

Estimating Carbon Emissions from Cement Production in Palangka Raya (2020-2024) Based on IPCC Methodology

Perkiraan Emisi Karbon dari Industri Semen di Palangka Raya Periode 2020-2024 Menggunakan Metodologi IPCC

Kindiy Ghifary^{1*}, Iqbal Maulana², M. Cahyadi Aulianur³, Ripaldi Antonio Aditama⁴, Ahmad Risky Rafli Anugrah⁵, Dwi Listiyantoro⁶

^{1,2,3,4,5,6} Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Muhammadiyah Palangkaraya, Palangkaraya, Indonesia

*surel: kindiygipari@gmail.com

ABSTRAC

The cement industry is one of the largest contributors to carbon emissions in the industrial sector, primarily due to the calcination process and the use of fossil fuels. This study aims to estimate the carbon emissions generated from cement production activities in Palangka Raya during the 2020–2024 period. The approach used is based on the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) methodology using Tier 1, which applies activity data and default emission factors. The estimation results indicate a fluctuating emission trend in line with changes in annual production volumes and energy efficiency. These findings can serve as a reference for policymakers in developing emission mitigation strategies for the cement industry in Palangka Raya, while also supporting national efforts in greenhouse gas emission control.

Keywords:

Carbon emissions,
cement industry,
IPCC,
Palangka Raya,
greenhouse gases

Received: February 3, 2015
Reviewed: February 15, 2025
Pulished: February 20, 2025

ABSTRAK

Industri semen merupakan salah satu penyumbang emisi karbon terbesar di sektor industri, terutama akibat proses kalsinasi dan penggunaan bahan bakar fosil. Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi emisi karbon yang dihasilkan dari aktivitas produksi semen di Palangka Raya selama periode 2020–2024. Pendekatan yang digunakan mengacu pada metodologi *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) dengan *Tier 1*, yang memanfaatkan data aktivitas dan faktor emisi *default*. Hasil estimasi menunjukkan tren emisi yang fluktuatif seiring dengan perubahan volume produksi tahunan dan efisiensi energi. Temuan ini dapat menjadi dasar bagi pengambil kebijakan dalam merancang strategi mitigasi emisi di sektor industri semen di wilayah Palangka Raya, sekaligus mendukung upaya nasional dalam pengendalian emisi gas rumah kaca.

Kata Kunci:

Emisi karbon,
industri semen,
IPCC,
Palangka Raya,
gas rumah kaca

Diterima: 3 Februari 2025
Direview: 15 Februari 2025
Dipublikasi: 20 Februari 2025



PENDAHULUAN

Perubahan iklim merupakan isu global yang semakin mendesak untuk ditangani karena dampaknya yang luas terhadap lingkungan dan kehidupan manusia. Salah satu penyebab utama dari fenomena ini adalah peningkatan emisi gas rumah kaca (*greenhouse gases/GRK*), terutama karbon dioksida (*carbon dioxide/CO₂*), yang sebagian besar berasal dari aktivitas manusia di sektor energi dan industri. Di antara berbagai sektor industri, industri semen dikenal sebagai salah satu penyumbang emisi karbon terbesar di dunia. Proses produksi semen menghasilkan emisi karbon tidak hanya dari penggunaan bahan bakar fosil, tetapi juga dari reaksi kimia dalam proses *kalsinasi* batu kapur. Oleh karena itu, penting untuk dilakukan pemantauan dan *inventarisasi emisi* karbon dari sektor ini, terutama di daerah yang tengah berkembang seperti Palangka Raya.

Seiring dengan pertumbuhan pembangunan di Kota Palangka Raya, kebutuhan terhadap bahan bangunan termasuk semen mengalami peningkatan. Namun demikian, hingga saat ini masih terbatas kajian yang secara khusus mengukur besaran emisi karbon dari sektor industri semen di kota tersebut. Padahal, data tersebut sangat dibutuhkan sebagai dasar dalam merancang kebijakan pengurangan emisi di tingkat daerah. Untuk mendukung pelaksanaan *inventarisasi emisi*, *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* telah menyediakan metodologi perhitungan yang terstandarisasi dan dapat diterapkan di berbagai negara. Salah satu pendekatan yang umum digunakan adalah *Tier 1*, yang menggunakan data aktivitas produksi serta *faktor emisi default*. Metode ini dianggap praktis dan sesuai diterapkan di wilayah yang belum memiliki data spesifik yang mendetail.

