

ANALISIS HUBUNGAN ANTARA ZONA IKLIM LOKAL DAN SUHU PERMUKAAN LAHAN DI KOTA MAKASSAR

Tika Nurhasanah^{1,2*}, Adi Wobowo¹

¹ Universitas Indonesia, Jl. Margonda Raya Pondok Cina, Beji, Depok, Indonesia

² Badan Informasi Geospasial, Jl. Raya Jakarta-Bogor, Cibinong, Bogor, Indonesia

* Corresponding e-mail : tika.nurhasanah32@ui.ac.id

DOI : 10.35472/jppk.v5i3.2224

ABSTRACT

The rapid expansion of built-up areas in Makassar City has led to an increase in Land Surface Temperature (LST) and intensified the Urban Heat Island (UHI) phenomenon. This study aims to analyze the relationship between Local Climate Zones (LCZ) and surface temperature distribution across three districts: Tallo, Panakkukang, and Manggala. The methods involved rule-based LCZ classification using Sentinel-2 imagery and high-resolution (10-meter) LST prediction through a Random Forest model based on Landsat 8 and Sentinel-2 data, processed in Google Earth Engine. The results indicate that built-up zones such as compact low-rise and sparsely built areas exhibit significantly higher surface temperatures compared to vegetated and water zones. These findings confirm that the spatial distribution of LCZs strongly influences urban thermal variation and highlight the importance of climate-responsive urban planning through increased green spaces and water body preservation to mitigate localized heating in Makassar City.

Keywords: Local Climate Zones (LCZ), Land Surface Temperature (LST), Urban Heat Island (UHI), remote sensing; Makassar City

A. PENDAHULUAN

Perkembangan perkotaan dan urbanisasi mengubah bentuk penutup dan penggunaan lahan (*Land Use Land Cover/LULC*) yang secara signifikan mempengaruhi peningkatan suhu permukaan lahan (*Land Surface Temperature/LST*) (Moazzam *et al.*, 2022). Fenomena ini banyak dikaitkan dengan efek *Urban Heat Island* (UHI), di mana area terbangun menyerap dan memancarkan kembali radiasi matahari, menghasilkan suhu permukaan yang lebih tinggi dibandingkan dengan area pedesaan sekitarnya (Cetin *et al.*, 2024). Studi mengenai distribusi suhu permukaan lahan di lingkungan perkotaan menjadi semakin penting untuk memahami dampak perubahan iklim dan merumuskan strategi mitigasi yang efektif (Darlina *et al.*, 2018).

Salah satu pendekatan yang digunakan untuk memahami dinamika suhu di lingkungan perkotaan adalah konsep Zona Iklim Lokal (*Local Climate Zones/LCZ*) yang dikembangkan untuk mengklasifikasikan lanskap berdasarkan karakteristik fisik dan penggunaan lahan (Stewart & Oke, 2012). LCZ membagi area perkotaan dan non-perkotaan ke dalam 17 kategori yang berbeda, mempertimbangkan faktor seperti kepadatan bangunan, tinggi bangunan, tutupan vegetasi, serta komposisi permukaan tanah dan air (Stewart & Oke, 2012). Sistem ini memberikan standar global dalam analisis iklim perkotaan dan mendukung pemetaan serta perbandingan lintas kota secara konsisten (Stewart & Oke, 2012). Pemetaan LCZ secara global menunjukkan bahwa sistem ini efektif dalam mendukung penelitian tentang dampak tata guna lahan terhadap suhu perkotaan serta strategi mitigasi yang dapat diterapkan (Bechtel *et al.*, 2015).

Fenomena UHI di Kota Makassar menjadi isu penting seiring dengan pertumbuhan pesat kota ini dalam beberapa dekade terakhir (Maru *et al.*, 2015). Sebagai ibu kota Provinsi Sulawesi Selatan dan salah satu kota metropolitan di Indonesia, Makassar telah mengalami peningkatan signifikan dalam wilayah terbangun akibat pertumbuhan penduduk dan ekspansi sektor industri (Kurnianti, 2019). Konversi lahan hijau dan lahan terbuka menjadi area terbangun berdampak pada peningkatan suhu permukaan, yang berpotensi memperburuk kualitas lingkungan dan kesehatan masyarakat (Kurnianti, 2019). Oleh karena itu, analisis hubungan antara LCZ dan LST di Kota Makassar menjadi penting untuk memahami pola termal perkotaan serta implikasinya terhadap perencanaan kota yang lebih berkelanjutan (Ramsay *et al.*, 2022).

Dalam penelitian ini, klasifikasi Zona Iklim Lokal (LCZ) dilakukan menggunakan Peta Rupabumi Indonesia wilayah Makassar tahun 2024, yang menyediakan informasi geospasial detail penutup dan penggunaan lahan (BIG, 2024). Peta ini memberikan gambaran yang akurat mengenai distribusi permukiman, kawasan industri, ruang terbuka hijau, serta fitur geografis lainnya yang relevan dengan klasifikasi LCZ (BIG, 2024). Sementara itu, analisis suhu permukaan lahan (LST) diperoleh dari citra Landsat 9 tahun 2024, yang memiliki resolusi spektral dan spasial yang cukup untuk mendeteksi variasi suhu dalam wilayah perkotaan (USGS, 2024). Kombinasi kedua sumber data ini memungkinkan analisis yang lebih komprehensif mengenai hubungan antara morfologi perkotaan dan distribusi suhu di Kota Makassar (BIG, 2024; USGS, 2024).

