

Pengolahan Citra

Pola Perubahan Suhu Permukaan Daratan di Kecamatan Ternate Tengah, Kota Ternate Tahun 2013 dan 2023 Menggunakan Google Earth Engine

Heinrich Rakuasa¹, Stewart Pertuack²

¹ *Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Program Studi Pendidikan Geografi, Universitas Pattimura, Ambon, Indonesia*

² *Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Amikom Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia*

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 24 Mei 2023
Revisi Akhir: 09 Juni 2023
Diterbitkan *Online*: 15 Juni 2023

KATA KUNCI

Cloud Computing; Google Earth Engine; Suhu Permukaan Daratan; Ternate Tengah

KORESPONDENSI

Phone: +62 81342847435
E-mail: heinrichrakuasa14@mail.com

A B S T R A K



Suhu permukaan daratan di Kecamatan Ternate Tengah mengalami peningkatan dari tahun 2013-2023, salah satu faktor penyebabnya yaitu terjadinya perkembangan lahan terbangun yang semakin meningkat setiap tahunnya. Penelitian ini menggunakan data citra Landsat 8 Collection 1 Tier 2 TOA Reflectance pada google earth engine. Untuk menganalisis suhu permukaan daratan (LST) pada citra Landsat 8 menggunakan Google Earth Engine (GEE) berbasis cloud computing dengan menggunakan formula "Single Channel Algorithm" atau "Split-Window Algorithm". Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai suhu permukaan daratan tertinggi di tahun 2013 yaitu 24,41° C dan mengalami peningkatan di tahun 2023 menjadi 28,63° C. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan manfaat yang besar bagi Pemerintah setempat dalam merencanakan dan mengambil keputusan dalam berbagai sector diantaranya pengembangan sektor pertanian, pengelolaan sumber daya air, dan penanggulangan bencana.

PENDAHULUAN

Suhu permukaan daratan merupakan salah satu parameter penting dalam studi cuaca dan iklim serta lingkungan [1]. Suhu permukaan daratan dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti suhu udara, radiasi matahari, kelembaban udara, jenis tanah atau permukaan benda yang ada di daratan, serta lokasi geografis [2]. Perubahan suhu permukaan daratan memiliki dampak besar pada lingkungan dan kehidupan manusia. Perubahan iklim dan peningkatan suhu permukaan daratan yang diakibatkan oleh aktivitas manusia, seperti penebangan hutan dan emisi gas rumah kaca, dapat berdampak pada keseimbangan ekosistem dan kesehatan manusia [3].

Menurut Zulkarnain, perubahan penggunaan lahan seperti deforestasi, konversi lahan hutan menjadi perkebunan atau pertanian, dan urbanisasi dapat menyebabkan peningkatan suhu permukaan [4]. Deforestasi mengurangi jumlah penyerap panas alami seperti pohon dan tanah yang lembab, sedangkan penggunaan lahan untuk perkotaan dapat meningkatkan konsentrasi bahan-bahan penghasil panas seperti aspal dan beton [5]. Nilai suhu permukaan yang tinggi, diperoleh pada bangunan yang kepadatannya tinggi, proporsi permukaan tahan air yang tinggi, serta di daerah yang mengalami penghilangan panas karena adveksi dan kehilangan radiasi terhambat, seperti pada inti kota dengan bangunan tinggi [6].

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Rakuasa & Pakniyany, lahan terbangun di Kecamatan Ternate Tengah mengalami peningkatan luasan dari tahun 2002 – 2022 hal ini tentunya berdampak pada kenaikan suhu permukaan daratan di Kecamatan Ternate Tengah [8]. Faktor yang dianggap sangat mempengaruhi perkembangan Kecamatan Ternate Tengah yaitu factor penduduk dan factor ekonomi, oleh sebab itu dapat disimpulkan bahwa semakin meningkatnya jumlah penduduk Kecamatan Ternate Tengah membuat kebutuhan akan lahan untuk bermukim juga semakin bertambah

akibatnya akan terjadi inkonsistensi atau ketimpangan antara kebutuhan lahan dengan lahan yang tersedia, terjadinya penurunan daya dukung lingkungan, kerusakan lingkungan kedepannya serta kenaikan suhu permukaan daratan [9], [10].

