



Analisis Perubahan Suhu Permukaan dan Curah Hujan di Kota Pekalongan Menggunakan *Google Earth Engine*

Mikael Arvito Kurnia Adi^{1*}, Agusta Praba Ristadi Pinem²

¹Universitas Semarang

Jalan Soekarno-Hatta, Tlogosari Kulon, Kecamatan Pedurungan, Kota Semarang, Jawa Tengah 50196, (024) 6702757, e-mail: michaelarvito@gmail.com

²Universitas Semarang

Jalan Soekarno-Hatta, Tlogosari Kulon, Kecamatan Pedurungan, Kota Semarang, Jawa Tengah 50196, (024) 6702757, e-mail: agusta.pinem@usm.ac.id

ARTICLE INFO

History of the article:

Received 22 Juni 2026

Received in revised form 3 Agustus 2026

Accepted 5 Agustus 2026

Available online 13 Agustus 2026

Keywords:

suhu permukaan; curah hujan; *google earth engine*; kota pekalongan; perubahan iklim.

* Correspondence:

Telepon :

-

E-mail:

michaelarvito@gmail.com

ABSTRACT

Perubahan iklim ekstrim dan urbanisasi besar-besaran di kota pesisir seperti Pekalongan telah menyebabkan ketidakpastian pola suhu permukaan dan curah hujan secara *spasio-temporal*, mengancam keberlangsungan lingkungan perkotaan. Studi ini menggunakan metode baru dengan menggabungkan data *multi-sensor*. (MODIS-LST dan CHIRPS) yang berbasis *cloud computing Google Earth Engine* (GEE) untuk memetakan anomali iklim mikro secara hampir *real-time* pada fase awal transisi tahun 2024. Analisis statistik serta visualisasi data digunakan untuk mendeteksi tren suhu permukaan dan korelasi linearnya dengan intensitas hujan. Analisis menunjukkan bahwa puncak suhu permukaan terjadi pada DOY 40, 90, dan 100 dengan nilai mencapai $\pm 35^{\circ}\text{C}$, sedangkan akumulasi curah hujan tertinggi tercatat pada bulan Maret sejumlah 4035,48 mm. Temuan penelitian secara jelas mengonfirmasi keberadaan *Urban Heat Island* (UHI) serta risiko kekeringan lokal yang signifikan di daerah yang padat bangunan. Temuan ini berfungsi sebagai basis yang empiris bagi pembuat kebijakan dalam merancang strategi adaptasi terhadap perubahan iklim serta perencanaan ruang kota yang lebih tangguh dan berkelanjutan di Kota Pekalongan.

PENDAHULUAN

Perubahan suhu permukaan tanah merupakan fenomena lingkungan yang penting untuk dipantau, terutama di wilayah perkotaan yang mengalami perkembangan pesat. Kota Pekalongan, yang terletak di pesisir utara Provinsi Jawa Tengah, yang merupakan salah satu kota yang menghadapi tekanan lingkungan cukup tinggi akibat urbanisasi, pertumbuhan industri, serta

perubahan tata guna lahan [1]. Sebagai kota pesisir, Pekalongan juga rentan terhadap dampak perubahan iklim, termasuk banjir rob dan peningkatan suhu [3],[4].

Google Earth Engine (GEE) sebagai platform pengolahan data *geospasial* berbasis *cloud* menawarkan solusi efektif untuk menganalisis data suhu permukaan secara spasial dan temporal dengan menggunakan citra satelit seperti MODIS dan *Landsat*. Citra satelit merupakan rekaman visual yang diperoleh dari sensor yang dipasang pada satelit yang mengorbit Bumi, yang mampu merekam berbagai spektrum elektromagnetik untuk mengamati permukaan Bumi secara berkelanjutan dan sistematis [5]. Melalui citra satelit, berbagai parameter lingkungan seperti suhu permukaan, tutupan lahan, dan curah hujan dapat dipantau secara luas dan akurat. Selain itu, platform GEE menyediakan akses ke data yang telah diproses dan disimpan di server *Google*, yang memungkinkan pengguna untuk melakukan analisis yang kompleks pada kumpulan data yang sangat besar. Dalam analisis suhu permukaan daratan, *Google Earth Engine* dapat membantu dalam memahami perubahan iklim dan cuaca global, serta memberikan informasi penting bagi para ilmuwan, pemerintah, dan organisasi non-pemerintah dalam pengambilan keputusan terkait *mitigasi* perubahan iklim dan penanganan bencana alam.