Studi sebelumnya menunjukkan bahwa Distribusi LCZ dalam suatu kota memainkan peran penting untuk menentukan pola suhu permukaan lahan (LST) yang memengaruhi fenomena UHI (Stewart & Oke, 2012). Studi sebelumnya menunjukkan bahwa zona dengan kepadatan bangunan tinggi, seperti LCZ 1 (*Compact High-rise*) dan LCZ 2 (*Compact Mid-rise*), cenderung memiliki suhu permukaan yang lebih tinggi dibandingkan zona dengan tutupan vegetasi lebih luas, seperti LCZ A (*Dense Trees*) dan LCZ B (*Scattered Trees*) (Zhao *et al.*, 2021). Studi lain yang membandingkan berbagai kota menemukan bahwa kategori LCZ yang memiliki permukaan kedap air dan minim vegetasi mengalami peningkatan suhu yang signifikan akibat rendahnya kapasitas albedo dan tingginya emisi panas antropogenik (Huang *et al.*, 2023). Selain itu, penelitian di India menunjukkan bahwa wilayah dengan LCZ compact memiliki suhu rata-rata lebih tinggi hingga 5°C dibandingkan dengan wilayah terbuka, yang menegaskan pentingnya zonasi iklim lokal dalam kajian mitigasi UHI (Kotharkar & Bagade, 2018). Penerapan metode LCZ dalam studi perkotaan juga memungkinkan analisis yang lebih rinci terhadap dampak variabilitas morfologi kota terhadap distribusi suhu, seperti yang telah diterapkan di beberapa kota pesisir yang dipengaruhi oleh angin laut dan perubahan kelembapan udara (Zhou *et al.*, 2020). Dengan memahami hubungan ini, perencanaan kota dapat mengembangkan strategi mitigasi yang lebih efektif, seperti peningkatan tutupan vegetasi dan optimalisasi desain bangunan untuk mengurangi efek pemanasan perkotaan (Cilek & Cilek, 2021).

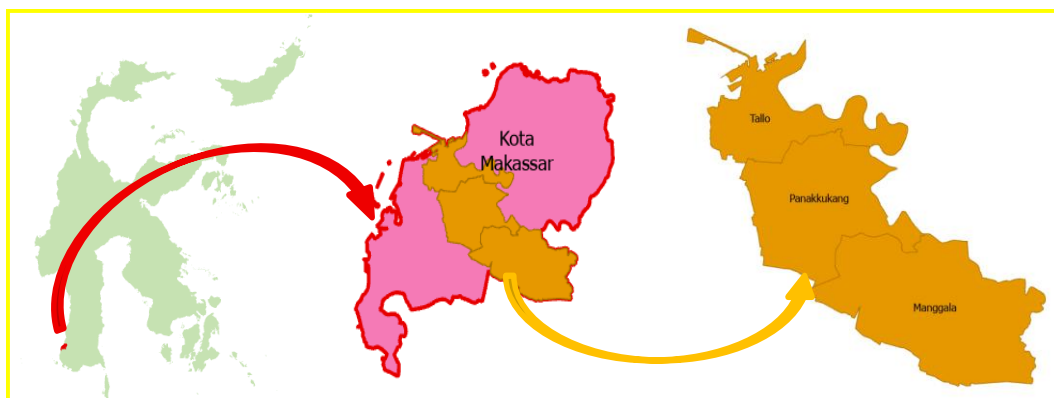
Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara LCZ dan LST di Kota Makassar dengan menggunakan data penginderaan jauh dan analisis spasial (Lehnert *et al.*,

2021). Identifikasi LCZ dilakukan untuk memahami bagaimana karakteristik fisik kota, seperti kepadatan bangunan, tutupan vegetasi, dan jenis permukaan tanah, memengaruhi distribusi suhu permukaan (Alexander & Mills, 2014). Analisis LST berbasis satelit digunakan untuk mengamati pola termal di setiap zona dan menilai dampak tata guna lahan terhadap variasi suhu (Kotharkar & Bagade, 2018). Dengan memahami hubungan antara LCZ dan LST, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam penyusunan kebijakan adaptasi dan mitigasi perubahan iklim di tingkat kota, terutama dalam strategi pengelolaan tata ruang dan perencanaan perkotaan yang lebih ramah lingkungan serta berkelanjutan (Varentsov *et al.*, 2020).

B. METODE PENELITIAN

1. Wilayah Penelitian

Wilayah penelitian ini berada di Kota Makassar, Sulawesi Selatan, dan mencakup tiga kecamatan, yaitu Tallo, Panakkukang, dan Manggala (Gambar 1). Kecamatan Tallo terletak di bagian utara Kota Makassar, berbatasan langsung dengan Selat Makassar di utara, Kecamatan Tamalanrea di timur, Kecamatan Bontoala dan Panakkukang di selatan, serta Kecamatan Bontoala dan Ujung Tanah di barat, dengan luas wilayah sekitar 8,75 km² dan didominasi oleh daerah datar di ketinggian rata-rata 2 meter di atas permukaan laut (Badan Pusat Statistik Kota Makassar, 2011). Kecamatan Panakkukang berada di bagian timur dari pusat Kota Makassar, berbatasan dengan Tallo di utara, Tamalanrea di timur, Makassar di barat, serta Rappocini dan Manggala di selatan, memiliki luas wilayah sekitar 17,05 km² dan terdiri dari 11 kelurahan, serta dikenal sebagai kawasan pusat aktivitas ekonomi dan perdagangan (Ensiklopedia STEKOM, 2025a). Sementara itu, Kecamatan Manggala terletak di bagian timur Kota Makassar, berbatasan langsung dengan Kabupaten Maros di timur, Kabupaten Gowa di selatan, Tamalanrea di utara, dan Panakkukang di barat, dengan luas wilayah 24,14 km² dan terdiri dari 8 kelurahan, serta merupakan salah satu kawasan pinggiran kota yang terus berkembang (Ensiklopedia STEKOM, 2025b).



