

Pemanfaatan Citra Satelit MODIS untuk Pengambilan Data Suhu Permukaan Tanah pada Provinsi Banten

Bayu Hananto^{1*}, Desta Sandya Prasvita², Ratih Nindyasari³
 Fakultas Ilmu Komputer^{1,2}, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta
 Jl. Rs. Fatmawati, Pondok Labu, Jakarta Selatan, DKI Jakarta, 12450, Indonesia
 Fakultas Teknik³, Universitas Muria Kudus
 Jl. Lingkar Utara UMK, Gondangmanis, Bae, Kudus, Jawa Tengah, 59327, Indonesia
 bayuhananto@upnvj.ac.id¹, desta.sandya@upnvj.ac.id², ratih.nindyasari@umk.ac.id³

Abstrak. Studi ini dilatarbelakangi oleh kebutuhan untuk memahami distribusi dan variasi suhu permukaan tanah di Provinsi Banten yang dapat berdampak pada pengelolaan lingkungan dan mitigasi perubahan iklim. Metode yang diusulkan dalam studi ini adalah penggunaan data citra satelit MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) dari produk MOD11A2 yang diproses melalui platform *Google Earth Engine* (GEE). Data administrasi wilayah diambil dari *Global Administrative Areas* (GADM) untuk pemetaan yang lebih spesifik. Pengujian dilakukan dengan menganalisis data suhu permukaan tanah (*Land Surface Temperature* atau LST) dari tahun 2013 hingga 2023 di berbagai kabupaten dan kota di Provinsi Banten. Hasil pengujian menunjukkan adanya variasi signifikan dalam perolehan data citra antar kabupaten atau kota dengan total citra yang diperoleh adalah 3430, dengan Pandeglang tercatat memperoleh total 497 citra dan Kota Tangerang tercatat total terendah dengan 324 citra. Sedangkan perolehan citra pada tahun 2019 sebanyak 338 citra, dan tahun 2016 memperoleh citra paling sedikit yaitu 282. Dalam studi ini membuktikan efektivitas penggunaan dari GEE dalam pengolahan dan visualisasi data satelit serta memberikan rekomendasi penting untuk pengelolaan sumber daya alam dan mitigasi perubahan iklim di wilayah Banten.

Kata kunci : Banten, GADM, GEE, LST, MODIS.

1 Pendahuluan

Pemantauan suhu permukaan tanah (LST - *Land Surface Temperature*) merupakan salah satu aspek yang dapat digunakan dalam studi lingkungan dan perubahan iklim [1]. Suhu permukaan tanah memberikan informasi yang mempengaruhi berbagai proses fisik seperti evapotranspirasi, siklus hidrologi, dan dinamika vegetasi [2]. Di Provinsi Banten, pengukuran suhu permukaan tanah sangat penting untuk memahami dampak perubahan iklim dan mengelola sumber daya alam dengan lebih efektif [3].

Satelit MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*), yang diluncurkan oleh NASA pada satelit Terra dan Aqua, menyediakan data suhu permukaan tanah dengan resolusi spasial 1 km dan resolusi temporal harian. MODIS telah digunakan secara luas dalam berbagai Studi karena kemampuannya untuk menyediakan data yang akurat dan berkelanjutan. Produk MOD11A2 dari MODIS menyediakan data suhu permukaan tanah (LST) secara harian yang telah dikalibrasi dan diolah, menjadikannya sumber data yang sangat berguna untuk studi lingkungan [2].

Provinsi Banten, yang terletak di bagian barat Pulau Jawa, memiliki kondisi geografis dan iklim yang beragam. Wilayah ini mencakup pantai, dataran rendah, dan pegunungan, yang semuanya memiliki karakteristik suhu permukaan tanah yang berbeda[4]. Variasi suhu permukaan tanah di Banten dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk perubahan tutupan lahan, urbanisasi, dan aktivitas manusia lainnya. Oleh karena itu, pemantauan suhu permukaan tanah yang tepat sangat penting untuk memahami dinamika lingkungan di wilayah ini.

Salah satu masalah utama di Provinsi Banten adalah dampak dari urbanisasi yang pesat dan perubahan penggunaan lahan. Urbanisasi dapat menyebabkan peningkatan suhu permukaan tanah melalui efek *Urban Heat Island* (UHI)[5][6], di mana area perkotaan mengalami suhu yang lebih tinggi

dibandingkan dengan area pedesaan sekitarnya. Hal ini dapat mempengaruhi kualitas udara, kesehatan masyarakat, dan konsumsi energi. Selain itu, perubahan penggunaan lahan, seperti konversi lahan pertanian menjadi kawasan perumahan atau industri, dapat mengubah albedo permukaan dan mempengaruhi suhu permukaan tanah [7].

