

Analisis Suhu Permukaan Lahan Menggunakan Data Penginderaan Jauh Seri Waktu *Land Surface Temperature Analysis Using Time Series Remote Sensing Data*

Syaiful Muflichin Purnama*¹, Rheina Ningrum¹, Loryena Ayu Karondia¹, Caesarean Fadhilah Putri²

¹Program Studi Survei dan Pemetaan, Politeknik Sinar Mas Berau Coal, Kalimantan Timur, Indonesia

²Departemen Geografi Lingkungan, Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

*Korespondensi penulis: sylvpurnama@polteksimasberau.ac.id

Diterima: 19082024; Diperbaiki: 11122024; Disetujui: 12122024; Dipublikasi: 12122024

Abstrak: Lokasi penelitian di Kecamatan Tanjung Redeb, Kabupaten Berau, Kalimantan Timur. Kecamatan Tanjung Redeb mengalami proses perkembangan kota yang sangat cepat. Oleh sebab itu kebutuhan manusia akan pemanfaatan lahan terutama lahan terbangun semakin meningkat dan mempengaruhi jumlah vegetasi. Jumlah vegetasi yang semakin menurun berakibat kepada suhu permukaan lahan meningkat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui suhu permukaan lahan secara seri waktu dari tahun 2014 sampai 2022 dan mengetahui hubungan terhadap perubahan tutupan lahan. Proses analisis dilakukan menggunakan pendekatan data penginderaan jauh melalui beberapa ekstraksi yaitu pemanfaatan klasifikasi terbimbing dengan algoritma random forest, NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) dan LST (Land Surface Temperature). Hasil penelitian ini menunjukkan suhu permukaan lahan Kecamatan Tanjung Redeb didominasi oleh suhu 21,4°C -24,6°C. Sedangkan hasil uji korelasi antara indeks vegetasi terhadap suhu permukaan lahan didapatkan nilai sebesar -0,57154 (memiliki hubungan sedang) dengan nilai korelasi bertanda (-) yang menunjukkan hubungan yang terjadi berkebalikan arah dengan semakin tinggi nilai indeks vegetasi maka suhu semakin rendah serta R square (R²) sebesar 0,417, nilai R² tersebut dapat membuktikan bahwa kerapatan vegetasi mempunyai pengaruh yaitu 41,7% terhadap suhu permukaan lahan dan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain.

Copyright © 2024 Geoid. All rights reserved.

Abstract: The research site is Tanjung Redeb Sub-district, Berau Regency, East Kalimantan. Tanjung Redeb Sub-district is experiencing a rapid urban development process. As a result, human demand for land use, especially built-up land, is increasing and affecting the amount of vegetation. The decreasing amount of vegetation leads to an increase in land surface temperature. The aim of this study is to determine the land surface temperature in the time series from 2014 to 2022 and to determine the relationship with changes in land cover. The analysis process is carried out using a remote sensing data approach through several extractions, namely the use of guided classification with random forest algorithms, NDVI (Normalised Difference Vegetation Index) and LST (Land Surface Temperature). The results of this study show that the land surface temperature of Tanjung Redeb District is dominated by temperatures of 21.4°C-24.6°C. While the results of the correlation test between vegetation index and land surface temperature obtained a value of -0.57154 (has a moderate relationship) with a correlation value marked (-) which shows the relationship that occurs in the opposite direction, the higher the vegetation index value, the lower the temperature and the R square (R²) of 0.417, the R² value can prove that vegetation density has an influence of 41.7% on land surface temperature and the rest is influenced by other factors.

Kata kunci: Penginderaan Jauh; penutup lahan; Random Forest; NDVI; Suhu Permukaan Lahan

Cara untuk sitasi: Purnama, S.M., Ningrum, R., Karondia, L.A. & Caesarean F.P. (2024). Analisis Suhu Permukaan Lahan Menggunakan Data Penginderaan Jauh Seri Waktu. *Geoid*, 19(3), 495 - 507

Pendahuluan

Lajunya pembangunan di masa sekarang ini menjadi indikator kemajuan suatu daerah sehingga pemerintah berupaya mendukung pembangunan di semua aspek. Pembangunan selalu berhubungan erat dengan evolusi penggunaan tanah di suatu daerah yang memiliki dampak signifikan pada situasi ekonomi di daerah tersebut. Namun, sangat penting untuk memperhatikan bagaimana perubahan penggunaan lahan yang berlangsung dapat mempengaruhi ekosistem di sekitarnya. Salah satu hasil dari proses pembangunan adalah perubahan suhu di wilayah tersebut. (Sari, dkk. 2018). Di sisi lain perkembangan pembangunan yang semakin tinggi berdampak pada perubahan kualitas lingkungan.

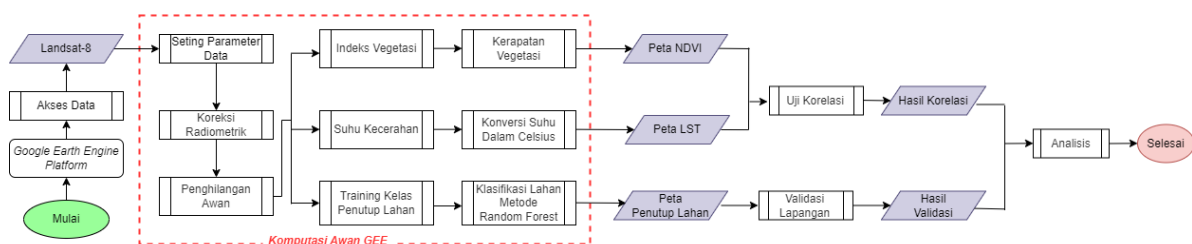
Perubahan tutupan lahan dari yang awalnya bervegetasi menjadi ruang terbuka atau material buatan seperti beton dan aspal dapat mengakibatkan perubahan kualitas lingkungan. Banyaknya material buatan, dapat meningkatkan radiasi matahari terperangkap sehingga suhu disekitarnya semakin tinggi (Duka, dkk. 2020). Suhu di suatu daerah dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah arah datang sinar matahari, tinggi rendahnya suatu tempat, dan suhu permukaan lahan. Suhu permukaan lahan atau LST dapat diartikan suhu bagian terluar dari suatu obyek (Putra, dkk. 2018). Untuk dapat mengetahui informasi LST, dilakukan proses identifikasi suhu permukaan lahan dengan memanfaatkan gelombang *thermal* yang terdapat pada citra satelit (Ningrum & Narulita, 2018).

