



## Proyeksi Emisi Gas Rumah Kaca Sektor Energi Transportasi Kendaraan Dinas Universitas Mulawarman

Muhammad Mutawallie Sya'rawie<sup>2</sup>, Kadek Subagiada<sup>1,3,\*</sup>, Adrianus Inu Natalisanto<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Mulawarman

<sup>2</sup>Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi, Universitas Mulawarman

<sup>3</sup>Laboratorium Fisika Dasar, Universitas Mulawarman

Jl. Gunung Kelua No. 4, Samarinda, Kalimantan Timur, Indonesia

\*E-mail korespondensi: [kadek\\_2002@yahoo.com](mailto:kadek_2002@yahoo.com)

### Article Info:

Received: 08-12-2020

Revised: 21-01-2024

Accepted: 06-06-2024

### Keywords:

Energy; Greenhouse Gas;  
Fuel



### Abstract

This study focused on projecting greenhouse gas emissions from official vehicles in the transportation energy sector of Mulawarman University. Secondary data on fuel consumption from 2015-2019 was used to identify dominant GHGs, namely CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, and N<sub>2</sub>O. On the basis of the observed trends, the study projected the greenhouse gas emissions from the official fuel consumption of vehicles for the years 2020 to 2030. The projected GHG emissions for CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, and N<sub>2</sub>O for these years are 427,281 tons CO<sub>2</sub>-eq, 5,697 tons CO<sub>2</sub>-eq, and 5,228 tons CO<sub>2</sub>-eq, respectively. The results indicate a continued reduction in greenhouse gas emissions over the next ten years. The results of this study are significant because they underscore the need for sustainable transportation and energy practices and policies to reduce GHG emissions. The study serves as a call to action for universities and other institutions to prioritize green practices.

## PENDAHULUAN

Pemanasan global (*Global Warming*) merupakan kejadian meningkatnya suhu rata-rata atmosfer, laut, dan daratan bumi. Menurut NASA *Goddard Institute for Space Studies* (GISS), suhu rata-rata global pada permukaan bumi telah meningkat sedikit di atas 1°C selama seratus tahun terakhir, terhitung sejak tahun 1880. Sementara itu, *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) menyimpulkan bahwa sebagian besar peningkatan suhu rata-rata global sejak pertengahan abad ke-20 kemungkinan besar disebabkan oleh meningkatnya konsentrasi gas-GRK, terutama CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O, akibat aktivitas manusia. Gas-gas tersebut memiliki sifat fisis meneruskan radiasi gelombang pendek atau cahaya matahari, tetapi menyerap dan memantulkan radiasi gelombang panjang yang dipancarkan bumi. Akibatnya, suhu di atmosfer bumi semakin meningkat.

Dari beragam Gas Rumah Kaca (GRK) yang ada, karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) merupakan penyumbang utama penyebab efek rumah kaca. Hal ini disebabkan oleh jumlah karbon dioksida yang sangat melimpah di udara akibat dari hasil pembakaran bahan bakar fosil. *Intergovernmental Panel on Climate Change* mengingatkan bahwa jika jumlah karbon dioksida dan GRK lainnya tidak berkurang dalam atmosfer, maka jelas akan ada kelebihan pemanasan global sebesar 1,5°C antara tahun 2030 dan 2052, dan dengan peningkatan tersebut akan menjadi 3°C pada akhir abad 21.

Komitmen Pemerintah RI dalam mengurangi emisi GRK melalui upaya sendiri pada tahun 2020 ialah sebesar 29% dan sebesar 41% melalui dukungan internasional. Komitmen tersebut disampaikan oleh Presiden Republik Indonesia Susilo Bambang Yudhoyono dalam pertemuan G-20 di Pittsburgh, Amerika Serikat pada bulan September 2009, dan dalam pertemuan *Conference Of the Parties* (COP) 15 di Copenhagen, Denmark pada bulan Desember 2009. Kegiatan penurunan emisi GRK diatur dalam Peraturan presiden No 71 tahun 2011 tentang pedoman penyelenggaraan inventarisasi emisi GRK di daerah. Inventarisasi GRK adalah kegiatan untuk memperoleh data mengenai tingkat, status, dan kecenderungan perubahan emisi GRK secara berkala dari berbagai sumber emisi dan penyerapannya, termasuk simpanan karbon di tingkat provinsi dan kabupaten/kota.

Dalam konteks perubahan iklim, Universitas Mulawarman (Unmul) Samarinda yang terletak dalam batas koordinat 0°28'6,3732"LU dan 117°9'14,778"BT serta 0,46667°LS dan 117,15°BT, juga sebagai universitas tertua di Kalimantan dengan jumlah mahasiswa terbanyak dan dengan pembangunan yang cukup pesat, secara langsung berkontribusi dalam peningkatan efek GRK, terutama dalam sektor energi. Proyeksi emisi GRK tentu menjadi perhatian pimpinan Unmul saat mengambil kebijakan dalam beberapa tahun mendatang.

