

## Pemetaan Sebaran Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) Kawasan Hutan Kota Muhammad Sabki Dan Perumahan Grand Kenali

Muhammad Rifki Alfaris\*<sup>1</sup>, Guntar Marolop<sup>1</sup>, Asih Suzana<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batnghari, Indonesia  
\*e-mail: [muhammadrifkiarf22@gmail.com](mailto:muhammadrifkiarf22@gmail.com)

---

### ABSTRAK

Emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) telah menjadi penyebab utama pemanasan global dan perubahan iklim. Aktivitas manusia yang tinggi di kawasan perumahan berkontribusi besar terhadap peningkatan emisi CO<sub>2</sub>. Ruang terbuka hijau seperti hutan kota memiliki kemampuan menyerap gas tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur konsentrasi CO<sub>2</sub> di kawasan Hutan Kota Muhammad Sabki dan Perumahan Grand Kenali, serta memetakan sebaran spasialnya menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan metode interpolasi *Inverse Distance Weighting* (IDW). Pengumpulan data dilakukan selama tiga hari pada tiga waktu pengamatan (pagi, siang, sore) di empat titik pengukuran dengan jarak 65 meter. Hasil penelitian menunjukkan perbedaan konsentrasi CO<sub>2</sub> yang signifikan antara kedua kawasan, di mana kawasan perumahan memiliki konsentrasi yang lebih tinggi dibandingkan kawasan hutan kota. Visualisasi spasial melalui peta digital menunjukkan pola distribusi CO<sub>2</sub> yang konsisten dengan tingkat aktivitas dan tutupan vegetasi di masing-masing area. Penelitian ini memberikan gambaran penting untuk mendukung kebijakan pengurangan emisi dan perencanaan tata ruang yang berkelanjutan.

**Kata kunci :** Hutan kota , IDW, Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), Perumahan, Sistem informasi geografis (SIG)

### ABSTRACT

Carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) is the main contributor to global warming and climate change. Human activities in residential areas significantly increase CO<sub>2</sub> emissions. Green open spaces such as urban forests play a vital role in absorbing this gas through photosynthesis. This study aims to measure the concentration of CO<sub>2</sub> in the areas of Muhammad Sabki Urban Forest and Grand Kenali Residential Complex, as well as to map its spatial distribution using Geographic Information System (GIS) with the Inverse Distance Weighting (IDW) interpolation method. Data collection was conducted over three days, during three time periods (morning, noon, and afternoon), at four sampling points spaced 65 meters apart. The results show a significant difference in CO<sub>2</sub> concentrations between the two areas, with residential zones showing higher levels than the urban forest. Spatial visualization through digital maps revealed a distribution pattern consistent with the level of human activity and vegetation cover in each area. This research provides valuable insights for emission reduction strategies and sustainable spatial planning.

**Keywords :** Carbon Dioxide (CO<sub>2</sub>), Geographic information system (SIG), IDW, Residential area, Urban Forest

---

### 1. Pendahuluan

Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) menyebabkan suhu atmosfer bumi semakin meningkat yang pada akhirnya akan menyebabkan perubahan iklim seperti sekarang. Pada tahun 2030 emisi Gas Rumah Kaca (GRK) di atmosfer diperkirakan akan mengalami kenaikan 25-90% (Kementerian ESDM 2013).

Salah satu jenis dari GRK adalah Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>). CO<sub>2</sub> adalah salah satu gas yang paling banyak di atmosfer karena ini erat kaitannya dengan aktivitas manusia, seperti aktivitas perumahan. Perumahan menjadi salah satu kawasan dengan kepadatan aktivitas manusia yang tinggi, seperti kegiatan domestik, penggunaan energi, dan mobilitas, sehingga menghasilkan emisi CO<sub>2</sub> dalam jumlah yang signifikan.

Sedangkan Hutan Kota memiliki intensitas aktivitas manusia yang relatif rendah dan dengan tutupan vegetasi yang lebih baik dapat berperan sebagai penyerap emisi,

Perbedaan karakter ruang ini menjadikan sebaran CO<sub>2</sub> yang bervariasi. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh gambaran tentang sebaran CO<sub>2</sub> di kawasan Hutan Kota Muhammad Sabki dan Perumahan Grand Kenali tersebut dapat dibuat pada peta digital dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG). Interpolasi IDW dalam pemetaan CO<sub>2</sub> di Indonesia masih terbatas.

Sedangkan negara-negara lain sudah melakukannya. Studi di Wroclaw, Polandia membandingkan beberapa metode interpolasi, termasuk IDW, untuk memetakan konsentrasi CO<sub>2</sub> atmosfer selama musim vegetasi dan pemanasan. Hasilnya menunjukkan bahwa IDW efektif dalam mengidentifikasi hotspot polusi, meskipun memiliki sedikit kesalahan estimasi dibandingkan metode spline (Bezyk et al. 2021). Pada penelitian lainnya, pemetaan CO<sub>2</sub> di Ruang Terbuka Hijau Perkotaan, IDW diterapkan untuk memetakan distribusi CO<sub>2</sub> di ruang terbuka hijau perkotaan. Hasilnya menunjukkan variasi konsentrasi CO<sub>2</sub> yang dipengaruhi oleh struktur vegetasi dan aktivitas manusia di area tersebut (Jiang et al. 2023). Studi distribusi CO<sub>2</sub> Tahunan di Amerika Serikat menggunakan data satelit untuk memetakan distribusi CO<sub>2</sub> tahunan di Amerika Serikat. Meskipun menggunakan data satelit, metode interpolasi seperti IDW dapat digunakan untuk meningkatkan resolusi spasial data CO<sub>2</sub> di tingkat lokal (Uddin and Smirnov 2022).