Studi terkait telah menunjukkan bahwa suhu permukaan tanah dapat digunakan sebagai indikator perubahan iklim dan degradasi lingkungan[8]. Menunjukkan bahwa data suhu permukaan tanah dari satelit dapat digunakan untuk memantau perubahan lahan dan efek *Urban Heat Island* di berbagai kota besar [9]. Studi lainnya [10] menyoroti pentingnya suhu permukaan tanah dalam studi evapotranspirasi dan siklus hidrologi. Namun, di Banten, data suhu permukaan tanah yang tersedia saat ini masih terbatas dan sering kali tidak mencakup seluruh wilayah dengan resolusi yang memadai.

Untuk mengatasi keterbatasan ini, studi ini akan memanfaatkan *Google Earth Engine* (GEE)[11], yakni sebuah platform komputasi awan yang kuat untuk analisis data geospasial. GEE memungkinkan pengolahan dan analisis data dari satelit dalam skala besar dengan akses ke berbagai dataset, termasuk citra satelit MODIS[12][13][14][15]. Dengan GEE, proses pengolahan data yang kompleks dapat dilakukan dengan lebih efisien dan cepat dibandingkan dengan metode konvensional. GEE juga menyediakan alat analisis yang bagus dan memiliki kemampuan untuk pemrosesan secara paralel[16], yang sangat berguna dalam studi ini untuk menganalisis distribusi suhu permukaan tanah di Provinsi Banten.

Selain itu, studi ini juga akan memanfaatkan data dari *Global Administrative Areas* (GADM), yang menyediakan peta batas administratif dari seluruh dunia[17], [18]. Data dari GADM sangat penting dalam Studi ini untuk mengintegrasikan data suhu permukaan tanah dengan informasi batas administratif Provinsi Banten. Dengan menggunakan data GADM, analisis dapat dilakukan pada level administratif yang lebih rinci, seperti kabupaten atau kota, sehingga memberikan wawasan yang lebih spesifik dan relevan untuk pengambilan keputusan lokal[18].

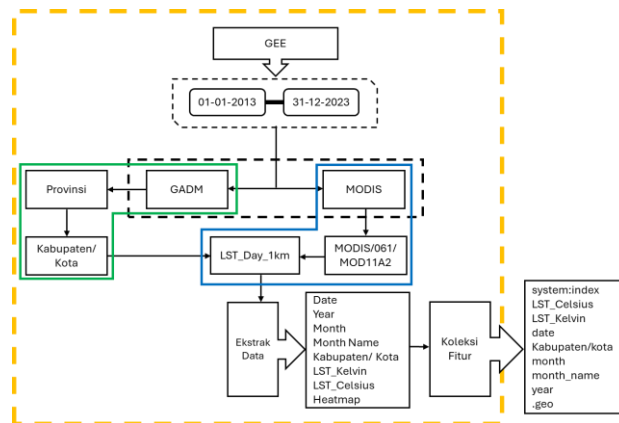
Pemanfaatan GEE dalam Studi ini memungkinkan integrasi dan analisis data suhu permukaan tanah dari MODIS dengan data geospasial lainnya, seperti tutupan lahan, topografi, dan penggunaan lahan. Hal ini akan memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi suhu permukaan tanah di Banten. Misalnya, data penggunaan lahan dari GEE dapat digunakan untuk mengidentifikasi area yang mengalami perubahan signifikan dan menganalisis dampaknya terhadap suhu permukaan tanah.

Studi [2] menunjukkan bahwa data MOD11A2 memiliki tingkat akurasi yang cukup baik ketika dibandingkan dengan pengukuran lapangan, menjadikannya sumber data yang dapat diandalkan untuk Studi lingkungan.

Dengan memanfaatkan data suhu permukaan tanah dari citra satelit MODIS dan kemampuan analisis dari *Google Earth Engine*, serta data batas administratif dari GADM, studi ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih rinci dan komprehensif tentang distribusi suhu permukaan tanah di Provinsi Banten. Hasil Studi ini akan memberikan kontribusi dalam pemantauan lingkungan dan manajemen sumber daya alam di wilayah Banten.

2 Metodologi Penelitian

Gambar 1 merupakan tahapan pada studi ini, agar studi ini dapat berjalan secara sistematis.



Gambar 1. Diagram Alir Metode Studi

Penelitian ini menggunakan data citra satelit MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) yang diproses menggunakan platform Google Earth Engine (GEE) untuk mendapatkan informasi suhu permukaan tanah (*Land Surface Temperature/LST*) di wilayah administratif Provinsi Banten. Metode pengambilan dan pengolahan data dijelaskan sebagai berikut:

a. **Sumber Data dan Rentang Waktu**

Data suhu permukaan tanah diambil dari citra satelit MODIS koleksi *MOD11A2 (061)* yang menyediakan suhu permukaan tanah pada resolusi spasial 1 km² untuk waktu siang hari (*LST_Day_1km*). Data ini diakses dan diproses melalui GEE dengan rentang waktu analisis dari 1 Januari 2013 hingga 31 Desember 2023.

b. **Penggunaan Data Administratif (GADM)**

Untuk memastikan analisis data sesuai dengan batas wilayah administratif Provinsi Banten, digunakan data *Global Administrative Database (GADM)* yang mencakup provinsi, kabupaten, dan kota. Wilayah administratif ini digunakan sebagai batasan (*masking*) dalam proses ekstraksi data citra satelit.

c. **Proses Pengolahan Data**

Tahapan pengolahan data dilakukan dengan langkah-langkah berikut:

1. **Integrasi Data Wilayah dan Citra Satelit**

Data wilayah administratif (provinsi dan kabupaten/kota) digabungkan dengan citra satelit MODIS untuk membatasi area pengambilan data hanya di Provinsi Banten.

