

PENGARUH CARBON MONOXIDE (CO) DAN NITROGEN DIOXIDE (NO₂) TERHADAP PERUBAHAN LAND SURFACE TEMPERATURE (LST) DI KOTA PADANG DENGAN MENGGUNAKAN DATA PENGINDERAAN JAUH

The Effect of Carbon Monoxide (CO) and Nitrogen Dioxide (NO₂) on Changes in Land Surface Temperature (LST) in Padang City Using Remote Sensing Data

Dion Lovani & Widya Prarikeslan

Universitas Negeri Padang
dionlovani3@gmail.com

Article Info:

Submitted:	Revised:	Accepted:	Published:
Aug 13, 2024	Aug 16, 2024	Aug 19, 2024	Aug 22, 2024

Abstract

The purpose of this study is to identify changes in the surface temperature of Land Surface Temperature (LST) in Padang City in 2018 and 2023 and analyze the influence of Carbon Monoxide (CO) and Nitrogen Dioxide (NO₂) air pollution in Padang City in 2018 and 2023. The data used in this study are Landsat OLI 8 satellite imagery and Sentinel 5P satellite image data analyzed using Geographic Information System technology. The results show that in 2018 the highest temperature reached 33°C and in 2023 the highest temperature was 28°C, then the effect of CO on LST in 2018 was significantly related to the value of the determination coefficient of ($R^2 = 64,9$), and the influence of NO₂ was weakly related to the value ($R^2 = 16,3$). In 2023, the effect of CO on LST is weakly related to the value ($R^2 = 2$) and NO₂ on LST is also weakly related ($R^2 = 5,1$). The results showed that there was a trend of changes in LST and its relationship to air pollution but showed a not very strong relationship.

Keyword: LST, CO, NO₂, Air Pollution

Abstrak: Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi perubahan suhu permukaan *Land Surface Temperature* (LST) di Kota Padang tahun 2018 dan 2023 serta menganalisis pengaruh polusi udara *Carbon Monoxide* (CO) dan *Nitrogen Dioxide* (NO₂) di Kota Padang tahun 2018 dan 2023. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra satelit Landsat OLI 8 dan data citra satelit Sentinel 5P yang dianalisis menggunakan teknologi Sistem Informasi Geografis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada tahun 2018 suhu tertinggi mencapai 33°C dan pada tahun 2023 suhu tertinggi 28°C, selanjutnya pengaruh CO terhadap LST pada tahun 2018 berhubungan signifikan dengan nilai koefisien determinasi sebesar ($R^2 = 64,9$), dan pengaruh NO₂ berhubungan lemah dengan nilai ($R^2 = 16,3$). Pada tahun 2023 pengaruh CO terhadap LST berhubungan lemah dengan nilai ($R^2 = 2$) dan NO₂ terhadap LST juga berhubungan lemah ($R^2 = 5$). Hasil menunjukkan bahwa terjadi tren perubahan LST dan hubungannya terhadap polusi udara akan tetapi menunjukkan hubungan yang tidak terlalu kuat.

Kata Kunci: LST, CO, NO₂, Polusi Udara

PENDAHULUAN

Emisi gas rumah kaca yang terus meningkat di atmosfer telah menyebabkan kenaikan suhu global di bumi. Peningkatan suhu ini berdampak signifikan terhadap elemen-elemen pembentuk iklim, seperti suhu udara, curah hujan, awan, angin, badai, tekanan udara, dan kelembaban, serta elemen non-iklim seperti kenaikan permukaan laut dan perubahan arus laut. Perubahan pada elemen-elemen ini memicu perubahan iklim baik di tingkat regional maupun global, yang ditandai dengan meningkatnya rata-rata suhu global yang ekstrem, intensitas curah hujan yang lebih tinggi, serta terjadinya fenomena cuaca ekstrem lainnya (Sen et al., 2021). Fenomena ini dikenal luas sebagai perubahan iklim bumi.

Perubahan iklim bumi memiliki dampak yang luas terhadap berbagai aspek kehidupan manusia, termasuk aktivitas sosial, budaya, dan ekonomi, baik di tingkat global maupun regional. Salah satu dampak yang paling signifikan terlihat di sektor pertanian, di mana hasil panen seperti padi mengalami penurunan akibat cuaca yang tidak menentu dan perubahan pola curah hujan (Bhattacharya et al., 2021b). Selain itu, perubahan iklim juga berdampak pada kesehatan masyarakat, dengan meningkatnya risiko penyakit dan gangguan kesehatan lainnya akibat perubahan suhu dan pola cuaca ekstrem (Gautam et al., 2021).