Pemantauan suhu permukaan daratan dengan di Kecamatan Ternate Tengah menggunakan menggunakan google earth engine berbasis *cloud computing* dapat membantu dalam memahami perubahan iklim dan cuaca global, serta memberikan informasi penting bagi para ilmuwan, pemerintah, dan organisasi non-pemerintah dalam mengambil keputusan terkait mitigasi perubahan iklim dan penanganan bencana alam [11]. Google Earth Engine adalah platform cloud computing untuk analisis data geospasial dan pemetaan yang memungkinkan pengguna untuk mengakses dan menganalisis data citra satelit dari berbagai sumber, termasuk Landsat, Sentinel, dan MODIS [11],[12].

Google Earth Engine menawarkan kemampuan pemrograman dengan JavaScript dan Python, serta alat visualisasi dan analisis data seperti time series, segmentasi citra, dan analisis spasial [13]. Selain itu, platform ini menyediakan akses ke data yang telah diproses dan disimpan di server Google, yang memungkinkan pengguna untuk melakukan analisis yang kompleks pada data yang sangat besar [14]. Menurut Gorelick et al., Google Earth Engine dapat digunakan untuk menganalisis suhu permukaan daratan dengan memanfaatkan data citra satelit yang tersedia di platform [14]. Data ini dapat digunakan untuk mengamati perubahan suhu permukaan daratan dari waktu ke waktu, serta mengidentifikasi pola suhu yang berbeda di wilayah-wilayah tertentu. Untuk melakukan analisis suhu permukaan daratan, pengguna dapat memanfaatkan data citra satelit seperti Landsat, Sentinel, atau MODIS yang tersedia di Google Earth Engine [15].

Dengan memanfaatkan alat visualisasi dan analisis data GEE, pengguna dapat menghasilkan peta suhu permukaan daratan dengan mudah dan membandingkan perubahan suhu dari waktu ke waktu [11]. Selain itu, pengguna juga dapat menggunakan alat analisis spasial untuk mengidentifikasi daerah-daerah yang memiliki suhu permukaan daratan yang lebih tinggi atau lebih rendah dari rata-rata, serta melihat hubungan antara suhu permukaan daratan dengan faktor-faktor lingkungan lainnya seperti kelembaban udara, curah hujan, dan jenis tanah [16]. 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 mengambil keputusan terkait mitigasi perubahan iklim dan penanganan bencana alam [6]. Berdasarkan uraian diatas penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pola perubahan suhu permukaan daratan di Kecamatan Ternate Tengah, Kota Ternate tahun 2013 dan 2023 menggunakan google earth engine

TINJAUAN PUSTAKA

Suhu Permukaan Daratan

Suhu permukaan daratan merupakan salah satu parameter penting dalam studi cuaca dan iklim serta lingkungan [1]. Suhu permukaan daratan dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti suhu udara, radiasi matahari, kelembaban udara, jenis tanah atau permukaan benda yang ada di daratan, serta lokasi geografis [2]. Analisis suhu permukaan daratan menggunakan Platform Google Earth Engine berbasis cloud computing sudah banyak digunakan oleh peneliti-peneliti sebelumnya. Latue et al., [17] memanfaatkan Google Earth Engine (GEE) untuk menganalisis suhu permukaan daratan di Kabupaten Seram Bagian Barat tahun 2012 dan 2022, Maulana & Bioresita ditahun 2023 juga menggunakan Google Earth Engine (GEE) untuk memantau suhu permukaan daratan di surabaya pada tahun 2013-2021 [18]. Berdasarkan hasil penelitian-penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa Google Earth Engine merupakan platform yang sangat baik dan efektif untuk analisis serta pemrosesan data berbasis spasial yang mengintegrasikan berbagai sumber data satelit dan citra, termasuk data suhu permukaan daratan.

