

682020148_Santamajati.docx

by student04 uksw04

Submission date: 26-Jun-2024 12:41PM (UTC+0700)

Submission ID: 2408836025

File name: 682020148_Santamajati.docx (1.63M)

Word count: 2913

Character count: 18114

Analisis Hubungan Karbon Monoksida dengan Variabel Lingkungan Menggunakan Google Earth Engine

2

Santamajati^{1*}, Suharyadi²

Sistem Informasi, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga, Indonesia

*e-mail *Corresponding Author*: 682020148@student.uksw.edu

Abstract

As the center of government of Central Java Province, Semarang City is experiencing many changes and developments, and various human activities occur in this city. This can affect air quality, namely an increase in air pollution, one of which is carbon monoxide. This pollutant can cause serious problems because it adversely affects public health and the environment. So, efforts need to be made to overcome it, such as monitoring the condition of carbon monoxide and environmental factors that have the potential to influence its increase, such as vegetation density, surface temperature, and rainfall. This research aims to monitor carbon monoxide, as well as these environmental factors using Google Earth Engine and satellite data. In addition, it aims to understand the relationship between carbon monoxide and some of these environmental factors. The results show that the northern region of Semarang City has higher carbon monoxide levels. Also, areas with low vegetation density and rainfall, as well as high surface temperatures, tend to have higher carbon monoxide levels.

Keywords: Google Earth Engine; Carbon Monoxide; NDVI; LST; Rainfall

Abstrak

Sebagai pusat pemerintahan Provinsi Jawa Tengah, Kota Semarang mengalami banyak perubahan dan perkembangan, serta berbagai aktivitas manusia terjadi di kota ini. Hal ini dapat berpengaruh terhadap kualitas udara, yaitu adanya peningkatan polusi udara, salah satunya karbon monoksida. Polutan ini dapat menimbulkan permasalahan serius karena berdampak buruk bagi kesehatan masyarakat dan lingkungan. Sehingga, perlu dilakukan upaya untuk mengatasinya, seperti melakukan pemantauan terhadap kondisi karbon monoksida dan faktor lingkungan yang berpotensi mempengaruhi peningkatannya, seperti kerapatan vegetasi, suhu permukaan, dan curah hujan. Penelitian ini bertujuan untuk memantau karbon monoksida, serta faktor-faktor lingkungan tersebut menggunakan Google Earth Engine dan data satelit. Selain itu, bertujuan untuk memahami hubungan antara karbon monoksida dengan beberapa faktor lingkungan tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa wilayah utara Kota Semarang memiliki kadar karbon monoksida lebih tinggi. Juga, daerah dengan kerapatan vegetasi dan curah hujan rendah, serta suhu permukaan yang tinggi, cenderung memiliki kadar karbon monoksida yang lebih tinggi.

Kata kunci: Google Earth Engine; Karbon Monoksida; NDVI; LST; Curah Hujan

1. Pendahuluan

Perkembangan kota yang pesat telah berdampak terhadap lingkungan hidup, salah satunya terkait kualitas udara. Beberapa aktivitas manusia, seperti industrialisasi, urbanisasi, pertumbuhan penduduk, dan penggunaan bahan bakar fosil, dapat memicu peningkatan polusi udara [1]. Polusi udara merupakan lingkungan yang terkontaminasi oleh zat kimia, fisik, atau biologis yang mengubah karakteristik alami atmosfer [2]. Terdapat berbagai jenis gas penyebab polusi udara (gas polutan), salah satunya ialah karbon monoksida (CO). Gas ini dihasilkan melalui pembakaran gas, minyak, petrol, bahan bakar, dan asap rokok, serta memiliki karakteristik tidak berwarna, tidak berasa, tidak mengiritasi, dan tidak berbau [3].

Keberadaan CO memiliki dampak buruk terhadap kesehatan masyarakat dan lingkungan. Sehingga, peningkatan emisi CO dapat menjadi permasalahan serius di banyak kota, termasuk Kota Semarang. Sebagai salah satu kota besar di Indonesia dan menjadi pusat pemerintahan Provinsi Jawa Tengah, menjadikan Kota Semarang berpotensi mengalami

peningkatan konsentrasi CO. Oleh karena itu, memahami faktor-faktor yang mempengaruhi persebaran CO di Kota Semarang menjadi langkah penting untuk pengembangan strategi mitigasi. Adapun metode yang dapat digunakan untuk melakukan upaya tersebut, yaitu penerapan sistem informasi geografis dengan memanfaatkan salah satu teknologi di dalamnya, yaitu *Google Earth Engine* (GEE). Teknologi ini memberikan kemudahan untuk mengakses data citra satelit dari berbagai sumber, serta memiliki sumber daya komputasi berkinerja tinggi untuk memproses kumpulan data geospasial dan penginderaan jauh yang diproses dan diperbarui secara berkala [4]. GEE memiliki database geospasial yang besar yang diperoleh dari berbagai lembaga dan satelit yang tersedia untuk semua pengguna [5].

