

Studi Perubahan Indeks Kerapatan Vegetasi terhadap Suhu Permukaan Tanah dan Indeks Kualitas Udara dengan Pemanfaatan Citra Satelit Landsat 8 di Kabupaten Gresik

Study of Vegetation Density Changes and Surface Temperature on Air Quality Using Landsat 8 Satellite Imagery in Gresik Regency

Melisa Amalia Mahardianti*, Septa Erik Prabawa, Anita Fatmawaty Effendi

Prodi Studi Teknik Geomatika, Fakultas Teknik, Universitas Dr. Soetomo, Surabaya, 60118, Indonesia

*Korespondensi penulis: melisa.amalia.mahardianti@unitomo.ac.id

Diterima: 01102024; Diperbaiki: 10102024; Disetujui: 21102024; Dipublikasi: 22102024

Abstrak: Peningkatan kepadatan penduduk dialami Kabupaten Gresik pada tahun 2021, yang berdampak pada lingkungan, seperti berkurangnya pasokan air bersih, menurunnya kualitas udara, serta perubahan penggunaan lahan untuk pemukiman. Pada tahun tersebut, hanya 13% dari luas wilayah Kabupaten Gresik yang dijadikan Ruang Terbuka Hijau (RTH). Suhu rerata permukaan tanah tahunan Kabupaten Gresik mencapai 28,17°C. Dari tahun 2018 hingga 2022, Indeks Kualitas Udara di wilayah ini menunjukkan perbaikan yang signifikan. Dengan menggunakan citra satelit Landsat 8, perubahan kepadatan vegetasi, suhu permukaan tanah, dan kualitas udara dapat diukur dengan algoritma pada penginderaan jauh, seperti algoritma indeks kerapatan vegetasi (*Normalized Difference Vegetation Index/NDVI*), suhu permukaan tanah (*Land Surface Temperature/LST*), dan indeks kualitas air (*Air Quality Index/AQI*) yang memanfaatkan band thermal. Penelitian memiliki tujuan untuk mengidentifikasi perubahan dan dampak kepadatan vegetasi dan suhu permukaan tanah serta kualitas udara pada Kabupaten Gresik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kepadatan vegetasi di Kabupaten Gresik adalah 0,31 pada tahun 2018, 0,32 pada tahun 2019, 0,37 pada tahun 2020, 0,32 pada tahun 2021, dan 0,38 pada tahun 2022. Sementara itu, nilai rerata suhu permukaan tanah tercatat pada tahun 2018 sampai 2022 secara berurutan adalah 26,20°C, 26,24°C, 24,55°C, 26,52°C, dan 22,92°C. Nilai rerata Indeks Kualitas Udara tercatat sebagai berikut: 45,04 pada tahun 2018, 44,52 pada tahun 2019, 61,14 pada tahun 2020, 42,11 pada tahun 2021, dan 76,86 pada tahun 2022. Dari analisis perubahan kepadatan vegetasi rata-rata dan suhu permukaan tanah pada penelitian ini dihasilkan persamaan regresi : $y = -44,89x + 40,63$, dengan tingkat korelasi yang negatif sebesar 87%. Ini menunjukkan bahwa peningkatan kepadatan vegetasi berkaitan dengan penurunan suhu permukaan tanah. Sebaliknya, persamaan regresi antara perubahan kepadatan vegetasi rata-rata dan indeks kualitas udara adalah: $y = 435,76x - 95,04$, dengan korelasi positif sebesar 87%, yang menunjukkan bahwa semakin tinggi kepadatan vegetasi, semakin baik nilai indeks kualitas udara.

Copyright © 2024 Geoid. All rights reserved.

Abstract: In 2021, Kabupaten Gresik experienced an increase in population density, which impacted the environment, leading to a reduction in clean water supply, deteriorating air quality, and changes in land use for housing. During that year, only 13% of the area of Kabupaten Gresik was designated as Green Open Space. The average annual surface temperature in Gresik reached 28.17°C. From 2018 to 2022, the Air Quality Index in the region showed significant improvement. Using Landsat 8 satellite imagery, changes in vegetation density, surface temperature, and air quality can be measured through remote sensing methods and algorithms such as *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)*, *Land Surface Temperature (LST)*, and *Air Quality Index (AQI)*, which utilize thermal bands. The study aims to identify changes and the impact of vegetation density on surface temperature and air quality in Kabupaten Gresik. The study results indicate that the average vegetation density in Kabupaten Gresik was 0.31 in 2018, 0.32 in 2019, 0.37 in 2020, 0.32 in 2021, and 0.38 in 2022. Meanwhile, the average surface temperature recorded from 2018 to 2022 was 26.20°C, 26.24°C, 24.55°C, 26.52°C, and 22.92°C, respectively, in 2022. The average Air Quality Index values were as follows: 45.04 in 2018, 44.52 in 2019, 61.14 in 2020, 42.11 in 2021, and 76.86 in 2022. An analysis of changes in average vegetation density and surface temperature in Kabupaten Gresik resulted in the regression equation: $y = -44.89x + 40.63$, showing a negative correlation of 87%. This suggests that as vegetation density increases, surface temperature decreases. Conversely, the regression equation between changes in average vegetation density and the Air Quality Index is: $y = 435.76x - 95.045$, with a positive correlation of 87%, suggesting that higher vegetation density is linked to better air quality index values.

Kata kunci: Indeks Kualitas Udara, Kerapatan Vegetasi, NO2, Regresi Linear, SO2, Suhu Permukaan Tanah

Cara untuk sitasi: Mahardianti, MA., Prabawa, SE., Effendi, AF. (2024). Studi Perubahan Indeks Kerapatan Vegetasi terhadap Suhu Permukaan Tanah dan Indeks Kualitas Udara dengan Pemanfaatan Citra Satelit Landsat 8 di Kabupaten Gresik. *Geoid*, 19(3), 386-404.

Pendahuluan

Tingkat kepadatan penduduk pada tahun 2018 di Kabupaten Gresik mencapai 1.122 jiwa/km², namun mengalami penurunan di tahun 2019 menjadi 1.089 jiwa/km². Meskipun demikian, kepadatan penduduk kembali meningkat pada tahun 2021. Karena di tahun 2020 terdapat 1.098 jiwa/km², kemudian meningkat menjadi 1.106 jiwa/km². Dengan relatif cepatnya pertumbuhan penduduk ini membawa dampak negatif terhadap lingkungan, seperti berkurangnya ketersediaan air bersih, menurunnya kualitas udara, serta beralih fungsinya lahan menjadi kawasan-kawasan pemukiman (Akhirul, et al., 2020).

Kabupaten Gresik mengalami penurunan luasan Ruang Terbuka Hijau (RTH) dari 233,81 km² pada tahun 2017 menjadi 220,25 km² pada tahun 2018. Namun, perubahan ini kembali meningkat menjadi 220,25 km² pada tahun 2018 - 2020. Pada tahun 2021, luas RTH menurun signifikan sebesar 99,57 km², sehingga hanya tersisa 13 persen dari total luas wilayah seluas 160,15 km² (Sari, et al., 2021).

Nilai rerata suhu permukaan per tahun di Kabupaten Gresik tercatat sebesar 28,17°C menurut data Badan Pusat Statistik tahun 2022. Berdasarkan proyeksi untuk periode 2020-2049, dibandingkan dengan periode 1976 sampai 2005, skenario *Representative Concentration Pathways (RCP)* 8,5 memperkirakan adanya peningkatan suhu rata-rata tahunan sebesar 1,126°C, menurut BMKG tahun 2022.

Indeks Kualitas Udara (IKU) di Kabupaten Gresik menunjukkan angka-angka sebagai berikut: 57,35 pada tahun 2018, 86,16 pada tahun 2019, 82,54 pada tahun 2020, 80,33 pada tahun 2021, dan 81,03 pada tahun 2022. Selama periode 2018 hingga 2022, IKU di Kabupaten Gresik mengalami perbaikan, dengan klasifikasi dari kategori sedang pada tahun 2018 beralih ke kategori baik pada tahun 2022 (DLH, 2022).

Mengacu pada kondisi Kabupaten Gresik, penurunan luas Ruang Terbuka Hijau (RTH) dapat mempengaruhi perubahan vegetasi, suhu permukaan tanah, dan kualitas udara. Untuk itu, penting untuk melakukan penelitian mengenai dampak perubahan indeks vegetasi dan suhu permukaan tanah terhadap kualitas udara untuk memahami seberapa besar pengaruhnya.