Google Earth Engine

Google Earth Engine adalah platform cloud computing untuk analisis data geospasial dan pemetaan yang memungkinkan pengguna untuk mengakses dan menganalisis data citra satelit dari berbagai sumber, termasuk Landsat, Sentinel, dan MODIS [11]. Google Earth Engine sangatlah efektif untuk menganalisis perubahan suhu permukaan daratan suatu daerah secara spasial temporal [12].

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Ternate Tengah, Provinsi Maluku Utara. Penelitian ini menggunakan data citra Landsat 8 Collection 1 Tier 2 TOA Reflectance yang diakses dan dianalisis di Google Earth Engine (<https://earthengine.google.com/>). USGS Landsat 8 Collection 1 Tier 2 TOA Reflectance merupakan salah satu koleksi citra yang tersedia di Google Earth Engine (GEE) untuk satelit Landsat 8. Tier 2 TOA (Top of Atmosphere) Reflectance adalah produk citra yang telah dikoreksi secara atmosferik untuk memperoleh reflektansi suhu permukaan daratan yang sebenarnya. Analisis suhu permukaan daratan di Kecamatan Ternate Tengah dilakukan pada periode 01-04-2013 – 30-04-2013 dan pada periode 01-04-2023 – 30-04-2023.

Untuk menganalisis suhu permukaan daratan (LST) pada citra Landsat 8 menggunakan Google Earth Engine (GEE) berbasis *cloud computing* dengan menggunakan formula "*Single Channel Algorithm*" atau "*Split-Window Algorithm*". Berikut adalah script kode yang dapat Anda gunakan untuk menghitung LST di GEE:

1. Langkah pertama yang dilakukan untuk analisis suhu permukaan daratan di platform Google Earth Engine (GEE) yaitu memilih citra satelit yang akan digunakan, dimana pada penelitian ini menggunakan data citra Landsat 8 Collection 1 Tier 2 TOA Reflectance

```
var image = ee.Image('LANDSAT/LC08/C01/T1_TOA/LC08_1234567890123456789');
```

2. Menentukan variabel waktu, bertujuan untuk menentukan rentang waktu penelitian.

```
filterDate ('2013-04-01', '2013-04-30'), ('2023-04-01', '2023-04-30')
```

3. Mengkonversi suhu radiance menjadi suhu permukaan (LST)

```
var LST = image.expression(
  '(Tb/(1 + (0.00115 * (Tb / 1.4388) / 1.2) * log(Ep)))', {
    'Tb': image.select('B10'), // Suhu kecerahan pada band 10
    'Ep': image.expression(
      '((10.8 * (Tb - 273.15)) / ((exp((10.8 * (Tb - 273.15)) / 14387.69) - 1))) + 1)', {
        'Tb': image.select('B10') // Suhu kecerahan pada band 10
      }).rename('Ep')
    }).rename('LST');
```

4. Menampilkan hasil analisis suhu permukaan daratan di layar Google Earth Engine (GEE)

```
Map.addLayer(LST, {min: 273.15, max: 323.15, palette: ['blue', 'green', 'red', 'yellow', 'white']}, 'LST');
```

5. Memotong (Clip) hasil analisis suhu permukaan daratan menggunakan batas administrasi Kecamatan Ternate Tengah

```
clip(geometry);
```

6. Menyimpan hasil analisis LST ke Google Drive yang selanjutnya dapat didownload untuk dianalisis lanjut di

```
software Arc GIS.
Export.image.toDrive({
  image: LST,
  description: 'LST_Image'
  scale: 30,
  region: geometry //
});
```

7. Setelah hasil analisis suhu permukaan daratan didownload dari ke Google Drive kemudian dilakukan klasifikasi di software Arc GIS yang mengacu pada [19]. Klasifikasi analisis suhu permukaan daratan dapat dilihat pada Tabel 1.