Pemetaan CO<sub>2</sub> memiliki manfaat untuk mengidentifikasi sumber emisi memantau konsentrasi CO<sub>2</sub> dan mendukung pengembangan strategis pengurangan emisi dan mitigasi perubahan iklim. Pemetaan memungkinkan untuk menganalisis data konsentrasi CO<sub>2</sub> di berbagai lokasi seperti Hutan Kota Muhammad Sabki dan Perumahan Grand Kenali Kota Jambi.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Jenis Penelitian dan Pengambilan Sampel

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif, yaitu metode yang bertujuan untuk menggambarkan atau mendeskripsikan karakteristik suatu variabel atau fenomena berdasarkan data numerik. Pendekatan ini tidak bertujuan untuk menguji hipotesis atau menemukan hubungan kausal antar variabel, melainkan untuk memberikan gambaran kuantitatif terhadap objek yang diteliti secara sistematis dan objektif (Sugiyono, 2017). Dalam konteks penelitian ini, metode tersebut digunakan untuk mendapatkan tingkat konsentrasi gas CO<sub>2</sub> di dua lokasi berbeda, serta untuk memvisualisasikan sebaran spasialnya melalui pemetaan digital menggunakan SIG dengan metode *Inverse Distance Weighting* (IDW).

### 2.2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada dua lokasi berbeda di kota Jambi yaitu hutan kota Muhammad Sabki sebagai representasi kawasan ruang terbuka hijau (RTH) dan perumahan Grand Kenali sebagai representasi kawasan permukiman padat aktivitas.

Sampling dilakukan pada 4 titik lokasi yang membentuk garis lurus. Masing-masing jarak per titik lokasi adalah 65 meter. Keempat titik lokasi yaitu:

- Titik lokasi I awal perumahan (Longitude: 103,58367153 Latitude : -1,65148183)
- Titik lokasi II tengah perumahan (Longitude: 103,58365318 Latitude :-1,65200640)
- Titik lokasi III batas antara perumahan dan hutan kota (Longitude: 103,58363479 Latitude : -1,65259428)
- Titik lokasi IV hutan kota (Longitude : 103,58361640 Latitude :-1,65318215)

Waktu pelaksanaan penelitian berlangsung pada bulan Juni – Juli 2025 dengan pengambilan data dilakukan selama tiga hari mewakili hari kerja dan hari libur, yaitu pada hari Minggu, Senin, dan Selasa. Pengukuran dilakukan pada tiga periode waktu dalam sehari, yaitu pagi (08.00–09.00), siang (12.00–13.00), dan sore (16.00–17.00), untuk menangkap fluktuasi harian konsentrasi CO<sub>2</sub> di masing-masing lokasi.

### **2.3 Pengukuran Karbon Dioksida**

Pengukuran konsentrasi gas Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) menggunakan perangkat CO<sub>2</sub> meter digital pada keempat titik tersebut di atas. CO<sub>2</sub> meter digital diposisikan untuk membentuk garis lurus dengan memanfaatkan alat Global Positioning System (GPS), sehingga memungkinkan pemetaan spasial yang presisi terhadap distribusi konsentrasi CO<sub>2</sub> di wilayah penelitian. Lokasi setiap titik ditentukan dan dicatat menggunakan alat GPS untuk keperluan pemetaan spasial. Pengukuran CO<sub>2</sub> pada keempat titik pengamatan dilakukan selama tiga hari. Selama tiga hari tersebut pengukuran dilakukan pada pagi hari (08.00-09.00), siang hari (12.00-13.00), dan sore hari (16.00-17.00). Dalam 1 lokasi terdapat 3 sampel, penelitian ini dilakukan selama 3 hari, jadi pengukuran konsentrasi CO<sub>2</sub> di 4 lokasi selama 3 hari sebanyak 36 sampel. Tiga hari tersebut adalah pada 3 hari pada tanggal 6,7 dan 8 juli 2025.

### **2.3 Interpolasi IDW**

Interpolasi IDW dilakukan dengan pemanfaatan data sekunder berupa citra dari Google Earth . Citra ini dipergunakan untuk mendapatkan peta dasar lokasi dan menjadi tinjauan dalam aspek jenis dan karakteristik penutup lahan. Data konsentrasi CO<sub>2</sub> yang diperoleh kemudian dianalisis dan divisualisasikan menggunakan perangkat lunak ArcMap 10.8 dengan metode IDW untuk menggambarkan pola sebaran gas CO<sub>2</sub> pada kedua kawasan.

Interpolasi IDW adalah metode interpolasi spasial yang digunakan untuk memperkirakan nilai suatu titik berdasarkan

nilai-nilai dari titik-titik di sekitarnya, dengan bobot yang diberikan berbanding terbalik dengan jaraknya. Artinya, titik yang lebih dekat memiliki pengaruh lebih besar terhadap nilai yang diperkirakan daripada titik yang lebih jauh (ESRI, 2025).

### **2.4 Pemetaan hasil pola sebaran**

Pola sebaran peta digital dari kawasan Hutan Kota Muhammad Sabki dan Perumahan Grand Kenali dapat dilihat berdasarkan gradasi warna dari klasifikasi. Hasil pemetaan menunjukkan adanya perbedaan pola konsentrasi CO<sub>2</sub> antara kedua kawasan tersebut. Gradasi warna pada hasil pemetaan dengan warna kontinu dari hijau hingga merah, digunakan warna hijau karena mencerminkan nilai konsentrasi CO<sub>2</sub> rendah dan warna merah menunjukkan konsentrasi nilai CO<sub>2</sub> yang tinggi.

