptional heat island intensities also occur in medium-sized cities. *Urban Climate*, 53, 101821. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2024.101821>
- [2] Ananta, R. R., Rayya, M., & Rehardiyan, I. (2025). *Analisis dampak fenomena peningkatan urban heat island Kota Semarang tahun 2024*. Universitas Negeri Semarang.
- [3] Carlson, T. N., & Ripley, D. A. (1997). On the relationship between NDVI, fractional vegetation cover, and leaf area index. *Remote Sensing of Environment*, 62(3), 241–252. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(97\)00104-1](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(97)00104-1)
- [4] Cheng, Y., Zheng, H., Juanatas, R. A., & Golkar, M. J. (2023). Profitably scheduling the energy hub of inhabitable houses considering electric vehicles, storage systems, revival provenances, and demand side management through a modified particle swarm optimization. *Sustainable Cities and Society*, 92, 104487. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104487>
- [5] Fawzi, N. I., & Jatmiko, A. (2018). Analisis fenomena urban heat island (UHI) di Kota Surabaya menggunakan data citra satelit Landsat 8. *Jurnal Teknik ITS*, 7(2), A229–A233.
- [6] Fikriyah, V. N., Danardono, T., Sunariya, M. I. T., Cholil, M., Hafid, T. A., & Islam, M. I. (2022). Spatio-temporal analysis of built-up area and land surface temperature in Surakarta using Landsat imageries. *Sustinere: Journal of Environment and Sustainability*, 6(2), 92–101. <https://sustinerejes.com>
- [7] Li, X., Zhou, Y., Asrar, G. R., Imhoff, M., & Li, X. (2017). The surface urban heat island response to urban expansion: A panel analysis for the conterminous United States. *Science of the Total Environment*, 605, 426–435.
- [8] Liu, S., Zhang, J., Wang, K., Wu, X., Chen, W., & Liang, S. (2023). Structural indicator synergy for mitigating extreme urban heat island effects in industrial city: Simulation and verification based on machine learning. *Ecological Indicators*, 157, 111216.

- [9] Munaf, A., Irfeey, M., Chau, H., Mahusoon, M., Sumaiya, F., Wai, C. Y., Muttill, N., & Jamei, E. (2023). *Sustainable mitigation strategies for urban heat island effects in urban areas*.
- [10] Pemerintah Kabupaten Majalengka. (2023). *Jumlah Pekerja/Buruh di Kabupaten Majalengka (dataset)*. Open Data Kabupaten Majalengka. Diakses dari <https://opendata.majalengkakab.go.id/dataset/jumlah-pekerjaburuh-di-kabupaten-majalengka>
- [11] Rizwan, A. M., Dennis, L. Y. C., & Liu, C. (2008). A review on the generation, determination and mitigation of urban heat island. *Journal of Environmental Sciences*, 20(1), 120–128.
- [12] Sanad, A., Kusratmoko, E., & Wibowo, A. (2022). Urban heat island phenomenon in Majalengka Regency. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1089(1), 012024.
- [13] Santamouris, M. (2015). Analyzing the heat island magnitude and characteristics in one hundred Asian and Australian cities and regions. *Science of the Total Environment*, 512–513, 582–598.
- [14] Seinfeld, J. H., & Pandis, S. N. (2016). *Atmospheric chemistry and physics: From air pollution to climate change* (3rd ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- [15] Sobrino, J. A., Jiménez-Muñoz, J. C., & Paolini, L. (2010). Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5. In J. A. Sobrino (Ed.), *Thermal Remote Sensing: Theory and Applications* (pp. 100–124). Publicacions de la Universitat de València.
- [16] Tarigan, R. (2006). *Perencanaan pembangunan wilayah*. Bumi Aksara.
- [17] U.S. Geological Survey. (2015). *Landsat 8 (L8) data users handbook* (Version 1.0). U.S. Department of the Interior.
- [18] Weng, Q. (2009). Thermal infrared remote sensing for urban climate and environmental studies: Methods, applications, and trends. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 64(4), 335–344.
- [19] Yi, Z., Liu, X. C., Markovic, N., & Phillips, J. (2021). Inferencing hourly traffic volume using data-driven machine learning and graph theory. *Computers, Environment and Urban Systems*, 85, 101548.
- [20] Zha, Y., Gao, J., & Ni, S. (2003). Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 24(3), 583–594. <https://doi.org/10.1080/01431160304987>
- [21] Zhang, Y., Yiyun, C., Qing, D., & Jiang, P. (2012). Study on urban heat island effect based on normalized difference vegetated index: A case study of Wuhan City. *Procedia Environmental Sciences*, 13, 574–581.
- [22] Zhao, L., Fan, X., & Hong, T. (2025). Urban heat island effect: Remote sensing monitoring and assessment—Methods, applications, and future directions. *Atmosphere*, 16(7), 791. <https://doi.org/10.3390/atmos16070791>