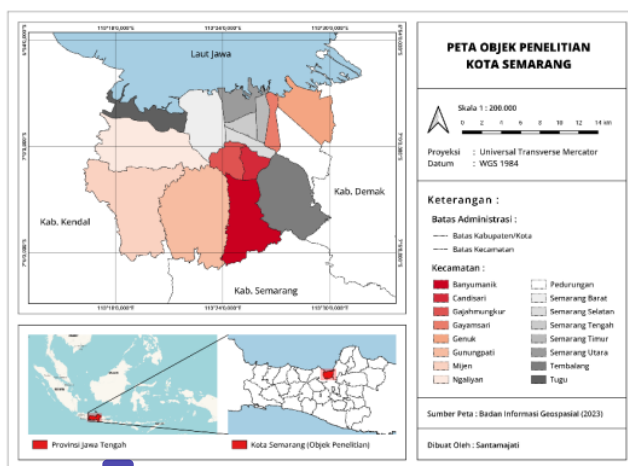
Dilengkapi dengan fitur-fitur untuk melakukan pengolahan data spasial dan kumpulan data citra satelit yang beragam, GEE telah memberikan alternatif dalam melakukan penginderaan jauh. Beberapa penelitian telah memanfaatkan GEE untuk berbagai keperluan, salah satunya terkait pemantauan kualitas udara. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pengolahan data *Sentinel-5P* menggunakan GEE merupakan pendekatan yang paling efisien untuk pengukuran kadar gas polutan, termasuk CO [6].

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menerapkan GEE beserta koleksi citra satelit di dalamnya guna melakukan pemantauan terhadap tingkat konsentrasi CO di Kota Semarang pada tahun 2020 hingga 2023. Juga, pemantauan terhadap beberapa variabel lingkungan lainnya yang memiliki potensi untuk mempengaruhi konsentrasi CO, yaitu tingkat kerapatan vegetasi/*normalized difference vegetation index* (NDVI), suhu permukaan/*land surface temperature* (LST), dan curah hujan. Penelitian sebelumnya yang dilakukan di Kota Cimahi menunjukkan bahwa penurunan NDVI dan peningkatan LST berhubungan dengan peningkatan CO [7]. Dengan begitu, penelitian ini juga bertujuan untuk menganalisis hubungan antara CO dengan NDVI dan LST. Namun, untuk meningkatkan pemahaman dalam pemantauan CO, penelitian ini melibatkan satu variabel lainnya, yaitu curah hujan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi bagi masyarakat untuk mengambil langkah-langkah proaktif dalam menjaga lingkungan. Selain itu, penelitian ini juga dapat menjadi pertimbangan bagi pemerintah dalam upaya menjaga kualitas udara dan lingkungan di Kota Semarang.

2. Metodologi

2.1. Area Penelitian

Objek penelitian ini ialah Kota Semarang. Kota ini memiliki luas wilayah 4373,78 km² yang terdiri dari 16 kecamatan dan 177 kelurahan. Kota Semarang terletak antara 6°50' - 7°10' Lintang Selatan dan 109°35' - 110°50' Bujur Timur. Berbatasan dengan Kabupaten Demak di bagian timur, Kabupaten Semarang di bagian selatan, Kabupaten Kendal di bagian barat, dan di bagian utara dibatasi oleh Laut Jawa dengan garis pantai sepanjang 13,6 km. Kota ini memiliki ketinggian yang berkisar antara 0,75 hingga 348 meter di atas garis pantai [8].



11

Gambar 1. Peta Administrasi Kota Semarang

2.2. Data Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini mencakup peta batas administrasi Kota Semarang tahun 2023 yang diperoleh dari Badan Informasi Geospasial [9]. Serta, data tahunan pada tahun 2020 sampai 2023 dari beberapa citra satelit yang tersedia di GEE, meliputi *Sentinel-5P*, *Sentinel-2*, *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS), dan *Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data* (CHIRPS).

Peta batas administrasi digunakan sebagai acuan geospasial untuk area penelitian, sedangkan data dari citra satelit sebagai media untuk pengukuran dan pemantauan terhadap variabel penelitian. Untuk pemantauan CO, data yang digunakan adalah citra dari *Sentinel-5P*. Dilengkapi dengan sensor *Tropospheric Monitoring Instrument* (TROPOMI) yang diluncurkan pada 13 Oktober 2017, memungkinkan *Sentinel-5P* untuk melakukan pengukuran terhadap gas-gas di atmosfer, sifat-sifat awan, dan aerosol [10]. Satelit ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi gas-gas polutan, seperti O₃, metana, formaldehida, aerosol, CO, NO₂, dan SO₂ [11]. Penelitian ini juga menggunakan produk dari *Sentinel* lainnya, yaitu *Sentinel-2* untuk mengidentifikasi tingkat kerapatan vegetasi dengan metode NDVI. Adanya sensor *MultiSpectral Instrument* (MSI), memungkinkan *Sentinel-2A* dapat digunakan untuk berbagai keperluan, salah satunya terkait pemetaan vegetasi atau NDVI. Satelit ini juga memiliki resolusi 10 meter dan mampu untuk melakukan pemantauan NDVI dengan tingkat akurasi yang tinggi [12]. MODIS digunakan untuk pemantauan LST, karena satelit ini memiliki sensor atau *band* khusus untuk LST. Sedangkan, CHIRPS digunakan untuk pemantauan curah hujan. Satelit ini memiliki kemampuan yang sangat baik dalam merepresentasikan distribusi rata-rata curah hujan dalam jangka panjang [13].

