

ANALISIS POTENSI EMISI GAS RUMAH KACA PADA PEMBANGUNAN JEMBATAN BH314A MENGUNAKAN METODE *INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC)*

Kevin Yunan Fadillah
Prodi Teknologi Bangunan dan
Jalur Perkeretaapian
Politeknik Perkeretaapian
Indonesia
Jl. Tirta Raya, Pojok, Nambangan
Lor, Kec. Manguharjo,
Kab. Madiun, Jawa Timur 63161

Yuwono Wiarco¹
Politeknik Perkeretaapian
Indonesia
Jl. Tirta Raya, Pojok, Nambangan
Lor, Kec. Manguharjo,
Kab. Madiun, Jawa Timur 63161

Puspita Dewi
Politeknik Perkeretaapian
Indonesia
Jl. Tirta Raya, Pojok, Nambangan
Lor, Kec. Manguharjo,
Kab. Madiun, Jawa Timur 63161

Abstract

Greenhouse gas emissions in Indonesia will continue to increase in 2021-2030. This is due to the increasing use of fuel oil (BBM), gas, and coal in the energy sector. The energy sector is one of the largest global contributors to greenhouse gas emissions. This research was conducted on the construction of the Solo - Semarang Phase 1 Double Track Railway in package 5, one of which was building the BH314A bridge, which in its implementation used heavy oil-fueled equipment that would cause greenhouse gas emissions. This study uses the calculation guidelines in the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 2019 and data from the inventory of greenhouse gas emissions in the energy sector. This study concludes that the construction of the BH314A bridge requires a total energy of 58,971 tons of joules (TJ) and emits a total greenhouse gas emission of 19,715,802 tonsCO₂.eq and emits 0.08 tons of sulfur dioxide.

Keywords: environment, greenhouse gas emissions, energy sector, construction works, railway bridge

Abstrak

Emisi gas rumah kaca di Indonesia diperkirakan terus meningkat pada tahun 2021-2030. Hal ini disebabkan karena terus meningkatnya penggunaan bahan bakar minyak (BBM), gas, dan batu bara pada sektor energi. Sektor energi merupakan salah satu penyumbang emisi gas rumah kaca terbesar dalam lingkup global. Penelitian ini dilakukan pada kegiatan pembangunan Jalur Ganda Kereta Api Solo-Semarang Fase 1 di paket 5 yang salah satu pekerjaannya membangun jembatan BH314A yang dalam pelaksanaannya menggunakan alat berat berbahan bakar minyak yang akan menyebabkan emisi gas rumah kaca. Pada penelitian ini menggunakan pedoman perhitungan yang terdapat pada Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) tahun 2019 dan juga data dari inventarisasi emisi gas rumah kaca pada sektor energi. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa pada kegiatan pembangunan jembatan BH314A membutuhkan energi total sebesar 58.971 ton joule (TJ) dan mengeluarkan total emisi gas rumah kaca sebesar 19.715.802 tonCO₂.eq serta mengeluarkan emisi sulfur dioksida sebesar 0,08 ton.

Kata Kunci: lingkungan, emisi gas rumah kaca, sektor energi, pekerjaan konstruksi, jembatan kereta api

PENDAHULUAN

Perubahan iklim telah menjadi persoalan global dan untuk mengatasinya melibatkan berbagai negara dan berbagai disiplin ilmu (Fauziawan, 2018). Gas rumah kaca (GRK), seperti karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), dan nitrogen oksida (N₂O) merupakan gas di atmosfer yang berfungsi menyerap radiasi infra merah dan ikut menentukan suhu atmosfer