Perubahan iklim telah menjadi isu global yang menuntut perhatian serius dari seluruh dunia. Masalah ini selalu menjadi agenda penting bagi kelompok-kelompok yang peduli terhadap lingkungan, karena erat kaitannya dengan emisi gas rumah kaca. Suhu permukaan tanah (*Land Surface Temperature*, LST) merupakan salah satu elemen iklim yang penting dalam neraca energi, dan perubahan dalam variasi suhu permukaan dapat memengaruhi elemen-

elemen iklim lainnya. Peningkatan suhu permukaan dapat terjadi baik secara langsung maupun tidak langsung sebagai hasil dari aktivitas manusia.

Pertumbuhan penduduk yang pesat menyebabkan peningkatan kebutuhan lahan, yang sering kali disertai dengan alih fungsi lahan vegetasi menjadi lahan terbangun. Proses urbanisasi ini berkontribusi pada peningkatan suhu permukaan, karena lahan vegetasi yang berfungsi menyerap panas semakin berkurang (Mongabay, 2023). Selain itu, urbanisasi juga meningkatkan emisi gas rumah kaca, seperti karbon monoksida (CO) dan nitrogen dioksida (NO₂), yang berasal dari penggunaan kendaraan bermotor dan aktivitas industri yang tinggi (Faradiva et al., 2020). Gas-gas ini berperan dalam peningkatan suhu permukaan dan memperburuk efek pulau panas perkotaan (*Urban Heat Island*, UHI), di mana suhu di area perkotaan lebih tinggi dibandingkan dengan area sekitarnya. Fenomena UHI ini menambah kompleksitas masalah perubahan iklim, karena memengaruhi kualitas udara, penggunaan energi, kesehatan masyarakat, hingga produktivitas ekonomi (Cheng et al., 2009).

Di kota-kota besar seperti Kota Padang, fenomena ini semakin terlihat dengan tingginya tingkat konversi lahan dan aktivitas masyarakat perkotaan. Kota Padang, sebagai salah satu kota terbesar di pantai barat Sumatera, mengalami pertumbuhan penduduk dan urbanisasi yang pesat, yang berdampak pada peningkatan emisi gas rumah kaca dan perubahan suhu permukaan lahan (Rahman, 2018). Untuk menghadapi tantangan ini, teknologi penginderaan jauh dapat menjadi solusi efektif dalam memantau perubahan suhu permukaan tanah (*Land Surface Temperature*, LST) dan mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan LST di Kota Padang serta mengkaji pengaruh emisi CO dan NO₂ terhadap perubahan suhu permukaan lahan dengan menggunakan data penginderaan jauh. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan pemahaman yang lebih baik mengenai dinamika perubahan iklim di kawasan perkotaan dan strategi mitigasi yang efektif.

METODE

Data penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini dengan menggunakan citra Landsat 8 OLI dan Sentinel 5p yang didapatkan dari website United States Geological Survey (USGS) dan

Copernicus Data Space. Proyeksi data citra satelit menggunakan WGS 1984 zona 47 South Transverse Mercator yang diaalisis dengan menggunakan software Arcgis 10.8.2 dan *Google Earth Engine* (GEE).

Koreksi Geometrik

Koreksi Geometrik digunakan untuk memposisikan ulang posisi pixel agar berrada di dalam citra gambar objek di permukaan bumi yang direkan dengan sesnsor dapat dilihat secara digital.

Koreksi Radiometrik

Koreksi Geometrik digunakan untuk memperbaiki nilai pixel dengan mengubah nilai DN menjadi nilai satuan spectrum reflektan.

Land Surface Temperature (LST)

Land Surface Temperature merupakan Proses untuk menganalisis suhu permukaan lahan menggunakan data Landsat 8 OLI yang menggunakan band thermal / band 10 pada data landsat pada tahun 2018 dan tahun 2023 (Das et al 2020). Dengan menggunakan formula sebagai berikut:

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

Keterangan:

T = Temperature (kelvin)

L λ = TOA Spectral Radiance

K1 dan K2 = Konstanta band 10 dan band 11

Untuk proses akhir mengkonversi suhu kelvin ke suhu celcius menggunakan formula final (K-273.15) dimana K hasil dari formula suhu Kelvin dan nilai 273.15 merupakan nilai konstanta.