Sumber: Penulis (2025)

Gambar 1. Wilayah Penelitian di Kota Makassar

2. Akuisisi Data dan Prediksi LST

Pemilihan periode data yaitu antara bulan April hingga Juni 2024 didasarkan pada penyesuaian dengan waktu pengambilan data yang digunakan dalam analisis *Local Climate Zone* (LCZ), guna menjaga keseragaman temporal dan konsistensi analisis antar variabel. Citra Landsat 8 diproses untuk menghasilkan nilai NDVI, NDBI, dan Land Surface Temperature (LST). Proses ini melibatkan penyaringan berdasarkan batas wilayah dan awan (<20%), pengambilan komposit median, kalibrasi nilai reflektansi permukaan, serta konversi kanal termal ST_B10 menjadi LST dalam satuan *Celcius*.

Fitur topografi berupa slope dihitung dari citra DEM SRTM, sementara informasi penutup lahan diperoleh dari peta WorldCover 2020. Seluruh fitur (NDVI, NDBI, *slope*, dan LULC) digabungkan bersama nilai LST menjadi satu citra komposit. Dari citra ini diambil 3000 sampel secara acak untuk pelatihan model regresi *Random Forest* menggunakan 50 pohon keputusan, dengan LST sebagai variabel target.

Untuk menghasilkan prediksi LST resolusi tinggi (10 meter), digunakan citra Sentinel-2 dengan waktu dan batas yang sama. Proses masking awan dilakukan menggunakan kanal QA60. Kemudian dihitung nilai NDVI dan NDBI dari band B8, B4, dan B11. Fitur topografi dan tutupan lahan direproyeksi ke resolusi 10 meter untuk disesuaikan. Seluruh fitur ini dimasukkan ke dalam model *Random Forest* terlatih untuk memprediksi LST resolusi tinggi, menghasilkan peta suhu permukaan darat beresolusi 10 meter. Adapun secara keseluruhan data yang digunakan dalam tahapan ini ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Prediksi LST

No	Data	Sumber	Resolusi Spasial	Tahun/Periode
1	Citra Landsat 8 Surface Reflectance & Thermal	LANDSAT/LC08/C02/T1_L2	30 m	April–Juni 2024
2	Elevasi Digital (DEM)	USGS/SRTMGL1_003	30 m	2000 (global dataset)
3	Land Use Land Cover (LULC)	ESA WorldCover v100	10m	Tahun 2020
4	Citra Sentinel-2 SR Harmonized	COPERNICUS/S2_SR_HARMONIZED	10m	April–Juni 2024

Sumber: Penulis (2025)

3. Akuisis Data dan Pengolahan LCZ

Penelitian ini menggunakan pendekatan klasifikasi berbasis aturan (*rule-based classification*) untuk memetakan Zona Iklim Lokal (*Local Climate Zones/LCZ*) di wilayah Kota Makassar. Area kajian ditentukan berdasarkan batas administratif Kota Makassar yang diperoleh dalam bentuk *Area of Interest (AOI)* dari aset Google Earth Engine (GEE). Data utama yang digunakan berasal dari citra Sentinel-2 Level-2A (koleksi COPERNICUS/S2_SR_HARMONIZED) untuk periode 1 April hingga 30 Juni 2024. Citra yang digunakan difilter untuk memastikan tutupan awan di bawah 20%, kemudian dilakukan proses *cloud masking* menggunakan bitmask pada band QA60, dengan menyingkirkan piksel yang mengandung awan dan cirrus. Setelah proses *masking*, dibuat

komposit median untuk menghasilkan citra representatif periode musim kering 2024. Komposit ini kemudian diklip sesuai batas wilayah AOI.

Selanjutnya, dihitung beberapa indeks spektral untuk mendukung klasifikasi LCZ, yaitu NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), NDWI (*Normalized Difference Water Index*), dan NDBI (*Normalized Difference Built-up Index*), serta diambil nilai band SWIR2 (Short-Wave Infrared). Semua indeks ini diselaraskan ke sistem proyeksi EPSG:32750 (UTM zona 50S) dan resolusi spasial 10 meter. Proses klasifikasi dilakukan secara rule-based menggunakan ekspresi logika berbasis nilai ambang indeks-indeks tersebut. LCZ dikelompokkan menjadi dua tipe utama: tipe terbangun (LCZ 1–10) dan tipe alami (LCZ 11–17). Kriteria klasifikasi ini mengikuti parameter nilai NDVI, NDBI, NDWI, dan SWIR2 berdasarkan karakteristik masing-masing zona. Hasil klasifikasi kemudian dimasking ulang menggunakan *valid data mask* dari band Sentinel-2 untuk menjamin hanya area yang valid yang dipetakan, lalu kembali diklip terhadap AOI. Peta LCZ hasil klasifikasi divisualisasikan dalam GEE dan diekspor ke Google Drive dengan proyeksi EPSG:32750 dan resolusi spasial 10 meter. Adapun secara keseluruhan data yang digunakan dalam tahapan ini ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Klasifikasi LCZ

No	Data	Sumber	Resolusi Spasial	Tahun/Periode
1	Sentinel-2 Level-2A (Komposit median, dasar perhitungan NDVI, NDBI, NDWI, dan SWIR2)	COPERNICUS/S2_SR_HARMONIZED	10 m	April–Juni 2024
2	Band QA60 Sentinel-2 (Masking awan dan cirrus)	Bagian dari koleksi Sentinel-2	60 m	April–Juni 2024