¹ Corresponding author: yuwono@ppi.ac.id

(Pemerintah Kota Surabaya, 2019). Salah satu sektor yang memiliki potensi besar dalam menghasilkan emisi GRK adalah sektor konstruksi infrastruktur, termasuk pembangunan jembatan (Triwijaya *et al.*, 2023). Pembangunan adalah kegiatan yang bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan dan kemakmuran seluruh lapisan masyarakat, karena itu setiap kegiatan pembangunan adalah ditujukan untuk memperbaiki atau menciptakan sesuatu yang baru bagi kepentingan masyarakat luas (Abdurahman, 2018). Sementara, Jembatan merupakan bangunan yang digunakan untuk menyambungkan dua belah sisi yang terputus akibat adanya suatu rintangan seperti jurang, sungai, atau bahkan jalan raya (W, Handayani and Setyawan, 2022). Pembangunan jembatan ini diharapkan akan memberikan manfaat signifikan dalam hal konektivitas dan mobilitas bagi masyarakat dan sektor ekonomi di wilayah yang terhubung. Namun, pembangunan jembatan juga berpotensi menghasilkan emisi GRK yang signifikan, baik langsung maupun tidak langsung, dari berbagai sumber seperti penggunaan alat berat, transportasi material, dan material konstruksi yang digunakan (Trihatmojo, Sudarmanta and Muraza, 2023). Dalam konteks ini, penting untuk melakukan analisis menyeluruh terhadap dampak emisi GRK yang dihasilkan selama pembangunan jembatan BH314A. Analisis ini akan memberikan gambaran tentang kontribusi proyek konstruksi terhadap emisi GRK dan dampaknya terhadap perubahan iklim dan lingkungan. Oleh karena itu, penelitian ini akan mengadopsi pendekatan yang disusun oleh *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* pada tahun 2019.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* yang merupakan badan PBB untuk mengevaluasi ilmu pengetahuan terkait perubahan iklim (Pavel Shernamau, 2019). IPCC menentukan keadaan pengetahuan tentang perubahan iklim dan mengidentifikasi di mana ada kesepakatan dalam komunitas ilmiah tentang topik terkait perubahan iklim dan di mana penelitian lebih lanjut diperlukan. IPCC tidak melakukan penelitian sendiri, tetapi laporan-laporan IPCC netral, relevan kebijakan tetapi tidak bersifat preskriptif. Laporan ini merupakan masukan kunci dalam negosiasi internasional untuk mengatasi perubahan iklim (Kementerian Lingkungan Hidup, 2012).

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengukur jumlah emisi GRK yang dihasilkan selama pembangunan jembatan BH314A, serta memperhitungkan potensi dampaknya terhadap perubahan iklim dan lingkungan di sekitar wilayah proyek. Hasil analisis ini diharapkan dapat memberikan informasi yang berharga bagi para pembaca, seperti pihak pengembang, pemerintah daerah, dan masyarakat, dalam mengambil keputusan yang berkelanjutan dan ramah lingkungan dalam proyek pembangunan infrastruktur. Dengan memahami dampak emisi GRK dari pembangunan jembatan BH314A, langkah-langkah pengurangan dan mitigasi dapat dirancang untuk mengurangi jejak karbon proyek dan berkontribusi pada upaya global dalam memitigasi perubahan iklim. Selain itu, penelitian ini juga dapat memberikan wawasan bagi pengembangan proyek konstruksi berkelanjutan di masa depan, sehingga dapat diimplementasikan dengan mempertimbangkan aspek lingkungan dan dampaknya terhadap perubahan iklim.

METODE PENELITIAN

Metode Pengolahan Data

Pengolahan data pada penelitian ini dilakukan dengan cara mengidentifikasi kurva s dan metode kerja pada kegiatan pekerjaan pembangunan jembatan BH314A yang selanjutnya akan dilakukan identifikasi lanjutan terkait mengidentifikasi konsumsi bahan bakar alat berat berupa solar pada kegiatan pekerjaan pembangunan jembatan BH314A

Metode Analisis Data

Langkah pertama pada analisis data ini yaitu menghitung konsumsi energi dengan satuan ton joule (TJ) menggunakan rumus yang diambil dari pedoman perhitungan IPCC 2019 dan juga inventarisasi data gas rumah kaca pada sektor energi, seperti rumus berikut:

$$\text{Konsumsi solar (Liter)} \times \text{NCV (TJ/Liter)} \quad (1)$$

Untuk menghitung emisi CO₂, CH₄, N₂O dan SO₂ yang dihasilkan pada kegiatan pekerjaan jembatan BH314A menggunakan satuan ton. Rumus perhitungan dan faktor emisi ini diambil dari aplikasi IPCC 2019 dan juga inventarisasi data gas rumah kaca pada sektor energi yang dikeluarkan oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Manusia. Berikut merupakan rumus yang dipakai:

a. Emisi Karbondioksida

$$\text{Konsumsi Energi (TJ)} \times \text{Faktor Emisi CO}_2 \quad (2)$$

b. Emisi Gas Metana

$$\text{Konsumsi Energi (TJ)} \times \text{Faktor Emisi CH}_4 \quad (3)$$

c. Emisi Nitrogen Dioksida

$$\text{Konsumsi Energi (TJ)} \times \text{Faktor Emisi N}_2\text{O} \quad (4)$$

d. Emisi Sulfur Dioksida

$$\text{Konsumsi Energi (TJ)} \times \text{Faktor Emisi SO}_2 \quad (5)$$

Untuk menghitung total gas rumah kaca pada kegiatan pembangunan jembatan BH 314A digunakan rumus yang diambil pada pedoman perhitungan gas rumah kaca pada Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Berikut merupakan cara menghitung gas rumah kaca dengan cara menkonversikan emisi karbon dioksida (CO₂), gas metana (CH₄), dinitrogen oksida (N₂O) dengan satuan ton yang nantinya akan diubah menjadi satuan tonCO₂.eq dengan rumus berikut:

$$\text{GWP} = \text{Emisi CO}_2(\text{ton}) + \text{emisi CH}_4(\text{ton}) \times 21 + \text{emisi N}_2\text{O}(\text{ton}) \times 310 \quad (6)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsumsi Energi

Tabel 1. Hasil perhitungan konsumsi energi

No.	Uraian Pekerjaan	Alat Berat	Konsumsi Energi (TJ)
1.	Tes PDA	Excavator komatsu PC 200 Crane XCMG	0,25
2.	Galian tanah struktur	Excavator komatsu PC 200 Dump truck isuzu	33.482
3.	Pengeboran dan pengecoran <i>bore pile</i>	Mesin <i>bore pile</i> SR-125V sany Crane XCMG Truck mixer hino ranger FM 260	11.097
4.	Pengecoran lantai kerja	Excavator kobelco SK200 Truck mixer hino ranger FM 260	21,87
5.	Pengecoran pilecap	Concrete pump ECP56CS-5 Truck mixer hino ranger FM 260 Crane XCMG	13.835
6.	Pengecoran pier dan abutment	Excavator komatsu PC 200 Concrete pump ECP56CS-5	535

Berdasarkan tabel di atas tersebut dihasilkan untuk konsumsi energi dari setiap kegiatan pekerjaan pembangunan jembatan BH314A yang selanjutnya akan dijumlahkan agar mendapatkan hasil yaitu jumlah konsumsi energi dari pekerjaan pembangunan jembatan BH314A dan setelah dilakukan penjumlahan pada setiap pekerjaannya dihasilkan konsumsi energi pada kegiatan pekerjaan pembangunan jembatan BH314A keseluruhannya yaitu 56.971 TJ.

Emisi Karbon Dioksida

Tabel 2. Hasil perhitungan emisi karbon dioksida

No.	Uraian Pekerjaan	Alat Berat	Emisi Karbon dioksida (CO ₂) (Ton)
1.	Tes PDA	Excavator komatsu PC 200 Crane XCMG	10,82
2.	Galian tanah struktur	Excavator komatsu PC 200 Dump truck isuzu	1.450.760
3.	Pengeboran dan pengecoran <i>bore pile</i>	Mesin <i>bore pile</i> SR-125V sany Crane XCMG Truck mixer hino ranger FM 260	480.842
4.	Pengecoran lantai kerja	Excavator kobelco SK200 Truck mixer hino ranger FM 260	947,66
5.	Pengecoran pilecap	Concrete pump ECP56CS-5 Truck mixer hino ranger FM 260 Crane XCMG	599.470
6.	Pengecoran pier dan abutment	Excavator komatsu PC 200 Concrete pump ECP56CS-5	23.186

Berdasarkan tabel 2 emisi karbon dioksida di atas dihasilkan untuk emisi karbon dioksida (CO_2) dari setiap kegiatan pekerjaan pembangunan jembatan BH314A yang selanjutnya akan dijumlahkan agar mendapatkan hasil yaitu total emisi karbon dioksida (CO_2) dari pekerjaan pembangunan jembatan BH314A dan setelah dilakukan penjumlahan pada setiap pekerjaannya, lalu didapatkan hasil emisi karbon dioksida pada kegiatan pekerjaan pembangunan jembatan BH314A keseluruhannya yaitu 2.555.217 ton.

