

Analisis Perubahan Suhu Permukaan Daratan di Kecamatan Ternate Tengah Menggunakan *Google Earth Engine* Berbasis *Cloud Computing*

*Philia Christi Latue¹, Heinrich Rakuasa²

¹Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Pattimura, Ambon, Indonesia
philialatue04@gmail.com

²Departemen Geografi, Universitas Indonesia, Depok, Indonesia
heinrich.rakuasa@yandex.ru

Abstrak— 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 berbasis cloud computing. 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.

Kata kunci: Cloud Computing, Google Earth Engine, Suhu Permukaan Daratan, Ternate Tengah

Abstract— Land surface temperature in Central Ternate Sub-district has increased from 2013-2023, one of the factors causing it is the development of built-up land which is increasing every year. This research uses Landsat 8 Collection 1 Tier 2 TOA Reflectance image data on Google Earth engine based on cloud computing. The results showed that the highest land surface temperature value in 2013 was 24.41° C and increased in 2023 to 28.63° C. The research results are expected to provide great benefits for local governments in planning and making decisions in various sectors including the development of the agricultural sector, water resource management, and disaster management..

Keywords: Cloud Computing, Google Earth Engine, Land Surface Temperature, Ternate Tengah

*penulis korespondensi

I. 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 tahanan air yang tinggi, serta di daerah yang mengalami penghilangan panas karena adveksi dan kehilangan radiasi terhambat, seperti pada inti kota dengan bangunan tinggi [6].

Secara geografis lokasi Kecamatan Ternate Tengah yang berada di pusat Kota Ternate dan juga merupakan Bagian Wilayah Kota (BWK) II yang membuat kecamatan ini merupakan kecamatan terpadat penduduknya dan memiliki perkembangan lahan terbangun yang semakin meningkat setiap tahunnya. Kecamatan Ternate Tengah merupakan kecamatan dengan tingkat pertumbuhan penduduk tertinggi di Kota Ternate dan mengalami perkembangan kota yang cukup pesat karena beberapa hal, seperti laju urbanisasi, pertumbuhan ekonomi, dan jumlah penduduk [7].

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Rakuasa & Pakniany, 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].

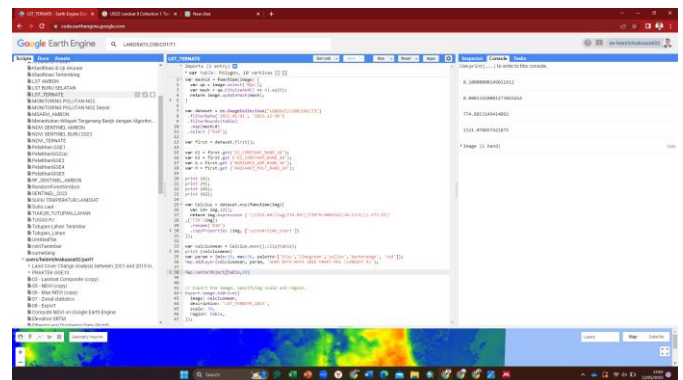
Pemantauan suhu permukaan daratan dengan di Kecamatan Ternate Tengah menggunakan menggunakan google earth engine berbasis *cloud computing* dapat membantu dalam memahami perubahan iklim dan cuaca global, serta memberikan informasi penting bagi para ilmuwan, pemerintah, dan organisasi non-pemerintah dalam 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 perubahan suhu permukaan daratan di Kecamatan Ternate Tengah menggunakan google earth engine berbasis cloud computing.

II. METODE

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 di lakukan pada pada periode 01-04-2013 – 30-04-2013 dan pada periode 01-04-2023 – 30-04-2023. Tampilan proses analisis pada Google Earth Engine (GEE) dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tampilan 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". Berikut adalah script kode yang dapat Anda gunakan untuk menghitung LST di GEE:

```
// Pilih citra Landsat 8
var image =
ee.Image('LANDSAT/LC08/C01/T1_TOA/LC08_12
34567890123456789');

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

// Simpan hasil analisis sebagai citra
Export.image.toDrive({
    image: LST,
    description: 'LST_Image',
    scale: 30,
    region: geometry // (opsional) Batasi
    wilayah analisis dengan menggunakan
    geometry
});
    
```

Setelah hasil analisis suhu permukaan daratan didownload dari ke Google Drive kemudian dilakukan klasifikasi di software Arc GIS yang mengacu pada [17]. Klasifikasi analisis suhu permukaan daratan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Suhu Permukaan Daratan