Suhu permukaan adalah suhu yang terukur pada permukaan tanah atau benda padat yang berada di atas tanah, seperti bangunan dan jalan raya [5]. Suhu ini dapat dipengaruhi banyak faktor seperti suhu udara, cahaya, matahari, kelembapan dan sifat permukaan benda [6]. Perubahan iklim dan peningkatan suhu ini dapat mempengaruhi ekosistem alam dan juga sangat berdampak pada kehidupan manusia termasuk Kesehatan, pertanian dan kualitas udara. Perubahan iklim ini terjadi akibat penebangan hutan, dan emisi gas rumah kaca dan dapat berdampak pada keseimbangan ekosistem dan kesehatan manusia.

Perubahan fungsi penggunaan lahan seperti alih fungsi lahan perhutanan menjadi perkebunan atau pertanian, dan urbanisasi dapat menyebabkan peningkatan suhu permukaan [7]. Deforestasi mengurangi jumlah penyerap panas alami seperti pohon dan tanah yang lembap, sedangkan penggunaan lahan untuk perkotaan dapat meningkatkan konsentrasi bahan-bahan penghasil panas seperti aspal dan beton [8]. Kenaikan suhu permukaan daratan dapat meningkatkan risiko kekeringan, kebakaran hutan, dan penurunan kualitas udara [9]. Oleh karena itu, pemantauan suhu permukaan daratan penting untuk membantu pengambilan keputusan dalam mengatasi dampak perubahan iklim dan lingkungan.

Selain suhu permukaan, curah hujan merupakan parameter penting dalam studi iklim dan lingkungan, terutama di wilayah tropis seperti Indonesia yang memiliki pola hujan musiman yang kompleks. Perubahan iklim dapat memengaruhi distribusi dan intensitas curah hujan, yang berdampak langsung terhadap ketersediaan air, risiko banjir, serta ketahanan pangan [10]. Pemantauan curah hujan secara spasial dan temporal dapat membantu dalam mendeteksi tren *klimatologis*, mengidentifikasi daerah rawan banjir atau kekeringan, serta mengevaluasi efektivitas sistem drainase dan irigasi [11].

Walaupun pemantauan suhu permukaan dan curah hujan telah dilakukan secara luas, sebagian besar penelitian sebelumnya di daerah pesisir lebih suka menganalisis dua parameter ini secara terpisah (*single-parameter*) atau memusatkan perhatian pada tren historis jangka panjang (*long-term trend*). Kekurangan penelitian utama terletak pada tidak adanya studi yang menggabungkan dinamika *Land Surface Temperature* (LST) dan intensitas hujan secara simultan serta dekat waktu nyata pada periode transisi penting (Januari–Juni 2024) di Kota Pekalongan. Namun, dinamika mikro-iklim dalam periode ini sangat mempengaruhi percepatan fenomena *Urban Heat Island* (UHI) serta ancaman kekeringan daerah. Kebaruan (*novelty*) studi ini muncul untuk menjembatani kekurangan tersebut dengan menggunakan pemrosesan berbasis *cloud computing Google Earth Engine* (GEE) yang mengintegrasikan data *multi-sensor* MODIS-LST dan CHIRPS. Metode ini memungkinkan identifikasi awal kerentanan ekologis pesisir secara *spatio-temporal* dengan akurasi yang tinggi.

Meskipun perubahan iklim telah banyak diteliti dari berbagai aspek, kajian yang secara khusus menganalisis dinamika suhu permukaan dan curah hujan di wilayah perkotaan pesisir seperti Kota Pekalongan masih terbatas. Kota ini mengalami tekanan lingkungan akibat urbanisasi dan perubahan penggunaan lahan yang berpotensi memperkuat fenomena *Urban Heat Island* (UHI). Di sisi lain, pola curah hujan musiman yang fluktuatif juga turut memengaruhi kondisi termal permukaan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menjawab beberapa pertanyaan utama:

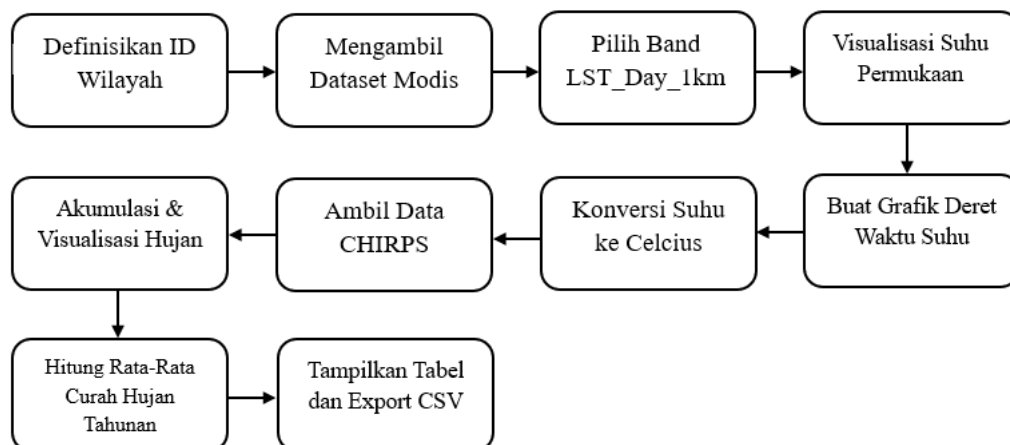
1. Bagaimana karakteristik fluktuasi suhu permukaan harian di Kota Pekalongan selama periode Januari hingga Juni 2024 berdasarkan data satelit MODIS?
2. Bagaimana pola distribusi dan intensitas curah hujan di Kota Pekalongan selama periode Januari hingga Juni 2024 berdasarkan data satelit CHIRPS?

Bagaimana hubungan spasial antara suhu permukaan dan curah hujan di berbagai wilayah Kota Pekalongan?

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Kota Pekalongan Bagian Utara, Provinsi Jawa Tengah. Penelitian ini menggunakan MODIS/061/MOD11A1 untuk data *Land Surface Temperature* dan CHIRPS/PENTAD untuk data curah hujan yang diakses dan dianalisis di *Google Earth Engine* (<https://earthengine.google.com/>) Data diambil dari periode Januari hingga Juni 2024. Data diambil pada periode waktu tersebut karena berdasarkan data *klimatologis* BMKG, bulan Januari hingga Maret umumnya merupakan puncak musim hujan di wilayah Jawa Tengah, sedangkan April hingga Juni menunjukkan tren transisi ke musim kemarau. Dengan demikian, periode ini sangat relevan untuk menganalisis perubahan suhu permukaan dan intensitas curah hujan yang mungkin menunjukkan pola anomali atau tren perubahan iklim lokal.

Penelitian ini dilakukan di Kota Pekalongan karena sebagai wilayah pesisir, bagian Utara Pekalongan rentan terhadap bencana iklim seperti banjir rob, kenaikan suhu dan intrusi air laut. Fokus pada wilayah ini memberikan informasi lebih tajam terkait potensi risiko lingkungan dan sosial. Berikut adalah penjelasan langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini:



Gambar 1. Alur penelitian

1. Definisikan ID Wilayah Yang Akan Diteliti

Langkah pertama, definisikan wilayah yang akan dilakukan penelitian, yaitu Kota Pekalongan. Ambil data dari satu wilayah administratif, kemudian difilter sehingga dapat memilih data yang hanya mencakup Kota Pekalongan saja menggunakan *ee.FeatureCollection*.

2. Mengambil *Dataset* Modis

MOD11A1 V6.1 merupakan produk yang menyediakan informasi suhu permukaan lahan (*Land Surface Temperature/LST*). *Dataset* tersebut diambil dari mulai tanggal 01 Januari 2024 sampai tanggal 01 Juni 2024.

3. Pilih Band Temperatur Tanah

Tahapan ketiga mencakup pemilihan band spesifik bernama 'LST_Day_1km' yang merepresentasikan suhu permukaan tanah pada siang hari dengan resolusi spasial 1 km. Informasi dalam band ini akan menjadi objek analisis lebih lanjut.