Emisi Gas Metana

Tabel 3. Hasil perhitungan emisi gas metana

No.	Uraian Pekerjaan	Alat Berat	Emisi Gas Metana(CH_4) (Ton)
1.	Tes PDA	Excavator komatsu PC 200 Crane XCMG	1,25
2.	Galian tanah struktur	Excavator komatsu PC 200 Dump truck isuzu	167.408
3.	Pengeboran dan pengecoran bore pile	Mesin bore pile SR-125V sany Crane XCMG Truck mixer hino ranger FM 260	55.486
4.	Pengecoran lantai kerja	Excavator kobelco SK200 Truck mixer hino ranger FM 260	109,35
5.	Pengecoran pilecap	Concrete pump ECP56CS-5 Truck mixer hino ranger FM 260 Crane XCMG	69.175
6.	Pengecoran pier dan abutment	Excavator komatsu PC 200 Concrete pump ECP56CS-5	2.675

Berdasarkan tabel 3 emisi gas metana di atas dihasilkan untuk emisi gas metana (CH_4) dari setiap kegiatan pekerjaan pembangunan jembatan BH314A yang selanjutnya akan dijumlahkan agar mendapatkan hasil yaitu total emisi gas metana (CH_4) dari pekerjaan pembangunan jembatan BH314A dan setelah dilakukan penjumlahan pada setiap pekerjaannya, lalu didapatkan hasil emisi gas metana pada kegiatan pekerjaan pembangunan jembatan BH314A keseluruhannya yaitu 294.855 ton.

Emisi nitrogen dioksida

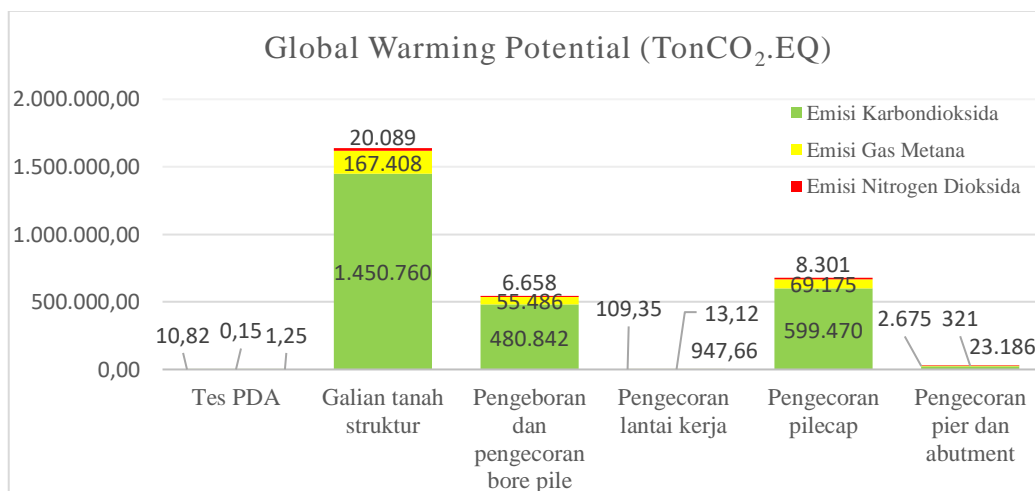
Tabel 4. Hasil perhitungan emisi nitrogen dioksida

No.	Uraian Pekerjaan	Alat Berat	Emisi Nitrogen Dioksida (N_2O) (Ton)
1.	Tes PDA	Excavator komatsu PC 200 Crane XCMG	0,15
2.	Galian tanah struktur	Excavator komatsu PC 200 Dump truck isuzu	20.089
3.	Pengeboran dan pengecoran bore pile	Mesin bore pile SR-125V sany Crane XCMG Truck mixer hino ranger FM 260	6.658
4.	Pengecoran lantai kerja	Excavator kobelco SK200 Truck mixer hino ranger FM 260	13,12