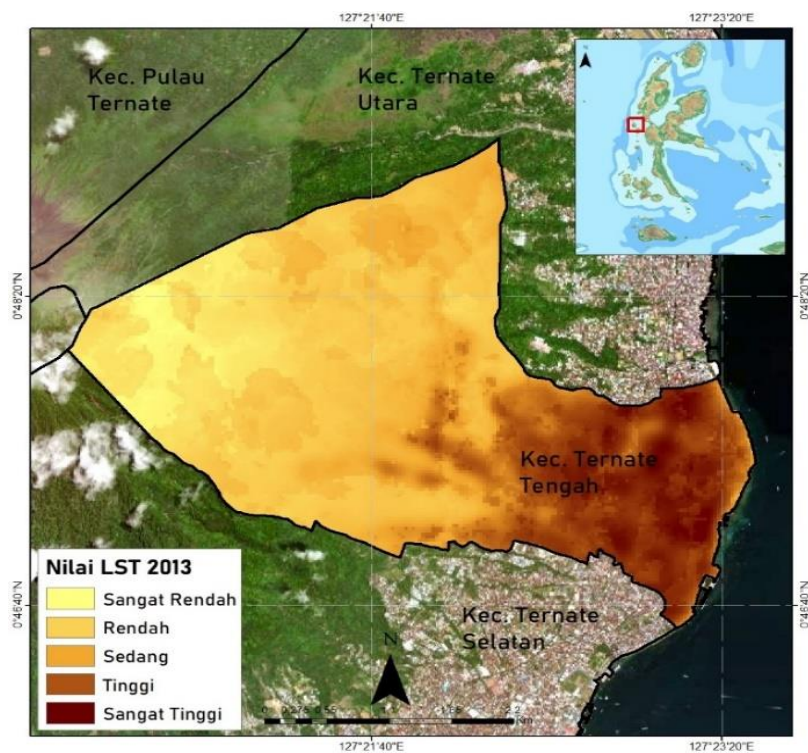
Tabel 1. Klasifikasi Suhu Permukaan Daratan

No	Kelas Suhu Permukaan Daratan	Keterangan
1	Sangat Rendah	<20° C
2	Rendah	20° C – 25° C
3	Sedang	25° C – 30° C
4	Tinggi	30° C - 35° C
5	Sangat Tinggi	>35° C

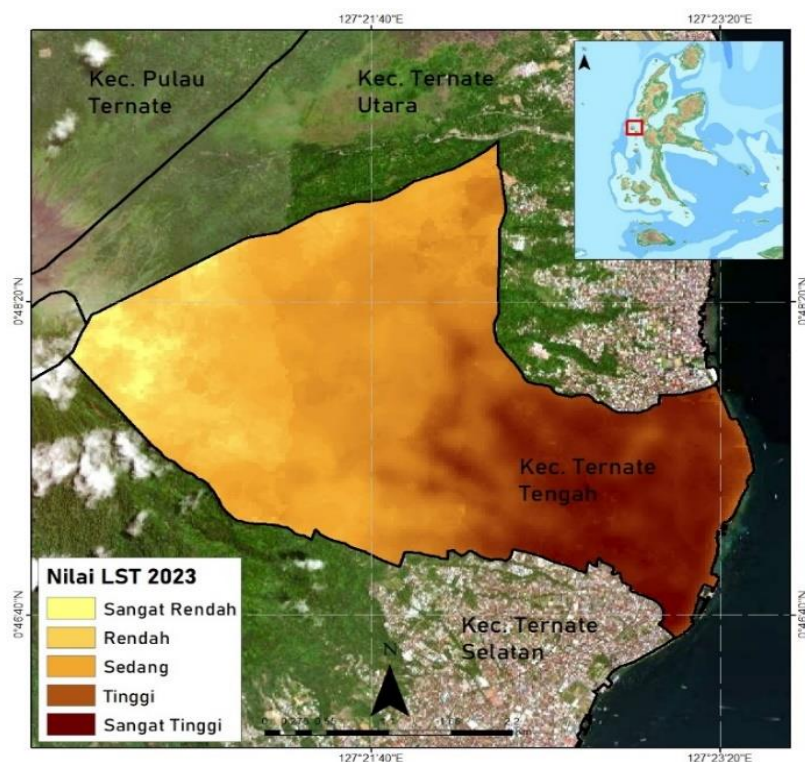
Sumber: [19]