Regresi Linear

Proses alisis ini berguna untuk melihat seberapa besar pengaruh CO dan NO2 terhadap perubahan LST secara stasistik. Dengan menggunakan formula :

$$Y = a+bx$$

Keterangan:

Y = Regresi Linear

a = Variabel Konstanta

b = Nilai Hubungan

x = Total Sampel

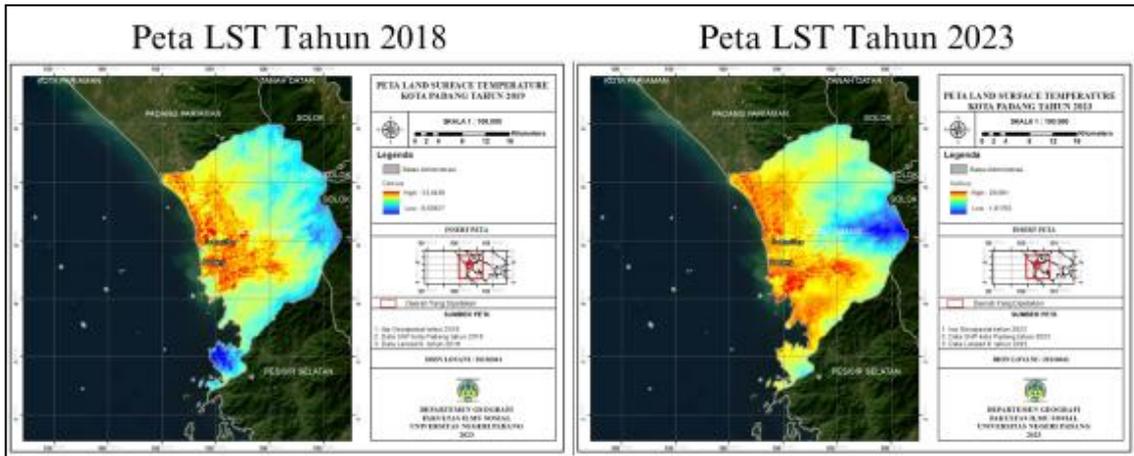
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perubahan LST Tahun 2018 dan tahun 2023

Berdasarkan analisis perubahan LST pada tahun 2018 dan 2023, ditemukan bahwa suhu pada tahun 2018 lebih tinggi dibandingkan dengan suhu pada tahun 2023. Data menunjukkan bahwa pada tahun 2018, suhu tertinggi mencapai 33°C, sementara suhu terendah berada pada angka 8°C. Sebaliknya, pada tahun 2023, suhu tertinggi hanya mencapai 28°C, dengan suhu terendah mencapai 1°C.

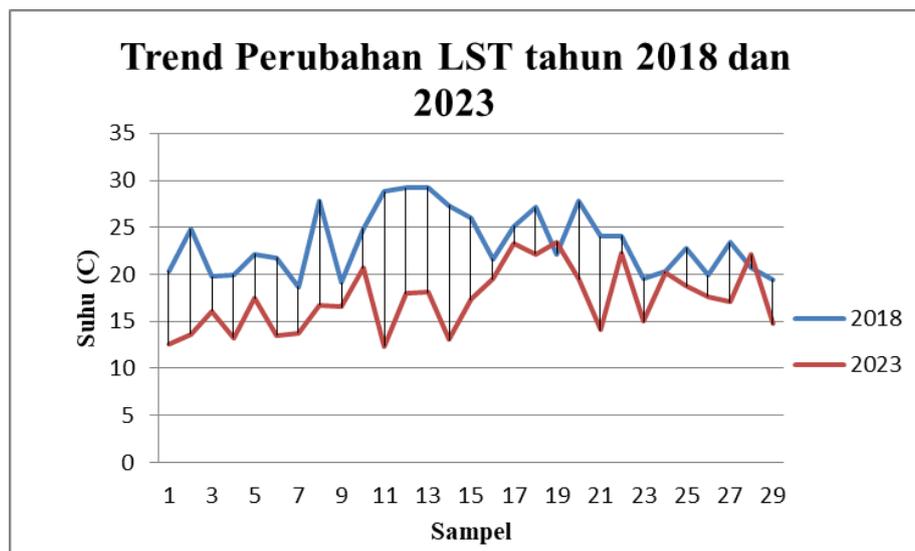
Perbedaan ini menunjukkan adanya perubahan yang signifikan dalam suhu antara kedua tahun tersebut. Pada tahun 2018, suhu tertinggi yang tercatat adalah 33°C, yang menunjukkan kondisi yang lebih panas dibandingkan dengan tahun 2023. Pada tahun 2023, meskipun suhu tertinggi mencapai 28°C, angka ini masih lebih rendah dibandingkan suhu tertinggi pada tahun 2018. Selain itu, suhu terendah pada tahun 2018 yang sebesar 8°C juga lebih tinggi dibandingkan suhu terendah pada tahun 2023 yang mencapai 1°C.