Tabel 1. Data Penelitian

No.	Data	Sumber	Tahun	Keterangan
1.	Peta Batas Administrasi Kota Semarang	Badan Informasi Geospasial	2020 - 2023	Sebagai batas area penelitian
2.	Sentinel-5P OFFL CO: Offline Carbon Monoxide	Google Earth Engine	2020 - 2023	Sebagai data untuk pemantauan CO
3.	Harmonized Sentinel-2 MSI: MultiSpectral Instrument, Level-2A	Google Earth Engine	2020 - 2023	Sebagai data untuk pemantauan NDVI
4.	MOD11A1.061 Terra Land Surface Temperature and Emissivity Daily Global 1km	Google Earth Engine	2020 - 2023	Sebagai data untuk pemantauan LST
5.	CHIRPS Daily: Climate Hazards Group InfraRed Precipitation With Station Data (Version 2.0 Final)	Google Earth Engine	2020 - 2023	Sebagai data untuk pemantauan curah hujan

2.3. Alur Penelitian

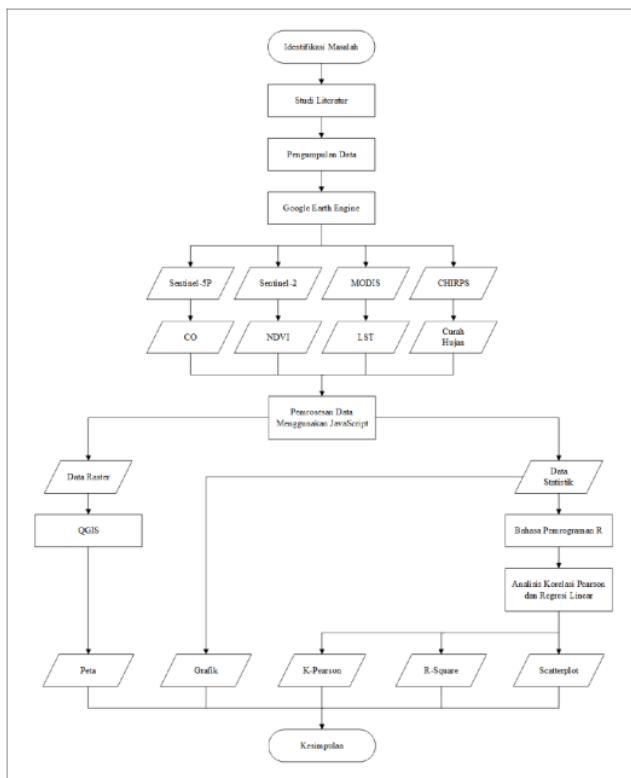
Beberapa tahapan untuk memperoleh peta CO, NDVI, LST, dan curah hujan, meliputi pengumpulan data, pengkodean *JavaScript* pada GEE untuk menghasilkan peta beserta data statistiknya, dan penyajian peta [5]. Selain itu, berdasarkan hasil yang didapat dari perhitungan GEE, kemudian dilakukan analisis untuk mengetahui hubungan antara CO dengan NDVI, CO dengan LST, dan CO dengan curah hujan.

Pengambilan peta menggunakan GEE melibatkan beberapa langkah, seperti import data citra satelit dan penerapan berbagai fungsi pemrosesan data menggunakan *JavaScript*. Selanjutnya, akan diperoleh dua tipe *output*, yaitu peta dan laporan statistik.

Untuk *output* berupa peta, kemudian dilakukan penyajian peta menggunakan QGIS. Perangkat ini merupakan perangkat lunak sistem informasi geografis yang tersedia secara gratis dan *open source*. QGIS dapat digunakan untuk membuat, mengedit, visualisasi, analisis, dan

publikasi data geospasial. Perangkat lunak ini dapat dioperasikan menggunakan sistem operasi *Windows, macOS, Linux, BSD*, dan perangkat seluler [14].

Sedangkan output berupa laporan statistik, kemudian dianalisis menggunakan beberapa metode untuk mengetahui hubungan antara CO dengan variabel lainnya. Pada tahapan ini, terdapat 12 a metode yang digunakan, yaitu analisis korelasi *Pearson* dan regresi linear. Korelasi *Pearson* digunakan untuk mengetahui kekuatan dan arah hubungan antara dua variabel. Metode ini merupakan metode korelasi paling umum yang merupakan kovarian dari dua variabel yang dinormalisasi oleh standar deviasi [15]. Sedangkan, regresi linear digunakan untuk memahami hubungan antara nilai variabel penjelas kuantitatif atau prediktor dan nilai-nilai dari hasil kuantitatif atau respon [16]. Dalam bidang tertentu, prediktor disebut sebagai variabel independen dan hasilnya sebagai variabel dependen. Adapun alat yang digunakan dalam melakukan kedua analisis tersebut, yaitu bahasa pemrograman *R*. Bahasa pemrograman ini digunakan dapat untuk melakukan komputasi statistika dan visualisasi data yang telah diterapkan pada bidang *data mining, bioinformatics*, dan *data analysis* [17].