Pemanfaatan teknologi penginderaan jauh dengan memanfaatkan citra satelit dapat dimaksimalkan untuk memperoleh informasi tentang suhu permukaan lahan. Salah satu citra satelit yang dapat digunakan adalah citra satelit Landsat 8. Landsat 8 merupakan kelanjutan dari satelit Landsat 7. Satelit pemantauan bumi ini memiliki dua sensor *Operational Land Imager (OLI)* dan *ThermalInfrared Sensor (TIRS)*. Landsat 8 sendiri memiliki resolusi temporal selama 16 hari. Penggunaan metode konvensional yang digunakan dalam teknologi penginderaan jauh dengan menggunakan citra satelit membutuhkan waktu yang cukup lama, selain itu dibutuhkan komputer dengan performa tinggi agar proses pengolahan dapat berjalan lancar. Hal ini tentu membutuhkan biaya yang cukup besar.

Penggunaan *Google earth engine (GEE)* sebagai *platform* pengolahan citra satelit berbasis komputasi awan (*cloud computing*) dapat sebagai alternatif. Platform analisis geospasial ini menyediakan data citra satelit yang dapat diakses secara online dan gratis, sehingga para pengguna dapat melakukan berbagai macam analisis di permukaan bumi secara *real time*. (Pratama & Riana 2022). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui suhu permukaan lahan secara seri waktu dari tahun 2014 sampai 2022 dan mengetahui hubungan terhadap perubahan tutupan lahan di Kecamatan Tanjung Redeb. Hasil pemetaan ini memiliki manfaat untuk monitoring suhu permukaan lahan seri waktu serta hubungan terhadap perubahan lahan.

Data dan Metode

Data penelitian menggunakan Citra Landsat-8 dengan periode waktu tahun 2014 hingga tahun 2022. Data yang digunakan merupakan koleksi 2 tingkat 1 yang digunakan pada level *Reflektan top-of-atmosphere (TOA)* terkalibrasi. Semua data diperoleh dari katalog *Google earth engine (GEE)* yang tersimpan dalam *cloud engine*. Data vektor batas administrasi sebagai data pelengkap yang berfungsi untuk membatasi area kajian penelitian. Secara lengkap alur proses penelitian direpresentasikan dalam diagram alir penelitian Gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian

1. Koreksi Radiometrik dan Penghilangan Awan

Tahapan pengolahan data melalui komputasi awan GEE dimulai dari koreksi radiometrik, dan penghilangan awan. Kondisi data satelit dengan adanya reflektansi permukaan bumi yang dipengaruhi oleh Difusi Rayleigh dan Difusi Aerosol sehingga perlu adanya perbaikan radiometrik. Dengan menghilangkan kontribusi atmosfer yang menyebar, sehingga meningkatkan keefektifan ambang batas yang diterapkan pada pantulan memperbaiki kualitas visual citra. Koreksi radiometrik dilakukan karena pantulan spektral obyek di permukaan bumi terpengaruh oleh efek atmosfer sehingga pantulan spektral yang terekam oleh sensor tidak optimal atau bukan merupakan pantulan spektral sesungguhnya pada obyek tersebut (Dewantoro, dkk. 2020).

Tahap penghilangan awan bertujuan untuk memberikan informasi permukaan bumi secara keseluruhan, dan mengurangi efek bias informasi objek yang terhalang oleh awan. Gambar atau data yang tertutup awan disebut dengan *missing value* di artikan bahwa nilai yang belum diketahui karena awan yang menutupi nilai asli tersebut (Putra, dkk. 2018). Metode yang digunakan merupakan metode penghilangan awan multitemporal dimana dalam kurun waktu satu tahun, kondisi awan yang telah dihilangkan akan ditutupi oleh data sebelum atau setelahnya sesuai ketersediaan data sesuai kalender akuisisi data.

2. Klasifikasi Penutup Lahan

Klasifikasi tutupan lahan menggunakan metode *machine learning random forest*. Sampel training penutup lahan klasifikasi meliputi Air, Vegetasi, Permukiman, dan Lahan Terbuka mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 7645 Tahun 2010 tentang Klasifikasi Penutup Lahan. Proses pelatihan sampel objek klasifikasi menggunakan skala 50, artinya proses pemberian sampel piksel dari citra dengan resolusi spasial sekitar 50 meter. Dapat dikatakan setiap fitur dalam kumpulan data pelatihan akan merepresentasikan nilai dari piksel dengan ukuran sekitar 50 x 50 meter pada citra. Selanjutnya hasil *training* akan digunakan sebagai tahap klasifikasi berbasis *machine learning* dengan metode *random forest*. Setelah melalui proses *training model*, selanjutnya dilakukan klasifikasi dengan metode *Random Forest*.

```
var trainSample = image2022.sampleRegions({
  collection: train,
  scale: 50,
  properties: ['class'],
});
```

Gambar 2. Pengkodean sampel klasifikasi

3. Model Random Forest

Metode *Random Forest* dipilih karena merupakan algoritma klasifikasi dan regresi dalam *Machine Learning* yang digunakan untuk membangun model prediktif. Algoritma pembelajaran berbasis *ensemble*, yang berarti menggabungkan beberapa model prediktif sederhana untuk membentuk model yang lebih kuat dan akurat. Melalui komputasi awan dilakukan klasifikasi LULC dengan metode SMILE (*Statistical Machine Intelligence and Learning Engine*) *Random Forest*. Pada proses ini memilih 10 pohon keputusan yang lebih representatif untuk melakukan klasifikasi LULC. Setiap pohon keputusan dibangun secara acak dan menggunakan subset data pelatihan yang berbeda untuk menghasilkan variasi pada setiap pohon, sehingga hasil prediksi dari setiap pohon digabungkan untuk menghasilkan hasil akhir yang akurat.

```
var classifier = ee.Classifier.smileRandomForest(10).train({
  features: training,
  classProperty: 'class',
  inputProperties: before.bandNames()})
```

Gambar 3. Pengkodean metode klasifikasi

4. Uji Akurasi Klasifikasi

Uji akurasi hasil klasifikasi dilakukan untuk melihat tingkat akurasi yang dihasilkan dari klasifikasi tutupan lahan menggunakan GEE. Uji akurasi ini digunakan untuk melihat tingkat kesalahan yang terjadi pada klasifikasi area contoh sehingga dapat ditentukan besarnya persentase ketelitian pemetaan.