Analisis ini mengindikasikan adanya penurunan suhu baik pada suhu tertinggi maupun terendah dari tahun 2018 ke tahun 2023. Suhu tertinggi pada tahun 2018 yang mencapai 33°C menandakan kondisi yang lebih ekstrem dibandingkan dengan suhu tertinggi pada tahun 2023 yang hanya mencapai 28°C. Demikian juga, suhu terendah pada tahun 2018 yang berada pada angka 8°C menunjukkan bahwa tahun tersebut masih memiliki suhu yang lebih hangat dibandingkan suhu terendah pada tahun 2023 yang hanya mencapai 1°C.



Gambar 1. Peta LST Tahun 2018 dan 2023 kota Padang

Hasil menunjukkan trend perubahan LST dari tahun 2018 dan tahun 2023 dengan sumbu X merupakan sampel sebanyak 30 dan sumbu Y merupakan nilai LST dalam derajat celsius dengan suhu tahun 2018 lebih tinggi dibandingkan dengan tahun 2023, dengan suhu tertinggi pada angka 33^oC, dan terendah 8^o C, dan pada tahun 2023 suhu tertinggi pada angka 28^oC dan terendah pada angka 1^oC.



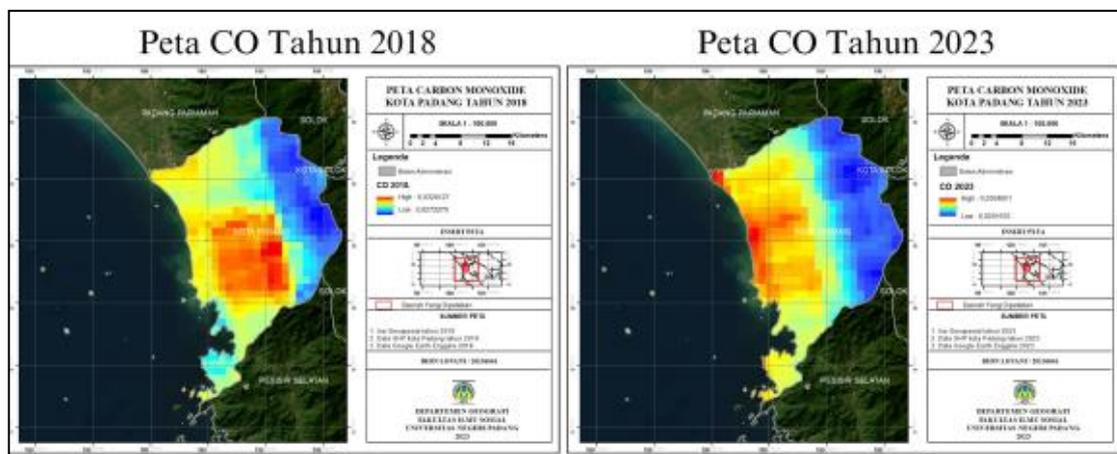
Gambar 2. Trend Perubahan LST tahun 2018 dan tahun 2023

2. Pengaruh CO dan NO₂ terhadap perubahan LST tahun 2018 dan tahun 2023

Berdasarkan analisis perubahan CO pada tahun 2018 dan 2023, ditemukan bahwa CO pada tahun 2018 lebih tinggi dibandingkan dengan CO pada tahun 2023. Data menunjukkan bahwa pada tahun 2023, CO tertinggi hanya mencapai 0,0324127 mol/m², sementara suhu

