

Identifikasi Emisi Gas Rumah Kaca dalam bidang Konstruksi Pada Tahap Pekerjaan Pipa (Studi Kasus: PT Adhi Karya *Piping Package, Manyar Smelter Project*)

Fahrozi Maulana Mulyana¹, Ayu Nindyapuspa^{1*}, Luqman Cahyono¹

¹Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

*E-mail: ayunindyapuspa@ppns.ac.id

Abstrak

PT Adhi Karya *Manyar Smelter Project* merupakan salah satu perusahaan di bidang konstruksi dan ikut menjadi penyumbang emisi gas rumah kaca dan menghasilkan pemanasan global yang telah menjadi masalah serius yang terjadi di lingkungan sekitar kita dalam beberapa tahun terakhir. Emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari PT Adhi Karya adalah CO₂, CH₄, dan N₂O. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung besaran potensi emisi gas rumah kaca dari proses utama dan proses penunjang yang dilakukan di PT Adhi Karya dalam tahap pekerjaan pipa. Pengumpulan data dilakukan dengan cara wawancara, dokumentasi data, dan survey perhitungan langsung di lapangan. Metode perhitungan gas rumah kaca yang digunakan mengacu pada Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) serta IPCC. Dari hasil analisis besaran emisi karbon yang dihasilkan dari pekerjaan pipa terbagi menjadi 2 proses yaitu proses utama dan proses penunjang, untuk proses utama menghasilkan emisi sebanyak 6.743,89 Kg CO₂eq, dan untuk proses penunjang menghasilkan emisi sebanyak 43.424,89 Kg CO₂eq

Keywords: Gas Rumah Kaca, Konstruksi, Pekerjaan Pipa, PT Adhi Karya

1. PENDAHULUAN

Pemanasan global adalah salah satu faktor utama penyebab dari perubahan iklim atau *climate change* yang menyebabkan terjadinya peningkatan suhu, dan peningkatan curah hujan, kenaikan permukaan laut, serta cuaca ekstrim (Maesey, 2010). Gas rumah kaca (GRK) merupakan kumpulan gas yang menyebabkan terjadinya pemanasan global. Menurut IPCC (2006), gas-gas utama yang dikategorikan sebagai gas rumah kaca dan mempunyai potensi menyebabkan permasalahan global adalah CO₂, CH₄, dan N₂O. Emisi gas karbondioksida (CO₂) adalah penyumbang emisi terbesar yang ada di atmosfer. Emisi gas rumah kaca akan terus bertambah seiring dengan meningkatnya pendukung pembangunan ekonomi sosial contohnya sektor konstruksi, Sektor Konstruksi adalah salah satu kontributor utama pembangunan ekonomi nasional. Dalam konteks pembangunan nasional, di samping melakukan berbagai upaya untuk meningkatkan keahlian di bidang teknik, para pelaku sektor jasa konstruksi selanjutnya senantiasa menyadari dampak aktivitas konstruksi terhadap lingkungan sekitar. Kontribusi positif sektor konstruksi tersebut di sisi lain menimbulkan dampak lingkungan yang cukup besar pula termasuk tingkat konsumsi energi dan emisi gas rumah kaca (Wirahadikusumah, & Sahana, 2012).