4. Visualisasi Data Suhu

Tampilan data divisualisasikan melalui pewarnaan yang mengacu pada 29 gradasi warna sesuai dengan rentang nilai $13000 = 130.00 \text{ K} \rightarrow \sim 143 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (terlalu rendah untuk suhu permukaan sebenarnya), $16500 = 165.00 \text{ K} \rightarrow \sim 108 \text{ }^{\circ}\text{C}$ kemudian perlu untuk dikalikan 0,02 lalu dikonversikan ke *celcius*.

5. Konversi Suhu ke *Celcius*

MODIS LST disimpan dalam format *Kelvin* * 100 (skala MODIS). Agar bisa dibaca dalam *Celcius* maka dilakukan perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Kelvin} = \text{nilai MODIS} * 0.02$$

Kemudian dikonversikan ke *Celcius* :

$$^{\circ}\text{C} = \text{Kelvin} - 273.15$$

6. Buat Grafik Deret Waktu Suhu

Membuat grafik *time series* suhu permukaan harian, dihitung berdasarkan rata-rata seluruh wilayah Kota Pekalongan, untuk mengamati tren suhu selama periode penelitian. Metode perhitungan statistik menggunakan rata – rata (*mean*), artinya setiap hari akan dihitung rata – rata suhu seluruh *piksel* di seluruh Kota Pekalongan. Menggunakan skala resolusi dalam meter (1km), sesuai dengan resolusi data MODIS.

7. Ambil Data CHIRPS

Data diambil pada rentang waktu mulai tanggal 1 Januari 2024 sampai dengan 6 Juni 2024. Mengambil *dataset* CHIRPS/PENTAD yang merupakan kumpulan data curah hujan global dengan resolusi temporal *pentad* (setiap 5 hari) kemudian difilter berdasarkan data yang telah ditentukan. Setelah itu, dipilih band “*precipitation*” yang berisi informasi curah hujan yang akan digunakan untuk analisis lebih lanjut.

8. Akumulasi dan Visualisasi Hujan

Menjumlahkan semua citra dalam koleksi tersebut (berdasarkan waktu), sehingga menghasilkan total akumulasi curah hujan pada setiap *piksel* untuk periode waktu 1 Januari 2024 – 1 Juni 2024. Rentang nilai curah hujan akan divisualisasikan dalam milimeter. *Piksel* dengan akumulasi hujan < 2500 mm akan ditampilkan dengan warna paling rendah, dan > 3000 mm warna paling tinggi.

9. Hitung Rata – Rata Curah Hujan Tahunan

Ambil informasi tahun pengambilan citra (*image.date().format("YYYY")*), kemudian dilakukan proses reduksi dengan *ee.Reducer.mean()* untuk menghitung rata-rata curah hujan di

seluruh area Kota Pekalongan (*geometry: daerah.geometry()*) pada skala spasial 1000 meter. Hasil dari setiap iterasi dipetakan (map) menjadi sebuah fitur (*Feature*) yang berisi dua informasi: tahun dan nilai rata-rata *precipitation*. Seluruh fitur ini kemudian dikumpulkan menjadi koleksi fitur baru yang mewakili rata-rata curah hujan per tahun di Kota Pekalongan.

10. Tampilkan Tabel dan *Export CSV*

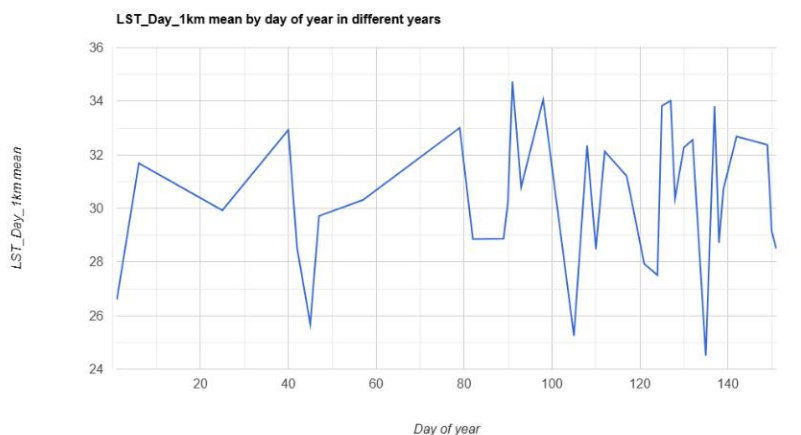
Pada tahap akhir, data rata-rata curah hujan tahunan ditampilkan dalam bentuk tabel di konsol *Google Earth Engine*. Selain itu, tabel tersebut diekspor ke *file CSV* untuk keperluan dokumentasi, analisis lebih lanjut, atau disajikan dalam laporan penelitian.