## **3. Hasil dan Pembahasan**

### **3.1. Konsentrasi Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>)**

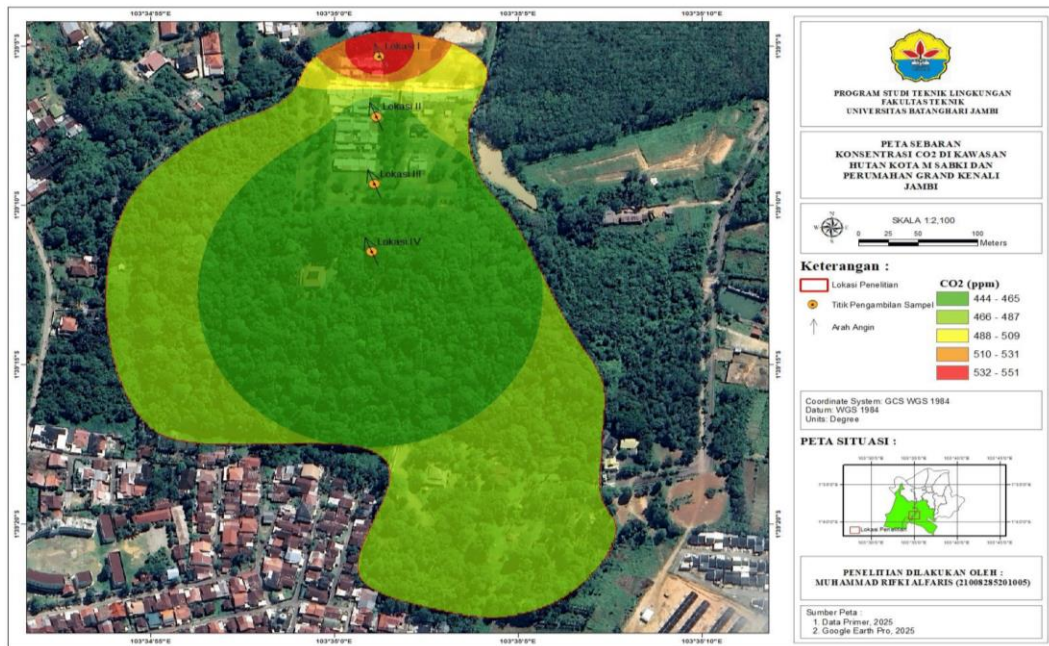
Tabel 1 menunjukkan hasil pengukuran konsentrasi CO<sub>2</sub> hari 1-3 pada titik I-IV; yang menunjukkan perubahan konsentrasinya. Pada hari pertama, konsentrasi tertinggi tercatat di titik I pada pagi hari sebesar 551 ppm, sedangkan titik lainnya menunjukkan rentang nilai antara 428–448 ppm. Hari kedua menunjukkan peningkatan pada sebagian besar titik, dengan nilai tertinggi sebesar 504 ppm (titik I siang hari). Pada hari ketiga, konsentrasi cenderung stabil, dengan kisaran antara 443–485 ppm. Secara umum, titik I cenderung memiliki nilai CO<sub>2</sub> yang lebih tinggi dibandingkan titik lainnya, dan terjadi fluktuasi antar waktu pengamatan di tiap hari.

#### **3.2.1 Sebaran CO<sub>2</sub> Hari Pertama**

Pengukuran konsentrasi CO<sub>2</sub> pada hari pertama menunjukkan konsentrasi tertinggi terdapat di lokasi I (di daerah perumahan Grand Kenali) di pagi dan sore hari. Sedangkan konsentrasi CO<sub>2</sub> terendah terukur pada titik yang berada di RTH (Hutan Kota). Sebaran konsentrasi CO<sub>2</sub> hari pertama ini dapat dilihat pada Gambar 1 (pagi hari), Gambar 2 (siang hari), Gambar 3 (sore hari).

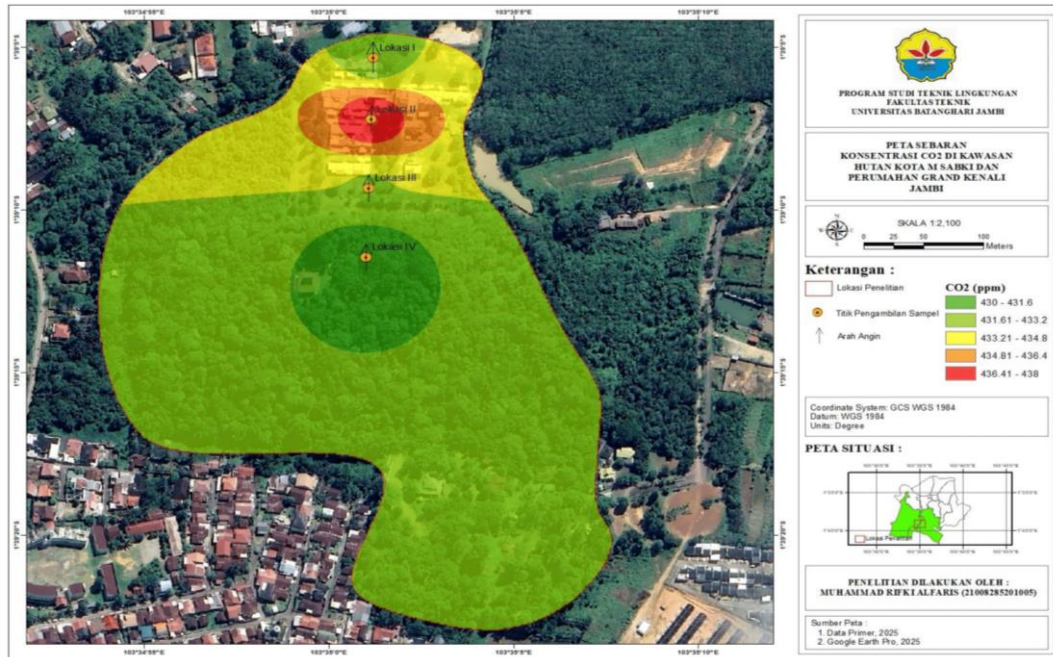
**Tabel 1 Hasil Rata – Rata Pengukuran Konsentrasi Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>)**