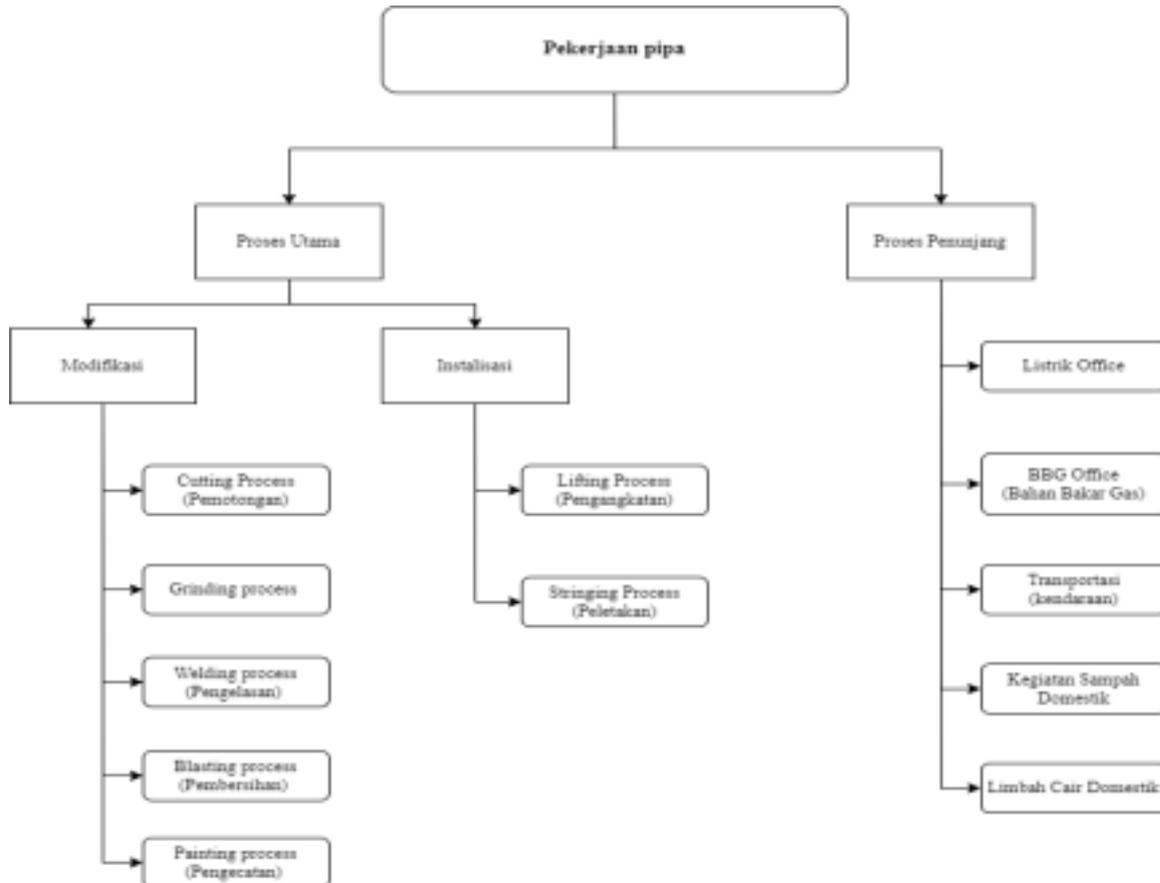
PT Adhi Karya (Persero) Tbk. merupakan salah satu dari beberapa perusahaan besar di Indonesia yang bergerak pada bidang konstruksi, seperti pembangunan gedung, infrastruktur, properti, dan sektor energi sebagai upaya untuk mendukung pembangunan ekonomi sosial di Indonesia. Kegiatan PT Adhi Karya di *Manyar Smelter Project* ini adalah untuk membantu dan memodifikasi pipa atau biasa dikenal dengan proses *piping package*. Dalam kegiatan dan aktivitas PT Adhi Karya (*Piping Package*) *Manyar Smelter Project* berpotensi menghasilkan emisi – emisi gas rumah kaca dalam sector energi dan sector limbah yang dihasilkan dari aktivitas penggunaan listrik dan bahan bakar mulai dari sarana dan prasarana, aktivitas limbah cair (*septictank*), dan aktivitas sampah domestic. Maka dari itu dalam penelitian ini adalah untuk menginventarisasi besaran potensi emisi gas rumah kaca (GRK) yang dihasilkan oleh PT Adhi Karya serta melakukan rekomendasi berbagai upaya mitigasi untuk mengurangi emisi Gas Rumah kaca. Penelitian ini diharapkan mampu mengidentifikasi emisi GRK yang telah dihasilkan di PT Adhi Karya (*Piping Package*) *Manyar Smelter Project*.

2. METODE

2.1 Gambaran Umum Wilayah Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. Adhi Karya (*Piping Package*) persero Tbk, yang berlokasi di *Manyar Smelter Project*, Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Pada tahap pembangunan ini Adhi Karya (*Piping Package*)