2. **Ekstraksi Data Suhu Permukaan**

Data suhu permukaan tanah diambil dari koleksi MODIS dengan parameter *LST_Day_1km*. Nilai suhu permukaan tanah yang tersedia dalam Kelvin dikonversi ke skala Celsius untuk mempermudah interpretasi.

3. **Pembuatan Data Terstruktur**

Hasil ekstraksi data disusun dalam format terstruktur dengan atribut-atribut sebagai berikut:

- a. **Date:** Tanggal pengamatan.
- b. **Year:** Tahun pengamatan.
- c. **Month:** Bulan dalam format angka.
- d. **Month Name:** Nama bulan.
- e. **Kabupaten/Kota:** Lokasi administratif.
- f. **LST_Kelvin:** Suhu permukaan dalam skala Kelvin.
- g. **LST_Celsius:** Suhu permukaan dalam skala Celsius.

d. **Hasil Akhir dan Format Data**

Data yang dihasilkan berupa koleksi fitur (*feature collection*) yang mencakup informasi spasial (*.geo*) dan atribut-atribut yang relevan. Data ini kemudian digunakan untuk analisis lebih lanjut seperti pembuatan peta panas (*heatmap*) dan evaluasi pola suhu permukaan tanah di wilayah Provinsi Banten.

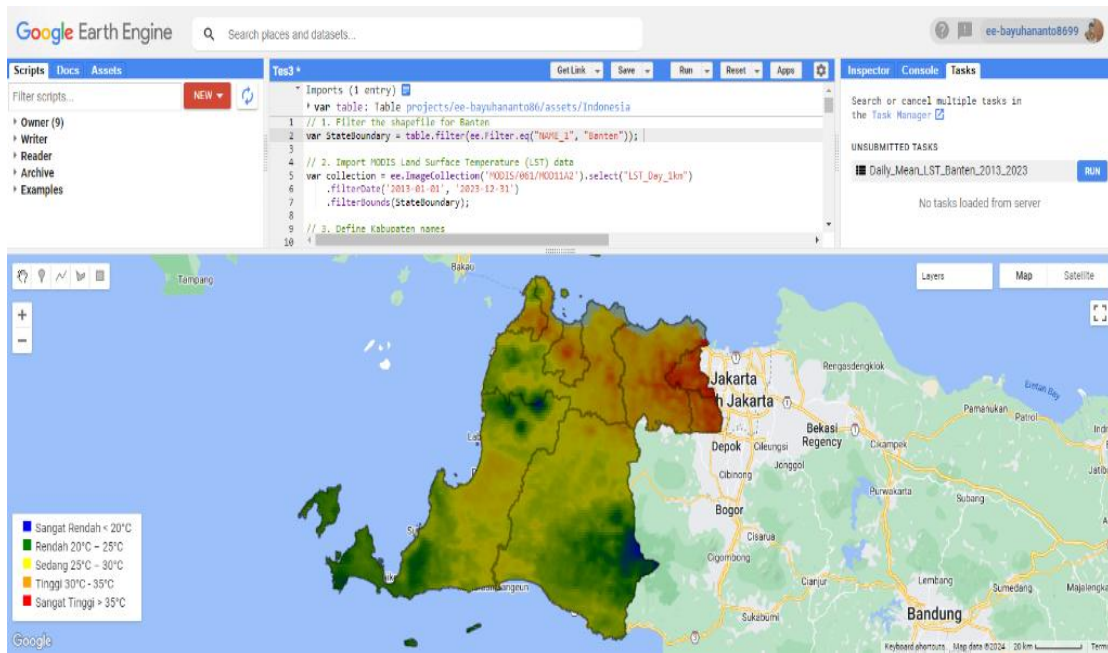
e. **Visualisasi dan Analisis**

Data suhu permukaan tanah yang telah diekstrak akan divisualisasikan dalam bentuk peta tematik dan grafik untuk menunjukkan pola perubahan suhu permukaan tanah dari tahun ke tahun. Peta ini memberikan informasi penting terkait distribusi suhu di setiap kabupaten/kota di Provinsi Banten.

Dengan menggunakan pendekatan ini, penelitian diharapkan dapat menghasilkan dataset yang akurat dan dapat diandalkan untuk analisis suhu permukaan tanah serta memberikan wawasan penting terkait variasi suhu permukaan di Provinsi Banten.