Gambar 2. Foto pekalongan dari *google earth*

HASIL

Berdasarkan hasil dari grafik suhu permukaan pada gambar 3, suhu permukaan di Kota Pekalongan mengalami perubahan yang cukup signifikan atau tidak stabil. Grafik tersebut merupakan visualisasi tren rata – rata suhu permukaan harian (*Land Surface Temperature/LST*) di Kota Pekalongan yang diperoleh dari data citra satelit MODIS MOD11A1 (*LST_Day_1km*) untuk periode 1 Januari – Juni 2024.



Gambar 3. *Chart* suhu permukaan Pekalongan dari 01 Januari - 01 Juni 2024

Suhu permukaan harian Kota Pekalongan selama periode tersebut berkisar antara $\pm 25^{\circ}\text{C}$ hingga $\pm 35^{\circ}\text{C}$, menurut pola yang muncul. Ada beberapa puncak suhu yang cukup tinggi (sekitar $34\text{--}35^{\circ}\text{C}$) pada DOY 40, 90, dan 100, yang kemungkinan besar terkait dengan sedikit curah hujan atau awal musim kemarau. Sebaliknya, ada juga penurunan suhu yang signifikan di bawah $27\text{--}26^{\circ}\text{C}$ (sekitar DOY 50-an, 100-an, dan 140-an), yang kemungkinan besar terkait dengan kondisi curah hujan.

Secara umum, pola suhu tampak tidak stabil (fluktuatif), yang menunjukkan bahwa variasi suhu permukaan di daerah perkotaan seperti Kota Pekalongan disebabkan oleh tutupan lahan, kelembapan tanah, curah hujan, dan aktivitas manusia. Suhu yang meningkat secara bertahap di DOY 20–80 dapat menunjukkan pergeseran musim dari hujan ke kemarau, sementara peningkatan suhu yang signifikan di atas DOY 100 dapat disebabkan oleh perubahan iklim regional atau anomali cuaca.



Gambar 4. Peta visualisasi curah hujan di Kota Pekalongan

Berdasarkan data pengamatan curah hujan Kota Pekalongan selama periode Januari hingga Mei 2024 yang diperoleh melalui pemrosesan citra satelit CHIRPS di platform *Google Earth Engine* seperti pada gambar 4, pada wilayah pekalongan *full* berwarna merah. Ini menunjukkan bahwa curah hujan di wilayah ini menunjukkan fluktuasi yang cukup signifikan antar periode 5 harian (*pentad*).

Tabel 1. Data curah hujan Kota Pekalongan (Januari – Juni 2024)

<i>Date</i>	<i>Precipitation</i>	<i>Year</i>
01/01/2024	885,41	2024
06/01/2024	81,85	2024
11/01/2024	539,01	2024
16/01/2024	577,19	2024
....		
2024/05/01	703,23	2024
2024/05/06	2548,43	2024
2024/05/11	1347,83	2024
2024/05/16	1401,56	2024
2024/05/21	371,21	2024
2024/05/26	821,23	2024

Berdasarkan data pengamatan curah hujan Kota Pekalongan pada tabel 1, selama periode Januari hingga Mei 2024 yang diperoleh melalui pemrosesan citra satelit CHIRPS di platform *Google Earth Engine* seperti pada , diketahui bahwa curah hujan di wilayah ini menunjukkan fluktuasi yang cukup signifikan antar periode 5 harian (*pentad*).

Pada bulan Januari, curah hujan berkisar antara 81,85 mm hingga 891,20 mm per *pentad*, dengan rata-rata sekitar 603 mm. Hal ini mengindikasikan bahwa awal tahun masih berada pada fase musim hujan namun belum mencapai intensitas puncak.