No	Tanggal	Lokasi	CO <sub>2</sub> (ppm)			Temp (°C)			Kecepatan (Km/Jam)		
			Pagi	Siang	Sore	Pagi	Siang	Sore	Pagi	Siang	Sore
1	6 Juli 2025	Titik I	551	432	435	29,3	32,3	33,4	10	9	5
		Titik II	448	438	433	30,3	32,7	34,2	11	8	5
		Titik III	444	433	433	30,6	32,1	32,9	11	8	5
		Titik IV	461	430	428	27,3	31,9	32,3	11	8	5
2	7 Juli 2025	Titik I	464	504	492	25,9	29,5	30,4	8	10	8
		Titik II	462	438	495	25,9	30,2	29,9	8	10	7
		Titik III	455	430	491	26,2	30,6	29	9	9	7
		Titik IV	451	427	481	25,7	30,2	29,8	10	9	8
3	8 Juli 2025	Titik I	485	455	446	27,8	31,5	31,9	8	11	8
		Titik II	472	455	450	27,9	32,5	30,1	9	11	8
		Titik III	467	452	443	29	32,8	29,8	9	11	8
		Titik IV	469	452	446	27,7	32,2	31,8	8	10	8

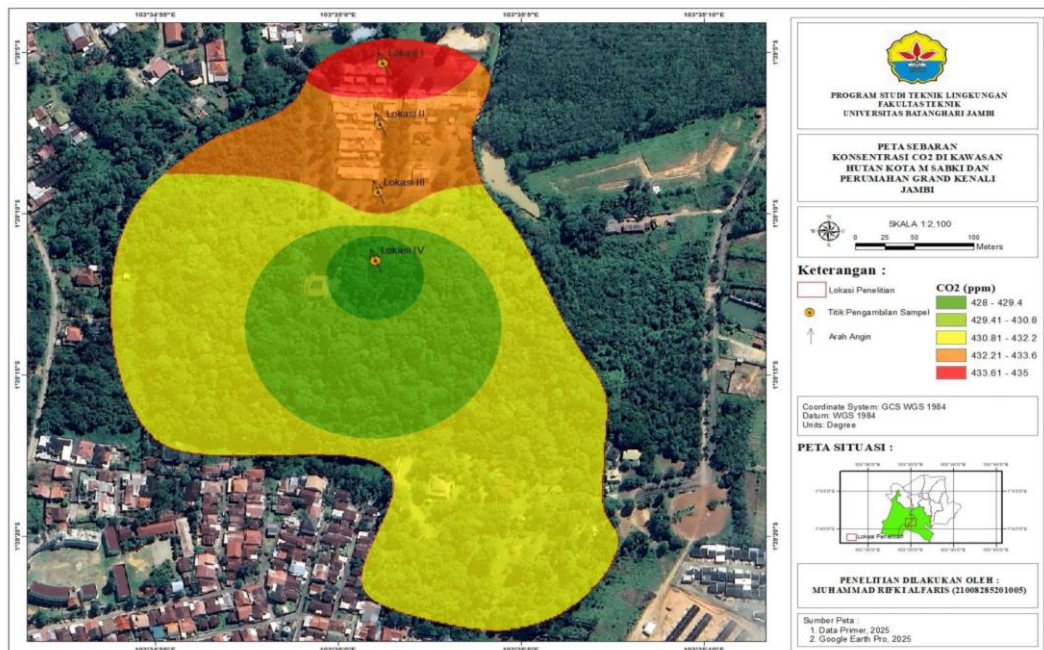


**Gambar 1 Sebaran Konsentrasi CO<sub>2</sub> Hari Pertama Pada Pagi hari di Hutan Kota Muhammad Sabki dan Perumahan Grand Kenali, Kota Jambi**

Pemetaan Sebaran Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) Kawasan Hutan Kota Muhammad Sabki dan Perumahan Grand Kenali



Gambar 2 Sebaran Konsentrasi CO<sub>2</sub> Hari Pertama Pada Siang hari di Hutan Kota Muhammad Sabki dan Perumahan Grand Kenali, Kota Jambi



Gambar 3 Sebaran Konsentrasi CO<sub>2</sub> Hari Pertama Pada Sore hari di Hutan Kota Muhammad Sabki dan Perumahan Grand Kenali, Kota Jambi

Pada hari pertama pengukuran, konsentrasi CO<sub>2</sub> memiliki pola sebagai berikut:

- Pada pagi hari, konsentrasi CO<sub>2</sub> menunjukkan nilai tertinggi sebesar 551

ppm di titik lokasi I, sedangkan nilai terendah tercatat di titik lokasi III sebesar 444 ppm. Tingginya konsentrasi di lokasi I dipengaruhi oleh minimnya ruang terbuka hijau (RTH) serta arah angin yang bergerak dari kawasan RTH menuju

wilayah permukiman, sehingga memperbesar akumulasi CO<sub>2</sub>. Sebaliknya, lokasi III yang berdekatan dengan RTH memiliki nilai yang lebih rendah karena kemampuan vegetasi menyerap CO<sub>2</sub>.