Tabel 1. Perbandingan Algoritma A dan Algoritma B

Kelas Referensi	Dikelaskan ke kelas (Data Klasifikasi di Peta)			Jumlah piksel	Akurasi pembuat
	A	B	C		
A	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₊	X ₁₁ /X ₁₊
B	X ₂₁	X ₂₂	X ₂₃	X ₂₊	X ₂₂ /X ₂
C	X ₃₁	X ₃₂	X ₃₃	X ₃₊	X ₃₃ /X ₃₊
Total piksel akurasi Pengguna	X ₊₁	X ₊₂	X ₊₃	N	X ₁₁ /X ₊₁ X ₂₂ /X ₊₂ X ₃₃ /X ₊₃

$$\text{Overall Accuracy} : \sum_{i=1}^r X_{ii} \times 100\% \quad (1)$$

Saat ini akurasi yang dianjurkan adalah akurasi *kappa*, karena *overall accuracy* secara umum masih *over estimate*. Akurasi *kappa* ini sering juga di sebut dengan indeks *kappa*. (Fikri, dkk. 2022). Nilai indeks *Kappa* digunakan untuk mengetahui konsistensi nilai akurasi peta hasil pemetaan. Semakin besar nilai indeks *kappa* maka, derajat kepercayaan terhadap nilai uji akurasi yang ditunjukkan akan lebih tinggi. indeks *kappa* cenderung lebih komperhensif dalam menyatakan validitas klasifikasi. (Putri, dkk. 2022). Secara matematis akurasi *kappa* disajikan sebagai berikut:

$$(k) = \frac{N \sum_i^r X_{ii} - \sum_i^r X_{i+} X_{+i}}{N^2 - \sum_i^r X_{i+} X_{+i}} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

- N = banyaknya piksel dalam contoh
- X = nilai diagonal dari matriks kontingensi baris ke-i dan kolom ke i
- X_{ii} = jumlah piksel dalam baris ke-i
- X_{i+} = jumlah piksel dalam kolom ke-i

5. Validasi Lapangan

Kegiatan lapangan pada penelitian ini berupa survei langsung (*ground check*) pada lokasi penelitian yang bertujuan untuk mendapatkan data berupa tutupan lahan aktual yang kemudian akan digunakan sebagai acuan untuk menganalisis hasil klasifikasi tutupan lahan. Kegiatan lapangan yang dilakukan untuk mengetahui kebenaran dari hasil interpretasi citra Landsat dengan mendokumentasikan setiap sampel hasil interpretasi dengan hasil survei lapangan.

6. Reklasifikasi NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*)

Indeks Vegetasi atau NDVI adalah indeks yang menggambarkan tingkat kehijauan suatu tanaman. Indeks vegetasi merupakan kombinasi matematis antara band merah dan band NIR (*Near-Infrared-Radiation*) yang telah lama digunakan sebagai indikator keberadaan dan kondisi vegetasi (Putra, dkk. 2018).

$$NDVI = \frac{NIR-Red}{NIR+Red} \quad (3)$$

Dalam persamaan tersebut , NIR adalah radiasi Inframerah dekat dari piksel dan red adalah radiasi cahaya merah dari piksel, nilai NDVI sendiri berkisar dari -1 (yang biasanya air) sampai +1 (vegetasi lebat).

Tabel 1. Nilai NDVI (Baroroh dan Pangi, 2018)

No	NDVI	Keterangan
1	-1 s/d 0,15	Non Vegetasi
2	0,15 s/d 0,25	Vegetasi Jarang
3	0,25 s/d 0,35	Vegetasi Sedang
4	0,35 s/d 0,45	Vegetasi Rapat
5	0,45 s/d 1	Vegetasi Sangat Rapat

NDVI digunakan untuk mengetahui kerapatan vegetasi pada suatu wilayah tertentu. Pada citra Landsat 8 pengolahan NDVI menggunakan band 4 dan band 5. Pembagian klasifikasinya peneliti tampilkan pada tabel di atas.

7. Perhitungan Suhu Permukaan Lahan

Melakukan ekstraksi informasi dari saluran *thermal* Landsat 8, yang dipakai untuk mengukur distribusi suhu permukaan secara seri waktu dari tahun 2014 sampai dengan tahun 2022. Tahapan yang perlu dilakukan sebagai berikut (Sejati, dkk. 2019):

- Konversi *digital number* ke dalam radian spektral
Konversi *digital number* (DN) menjadi nilai radian spektral menggunakan informasi yang disediakan oleh Band *thermal* Landsat 8 OLI dan band 10 dengan persamaan berikut:

$$L\lambda = MLQ_{cal} + AL \quad (4)$$

Dimana $L\lambda$ adalah TOA *spektral radiance*, ML adalah *band-specific multiplicative* yang didapat dari metadata nilai (RADIANCE_MULT_BAND_10 Landsat 8), AL adalah *Band-Specific Additive* yang didapat dari metadata nilai (RADIANCE_ADD_BAND_10_Landsat 8), Q_{cal} adalah *digital number*.

- Menghitung Brightness Temperature
Selanjutnya nilai-nilai *radiance* yang didapatkan dikonversi ke nilai LST, nilai suhu tersebut mempunyai satuan kelvin (K). LST didapatkan dengan menerapkan algoritma *Planck* seperti yang ditunjukkan pada persamaan (5) (Sejati, dkk., 2019) berikut:

$$T = \frac{K2}{\ln\left(\frac{K1}{L\lambda}\right) + 1} \quad (5)$$

Dimana T adalah *brightness temperature* (K), $L\lambda$ adalah *radian spektral*, K1 adalah nilai konstanta dari metadata Landsat 8 (K1_CONSTANT_BAND_10), K2 adalah nilai konstanta dari metadata Landsat 8 (K2_CONSTANT_BAND_10).

- Konversi LST kedalam Celcius
Konversi suhu permukaan dalam satuan kelvin menjadi derajat Celcius menggunakan persamaan berikut :

$$T(C) = T(K) - 273,15 \quad (6)$$

Dimana T(C) adalah suhu LST dalam derajat celcius, dan T(K) adalah suhu LST dalam derajat Kelvin, dan nilai 273,15 adalah konstanta konversi kelvin ke celcius. Pemrosesan Klasifikasi tutupan lahan, analisis LST dan analisis NDVI diatas sepenuhnya dikodekan dalam *javascript* menggunakan platform editor kode yang ada di *google earth engine*.

8. Analisis Keterhubungan

Analisis regresi merupakan teknik analisis yang digunakan untuk mengetahui hubungan dua variabel atau lebih yang memiliki sifat kuantitatif, antara variabel bebas (X) dengan variabel tidak bebas/terikat (Y) (Purnama, S. M. 2015). Nilai korelasi (r) berkisar antara 0-1 dengan arah hubungan negatif (-) yaitu variabel yang berlawanan dan positive (+) yaitu variabel yang berbanding lurus.

$$r_{xy} = \frac{n\sum x_1y_1 - (\sum x_i)(\sum y_1)}{\sqrt{\{n\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2\} \{n\sum y_i^2 - (\sum y_i)^2\}}} \quad (7)$$

Keterangan :

- N : jumlah sampel
 X : variabel bebas
 Y : variabel terikat
 R : Koefisien korelasi

Adapun pedoman interpretasi koefisien korelasi mengacu kepada Sugiyono (2007) yaitu sebagai berikut :

Tabel 3. Tingkat hubungan korelasi (Sugiyono,2007)

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,00 – 0,199	Sangat Rendah
0,20 – 0,339	Rendah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,00	Sangat Kuat