Oleh karena itu, berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan terdahulu, Indonesia memiliki komitmen untuk mengurangi GRK dengan tindakan berupa langkah-langkah penyusunan Rancangan Aksi Nasional dan Rancangan Aksi Daerah. Namun, dalam ruang lingkup Universitas Mulawarman, data emisi GRK yang bisa dijadikan inventarisasi data mengenai pencemaran lingkungan sekitar belum tersedia. Untuk itu, diperlukan penelitian seperti dijelaskan dalam makalah ini, guna menghitung emisi GRK sektor energi transportasi kendaraan dinas pada ruang lingkup Universitas Mulawarman dan memproyeksikan emisi GRK dari sektor energi transportasi kendaraan dinas pada ruang lingkup Universitas Mulawarman pada periode 2020-2030.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Definisi Gas Rumah Kaca

Gas Rumah Kaca yang selanjutnya disingkat GRK adalah gas yang terkandung dalam atmosfer baik alami maupun antropogenik, yang menyerap dan memancarkan kembali radiasi inframerah. Emisi GRK adalah lepasnya GRK ke atmosfer pada suatu area tertentu dalam jangka waktu tertentu. GRK terdiri dari Karbondioksida (CO<sub>2</sub>), Metana (CH<sub>4</sub>), Nitrogen (N<sub>2</sub>O), dan *Chloro Fluoro Carbon* (CFC) (IPCC,2006). GRK menimbulkan potensi terjadinya pemanasan global (U.S EPA, 2019).

### GRK dari Sektor Energi

Untuk memenuhi penurunan emisi sebesar 26% dari tingkat *Business as Usual* (BAU), berdasarkan dokumen RAN-GRK disebutkan bahwa Pemerintah Indonesia menargetkan untuk menurunkan emisi GRK sebesar 36 juta ton setara CO<sub>2</sub> dari sektor energi dan transportasi. Adapun untuk memenuhi penurunan emisi sebesar 41% dari tingkat BAU, penurunan emisi GRK dari sektor industri sebesar 56 juta ton setara CO<sub>2</sub> harus dapat dipenuhi (Bappenas, 2014).

Total emisi GRK Kota Samarinda yang dihasilkan oleh sektor energi dan transportasi pada tahun 2018 adalah 3.234.723,20 ton CO<sub>2</sub>. Selain itu, sektor energi dan transportasi menyumbang sekitar 88% dalam tingkat emisi GRK, dengan kontribusi terbesar emisi GRK tersebut berasal dari gas CO<sub>2</sub>, diikuti gas N<sub>2</sub>O dan CH<sub>4</sub> (Fasya, 2019).

### Perhitungan Emisi

Metode yang digunakan untuk perhitungan emisi GRK mengacu pada IPCC *Guideline* 2006. Persamaan umum atau model dasar perhitungan emisi GRK dirumuskan sebagai (IPCC, 2006):

$$E = K \times F \quad (1)$$

dengan E merupakan Beban Emisi yang ditanggung oleh wilayah pada periode tertentu (ton/tahun), K merupakan Data Aktivitas dari sumber emisi (satuan disesuaikan apakah E dan F bersatuan volume atau berat), dan F merupakan faktor emisi (satuan disesuaikan E dan F bersatuan volume atau berat).

Faktor emisi (F) berdasarkan IPCC dinyatakan dalam satuan emisi per unit energi yang dikonsumsi (Kg GRK/ TJ) diperlihatkan dalam **Tabel 1**, sedangkan beberapa data aktivitas atau konsumsi energi (K) yang tersedia umumnya dinyatakan dalam satuan fisik (misalkan ton batu bara, liter BBM, dan sebagainya).

**Tabel 1. Faktor Emisi GRK Peralatan Bergerak (F)**

Jenis Bahan Bakar	F Default IPCC 2006		
	Sumber Bergerak (Kg/TJ)		
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Gas Bumi/BBG	56100	92	3
Premium (tanpa katalis)	69300	33	3.2
Diesel (IDO/ADO)	74100	3.9	3.9
Industrial/Residual Fuel Oil	-	-	-
Marine Fuel Oil (MFO)	77400	7 ± 50%	2
Batubara (sub-bituminous)	-	-	-

Data aktivitas (K), atau bila terkait jenis kendaraan akan disimbolkan  $K_E$ , perlu dikonversikan ke dalam satuan energi Terra Joule, yaitu:

$$K_K = K_E \times N \tag{2}$$

dengan  $K_K$  merupakan konsumsi energi yang dikonversi (terra joule),  $K_E$  merupakan konsumsi energi dari kendaraan (liter), dan N merupakan nilai kalor kendaraan (terrajoule/liter). Untuk nilai kalor bahan bakar yang digunakan di Indonesia diperlihatkan dalam **Tabel 2**.