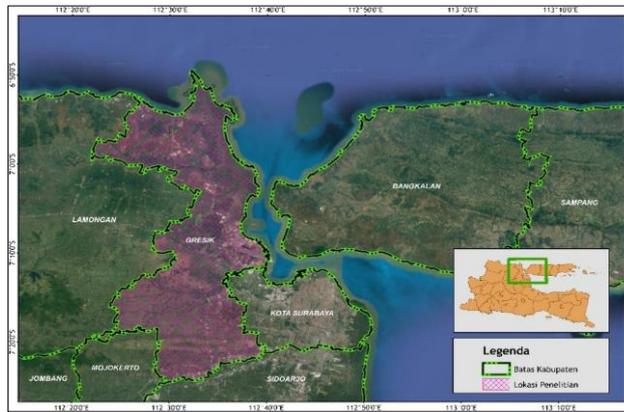
Pendekatan penginderaan jauh digunakan dalam penelitian ini karena memiliki kemampuan untuk memberikan pengamatan yang luas, akurat, dan efisien, terutama dalam mengukur parameter lingkungan seperti kepadatan vegetasi, suhu permukaan tanah, dan kualitas udara. Dengan memanfaatkan citra satelit Landsat 8, pengukuran perubahan vegetasi dan kondisi lingkungan di Kabupaten Gresik dapat dilakukan tanpa perlu observasi langsung di lapangan. Hal ini sangat bermanfaat untuk wilayah yang luas dan membutuhkan pemantauan secara kontinu. Citra satelit Landsat 8 memiliki resolusi temporal yang memadai, memungkinkan analisis multitemporal untuk memantau perubahan dari tahun ke tahun. Penginderaan jauh juga meminimalkan biaya dan waktu, serta memudahkan dalam mengumpulkan data pada area yang sulit diakses secara fisik.

Penggunaan algoritma seperti NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), LST (*Land Surface Temperature*), dan *Air Quality Index (AQI)* menjadi sangat penting dalam penelitian ini karena masing-masing algoritma dirancang untuk mengukur parameter lingkungan secara spesifik. NDVI digunakan untuk menentukan tingkat kehijauan vegetasi, yang mencerminkan kerapatan vegetasi pada suatu area. LST digunakan untuk mengukur suhu permukaan tanah, yang berperan penting dalam memahami dampak perubahan vegetasi terhadap kondisi termal di permukaan bumi. Sementara itu, AQI digunakan untuk menilai kualitas udara dengan memanfaatkan parameter polusi yang terdeteksi melalui citra satelit. Kombinasi

penggunaan algoritma ini memungkinkan analisis yang komprehensif terkait interaksi antara perubahan vegetasi, suhu, dan kualitas udara, sehingga dapat memberikan gambaran yang lebih mendalam tentang dampak lingkungan di Kabupaten Gresik.

Penggunaan teknik penginderaan jauh dalam penelitian lingkungan telah terbukti efektif dalam memantau perubahan spasial dan temporal. Arhatin (2007) menunjukkan bahwa algoritma indeks vegetasi mampu mengklasifikasikan perubahan tutupan lahan mangrove menggunakan data satelit Landsat, sementara studi oleh Pramudiyasari et al. (2021) menemukan hubungan antara NDVI dan *Land Surface Temperature* (LST) di Kabupaten Majalengka, yang menunjukkan bahwa peningkatan kepadatan vegetasi membantu menurunkan suhu permukaan tanah. Selain itu, Hasan et al. (2014) menggunakan regresi linear untuk memprediksi kualitas udara berdasarkan data penginderaan jauh, dengan mengukur parameter polutan seperti SO₂ dan NO₂ melalui *Air Quality Index* (AQI). Literatur ini mendukung metode yang digunakan dalam penelitian ini, di mana algoritma NDVI, LST, dan AQI diterapkan untuk memahami dampak perubahan vegetasi dan suhu permukaan terhadap kualitas udara di Kabupaten Gresik.

Data dan Metode



Gambar 1. Lokasi penelitian yang berada di Kabupaten Gresik (Sumber: Google Earth, 2023)

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Gresik. Data yang digunakan menggunakan terdiri dari data primer dan sekunder yang didapatkan dari *website open source* dan Instansi/Dinas terkait di Kabupaten Gresik. Data yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1.

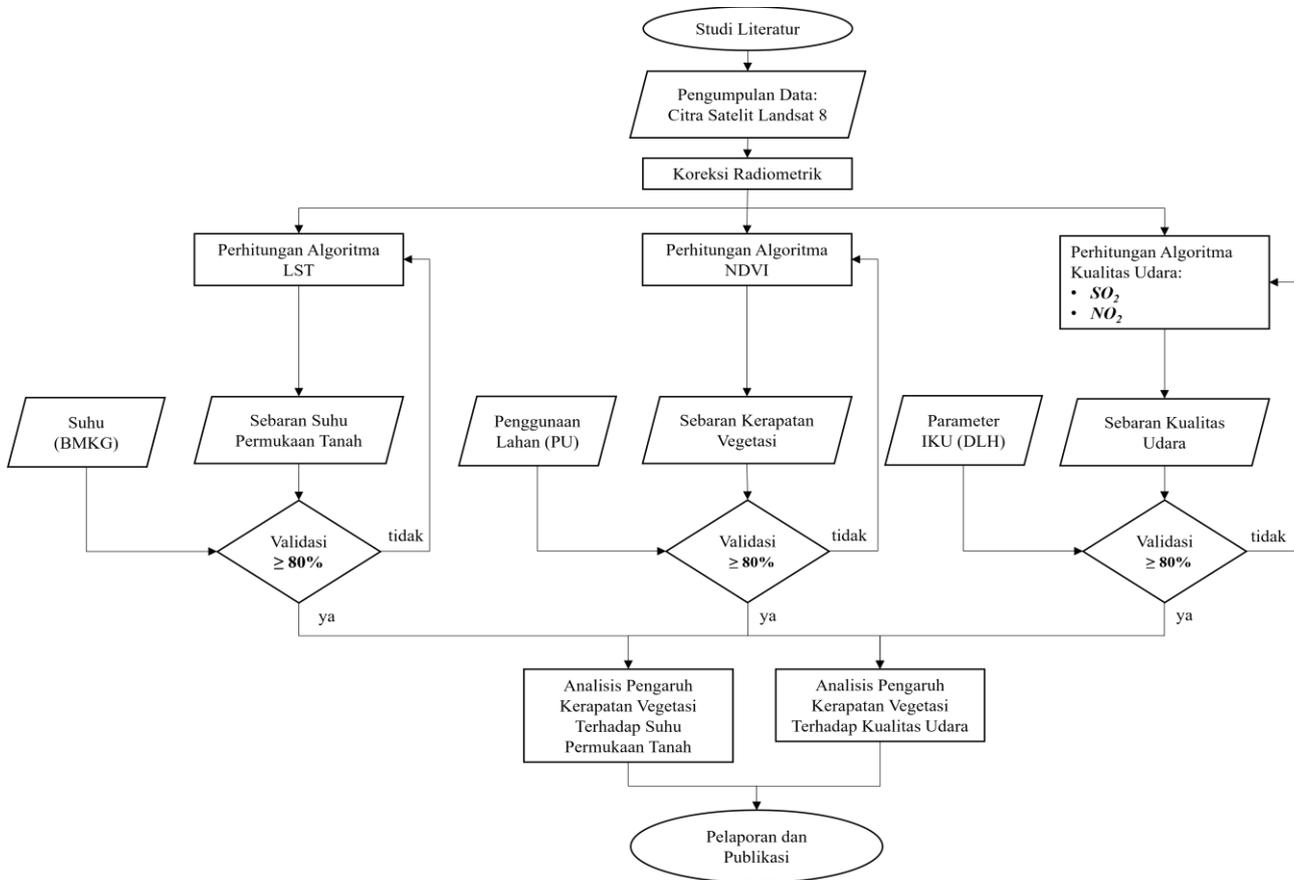
Tabel 1. Data yang digunakan (Hasil Analisis, 2023)

No	Data	Sumber
1	Landsat 8 Level 1 mulai tahun 2018 sampai 2022	<i>United States Geological Survey</i>
2	Data Batas Administrasi Kab. Gresik	Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang
3	Data Penggunaan Lahan (2019)	Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang
4	Data Curah Hujan (2018 s/d 2022)	Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika
6	Data Parameter Indeks Kualitas Udara (2018 s/d 2022)	Dinas Lingkungan Hidup
7	Peta Geologi Kabupaten Gresik	Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral (GeoMap)

T

Peralatan yang dibutuhkan termasuk perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG) seperti *ArcMap* 10.8 dan *platform* pengolah citra berbasis *cloud Google Earth Engine*. Penelitian ini dibagi menjadi tiga tahap utama, yaitu persiapan, pengolahan data, dan akhir. Tahap persiapan melibatkan identifikasi masalah, studi

literatur, dan pengumpulan data. Tahap pengolahan data meliputi semua langkah untuk memetakan sebaran suhu permukaan tanah, kepadatan vegetasi, dan kualitas udara. Tahap akhir mencakup uji akurasi, analisis hasil, dan penarikan kesimpulan. Berikut adalah ilustrasi dari tahapan penelitian ini.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian (Hasil Analisis, 2023)

Dalam penelitian ini, pengolahan data dilakukan melalui tiga tahap utama: preprocessing citra, perhitungan algoritma indeks kerapatan vegetasi (*NDVI/Normalized Difference Vegetation Index*), suhu permukaan tanah (*LST/Land Surface Temperature*), dan analisis indeks kualitas udara. Tahap preprocessing citra melibatkan koreksi radiometrik untuk memperbaiki kualitas citra yang mungkin terganggu oleh faktor-faktor seperti pantulan permukaan, kelengkungan bumi, sudut sinar matahari, kondisi cuaca, dan atmosfer. Koreksi ini sangat penting untuk menganalisis data multitemporal dan multisensor, yang memungkinkan interpretasi dan pemantauan perubahan secara berkelanjutan (Kustiyo, 2014). Dalam proses ini *SCP (Semi-Automatic Classification Plugin)* pada *QGIS* dilakukan untuk koreksi radiometrik, *Digital Number (DN)* pada citra satelit secara otomatis dikonversi menjadi radian dan kemudian reflektan, sedangkan band *thermal* dikonversi menjadi *brightness temperature*. (Congedo, 2016).