Hasil dan Pembahasan

1. Analisa Indeks Vegetasi

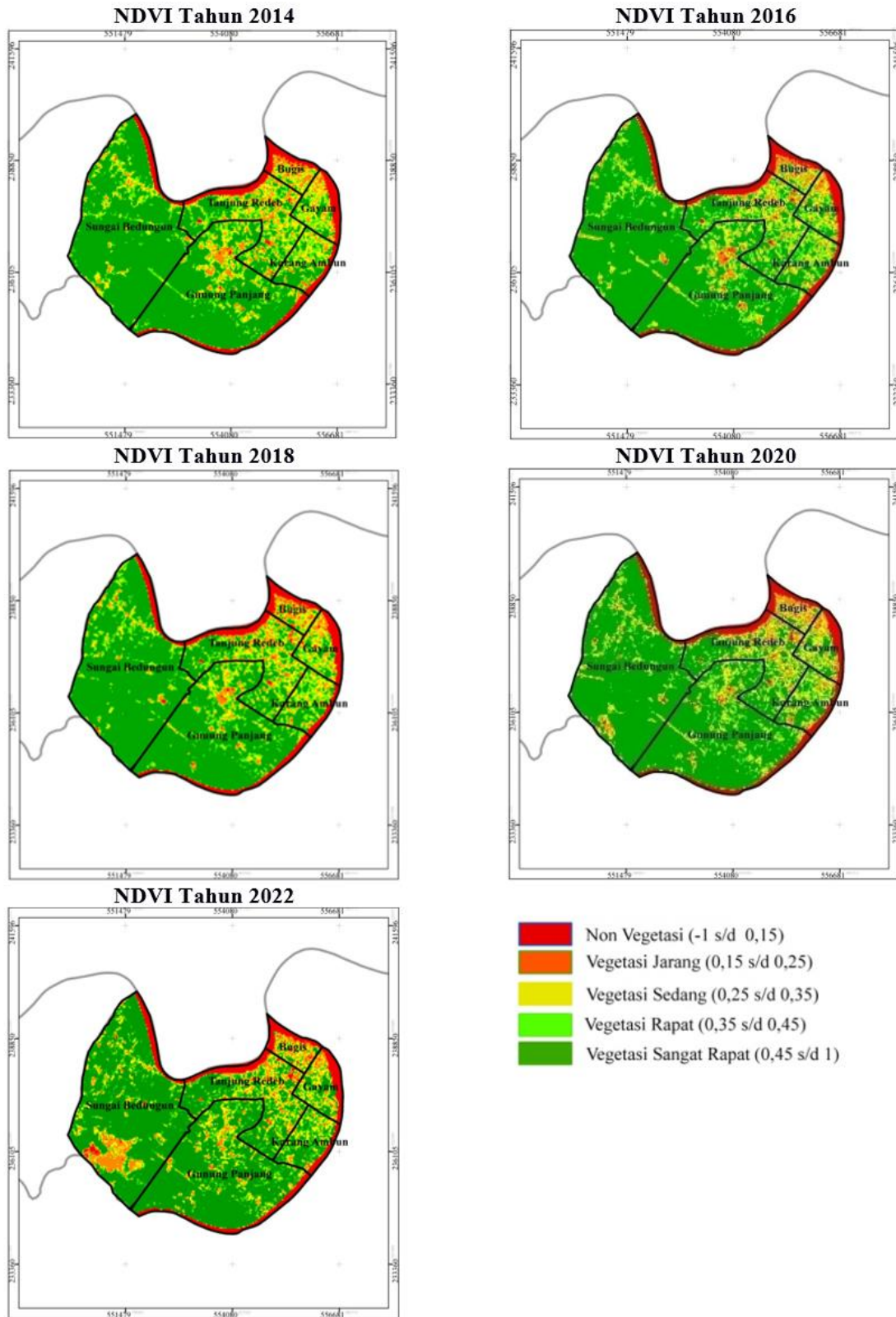
Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan diperoleh hasil nilai kerapatan dengan variasi NDVI daerah Kecamatan Tanjung Redeb terbagi atas daerah non vegetasi, vegetasi jarang, vegetasi sedang, vegetasi rapat, vegetasi sangat rapat. Secara spasial sebaran NDVI ditunjukkan pada Gambar 4. Sebaran nilai NDVI di Kecamatan Tanjung Redeb secara seri waktu untuk kelas vegetasi sangat rapat yang ditunjukkan dengan warna hijau tua cenderung berada di area hutan. Sedangkan untuk kelas vegetasi rapat yang berwarna hijau muda jika dilihat dari peta persebarannya dapat diketahui untuk kategori ini kehijauan vegetasi menunjukkan pohon-pohon lebih jarang karena sudah ada beberapa pemukiman sehingga sudah ada berbagai aktivitas atau kegiatan manusia dengan kualitas berkurang.

Tabel 4. Luas NDVI tahun 2014-2022

No	Tahun	2014 (Ha)	2016 (Ha)	2018 (Ha)	2020 (Ha)	2022 (Ha)
1	Non Vegetasi	202,81	206,371	208,9	209,78	206,362
2	Jarang	156,2	155,736	145,1	166,9	187,08
3	Sedang	314,139	276,614	268,08	272,63	301,06
4	Rapat	291,7	281,5689	284,62	285,5	342,78
5	Sangat Rapat	1476,8	1521,29	1534,9	1506,846	1404,39

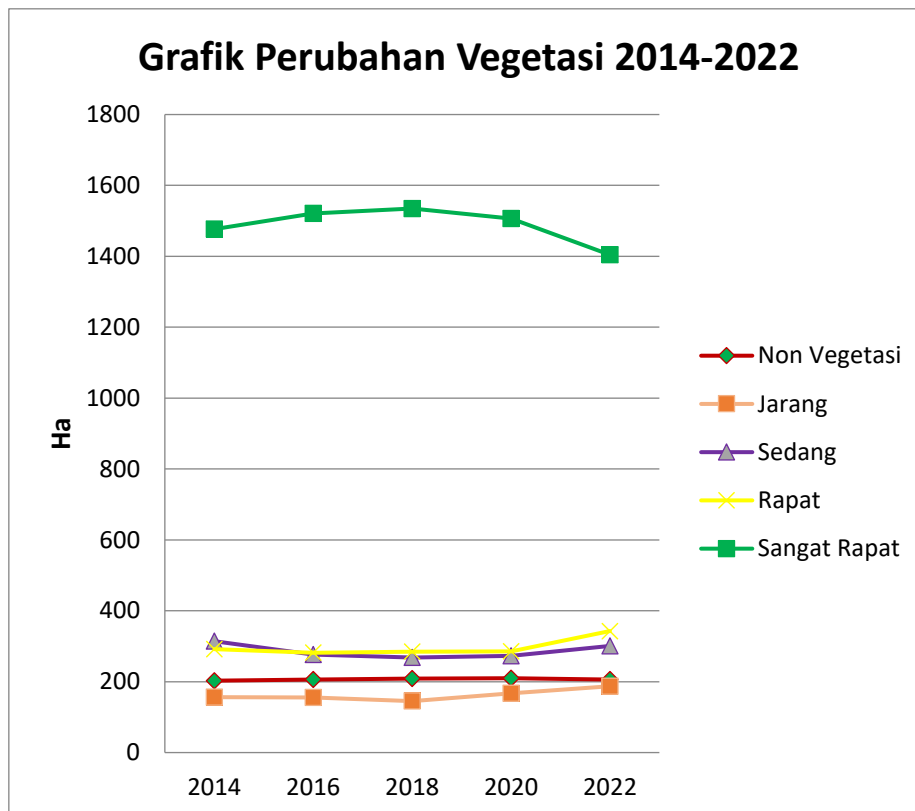
Klasifikasi vegetasi sedang disimbolkan dengan warna kuning, jika di lihat dari peta hasil kelas vegetasi sedang ini terletak pada kelurahan Bugis, Tanjung Redeb, Gayam, serta Karang Ambun. Objek vegetasi sedang cenderung merupakan semak belukar dan kebun. Pada peta NDVI kategori sangat jarang disimbolkan dengan warna orange. Objek ini merupakan pepohonan yang berdekatan dengan lahan terbangun. Jika dilihat dari citra satelit dapat diketahui bahwa kategori non vegetasi didominasi oleh area badan air seperti sungai atau danau.

Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan pada pemetaan kerapatan vegetasi di Kecamatan Tanjung Redeb diperoleh hasil pada Tabel 4.



Gambar 4. Peta NDVI seri waktu dari tahun 2014-2022

Tabel 4 menjelaskan bahwa dalam kurun waktu selama 8 tahun (2014-2022) Kecamatan Tanjung Redeb didominasi oleh kategori vegetasi sangat rapat. Kerapatan vegetasi dengan kelas sangat rapat mengalami perubahan yang cukup variatif, yaitu pada tahun 2014 luas vegetasi sangat rapat sebesar 1.476,8 Ha mengalami penambahan luas sebesar 44,49 Ha. Pada tahun 2016 luasnya mencapai 1521,29 Ha, sedangkan dari tahun 2016 ke tahun 2018 juga mengalami kenaikan sebesar 13,61 Ha hingga menjadi 1534,9 Ha. Pada tahun 2018 ke tahun 2020 ternyata kelas vegetasi sangat rapat mengalami penurunan menjadi 1506,84 Ha, hingga puncaknya dari tahun 2020 ke tahun 2022 mengalami penurunan luas yang cukup signifikan dari 1506,84 Ha menjadi 1404,39 Ha. Untuk lebih jelasnya perubahan luasan NDVI dalam kurun waktu 8 tahun (2014-2022) disajikan dalam bentuk diagram batang pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik perubahan vegetasi tahun 2014-2022

Berdasarkan Gambar 5. terjadi perubahan vegetasi tahun 2014-2022, vegetasi sangat rapat (ditandai dengan warna hijau) mendominasi luas lahan selama periode tersebut, meskipun menunjukkan tren penurunan setelah mencapai puncaknya pada tahun 2018. Penurunan ini dapat mengindikasikan adanya perubahan penggunaan lahan, seperti, pembukaan lahan untuk industri, atau kegiatan manusia lainnya yang mengurangi kerapatan vegetasi. Sebaliknya, kategori vegetasi lainnya, seperti non vegetasi (merah), vegetasi jarang (orange), vegetasi sedang (ungu), dan vegetasi rapat (kuning), cenderung stabil tanpa perubahan signifikan.

2. Analisis Penutup Lahan

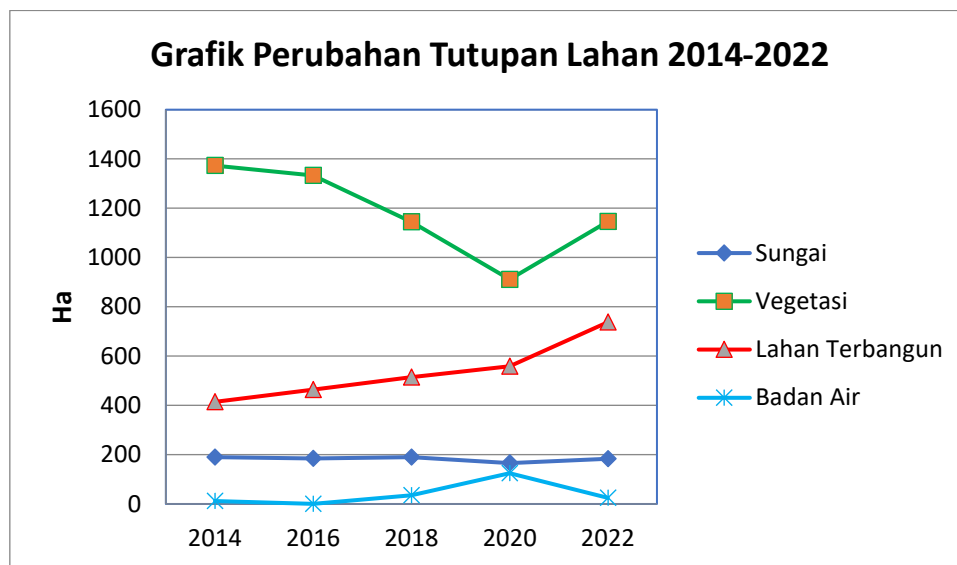
Berdasarkan hasil pengolahan citra satelit menggunakan metode klasifikasi terbimbing, diperoleh 5 kelas klasifikasi tutupan lahan di Kecamatan Tanjung Redeb, antara lain sungai, vegetasi, lahan terbangun, dan badan air. Berikut merupakan hasil analisis perubahan tutupan lahan yang terjadi di Kecamatan Tanjung Redeb dari tahun 2014-2022.

Tutupan lahan pada kelas lahan terbangun mengalami perubahan yang signifikan dari tahun ke tahun, yaitu terjadi kenaikan dari tahun 2014 sebesar 414,45 Ha menjadi sebesar 737,68 Ha pada tahun 2022, itu artinya pada kelas lahan terbangun telah mengalami kenaikan sebesar 323,23 Ha. Selanjutnya untuk tutupan lahan kelas vegetasi mengalami penurunan luas yang cukup signifikan, yang berarti dari tahun 2014 sampai

tahun 2022 tutupan lahan pada kelas vegetasi mengalami penurunan sebesar 1.373 Ha menjadi 1.145,7 Ha. Hal ini berarti dalam kurun waktu 8 tahun tutupan lahan vegetasi di Kecamatan Tanjung Redeb telah berkurang sebesar 227,3 Ha.