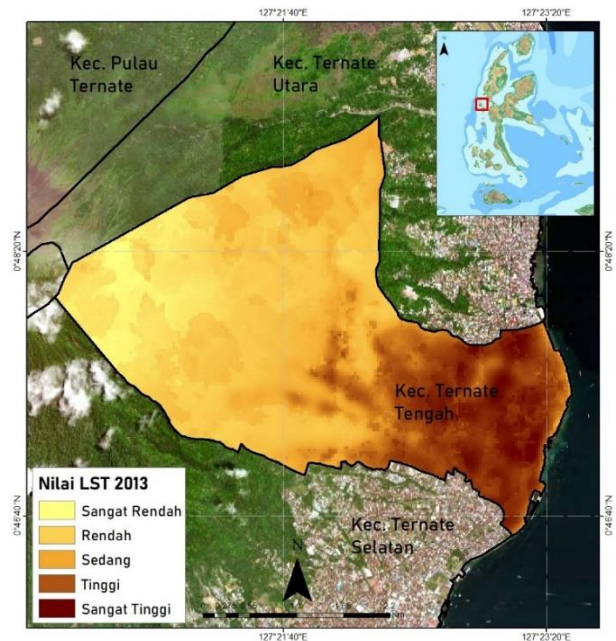
No	Kelas Suhu Permukaan Daratan	Keterangan
1	Sangat Rendah	<20° C
2	Rendah	20° C – 25° C
3	Sedang	25° C – 30° C
4	Tinggi	30° C - 35° C
5	Sangat Tinggi	>35° C

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

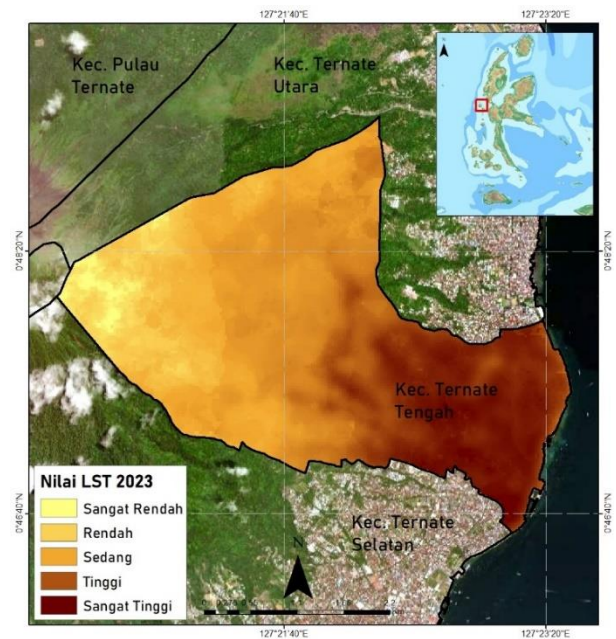
Berdasarkan hasil penerapan Script Google Earth Engine untuk mengolah Landsat 8 Collection 1 Tier 2 TOA Reflectance diperoleh data sebaran Suhu Permukaan Daratan rata-rata Kecamatan Ternate Tengah. Nilai suhu permukaan daratan (LST) dapat bervariasi tergantung pada berbagai faktor seperti lokasi, waktu, 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. Nilai suhu permukaan daratan di Kecamatan Ternate Tengah dapat dilihat pada Gambar 2 dimana ditahun 2013 nilai LST terendah yaitu 12, 74° C dan nilai tertinggi yaitu 24,41° C, ditahun 2023 suhu permukaan daratan rata-rata Kecamatan Ternate Tengah mengalami peningkatan dengan suhu terendah yaitu 16,91° C dan suhu tertinggi yaitu 28,63° 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 2 dan 3.



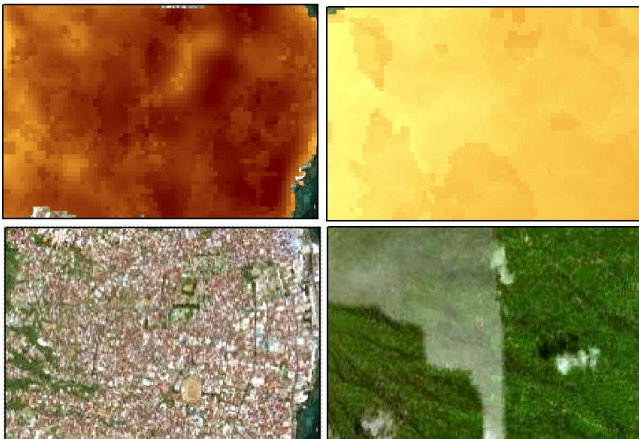
Gambar 2. Suhu Permukaan Daratan rata-rata tahun 2013



Gambar 3. Suhu Permukaan Daratan rata-rata tahun 2023

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 ha atau sebesar 19,22%, suhu kelas tinggi memiliki luas 160,86 ha atau sebesar 11,45%, kelas sedang memiliki luas 243,59 ha atau sebesar 17,33%, kelas rendah memiliki luas 500,41 ha atau sebesar 35,61%, dan suhu kelas sangat rendah memiliki luas 230,44 ha atau sebesar 16,40%.

Di tahun 2023 suhu permukaan daratan mengalami peningkatan dimana suhu sangat tinggi memiliki luas 334,03 ha atau sebesar 23,77%, suhu kelas tinggi memiliki luas 176,99 ha atau sebesar 12,59%, kelas sedang memiliki luas 574,94 ha atau sebesar 40,91%, kelas rendah memiliki luas 218,92 ha atau sebesar 15,58%, dan suhu kelas sangat rendah memiliki luas 100,66 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 [18], [19]. Bangunan-bangunan ini memiliki kemampuan menyerap dan menyimpan panas lebih tinggi daripada tanah yang

terbuka [20]. 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 [17]. 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.

IV. KESIMPULAN

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.

REFERENSI

- [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. Göttsche, 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. 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>.
- [18] 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.
- [19] 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>.
- [20] 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.
- [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.