Sumber: Penulis (2025)

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Sebaran Spasial LST untuk Tiga Kecamatan di Kota Makassar

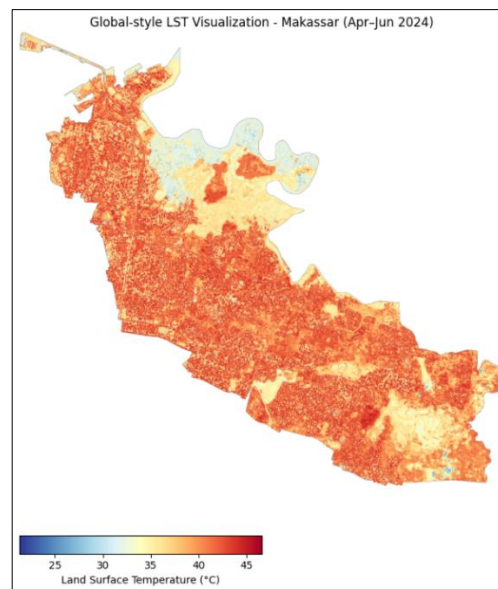
Sebaran suhu permukaan pada Kecamatan Tallo, Kecamatan Panakkukang, dan Kecamatan Manggala di Kota Makassar pada periode April-Juni 2024 memiliki nilai yang cukup bervariasi secara spasial dengan rentang antara 21.29 °C sampai 46.56 °C. Nilai suhu permukaan tanah tersebut diklasifikasikan dalam 4 klasifikasi sesuai dengan rentang suhu yang dihasilkan pada hasil prediksi LST (Tabel 3 dan Gambar 2).

Tabel 3. Luasan LST tahun 2024 Kota Makassar

Kecamatan	Kelas	Temperatur (°C)	Luas (Km ²)	Persentase (%)
Manggala	I	21.3 - 27.6	0.33	0.70
	II	27.6 – 33.9	3.78	8.06
	III	33.9 - 40.2	19.96	42.62
	IV	40.2 – 46.6	22.77	48.62

Sumber: Penulis (2025)

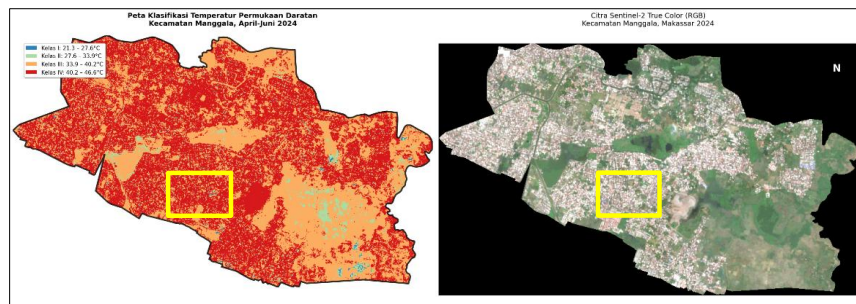
Berdasarkan Tabel 3, sebagian besar wilayah Kota Makassar pada tahun 2024 didominasi oleh suhu permukaan yang tinggi, di mana kelas IV (40,2–46,6°C) mencakup 48,62% dan kelas III (33,9–40,2°C) sebesar 42,62% dari total luas, sementara area dengan suhu lebih rendah sangat terbatas. Gambar 2 memperkuat temuan ini dengan visualisasi sebaran LST di Kecamatan Tallo, Panakkukang, dan Manggala yang didominasi warna merah dan oranye, menandakan area bersuhu tinggi tersebar luas di ketiga kecamatan tersebut, sedangkan area bersuhu rendah hanya tampak di beberapa bagian kecil, sehingga menunjukkan bahwa masalah suhu permukaan tinggi menjadi isu utama di wilayah penelitian ini.



Sumber: Penulis (2025)

Gambar 2. Sebaran LST Kecamatan Tallo, Kecamatan Panakkukang, dan Kecamatan Manggala di Kota Makassar

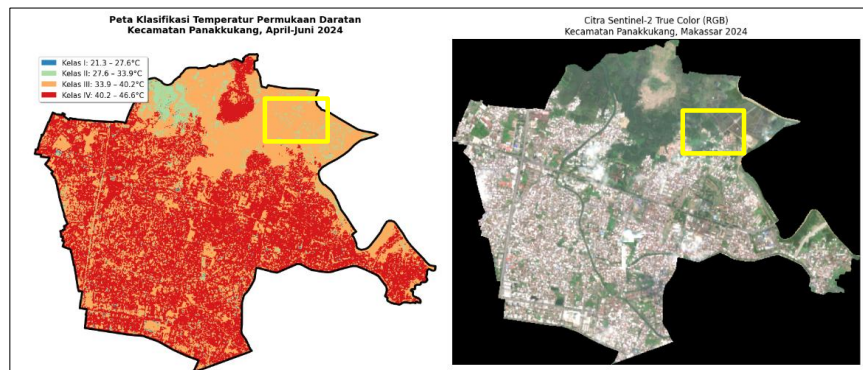
Sebaran suhu permukaan sangat dipengaruhi oleh jenis tutupan lahan, di mana area dengan tutupan vegetasi seperti taman, hutan, atau kebun memiliki suhu permukaan yang lebih rendah dibandingkan dengan area terbangun dan lahan terbuka (Ibrahim *et al.*, 2016). Hal ini terjadi karena vegetasi mampu menurunkan suhu permukaan melalui proses evapotranspirasi dan penyerapan radiasi matahari, sedangkan permukaan buatan seperti aspal dan beton cenderung menyerap serta memancarkan panas lebih besar sehingga meningkatkan suhu lokal (Rakuasa *et al.*, 2025). Studi menunjukkan bahwa perbedaan suhu antara area hijau dan kawasan terbangun bisa mencapai 2–3°C, menandakan pentingnya tutupan vegetasi dalam mengendalikan distribusi suhu permukaan di wilayah perkotaan (Ibrahim *et al.*, 2016).