3 Hasil dan Pembahasan

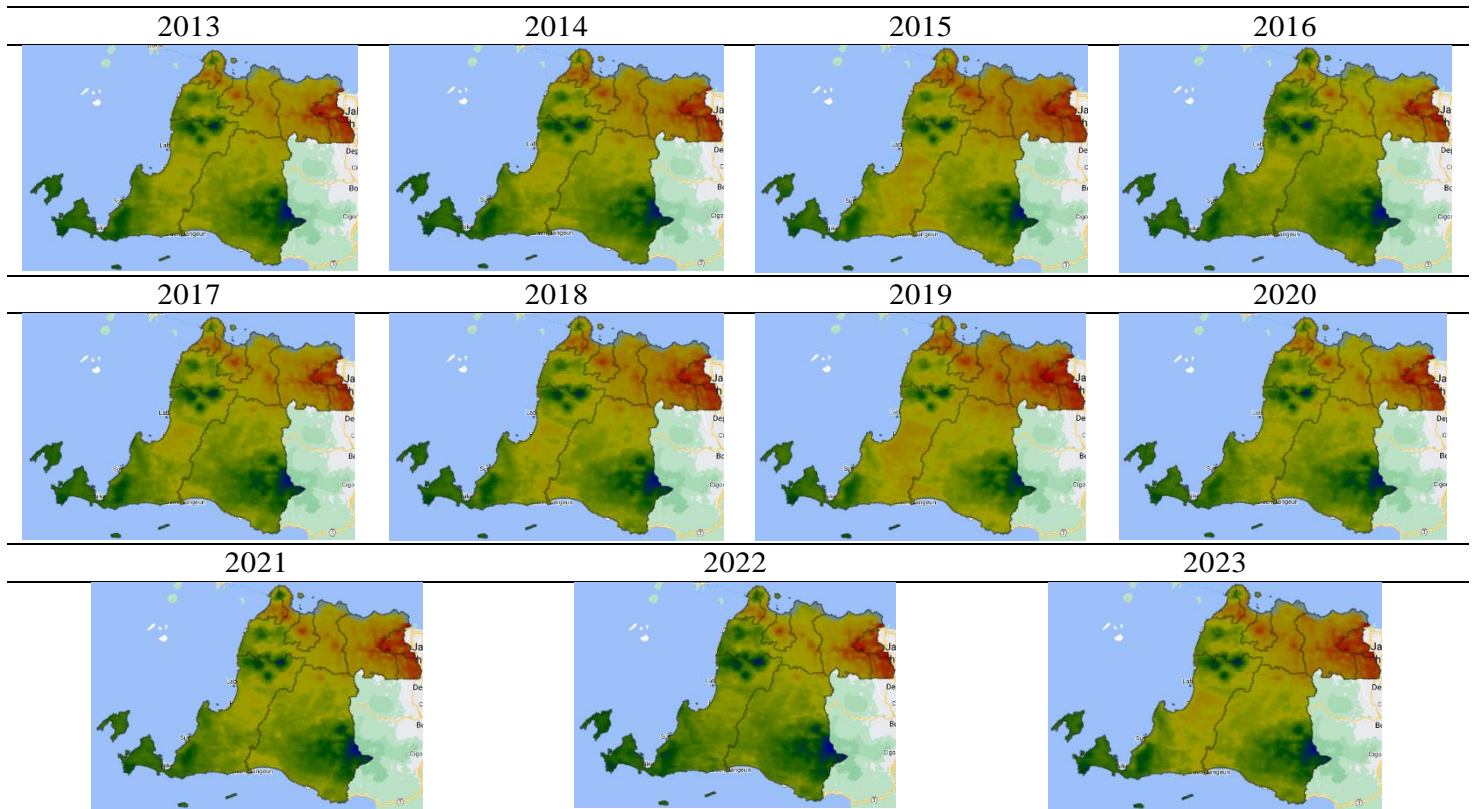
Analisis data suhu permukaan tanah (LST) menggunakan citra satelit MODIS telah dilakukan untuk Provinsi Banten dari tahun 2013 hingga 2023. Data diambil dari produk MOD11A2 yang diproses melalui platform *Google Earth Engine* (GEE). Hasil analisis ditampilkan dalam bentuk tabel dan peta yang menunjukkan distribusi suhu permukaan tanah di setiap kabupaten dan kota di Provinsi Banten.



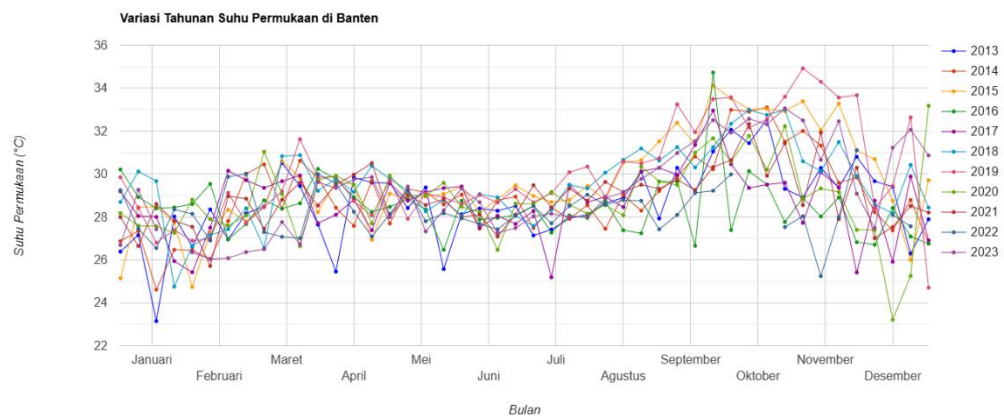
Gambar 2. Implementasi *Google Earth Engine*