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penerapan Script Google Earth Engine untuk mengolah Landsat 8 Collection 1 Tier 2 TOA Reflectance diperoleh data sebaran Suhu Permukaan Daratan rata-rata Kecamatan Ternate Tengah. Nilai suhu permukaan daratan (LST) dapat bervariasi tergantung pada berbagai faktor seperti lokasi, waktu, kondisi cuaca, dan penggunaan lahan. Nilai suhu permukaan daratan yang diperoleh dari data satelit dapat dinyatakan dalam satuan Kelvin, Celcius, atau Fahrenheit tergantung pada preferensi analisis.



Gambar 2. Suhu Permukaan Daratan rata-rata tahun 2013

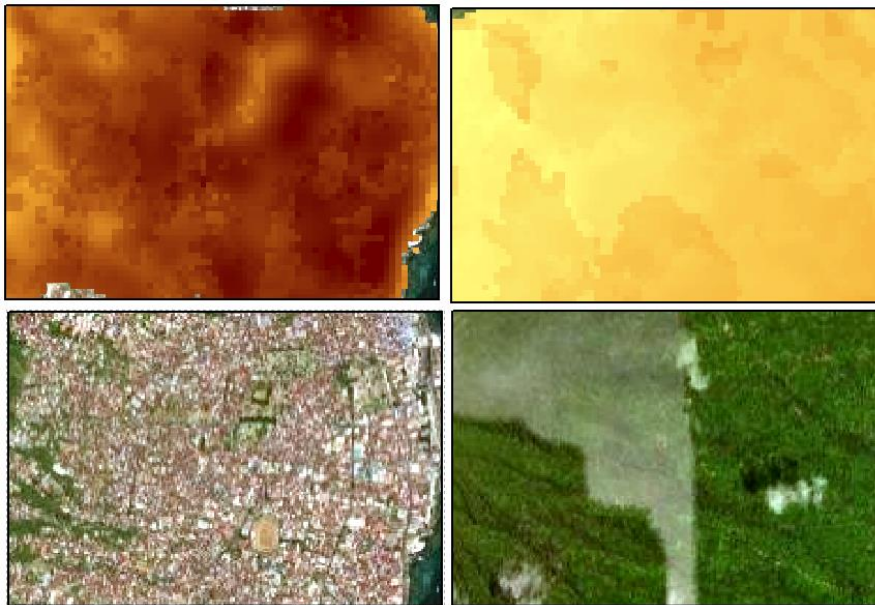


Gambar 3. Suhu Permukaan Daratan rata-rata tahun 2023

Nilai suhu permukaan daratan di Kecamatan Ternate Tengah dapat dilihat pada Gambar 2 dimana ditahun 2013 nilai LST terendah yaitu $12,74^{\circ}\text{C}$ dan nilai tertinggi yaitu $24,41^{\circ}\text{C}$, ditahun 2023 suhu permukaan daratan rata-rata Kecamatan Ternate Tengah mengalami peningkatan dengan suhu terendah yaitu $16,91^{\circ}\text{C}$ dan suhu tertinggi yaitu $28,63^{\circ}\text{C}$. Nilai dengan suhu permukaan tertinggi diidentifikasi dengan warna coklat dan nilai terendah dengan warna kuning. Suhu permukaan Kecamatan Ternate Tengah kemudian diklasifikasi berdasarkan Tabel 1 yang terdiri dari kelas sangat rendah, rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi. Secara spasial peta kelas suhu permukaan daratan Kecamatan Ternate Tengah dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2.

Kelas Suhu Permukaan Daratan (*Land Surface Temperature Class*) adalah pembagian kisaran nilai suhu permukaan daratan ke dalam beberapa kelas atau kategori berdasarkan batas-batas tertentu [3]. Pembagian ini bertujuan untuk mempermudah analisis data dan interpretasi informasi terkait suhu permukaan daratan. Suhu sangat tinggi di tahun 2013 memiliki luas $270,13\text{ ha}$ atau sebesar $19,22\%$, suhu kelas tinggi memiliki luas $160,86\text{ ha}$ atau sebesar $11,45\%$, kelas sedang memiliki luas $243,59\text{ ha}$ atau sebesar $17,33\%$, kelas rendah memiliki luas $500,41\text{ ha}$ atau sebesar $35,61\%$, dan suhu kelas sangat rendah memiliki luas $230,44\text{ ha}$ atau sebesar $16,40\%$.