dalam pekerjaan pipa ini dibagi menjadi 2 proses atau 2 kegiatan: yaitu proses utama, dan proses penunjang, dalam proses utama dibagi menjadi 2 modifikasi dan instalasi pipa: pada kegiatan modifikasi ini dilakukan di laydown (Sekiran *office* PT Adhi Karya) ada 5 tahap yang pertama adalah proses cutting atau biasa disebut pemotongan pipa, setelah itu tahap yang ke-2 adalah proses grinding, pada tahap ke-3 yaitu welding atau biasa disebut pengelasan pipa, dan pada tahap ke-4 blasting yaitu pembersihan pipa, dan Langkah yang ke-5 dilakukan pengecatan atau biasa disebut painting, sedangkan pada proses instalasi ini dilakukan di site area B, pada tahap ini hanya ada 2 tahap, yang pertama adalah tahap lifting atau biasa disebut proses pengangkatan pipa yang artinya ketika pipa yang sudah di modifikasi yang dilakukan di laydown dikirim ke *site area B* untuk melakukan pengangkatan pipa ini, dan tahap yang terakhir yaitu stringing peletakan pipa yang akhirnya nanti siap digunakan atau masuk dalam tahap *pre-commissioning* yang dilakukan langsung oleh *owner*.



Gambar 1. Diagram alir proses utama dan proses penunjang di PT Adhi Karya

2.2 Proses Utama yang dilakukan di PT Adhi Karya

Proses utama yang dilakukan oleh PT Adhi Karya ini ada 2 jenis kegiatan yaitu Modifikasi, dan Instalasi pipa, dalam kegiatan Modifikasi ada 5 tahapan yaitu: *Cutting*, *Grinding*, *Welding*, *Blasting*, dan *Painting*, yang dilakukan di *Laydown*, sedangkan untuk kegiatan Instalasi dilakukan di *site area B* dan memiliki 2 tahap yaitu *Lifting*, dan *Stringing*.

2.3 Proses Penunjang yang dilakukan di PT Adhi Karya

Proses penunjang yang dimaksud di dalam kegiatan di PT Adhi Karya adalah proses pendukung yang dilakukan di PT Adhi Karya selama 1 tahun (tahap pekerjaan pipa) mulai dari Listrik *office* sebagai pendukung kegiatan di dalam kantor mulai dari pemakaian Lampu, AC, Televisi, maupun komputer, ada juga Bahan Bakar Gas *office* yang digunakan sebagai alat memasak, Transportasi yang digunakan untuk kegiatan pendukung para pekerja selama perjalanan mulai dari mess sampai *Site area B*, dan ada juga kegiatan pendukung lainnya yaitu sampah domestik, dan limbah cair (*septic tank*).

2.4 Pengumpulan Data

Pengumpulan data primer dilakukan beberapa cara yaitu melalui observasi secara langsung dan wawancara kepada pihak yang berwajib, dan kompeten, dengan wawancara kepada *Manajer SHES*, *Operator Crane*, pihak *Finance*, dan pihak *General Affair* dengan cara memberikan beberapa pertanyaan sehingga mendapatkan jawaban pertanyaan berupa logbook, *Salary* (upah gaji), dan aktivitas yang ada di PT Adhi Karya yang

menghasilkan jawaban dari konsumsi pemakaian mulai dari konsumsi penggunaan listrik, bahan bakar, dan jumlah karyawan yang nantinya digunakan dalam perhitungan sektor energi, sektor sampah, dan limbah, dan observasi secara langsung dengan melihat aktivitas yang ada di PT Adhi Karya, sedangkan untuk data sekunder yang digunakan yaitu faktor emisi, dan perhitungan rumus mengenai perhitungan emisi Gas Rumah Kaca yang berpedoman KEMENLHK 2012, dan IPCC 2006.

2.5 Pengolahan dan Analisa Data

Data primer yang sudah terkumpul berupa logbook konsumsi pemakaian mulai dari konsumsi listrik, bahan bakar, jumlah karyawan dan Salary (upah gaji), kemudian dilakukan perhitungan dengan data sekunder yang telah terkumpul adapun data sekunder yang terkumpul adalah faktor emisi, dan perhitungan rumus mengenai perhitungan emisi Gas Rumah Kaca yang berpedoman KEMENLHK 2012, dan IPCC 2006. Kemudian dilakukan pengolahan data untuk dianalisis sehingga mendapatkan hasil akhir mengenai penelitian ini. Emisi Gas Rumah Kaca dihitung dari dari proses utama dan penunjang di PT Adhi Karya Manyar Smelter Project. Metode pengolahan data dilakukan dengan menggunakan rumus perhitungan sesuai pedoman KEMENLHK 2012, dan IPCC 2006.