- Pada siang hari, konsentrasi tertinggi tercatat di lokasi II sebesar 438 ppm. Sedangkan nilai terendah terdapat di lokasi IV sebesar 430 ppm. Tingginya konsentrasi di lokasi II juga dipengaruhi oleh keterbatasan RTH dan arah angin yang serupa, sementara lokasi IV yang berada di dalam kawasan RTH menunjukkan nilai lebih rendah.
- Pada sore hari menunjukkan pola serupa. Lokasi I mencatat konsentrasi tertinggi sebesar 435 ppm, dan lokasi IV tetap menjadi yang terendah dengan 428 ppm. Faktor dominan pada pola ini tetap terkait dengan ketersediaan vegetasi RTH dan pengaruh arah angin lokal.

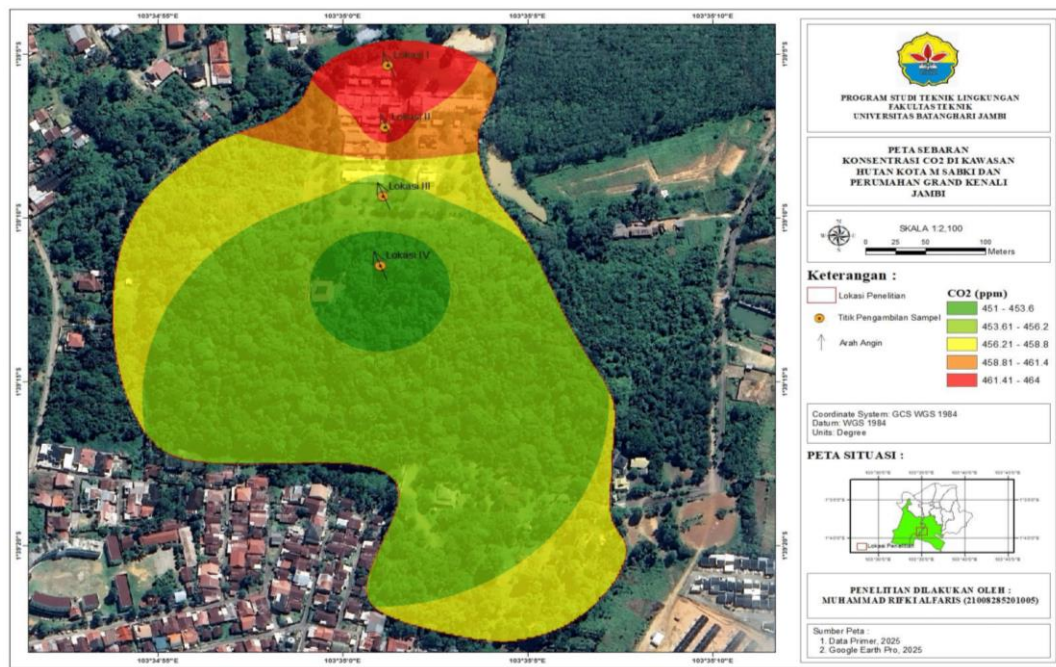
### **3.2.2 Sebaran CO<sub>2</sub> Hari Ke-dua**

Pengukuran konsentrasi CO<sub>2</sub> pada ke-dua menunjukkan pola yang sama dengan hari pertama yang menunjukkan konsentrasi tertinggi terdapat di lokasi I dan II (di daerah perumahan Grand Kenali) di pagi dan siang hari. Sedangkan konsentrasi CO<sub>2</sub> terendah terukur pada titik yang berada di RTH (Hutan Kota). Sebaran konsentrasi CO<sub>2</sub> hari ke-dua ini dapat dilihat pada Gambar 3 (pagi hari), Gambar 4 (siang hari), Gambar 5 (sore hari).

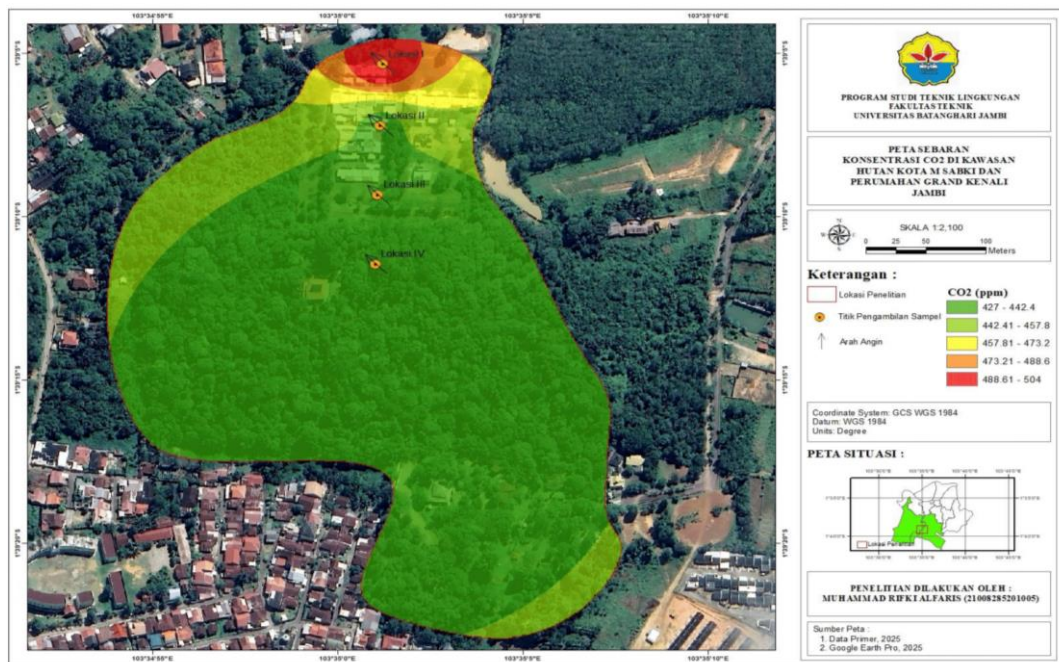
Pada hari ke-dua pengukuran, konsentrasi CO<sub>2</sub> memiliki pola sebagai berikut:

- pagi hari menunjukkan nilai tertinggi sebesar 464 ppm di lokasi I, sedangkan nilai terendah tercatat di lokasi IV sebesar 451 ppm. konsentrasi yang lebih tinggi di lokasi I disebabkan oleh minimnya ruang terbuka hijau (RTH) serta pengaruh arah angin dari kawasan RTH ke wilayah permukiman, yang menyebabkan akumulasi CO<sub>2</sub>. Sebaliknya, lokasi IV yang berada dalam kawasan RTH menunjukkan nilai lebih rendah karena peran vegetasi dalam menyerap CO<sub>2</sub>.
- Pada siang hari, lokasi I kembali mencatat konsentrasi tertinggi sebesar 504 ppm, sedangkan lokasi IV tetap menjadi yang terendah dengan 427 ppm. Faktor penyebab pola ini serupa dengan pagi hari, yaitu keterbatasan RTH dan arah angin yang membawa emisi ke permukiman.
- Pada sore hari, konsentrasi tertinggi tercatat di lokasi II sebesar 495 ppm, dan terendah tetap di lokasi IV sebesar 481 ppm. ingginya nilai di lokasi II diduga terkait dengan minimnya vegetasi dan arah angin yang membawa emisi dari aktivitas sekitar, sedangkan rendahnya konsentrasi di lokasi IV kembali dikaitkan dengan keberadaan RTH Hutan Kota yang efektif menyerap CO<sub>2</sub>.

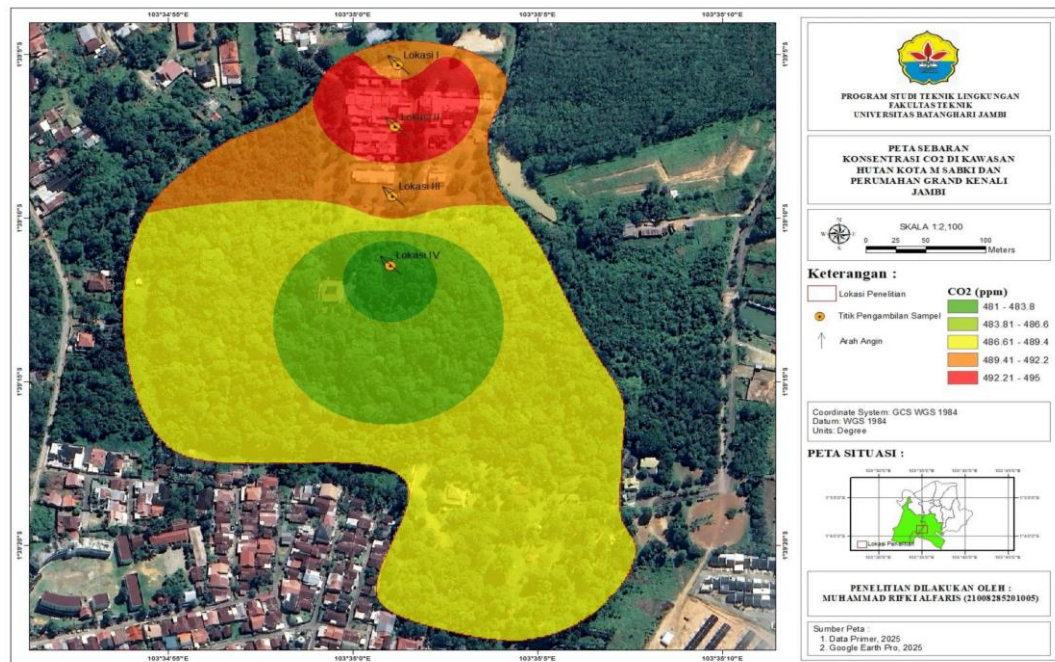
Pemetaan Sebaran Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) Kawasan Hutan Kota Muhammad Sabki dan Perumahan Grand Kenali



Gambar 4 Sebaran Konsentrasi CO<sub>2</sub> Hari Kedua Pada Pagi hari di Hutan Kota Muhammad Sabki dan Perumahan Grand Kenali, Kota Jambi



Gambar 5 Sebaran Konsentrasi CO<sub>2</sub> Hari Kedua Pada Siang hari di Hutan Kota Muhammad Sabki dan Perumahan Grand Kenali, Kota Jambi



Gambar 6 Sebaran Konsentrasi CO<sub>2</sub> Hari Kedua Pada Sore hari di Hutan Kota Muhammad Sabki dan Perumahan Grand Kenali, Kota Jambi