Tahap pengolahan data selanjutnya adalah pengolahan data citra untuk mendapatkan informasi indeks kerapatan vegetasi. Perhitungan algoritma NDVI dilakukan dengan menggunakan algoritma sebagai berikut:

$$NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED} \tag{1}$$

Klasifikasi indeks kerapatan vegetasi berdasarkan nilai NDVI adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Klasifikasi Kerapatan Vegetasi (Pramudiyasari, et al., 2021)

Nilai	Kelas
-1 s/d -0.03	Lahan tidak bervegetasi
-0.03 s/d 0.15	Kehijauan sangat rendah
0.15 s/d 0.25	Kehijauan rendah
0.25 s/d 0.35	Kehijauan sedang
0.35 s/d 1	Kehijauan tinggi

Berikutnya melakukan pengolahan citra untuk mendapatkan informasi suhu permukaan tanah, perhitungan algoritma LST dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1) Konversi citra satelit menjadi *Top of Atmospheric Spectral Radiance*

Citra satelit diproses dalam unit *absolute radiance* menggunakan perhitungan *floating-point 32-bit*. Nilai-nilai tersebut dikonversi menjadi nilai bilangan bulat 16-bit pada produk Landsat 8 Level-1. Data tersebut kemudian dapat dikonversi menjadi *spectral radiance* menggunakan faktor penskalaan pancaran yang disediakan dalam file metadata (Ihlen & Zanter, 2019). Rumus yang digunakan untuk proses konversi citra menjadi *Top of Atmospheric Spectral Radiance*.

$$L\lambda = M_L * Q_{cal} + A_L - O_i \quad (2)$$

2) *Conversion of Radiance to At-Sensor Temperature*

Data TIRS dapat dikonversi dari *spectral radiance* menjadi *brightness temperature*, yang merupakan suhu efektif yang dilihat oleh satelit dengan asumsi emisivitas satu (Ihlen & Zanter, 2019).

$$BT = \frac{K2}{\ln\left(\frac{K1}{L\lambda} + 1\right)} - 273,15 \quad (3)$$

3) *Land Surface Emisivity*

Untuk menghitung *Land Surface Emisivity* (e) atau emisi permukaan tanah, langkah pertama yang harus dilakukan yaitu menghitung nilai NDVI seperti pada rumus (2.3), langkah kedua yaitu menghitung proporsi vegetasi dengan berikut ini.

$$PV = \left(\frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \right)^2 \quad (4)$$

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

$NDVI_{min}$ = Nilai minimum dari NDVI

$NDVI_{max}$ = Nilai maksimum dari NDVI

Langkah ketiga yaitu menghitung Emisivitas Permukaan Tanah:

$$e = m \cdot PV + n \quad (5)$$

m = Konstanta standart deviasi emisivitas permukaan tanah (0,004)

n = Nilai emisivitas permukaan tanah dikurangi dengan m (0,986)

4) *Land Surface Temperature (LST)*

$$LST = \frac{BT}{1 + \left(w * \frac{BT}{\rho}\right) \ln(e)} \quad (6)$$

Pada penelitian ini, suhu permukaan tanah dapat diklasifikasikan berdasarkan nilai LST yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Klasifikasi Suhu Permukaan (Viedra & Sukojo, 2023)

Nilai	Kelas
> 35	Sangat Tinggi
30 s/d 35	Tinggi
25 s/d 30	Sedang
20 s/d 25	Rendah
<20	Sangat Rendah

Tahapan berikutnya adalah perhitungan algoritma Indeks Kualitas Udara (IKU). Menurut Hasan, et al., 2014, dapat diketahui bahwa parameter Indeks Kualitas Udara dapat didapatkan dengan menghubungkan hasil pengamatan di lapangan dengan *band* termal pada Citra Landsat 8. Hal tersebut dilakukan dengan menggunakan persamaan regresi linear karena metode regresi linear dapat digunakan untuk memprediksi data dengan menggunakan sampel data yang ada.

Berikut merupakan persamaan regresi linear yang didapatkan dari variabel bebas (*band termal*) dan variabel tak bebas (SO_2 dan NO_2) di Kabupaten Gresik:

- Algoritma SO_2

$$SO_2 = 6,0232T - 126,09 \quad (7)$$

dimana SO_2 merupakan kandungan sulfur dioksida di udara ($\mu g/m^3$) dan T nilai suhu pada *thermal band* (Celcius).

- Algoritma NO_2

$$NO_2 = 1,875T - 26,435 \quad (8)$$

dimana NO_2 merupakan konsentrasi gas nitrogen oksida ($\mu g/m^3$) dan T nilai suhu pada *thermal band* (Celcius).

Kualitas udara dapat diklasifikasikan berdasarkan nilai Indeks Kualitas Udara dengan Rumus dibawah ini.

$$IKU (\text{Indeks Kualitas Udara}) = 100 - \left(\frac{50}{0,9} (I_{EU} - 0,1) \right) \quad (9)$$

$$I_{EU} = \frac{\text{Indeks } NO_2 + \text{Indeks } SO_2}{2} \quad (10)$$

$$\text{Indeks } NO_2 = \frac{NO_2}{\text{Baku Mutu } E_u} \quad (11)$$

$$\text{Indeks } SO_2 = \frac{SO_2}{\text{Baku Mutu } E_u} \quad (12)$$

dimana, Baku mutu E_u $NO_2 = 40,00$ ($\mu m/m^3$) dan Baku mutu E_u $SO_2 = 20,00$ ($\mu m/m^3$)

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup tahun 2021, indeks kualitas udara dapat diklasifikasikan menurut nilai IKU seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.

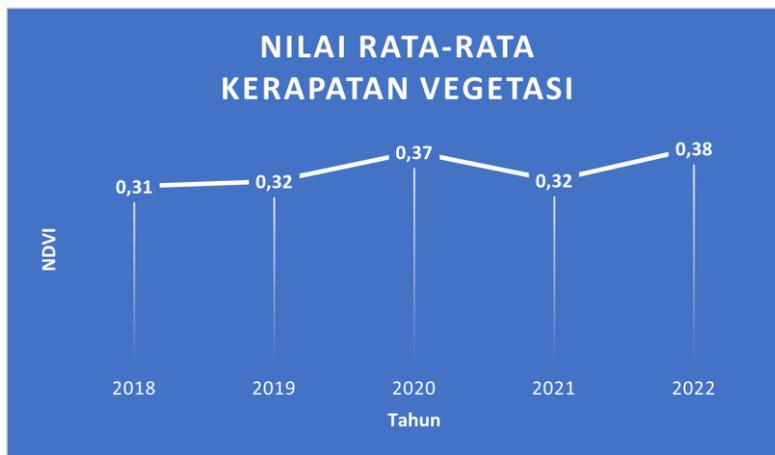
Tabel 4. Klasifikasi Indeks Kualitas Udara (MENLHK, 2021)

Nilai	Klasifikasi
90 s/d 100	Sangat Baik
70 s/d 90	Baik
50 s/d 70	Sedang
25 s/d 50	Kurang
0 s/d 25	Sangat Kurang

Hasil dan Pembahasan

1. Indeks Kerapatan Vegetasi

Menurut hasil pengolahan data citra dengan menggunakan algoritma NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), nilai rerata pada penelitian ini menunjukkan perubahan yang relatif kecil. Menurut data 2018 nilai NDVI berada di angka 0,31, kemudian sedikit meningkat pada tahun 2019 menjadi 0,32. Tahun 2020 mencatat peningkatan yang lebih signifikan dengan nilai NDVI mencapai 0,37, namun pada tahun 2021, nilai NDVI kembali menurun menjadi 0,32, sama seperti tahun 2019. Pada tahun 2022, nilai NDVI sedikit meningkat kembali menjadi 0,38, yang merupakan nilai tertinggi dalam periode pengamatan. Secara keseluruhan, grafik dibawah ini menunjukkan fluktuasi nilai kerapatan vegetasi selama lima tahun terakhir dengan tren yang cenderung naik meskipun terdapat penurunan pada beberapa tahun.