2.6 Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca

Dalam perhitungan emisi Gas Rumah Kaca ini mengacu pada perhitungan beberapa sektor, yaitu sektor energi mencakup (Kegiatan di PT Adhi Karya yang menggunakan listrik dan bahan bakar), sektor sampah, dan sektor limbah cair (Septic tank) dengan menggunakan persamaan KEMENLHK 2012, dan IPCC 2006. Untuk sektor energi menggunakan persamaan 1 sampai 2.

$$\text{Emisi CO}_2 = DA \times EF \times NCV \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

DA : Data Aktivitas (Konsumsi bahan bakar)

EF : Faktor Emisi

NCV : Nilai Net calorific Volume Per volume bahan bakar

Sedangkan untuk mencari CO₂ Eq (Ekuivalen) atau biasa yang disebut satuan pengukuran yang digunakan untuk menstandarisasi dampak iklim berbagai gas rumah kaca harus di kali kan dengan nilai Global Potential Warming (GWP) untuk menyetarakan emisi menjadi CO₂ Eq (Ekuivalen) dengan menggunakan rumus :

$$\text{CO}_2 \text{ Eq} = \text{Emisi GRK} \times \text{GWP} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

GWP CO₂ = 1

GWP CH₄ = 28

GWP N₂O = 265

Berikut merupakan nilai NCV dan Faktor Emisi dari emisi CO₂, CH₄, dan N₂O untuk bahan bakar.

Tabel 1. Faktor Emisi

Bahan Bakar	Faktor Emisi CO ₂ (Kg /TJ)	Faktor Emisi CH ₄ (Kg /TJ)	Faktor Emisi N ₂ O (Kg /TJ)	NCV (Nilai Kalor)
LPG	74100 Kg /TJ	5 Kg /TJ	0,1 Kg /TJ	47,3x10 ⁻⁶ TJ/Kg
Solar	63100 Kg /TJ	10 Kg /TJ	0,6 Kg /TJ	36x10 ⁻⁶ TJ/Liter

Sumber: KLHK, 2012

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Emisi Gas Rumah Kaca pada Proses Utama

Dalam kegiatan penunjang di PT Adhi Karya terbagi menjadi 2 kegiatan yaitu, kegiatan modifikasi pipa dan instalasi.

Contoh Perhitungan:

$$E = KE_{Generator Set} \times FE_{Generator Set} \times NCV_{Generator}$$

Set.....(1 dan 2)

Dimana:

E = Emisi (CO₂, CH₄, N₂O)

KE = Konsumsi Energi dalam Liter

FE = Faktor Emisi dalam (Kg /TJ)

FE CO₂ : 74100 Kg /TJ (KLHK,2012)

FE CH₄ : 10 Kg /TJ (KLHK,2012)

FE N₂O : 0,6 Kg /TJ (KLHK,2012)

NCV = Nilai Kalor dalam (TJ/L)
 $NCV\ Solar$: 36×10^{-6} TJ/L (HSD, ADO, IDO) (KLHK,2012)
 Contoh Perhitungan :
 Pemakaian bahan bakar *Generator – Set* di bulan April 2023 =
 Konsumsi Energi *Generator – Set* = 18937 Liter
 $FE_{Generator\ Set}$ = 74100 Kg /TJ
 = 10 Kg/TJ
 = 0,6 Kg/TJ
 Emisi CO₂ = 18,937 Liter x 74100 Kg /TJ x 0,000036 TJ/L
 = 50,516 Kg CO₂
 Emisi CH₄ = 18,937 Liter x 10 Kg /TJ x 0,000036 TJ/L
 = 0,006817 Kg CH₄
 Emisi N₂O = 18,937 Liter x 0.6 Kg /TJ x 0,000036 TJ/L
 = 0,000409 Kg N₂O

Sedangkan untuk mencari CO₂Eq (*Ekuivalen*) atau biasa yang di sebut satuan pengukuran yang digunakan untuk menstandarisasi dampak iklim berbagai gas rumah kaca harus di kali kan dengan nilai *Global Potential Warming (GWP)* untuk menyetarakan emisi menjadi CO₂Eq (*Ekuivalen*) dengan menggunakan rumus :