Tabel 5. Luas penutup lahan tahun 2014-2022

Kelas	2014 (Ha)	2016 (Ha)	2018 (Ha)	2020 (Ha)	2022 (Ha)
Sungai	190	185	190	165,9	183,06
Vegetasi	1.373	1.333	1.145	911,45	1.145,70
Lahan Terbangun	414,45	464	515	558,85	737,68
Badan Air	12	0,491602	35	124,81	24,4



Gambar 6. Grafik perubahan penutup lahan tahun 2014-2022

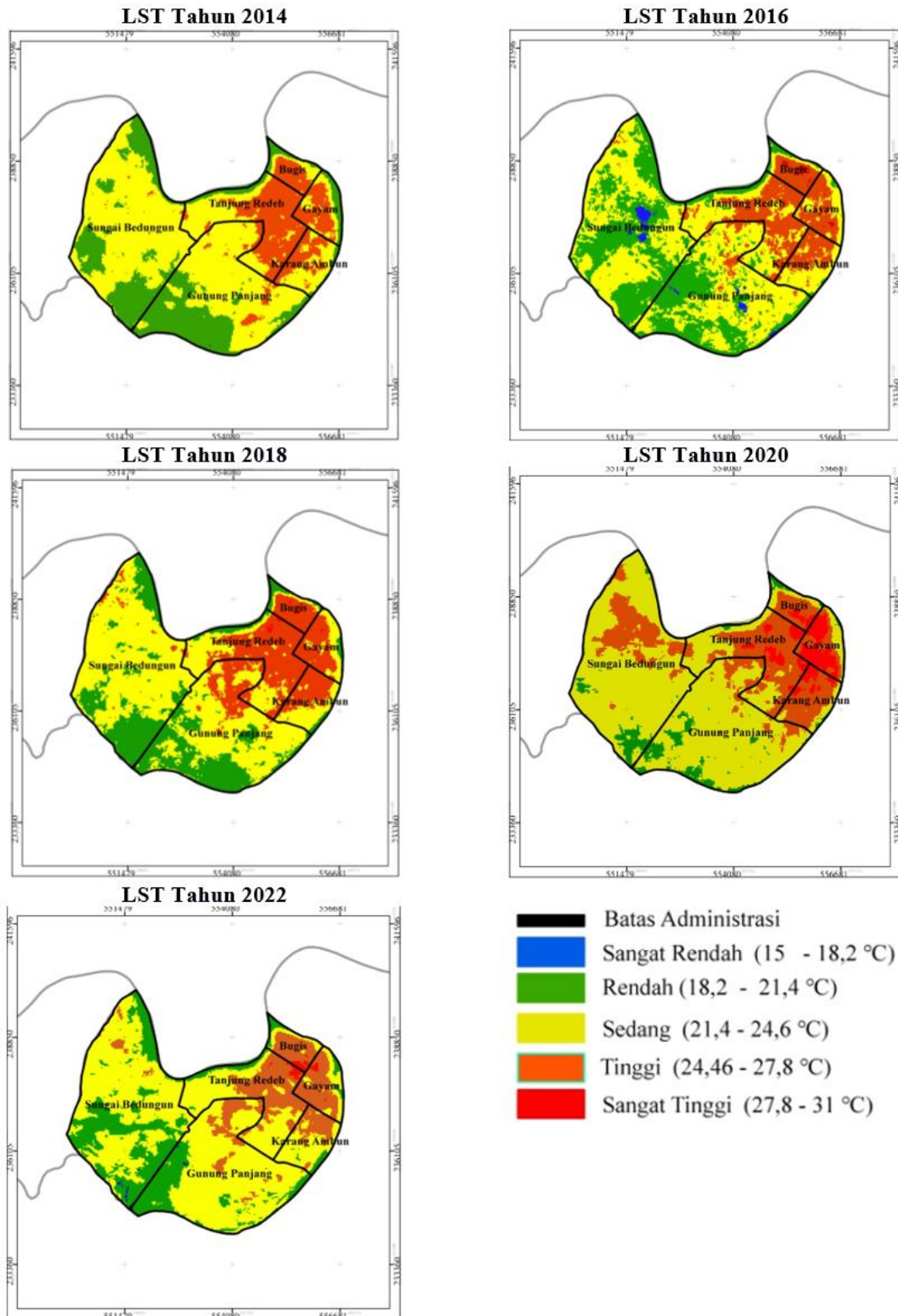
Dari grafik di atas kelas lahan terbangun mengalami kenaikan yang cukup signifikan jika dibandingkan tutupan lahan lainnya. Dari grafik yang ada sejak tahun 2014-2022 kelas lahan terbangun terus mengalami kenaikan terus menerus. Hal ini dapat disimpulkan bahwa pada wilayah penelitian Kecamatan Tanjung Redeb memang mengalami perubahan tutupan lahan berupa peningkatan tutupan lahan yakni lahan terbangun. Hal ini berarti dalam kurun waktu selama 8 tahun telah terjadi perubahan tata guna lahan yang awalnya berupa tutupan lahan vegetasi menjadi lahan terbangun.

3. Analisis *Land Surface Temperature* (LST)

Hasil pengolahan *Land Surface Temperature* menghasilkan distribusi suhu permukaan lahan di Kecamatan Tanjung Redeb di seri waktu tahun 2014-2022. Proses pengolahan *Land surface temperature* ini diklasifikasikan menjadi beberapa kelas berdasarkan rentang suhu permukaannya. Berdasarkan tabel di atas Kecamatan Tanjung Redeb dalam kurun waktu 8 tahun didominasi oleh kelas suhu sedang dengan rentang nilai suhu 21,4-24,6°C yang jumlahnya mengalami penurunan pada tahun 2014 dan tahun 2016, kemudian terjadi kenaikan perubahan luas lagi dari tahun 2016 dan tahun 2018. Kedua terjadi pada kelas suhu tinggi dengan nilai rentang suhu 24,46 - 27,8°C. Kelas suhu ini mengalami kenaikan perubahan luas suhu tahun 2014 dan 2016 yang awalnya 25,83 Ha menjadi 27,1 Ha, kemudian terjadi penurunan luas persebaran suhu yang cukup signifikan dari tahun 2016 dan tahun 2018 sebesar 731,64 Ha menjadi 399,09 Ha di tahun 2018. Hal ini berarti dalam kurun waktu tersebut suhu kategori rendah mengalami penurunan persebaran luas sebesar 332,5 Ha.