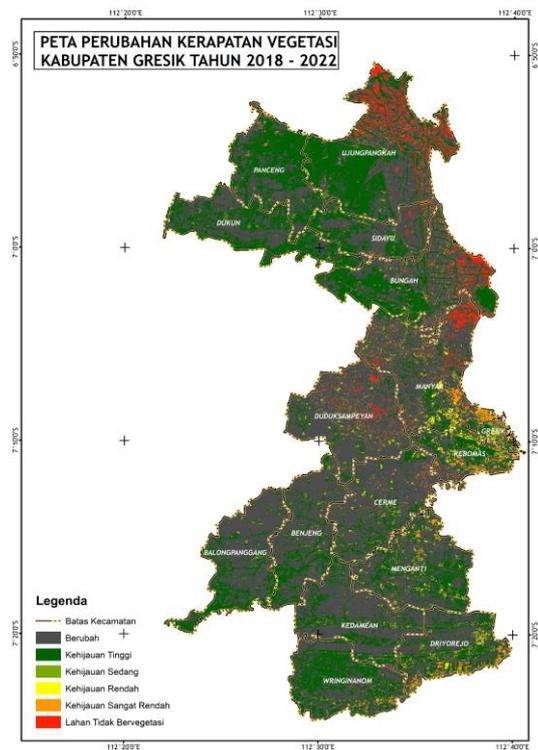
Gambar 3. Grafik Nilai NDVI

Kerapatan vegetasi pada penelitian ini dapat dibagi menjadi lima kategori berdasarkan nilai NDVI, yaitu: kehijauan tinggi, sedang, rendah, sangat rendah, dan lahan yang tidak memiliki vegetasi. Dari Tabel 5, terlihat bahwa setiap tahun luas kerapatan vegetasi di Kabupaten Gresik mengalami peningkatan dan penurunan. Luas terbesar untuk kategori kehijauan tinggi tercatat pada tahun 2022 dengan 64.902,06 ha; kategori kehijauan sedang paling luas terjadi pada tahun 2021 dengan 28.010,70 ha; kategori kehijauan rendah terluas pada tahun 2018 dengan 17.619,03 ha; kategori kehijauan sangat rendah terluas pada tahun 2019 dengan 11.697,03 ha; dan luas lahan tanpa vegetasi terbesar juga tercatat pada tahun 2019 dengan 7.451,73 ha.

Tabel 5. Hasil Klasifikasi NDVI Kabupaten Gresik

Nilai	Klasifikasi	Luas (ha)				
		2018	2019	2020	2021	2022
0.35 s/d 1	Kehijauan tinggi	45.829,62	51.057,54	62.807,40	47.059,29	64.902,06
0.25 s/d 0.35	Kehijauan sedang	25.181,19	22.466,52	17.621,46	28.010,70	14.456,43
0.15 s/d 0.25	Kehijauan rendah	17.619,03	12.466,53	9.084,69	15.290,64	10.115,64
-0.03 s/d 0.15	Kehijauan sangat rendah	10.631,07	11.697,03	8.930,70	9.676,35	10.562,31
-1 s/d -0.03	Lahan tidak bervegetasi	5.878,44	7.451,73	6.695,10	5.102,37	5.102,91

Perubahan kondisi kerapatan vegetasi di Kabupaten Gresik tersebar keseluruh kecamatan, namun perubahan tertinggi berada di Kecamatan Duduksampeyan seluas 7.117,82 ha; atau 87% dari luas Kecamatan Duduksampeyan. Hal ini terjadi karena perubahan kondisi lahan yang tidak menentu.



Gambar 4. Perubahan Kerapatan Vegetasi 2018 s/d 2022

Tabel 6. Perubahan Kerapatan Vegetasi 2018 s/d 2022 di Kabupaten Gresik

Kecamatan	Keterangan	Luas (ha)	Presentase
Balongpanggang	Berubah	4.635,72	71%
	Tidak Berubah	1.912,72	29%
Benjeng	Berubah	4.649,10	75%
	Tidak Berubah	1.569,72	25%
Bungah	Berubah	4.863,47	56%
	Tidak Berubah	3.772,52	44%
Cerme	Berubah	5.804,28	81%
	Tidak Berubah	1.353,59	19%
Driyorejo	Berubah	3.488,53	64%
	Tidak Berubah	1.975,96	36%
Duduksampeyan	Berubah	7.117,82	87%
	Tidak Berubah	1.017,44	13%
Dukun	Berubah	3.357,77	52%
	Tidak Berubah	3.145,37	48%
Gresik	Berubah	402,65	57%
	Tidak Berubah	304,86	43%
Kebomas	Berubah	2.007,60	59%
	Tidak Berubah	1.389,04	41%
Kedamean	Berubah	4.976,84	74%
	Tidak Berubah	1.705,98	26%

Manyar	Berubah	7.108,39	75%
	Tidak Berubah	2.422,95	25%
Menganti	Berubah	4.582,11	65%
	Tidak Berubah	2.513,25	35%
Panceng	Berubah	2.765,24	45%
	Tidak Berubah	3.422,18	55%
Sidayu	Berubah	2.855,47	64%
	Tidak Berubah	1.578,86	36%
Ujungpangkah	Berubah	5.876,93	49%
	Tidak Berubah	6.217,65	51%
Wringinanom	Berubah	3.373,97	54%
	Tidak Berubah	2.839,70	46%

Tabel 6 menunjukkan perubahan kerapatan vegetasi dari tahun 2018 hingga 2022 di berbagai kecamatan di Kabupaten Gresik. Kecamatan dengan perubahan kerapatan vegetasi terbesar adalah Dudusampeyan, di mana 7.117,82 ha atau 87% dari total wilayah mengalami perubahan. Cerme juga menunjukkan perubahan signifikan dengan 5.804,28 ha atau 81% dari luas wilayahnya berubah. Balongpanggang mencatat perubahan sebesar 4.635,72 ha, mencakup 71% dari wilayahnya.

Di sisi lain, Kecamatan Wringinanom menunjukkan perubahan terendah, dengan hanya 3.373,97 ha atau 54% dari luas wilayah yang berubah. Dukun juga memiliki perubahan yang relatif kecil dengan 3.357,77 ha atau 52% dari wilayah yang berubah. Beberapa kecamatan, seperti Menganti dan Sidayu, menunjukkan persentase wilayah yang tidak berubah yang cukup besar, masing-masing sebesar 65% dan 64%.

Secara keseluruhan, sebagian besar kecamatan di Kabupaten Gresik mengalami perubahan kerapatan vegetasi lebih dari 50%, menunjukkan adanya dinamika yang signifikan dalam kerapatan vegetasi selama periode tersebut. Namun, ada juga kecamatan seperti Driyorejo dan Benjeng yang memiliki bagian besar dari wilayahnya yang tidak berubah, masing-masing sebesar 36% dan 25%. Kecamatan Bungah dan Manyar menunjukkan distribusi yang hampir seimbang antara area yang berubah dan tidak berubah. Data ini mencerminkan dinamika perubahan kerapatan vegetasi yang bervariasi di setiap kecamatan di Kabupaten Gresik, yang kemungkinan besar dipengaruhi oleh kegiatan manusia atau perubahan lingkungan yang signifikan.

2. Suhu Permukaan Tanah



Gambar 5. Grafik nilai rata-rata suhu permukaan tanah

Pada data yang ditampilkan terdapat hubungan yang menarik antara data curah hujan dan data suhu permukaan tanah mulai dari tahun 2018 sampai 2022. Pada tahun 2020, curah hujan total mencapai 2.744,30 mm, yang merupakan angka tertinggi dibandingkan tahun-tahun sebelumnya. Namun, suhu permukaan tanah justru mengalami penurunan menjadi 24,55°C, berbeda dengan tahun 2019 di mana suhu tercatat 26,24°C.