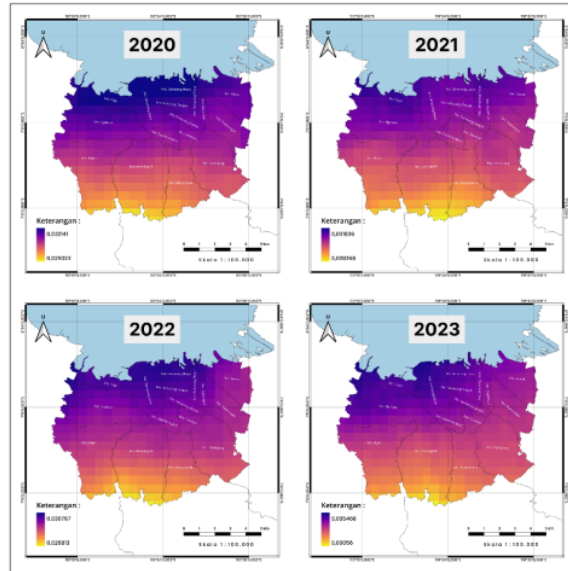
Gambar 2. Alur Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Berikut hasil distribusi spasial-temporal dan data statistik CO, NDVI, LST, dan curah hujan di Kota Semarang pada tahun 2020 sampai 2023. Serta, hasil analisis hubungan antara CO dengan NDVI, CO dengan LST, dan CO dengan curah hujan.

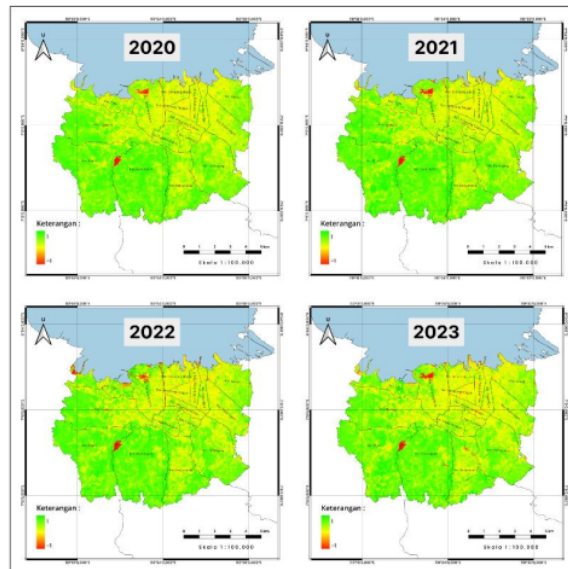
3.1. Distribusi Spasial-Temporal

Konsentrasi CO yang tinggi dari tahun 2020 hingga 2023 terjadi di Kota Semarang bagian utara, yaitu di Kecamatan Tugu, Ngaliyan, Semarang Barat, Semarang Utara, Semarang Tengah, Semarang Timur, dan Gayamsari.



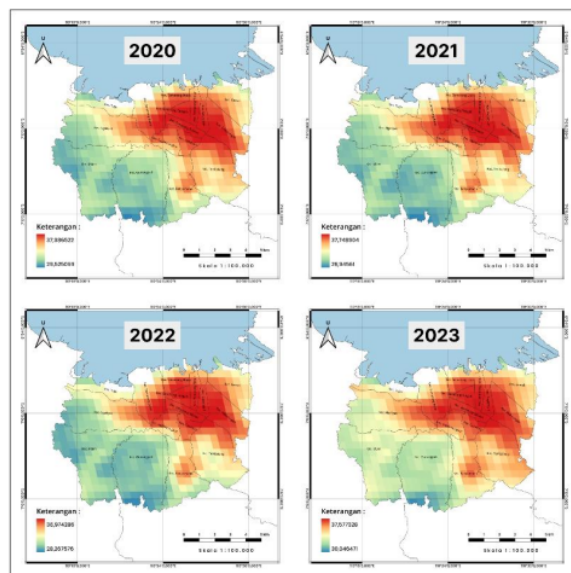
Gambar 3. Distribusi Spasial-Temporal CO

Peta NDVI yang telah dihasilkan mengindikasikan bahwa tidak terdapat perubahan spasial yang signifikan. Kecamatan Gunungpati, Mijen, dan Ngaliyan merupakan daerah yang didominasi dengan tingkat kerapatan vegetasi tinggi.