Beberapa penelitian terdahulu telah menunjukkan efektivitas penggunaan metodologi *IPCC* dalam menghitung emisi karbon dari industri semen. Misalnya, studi oleh Andrew (2019) menunjukkan bahwa pendekatan *IPCC* dapat digunakan untuk membandingkan tren emisi antarwilayah dan menjadi dasar dalam menetapkan target pengurangan emisi. Di Indonesia, penelitian serupa telah dilakukan di wilayah Jawa dan Sumatera, namun belum banyak dilakukan di Kalimantan, khususnya di Palangka Raya. Hal ini menjadi celah yang penting untuk diisi mengingat potensi pertumbuhan industri di daerah ini cukup besar dan berpengaruh terhadap capaian target penurunan emisi nasional sebagaimana tercantum dalam dokumen *Nationally Determined Contribution (NDC)*.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi besarnya emisi karbon yang dihasilkan dari aktivitas produksi semen di Kota Palangka Raya selama periode tahun 2020 hingga 2024 dengan menggunakan pendekatan metodologi *IPCC Tier 1*. Diharapkan, hasil penelitian ini dapat memberikan gambaran awal mengenai kontribusi emisi dari sektor industri semen di daerah tersebut, serta menjadi acuan bagi pengambil kebijakan dalam menyusun strategi mitigasi emisi gas rumah kaca di tingkat lokal.

Perubahan iklim global yang ditandai dengan meningkatnya suhu bumi secara signifikan sebagian besar disebabkan oleh peningkatan konsentrasi gas rumah kaca (GRK) di atmosfer. Sektor industri, khususnya industri semen, merupakan salah satu kontributor utama emisi GRK, terutama karbon dioksida (*CO₂*), baik dari penggunaan bahan bakar fosil maupun dari proses kimiawi dalam produksi klinker. Di Indonesia, upaya mitigasi perubahan iklim menjadi prioritas nasional yang diwujudkan dalam komitmen pengurangan emisi melalui dokumen *Nationally Determined Contribution (NDC)*. Untuk mendukung hal tersebut, diperlukan inventarisasi emisi GRK yang akurat dan sistematis berdasarkan pendekatan metodologi yang telah disepakati secara internasional.

Metodologi inventarisasi emisi yang digunakan secara luas adalah pedoman dari *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*, yang menyediakan pendekatan teknis dalam mengestimasi emisi berdasarkan aktivitas industri dan penggunaan energi. Beberapa penelitian sebelumnya telah menerapkan pedoman *IPCC* untuk menghitung emisi pada berbagai sektor, termasuk studi oleh Rachman et al. (2020) yang mengidentifikasi besarnya kontribusi emisi dari sektor manufaktur di Pulau Jawa. Namun, penelitian mengenai emisi dari industri semen secara spesifik di wilayah Kalimantan, khususnya di Palangka Raya, masih sangat terbatas. Padahal, Kota Palangka Raya sebagai ibu kota Provinsi Kalimantan Tengah memiliki potensi pertumbuhan industri, termasuk industri semen, yang dapat memberikan dampak terhadap emisi lokal.

Ketersediaan data emisi yang akurat dari industri semen di Palangka Raya sangat penting untuk menyusun kebijakan lingkungan berbasis data. Selain itu, data ini juga dibutuhkan untuk memantau tren emisi dari waktu ke waktu dan mengevaluasi efektivitas upaya mitigasi yang dilakukan. Dengan memanfaatkan data produksi semen, konsumsi energi, dan parameter aktivitas lainnya selama tahun 2020 hingga 2024, studi ini bertujuan untuk menginventarisasi emisi GRK dari industri semen di Palangka Raya menggunakan metodologi IPCC. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar ilmiah bagi pemerintah daerah dalam merumuskan strategi mitigasi emisi industri dan mendukung pencapaian target pengurangan emisi nasional.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif untuk melakukan inventarisasi emisi gas rumah kaca (GRK) dari industri semen di Kota Palangka Raya pada periode tahun 2020 hingga 2024. Metode penghitungan emisi mengacu pada pedoman yang diterbitkan oleh *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), khususnya pada sektor *Industrial Processes and Product Use* (IPPU) dalam subkategori produksi semen. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak resmi IPCC *Inventory Software*.