Sumber: Penulis (2025)

Gambar 3. LST pada Kecamatan Manggala, Kota Makassar

Pada Gambar 3, area yang ditandai warna merah pada peta LST Kecamatan Manggala menunjukkan wilayah dengan suhu permukaan tertinggi yang terletak di 50% area kecamatan, bertepatan dengan kawasan permukiman padat dan lahan terbangun. Kondisi ini terjadi karena permukaan seperti aspal, beton, dan bangunan memiliki konduktivitas panas yang tinggi dan kemampuan evapotranspirasi yang sangat rendah, sehingga lebih banyak menyerap dan memantulkan panas ke lingkungan sekitar dibandingkan area vegetasi (Asyrafina *et al.*, 2024). Akibatnya, wilayah dengan tutupan lahan terbangun cenderung mengalami akumulasi panas yang lebih besar, menciptakan suhu permukaan yang jauh lebih tinggi daripada area lain, serta memicu fenomena pulau panas perkotaan (urban heat island) (Jannah *et al.*, 2023; Wibisono *et al.*, 2023).



Sumber: Penulis (2025)

Gambar 4. LST pada Kecamatan Panakkukang, Kota Makassar

Seperti pada kecamatan Manggala, sebagian besar wilayah Kecamatan Panakkukang didominasi oleh suhu permukaan tinggi, yang terlihat dari area berwarna merah pada peta LST pada Gambar 4, menandakan kawasan terbangun dan permukiman padat yang menyerap serta memancarkan panas lebih besar. Namun, pada bagian utara kecamatan, terdapat area dengan suhu permukaan kelas III (33,9–40,2°C) yang ditunjukkan dengan oranye, bertepatan dengan wilayah yang masih didominasi oleh tutupan vegetasi pada citra satelit. Tutupan vegetasi di area ini berperan penting dalam menurunkan suhu permukaan melalui proses evapotranspirasi dan penyerapan radiasi matahari, sehingga menghasilkan

suhu yang lebih sejuk dibandingkan kawasan terbangun di sekitarnya. Hubungan negatif antara tutupan vegetasi dan nilai LST ini telah dibuktikan dalam berbagai penelitian, di mana area hijau secara konsisten menunjukkan suhu permukaan lebih rendah dibandingkan kawasan terbangun atau lahan terbuka (Weng & Schubring, 2004; Sari *et al.*, 2020).



Sumber: Penulis (2025)

Gambar 5. LST pada Kecamatan Tallo, Kota Makassar

Pada Gambar 5, area yang ditandai kotak kuning pada peta suhu permukaan di Kecamatan Tallo merupakan wilayah dengan suhu permukaan rendah (kelas I dan II), yang bertepatan dengan tutupan vegetasi dan perairan pada citra penutup lahan. Keberadaan vegetasi dan badan air di area ini efektif menurunkan suhu permukaan karena vegetasi mampu menyerap radiasi matahari dan perairan memiliki kapasitas panas yang tinggi sehingga menyerap panas lebih lambat dibandingkan lahan terbangun. Penelitian menunjukkan bahwa kombinasi tutupan vegetasi dan perairan secara signifikan berkontribusi dalam menciptakan zona suhu permukaan yang lebih rendah di kawasan perkotaan (Li *et al*, 2011). Tabel 4 menunjukkan pembagian luasan LST pada tiap kecamatan untuk setiap kelas.

Tabel 4. Luasan LST tahun 2024 Kota Makassar di Kecamatan Mangala, Panakkukang, dan Tallo

Kecamatan	Kelas	Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)	Luas (Km^2)	Persentase (%)
Manggala	I	21.3 - 27.6	0.13	0.37
	II	27.6 - 33.9	0.67	1.90
	III	33.9 - 40.2	9.43	26.75
	IV	40.2 - 46.6	11.21	31.78
Panakkukang	I	21.3 - 27.6	0.09	0.33
	II	27.6 - 33.9	0.74	2.61
	III	33.9 - 40.2	5.95	21.02
	IV	40.2 - 46.6	8.10	28.59
Tallo	I	21.3 - 27.6	0.11	0.39
	II	27.6 - 33.9	2.22	7.68
	III	33.9 - 40.2	4.04	13.99
	IV	40.2 - 46.6	3.80	13.16

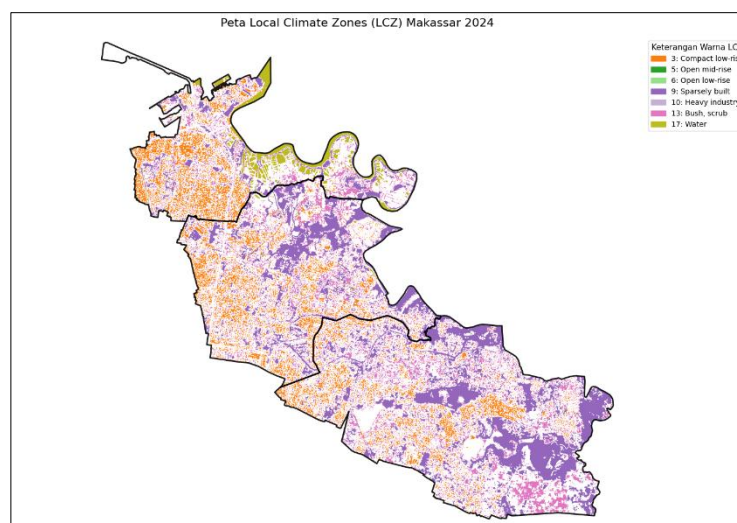
Sumber: Penulis (2025)