Jika di lihat dari Gambar 8, nilai LST Kecamatan Tanjung Redeb mengalami perubahan yang cukup signifikan, dilihat dari luas persebarannya Kecamatan Tanjung Redeb didominasi oleh rentang suhu dengan kategori sedang, selanjutnya luas paling besar dimiliki oleh kategori suhu tinggi, kategori sangat tinggi, rendah dan

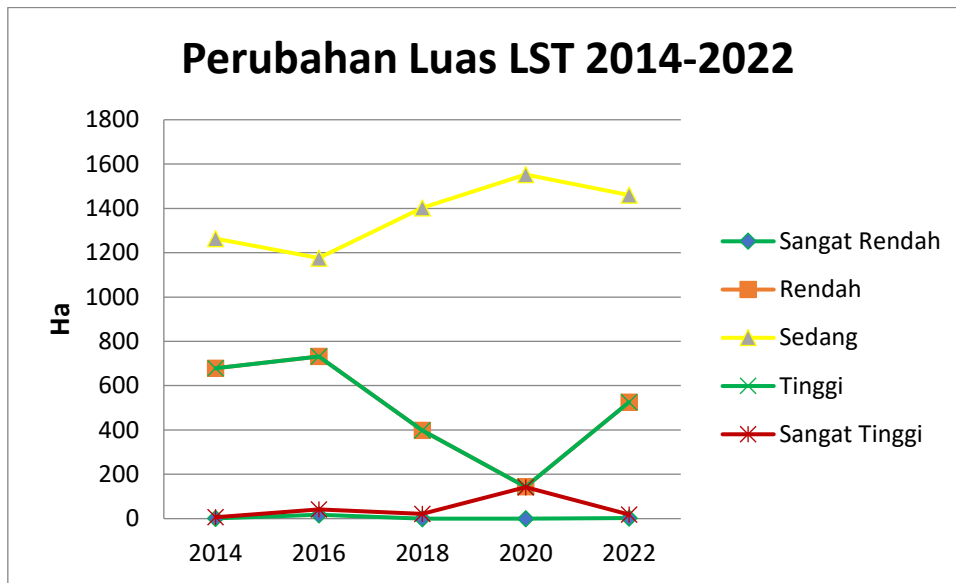
kategori sangat rendah memiliki luas yang paling kecil. Jika dilihat dari garis grafiknya pada kategori sedang mengalami perubahan yang paling signifikan. Pada tahun 2014 ke tahun 2016 kategori suhu sedang mengalami penurunan yang signifikan, kemudian pada rentang waktu 2016 sampai 2018 kategori sedang mengalami kenaikan perubahan luas sampai di tahun 2020, selanjutnya mengalami penurunan luasan pada tahun 2022.



Gambar 7. Peta LST Kecamatan Tanjung Redeb Tahun 2014-2022

Tabel 6. Luas penutup lahan tahun 2014-2022

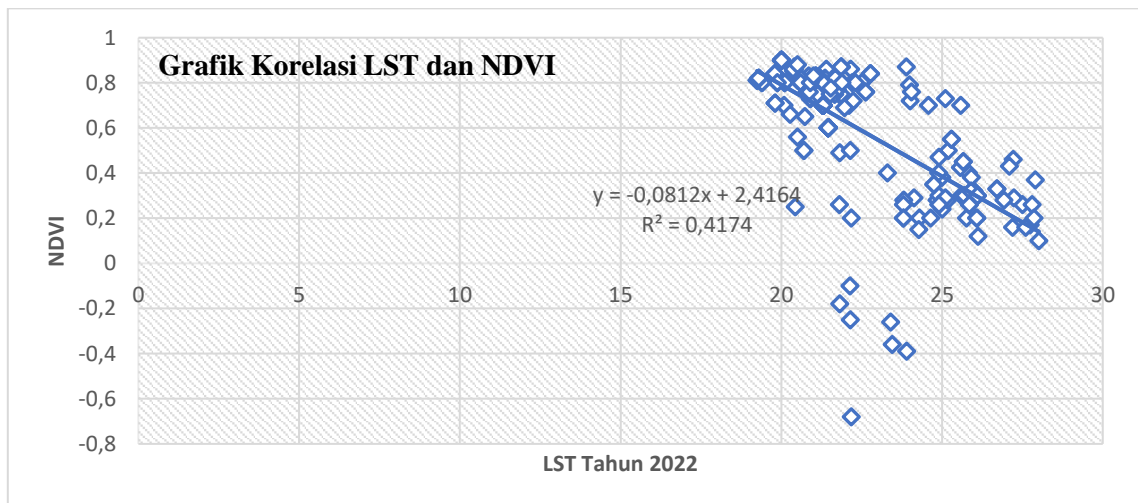
Kelas	2014 (Ha)	2016 (Ha)	2018 (Ha)	2020 (Ha)	2022 (Ha)
Sangat Rendah	0,878	17,58	0	0	2,98
Rendah	679,35	731,6411	399,0958	143,53	526,28
Sedang	1263,724	1176,165	1402,75	1552,64	1460,4
Tinggi	679,3522	731,64	399,09	143,52	526
Sangat Tinggi	6,2535	42,1467	21,58	142	19,2



Gambar 8. Grafik perubahan LST 2014-2022

4. Hubungan Kerapatan Vegetasi dengan Suhu Permukaan Lahan

Berdasarkan data suhu permukaan lahan (LST) dan NDVI maka dilakukan analisis korelasi untuk mengetahui hubungan antar suhu permukaan lahan dan indeks vegetasi berdasarkan data yang diperoleh. Dalam uji ini kami hanya menggunakan data LST di tahun 2022. Adapun pengujian yang dilakukan dengan menggunakan metode regresi linear sederhana. Persamaan regresi dari suhu permukaan lahan dan NDVI dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik Hubungan Korelasi LST dengan NDVI

Dari grafik tersebut didapatkan nilai persamaan yaitu $y = -0,081x + 2,416$ dengan $R^2 = 0,417$. Nilai negatif pada persamaan tersebut menunjukkan bahwa terdapat korelasi negatif (berlawanan) antara indeks vegetasi dengan suhu permukaan lahan. Nilai R^2 tersebut dapat membuktikan bahwa kerapatan vegetasi mempunyai pengaruh yaitu 41,7% terhadap suhu permukaan dan sisanya di pengaruhi oleh faktor lain.

Hasil perhitungan korelasi didapatkan nilai koefisien korelasi (r) sebesar $-0,57154$. Hal ini berarti korelasi antara NDVI dengan suhu permukaan lahan mempunyai hubungan yang terjadi berkebalikan arah yang ditunjukkan dengan tanda negatif (-) di depan nilai korelasi. Hasil korelasi yang terjadi antara suhu permukaan lahan dengan nilai NDVI berdasarkan pada pedoman interpretasi koefisien korelasi mengacu kepada Sugiyono, (2007) dikutip dari Iqmi, (2016) termasuk kategori memiliki keterhubungan sedang ($0,40 - 0,599$). Hal ini dapat diasumsikan bahwa semakin kecil tutupan vegetasi di Kecamatan Tanjung Redeb, maka semakin tinggi pula suhu udaranya ataupun sebaliknya semakin besar tutupan vegetasi di Kecamatan Tanjung Redeb, maka akan semakin rendah pula suhu udaranya.