Memasuki bulan Februari, terjadi peningkatan intensitas curah hujan, dengan puncaknya terjadi pada 16 Februari sebesar 2163,05 mm per *pentad*. Ini menunjukkan bahwa pertengahan Februari adalah periode puncak hujan pertama yang cukup tinggi.

Di bulan Maret, curah hujan menunjukkan fluktuasi yang lebih ekstrem, dengan puncak tertinggi sebesar 4035,48 mm pada 26 Maret. Ini menandai periode puncak hujan kedua, yang bahkan lebih besar dibanding Februari. Setelah itu, curah hujan sempat menurun drastis.

Pada bulan April, curah hujan kembali meningkat dengan dua puncak, yaitu 3093,53 mm pada 21 April dan 2177,60 mm pada 26 April. Ini mengindikasikan bahwa April merupakan bulan transisi, di mana intensitas hujan masih tinggi, namun mulai berangsur menurun menjelang musim kemarau.

Memasuki bulan Mei, terjadi tren penurunan curah hujan secara bertahap, meskipun pada 6 Mei sempat terjadi lonjakan sebesar 2548,43 mm. Setelah pertengahan Mei, intensitas hujan cenderung stabil di bawah 1400 mm.



Gambar 5. Peta visualisasi suhu permukaan di Pekalongan

Gambar di atas merupakan hasil visualisasi suhu permukaan tanah (*Land Surface Temperature/LST*) di wilayah administrasi Kota Pekalongan berdasarkan data satelit MODIS MOD11A1 periode Januari hingga Juni 2024. Visualisasi ini dibuat menggunakan *Google Earth Engine*, dengan resolusi spasial 1 km dan cakupan temporal harian, kemudian dilakukan pemetaan menggunakan komposit warna berdasarkan nilai suhu.

PEMBAHASAN

Fluktuasi suhu di Kota Pekalongan menunjukkan adanya dampak yang signifikan dari faktor meteorologi lokal[12]. Puncak temperatur pada DOY 40, 90, dan 100 bertepatan dengan waktu curah hujan yang sedikit, menunjukkan fase peralihan menuju musim kering. Sebaliknya,

penurunan suhu permukaan pada DOY 50 dan 140 berhubungan dengan peningkatan curah hujan di mana tingkat kelembapan tanah yang tinggi dapat mengurangi penyerapan panas di permukaan. Variasi curah hujan yang ekstrem, terutama di bulan Maret, mencerminkan dinamika iklim tropis yang meningkatkan ancaman bencana hidrometeorologi seperti banjir di puncak musim hujan dan risiko kekeringan pada masa transisi[13].

Hasil pemetaan ruang mengonfirmasi ada fenomena *Urban Heat Island* (UHI) di Kota Pekalongan[14]. Konsentrasi suhu yang tinggi di daerah Utara dan Barat sangat terkait dengan dominasi tutupan lahan berupa permukaan keras seperti aspal dan beton, yang memiliki albedo rendah serta kapasitas penyimpanan panas yang tinggi. Sebaliknya, suhu yang lebih dingin di bagian Selatan dan Tenggara didukung oleh adanya tutupan tanaman dan lahan pertanian yang berfungsi sebagai penyerapan panas alami melalui proses evapotranspirasi. Penemuan ini menguatkan teori bahwa ekspansi lahan terbangun secara langsung dapat meningkatkan suhu mikro di perkotaan[15].

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Studi ini menunjukkan bahwa suhu permukaan tanah (*LST_{Day1km}*) di kota Pekalongan menunjukkan fluktuasi signifikan selama periode Januari hingga Mei 2024, dengan suhu harian tertinggi antara 25 dan 35 derajat Celsius. Puncaknya terjadi sekitar hari ke-90 dan hari ke-130 tahun tersebut, sementara penurunan tajam tercatat sekitar hari ke-45 dan hari ke-135. Pola ini sangat mungkin telah dipengaruhi oleh awan dan curah hujan, yang sesuai dengan temuan dari studi sebelumnya.

Dinamika suhu yang tidak merata tersebut juga mencerminkan karakteristik wilayah pesisir seperti Pekalongan, di mana faktor-faktor seperti radiasi matahari, kelembapan udara, dan jenis tutupan lahan sangat mempengaruhi nilai suhu permukaan. Selain itu, transisi antara musim hujan dan kemarau juga berperan penting dalam membentuk pola fluktuasi suhu yang diamati.