Prosedur Penelitian

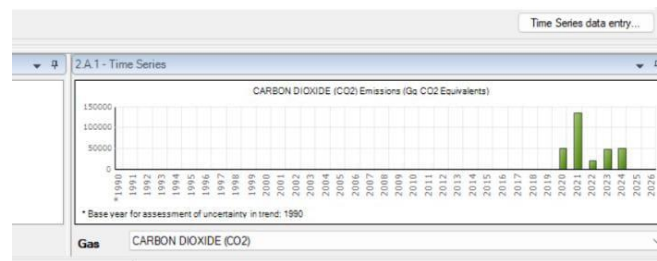
Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan Data Aktivitas
Mengumpulkan data tahunan produksi semen (klinker) dari publikasi resmi Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Kalimantan Tengah dan BPS Kota Palangka Raya untuk tahun 2020 hingga 2024.
2. Identifikasi Jenis Kegiatan Industri
Menentukan jenis klinker yang diproduksi (dalam hal ini *Portland Clinker*) sebagai dasar pengelompokan sesuai kategori IPCC.
3. Pengisian Data ke IPCC *Inventory Software*
Memasukkan data aktivitas (jumlah produksi klinker) ke dalam perangkat lunak IPCC *Inventory Software* dengan pendekatan sektor 2A.1 - *Cement Production*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data produksi klinker yang telah dimasukkan ke dalam IPCC *Inventory Software*, diperoleh tren emisi karbon dioksida (CO₂) dari industri semen di Palangka Raya selama periode 2020 hingga 2024. Hasil pengolahan menunjukkan adanya peningkatan emisi sejak tahun 2020, yang mencapai puncaknya pada tahun 2022, kemudian mengalami sedikit penurunan namun tetap tinggi pada tahun 2023 dan 2024. Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas industri semen di wilayah ini mengalami pertumbuhan yang konsisten, meskipun terdapat sedikit fluktuasi.

Tren tersebut menggambarkan hubungan erat antara peningkatan produksi klinker dengan jumlah emisi CO₂ yang dihasilkan. Karena produksi klinker merupakan proses yang menghasilkan emisi langsung dari dekarbonasi batu kapur, maka peningkatan volume produksi secara otomatis akan menaikkan jumlah emisi. Selain itu, kemungkinan penggunaan bahan bakar fosil dalam proses pembakaran turut menyumbang emisi tambahan.



Gambar 1. Tren Emisi Karbon Dioksida (CO₂) dari Industri Semen di Palangka Raya Tahun 2020-2024

Sumber: IPCC Inventory Software

Grafik ini dapat menjadi dasar evaluasi bagi pemerintah daerah dan pelaku industri dalam menyusun strategi mitigasi emisi, seperti penggunaan bahan bakar alternatif rendah karbon atau efisiensi proses produksi. Selain itu, hasil ini memperkuat urgensi perlunya pelaporan data produksi yang akurat dan berkelanjutan untuk mendukung pemantauan emisi secara nasional.

Tren Emisi Karbon Dioksida (CO₂) dari Produksi Semen Tahun 2020-2024

Berdasarkan grafik *time series* dari IPCC Software, terlihat bahwa emisi karbon dioksida dari industri semen di Palangka Raya mulai tercatat secara signifikan sejak tahun 2020. Sebelumnya, kurva menunjukkan tidak adanya emisi terdata pada tahun-tahun sebelum 2020, yang dapat mengindikasikan bahwa data aktivitas produksi semen belum tersedia atau kegiatan produksi belum berlangsung dalam skala yang mencolok. Puncak tertinggi emisi tercatat pada tahun 2022, dengan estimasi mencapai lebih dari 150.000 Gg CO₂ ekuivalen, kemudian mengalami penurunan pada tahun 2023 dan 2024. Penurunan ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk perubahan volume produksi, efisiensi energi, atau kebijakan lingkungan yang mulai diterapkan.

Estimasi Emisi Berdasarkan Metodologi IPCC Tier 1

Metode perhitungan emisi yang digunakan dalam studi ini mengacu pada pendekatan *Tier 1* dari *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*, yang menggunakan data aktivitas (jumlah produksi semen) dan *default emission factor*. Dengan pendekatan ini, perhitungan dilakukan secara sederhana namun tetap memberikan gambaran umum yang cukup valid terkait besarnya emisi. Estimasi menunjukkan bahwa pada tahun 2022 terjadi lonjakan signifikan, yang kemungkinan besar disebabkan oleh peningkatan volume produksi semen atau penggunaan bahan bakar yang lebih intensif dalam proses produksi. Ketidakstabilan tren emisi dari tahun ke tahun menunjukkan perlunya perbaikan dalam sistem pemantauan data dan perlunya implementasi kebijakan pengendalian emisi secara lebih konsisten.