Di tahun 2023 suhu permukaan daratan mengalami peningkatan dimana suhu sangat tinggi memiliki luas $334,03\text{ ha}$ atau sebesar $23,77\%$, suhu kelas tinggi memiliki luas $176,99\text{ ha}$ atau sebesar $12,59\%$, kelas sedang memiliki luas $574,94\text{ ha}$ atau sebesar $40,91\%$, kelas rendah memiliki luas $218,92\text{ ha}$ atau sebesar $15,58\%$, dan suhu kelas sangat rendah memiliki luas $100,66\text{ ha}$ atau sebesar $7,16\%$. Kenaikan suhu permukaan yang terjadi di Kecamatan ternate Tengah dipengaruhi oleh perkembangan lahan terbangun di Kecamatan Ternate Tengah.



Gambar 4. Hubungan Lahan Terbangun dengan Suhu permukaan

Perkembangan lahan terbangun di suatu wilayah dapat memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kenaikan suhu permukaan daratan, begitupun yang terjadi di Kecamatan Ternate Tengah. Ketika lahan yang sebelumnya berupa lahan pertanian atau lahan terbuka hijau dikonversi menjadi lahan perkotaan, terjadi peningkatan aktivitas manusia, seperti pembangunan gedung, jalan, dan infrastruktur lainnya [20], [17]. Bangunan-bangunan ini memiliki kemampuan menyerap dan menyimpan panas lebih tinggi daripada tanah yang terbuka [18]. Akibatnya, suhu udara di sekitar daerah perkotaan cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan daerah hutan. Selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 4 diatas.

Analisis perubahan suhu permukaan daratan di Kecamatan Ternate Tengah menggunakan Google Earth Engine berbasis cloud computing dapat memberikan beberapa manfaat, antara lain:

1. Pemantauan perubahan suhu: Melalui analisis menggunakan Google Earth Engine, dapat memantau perubahan suhu permukaan daratan dari waktu ke waktu di Kecamatan Ternate Tengah. Hal ini memungkinkan untuk mengidentifikasi pola perubahan suhu, tren, dan fluktuasi dalam jangka waktu yang spesifik. Informasi ini dapat berguna untuk memahami variabilitas suhu, memonitor perubahan iklim lokal, dan mengidentifikasi pola suhu ekstrem [21].
2. Identifikasi area panas: Analisis suhu permukaan daratan dapat membantu mengidentifikasi area yang memiliki suhu lebih tinggi atau berpotensi mengalami efek pulau panas perkotaan [3]. Informasi ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi daerah yang rentan terhadap panas ekstrem dan mengarahkan upaya mitigasi termal, seperti penghijauan perkotaan atau peningkatan ventilasi alaminya.
3. Pemetaan suhu mikro: Analisis menggunakan Google Earth Engine dapat memberikan pemetaan suhu mikro yang lebih rinci di Kecamatan Ternate Tengah. Peneliti dapat membedakan suhu di berbagai tipe lahan terbangun, lahan terbuka, atau daerah vegetasi, sehingga memahami pola suhu yang berbeda-beda di wilayah tersebut [19]. Informasi ini dapat berguna untuk perencanaan perkotaan yang lebih baik, peningkatan efisiensi energi, dan penyesuaian kebijakan adaptasi iklim.
4. Kajian dampak: Analisis perubahan suhu permukaan daratan dapat memberikan wawasan tentang dampaknya terhadap kesehatan manusia, lingkungan, dan ekosistem di Kecamatan Ternate Tengah. Informasi ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi area yang perlu mendapatkan perhatian lebih dalam upaya mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan suhu [3].
5. Basis data dan alat pengambilan keputusan: Dengan menggunakan Google Earth Engine, kita dapat membangun basis data yang kaya akan informasi suhu permukaan daratan di Kecamatan Ternate Tengah. Basis data ini dapat digunakan untuk analisis lebih lanjut, pemodelan iklim lokal, dan pengambilan keputusan yang lebih baik dalam perencanaan perkotaan, pengelolaan sumber daya alam, atau kebijakan adaptasi iklim.