No.	Uraian Pekerjaan	Alat Berat	Emisi Nitrogen Dioksida (N ₂ O) (Ton)
5.	Pengecoran pilecap	Concrete pump ECP56CS-5 Truck mixer hino ranger FM 260 Crane XCMG	8.301
6.	Pengecoran pier dan abutment	Excavator komatsu PC 200 Concrete pump ECP56CS-5	321

Berdasarkan tabel 4 emisi nitrogen dioksida di atas dihasilkan untuk emisi gas nitrogen dioksida dari setiap kegiatan pekerjaan pembangunan jembatan BH314A yang selanjutnya akan dijumlahkan agar mendapatkan hasil yaitu total emisi nitrogen dioksida dari pekerjaan pembangunan jembatan BH314A dan setelah dilakukan penjumlahan pada setiap pekerjaannya, lalu didapatkan hasil emisi nitrogen dioksida pada kegiatan pekerjaan pembangunan jembatan BH314A keseluruhannya yaitu 35.383 ton.

Global Warming Potential

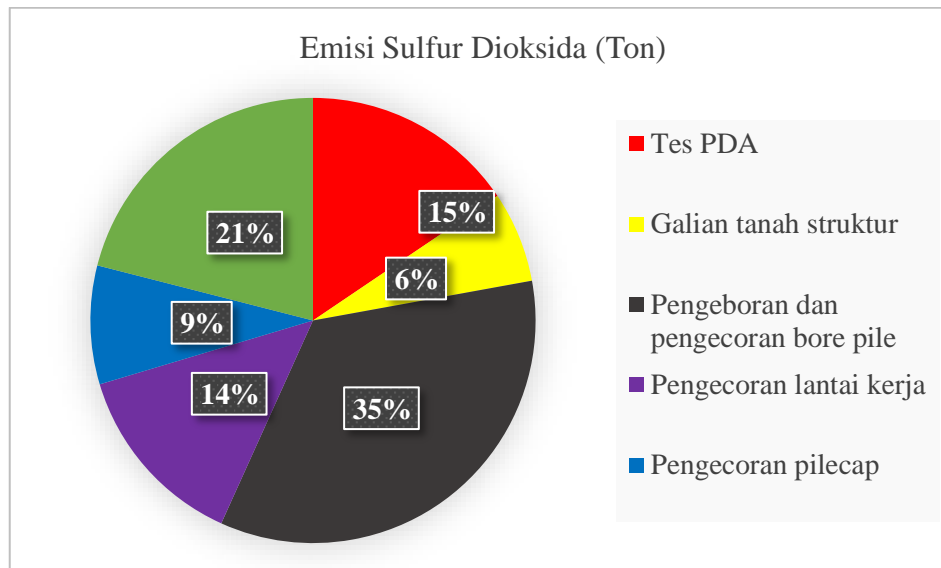


Gambar 1. Perkiraan *global warming potential* akibat pembangunan jembatan BH314A

Pada *bar chart global warming potential* yang dapat dilihat dan disimpulkan bahwa emisi karbondioksida menyumbang jumlah emisi terbanyak dan disusul dengan emisi gas metana lalu yang terakhir yaitu emisi nitrogen oksida. Kegiatan pekerjaan galian tanah struktur menjadi penyumbang emisi terbanyak dengan hasil 11.193.923 tonCO₂.eq.

Emisi sulfur dioksida

Berdasarkan dari *bar chart* Gambar 2 bisa dilihat dan disimpulkan bersama bahwa kegiatan pekerjaan pengeboran dan pengecoran bore pile menyumbang emisi sulfur dioksida terbanyak dengan hasil sebesar 35% dan diberi warna hitam pada keterangan *bar chart* Gambar 2.