Gambar 2 merupakan hasil dari implementasi menggunakan *Google Earth Engine* (GEE), yang didalamnya telah menambahkan GADM. Pada code editor tersebut telah ditambahkan *filter* sesuai dengan batas wilayah dan tanggal pengambilan data.

Tabel 1. Visualisasi hasil dalam Tahun



Tabel 1 menyajikan hasil yang berasal dari satelit MODIS, hasil luaran yang menampilkan kumpulan rata-rata dari suhu permukaan di Provinsi Banten lalu disematkan kedalam peta dan disesuaikan dengan tahun perolehan. Setelah itu hasil Perolehan data akan diekpor ke google drive. Tabel 1 juga menggambarkan perubahan karakteristik geografis atau lingkungan di wilayah Banten antara tahun 2013 sampai 2023. Pergeseran pola warna selama rentang waktu tersebut menunjukkan transformasi yang signifikan. Area yang menampilkan warna yang konsisten selama beberapa tahun menunjukkan stabilitas atau pengelolaan variabel lingkungan yang konsisten. Data visual ini sangat penting untuk memahami tren dan efek jangka panjang di wilayah Banten.



Gambar 3. Variasi Tahunan Suhu Permukaan di Banten

Gambar 3 menunjukkan variasi tahunan suhu permukaan tanah di Provinsi Banten dari tahun 2013 hingga 2023, berdasarkan data bulanan yang telah diolah dari citra satelit MODIS. Sumbu horizontal merepresentasikan bulan dalam satu tahun (Januari hingga Desember), sementara sumbu vertikal menunjukkan nilai suhu permukaan tanah dalam derajat Celsius (°C). Masing-masing garis berwarna mewakili tahun pengamatan yang berbeda.

Secara umum, tren suhu permukaan menunjukkan pola musiman, dengan peningkatan suhu yang cenderung terjadi pada bulan-bulan musim kemarau (Agustus hingga Oktober) dan penurunan suhu pada bulan-bulan musim hujan (Januari hingga Maret). Selain itu, terlihat adanya fluktuasi suhu antar tahun yang menandakan adanya variabilitas iklim di wilayah Banten. Tahun tertentu menunjukkan anomali suhu yang lebih tinggi atau lebih rendah dibandingkan rata-rata, yang dapat menjadi indikasi perubahan pola cuaca atau pengaruh iklim global.

Visualisasi ini memberikan wawasan terkait pola dan tren suhu permukaan di Provinsi Banten, yang dapat menjadi dasar untuk analisis lebih lanjut mengenai dampak iklim terhadap lingkungan, pertanian, dan aktivitas manusia di wilayah Banten.

system:index	LST_Celsius	LST_Kelvin	date	kabupaten	month	month_name	year	geo
2013_01_01_0	29.76	15145.28	1/1/2013	Cilegon	1	Januari	2013	["type": "MultiPoint", "coordinates": []]
2013_01_01_1	25.66	14940.55	1/1/2013	Serang	1	Januari	2013	["type": "MultiPoint", "coordinates": []]
2013_01_01_3	27.41	15028.11	1/1/2013	Tangerang	1	Januari	2013	["type": "MultiPoint", "coordinates": []]
2013_01_01_4	25.54	14934.59	1/1/2013	Pandeglang	1	Januari	2013	["type": "MultiPoint", "coordinates": []]
2013_01_01_5	26.70	14992.25	1/1/2013	Lebak	1	Januari	2013	["type": "MultiPoint", "coordinates": []]
2013_01_09_1	26.69	14992.00	1/9/2013	Serang	1	Januari	2013	["type": "MultiPoint", "coordinates": []]
2013_01_09_4	24.22	14868.67	1/9/2013	Pandeglang	1	Januari	2013	["type": "MultiPoint", "coordinates": []]
2013_01_09_5	28.13	15064.05	1/9/2013	Lebak	1	Januari	2013	["type": "MultiPoint", "coordinates": []]
2013_01_17_1	26.17	14965.78	1/17/2013	Serang	1	Januari	2013	["type": "MultiPoint", "coordinates": []]
2013_01_17_3	19.48	14631.71	1/17/2013	Tangerang	1	Januari	2013	["type": "MultiPoint", "coordinates": []]
2013_01_17_5	23.09	14812.05	1/17/2013	Lebak	1	Januari	2013	["type": "MultiPoint", "coordinates": []]
2013_01_25_0	29.45	15130.00	1/25/2013	Cilegon	1	Januari	2013	["type": "MultiPoint", "coordinates": []]
2013_01_25_1	27.84	15049.33	1/25/2013	Serang	1	Januari	2013	["type": "MultiPoint", "coordinates": []]
2013_01_25_3	29.93	15154.04	1/25/2013	Tangerang	1	Januari	2013	["type": "MultiPoint", "coordinates": []]
2013_01_25_4	28.16	15065.62	1/25/2013	Pandeglang	1	Januari	2013	["type": "MultiPoint", "coordinates": []]
2013_01_25_5	27.86	15050.42	1/25/2013	Lebak	1	Januari	2013	["type": "MultiPoint", "coordinates": []]
2013_02_02_1	29.15	15115.16	2/2/2013	Serang	2	Februari	2013	["type": "MultiPoint", "coordinates": []]
2013_02_02_3	31.20	15217.72	2/2/2013	Tangerang	2	Februari	2013	["type": "MultiPoint", "coordinates": []]
2013_02_02_4	23.98	14856.32	2/2/2013	Pandeglang	2	Februari	2013	["type": "MultiPoint", "coordinates": []]
2013_02_02_5	27.59	15037.21	2/2/2013	Lebak	2	Februari	2013	["type": "MultiPoint", "coordinates": []]
2013_02_10_0	32.24	15269.62	2/10/2013	Cilegon	2	Februari	2013	["type": "MultiPoint", "coordinates": []]
2013_02_10_1	29.11	15112.91	2/10/2013	Serang	2	Februari	2013	["type": "MultiPoint", "coordinates": []]
2013_02_10_2	37.79	15546.99	2/10/2013	Kota Tangerang	2	Februari	2013	["type": "MultiPoint", "coordinates": []]
2013_02_10_3	30.47	15180.89	2/10/2013	Tangerang	2	Februari	2013	["type": "MultiPoint", "coordinates": []]