Tabel 7. Curah Hujan Kabupaten Gresik (BPS, 2022)

Bulan	Curah Hujan (mm)				
	2018	2019	2020	2021	2022
Januari	296,10	330,50	589,90	732,70	300,90
Februari	273,90	260,50	400,00	114,50	280,90
Maret	250,60	404,00	163,80	93,70	124,40
April	177,30	256,33	235,60	117,50	136,30
Mei	41,30	95,16	298,80	99,90	227,80
Juni	133,30	9,00	115,40	112,00	310,10
Juli	0,00	0,00	51,80	9,80	144,40
Agustus	0,00	0,00	19,70	8,30	22,60
September	0,00	0,00	2,00	213,80	67,40
Oktober	142,00	0,00	84,50	260,30	236,50
November	317,10	60,33	239,70	467,70	211,40
Desember	311,30	149,50	543,10	255,80	575,90
Jumlah	1.942,90	1.565,32	2.744,30	2.486,00	2.638,60
Rata-rata	161,91	130,44	228,69	207,17	219,88

Penurunan suhu permukaan tanah pada tahun 2020 ini kemungkinan besar disebabkan oleh tingginya curah hujan. Secara umum, curah hujan yang tinggi dapat menurunkan suhu permukaan tanah karena air hujan memiliki efek pendinginan, menyerap panas, dan meningkatkan kelembaban udara. Selain itu, peningkatan tutupan awan akibat curah hujan yang tinggi juga mengurangi jumlah radiasi matahari yang mencapai permukaan tanah, sehingga menyebabkan suhu tanah menjadi lebih rendah. Faktor-faktor lain seperti kondisi atmosfer, angin, dan perubahan pola cuaca global juga mungkin turut mempengaruhi perubahan suhu tersebut. Secara keseluruhan, penurunan suhu permukaan tanah pada tahun 2020 dapat dijelaskan oleh tingginya curah hujan yang memberikan efek pendinginan yang signifikan pada permukaan tanah.

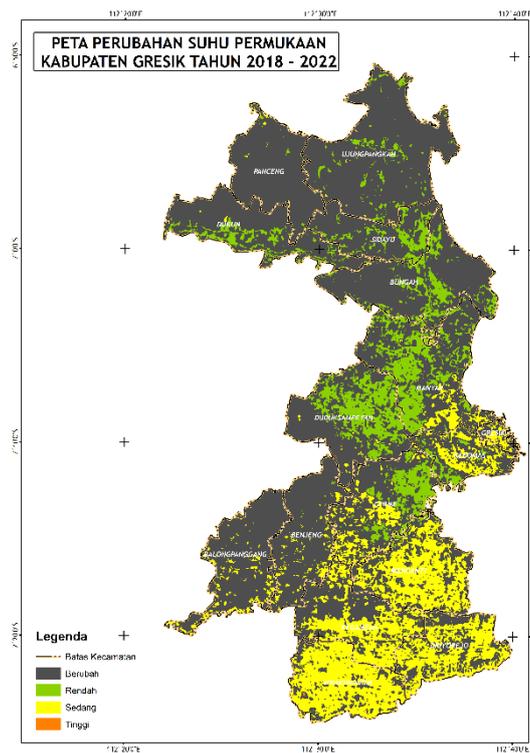
Tabel 8. Hasil Klasifikasi LST Kabupaten Gresik

Suhu (°)	Klasifikasi	Luas (ha)				
		2018	2019	2020	2021	2022
> 35	Sangat Tinggi	0,54	0,09	-	-	-
30 s/d 35	Tinggi	6.421,59	8.472,33	209,70	13.657,32	133,92
25 s/d 30	Sedang	60.990,03	56.613,60	51.682,50	55.314,45	31.309,02
20 s/d 25	Rendah	37.721,16	40.046,40	53.240,58	36.166,14	53.204,85
< 20	Sangat Rendah	6,03	6,93	6,57	1,44	20.491,56

Tabel 8 menunjukkan hasil klasifikasi Suhu Lahan Permukaan (Land Surface Temperature/LST) di Kabupaten Gresik mulai tahun 2018 sampai 2022. Klasifikasi suhu permukaan tanah dibagi menjadi lima kategori, yaitu Sangat Tinggi, Tinggi, Sedang, Rendah, dan Sangat Rendah, yang masing-masing menunjukkan luas lahan dalam hektar (ha) yang termasuk dalam setiap kategori suhu setiap tahunnya.

- Klasifikasi Suhu Sangat Tinggi ($\geq 35^{\circ}\text{C}$) hanya muncul pada tahun 2018 dan 2019 dengan luas lahan yang sangat kecil, yaitu 0,54 ha pada 2018 dan 0,09 ha pada 2019. Pada tahun-tahun berikutnya, tidak ada data untuk kategori ini.
- Klasifikasi Suhu Tinggi (30°C hingga 35°C) menunjukkan fluktuasi luas lahan yang signifikan. Pada 2018, luas lahan sebesar 6.421,59 ha, meningkat pada 2019 menjadi 8.472,33 ha. Namun, luas ini berkurang drastis pada 2020 hingga 209,70 ha. Pada tahun 2021 dan 2022, luas lahan dalam kategori ini kembali meningkat masing-masing menjadi 13.657,32 ha dan 133,92 ha.
- Klasifikasi Suhu Sedang (25°C hingga 30°C) mendominasi sebagian besar luas lahan selama periode 2018-2022. Pada 2018, luas lahan mencapai 60.990,03 ha, tetapi mengalami penurunan pada tahun-tahun berikutnya hingga mencapai 31.309,02 ha pada 2022.
- Klasifikasi Suhu Rendah (20°C hingga 25°C) menunjukkan luas lahan yang relatif stabil dengan sedikit variasi. Pada 2018, luasnya sebesar 37.721,16 ha, kemudian meningkat pada 2019 menjadi 40.046,40 ha, dan mencapai 53.240,58 ha pada 2020. Pada 2022, luas lahan dalam kategori ini adalah 35.204,85 ha.
- Klasifikasi Suhu Sangat Rendah ($< 20^{\circ}\text{C}$) relatif jarang terjadi, dengan luas lahan kecil. Pada 2018, luas lahan sebesar 6,03 ha dan mengalami sedikit peningkatan pada 2019 hingga 2022, dengan luas terbesar pada 2022 sebesar 20.491,56 ha.

Secara keseluruhan, Tabel 8 menggambarkan dinamika perubahan suhu permukaan di Kabupaten Gresik yang berfluktuasi setiap tahunnya, dengan suhu sedang dan rendah mencakup sebagian besar wilayah.



Gambar 6. Perubahan Suhu Permukaan Tanah 2018 s/d 2022

3. Indeks Kualitas Udara

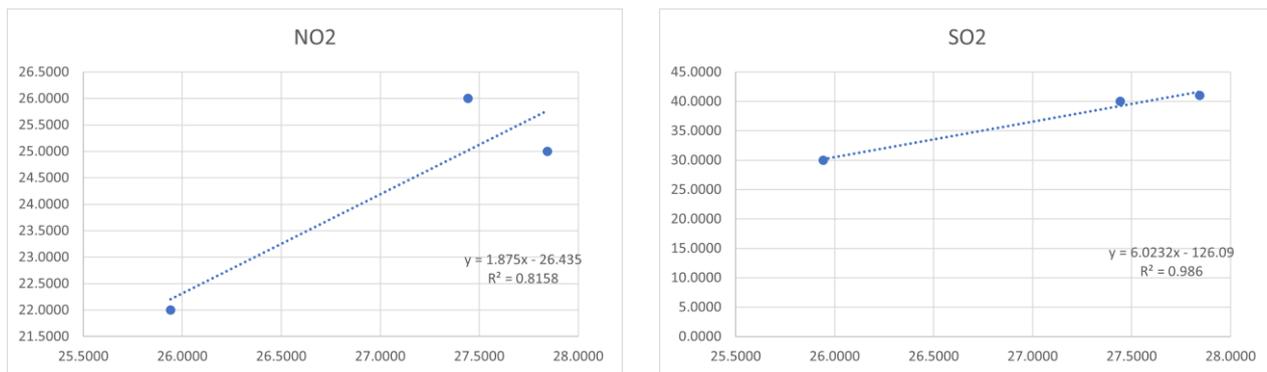
Dari hasil pengolahan Citra Satelit menggunakan persamaan yang didapatkan dari persamaan regresi data sekunder SO_2 dan NO_2 tampak pada Tabel 9.