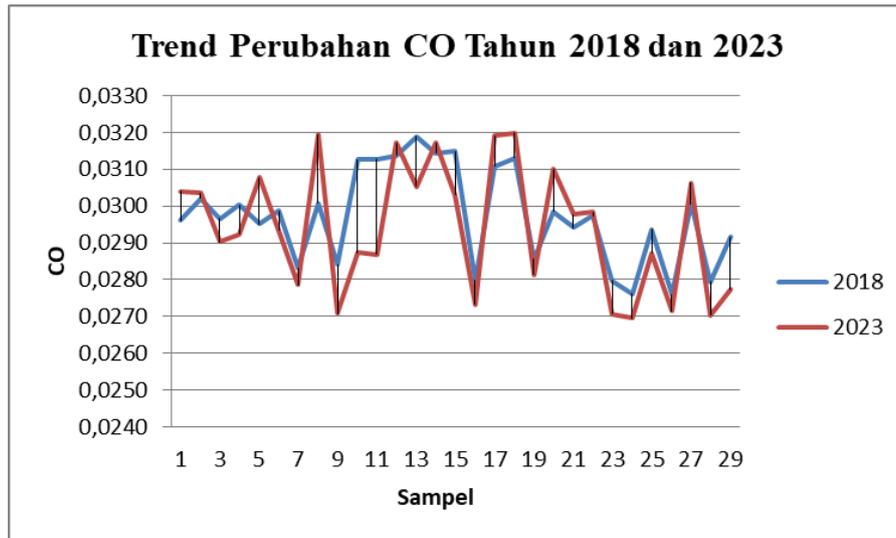
terendah berada pada angka 0,272279 mol/m². Sebaliknya, pada tahun 2018, CO tertinggi mencapai 0,0354051 mol/m², dengan CO terendah mencapai 0,261633 mol/m².

Analisis ini mengindikasikan adanya penurunan kadar CO baik pada suhu tertinggi maupun terendah dari tahun 2018 ke tahun 2023. CO tertinggi pada tahun 2018 yang mencapai 0,0354051 mol/m² menandakan kondisi kadar CO yang lebih tinggi dibandingkan dengan CO tertinggi pada tahun 2023 yang hanya mencapai 0,0324127 mol/m². Demikian juga, kadar CO terendah pada tahun 2018 yang berada pada angka 0,261633 mol/m² menunjukkan bahwa tahun tersebut masih memiliki CO yang lebih tinggi dibandingkan kadar CO terendah pada tahun 2023 yang hanya mencapai 0,272279 mol/m².



Gambar 3. Peta CO dan NO₂ tahun 2028 dan 2023

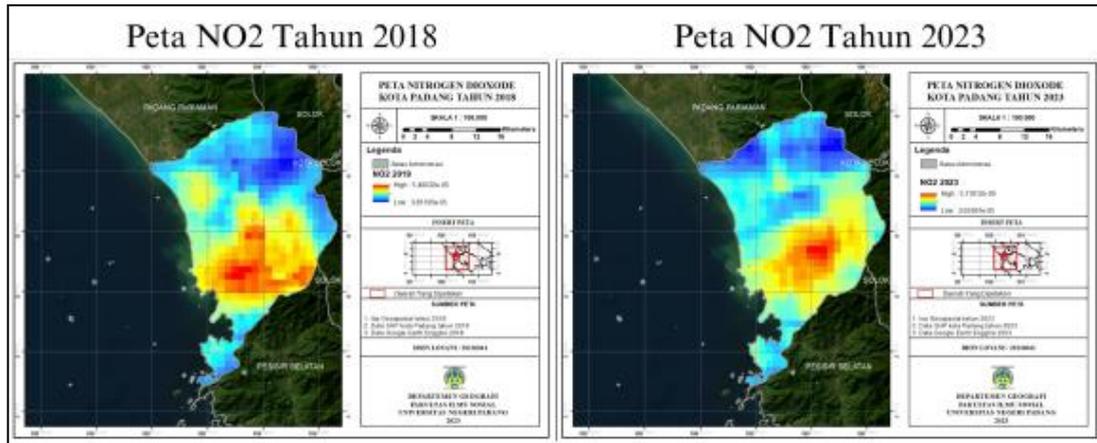
Hasil menunjukkan trend perubahan CO tahun 2018 dan tahun 2023 dengan sumbu X merupakan sampel sebanyak 30 dan sumbu Y merupakan nilai CO dalam mol/m² dengan nilai pada tahun 2018 paling tinggi pada angka 0,034 mol/m² pada tanggal 24 januari, paling rendah pada angka 0,025 mol/m² Tahun 2023 nilai CO pada tahun ini tertinggi pada angka 0,033 mol/m² pada tanggal 23 januari, paling rendah pada angka 0,0245 mol/m².