Gambar 4. Hasil Ekspor Data

Hasil ekspor pada gambar 4 menjadi 9 *feature collection*. Fitur 1 bernama *system:index*, merupakan tanggal pengambilan dari sistem yang dilanjutkan dengan array, fitur 1 ini berformat tahun_bulan_tanggal_array. Fitur 2 adalah *LST_Celcius* yang berisi nilai *celcius* dengan menambahkan dua digit dibelakang koma. Fitur 3 adalah *LST_Kelvin* yang berisi nilai *kelvin* dan sama dengan *LST_Celcius* yang ditambahkan dua digit dibelakang koma. Fitur 4 adalah *date* yang berformat bulan/tanggal/tahun dan nantinya dapat di konversi menjadi format tanggal/bulan/tahun. Fitur 5 adalah nama kabupaten yang ada pada provinsi Banten, Fitur 6 adalah *month* dengan format numerik, Fitur 7 adalah *month_name* yang berisi nama bulan berdasarkan nama Indonesia, Fitur 8 adalah *year* yang berisi tahun dengan format numerik, fitur 9 adalah *.geo* yang berisi {"type": "MultiPoint", "coordinates": []}. Sedangkan untuk spesifikasinya ada pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Kumpulan Fitur (*feature collection*)

No	Nama Fitur	Tipe Data
1	<i>system:index</i>	<i>Varchar</i>
2	<i>LST_Celcius</i>	<i>Float</i>
3	<i>LST_Kelvin</i>	<i>Float</i>
4	<i>date</i>	<i>Date</i>
5	<i>kabupaten</i>	<i>Varchar</i>
6	<i>month</i>	<i>Integer</i>

7	<i>month_name</i>	<i>Varchar</i>
8	<i>year</i>	<i>Date</i>
9	<i>.geo</i>	<i>Varchar</i>

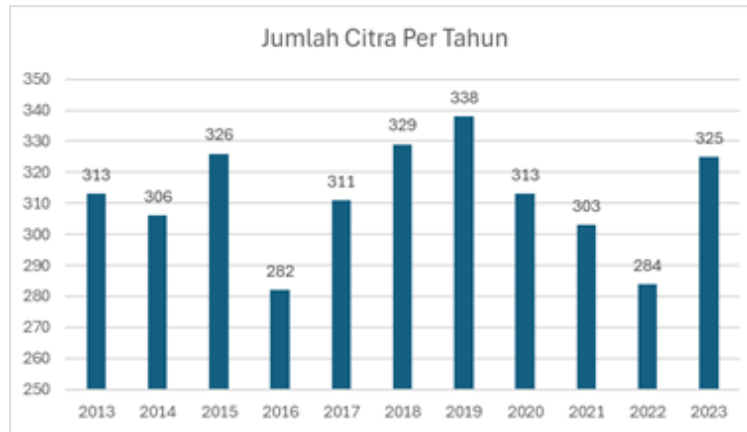
Tabel 3. Jumlah Citra yang diperoleh

Kabupaten/ Kota	Tahun											Total
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
Cilegon	38	38	40	34	39	42	43	40	38	38	40	430
Kota Serang	40	36	40	30	38	41	43	34	34	35	41	412
Kota Tangerang	27	28	33	22	29	34	35	31	26	25	34	324
Lebak	46	45	46	45	45	45	46	45	46	41	45	495
Pandeglang	44	46	46	45	46	46	46	46	45	42	45	497
Serang	45	43	45	41	44	46	45	44	44	40	44	481
Tangerang	42	41	43	38	42	40	42	42	40	36	42	448
Tangerang Selatan	31	29	33	27	28	35	38	31	30	27	34	343
Grand Total	313	306	326	282	311	329	338	313	303	284	325	3430