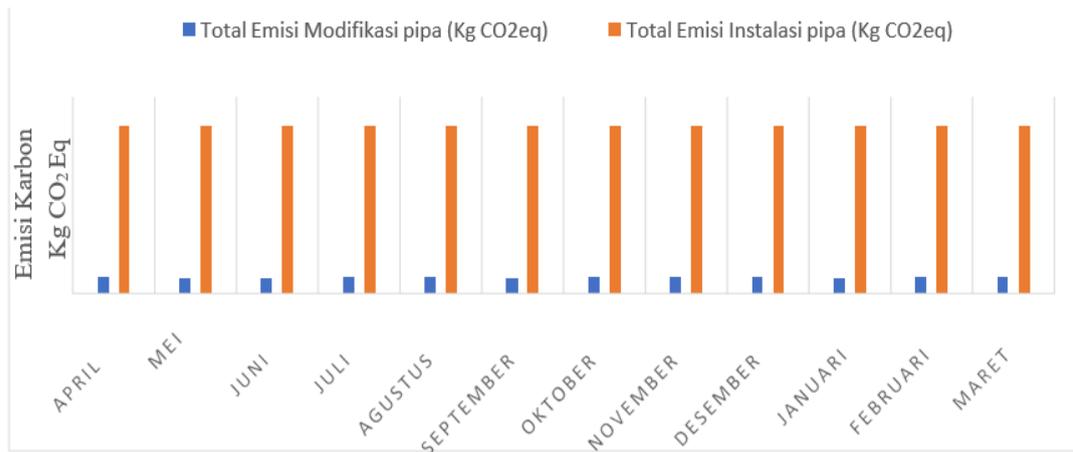
$CO_2\ Eq$ = Emisi GRK x GWP / GWP CO₂ = 1
 $GWP\ CH_4$ = 28
 $GWP\ N_2O$ = 265

Contoh Perhitungan :
 CO_2 ke CO₂Eq = 50,516 Kg CO₂ x 1
 = 50,516 Kg CO₂Eq
 CH_4 ke CO₂Eq = 0,006817 Kg CH₄ x 28
 = 0,19087 Kg CO₂Eq
 N_2O ke CO₂Eq = 0,000409 Kg N₂O x 265
 = 0,10838 Kg CO₂Eq
 Total Emisi = 50,516 + 0,190 + 0,108 = 50,814 Kg CO₂Eq

Tabel 1. Tabel total emisi dari proses utama

Bulan	Tahun	Total Emisi Modifikasi pipa (Kg CO ₂ eq)	Total Emisi Instalasi pipa (Kg CO ₂ eq)
April	2023	50,814	512,991
Mei	2023	46,823	512,991
Juni	2023	48,303	512,991
Juli	2023	49,076	512,991
Agustus	2023	49,057	512,991
September	2023	48,300	512,991
Oktober	2023	49,057	512,991
November	2023	49,057	512,991
Desember	2023	49,057	512,991
Januari	2024	48,300	512,991
Februari	2024	50,366	512,991
Maret	2024	49,775	512,991
Emisi Total		587,985	6.155,901

Kegiatan modifikasi pipa pipa yang terbagi menjadi 5 tahap kegiatan modifikasi, Modifikasi ini dilakukan di laydown (Sekiran *office* PT Adhi Karya) ada 5 tahap yang pertama adalah proses cutting atau biasa disebut pemotongan pipa, setelah itu tahap yang ke-2 adalah proses grinding, pada tahap ke-3 yaitu welding atau biasa disebut pengelasan pipa, dan pada tahap ke-4 blasting yaitu pembersihan pipa, dan Langkah yang ke-5 dilakukan pengecatan atau biasa disebut painting, sedangkan pada proses instalasi ini dilakukan di site area B, pada tahap ini hanya ada 2 tahap, yang pertama adalah tahap lifting atau biasa disebut proses pengangkatan pipa yang artinya ketika pipa yang sudah di modifikasi yang di lakukan di laydown dikirim ke *site area B* untuk melakukan pengangkatan pipa ini, dan tahap yang terakhir yaitu stringing peletakan pipa yang akhirnya nanti siap digunakan atau masuk dalam tahap *pre commissioning* yang dilakukan langsung oleh *owner*.