Gambar 4. Trend perubahan CO tahun 2018 dan 2023

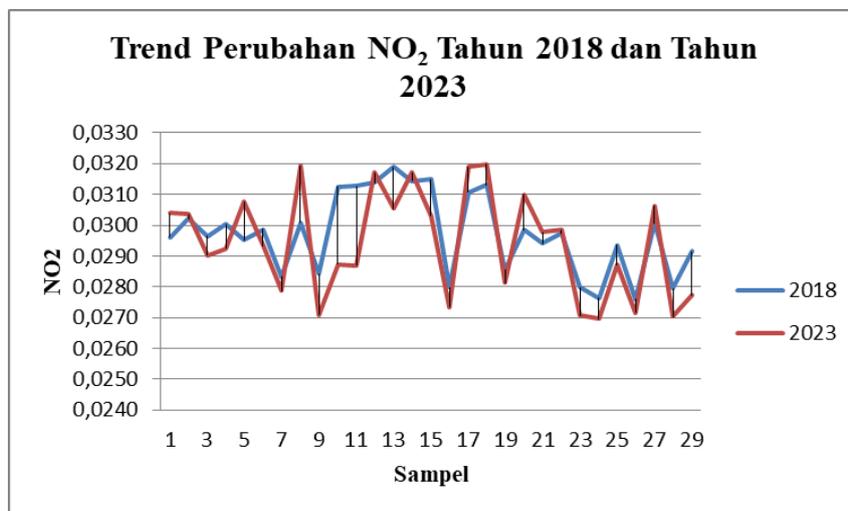
Berdasarkan analisis perubahan NO_2 pada tahun 2018 dan 2023, ditemukan bahwa NO_2 pada tahun 2018 lebih tinggi dibandingkan dengan NO_2 pada tahun 2023. Data menunjukkan bahwa pada tahun 2023, NO_2 tertinggi hanya mencapai $5,11812 \times 10^{-5} \text{ mol/m}^2$, sementara suhu terendah berada pada angka $3,63591 \times 10^{-5} \text{ mol/m}^2$. Sebaliknya, pada tahun 2018, CO tertinggi mencapai $5,40032 \times 10^{-5} \text{ mol/m}^2$, dengan NO_2 terendah mencapai $3,85195 \times 10^{-5} \text{ mol/m}^2$.

Analisis ini mengindikasikan adanya penurunan kadar NO_2 baik pada suhu tertinggi maupun terendah dari tahun 2018 ke tahun 2023. NO_2 tertinggi pada tahun 2018 yang mencapai $5,40032 \times 10^{-5} \text{ mol/m}^2$ menandakan kondisi kadar NO_2 yang lebih tinggi dibandingkan dengan NO_2 tertinggi pada tahun 2023 yang hanya mencapai $5,11812 \times 10^{-5} \text{ mol/m}^2$. Demikian juga, kadar NO_2 terendah pada tahun 2018 yang berada pada angka $3,85195 \times 10^{-5} \text{ mol/m}^2$ menunjukkan bahwa tahun tersebut masih memiliki NO_2 yang lebih tinggi dibandingkan kadar NO_2 terendah pada tahun 2023 yang hanya mencapai $3,63591 \times 10^{-5} \text{ mol/m}^2$.



Gambar 5. Peta NO₂ tahun 2018 dan 2023

Hasil menunjukkan trend perubahan NO₂ tahun 2018 dan tahun 2023 dengan sumbu X merupakan sampel sebanyak 30 dan sumbu Y merupakan nilai NO₂ dalam mol/m² dengan nilai pada tahun 2018 paling tinggi pada angka 0,000075 mol/m² pada tanggal 14 januari, paling rendah pada angka 0,000032 mol/m². Tahun 2023 nilai NO₂ pada tahun ini tertinggi pada angka 0,000066 mol/m² pada tanggal 23 januari, paling rendah pada angka 0,000028 mol/m².



Gambar 6. Trend Perubahan NO₂ tahun 2018 dan tahun 2023

Analisis regresi yang disajikan menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara konsentrasi CO dan LST tahun 2018. Nilai "Multiple R" sebesar 0,806214 menunjukkan korelasi yang kuat antara CO dan suhu, di mana semakin mendekati 1, semakin kuat hubungan tersebut. Nilai "R Square" sebesar 0,649982 mengindikasikan bahwa 64,9% variasi