Analisis luasan suhu permukaan di tiga kecamatan Kota Makassar menunjukkan bahwa kelas suhu tinggi, yaitu kelas III (33,9–40,2 $^{\circ}\text{C}$) dan kelas IV (40,2–46,6 $^{\circ}\text{C}$), mendominasi hampir seluruh wilayah Manggala, Panakkukang, dan Tallo. Di Kecamatan Manggala, kelas IV memiliki luasan terbesar, sementara di Panakkukang dan Tallo, kelas

III dan IV juga menempati porsi signifikan dari total wilayah kecamatan. Sebaliknya, kelas I dan II yang merepresentasikan suhu permukaan lebih rendah hanya menempati area sangat terbatas di ketiga kecamatan. Temuan ini menegaskan bahwa sebagian besar permukaan lahan di wilayah penelitian berada pada suhu tinggi, sehingga meningkatkan potensi risiko panas perkotaan dan menandakan pentingnya pengelolaan lingkungan untuk menurunkan suhu permukaan di kawasan padat Kota Makassar.

2. Sebaran Spasial LCZ untuk Tiga Kecamatan di Kota Makassar

Di Kota Makassar dengan tiga kecamatan sebagai area penelitian didapatkan tujuh jenis LCZ yang terdiri dari *compact low-rise*, *open md-rise*, *open low-rise*, *sparsely built*, *heavy industry*, *bush and scrub*, dan *water*. Peta *Local Climate Zones* (LCZ) Makassar 2024 pada Gambar 6 memperlihatkan bahwa wilayah Kota Makassar didominasi oleh zona "*sparsely built*" (ungu muda), terutama di bagian tengah dan selatan kota. Zona permukiman padat bertingkat rendah ("*compact low-rise*", oranye) tersebar di barat dan beberapa area pusat kota, sedangkan zona vegetasi dan perairan (hijau dan kuning) hanya terdapat di bagian utara dan sangat terbatas. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar Kota Makassar terdiri dari kawasan terbangun dengan sedikit area hijau dan perairan, sehingga potensi suhu permukaan tinggi di wilayah ini cukup besar.



Sumber: Penulis (2025)

Gambar 6. Sebaran LCZ Kecamatan Tallo, Kecamatan Panakkukang, dan Kecamatan Manggala di Kota Makassar

Wilayah Kecamatan Manggala, Panakkukang, dan Tallo di Kota Makassar tahun 2024 didominasi oleh zona bangunan jarang (39,24%), diikuti oleh area semak belukar (28,47%) dan permukiman padat bertingkat rendah (27,19%) (Tabel 5). Zona industri berat dan bangunan bertingkat menengah memiliki luasan sangat kecil, masing-masing di bawah 1%. Sementara itu, kawasan perairan hanya mencakup sekitar 4,58% dari total wilayah tersebut.

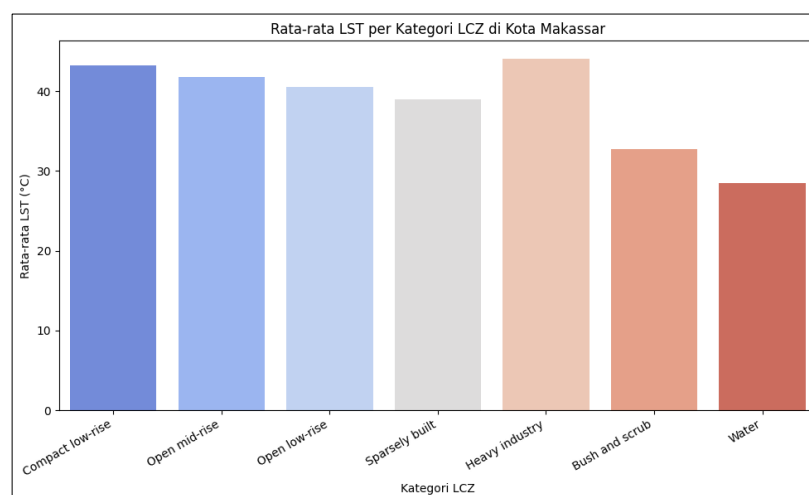
Tabel 5. Luasan LCZ tahun 2024 Kota Makassar di Kecamatan Mangala, Panakkukang, dan Tallo

Kelas LCZ	Nama LCZ	Luas (Km ²)	Luas (ha)	Persentase (%)
3	Compact low-rise	6.465	646.505	27.188
5	Open mid-rise	0.047	4.735	0.198
6	Open low-rise	0.073	7.271	0.307
9	Sparsely built	9.33	932.88	39.24
10	Heavy industry	0.00	0.22	0.00
13	Bush, Scrub	6.77	677.13	28.47
17	Water	1.09	109.15	4.58

Sumber: Penulis (2025)