Tabel 9. Sampel Analisis Regresi Indeks Kualitas Udara

Tanggal	Latitude	Longitude	Peruntukan	NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Brightness Temperature
09/09/2021	-7,159075	112,635875	Industri	26,00	40,00	27,44
09/09/2021	-7,142500	112,613889	Pemukiman	25,00	41,00	27,84
09/09/2021	-7,171111	112,599444	Perkantoran	22,00	30,00	25,94

Berdasarkan Tabel 9 yang disajikan, menunjukkan pengambilan sampel dari tiga jenis lokasi yaitu Industri, Pemukiman, dan Perkantoran. Setiap lokasi memiliki kadar NO₂ dan SO₂ yang berbeda-beda, dengan detail sebagai berikut:

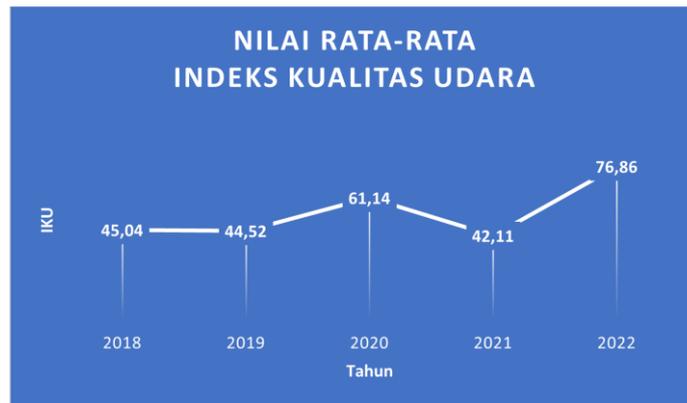
- Di kawasan industri, kadar NO₂ mencapai 2600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, sedangkan SO₂ mencapai 4000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ini menunjukkan adanya polusi udara yang cukup tinggi di kawasan ini, sesuai dengan aktivitas industri yang biasanya menghasilkan emisi gas yang lebih tinggi.
- Di kawasan pemukiman, kadar NO₂ terukur 2500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan SO₂ sedikit lebih tinggi dari industri, yaitu 4100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Meskipun kawasan ini merupakan area hunian, polutan yang dihasilkan tetap signifikan, hal ini bisa disebabkan oleh aktivitas manusia seperti penggunaan kendaraan bermotor.
- Di kawasan perkantoran, kadar NO₂ terendah dibandingkan lokasi lainnya, yaitu 2200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, sedangkan SO₂ juga lebih rendah, yakni 3000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ini mengindikasikan bahwa kegiatan di area ini menghasilkan emisi polutan yang lebih rendah dibandingkan kawasan industri dan pemukiman.

Gambar 7. Persamaan Regresi NO₂ dan SO₂

Dari persamaan regresi yang ditampilkan pada grafik, dapat dilihat adanya hubungan linear antara kandungan polutan dan parameter yang diukur, seperti brightness temperature. Grafik tersebut menunjukkan bagaimana konsentrasi NO₂ dan SO₂ dipengaruhi oleh suhu permukaan, dengan peningkatan suhu terkait erat dengan konsentrasi polutan yang lebih tinggi. Ini mendukung teori bahwa suhu lingkungan dapat memperburuk kualitas udara, terutama di daerah dengan aktivitas industri dan pemukiman yang padat.

Secara keseluruhan, hasil analisis ini menunjukkan bahwa kualitas udara di kawasan industri dan pemukiman cenderung lebih buruk dibandingkan kawasan perkantoran. Tingginya kadar SO₂ dan NO₂ terutama di kawasan industri dan pemukiman dapat menimbulkan dampak negatif pada kesehatan masyarakat, terutama jika tidak ada upaya pengendalian polusi yang memadai.

Gambar 8 menunjukkan perubahan Indeks Kualitas Udara (IKU) dari tahun 2018 hingga 2022, dengan pola yang fluktuatif. Pada tahun 2018, nilai IKU tercatat sebesar 45,04, yang kemudian mengalami sedikit penurunan menjadi 44,52 di tahun 2019. Meski penurunan ini relatif kecil, hal ini menandakan adanya sedikit penurunan kualitas udara dalam periode tersebut. Pada tahun 2020, terjadi peningkatan signifikan pada IKU menjadi 61,14, yang menunjukkan perbaikan kualitas udara yang cukup baik. Peningkatan ini diperkirakan oleh penurunan aktivitas manusia selama pandemi COVID-19, ketika banyak pembatasan diberlakukan, sehingga mengurangi polusi.



Gambar 8. Grafik Rata-rata Indeks Kualitas Udara

Namun, pada tahun 2021, nilai IKU kembali turun drastis menjadi 42,11. Penurunan ini mungkin disebabkan oleh pelonggaran kebijakan pembatasan yang menyebabkan peningkatan aktivitas manusia dan berimbas pada kualitas udara yang memburuk. Meski begitu, pada tahun 2022, terjadi peningkatan besar pada IKU hingga mencapai 76,86, menandakan perbaikan yang signifikan dalam kualitas udara. Peningkatan ini bisa jadi merupakan hasil dari kebijakan yang lebih baik dalam penanganan polusi atau upaya mitigasi lingkungan yang lebih efektif. Secara keseluruhan, grafik ini menunjukkan dinamika kualitas udara yang sangat dipengaruhi oleh kondisi sosial, kebijakan, dan aktivitas manusia. Peningkatan dan penurunan nilai IKU dari tahun ke tahun mencerminkan bagaimana perubahan aktivitas manusia, seperti pembatasan selama pandemi, dan kebijakan lingkungan berperan penting dalam menjaga kualitas udara.

Tabel 10. Hasil Klasifikasi IKU Kabupaten Gresik

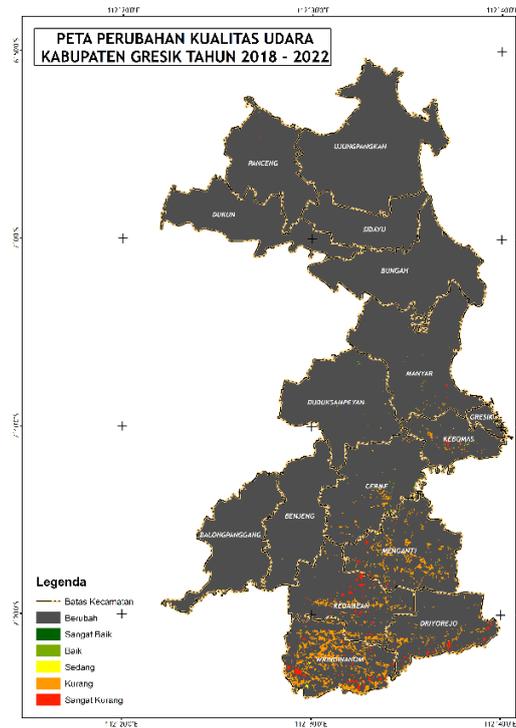
Nilai	Klasifikasi	Luas (ha)				
		2018	2019	2020	2021	2022
90 s/d 100	Sangat Baik	123,75	38,25	12.594,69	3.229,56	41.237,46
70 s/d 90	Baik	23.455,71	22.729,14	27.934,02	21.566,16	19.944,45
50 s/d 70	Sedang	20.851,20	24.314,94	24.944,04	16.776,27	20.679,57
25 s/d 50	Kurang	34.746,75	31.400,73	36.121,05	29.101,59	21.580,20
0 s/d 25	Sangat Kurang	25.961,94	26.656,29	3.545,55	34.465,77	1.697,67

Peta perubahan kualitas udara Kabupaten Gresik tahun 2018-2022 menunjukkan variasi kualitas udara di berbagai wilayah dengan klasifikasi warna yang menunjukkan kondisi udara dari sangat baik hingga sangat buruk. Berdasarkan legenda, wilayah yang memiliki kualitas udara sangat baik ditandai dengan warna hijau muda, sedangkan kualitas udara baik diberi warna hijau. Kualitas udara sedang ditandai dengan warna kuning, kurang baik dengan warna oranye, dan kualitas udara sangat buruk diberi warna merah. Selain itu, wilayah yang tidak mengalami perubahan atau tidak memiliki data ditunjukkan dengan warna abu-abu tua.

Wilayah selatan Kabupaten Gresik, seperti Menganti, Driyorejo, dan Kedamean, terlihat memiliki kualitas udara yang buruk hingga sangat buruk (dominan warna merah dan oranye). Hal ini mungkin dipengaruhi oleh aktivitas industri dan lalu lintas kendaraan yang tinggi di area tersebut. Sebaliknya, wilayah utara dan tengah, seperti Kecamatan Bungah, Ujungpangkah, Panceng, dan Sidayu, sebagian besar berwarna abu-abu, yang menunjukkan bahwa tidak ada perubahan signifikan atau kualitas udara di sana lebih stabil dan cenderung lebih baik, kemungkinan karena jarak yang lebih jauh dari pusat aktivitas industri dan urbanisasi.

Di wilayah barat daya, terutama di sekitar Balongpanggang dan Benjeng, kualitas udara bervariasi antara sedang hingga kurang baik, namun tidak seburuk kondisi di wilayah selatan. Secara keseluruhan, peta ini menunjukkan adanya penurunan kualitas udara yang lebih signifikan di wilayah selatan, yang diduga akibat

peningkatan aktivitas industri dan urbanisasi selama periode tersebut. Sementara itu, wilayah utara dan sebagian tengah menunjukkan stabilitas atau sedikit perubahan dalam kualitas udara.