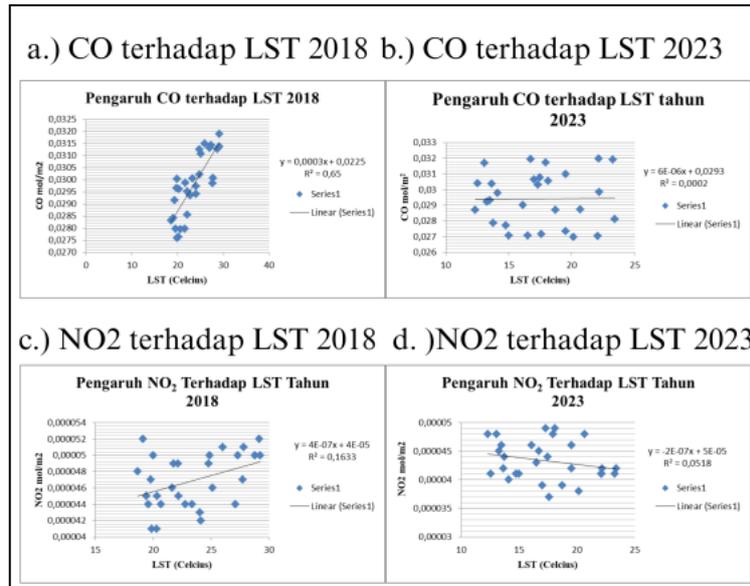
suhu dapat dijelaskan oleh CO, sementara 35,1% sisanya mungkin dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak dimasukkan dalam model regresi ini.

Hasil regresi tahun 2023 menunjukkan tidak ada hubungan yang signifikan antara emisi CO dengan LST pada tahun 2023. Nilai "Multiple R" sebesar 0,012344 menunjukkan korelasi yang lemah antara CO dan suhu, di mana semakin mendekati 1, semakin kuat hubungan tersebut. Nilai "R Square" sebesar 0,000152 mengindikasikan bahwa hanya 2% pengaruh CO terhadap suhu, sementara 98% sisanya mungkin dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak dimasukkan dalam model regresi.

Analisis regresi antara NO_2 pada tahun 2018 menunjukkan adanya hubungan signifikan antara konsentrasi NO_2 dan suhu tahun 2018. namun kekuatan hubungannya tergolong lemah sekitar 16,3%. Nilai "Multiple R" sebesar 0,40405 menunjukkan korelasi signifikan antara NO_2 dan suhu, di mana semakin mendekati 1, semakin kuat hubungan tersebut. Nilai "R Square" sebesar 0,163257 mengindikasikan bahwa 16,3% variasi suhu dapat dijelaskan oleh NO_2 , sementara 83,7% sisanya mungkin dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak dimasukkan dalam model regresi ini.

Analisis Regresi NO_2 pada tahun 2023 menunjukkan adanya hubungan antara konsentrasi NO_2 dan suhu tahun 2023. Peningkatan NO_2 terhadap suhu lemah hanya sekitar 5,2%.

Nilai "Multiple R" sebesar 0,227604 menunjukkan korelasi tergolong lemah antara NO_2 dan suhu, di mana semakin mendekati 1, semakin kuat hubungan tersebut. Nilai "R Square" sebesar 0,051803 mengindikasikan bahwa 5,1% variasi suhu dapat dijelaskan oleh NO_2 , sementara 94,9% sisanya mungkin dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak dimasukkan dalam model regresi ini.



Gambar 7. Pengaruh CO dan NO₂ terhadap LST tahun 2018 dan 2023

KESIMPULAN

Penelitian ini menganalisis perubahan Suhu Permukaan Bumi (LST) di Kota Padang dari tahun 2018 hingga 2023 menggunakan data penginderaan jauh. Hasilnya menunjukkan penurunan suhu signifikan dari 33°C pada tahun 2018 menjadi 28°C pada tahun 2023. Penurunan ini sebagian besar disebabkan oleh aktivitas manusia, seperti industri dan transportasi, yang sebelumnya menyumbang besar terhadap polusi udara dan emisi gas rumah kaca. Pada tahun 2018, karbon monoksida (CO) berkontribusi 65% terhadap LST, menunjukkan dampak besar aktivitas manusia terhadap lingkungan. Pada tahun 2023, emisi CO hanya menurun 2% karena perubahan aktivitas manusia dan kebijakan mitigasi selama pandemi COVID-19. Selain itu, emisi NO₂ turun 5,2% antara 2018 dan 2023, menunjukkan dampak positif dari kebijakan mitigasi terhadap kualitas udara.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmat Adil, (2017). Pengantar Sistem Informasi Geografis. Yogyakarta: ANDI Anggota IKAPI.