**Tabel 2. Nilai Kalor Bahan Bakar Indonesia**

Bahan Bakar	Nilai Kalor	Penggunaan
Premium*	33x10 <sup>-6</sup> TJ/liter	Kendaraan Bermotor
Solar (HSD,ADO)	36x10 <sup>-6</sup> TJ/liter	Kendaraan Bermotor, Pembangkit Listrik
Minyak Diesel (IDO)	38x10 <sup>-6</sup> TJ/liter	Boiler industri, Pembangkit Listrik
MFO	40x10 <sup>-6</sup> TJ/liter	Pembangkit Listrik
Gas Bumi	4.04x10 <sup>-2</sup> TJ/ton	
	1.055x10 <sup>-6</sup> TJ/SCF	Industri, Rumah
	38.5x10 <sup>-6</sup> TJ/Nm <sup>3</sup>	Tangga, restoran
LPG	47.3x10 <sup>-6</sup> TJ/kg	Rumah Tangga, restoran
Batubara	18.9x10 <sup>-3</sup> TJ/ton	Pembangkit Listrik, Industri

Catatan: \*) termasuk Pertamina, Pertamina Plus

Persamaan umum yang digunakan untuk estimasi emisi GRK dari sektor pembakaran bergerak dengan metode Tier-1 adalah

$$E = K \times F \times G \tag{3}$$

dengan E merupakan beban emisi yang ditanggung oleh wilayah pada periode tertentu (kilogram/tahun), K merupakan data aktivitas dari sumber emisi (Terra Joule/tahun), F merupakan faktor emisi (Kilogram/tahun), dan G adalah *Global Warming Potential* dalam CO<sub>2</sub>eq.

Beban emisi GRK (E) pada sektor pembakaran bergerak dinyatakan dalam satuan jenis gas (Gg CO<sub>2</sub>, Gg CH<sub>4</sub>, dan Gg N<sub>2</sub>O per tahun) yang dikonversikan ke dalam CO<sub>2</sub>-eq dengan

mengalikan kepada nilai *Global Warming Potential Fifth Assessment Report*, yaitu 28 untuk *methane* (CH<sub>4</sub>) dan 265 untuk *nitrous oxide* (N<sub>2</sub>O) seperti dicantumkan dalam **Tabel 3**.

**Tabel 3. Nilai *Global Warming Potential* terhadap CO<sub>2</sub>**

Nama	Nilai GWP		
	Laporan Evaluasi Kedua	Laporan Evaluasi Keempat	Laporan Evaluasi Kelima
Karbon dioksida	1	1	1
Metana	32	25	28
Dinitrogen Oksida	310	298	265

### Metode Proyeksi

Ada beberapa cara untuk memproyeksikan jumlah konsumsi bahan bakar di masa yang akan datang, salah satunya menggunakan deret geometri. Proyeksi dengan deret geometri menggunakan asumsi bahwa jumlah konsumsi bahan bakar akan bertambah mengikuti deret geometri. Misalkan  $K_t$  adalah konsumsi energi saat tahun ke- $t$  (ton), maka konsumsi energi tahun selanjutnya merupakan jumlahan konsumsi energi tahun sebelumnya dengan kenaikan konsumsi energi, yang dihitung dari prosentase kenaikan konsumsi energi dikali dengan konsumsi energi tahun sebelumnya tersebut. Bila dimulai dari konsumsi energi pada tahun permulaan  $K_0$ , maka akan diperoleh persamaan

$$K_t = K_{t-1} + r \cdot K_{t-1} \\ = K_0(1 + r)^t$$

atau

$$K_t = K_0(1 + r)^t \tag{4}$$

dengan  $K_0$  adalah konsumsi energi pada tahun ke-0 dan  $r$  adalah prosentase konsumsi energi per tahun.

Selanjutnya, bila  $r$  diambil cukup kecil, maka persamaan (4) akan tereduksi menjadi (Boas, 2005)

$$K_t = K_0 \cdot e^{r \cdot t} \tag{5}$$

Penggabungan persamaan (3) dengan persamaan (5) akan memberikan persamaan beban emisi tahun ke- $t$ , yaitu:

$$E(t) = K_0 \cdot N.F.G. \cdot e^{r \cdot t} \tag{6}$$

Kemudian untuk mencari prosentase kenaikan konsumsi energi atau laju peningkatan konsumsi energi  $r$ , maka  $t$  pada persamaan (4) diganti dengan  $(t-1)$ , lalu disusun ulang sehingga memberikan persamaan

$$r = \left( \frac{K_{t-1}}{K_0} \right)^{\frac{1}{t-1}} - 1. \tag{7}$$

## METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai dengan bulan Mei 2020 bertempat di Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Kampus Gunung Kelua, Universitas Mulawarman, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur. Data aktivitas untuk menghitung beban emisi pada sektor energi didapatkan dari data sekunder. Data sekunder yang digunakan adalah penggunaan Bahan Bakar Minyak berupa Pertamina untuk kendaraan mobil/motor dinas tahun 2015-2019. Data ini didapatkan dari Bagian Rumah Tangga Universitas Mulawarman.