Gambar 2. Hasil perhitungan emisi sulfur dioksida

Total Emisi Gas Rumah Kaca

Tabel 5. Hasil perhitungan total emisi gas rumah kaca

Kegiatan	E Emisi CO ₂ (KgCO ₂ /TJ)	G Emisi CH ₄ (KgCH ₄ /TJ)	I Emisi N ₂ O (KgN ₂ O/TJ)	J <i>Global Warming Potential</i> (Ton CO ₂ .eq)
Tes PDA	10,82	1,25	0,15	83,50
Galian tanah struktur	1.450.760	167.408	20.089	11.193.923
Pengeboran dan pengecoran bore pile	480.842	55.486	6.658	3.710.132
Pengecoran lantai kerja	947,66	109,35	13,12	7.312
Pengecoran pilecap	599.470	69.175	8.301	4.625.452
Pengecoran pier dan abutment	23.186	2.675	321	178.900

Berdasarkan tabel berikut ini ditemukan *global warming potential* dan untuk mencari total emisi gas rumah kaca dari kegiatan pekerjaan pembangunan jembatan BH314A seluruhnya, langkah selanjutnya yaitu dengan menjumlahkan hasil *global warming potential* yang telah didapatkan pada tabel 4.18 di setiap pekerjaannya dan dihasilkan dari penjumlahan hitungan diatas yaitu 19.715.802 tonCO₂.eq.

KESIMPULAN

Pada penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa pada kegiatan pekerjaan pembangunan jembatan BH314A ini membutuhkan energi total sebesar 58.971 TJ dan mengeluarkan emisi karbon dioksida (CO₂) dengan total emisi sebesar 2.555.217 ton, emisi gas metana (CH₄) dengan total emisi sebesar 294.855 ton, emisi nitrogen oksida (N₂O) dengan total emisi

sebesar 35.383 ton dan emisi sulfur dioksida (SO₂) dengan total emisi sebesar 0,08 ton. Total dari emisi gas rumah kaca pada kegiatan pekerjaan pembangunan jembatan BH314A dengan nilai sebesar 19.715.802 tonCO₂.eq serta untuk total emisi sulfur dioksida yang dihasilkan pada kegiatan pekerjaan jembatan BH314A sebesar 0,08 ton. Saran untuk kedepannya agar lebih memperhatikan lagi aspek-aspek yang membuat gas rumah kaca pada pembangunan jembatan BH314A meningkat agar dapat diminimalisir lagi atau dapat mengganti bahan bakar minyak ke bahan bakar yang lebih ramah lingkungan supaya gas rumah kaca yang dihasilkan pada pembangunan tersebut tidak melebihi standar yang terdapat di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurahman, A. (2018) 'Pemerintah Provinsi Kalimantan Selatan adalah berdirinya Jembatan Rumpiang yang menghubungkan Kota Marabahan dengan Kota Banjarmasin melalui', 2(2), pp. 245–262.
- Fauziawan, A. I. (2018) 'ESTIMASI EMISI GAS RUMAH KACA SEKTOR ENERGI DARI PERMUKIMAN', 2018, pp. 71–75.
- Kementerian Lingkungan Hidup (2012) 'PEDOMAN PENYELENGGARAAN INVENTARISASI GAS RUMAH KACA NASIONAL', 1.
- Pavel Shernamau, I. T. T. (2019) *IPCC Emission Factor Database (EFDB)*, IPCC. Available at: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/12/COP24_EFDB-7Dec.pdf.
- Pemerintah Kota Surabaya, D. L. H. (2019) 'Kajian Inventarisasi Gas Rumah Kaca (GRK) Kota Surabaya Tahun 2019'.
- Trihatmojo, A. A., Sudarmanta, B. and Muraza, O. (2023) 'Performance and Combustion Process of a Dual Fuel Diesel Engine Operating with CNG-Palm Oil Biodiesel', 2(1), pp. 10–20.
- Triwijaya, S. *et al.* (2023) 'Realtime and Centralized Solar Panel Online Monitoring System Design Using Thingspeak', 2(1), pp. 1–9.
- W, A. K., Handayani, F. and Setyawan, A. (2022) 'ANALISIS EMISI GRK DENGAN METODE LCA PADA PEKERJAAN KONSTRUKSI JEMBATAN SIMPANG SUSUN RANGKASBITUNG', 10(3), pp. 203–209.