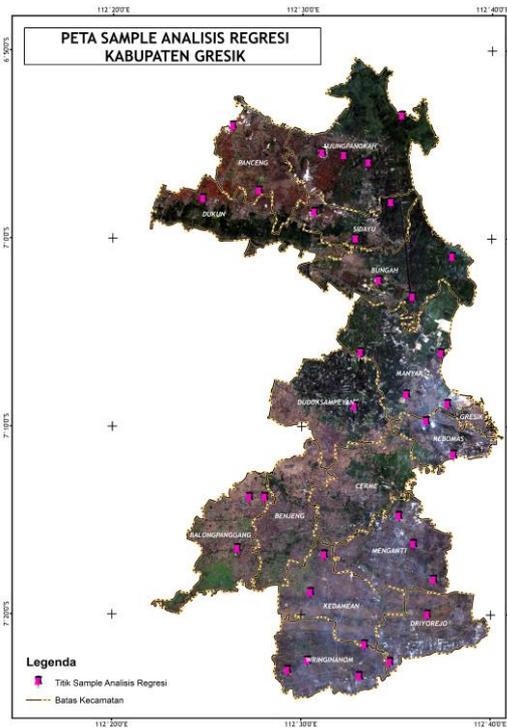
Gambar 9. Perubahan Indeks Kualitas Udara 2018 s/d 2022

Faktor-faktor yang memengaruhi perbedaan kualitas udara ini termasuk aktivitas industri yang dominan di wilayah selatan, terutama di daerah sekitar kawasan industri dan pelabuhan, serta peningkatan jumlah kendaraan dan konstruksi yang turut menyumbang polusi udara. Wilayah yang lebih hijau atau memiliki tutupan vegetasi yang baik di bagian utara cenderung memiliki kualitas udara yang lebih baik karena vegetasi dapat membantu menyaring polutan. Berdasarkan peta ini ditunjukkan bahwa wilayah selatan Kabupaten Gresik mengalami penurunan kualitas udara yang signifikan, sementara wilayah utara dan tengah menunjukkan kondisi yang lebih stabil. Perlu adanya perhatian khusus terhadap kebijakan lingkungan di wilayah-wilayah yang terdampak buruk oleh polusi udara, khususnya di kawasan industri dan urbanisasi, untuk menjaga dan memperbaiki kualitas udara di masa mendatang.

4. Analisa Regresi Linier

Analisa regresi linier pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perubahan NDVI dan LST, terhadap indeks kualitas udara (IKU). Peta titik sampel yang digunakan pada analisis regresi linear menggunakan nilai pikselnya ditunjukkan pada Gambar 10.

Dari Tabel 11, terlihat bahwa NDVI dan LST di Kabupaten Gresik memiliki korelasi rendah berdasarkan nilai piksel, dengan rentang korelasi antara 6% hingga 22%. Ini disebabkan oleh fakta bahwa suhu permukaan tanah tidak hanya dipengaruhi oleh kerapatan vegetasi, tetapi juga terkait erat dengan berbagai faktor lain, seperti: intensitas energi matahari yang diterima oleh atmosfer, curah hujan, serta karakteristik fisik permukaan tanah, baik itu perairan maupun daratan, yang dapat menyerap atau memantulkan radiasi matahari. Selain itu, panas yang terakumulasi di permukaan (radiasi atmosferik terestrial) juga mempengaruhi suhu permukaan.

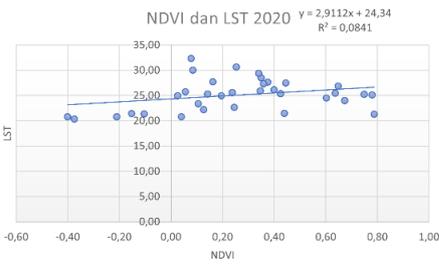
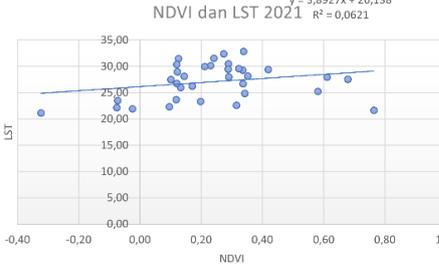
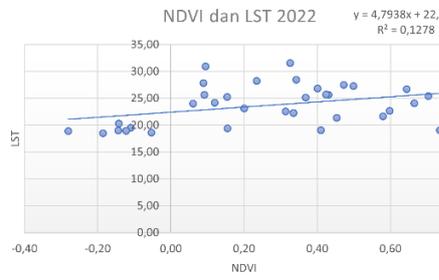


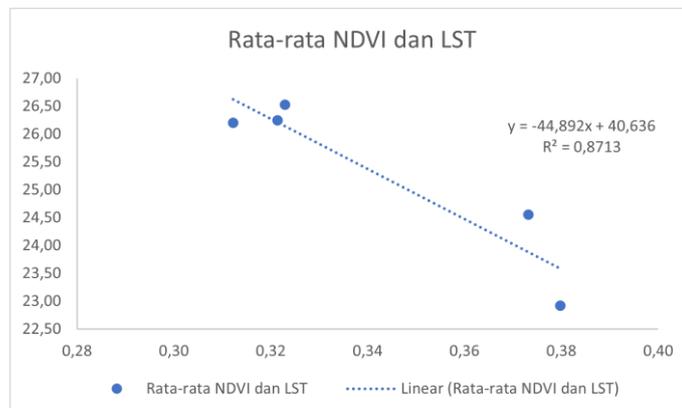
Gambar 10. Titik Sampel Analisis Regresi Linear

Berdasarkan hasil pengolahan data citra menggunakan algoritma NDVI dan LST didapat persamaan regresi linear sebagai berikut ini.

Tabel 11. Regresi Linear NDVI dan LST

Tahun	Grafik	Persamaan Regresi	Korelasi
2018		$y = 5,95x + 25,31$	22%
2019		$y = 5,76x + 25,52$	22%

<p>2020</p>	 <p>NDVI dan LST 2020 $y = 2,9112x + 24,34$ $R^2 = 0,0841$</p>	<p>$y = 2,91x + 24,34$ 8%</p>
<p>2021</p>	 <p>NDVI dan LST 2021 $y = 3,8927x + 26,138$ $R^2 = 0,0621$</p>	<p>$y = 3,89x + 26,13$ 6%</p>
<p>2022</p>	 <p>NDVI dan LST 2022 $y = 4,7938x + 22,421$ $R^2 = 0,1278$</p>	<p>$y = 4,79x + 22,42$ 12%</p>



Gambar 11. Grafik Regresi Linear Rata-rata NDVI dan LST

Namun jika dilihat dari perubahan nilai rata-rata NDVI dan LST di Kabupaten Gresik, dihasilkan persamaan regresi: $y = -44,89x + 40,63$ yang memiliki korelasi sebesar 87%. Persamaan ini menunjukkan adanya korelasi negatif antara keduanya, yang berarti bahwa semakin tinggi atau semakin rapat kerapatan vegetasi, semakin rendah suhu permukaan tanah, dan sebaliknya.

Berdasarkan nilai piksel dari algoritma NDVI dan IKU, diperoleh persamaan regresi linear yang ditampilkan pada Tabel 12.

Tabel 12. Regresi Linear NDVI dan IKU

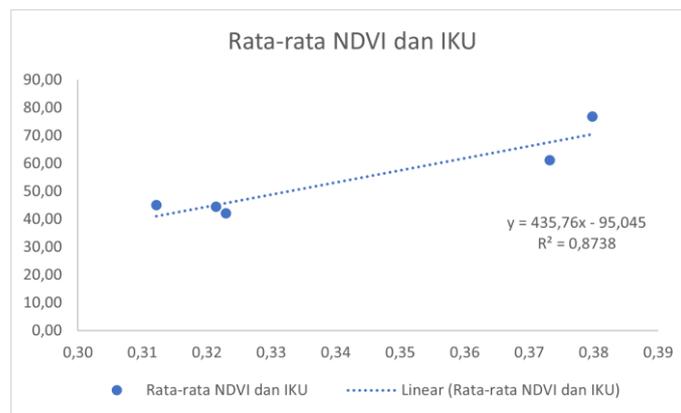
Tahun	Grafik	Persamaan Regresi	Korelasi
2018	<p>NDVI dan IKU 2018</p> <p>$y = -57,58x + 54,37$ $R^2 = 0,2227$</p>	$y = -57,58x + 4,37$	22%
2019	<p>NDVI dan IKU 2019</p> <p>$y = -55,754x + 52,343$ $R^2 = 0,2259$</p>	$y = -55,75x + 52,34$	22%
2020	<p>NDVI dan IKU 2020</p> <p>$y = -28,145x + 63,781$ $R^2 = 0,0842$</p>	$y = -28,14x + 63,78$	8%
2021	<p>NDVI dan IKU 2021</p> <p>$y = -37,629x + 46,416$ $R^2 = 0,0622$</p>	$y = -37,62x + 46,41$	6%
2022	<p>NDVI dan IKU 2022</p> <p>$y = -46,337x + 82,335$ $R^2 = 0,1279$</p>	$y = -46,33x + 82,33$	12%

Berdasarkan Tabel 12, kerapatan vegetasi dan indeks kualitas udara di Kabupaten Gresik menunjukkan korelasi rendah pada nilai piksel, dengan rentang korelasi antara 6% hingga 22%. Hal ini disebabkan oleh kenyataan bahwa kualitas udara tidak semata-mata dipengaruhi oleh kerapatan vegetasi. Faktor-faktor lain,

seperti penggunaan lahan dan tingkat pencemaran akibat aktivitas manusia—termasuk transportasi, industri, dan pembangkit listrik—juga berperan signifikan dalam memengaruhi kualitas udara.