### Metode Pengumpulan Data

Penelitian mengenai proyeksi emisi GRK dari sektor energi transportasi kendaraan dinas pada ruang lingkup Universitas Mulawarman periode 2020-2030 diawali dengan studi pustaka

guna menghasilkan tujuan dalam melakukan penelitian ini yang akan memecahkan rumusan masalah. Kemudian dilakukan inventarisasi data GRK di Universitas Mulawarman Tahun 2015-2019 yang terdiri dari data sekunder. Data sekunder yang dibutuhkan adalah energi (sumber bergerak) yaitu jumlah konsumsi bahan bakar transportasi darat, meliputi roda dua dan roda empat. Langkah selanjutnya adalah, menghitung hasil inventarisasi data emisi GRK tersebut, kemudian diproyeksikan data-data tersebut selama periode yang diinginkan dan langkah terakhir adalah membuat kesimpulan dan saran.

Metodologi yang dilakukan dalam proses penyelenggaraan inventarisasi GRK untuk penyusunan Inventarisasi GRK di Universitas Mulawarman tahun 2019 Gambar 1 adalah berikut ini.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

### Tahap Pengumpulan Data (Inventarisasi)

Adapun langkah-langkah pengumpulan data adalah mengidentifikasi sumber-sumber penghasil emisi di Universitas Mulawarman berdasarkan kategori yang telah ditetapkan dari Pedoman Inventarisasi GRK, IPCC 2006 didasarkan pada aspek potensi pemanasan global atau *Global Warming Potential (GWP)*, melakukan pengumpulan data sekunder, melakukan cek data dengan sumber yang relevan atau publikasi lainnya, dan melakukan pengecekan ulang terhadap hasil inventarisasi GRK dan melaksanakan proses *review*, selanjutnya data yang sudah tersedia dan sesuai dengan format langsung di input ke dalam basis data.

### Tahap Perhitungan Data

Metode perhitungan digunakan untuk menyusun *baseline* yaitu tahun pertama untuk memulai data dan *BaU (Business as Usual)* yaitu ketersediaan data untuk memproyeksikan hasil yang didapat hingga beberapa tahun kedepan. Metodologi Dasar dalam perhitungan emisi/serapan GRK didasarkan pada pedoman yang dikeluarkan oleh IPCC.

Untuk kegiatan identifikasi GRK Universitas Mulawarman, sumber faktor emisi adalah Panduan Inventarisasi Nasional GRK (2006) IPCC yang dicantumkan kembali dalam Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi GRK Nasional (2012). Faktor emisi merupakan koefisien atau rasio polutan yang dihasilkan atau diemisikan dari sumber emisi tertentu yang nilainya ditentukan oleh beragam variabel khusus seperti berat bahan bakar, berat biomassa, proses dsb, diperoleh dari simpulan pengamatan atau penelitian pada emisi sumber serupa dalam periode yang panjang. Faktor emisi biasanya telah memiliki nilai atau ketentuan tertentu.

**Proyeksi Emisi GRK**

Berdasarkan hasil perhitungan emisi GRK dari sektor pembakaran bergerak (*mobile combustion*) dibuat proyeksi dari data *Business as Usual* yaitu tahun 2015 hingga 2019 dengan kurun waktu proyeksi 2020-2030 yang pertumbuhannya mengikuti kebutuhan energi atau konsumsi bahan bakar. Sehingga konsumsi BBM diproyeksikan terlebih dahulu untuk kemudian memproyeksikan emisi GRK berdasarkan proyeksi dari jumlah konsumsi BBM tersebut. Proyeksi ini dilakukan terhadap konsumsi bahan bakar tahunan menggunakan metode geometrik dengan asumsi bahwa laju konsumsi dianggap sama untuk setiap tahun. Untuk proyeksi konsumsi BBM pada tahun 2020 dengan persamaan (7) diperoleh:

$$r = \frac{14.590^{\frac{1}{4}}}{31.372,330} - 1 = 0,1742$$

dan dengan persamaan (4) diperoleh

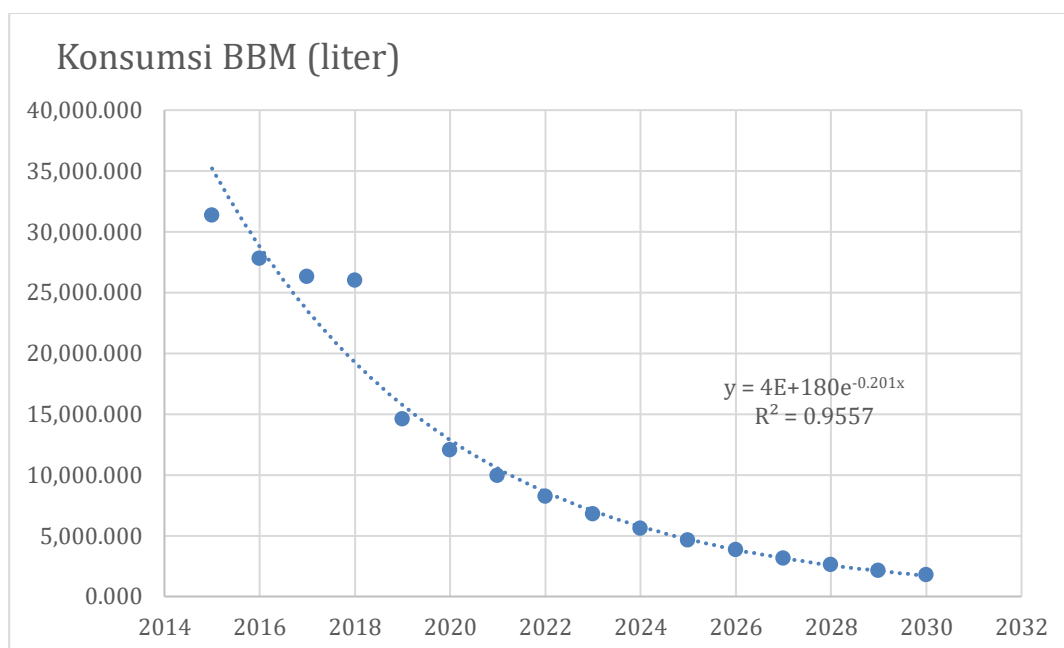
$$K_6 = 31.372,330 (1 + (-0,1742))^5 = 12.048,484 \text{ liter}$$

Kemudian proyeksi diteruskan hingga tahun 2030 dengan hasil sesuai **Tabel 4**.

**Tabel 4. Proyeksi Konsumsi Bahan Bakar Kendaraan Dinas 2020-2030**

Tahun	Konsumsi BBM (liter)
2020	12.048,484
2021	9.949,690
2022	8.216,497
2023	6.785,218
2024	5.603,262
2025	4.627,198
2026	3.821,160
2027	3.155,530
2028	2.605,850
2029	2.151,922
2030	1.777,067

Hasil dari persamaan (4) dan (7) (titik-titik) yang dibandingkan dengan hasil persamaan (5) (garis putus-putus) diperlihatkan dalam **Gambar 2**. Diperoleh nilai *R Square* sebesar 0,990 atau sama dengan 99%. Angka tersebut mengandung arti bahwa nilai r atau laju konsumsi energi kendaraan dinas di Universitas Mulawarman cukup kecil.



Gambar 2. Proyeksi Konsumsi Bahan Bakar Kendaraan Dinas 2015-2030

Terkait dengan hasil proyeksi konsumsi bahan bakar untuk kendaraan dinas di atas maka dapat diketahui emisi GRK yang terdiri dari CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, dan N<sub>2</sub>O. Sehingga hasil proyeksi emisi GRK dari kendaraan dinas Universitas Mulawarman dari tahun 2020 hingga tahun 2030 dapat di lihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Proyeksi Emisi GRK Kendaraan Dinas 2015-2030

Tahun	Konsumsi BBM (liter)	Emisi (Ton CO <sub>2</sub> -eq)		
		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
2020	12.048,484	27,554	0,367	0,337
2021	9.949,690	22,754	0,303	0,278
2022	8.216,497	18,790	0,251	0,230
2023	6.785,218	15,517	0,207	0,190
2024	5.603,262	12,814	0,171	0,157
2025	4.627,198	10,582	0,141	0,129
2026	3.821,160	8,739	0,117	0,107
2027	3.155,530	7,216	0,096	0,088
2028	2.605,850	5,959	0,079	0,073
2029	2.151,922	4,921	0,066	0,060
2030	1.777,067	4,064	0,054	0,050
<b>Total</b>	<b>186.838,380</b>	<b>427,281</b>	<b>5,697</b>	<b>5,228</b>

### Tahap Proyeksi

Menentukan proyeksi berdasarkan data *Business as Usual* pada periode perkiraan tahun 2020-2030. Setelah dilakukan perhitungan Emisi BaU GRK sektor energi, maka dibuatlah sebuah prediksi yang kemudian akan diproyeksikan hingga tahun 2030 dibuat berdasarkan kondisi dimana tidak terdapat aksi mitigasi selain aksi mitigasi yang telah berjalan sebelumnya (*Business as Usual*). Proyeksi konsumsi bahan bakar didasarkan pada metode proyeksi penduduk yaitu metode secara geometrik.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil penelitian beserta pembahasan yang dilakukan oleh para penulis. Hasil penelitian dapat dilengkapi dengan tabel, grafik, gambar, dan sebagainya. Pembahasan yang dilakukan dapat berupa hasil pengolahan data, interpretasi penemuan secara ilmiah dan logis, komparasi dengan penelitian sejenis lainnya, atau proyeksi dampak dari penelitian.