Dalam keseluruhan, menggunakan Google Earth Engine berbasis cloud computing untuk analisis perubahan suhu permukaan daratan di Kecamatan Ternate Tengah dapat memberikan wawasan yang berharga tentang perubahan iklim lokal, risiko terkait suhu, dan upaya mitigasi dan adaptasi yang dapat dilakukan untuk menghadapinya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Nilai suhu permukaan daratan di Kecamatan Ternate Tengah mengalami peningkatan suhu pada tahun 2013-2023. Salah satu faktor penyebab terjadi peningkatan suhu permukaan di kecamatan Ternate Tengah yaitu terjadinya perkembangan lahan terbangun yang semakin meningkat setiap tahunnya. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan manfaat yang besar bagi Pemerintah setempat dalam merencanakan dan mengambil keputusan dalam berbagai sector diantaranya pengembangan sektor pertanian, pengelolaan sumber daya air, dan penanggulangan bencana. Dengan demikian, analisis suhu permukaan daratan di Kecamatan Ternate Tengah dapat memberikan informasi yang penting bagi Pemerintah setempat dalam mengambil kebijakan dan merencanakan pengembangan wilayah yang berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. F. U. Moazzam, Y. H. Doh, and B. G. Lee, "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," *Build. Environ.*, vol. 222, p. 109368, Aug. 2022, doi: 10.1016/j.buildenv.2022.109368.
- [2] C. B. Caballero, A. Ruhoff, and T. Biggs, "Land use and land cover changes and their impacts on surface-atmosphere interactions in Brazil: A systematic review," *Sci. Total Environ.*, vol. 808, p. 152134, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.152134>.
- [3] H. Rakuasa, "ANALISIS SPASIAL TEMPORAL SUHU PERMUKAAN DARATAN/ LAND SURFACE TEMPERATURE (LST) KOTA AMBON BERBASIS CLOUD COMPUTING: GOOGLE EARTH ENGINE," *J. Ilm. Inform. Komput.*, vol. 27, no. 3, pp. 194–205, Dec. 2022, doi: 10.35760/ik.2022.v27i3.7101.
- [4] R. C. Zulkarnain, "Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan Terhadap Perubahan Suhu Permukaan di Kota Surabaya," *Skripsi Inst. Teknol. Sepuluh Nop.*, pp. 1–306, 2016.
- [5] N. Wachid and W. P. Tyas, "Analisis Transformasi NDVI dan kaitannya dengan LST Menggunakan Platform Berbasis Cloud: Google Earth Engine," *J. Planol.*, vol. 19, no. 1, p. 60, Apr. 2022, doi: 10.30659/jpsa.v19i1.20199.
- [6] D. How Jin Aik, M. H. Ismail, F. M. Muharam, and M. A. Alias, "Evaluating the impacts of land use/land cover changes across topography against land surface temperature in Cameron Highlands," *PLoS One*, vol. 16, no. 5, p. e0252111, May 2021, doi: 10.1371/journal.pone.0252111.
- [7] H. Latue, P. C., & Rakuasa, "Analysis of Land Cover Change Due to Urban Growth in Central Ternate District, Ternate City using Cellular Automata-Markov Chain," *J. Appl. Geospatial Inf.*, vol. 7, no. 1, pp. 722–728, 2023, doi: <https://doi.org/10.30871/jagi.v7i1.4653>.
- [8] Y. Rakuasa, H., & Pakniany, "Spatial Dynamics of Land Cover Change in Ternate Tengah District, Ternate City, Indonesia," *Forum Geogr.*, vol. 36, no. 2, pp. 126–135, 2022, doi: DOI: 10.23917/forgeo.v36i2.19978.