Namun, ketika dilihat dari perubahan rata-rata kerapatan vegetasi dan indeks kualitas udara, ditemukan persamaan regresi: $y = 435,76x - 95,045$ dengan korelasi sebesar 87%. Persamaan ini menunjukkan adanya korelasi positif yang kuat, yang berarti semakin tinggi atau rapat kerapatan vegetasi, semakin baik indeks kualitas udara. Sebaliknya, penurunan kerapatan vegetasi akan cenderung memperburuk kualitas udara.

Analisisnya menunjukkan bahwa meskipun vegetasi berperan penting dalam meningkatkan kualitas udara, faktor eksternal seperti aktivitas manusia memiliki dampak yang signifikan, dan kerapatan vegetasi yang tinggi hanya bisa memberikan manfaat maksimal jika didukung oleh pengendalian sumber polusi lainnya.



Gambar 12. Grafik Regresi Linear NDVI dan IKU

Grafik menunjukkan adanya korelasi positif yang kuat antara NDVI dan IKU, dengan nilai R^2 (koefisien determinasi) sebesar 0,8738. Ini menunjukkan bahwa sekitar 87,38% variabilitas dalam IKU dapat dijelaskan oleh variabilitas dalam NDVI. NDVI adalah ukuran kepadatan vegetasi, sehingga hasil ini mendukung gagasan bahwa peningkatan kepadatan vegetasi berhubungan dengan peningkatan kualitas udara. Vegetasi dapat membantu mengurangi polutan di udara dan meningkatkan kualitas udara dengan memproduksi oksigen dan menyerap karbon dioksida.

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian ini, diketahui bahwa indeks kerapatan vegetasi di Kabupaten Gresik mengalami fluktuasi selama periode 2018 hingga 2022, dengan tren peningkatan pada beberapa tahun. Kepadatan vegetasi tertinggi tercatat pada tahun 2022 dengan nilai rata-rata sebesar 0,38. Selain itu, terdapat hubungan negatif yang kuat antara kerapatan vegetasi dan suhu permukaan tanah, dengan korelasi sebesar 87%, yang menunjukkan bahwa semakin tinggi kerapatan vegetasi, semakin rendah suhu permukaan tanah. Penelitian juga menunjukkan bahwa kerapatan vegetasi memiliki hubungan positif yang signifikan dengan indeks kualitas udara, di mana kerapatan vegetasi yang lebih tinggi berkontribusi pada perbaikan kualitas udara, dengan tingkat korelasi yang sama sebesar 87%. Selama periode pengamatan, suhu permukaan tanah di Kabupaten Gresik mengalami penurunan yang signifikan, terutama pada tahun 2020 ketika curah hujan tinggi membantu menurunkan suhu tanah. Selain itu, indeks kualitas udara juga menunjukkan perbaikan signifikan pada tahun 2022, yang menandakan peningkatan kualitas udara dibandingkan dengan tahun-tahun sebelumnya. Dengan demikian, penelitian ini menegaskan bahwa peningkatan kerapatan vegetasi tidak hanya berkontribusi pada penurunan suhu permukaan tetapi juga memperbaiki kualitas udara di Kabupaten Gresik.

Daftar Pustaka

- AccuWeather, 2023. Kualitas Udara Kabupaten Gresik. [Online] Available at: <https://www.accuweather.com/id/id/gresik/203166/air-quality-index/203166> [Diakses 16 Mei 2023].
- Akhirul, Witra, Y., Umar, I. & Erianjoni, 2020. Dampak Negatif Pertumbuhan Penduduk Terhadap Lingkungan dan Upaya Mengatasinya. *Jurnal Kependudukan dan Pembangunan Lingkungan*, Vol 1(3), pp. 76-84.
- Arhatin, R., 2007. Pengkajian Algoritma Indeks Vegetasi dan Metode Klasifikasi Mangrove Dari Data Satelit Landsat-5 Dan Landsat-7 ETM+ (Studi Kasus di Kabupaten Berau, Kaltim). Bogor: Program Pascasarjana IPB.
- Azen, R. & Walker, C. M., 2011. *Categorical Data Analysis for the Behaviroal and Social Science*. United Kingdom: Taylor & Francis Group.
- BMKG, 2018-2022. Data Online Pusat Database-BMKG. [Online] Available at: https://dataonline.bmkg.go.id/data_iklim [Diakses 8 Agustus 2023].
- BPS, 2018-2022. Kabupaten Gresik dalam Angka 2018-2022, Kabupaten Gresik: Badan Pusat Statistik.
- Congedo, L., 2016. Semi-Automatic Classification Plugin Documentation. [Online] Available at: DOI: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.29474.02242/1> [Diakses 2022 November 1].
- Dede, M. et al., 2020. Estimasi perubahan kualitas udara berbasis citra satelit penginderaan jauh di sekitar PLTU Cirebon. *Jambura Geoscience Review*, 2(2), pp. 78-87.
- DLH, 2022. Indeks Kualitas Udara, Kabupaten Gresik: Dinas Lingkungan Hidup.
- Fitriyah, L. & W. H., 2020. Textbook on Material Classification and its Change Based on STEM Approach. 10.2991/assehr.k.200129.122. penyunt. s.l.:s.n.
- Hariyanto, T., Pribadi, C. B. & Elya, H., 2018. Validasi Kondisi Peraira Berdasarkan Nilai Total Suspended Solid (TSS) Menggunakan Data Citra Satelit Landsat 8 dan Data Insitu (Studi Kasus: Pantai Timur Surabaya). *Geoid*, 13(1), pp. 15-20..
- Hasan, G. et al., 2014. Sulfur Dioxide (SO₂) Monitoring Over Kirkuk City Using Remote Sensing Data. *Journal of Civil & Environmental*, 4(5).
- Kustiyo, D. R. & L. I. 2., 2014. Pengembangan Metoda Koreksi Radiometrik Citra SPOT 4 Multi-Spektral dan Multi-Temporal Untuk Mosaik Citra. Seminar Nasional Penginderaan Jauh, LAPAN, p. 80.
- Marsono, D., 1997. Deskripsi Vegetasi dan Tipe- Tipe Vegetasi Tropika. Yogyakarta: Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada.
- MENLHK, 2021. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2021 Tentang Indeks Kualitas Lingkungan Hidup. Indonesia: Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia.
- Nursiyono, J. A. & Nadeak, P. P., 2016. *Setetes Ilmu Regresi Linear*. Malang: Media Nusa Creative.
- Pramudiyasari, T., Tambunan, M. P., Tambunan, R. P. & Manessa, M. D., 2021. Analisis LST, NDVI Menggunakan Satelit Landsat 8 Serta Trend Suhu Udara di Kabupaten Majalengka. *Jurnal Geosaintek*, 7(3), pp. 119-124.
- Royvaldi, D. A. B., 2022. Analisis Kadar Gas Sulfur Dioksida (SO₂) Dan Nitrogen Dioksida (NO₂) Terhadap Faktor Lingkungan di TPA Piyungan, Bantul, D.I Yogyakarta. Yogyakarta: s.n.
- Ruli, R., Sangadji, I., Sikumbang, H. & Haris, A., 2021. Multimedia. s.l.:s.n.
- Sagita, A. R., Margaliu, A. S. C., Rizal, F. & Mazzaluna, H. P., 2022. Analisis Korelasi Suhu Permukaan, NDVI, Elevasi dan Pola Perubahan Suhu Daerah Panas Bumi Rendingan-Ulubelu-Waypanas, Tanggamus Menggunakan Citra Landsat 8 OLI/TIRS. *Jurnal Geosains dan Remote Sensing (JGRS)*, 3(1), pp. 43-51.
- Sari, K. M., Budiyantri, E., Muzayanah & Kurniawati, A., 2021. Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau Menggunakan Metode Normalized Difference Vegetation Index di Kabupaten Gresik. *Jurnal Geografi*, XIX(1), pp. 49-62.
- Somantri, L., 2009. *Teknologi Penginderaan Jauh (Remote Sensing)*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Sukandarrumidi, Kotta, H. Z. & Maulana, F., 2014. *Geologi Umum*. 1st penyunt. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Watson, D. F. & Philip., G. M., 1985. A Refinement of Inverse Distance Weighted Interpolation. *Geoprocessing*, Volume 2, p. 315-327.
- Yasmine, W. H., Jauhari, A. & Pitri, R. M. N., 2022. Analisis Korelasi Nilai Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) Dengan Suhu Permukaan Tanah Di KHDTK Universitas Lambung Mangkurat. *Jurnal Sylva Scientae*, 5(5), pp. 793-801.



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