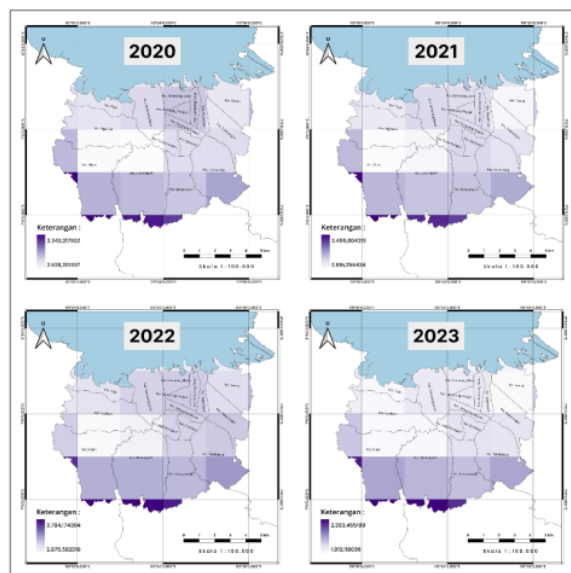
Gambar 4. Distribusi Spasial-Temporal NDVI

Secara spasial, temperatur dengan suhu tinggi mendominasi Kecamatan Semarang Barat, Semarang Utara, Semarang Tengah, Semarang Selatan, Gajahmungkur, Candisari, Gayamsari, dan Pedurungan. Daerah-daerah ini memiliki suhu yang lebih panas dibandingkan dengan wilayah lainnya.



Gambar 5. Distribusi Spasial-Temporal LST

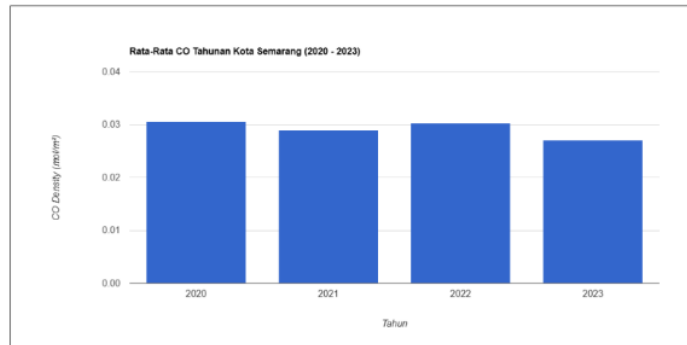
Sebagian besar wilayah di Kota Semarang memiliki jumlah curah hujan yang tergolong sedang di tiap tahunnya.



Gambar 6. Distribusi Spasial-Temporal Curah Hujan

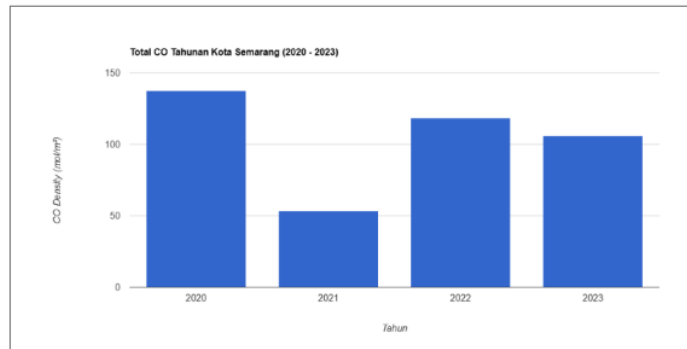
3.2. Data Statistik

Rata-rata konsentrasi CO di Kota Semarang tidak mengalami perubahan yang signifikan. Rata-rata konsentrasi CO berkisar 0.031 mol/m^2 pada 2020, 0.029 mol/m^2 pada 2021, 0.030 mol/m^2 pada 2022, dan 0.027 mol/m^2 pada 2023.



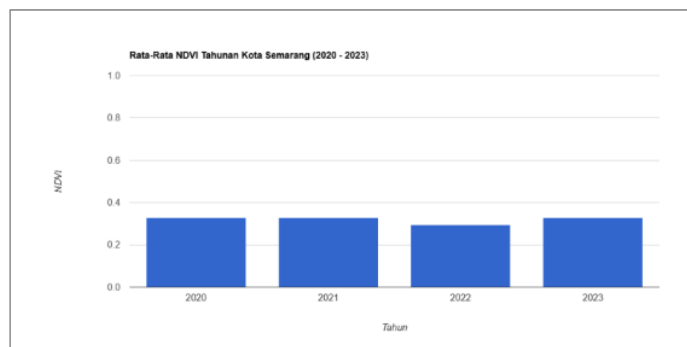
Gambar 7. Grafik Rata-Rata CO Tahunan

Sedangkan, jumlah keseluruhan konsentrasi CO tahunan mencapai 137.67 mol/m² pada 2020, 53.30 mol/m² pada 2021, 118.61 mol/m² pada 2022, dan 106.09 mol/m² pada 2023. Hal ini menunjukkan bahwa total CO tahunannya mengalami perubahan yang signifikan. Pada tahun 2021, terjadi penurunan sekitar 61% dari tahun sebelumnya. Kemudian, pada tahun berikutnya, jumlah CO mengalami peningkatan sebanyak lebih dari dua kali lipat dari tahun 2021.



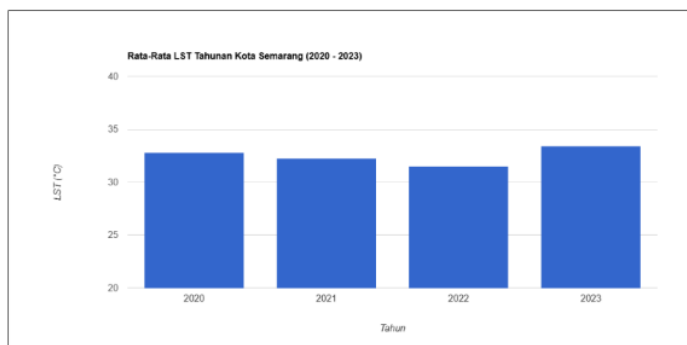
Gambar 8. Grafik Jumlah CO Tahunan

Rata-rata nilai NDVI tahunan relatif stabil. Nilai-nilainya berkisar 0.328 pada tahun 2020, 0.330 pada 2021, 0.295 pada 2022, dan 0.329 pada 2023.