Tabel 3 menggambarkan data suhu permukaan tanah di berbagai kabupaten dan kota di Provinsi Banten dari tahun 2013 hingga tahun 2023. Informasi pada tabel 3 diatur dengan setiap baris mewakili kabupaten atau kota, dan setiap kolom mewakili satu tahun dalam jangka waktu yang ditentukan. Angka-angka dalam tabel menunjukkan jumlah perolehan citra yang menggambarkan suhu permukaan tanah untuk setiap kabupaten atau kota pada tahun yang sama. Kolom berlabel “Total” di akhir setiap baris memberikan informasi mengenai jumlah total dari citra yang berhasil direkam untuk kabupaten atau kota. Selanjutnya, baris terakhir berjudul “Grand Total” menyajikan jumlah citra secara kumulatif untuk semua kabupaten atau kota yang digabungkan untuk pada tiap tahun, tabel 3 menawarkan pandangan secara komprehensif dari jumlah data citra secara keseluruhan.

Terbukti dari tabel 3, bahwa Kabupaten Pandeglang memiliki jumlah citra tertinggi yang diperoleh selama periode tersebut, dengan total 497 citra, sedangkan Tangerang memperoleh jumlah citra terendah yaitu 324. Rata-rata citra yang diperoleh adalah 312 citra. Perbedaan dalam jumlah citra ini menggambarkan berbagai kondisi di berbagai kabupaten dan kota, yang mencerminkan pola suhu permukaan tanah yang berbeda dan dapat diekstraksi dari hasil citra satelit MODIS. Analisis yang disajikan dalam tabel 3 membuktikan perbandingan terperinci dari jumlah citra di berbagai wilayah di Provinsi Banten selama tahun-tahun tersebut.

Pemetaan hasil suhu permukaan tanah memainkan peran penting dalam mengungkap pola distribusi suhu yang memiliki aplikasi beragam, mulai dari pengelolaan sumber daya alam hingga strategi mitigasi perubahan iklim. Dengan memanfaatkan data ini, pemangku kepentingan dan pengambil keputusan dapat memperoleh wawasan berharga tentang dinamika suhu di berbagai daerah, memungkinkan tindakan yang tepat diambil untuk pembangunan berkelanjutan dan upaya konservasi lingkungan. Dataset komprehensif yang disajikan dalam tabel 3 berfungsi sebagai sumber daya berharga bagi para peneliti dan pembuat kebijakan yang ingin mengatasi tantangan terkait iklim dan meningkatkan ketahanan masyarakat di Provinsi Banten.



Gambar 5. Jumlah Perolehan Citra berdasarkan Tahun

Gambar 5 ini memvisualisasikan jumlah keseluruhan dari citra yang didapatkan dalam kurun waktu tertentu, dalam hal ini per-tahun. Pemahaman konsep Jumlah citra per-tahun sangat penting untuk mengukur besarnya data visual yang dikelola atau diteliti dalam periode tertentu. Dalam gambar 3 ini dapat memberikan informasi mengenai pemanfaatan jumlah citra di berbagai waktu. Jumlah citra paling banyak diperoleh pada tahun 2019 sebanyak 338 citra, sedangkan paling sedikit diperoleh pada tahun 2016 sebanyak 282 citra.



Gambar 6. Jumlah Perolehan Citra berdasarkan Kabupaten/ Kota

Gambar 6 memberikan informasi mengenai jumlah citra yang didapatkan dari tiap kabupaten atau kota yang ada di provinsi Banten. Dimana jumlah citra yang didapat secara berurutan dari paling banyak adalah Pandeglang sebanyak 497 citra, Lebak 495 citra, Serang 481 citra, Tangerang 448 citra, Cilegon 430 citra, Kota Serang 412 citra, Tangerang Selatan 343 citra, dan Kota Tangerang 324 citra.

4 KESIMPULAN

Variasi suhu permukaan tanah di Provinsi Banten selama periode 2013-2023 menunjukkan pola musiman yang konsisten dengan fenomena iklim tropis, di mana suhu meningkat pada musim kemarau dan menurun pada musim hujan. Temuan ini juga menunjukkan adanya perbedaan suhu antar wilayah administratif, yang sebagian besar disebabkan oleh perubahan penggunaan lahan. Wilayah dengan urbanisasi tinggi, seperti Kota Tangerang dan Tangerang Selatan, cenderung memiliki suhu lebih tinggi dibandingkan dengan wilayah pedesaan seperti Pandeglang dan Lebak. *Efek Urban Heat Island* (UHI) menjadi salah satu fenomena yang memperparah perbedaan suhu di wilayah perkotaan. Saran pengembangan selanjutnya untuk studi ini adalah Analisa Tingkat lanjut, Pengembangan Model Prediksi, dan Kolaborasi Antar Disiplin Ilmu.