Google Earth Engine terbukti efektif dalam memantau perubahan suhu secara harian dengan pendekatan visualisasi dan analisis otomatis. Platform ini memberikan kemudahan dalam pengolahan data skala besar dan mendukung pemantauan iklim lokal secara efisien. Hasil penelitian ini dapat dijadikan dasar dalam perencanaan adaptasi iklim, khususnya di wilayah perkotaan pesisir yang rentan terhadap perubahan suhu ekstrem.

Sejalan dengan penelitian sebelumnya, studi ini membenarkan bahwa pemanfaatan platform berbasis *cloud* seperti *Google Earth Engine* sangat efisien untuk mengawasi perubahan suhu permukaan tanah setiap hari. Jika penelitian sebelumnya berhasil memetakan perubahan LST di Kabupaten Serang Bagian Barat yang luas, penelitian di Pekalongan ini menunjukkan bahwa GEE juga sangat akurat untuk mendeteksi anomali suhu pada skala mikro perkotaan (UHI) selama fase transisi musim.

Fluktuasi curah hujan yang ekstrem di Pekalongan, terutama pada puncak Maret 2024, menegaskan bahwa peringatan dari penelitian sebelumnya tentang ketidakpastian curah hujan di Indonesia yang disebabkan oleh perubahan iklim, di mana penurunan intensitas curah hujan secara langsung menyebabkan peningkatan suhu permukaan harian (LST) yang memperburuk risiko kekeringan lokal di daerah pesisir.

Berdasarkan temuan tersebut, Pemerintah Kota Pekalongan direkomendasikan untuk menerapkan kebijakan tata ruang presisi melalui penyusunan sistem peringatan dini *heat-health-alert* pada periode krusial transisi musim (DOY 40–130) saat LST mencapai $\pm 35^{\circ}\text{C}$. serta memprioritaskan insentif material *ber-albedo* tinggi (*cool pavements/roofs*) dan RTH peneduh pada *hotspot* UHI di kawasan padat bangunan pesisir. Selain itu, BPBD disarankan mengintegrasikan pemantauan GEE berbasis data LST-CHIRPS ke dalam sistem *mitigasi*

kekeringan lokal secara *near real-time*. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan memanfaatkan citra berskala spasial lebih tinggi (*Landsat/Sentinel*) yang dikombinasikan dengan indeks NDVI, NDBI, serta data demografi guna memetakan tingkat kerentanan sosial-ekologis wilayah perkotaan secara komprehensif musim.