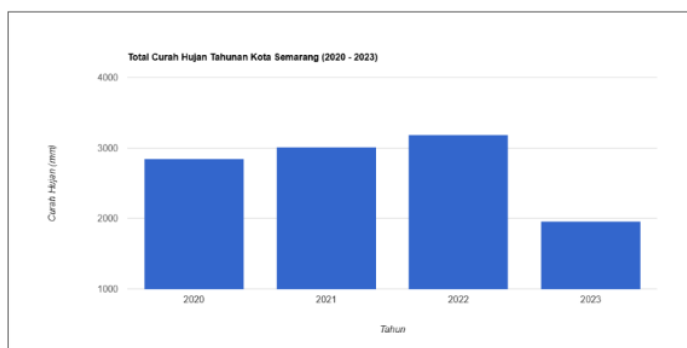
Gambar 9. Grafik Rata-Rata NDVI Tahunan

Rata-rata LST tahunan juga menunjukkan kestabilan. Temperatur rata-rata sekitar 32.80 °C pada 2020, 32.25 °C pada 2021, 31.52 °C pada 2022, dan 33.42 °C pada 2023.



Gambar 10. Grafik Rata-Rata LST Tahunan

Pada tahun 2020 hingga 2022, jumlah curah hujan tahunan mengalami peningkatan di tiap tahunnya, meskipun tidak signifikan. Total curah hujan kurang lebih 2849 mm pada 2020, 3012 mm pada 2021, dan 3188 pada 2022. Sementara pada tahun 2023, terjadi penurunan jumlah curah hujan yang signifikan menjadi 1959 mm.



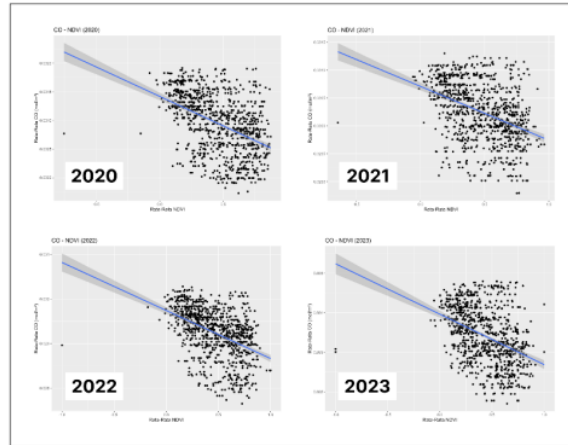
Gambar 11. Grafik Jumlah Curah Hujan Tahunan

3.3. Analisis Statistik

Antara CO dengan NDVI, terdapat hubungan cukup kuat dan konsisten yang ditunjukkan oleh nilai korelasi negatif. Nilai *R-Square* yang dihasilkan mengindikasikan bahwa pengaruh tingkat kerapatan vegetasi terhadap kadar CO sekitar 17% (2021 dan 20223) dan 20% (2020 dan 2022).

Tabel 2. *K-Pearson* dan *R-Square* antara CO dan NDVI

Tahun	K-Pearson	R-Square
2020	-0.4572	0.2091
2021	-0.4183	0.1750
2022	-0.4553	0.2073
2023	-0.4156	0.1727

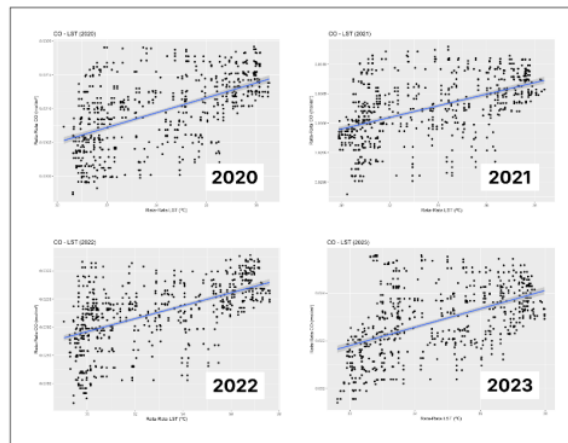


Gambar 12. Scatterplot CO - NDVI

Korelasi antara CO dengan LST cukup kuat dan konsisten, dengan nilai yang positif. Hasil regresi linear menunjukkan bahwa pengaruh LST terhadap CO sebesar 30% pada 2020, 25% pada 2021, 32% pada 2022, dan 26% pada 2023.