Keberadaan universitas memiliki dampak terhadap lingkungan akibat dari aktivitas dan operasional universitas, berbagai macam kegiatan terjadi di dalam kampus, kegiatan-kegiatan tersebut menghasilkan emisi gas rumah kaca yang berdampak langsung maupun tidak langsung bagi lingkungan yang menyebabkan pemanasan global. Kegiatan-kegiatan tersebut adalah kegiatan perkuliahan dan pemakaian laboratorium, administrasi kampus, dan kegiatan lain yang membutuhkan energi (Alshuwaikhat dan Abubakar, 2008). Menurut Li (2015), total emisi gas rumah kaca dari suatu negara, 2-3% bagian disumbangkan oleh universitas.

Jumlah konsumsi BBM kendaraan dinas pada tahun 2015 sampai 2019 dapat dilihat pada Tabel 6 sampai Tabel 10.

**Tabel 6. Rekapitulasi Penggunaan BBM Periode Januari Sampai Dengan Desember Tahun 2015**

No.	Bulan	Jumlah Konsumsi BBM (Liter)
1	Januari	2125,9
2	Februari	3536,55
3	Maret	2910,35
4	April	2913,25
5	Mei	2351,4
6	Juni	2152,74
7	Juli	2063,065
8	Agustus	3365,34
9	September	2013,36
10	Oktober	2488,18
11	November	2654,72
12	Desember	2797,475
<b>Total</b>		<b>31372,33</b>

Sumber: Sub Bagian Rumah Tangga Universitas Mulawarman

**Tabel 6.** menunjukkan rekapitulasi penggunaan BBM di Universitas Mulawarman selama periode Januari hingga Desember 2015. Dalam periode tersebut, total konsumsi BBM mencapai 31.372,33 liter.

Berdasarkan tabel, terlihat bahwa konsumsi BBM tertinggi terjadi pada bulan Februari dengan jumlah 3.536,55 liter. Sementara itu, konsumsi BBM terendah terjadi pada bulan Juli dengan jumlah 2.063,065 liter.



**Tabel 7. Rekapitulasi Penggunaan BBM Periode Januari Sampai Dengan Desember Tahun 2016**

No.	Bulan	Jumlah Konsumsi BBM (Liter)
1	Januari	2218,982
2	Februari	2677,94
3	Maret	2166,595
4	April	2625,553
5	Mei	2114,209
6	Juni	2573,167
7	Juli	2061,822
8	Agustus	2520,78
9	September	2009,435
10	Oktober	2468,393
11	November	1957,049
12	Desember	2416,007
<b>Total</b>		<b>27809,93</b>

Sumber: Sub Bagian Rumah Tangga Universitas Mulawarman

**Tabel 7.** menunjukkan rekapitulasi penggunaan BBM di Universitas Mulawarman selama periode Januari hingga Desember 2016. Dalam periode tersebut, total konsumsi BBM mencapai 27.809,93 liter.

Berdasarkan tabel, terlihat bahwa konsumsi BBM tertinggi terjadi pada bulan Februari dengan jumlah 2.677,94 liter. Sementara itu, konsumsi BBM terendah terjadi pada bulan September dengan jumlah 2.009,435 liter.

**Tabel 8. Rekapitulasi Penggunaan BBM Periode Januari Sampai Dengan Desember Tahun 2017**

No.	Bulan	Jumlah Konsumsi BBM (Liter)
1	Januari	1119,65
2	Februari	1221,74
3	Maret	2847,07
4	April	3158,06
5	Mei	2595,87
6	Juni	1902,53
7	Juli	2451,72
8	Agustus	2221,95
9	September	2686,57
10	Oktober	2072,6
11	November	2498,51
12	Desember	1534,1
<b>Total</b>		<b>26310,37</b>

Sumber: Sub Bagian Rumah Tangga Universitas Mulawarman

**Tabel 8.** menunjukkan rekapitulasi penggunaan BBM di Universitas Mulawarman selama periode Januari hingga Desember 2017. Dalam periode tersebut, total konsumsi BBM mencapai 26.310,37 liter.

Berdasarkan tabel, terlihat bahwa konsumsi BBM tertinggi terjadi pada bulan April dengan jumlah 3.158,06 liter. Sementara itu, konsumsi BBM terendah terjadi pada bulan Januari dengan jumlah 1.119,65 liter.

**Tabel 9.** Rekapitulasi Penggunaan BBM Periode Januari Sampai Dengan Desember Tahun 2018

No.	Bulan	Jumlah Konsumsi BBM (Liter)
1	Januari	1925,38
2	Februari	2244,91
3	Maret	2091,62
4	April	2740,96
5	Mei	2256,04
6	Juni	1147,25
7	Juli	1962,2
8	Agustus	2236,9
9	September	2382,3
10	Oktober	2725,97
11	November	2148,19
12	Desember	2152,15
<b>Total</b>		<b>26013,87</b>

Sumber: Sub Bagian Rumah Tangga Universitas Mulawarman

**Tabel 9.** menunjukkan rekapitulasi penggunaan bahan bakar minyak (BBM) di Indonesia selama periode Januari hingga Desember 2018. Dalam periode tersebut, total konsumsi BBM mencapai 26.013,87 liter.