Gambar 2. Diagram Perbandingan Emisi Gas Rumah Kaca dari Proses Utama

Dalam grafik diatas bahwa batang dari total emisi instalasi pipa yang berwarna oranye adalah grafik paling menonjol atau paling besar dikarenakan dalam proses instalasi pipa semua tahapan menggunakan kendaraan Crane 50 ton yang mengkonsumsi bahan bakar solar. Menurut Purnomo Asri, R. D., & Handayani, D. (2022). Sektor Transportasi diketahui mengkonsumsi sekitar 20% dari total konsumsi energi final nasional. Hampir seluruh energi yang dipakai di sector transportasi (97% dari total sector transportasi) menggunakan bahan bakar minyak (BBM). Hal ini selaras bahwa konsumsi BBM (Bahan Bakar Minyak) di PT Adhi Karya menggunakan hampir seluruh energinya dan menghasilkan total emisi Gas Rumah Kaca Terbanyak.

3.2 Analisis Emisi Gas Rumah Kaca pada Proses Penunjang

Dalam kegiatan penunjang di PT Adhi Karya terbagi menjadi 5 kegiatan yaitu Kegiatan *Listrik Office*, Kegiatan *bahan bakar Office*, Kegiatan *Transportasi*, Kegiatan *Sampah Domestik*, dan Kegiatan *Limbah Cair (Septic Tank)*.

Contoh Perhitungan:

$$E = KE_{\text{Pemakaian listrik}} \times FE_{\text{Pemakaian listrik}} \times GWP$$

Dimana:

E	= Emisi (CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O)	
KE	= Konsumsi Energi dalam kWh	
FE	= Faktor Emisi dalam (Kg /kWh)	
FE_{CO_2}	: 0,774388897 Kg /kWh	(Ecometrica,2011)
FE_{CH_4}	: 0,00001594341 Kg /kWh	(Ecometrica,2011)
FE_{N_2O}	: 0,00000876813 Kg /kWh	(Ecometrica,2011)
GWP	: 1	(IPCC,2006)
GWP	: 28	(IPCC,2006)
GWP	: 265	(IPCC,2006)

Contoh Perhitungan :

Pemakaian penggunaan listrik office di bulan April 2023

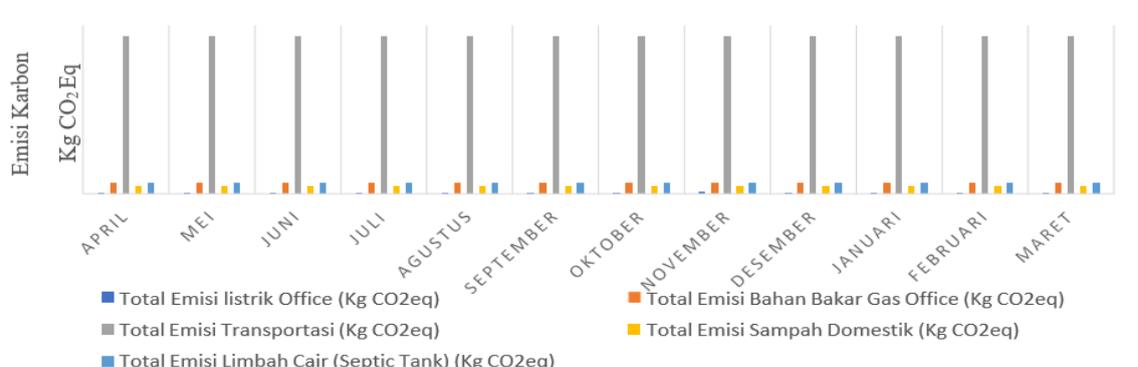
Konsumsi Energi	= 9,689 kWh
$FE_{\text{listrik office}}$	= 0,774388897 Kg /kWh
	= 0,00001594341 Kg /kWh
	= 0,00000876813 Kg /kWh
Emisi CO ₂	= 9,689 kWh x 0,774388897 Kg CO ₂ /kWh x 1
	= 7,503 Kg CO ₂
Emisi CH ₄	= 9689 kWh x 0,00001594341 Kg CH ₄ /kWh x 28
	= 0,00432 Kg CO ₂

$$\begin{aligned} \text{Emisi N}_2\text{O} &= 9689 \text{ kWh} \times 0,00000876813 \text{ Kg N}_2\text{O/kWh} \times 265 \\ &= 0,02251 \text{ Kg CO}_2 \\ \text{Total Emisi} &= 7,503 + 0,004 + 0,022 = 7,555 \text{ Kg CO}_2\text{Eq} \end{aligned}$$