Pada grafik hubungan antara LST (*Land Surface Temperature*) dan NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) tahun 2022, terlihat adanya beberapa *outlier* yang menyimpang dari pola hubungan negatif utama. *Outlier* ini mencakup titik-titik dengan nilai NDVI sangat rendah (mendekati $-0,8$) meskipun LST berada di kisaran tinggi, sekitar $25-30^\circ\text{C}$, serta titik dengan NDVI tinggi (di atas $0,7$) yang tidak sesuai dengan prediksi garis regresi untuk nilai LST rendah. Keberadaan *outlier* ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti kondisi lokal spesifik, misalnya area non-vegetasi dengan suhu tinggi (urban heat island, tambang, atau lahan terbuka) atau area vegetasi subur yang dipengaruhi oleh irigasi buatan di wilayah dengan suhu lebih rendah. Selain itu, kemungkinan kesalahan pengambilan atau pengolahan data juga dapat menjadi penyebab *outlier*, terutama jika waktu pengukuran NDVI dan LST tidak sinkron. Fenomena alam seperti kekeringan ekstrem atau aktivitas manusia seperti deforestasi juga dapat berkontribusi dalam terjadinya *outliers*.

Keberadaan vegetasi memiliki peran penting dalam memengaruhi *Land Surface Temperature* (LST), karena vegetasi berfungsi sebagai regulator alami suhu permukaan. Dalam grafik yang menunjukkan hubungan antara LST dan NDVI, terlihat bahwa peningkatan LST cenderung berhubungan dengan penurunan NDVI, yang mengindikasikan vegetasi yang lebih sedikit atau deforestasi. Vegetasi yang rapat memiliki kemampuan untuk menyerap radiasi matahari lebih baik melalui proses fotosintesis dan mengurangi suhu permukaan melalui evapotranspirasi. Proses ini melepaskan uap air ke atmosfer, yang membantu menurunkan suhu sekitar. Selain itu, vegetasi juga meningkatkan albedo (reflektansi cahaya) dibandingkan permukaan yang tidak tertutup vegetasi, seperti tanah kosong atau permukaan keras (asphalt, beton), yang menyerap lebih banyak panas dan menyebabkan suhu permukaan meningkat.

Sebaliknya, penurunan kerapatan vegetasi, yang tercermin dari rendahnya NDVI, sering kali menyebabkan peningkatan LST. Hal ini disebabkan oleh berkurangnya kemampuan tanah untuk menyerap dan melepas panas secara alami, serta hilangnya efek pendinginan dari evapotranspirasi. Di wilayah dengan vegetasi yang jarang atau hilang sama sekali, suhu permukaan cenderung lebih tinggi karena peningkatan efek *Urban Heat Island* (UHI) atau pengurangan perlindungan alami terhadap radiasi matahari.

Kesimpulan

Pada tahun 2014 hingga 2022 Kecamatan Tanjung Redeb didominasi oleh suhu dengan kelas sedang dengan rentang nilai LST berkisar antara $21,4 - 24,6^\circ\text{C}$. Dalam kurun waktu selama 8 tahun yaitu 2014 – 2022 terjadi perubahan pada luas suhu terbesar yakni bertambah $196,676$ Ha di tahun 2022. Hubungan antara nilai NDVI dan suhu permukaan lahan di Kecamatan Tanjung Redeb dapat dituliskan dengan persamaan sebagai berikut; $y = -0,081x + 2,416$ dengan $R^2 = 0,417$ atau 41,7%. Berdasarkan perhitungan uji korelasi antara suhu permukaan lahan dan NDVI nilai (r) $-0,57154$ (memiliki hubungan dengan tingkat sedang) dengan nilai korelasi bertanda (-) yang menunjukkan hubungan yang terjadi berkebalikan arah dengan semakin tinggi nilai indeks vegetasi maka suhu semakin rendah.

Ucapan Terimakasih

Terima kasih kepada Direktur Politeknis Sinar Mas Berau Coal dan Kepala Prodi Survei dan Pemetaan atas terselenggaranya penelitian ini

Daftar Pustaka

- Baroroh, N., & Pangi, P. (2019). Perubahan Penutup Lahan dan Kerapatan Vegetasi Terhadap Urban Heat Island di Kota Surakarta. *Seminar Nasional Geomatika*.
- Duka, M., F. Lihawa, S. Rahim. (2020). Perubahan Tutupan Lahan Dan Pengaruhnya Terhadap Pola Persebaran Suhu Di Kota Gorontalo.
- Dewantoro, B. E., P. A. Natani, & Z. Islamiah. 2020. Analisis Surface Urban Heat Island Menggunakan Teknik Pengindraan jauh Berbasis Cloud Computing Pada Google Earth Engine Di Kota Samarinda.
- Febriani, N., S. Yunidar, R. A. Hidayat, G. Amor, P. Indrayani. 2022. Klasifikasi Citra Satelit Dengan Metode Random Forest Untuk Observasi Dinamika Lanskap Ekosistem Kabupaten Sijunjung.
- Fikri, A. A., A. Darmawan, R. Hilmanto, I. S. Banuwa, A. Agustiono & L. Agustiana. Pemanfaatan Platform Goole Earth Engine Dalam Pemantauan Perubahan Tutupan Lahan Di Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman. *Journal Of Forest Science Avicennia*.
- Fikri, A. S. 2021. Analisis Penutupan Lahan Menggunakan *Google Earth Engine* (GEE) Dengan Metode Klasifikasi Terbimbing (Studi Kasus : Wilayah Pesisir Kabupaten Lamongan, Provinsi Jawa Timur.)
- Ningrum, W & I. Narulita. 2018. Deteksi Perubahan Suhu Permukaan Menggunakan Data Satelit Landsat Multi-Waktu (Studi Kasus Cekungan Bandung)
- Novianti, T. C. 2021. Klasifikasi landsat 8 OLI Untuk Tutupan Lahan di Kota Palembang menggunakan GEE.
- Pratama, A., & J. Sudrajat. 2020. Analisis Penggunaan Algoritma NDVI Pada Platform Google Earth Engine Sebagai Data Dukung Evaluasi Kebersihan Pelaksanaan Reklamasi Lahan Bekas Tambang
- Pratama, M. R & D. Riana. (2022). Klasifikasi Penutupan Lahan Menggunakan Google Earth Engine Dengan Metode Klasifikasi Terbimbing Pada Wilayah Penajam Paser
- Putra, A. K., A. Sukmono, B. Sasmito. 2018. Analisis Hubungan Perubahan Tutupan Lahan Terhadap Suhu Permukaan Terkait Fenomena Urba Heat Island Menggunakan Citra Landsat (Studi Kasus : Kota Surakarta). *Jurnal Geodesi Undip*.
- Putri, A. R., R. Purnamasari, Edwar. 2022. Perbandingan Metode Klasifikasi Pemetaan Tutupan Lahan Menggunakan Algoritma Machine Learning Pada Citra Satelit Dengan Google Earth Engine.
- Sari, R & W. Anorogo. (2018). Pemetaan Sebaran Suhu Penggunaan Lahan Menggunakan Citra Landsat 8 di Pulau Batam. *Jurnal Integrasi*.
- Sugiyono. 2007., Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif.



This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).