Berdasarkan tabel, terlihat bahwa konsumsi BBM tertinggi terjadi pada bulan Oktober dengan jumlah 2.725,97 liter. Sementara itu, konsumsi BBM terendah terjadi pada bulan Juni dengan jumlah 1.147,25 liter. Dalam periode tersebut, konsumsi BBM fluktuatif dari bulan ke bulan.

**Tabel 10.** Rekapitulasi Penggunaan BBM Periode Januari Sampai Dengan Desember Tahun 2019

No.	Bulan	Jumlah Konsumsi BBM (Liter)
1	Januari	1747
2	Februari	1265,72
3	Maret	1404,35
4	April	1094,43
5	Mei	748
6	Juni	1102,71
7	Juli	1600,10
8	Agustus	1818,48
9	September	1548,97
10	Oktober	974,47
11	November	685
12	Desember	601
<b>Total</b>		<b>14.590</b>

Sumber: Sub Bagian Rumah Tangga Universitas Mulawarman

**Tabel 10.** menunjukkan rekapitulasi penggunaan bahan bakar minyak (BBM) di Indonesia selama periode Januari hingga Desember 2019. Dalam periode tersebut, total konsumsi BBM mencapai 14.590 liter.

Berdasarkan tabel, terlihat bahwa konsumsi BBM tertinggi terjadi pada bulan Agustus dengan jumlah 1.818,48 liter. Sementara itu, konsumsi BBM terendah terjadi pada bulan Mei dengan jumlah 748 liter.

Faktor emisi yang digunakan dalam menghitung beban emisi GRK pada sektor pembakaran bergerak dapat dilihat pada **Tabel 1**, dan dikaitkan pada **Tabel 2** untuk mengetahui nilai konversi satuan serta **Tabel 3** untuk nilai *Global Warming Potential*. Faktor emisi pada sektor pembakaran bergerak didasarkan pada metode IPCC 2006. Berdasarkan metode perhitungan GRK yang dikeluarkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup & Kehutanan tahun 2012, perhitungan pembakaran bahan bakar pada sumber bergerak dari kegiatan transportasi jalan raya ini meliputi mobil pribadi (sedan, minivan, jeep dan lain-lain), kendaraan niaga (bus, minibus, pick-up, truk dan lain-lain), dan sepeda motor.

#### Estimasi Emisi GRK

Emisi GRK yang dihasilkan oleh sektor pembakaran bahan bakar bergerak dapat terdiri dari karbondioksida, metana, dan dinitrogen oksida yang dihitung dengan cara mengalikan jumlah konsumsi bahan bakar yang sudah dikonversi dengan faktor emisi yang sesuai dengan bahan bakar sehingga menghasilkan satuan yang relatif dengan jumlah karbon dioksida yang ada atmosfer dalam rentang waktu 100 tahun.

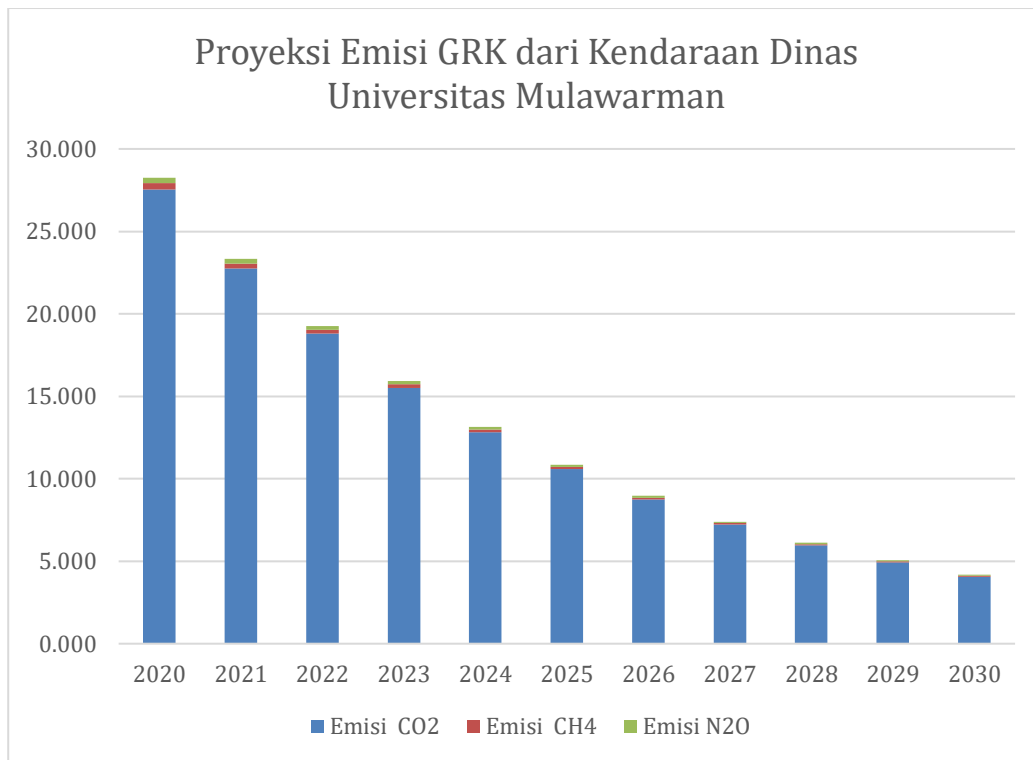
Untuk emisi kendaraan dinas Universitas Mulawarman dari tahun 2015-2019 dapat dilihat pada **Tabel 11**.