### 3.2.3 Sebaran Konsentrasi CO<sub>2</sub> Hari Ketiga

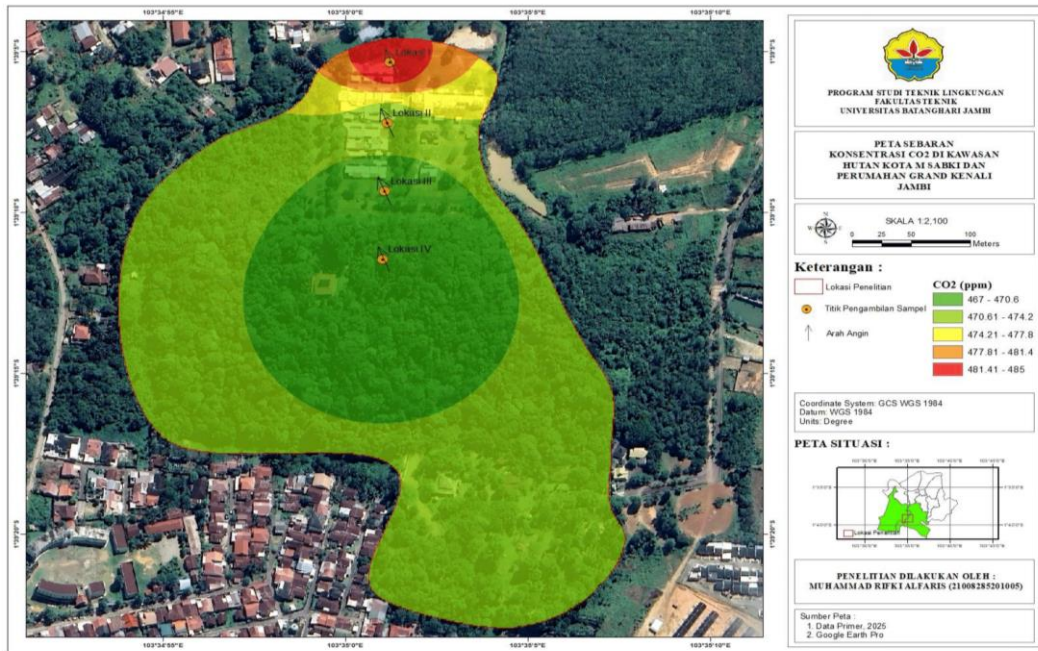
Pada hari ketiga, pengukuran CO<sub>2</sub> menunjukkan hal yang sama bahwa daerah perumahan pada lokasi I dan II memiliki konsentrasi CO<sub>2</sub> yang lebih tinggi dari konsentrasi CO<sub>2</sub> pada daerah RTH. Sebaran konsentrasi CO<sub>2</sub> hari ke-dua ini dapat dilihat pada Gambar 6 (pagi hari), Gambar 7 (siang hari), Gambar 8 (sore hari). Pada hari ke-tiga pengukuran, konsentrasi CO<sub>2</sub> memiliki pola sebagai berikut:

- Pada pagi hari, konsentrasi tertinggi di lokasi I sebesar 485 ppm, dan terendah di lokasi III sebesar 467 ppm. Tingginya konsentrasi di lokasi I disebabkan oleh minimnya ruang terbuka hijau (RTH) serta arah angin yang membawa CO<sub>2</sub> dari area vegetatif ke kawasan permukiman. Sebaliknya, lokasi III memiliki konsentrasi lebih rendah karena berdekatan dengan RTH, yang

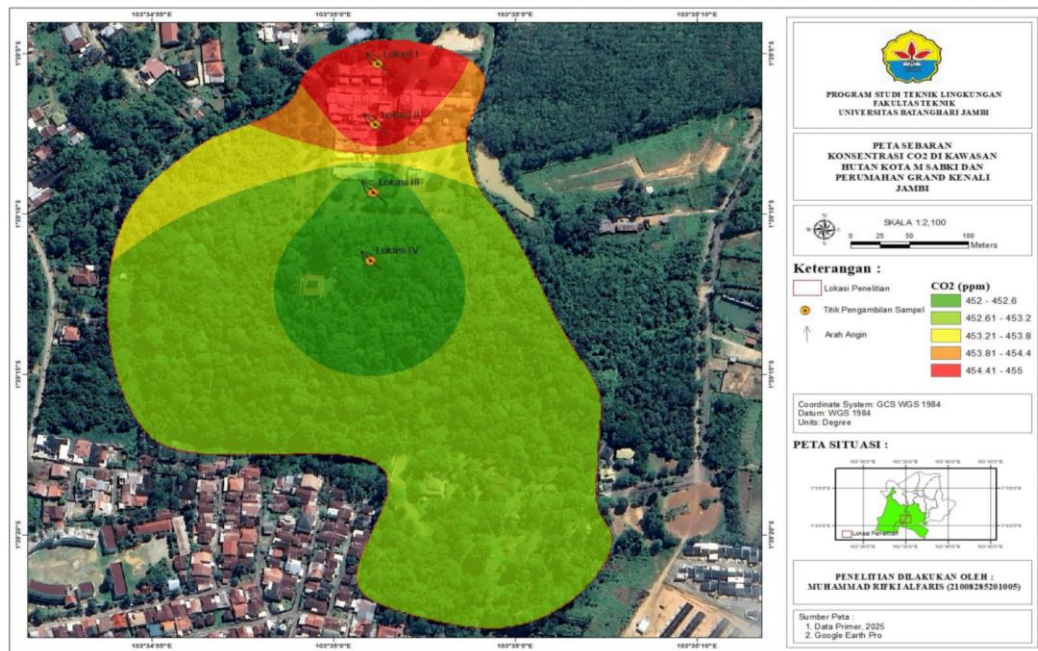
berfungsi menyerap CO<sub>2</sub> secara lebih efektif.

- Pada siang hari, lokasi I dan II mencatat konsentrasi tertinggi sebesar 455 ppm, sementara lokasi III dan IV menunjukkan nilai lebih rendah sebesar 452 ppm. Pola ini mencerminkan perbedaan tutupan lahan lokasi I dan II yang minim vegetasi cenderung menahan emisi CO<sub>2</sub>, sedangkan lokasi III dan IV yang berdekatan atau berada dalam kawasan RTH mengalami penurunan konsentrasi.
- Pada sore hari menunjukkan konsentrasi tertinggi di lokasi II sebesar 450 ppm, dan terendah di lokasi IV sebesar 443 ppm. Konsentrasi tinggi di lokasi II kembali dikaitkan dengan minimnya RTH dan arah angin dominan ke permukiman, sementara rendahnya nilai di lokasi IV disebabkan oleh keberadaan RTH Hutan Kota yang berperan dalam menyerap CO<sub>2</sub>.