REFERENSI

- [1] Ihsan, F. U. (2024). Sebaran Perubahan Suhu Permukaan Sebelum Dan Setelah Pandemi Covid 19 Terhadap Fenomena Urban Heat Island Di Kabupaten Batang. *Jurnal Penataan Ruang*, 105. <https://doi.org/10.12962/j2716179x.v19i2.20308>
- [2] Gadekar, K., Pande, C. B., Rajesh, J., Gorantiwar, S. D., & Atre, A. A. (2023). Estimation of land surface temperature and urban heat island by using Google Earth Engine and remote sensing data. In *Springer Climate* (pp. 367–389). Springer Science and Business Media B.V. https://doi.org/10.1007/978-3-031-19059-9_14
- [3] Yustiana, M., Zainuri, M., Sugianto, D. N., Batubara, M. P. N., & Hidayat, A. M. (2023). Dampak Variabilitas Iklim Inter-Annual (El Niño, La Niña) Terhadap Curah Hujan dan Anomali Tinggi Muka Laut di Pantai Utara Jawa Tengah. *Buletin Oseanografi Marina*, 12(1), 109–124. <https://doi.org/10.14710/buloma.v12i1.48377>
- [4] Wachid, N., & Tyas, W. P. (2022). Analisis transformasi NDVI dan kaitannya dengan LST menggunakan platform berbasis cloud: Google Earth Engine. *Jurnal Planologi*, 19(1), 60. <https://doi.org/10.30659/jpsa.v19i1.20199>
- [5] Latue, P. C., Rakuasa, H., Somae, G., & Muin, A. (2023). Analisis perubahan suhu permukaan daratan di Kabupaten Seram Bagian Barat menggunakan platform berbasis cloud Google Earth Engine. *Sudo Jurnal Teknik Informatika*, 2(2), 45–51. <https://doi.org/10.56211/sudo.v2i2.261>
- [6] Fitriani, L., Sari, D. R., & Wijaya, A. (2022). Analisis Perubahan Curah Hujan dan Dampaknya terhadap Ketahanan Pangan di Indonesia. *Jurnal Geosains Tropis*, 10(1), 45–57.
- [7] Rakuasa, H., & Pertuack, S. (2023). Pola Perubahan Suhu Permukaan Daratan di Kecamatan Ternate Tengah, Kota Ternate Tahun 2013 dan 2023 Menggunakan Google Earth Engine. *Sudo Jurnal Teknik Informatika*, 2(2), 78–85. <https://doi.org/10.56211/sudo.v2i2.271>
- [8] Letedara, R., Manakane, S. E., Latue, P. C., & Rakuasa, H. (n.d.). Larisa Penelitian Multidisiplin Analisis Spasio-Temporal Perubahan Suhu Permukaan Daratan Pulau Letti Tahun 2013 dan 2023 Menggunakan Data Citra Ladsat 8 OLI/TIRS Pada Google Earth Engine.
- [9] Liwan, S., & Latue, P. C. (2023). Analisis Spasial Perubahan Suhu Permukaan Daratan Kota Kupang Menggunakan Pendekatan Geospatial Artificial Intelligence (GeoAI). *Buana Jurnal Geografi, Ekologi Dan Kebencanaan*, 1(1), 14–20. <https://doi.org/10.56211/buana.v1i1.343>
- [10] Puspa Wicitra, A., Kepirianto, C., Alifatus Sa, A., & Diponegoro, U. (n.d.). Analisis Dinamika Perubahan Suhu Permukaan Tanah pada Kemarau 2020-2023 sebagai Upaya Mitigasi Kekeringan di Desa Kedungbanteng, Kecamatan Kedungbanteng, Kabupaten Tegal. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 14(4), 790–795. Retrieved <http://journal.upgris.ac.id/index.php/e-dimas>
- [11] Nugroho, A. M., Fadillah, N., & Yuliana, S. (2022). Adaptasi Masyarakat terhadap Banjir Rob di Pekalongan dalam Konteks Perubahan Iklim. *Jurnal Sosial Humaniora*, 13(1), 77–85. <https://doi.org/10.24843/JSH.2022.v13.i01.p09>

-
- [12] Safira, N., Hakim, A., Yuniarto, P., Safira, N., & Yuniarto, A. H. P. (2025). Analisis Prediksi Kecepatan Angin di Kabupaten Pekalongan dengan Algoritma Decision Tree Regression Citation. *QOMARUNA Journal of Multidisciplinary Studies*, 02(02), 1–9. <https://doi.org/10.62048/qjms.v2i2>
- [13] Hanzahri, I., Pagar Alam No, J. Z., & Bandar Lampung, K. (n.d.). *Dinamika Teknik Sipil Majalah Ilmiah Teknik Sipil Sistem Informasi Geografis dalam Mitigasi Hidrometeorologi: Studi Kasus Intensitas Hujan Mononobe di Pulau Jawa-Bali*. Retrieved <https://journals.ums.ac.id/index.php/DTS/index>
- [14] Melati, F. S., Sukmono, A., & Bashit, N. (2020). Analisis Pengaruh Perubahan Densifikasi Bangunan Terhadap Fenomena Urban Heat Island Menggunakan Algoritma Urban Index Dengan Citra Landsat Multitemporal (Studi Kasus : Kota Pekalongan). In *Jurnal Geodesi Undip Januari* (Vol. 9, Issue 1).
- [15] Radite Rangi Ananta, Casriyah Casriyah, Moh. Rayya Ilham Rehardiyan, & Lovi Nugiantika Pasha. (2024). Analisis Dampak Fenomena Peningkatan Urban Heat Island Kota Semarang Tahun 2024. *Aliansi: Jurnal Hukum, Pendidikan Dan Sosial Humaniora*, 2(1), 144–157. <https://doi.org/10.62383/aliansi.v2i1.676>