Tabel 3. *K-Pearson* dan *R-Square* antara CO dan LST

Tahun	K-Pearson	R-Square
2020	0.5540	0.3070
2021	0.5080	0.2581
2022	0.5659	0.3202
2023	0.5170	0.2673

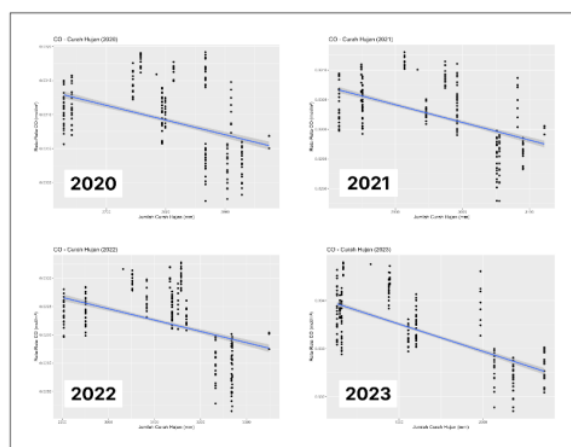


Gambar 13. Scatterplot CO - LST

Korelasi antara CO dan curah hujan bernilai negatif yang cukup kuat dan konsisten. Berdasarkan nilai *R-Square*, variasi CO dapat dipengaruhi oleh jumlah curah hujan sebesar 20% pada 2020, 30% pada 2021, 22% pada 2022, dan 48% pada 2023.

Tabel 4. *K-Pearson* dan *R-Square* antara CO dan Curah Hujan

Tahun	K-Pearson	R-Square
2020	-0.4544	0.2064
2021	-0.5497	0.3022
2022	-0.4732	0.2239
2023	-0.6970	0.4858



Gambar 14. *Scatterplot* CO - Curah Hujan

4. Simpulan

Hasil pemrosesan GEE menunjukkan bahwa rata-rata tahunan CO, NDVI, dan LST Kota Semarang dari tahun 2020 sampai 2023 relatif stabil. Sedangkan, jumlah CO dan curah hujan tahunan sempat mengalami perubahan yang cukup signifikan. Jumlah CO pada tahun 2021 mengalami penurunan sebesar 61% dari tahun sebelumnya, yang kemudian mengalami peningkatan di tahun berikutnya sebanyak lebih dari dua kali lipat. Peningkatan jumlah curah hujan tahunan terjadi pada tahun 2020 hingga 2022, namun pada tahun 2023 terjadi penurunan sekitar 38% dari tahun sebelumnya.

Secara spasial, daerah yang memiliki konsentrasi CO yang lebih tinggi dominan terjadi di Kota Semarang bagian utara, meliputi Kecamatan Tugu, Ngaliyan, Semarang Barat, Semarang Utara, Semarang Tengah, Semarang Timur, dan Gayamsari. Untuk daerah yang didominasi dengan kerapatan vegetasi tinggi, meliputi Kecamatan Gunungpati, Mijen, dan Ngaliyan. Suhu permukaan yang lebih tinggi mendominasi Kecamatan Semarang Barat, Semarang Utara, Semarang Tengah, Semarang Selatan, Gajahmungkur, Candisari, Gayamsari, dan Pedurungan. Sedangkan, jumlah curah hujan tergolong sedang di sebagian besar daerah Kota Semarang.

Berdasarkan hasil analisis statistik, hubungan antara CO dengan NDVI dan curah hujan bernilai negatif, sedangkan CO dengan LST bernilai positif. Hal ini mengindikasikan bahwa daerah-daerah dengan tingkat NDVI dan curah hujan yang rendah, serta LST yang tinggi, memiliki konsentrasi CO yang lebih tinggi. Juga sebaliknya, daerah dengan NDVI dan curah hujan yang tinggi, serta LST yang rendah, memiliki konsentrasi CO yang lebih rendah.

Di sisi lain, peta LST yang dihasilkan dari GEE kurang maksimal, terdapat area yang tidak ditampilkan dalam peta tersebut. Hal ini mengakibatkan kekurangan data yang cukup signifikan, terutama dalam analisis yang membutuhkan informasi lengkap dari seluruh wilayah Kota Semarang. Beberapa hal yang mungkin menjadi penyebab permasalahan tersebut, antara lain keterbatasan data dan resolusi citra satelit MODIS atau kesalahan dalam pemrosesan data.