3. Hubungan LCZ dan LST untuk Tiga Kecamatan di Kota Makassar

Hubungan antara *Local Climate Zones* (LCZ) dan *Land Surface Temperature* (LST) di Kota Makassar menunjukkan keterkaitan yang erat, di mana pola distribusi suhu permukaan sangat dipengaruhi oleh jenis dan sebaran zona iklim lokal di wilayah perkotaan (Gambar 7). Area yang didominasi oleh LCZ terbangun seperti *compact low-rise*, *open mid-rise*, *open low-rise*, *sparsely built*, dan *heavy industry* cenderung memiliki nilai LST yang tinggi. Hal ini terjadi karena permukaan buatan seperti aspal, beton, dan bangunan memiliki konduktivitas panas tinggi dan kapasitas evapotranspirasi yang rendah, sehingga lebih banyak menyerap dan memantulkan panas ke lingkungan sekitar. Sebaliknya, zona dengan tutupan vegetasi (*bush and scrub*) dan perairan (*water*), meskipun luasnya sangat terbatas, secara konsisten menunjukkan suhu permukaan yang lebih rendah. Proses evapotranspirasi pada vegetasi dan kapasitas panas tinggi pada air berperan penting dalam menurunkan suhu permukaan. Dengan demikian, semakin luas dan padat zona terbangun di suatu wilayah, semakin tinggi pula suhu permukaan yang terbentuk, sedangkan keberadaan vegetasi dan air dapat menurunkan LST secara lokal. Temuan ini menegaskan pentingnya pengelolaan tata ruang kota yang memperhatikan keseimbangan antara area terbangun dan area hijau untuk mitigasi dampak urban heat island di Kota Makassar.



Sumber: Penulis (2025)

Gambar 7. Grafik hubungan LST dan LCZ

D. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang erat antara klasifikasi Zona Iklim Lokal (*Local Climate Zones/LCZ*) dan distribusi Suhu Permukaan Lahan (*Land Surface Temperature/LST*) di Kota Makassar. Hasil analisis mengungkapkan bahwa area dengan dominasi LCZ bertipe terbangun, seperti *compact low-rise*, *open low-rise*, dan *sparse built*, cenderung memiliki suhu permukaan yang lebih tinggi dibandingkan dengan zona vegetasi dan perairan. Sebaliknya, zona LCZ bertipe alami seperti *bush and scrub* dan *water* secara konsisten menunjukkan suhu yang lebih rendah, menegaskan peran penting vegetasi dan badan air dalam mengendalikan suhu mikroklimat perkotaan.

Sebaran LST di tiga kecamatan yang diteliti—Tallo, Panakkukang, dan Manggala—didominasi oleh suhu tinggi (kelas III dan IV), mencerminkan tingginya proporsi kawasan terbangun di wilayah tersebut. Hal ini diperkuat oleh hasil klasifikasi LCZ yang menunjukkan bahwa zona *sparse built* dan *compact low-rise* merupakan tipe yang paling luas ditemukan, sementara zona hijau dan perairan sangat terbatas.

Implikasi dari temuan ini menekankan pentingnya integrasi elemen-elemen hijau dalam tata ruang perkotaan untuk mengurangi efek pulau panas (*urban heat island*). Rekomendasi kebijakan ke depan harus mencakup peningkatan tutupan vegetasi, perlindungan zona air, serta penerapan desain bangunan dan infrastruktur yang beradaptasi terhadap perubahan iklim, guna mendukung pembangunan kota yang lebih berkelanjutan dan tangguh terhadap peningkatan suhu lingkungan.

ACKNOWLEDGEMENT

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Departemen Geografi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia atas dukungan akademik, bimbingan ilmiah, serta fasilitas yang diberikan selama proses penelitian ini berlangsung. Kontribusi dan arahan dari civitas akademika telah memberikan peran penting dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alexander, P. J., & Mills, G. (2014). Local Climate Classification and Dublin's Urban Heat Island. *Atmosphere*, 5, 755-774. <https://doi.org/10.3390/atmos5040755>
- [2] Asyrafina, T., Ananda, J., Febrita, S., Rianputra, M. R. A., & Khairunnisa, Z. (2024). Analisis Spasial Temporal Suhu Permukaan Udara Di Universitas Indonesia Dan Fakultas Ilmu Budaya. *Geosfera: Jurnal Penelitian Geografi*, 3(1), 26-37. <https://doi.org/10.37905/geojpg.v3i1.26092>.
- [3] Badan Informasi Geospasial (BIG). (2024). Peta Rupabumi Indonesia Wilayah Makassar Tahun 2024. *Badan Informasi Geospasial*. <https://www.big.go.id>.
- [4] Badan Pusat Statistik Kota Makassar. (2011). *Kecamatan Tallo Dalam Angka Tahun 2011* [PDF]. Badan Pusat Statistik Kota Makassar. <http://makassarkota.bps.go.id>.
- [5] Bechtel, B., Alexander, P. J., Böhner, J., Ching, J., Conrad, O., Feddema, J., ... & Stewart, I. (2015). Mapping local climate zones for a worldwide database of the form