- [9] H. Salakory, M., Rakuasa, "Modeling of Cellular Automata Markov Chain for predicting the carrying capacity of Ambon City," *J. Pengelolaan Sumberd. Alam dan Lingkung.*, vol. 12, no. 2, pp. 372–387, 2022, doi: <https://doi.org/10.29244/jpsl.12.2.372-387>.
- [10] H. Pertuack, S., Latue, P.C., & Rakuasa, "Analisis Spasial Daya Dukung Lahan Permukiman Kota Ternate," *ULIL ALBAB J. Ilm. Multidisiplin*, vol. 2, no. 6, pp. 2084–2090, 2023, doi: <https://doi.org/10.56799/jim.v2i6.1574>.
- [11] S. L. Ermida, P. Soares, V. Mantas, F.-M. Götsche, and I. F. Trigo, "Google Earth Engine Open-Source Code for Land Surface Temperature Estimation from the Landsat Series," *Remote Sens.*, vol. 12, no. 9, p. 1471, May 2020, doi: 10.3390/rs12091471.
- [12] Diksha, M. Kumari, and R. Kumari, "Spatiotemporal Characterization of Land Surface Temperature in Relation Landuse/Cover: A Spatial Autocorrelation Approach," *J. Landsc. Ecol.*, Mar. 2023, doi: 10.2478/jlecol-2023-0001.
- [13] L. K. Onesimo Muntaga, "Google Earth Engine Applications," *remotesensing*, pp. 11–14, 2019, doi: 10.3390/rs11050591.
- [14] N. Gorelick, M. Hancher, M. Dixon, S. Ilyushchenko, D. Thau, and R. Moore, "Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone," *Remote Sens. Environ.*, vol. 202, pp. 18–27, 2017, doi: 10.1016/j.rse.2017.06.031.
- [15] S. Kanga *et al.*, "Understanding the Linkage between Urban Growth and Land Surface Temperature—A Case Study of Bangalore City, India," *Remote Sens.*, vol. 14, no. 17, 2022, doi: 10.3390/rs14174241.
- [16] Zhengming Wan, "MOD11A2 v061 MODIS/Terra Land Surface Temperature/Emissivity 8-Day L3 Global 1 km SIN Grid," *USGS website*, 2020. <https://lpdaac.usgs.gov/products/mod11a2v061/>
- [17] A. Latue, P. C., Rakuasa, H., Somae, G., & Muin, "Analisis Perubahan Suhu Permukaan Daratan di Kabupaten Seram Bagian Barat Menggunakan Platform Berbasis Cloud Google Earth Engine," *Sudo J. Tek. Inform.*, vol. 2, no. 2, pp. 45–51., 2023, doi: <https://doi.org/10.56211/sudo.v2i2.261>.
- [18] J. Maulana and F. Bioresita, "Monitoring of Land Surface Temperature in Surabaya, Indonesia from 2013-2021

- Using Landsat-8 Imagery and Google Earth Engine,” *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 1127, no. 1, p. 012027, Jan. 2023, doi: 10.1088/1755-1315/1127/1/012027.
- [19] A. Sasyk, P., Sobirin, S., & Wibowo, “Pengaruh Perubahan Penggunaan Tanah Terhadap Suhu Permukaan Daratan Metropolitan Bandung Raya Tahun 2000–2016.,” in *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, 2017, pp. 354–361. doi: <https://doi.org/10.35313/irwns.v8i3.767>.
- [20] C. Maffei, S. Alfieri, and M. Menenti, “Relating Spatiotemporal Patterns of Forest Fires Burned Area and Duration to Diurnal Land Surface Temperature Anomalies,” *Remote Sens.*, vol. 10, no. 11, p. 1777, Nov. 2018, doi: 10.3390/rs10111777.
- [21] C. L. Philia, “Analysis of Surface Temperature in Buru District Using Cloud Computing on Google Earth Engine,” *J. Multidiscip. Sci.*, vol. 2, no. 3, 2023.