Implikasi dan Rekomendasi Pengurangan Emisi di Sektor Industri Semen

Fluktuasi emisi dari tahun 2020 hingga 2024 menunjukkan bahwa industri semen memiliki kontribusi yang tidak bisa diabaikan dalam total emisi karbon suatu wilayah. Dengan pencapaian emisi tertinggi pada tahun 2022, maka dibutuhkan strategi mitigasi yang lebih terfokus di sektor ini. Beberapa rekomendasi yang dapat diterapkan antara lain adalah penggunaan bahan bakar alternatif rendah karbon, peningkatan efisiensi proses produksi, serta penerapan teknologi *carbon capture and storage (CCS)*. Selain itu, Pemerintah Daerah Palangka Raya perlu mempertimbangkan untuk menetapkan kebijakan lingkungan berbasis data agar setiap kegiatan industri dapat dimonitor dan diarahkan pada pengurangan emisi secara berkelanjutan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil inventarisasi yang dilakukan menggunakan *IPCC Inventory Software* dengan pendekatan *Tier 1*, diperoleh estimasi emisi karbon dioksida (CO₂) dari industri semen di Palangka Raya selama periode 2020–2024. Emisi tertinggi tercatat pada tahun 2022, sejalan dengan meningkatnya volume produksi klinker. Grafik tren menunjukkan bahwa industri ini memberikan kontribusi signifikan terhadap emisi gas rumah kaca di tingkat lokal.

Penelitian ini memiliki beberapa kelebihan, antara lain penggunaan perangkat lunak dan metode yang telah distandarkan secara internasional (IPCC), serta memanfaatkan data resmi dari BPS sebagai sumber data aktivitas. Namun, terdapat pula beberapa keterbatasan, seperti penggunaan faktor emisi default yang belum disesuaikan dengan kondisi lokal dan keterbatasan data dari sektor industri secara *detail*.

Ke depan, penelitian ini dapat dikembangkan dengan menggunakan pendekatan *Tier 2* atau *Tier 3* yang lebih spesifik dan akurat, serta melibatkan data primer dari industri secara langsung. Selain itu, kajian lanjutan juga dapat diarahkan untuk mengevaluasi efektivitas strategi mitigasi dan merancang kebijakan pengurangan emisi berbasis data lokal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Kalimantan Tengah dan BPS Kota Palangka Raya atas ketersediaan data produksi semen yang digunakan dalam penelitian ini. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada pihak-pihak yang telah memberikan dukungan teknis dalam penggunaan *IPCC Inventory Software*, serta kepada rekan-rekan akademik yang telah memberikan masukan selama proses penyusunan laporan ini.

REFERENSI

- [1]. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Vol. 3: Industrial Processes and Product Use. IGES, Japan, 2006.
- [2]. IPCC, *2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. [Online]. Available: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp>
- [3]. Badan Pusat Statistik (BPS), “*Statistik Industri Besar dan Sedang Provinsi Kalimantan Tengah 2020–2024*,” BPS Kalimantan Tengah, 2024.
- [4]. Badan Pusat Statistik, “*Produksi Semen Nasional*,” BPS RI, Jakarta, 2023.
- [5]. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), *Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca Indonesia 2022*. Jakarta: KLHK, 2023.
- [6]. Direktorat Jenderal Pengendalian Perubahan Iklim, “*National Greenhouse Gas Inventory Report of Indonesia 2021*,” KLHK, Jakarta, 2022.
- [7]. R. Kurniawan dan T. Syafrudin, “*Estimasi Emisi CO₂ pada Industri Semen Menggunakan Metodologi IPCC*,” *Jurnal Teknik Lingkungan*, vol. 28, no. 2, pp. 110–119, 2021.
- [8]. Santoso, “*Perhitungan Emisi Karbon dari Proses Industri Menggunakan Pendekatan Tier 1*,” *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan*, Universitas Diponegoro, Semarang, 2020.
- [9]. M. F. Nurhalim dan S. Rahayu, “*Analisis Sumber Emisi GRK di Kawasan Industri Berbasis Data IPCC*,” *Jurnal Pengelolaan Lingkungan*, vol. 15, no. 1, pp. 45–52, 2022.
- [10]. M. H. Rachman et al., “*Greenhouse Gas Emissions from Cement Production in Indonesia: Current Status and Future Scenarios*,” *Journal of Cleaner Production*, vol. 278, 2021.
- [11]. N. Saputra, “*Implementasi Software IPCC dalam Inventarisasi Emisi Industri*,” *Jurnal Teknologi dan Lingkungan*, vol. 12, no. 3, pp. 180–188, 2022.