Daftar Referensi

- [1] P. O. Ukaogo, U. Ewuzie, and C. V. Onwuka, "Environmental pollution: causes, effects, and the remedies," in *Microorganisms for Sustainable Environment and Health*, Elsevier, 2020, pp. 419–429. doi: 10.1016/B978-0-12-819001-2.00021-8.
- [2] World Health Organization, "Air pollution." Accessed: Nov. 20, 2023. [Online]. Available: <https://www.who.int/>
- [3] E. Nidianti, Y. T. Lukiyono, and H. A. P. Ningrum, "Pendampingan Kesehatan dari Bahaya Paparan Gas Karbon Monoksida di Desa Simo Angin-angin, Kecamatan Wonoayu, Kabupaten Sidoarjo," *J. Mandala Pengabd. Masy.*, vol. 4, no. 2, pp. 408–415, Dec. 2023, doi: 10.35311/jmpm.v4i2.282.
- [4] S. Tavakkoli Pirailou *et al.*, "A Google Earth Engine Approach for Wildfire Susceptibility Prediction Fusion with Remote Sensing Data of Different Spatial Resolutions," *Remote Sens.*, vol. 14, no. 3, p. 672, Jan. 2022, doi: 10.3390/rs14030672.
- [5] A. Shelestov, M. Lavreniuk, N. Kussul, A. Novikov, and S. Skakun, "Exploring Google Earth Engine Platform for Big Data Processing: Classification of Multi-Temporal Satellite Imagery for Crop Mapping," *Front. Earth Sci.*, vol. 5, Feb. 2017, doi: 10.3389/feart.2017.00017.
- [6] M. Kazemi Garajeh, G. Laneve, H. Rezaei, M. Sadeghnejad, N. Mohamadzadeh, and B. Salmani, "Monitoring Trends of CO, NO₂, SO₂, and O₃ Pollutants Using Time-Series Sentinel-5 Images Based on Google Earth Engine," *Pollutants*, vol. 3, no. 2, pp. 255–279, May 2023, doi: 10.3390/pollutants3020019.
- [7] Donni Kurnia Saputra and H. Nugroho, "Monitoring Peningkatan Kadar Co Berdasarkan Indeks Vegetasi Dan Suhu Permukaan Menggunakan," *Semin. Nas. dan Disem. Tugas Akhir 2023*, pp. 1071–1077, 2023.
- [8] Badan Pusat Statistik Kota Semarang, "Kota Semarang Dalam Angka 2023," *Kota Semarang dalam Rangka Munic. Fig.*, p. 358, 2023.
- [9] Badan Informasi Geospasial, "Ina-Geoportal." Accessed: Mar. 19, 2024. [Online]. Available: <https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web/>
- [10] J. van Geffen *et al.*, "Sentinel-5P TROPOMI NO₂ retrieval: impact of version v2.2 improvements and comparisons with OMI and ground-based data," *Atmos. Meas. Tech.*, vol. 15, no. 7, pp. 2037–2060, Apr. 2022, doi: 10.5194/amt-15-2037-2022.
- [11] D. G. Loyola *et al.*, "The operational cloud retrieval algorithms from TROPOMI on board Sentinel-5 Precursor," *Atmos. Meas. Tech.*, vol. 11, no. 1, pp. 409–427, Jan. 2018, doi: 10.5194/amt-11-409-2018.
- [12] M. S. Dhillon, T. Dahms, C. Kübert-Flock, I. Steffan-Dewenter, J. Zhang, and T. Ullmann, "Spatiotemporal Fusion Modelling Using STARFM: Examples of Landsat 8 and Sentinel-2 NDVI in Bavaria," *Remote Sens.*, vol. 14, no. 3, p. 677, Jan. 2022, doi: 10.3390/rs14030677.
- [13] J. Hsu, W.-R. Huang, P.-Y. Liu, and X. Li, "Validation of CHIRPS Precipitation Estimates over Taiwan at Multiple Timescales," *Remote Sens.*, vol. 13, no. 2, p. 254, Jan. 2021, doi: 10.3390/rs13020254.
- [14] QGIS, "QGIS." Accessed: Jun. 04, 2024. [Online]. Available: <https://www.qgis.org/>
- [15] D. Makowski, M. Ben-Shachar, I. Patil, and D. Lüdtke, "Methods and Algorithms for Correlation Analysis in R," *J. Open Source Softw.*, vol. 5, no. 51, p. 2306, Jul. 2020, doi: 10.21105/joss.02306.
- [16] A. Kamel and M. R. Abonazel, "A Simple Introduction to Regression Modeling using R," *Comput. J. Math. Stat. Sci.*, vol. 2, no. 1, pp. 52–79, Apr. 2023, doi: 10.21608/cjmss.2023.189834.1002.
- [17] F. M. Giorgi, C. Ceraolo, and D. Mercatelli, "The R Language: An Engine for Bioinformatics and Data Science," *Life*, vol. 12, no. 5, p. 648, Apr. 2022, doi: 10.3390/life12050648.

ORIGINALITY REPORT

13%

SIMILARITY INDEX

11%

INTERNET SOURCES

3%

PUBLICATIONS

7%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Sekolah Tinggi Sandi Negara Student Paper	2%
2	ojs.stmik-banjarbaru.ac.id Internet Source	2%
3	www.bisnis.com Internet Source	1%
4	Submitted to Universitas Muhammadiyah Surakarta Student Paper	1%
5	eproceeding.itenas.ac.id Internet Source	1%
6	anzdoc.com Internet Source	1%
7	jurnal.ugm.ac.id Internet Source	1%
8	www.mdpi.com Internet Source	1%
9	adoc.pub Internet Source	1%

10

lukeyahyasipetualang.wordpress.com

Internet Source

1 %

11

jurnal.unissula.ac.id

Internet Source

1 %

12

A. Rizal, M. Fajri, L.S. Yuniar. "Estimasi Biaya Konstruksi Pada Perumahan Tipe 45 di Sulawesi Tengah Menggunakan Regresi Kuadratik", REKONSTRUKSI TADULAKO: Civil Engineering Journal on Research and Development, 2020

Publication

1 %

13

repository.unika.ac.id

Internet Source

1 %

Exclude quotes On

Exclude matches < 1 %

Exclude bibliography On