Tabel 2. Tabel total emisi dari proses penunjang

Bulan	Tahun	Total Emisi listrik <i>Office</i> (Kg CO ₂ eq)	Total Emisi Bahan Bakar Gas <i>Office</i> (Kg CO ₂ eq)	Total Emisi Transportasi (Kg CO ₂ eq)	Total Emisi Sampah Domestik (Kg CO ₂ eq)	Total Emisi Limbah Cair (<i>Septic Tank</i>) (Kg CO ₂ eq)
April	2023	7,555	134,662	1.868,527	86,899	125,263
Mei	2023	7,941	134,662	1.868,527	86,899	125,263
Juni	2023	8,002	134,662	1.868,527	86,899	125,263
Juli	2023	8,628	134,662	1.868,527	86,899	125,263
Agustus	2023	9,276	134,662	1.868,527	86,899	125,263
September	2023	9,355	134,662	1.868,527	86,899	125,263
Oktober	2023	10,336	134,662	1.868,527	86,899	125,263
November	2023	20,681	134,662	1.868,527	86,899	125,263
Desember	2023	13,809	134,662	1.868,527	86,899	125,263
Januari	2024	13,809	134,662	1.868,527	86,899	125,263
Februari	2024	14,586	134,662	1.868,527	86,899	125,263
Maret	2024	12,861	134,662	1.868,527	86,899	125,263
Emisi Total		136,813	1.615,944	22.422,324	1.042,788	1.503,156

Emisi GRK yang dikeluarkan oleh pemakaian listrik *Office* dalam jumlah emisi total dalam 1 tahun (masa pekerjaan pipa) adalah sebesar 136,813 Kg CO₂eq, bahan bakar *Office* (*LPG*) jumlah emisi total dalam 1 tahun (masa pekerjaan pipa) adalah sebesar 1.615,944 Kg CO₂eq, untuk jumlah emisi total dalam 1 tahun (masa pekerjaan pipa) *Transportasi* mobil penumpang adalah sebesar 22.422,324 Kg CO₂eq, untuk jumlah emisi total sampah domestik dalam 1 tahun (masa pekerjaan pipa) sebesar 1.042,788 Kg CO₂eq, dan untuk emisi GRK yang dikeluarkan oleh *septic tank* pada 1 tahun atau (tahap pekerjaan pipa) untuk emisi CH₄ 0.5466 Kg CO₂eq dan dikonversikan ke CO₂ sebesar 1.503,156 Kg CO₂eq



Gambar 3. Diagram Perbandingan Emisi Gas Rumah Kaca dari Proses Penunjang dalam 1 tahun

Dalam grafik diatas bahwa batang dari total emisi bahan Bakar Gas *Office* pipa yang berwarna oranye adalah grafik yang paling menonjol ke-2 di karena grafik tentang transportasi penjelasan seperti di grafik proses utama, Pada proses penunjang ini grafik yang menonjol dan menduduki tertinggi ke-2 adalah emisi total dari bahan Bakar Gas *Office* pipa yang berwarna oranye adalah konsumsi terbesar bahan bakar gas (LPG) yang di lakukan di PT Adhi Karya sebagai bahan penunjang seperti memasak di dapur dll.

4. KESIMPULAN

Emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari proses utama ada 2 kegiatan, Proses Modifikasi menghasilkan sebesar 587,99 Kg CO₂eq, dan untuk proses instalasi menghasilkan sebesar 6.155,90 Kg CO₂eq. Sedangkan untuk proses penunjang menghasilkan emisi sebesar 43.424,89 Kg CO₂eq dengan penyumbang emisi terbesar di proses penunjang adalah kegiatan transportasi sebesar 22.422,32 Kg CO₂eq

5. DAFTAR PUSTAKA

- IPCC. 2019. "IPCC Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse gas fluxes in Terrestrial Ecosystems".
- IPCC. 2019. "2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories – Workbook" (Volume 2 Energy). <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/vol2.html>.
- Kementerian Lingkungan Hidup RI. 2012. "Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional". Buku II – Vol. Deputi Bidang Pengendalian Kerusakan Lingkungan Hidup dan Perubahan Iklim. Jakarta
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2012). Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional. Volume ke-1: Metodologi Penghitungan Tingkat Emisi Gas Rumah Kaca. Jakarta.
- Liani, R. D., & Basuki, I. (2018). Analisis Emisi Gas Buang Di Sektor Transportasi Studi Kasus Daerah Istimewa Yogyakarta