Ambarwati, S. (tt). *Hubungan Perubahan Penggunaan Lahan dengan Perubahan Land Surface Temperature di Kota Depok Tahun 2009-2023* (Bachelor's thesis, Jakarta: FITK UIN Syarif Hidayatullah Jakarta).

Ardhitama, A. (2017). Analisis Pengaruh Konsentrasi Gas Rumah Kaca Terhadap Kenaikan Suhu Udara di Kota Pekanbaru dan Kota Padang.

- Atmaja, D. S. (tt). Analisis Fenomena Urban Heat Island Permukaan Wilayah Bogor (Studi Kasus Kota dan Kabupaten Bogor) (Bachelor's thesis, Jakarta: FITK UIN Syarif Hidayatullah Jakarta).
- Cheng, X., Luo, Y., Su, B., Verburg, P. S. J., Hui, D., Obrist, D., Arnone, J. A., Johnson, D. W., & Evans, R. D. (2009). Responses of net ecosystem CO exchange to nitrogen fertilization in experimentally manipulated grassland ecosystems. *Agricultural and Forest Meteorology*. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2009.07.001>
- Do Nascimento, A. C. L., Galvani, E., Gobo, J. P. A., & Wollmann, C. A. (2022). Comparison between air temperature and land surface temperature for the city of São Paulo, Brazil. *Atmosphere*, 13(3), 491.
- Fatimah, R. N. (2012). Pola Spasial Suhu Permukaan Daratan Kota Surabaya Tahun 1994, 2000 dan 2011. Universitas Indonesia: Depok.
- Giofandi, E. A. (2020). Persebaran Fenomena Suhu Tinggi melalui Kerapatan Vegetasi dan Pertumbuhan Bangunan serta Distribusi Suhu Permukaan. *Jurnal Geografi: Media Informasi Pengembangan Dan Profesi Kegeografian*, 17(2), 56-62.
- Hadi, B. S. (2023). Penginderaan Jauh Pengantar ke Arah Pembelajaran Berpikir Spasial, Fisrt.
- Hilmy, dkk. (2021). Analisis Perubahan Land Surface Temperature Akibat Kebakaran Hutan dan Lahan di Kota Pekanbaru Riau Tahun 2000 dan 2020. *JPIG (Jurnal Pendidikan dan Ilmu Geografi)*, 6(1), 74-80.
- Insyani R.S, (2010). Dasar-Dasar Penginderaan Jauh. (Semarang: ALPRIN). Kota, P. W. D. Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan Terhadap Suhu.
- Maziya, F. B. (2020). Analisis Dampak Nitrogen Dioksida (NO₂) di Kota Yogyakarta.
- Nugroho, S., Rudi, F., Erigas, E., & Dodo, G. (2023). Analisis Iklim Ekstrim Untuk Untuk Deteksi Perubahan Iklim di Sumatera Barat. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17 (1), 7-14.
- Parida, dkk, (2021). Improvement in air quality and its impact on land surface temperature in major urban areas across India during the first lockdown of the pandemic. *Environmental research*, 199, 111280.
- Pujiastuti, D. (2010). Analisis efek karbon dioksida (CO) terhadap kenaikan temperatur di bukit kototabangtahun 2005 –2009. *Jurnal Ilmu Fisika | Universitas Andalas*, 2(2), 56-67.
- Setiawan, E. B. (2016). Sistem informasi geografis untuk pemetaan potensi usaha industri kreatif. *Jurnal CoreIT: Jurnal Hasil Penelitian Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi*, 2(1), 1-7.
- Suri, N.A. (2018). Estimasi Suhu Permukaan Lahan di Kabupaten Aceh Barat Menggunakan Saluran Termal Citra Landsat. Universitas Syiah Kuala Darussalam, Banda Aceh.
- Triyatno. (2021). Identifikasi Suhu Permukaan Darat Menggunakan Teknologi Geospasial: Studi Kasus Kota Bukittingi, Provinsi Sumatera Barat. *Jurnal Sains Informasi Geografi (J SIG)*, 4(1), 1-11.
- Wakhidatul, M. (2021). *Pengaruh Bahan Bakar Kendaraan Dan Perubahan Suhu Terhadap Polusi Udara* (Doctoral dissertation, UIN Raden Intan Lampung).
- Wang, Y. R., Hessen, D. O., Samset, B. H., & Stordal, F. (2022). Evaluating global and regional land warming trends in the past decades with both MODIS and ERA5-Land land surface temperature data. *Remote Sensing of Environment*, 280, 113181.