Referensi

- [1] A. Achmad, L. H. Sari, and I. Ramli, "A study of urban heat island of Banda Aceh City, Indonesia based on land use/cover changes and land surface temperature," *Aceh International Journal of Science and Technology*, vol. 8, no. 1, pp. 41–51, May 2019, doi: 10.13170/aijst.8.1.13060.
- [2] G. Wan, Z., Hook, S., Hulley, "MOD11A2v061," lpdaac.usgs.gov. Accessed: Jul. 02, 2024. [Online]. Available: <https://lpdaac.usgs.gov/products/mod11a2v061/>
- [3] K. Serang, "BANTEN,," *PT. WONOKOYO JAYA CORPORINDO JL. TAMAN BUNGKUL NO.*, vol. 8, pp. 1–7.
- [4] Admin, "Provinsi Banten," p. <https://bantenprov.go.id/>, 2024.
- [5] A. Achmad, L. H. Sari, and I. Ramli, "A study of urban heat island of Banda Aceh City, Indonesia based on land use/cover changes and land surface temperature," *Aceh International Journal of Science and Technology*, vol. 8, no. 1, pp. 41–51, 2019, doi: 10.13170/aijst.8.1.13060.
- [6] C. T. Lloyd, "High resolution global gridded data for use in population studies," *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*, vol. 42, no. 4W2, pp. 117–120, 2017, doi: 10.5194/isprs-archives-XLII-4-W2-117-2017.
- [7] J. Maulana and F. Bioresita, "Monitoring of Land Surface Temperature in Surabaya, Indonesia from 2013-2021 Using Landsat-8 Imagery and Google Earth Engine," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, IOP Publishing, 2023, p. 12027. doi: 10.1088/1755-1315/1127/1/012027.
- [8] A. Nurwanda and T. Honjo, "The prediction of city expansion and land surface temperature in Bogor City, Indonesia," *Sustainable Cities and Society*, vol. 52, p. 101772, 2020, doi: 10.1016/j.scs.2019.101772.
- [9] L. Gandharum, D. M. Hartono, A. Karsidi, and M. Ahmad, "Monitoring Urban Expansion and Loss of Agriculture on the North Coast of West Java Province, Indonesia, Using Google Earth Engine and Intensity Analysis," *Scientific World Journal*, vol. 2022, no. 1, p. 3123788, 2022, doi: 10.1155/2022/3123788.
- [10] T. A. E. Prasetya, Munawar, M. R. Taufik, S. Chesoh, A. Lim, and D. McNeil, "Land surface temperature assessment in Central Sumatra, Indonesia," *Indonesian Journal of Geography*, vol. 52, no. 2, pp. 239–245, 2020, doi: 10.22146/ijg.51327.
- [11] A. H. Fadli, A. Kosugo, K. Ichii, and R. Ramli, "Satellite-based monitoring of forest cover change in indonesia using google earth engine from 2000 to 2016," in *Journal of Physics: Conference Series*, IOP Publishing, 2019, p. 12046. doi: 10.1088/1742-6596/1317/1/012046.
- [12] Google, "Google Earth Engine," Google Earth Engine. Accessed: Jul. 02, 2024. [Online]. Available: <https://earthengine.google.com/>
- [13] R. Annas, F. Teknik, and U. Indonesia, "Pemanfaatan Data Satelit Modis," *Skripsi Pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia*, pp. 1–10, 2009.
- [14] B. Hamuna, Y. P. Paulangan, and L. Dimara, "Kajian suhu permukaan laut menggunakan data satelit Aqua-MODIS di perairan Jayapura, Papua," *Depik*, vol. 4, no. 3, 2015, doi: 10.13170/depik.4.3.3055.
- [15] A. Yuniarti, L. Maslukah, and M. Helmi, "Studi variabilitas suhu permukaan laut berdasarkan citra satelit aqua modis tahun 2007-2011 di perairan Selat Bali," *Journal of Oceanography*, vol. 2, no. 4, pp. 416–421, 2013.
- [16] T. Sarzynski, X. Giam, L. Carrasco, and J. S. Huay Lee, "Combining radar and optical imagery to map oil palm plantations in Sumatra, Indonesia, using the Google Earth Engine," *Remote Sensing*, vol. 12, no. 7, p. 1220, 2020, doi: 10.3390/rs12071220.
- [17] A. Setiawan and E. Sedyono, "Determination of Region Area in Two UTM Zone Using Shoelace Formula Based on the GADM Database," *AIP Conference Proceedings*, vol. 2542, no. 2, pp. 597–606, 2022, doi: 10.1063/5.0103178.
- [18] A. Setiawan and E. Sedyono, "Area calculation based on GADM geographic information system database," *Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, vol. 18, no. 3, pp. 1416–1421, 2020, doi: 10.12928/TELKOMNIKA.v18i3.14901.