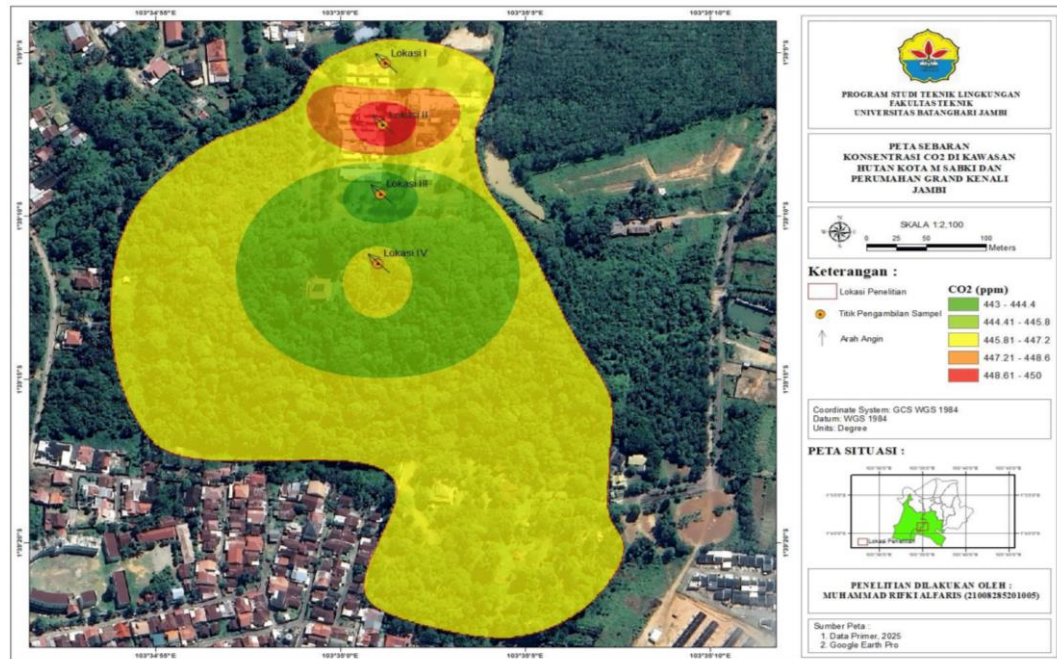
Pemetaan Sebaran Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) Kawasan Hutan Kota Muhammad Sabki dan Perumahan Grand Kenali



Gambar 7 Sebaran Konsentrasi CO<sub>2</sub> Hari Ke-tiga pada pagi hari di Hutan Kota Muhammad Sabki dan Perumahan Grand Kenali, Kota Jambi



Gambar 8 Sebaran Konsentrasi CO<sub>2</sub> Hari Ke-tiga pada siang hari di Hutan Kota Muhammad Sabki dan Perumahan Grand Kenali, Kota Jambi



Gambar 9 Sebaran Konsentrasi CO<sub>2</sub> Hari Ke-tiga pada sore hari di Hutan Kota Muhammad Sabki dan Perumahan Grand Kenali, Kota Jambi

#### Daftar Pustaka

#### 4. Kesimpulan

Penelitian ini mendapatkan bahwa konsentrasi CO<sub>2</sub> pada tiga hari pengukuran pada pagi siang dan sore hari menunjukkan sebaran konsentrasi CO<sub>2</sub> yang lebih tinggi di kawasan perumahan (Grand Kenali) daripada kawasan ruang terbuka hijau (hutan kota Muhammad Sabki), sehingga disimpulkan bahwa hutan kota Muhammad Sabki efektif berfungsi menjadi daerah serapan CO<sub>2</sub>, sehingga Penelitian ini memberikan gambaran penting untuk mendukung kebijakan pengurangan emisi dan perencanaan tata ruang yang berkelanjutan.

#### Ucapan Terima kasih

Penelitian ini merupakan bagian dari tugas akhir di Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Batanghari Jambi. Ucapan terima kasih disampaikan kepada Civitas Akademika Unibersitas Batanghari.

Esri. 2025. *How inverse distance weighted interpolation works*. <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/help/analysis/geostatistical-analyst/how-inverse-distance-weighted-interpolation-works.htm>

Jiang, Yunfang, Yangqi Liu, Yingchao Sun, and Xianghua Li. 2023. "Distribution of CO<sub>2</sub> Concentration and Its Spatial Influencing Indices in Urban Park Green Space." *Forests* 14 (7). <https://doi.org/10.3390/f14071396>.

Kementerian ESDM. 2013. "Kajian Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca Sektor Energi." *Pusat Data dan Teknologi Informasi Energi dan Sumber Daya Mineral:1-118*. [https://www.esdm.go.id/assets/media/content/Kajian\\_Inventarisasi\\_Emisi\\_Gas\\_Rumah\\_Kaca\\_Sektor\\_Energi\\_Tahun\\_2013.pdf](https://www.esdm.go.id/assets/media/content/Kajian_Inventarisasi_Emisi_Gas_Rumah_Kaca_Sektor_Energi_Tahun_2013.pdf).

Bezyk, Yaroslav, Izabela Sówka, Maciej Górka, and Jan Blachowski. 2021. "Gis-Based Approach to Spatio-Temporal

Interpolation of Atmospheric CO<sub>2</sub> Concentrations in Limited Monitoring Dataset.” *Atmosphere* 12 (3): 1–25. <https://doi.org/10.3390/atmos1203038>.

*Environmental Modeling and Assessment* 27 (1): 57–76. <https://doi.org/10.1007/s10666-021-09780-8>.

Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Uddin, Muhammad Salaha, and Oleg Smirnov. 2022. “Spatial Distribution of the Annual Atmospheric Carbon Dioxide in the Contiguous USA and Their Controlling Factors.”