- and function of cities. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 4(1), 199-219. <https://doi.org/10.3390/ijgi4010199>.
- [6] Cetin, M., Ozenen Kavlak, M., Senyel Kurkcuoglu, M. A., Bilge Ozturk, G., Cabuk, S. N., & Cabuk, A. (2024). Determination of land surface temperature and urban heat island effects with remote sensing capabilities: the case of Kayseri, Türkiye. *Natural Hazards*, 120(6), 5509-5536. <https://doi.org/10.1007/s11069-024-06431-5>.
- [7] Cilek, M. U., & Cilek, A. (2021). Analyses of land surface temperature (LST) variability among local climate zones (LCZs) comparing Landsat-8 and ENVI-met model data. *Sustainable Cities and Society*, 69, 102877. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102877>.
- [8] Darlina, S. P., Sasmito, B., & Yuwono, B. D. (2018). Analisis Fenomena Urban Heat Island Serta Mitigasinya (Studi Kasus: Kota Semarang). *Jurnal Geodesi Undip*, 7(3), 77-87. <https://doi.org/10.14710/jgundip.2018.21223>.
- [9] Ensiklopedia STEKOM. (2025a) *Panakkukang, Makassar*. Diakses tanggal 9 Juni 2025, dari <https://p2k.stekom.ac.id/ensiklopedia/Panakkukang>.
- [10] Ensiklopedia STEKOM. (2025b) *Manggala, Makassar*. Diakses pada 9 Juni 2025, dari https://p2k.stekom.ac.id/ensiklopedia/Manggala_Makassar.
- [11] Huang, F., Jiang, S., Zhan, W., Bechtel, B., Liu, Z., Demuzere, M., ... & Chen, J. (2023). Mapping local climate zones for cities: A large review. *Remote Sensing of Environment*, 292, 113573. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2023.113573>.
- [12] Ibrahim, I., Abu Samah, A., Fauzi, R., & Noor, N. M. (2016). The land surface temperature impact to land cover types. **International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 41*(B3), 871–876. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLI-B3-871-2016>.
- [13] Jannah, G. S., & Bioresita, F. (2023). Pemantauan Land Surface Temperature (LST) dan Kaitannya dengan Tutupan Lahan (Studi Kasus: Kota Surabaya Tahun 2014-2022). *Jurnal Teknik ITS*, 12(2), C119-C124. <https://ejurnal.its.ac.id/index.php/teknik/article/viewFile/122579/7531>.
- [14] Kotharkar, R., & Bagade, A. (2018). Evaluating urban heat island in the critical local climate zones of an Indian city. *Landscape and Urban Planning*, 169, 92-104. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2017.08.009>.
- [15] Kurnianti, R. (2020). Ketersediaan ruang terbuka hijau dan urban heat island di Kota Makassar. *Jurnal Litbang Sukowati: Media Penelitian dan Pengembangan*, 3(2), 14-14. <https://doi.org/10.32630/sukowati.v3i2.78>.
- [16] Li, J. J., Wang, X. R., Wang, X. J., Ma, W. C., & Zhang, H. (2009). Remote sensing evaluation of urban heat island and its spatial pattern of the Shanghai metropolitan area, China. *Ecological Complexity*, 6(4), 413-420. <https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2009.02.002>.
- [17] Maru, R., Baharuddin, I. I., Umar, R., Rasyid, R., Uca, U., Sanusi, W., & Bayudin, B. (2015). Analysis of the heat island phenomenon in Makassar, South Sulawesi, Indonesia. *American Journal of Applied Sciences*, 12(9), 616-626. <https://doi.org/10.3844/ajassp.2015.616.626>.

- [18] Moazzam, M. F. U., Doh, Y. H., & Lee, B. G. (2022). Impact of urbanization on land surface temperature and surface urban heat Island using optical remote sensing data: A case study of Jeju Island, Republic of Korea. *Building and Environment*, 222, 109368. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.109368>.
- [19] Rakuasa, H., Khromykh, V. V., & Latue, P. C. (2025). Spatial analysis of the relationship between vegetation index and land surface temperature in Ternate Island, Indonesia. *Biopendix: Jurnal Biologi, Pendidikan dan Terapan*, 12(1), 48–57. <https://doi.org/10.30598/biopendixvol12issue1page48-57>.
- [20] Ramsay, E. E., Duffy, G. A., Burge, K., Taruc, R. R., Fleming, G. M., Faber, P. A., & Chown, S. L. (2023). Spatio-temporal development of the urban heat island in a socioeconomically diverse tropical city. *Environmental Pollution*, 316, 120443. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.120443>.
- [21] Sari, D. K., Kusratmoko, E., & Prasetyo, L. B. (2020). Analisis pengaruh tutupan lahan terhadap suhu permukaan di wilayah perkotaan menggunakan citra satelit Landsat 8. *Jurnal Penginderaan Jauh dan Pengolahan Data Citra Digital*, 17(2), 123-134.
- [22] Stewart, I. D., & Oke, T. R. (2012). Local climate zones for urban temperature studies. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 93(12), 1879-1900. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-11-00019.1>.
- [23] United States Geological Survey (USGS). (2024). Landsat 9 Science Data Users Handbook. *USGS Landsat Program*. <https://landsat.usgs.gov>.
- [24] Varentsov, Mikhail & Fenner, Daniel & Meier, Fred & Samsonov, Timofey & Demuzere, Matthias. (2021). Quantifying Local and Mesoscale Drivers of the Urban Heat Island of Moscow with Reference and Crowdsourced Observations. *Frontiers in Environmental Science*. 9. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.716968>
- [25] Weng, Q., Lu, D., & Schubring, J. (2004). Estimation of land surface temperature–vegetation abundance relationship for urban heat island studies. *Remote sensing of Environment*, 89(4), 467-483. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2003.11.005>.
- [26] Wibisono, P., Miladan, N., & Utomo, R. P. (2023). Hubungan Perubahan Kerapatan Vegetasi dan Bangunan terhadap Suhu Permukaan Lahan: Studi Kasus di Aglomerasi Perkotaan Surakarta. *Desa-Kota: Jurnal Perencanaan Wilayah, Kota, dan Permukiman*, 5(1), 148-162. <https://doi.org/10.20961/desa-kota.v5i1.63639.148-162>.
- [27] Zhao, Z., Sharifi, A., Dong, X., Shen, L., & He, B. J. (2021). Spatial variability and temporal heterogeneity of surface urban heat island patterns and the suitability of local climate zones for land surface temperature characterization. *Remote Sensing*, 13(21), 4338. <https://doi.org/10.3390/rs13214338>.