**Tabel 11. Emisi Kendaraan Dinas Universitas Mulawarman 2015-2019**

Tahun	Konsumsi BBM (liter)	Emisi (Ton CO <sub>2</sub> -eq)		
		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
2015	31.372,330	71,745	0,957	0,878
2016	27.809,932	63,599	0,848	0,778
2017	26.310,370	60,169	0,802	0,736
2018	26.013,870	59,491	0,793	0,728
2019	14.590,000	33,366	0,445	0,408

**Tabel 11.** menunjukkan emisi kendaraan dinas Universitas Mulawarman selama periode 2015 hingga 2019. Dalam periode ini, dapat diidentifikasi bahwa konsumsi BBM mengalami penurunan dari tahun ke tahun.

Pada tahun 2015, konsumsi BBM mencapai 31.372,33 liter, sedangkan pada tahun 2019, konsumsi BBM hanya mencapai 14.590 liter. Selain itu, terlihat pula bahwa emisi gas rumah kaca (GRK) yang dihasilkan oleh kendaraan dinas Universitas Mulawarman juga mengalami penurunan dari tahun ke tahun. Pada tahun 2015, emisi GRK yang dihasilkan mencapai 71,745 ton CO<sub>2</sub>-eq, sedangkan pada tahun 2019, emisi GRK yang dihasilkan hanya mencapai 33,366 ton CO<sub>2</sub>-eq. Grafik **Gambar 3.** menunjukkan proyeksi emisi GRK kendaraan dinas yang mengalami penurunan dalam kondisi emisi yang didominasi oleh CO<sub>2</sub> yang dan emisi dari CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O dalam jumlah relatif sangat kecil dibanding emisi CO<sub>2</sub>.



Gambar 3. Proyeksi Emisi GRK Kendaraan Dinas 2015-2030

Proyeksi di atas memperlihatkan grafik proyeksi emisi GRK pada kendaraan dinas baik roda dua maupun roda empat pada kurun waktu 2020-2030 yaitu penggunaan kendaraan dinas ini dinyatakan akan terus menurun. Seperti telah diketahui sebelumnya bahwa laju peningkatan penggunaan bahan bakar adalah tetap setiap tahunnya. Untuk konsumsi energi atau penggunaan bahan bakar kedepannya dalam tiap tahun dihitung berdasarkan tahun awal yang berbanding lurus terhadap laju peningkatan penggunaan bahan bakar. Hal tersebut juga mengindikasikan bahwa dalam tiap tahun nya proyeksi dapat menurun atau meningkat. Jika laju penggunaan bahan bakar nya cukup kecil, maka yang terjadi adalah persamaan emisi GRK tereduksi menjadi sebuah persamaan eksponensial yang mana berarti akan sangat cepat terjadi penurunan atau peningkatan.

Dapat diketahui pula bahwa penurunan ini juga dapat dipengaruhi oleh usia kendaraan yang akan bertambah dan kondisi kendaraan yang makin menurun. Yang perlu diperhatikan pula adalah pentingnya faktor ketersediaan data. Pada penelitian ini didapatkan data sekunder tahun 2015 sampai dengan 2019 dan hanya pada tahun 2018 yang terdapat jumlah kendaraan dinas dengan pasti. Dikarenakan data yang menjadi arsip pada tahun-tahun sebelum maupun sesudah tahun 2018 hanya didapatkan berupa laporan jumlah penggunaan bahan bakar pertahun.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa perhitungan total emisi GRK untuk kendaraan dinas Universitas Mulawarman dari tahun 2015-2019 adalah 288,370 Ton CO<sub>2</sub>-eq untuk emisi CO<sub>2</sub>, 3,845 Ton CO<sub>2</sub>-eq untuk emisi CH<sub>4</sub>, dan 3,528 Ton CO<sub>2</sub>-eq untuk emisi N<sub>2</sub>O.

Berdasarkan hasil proyeksi emisi GRK yang didapatkan dari tahun 2020 hingga 2030 secara total adalah 427,281 Ton CO<sub>2</sub>-eq untuk emisi CO<sub>2</sub>, 5,697 Ton CO<sub>2</sub>-eq untuk emisi CH<sub>4</sub>, dan 5,228 Ton CO<sub>2</sub>-eq untuk emisi N<sub>2</sub>O. Emisi yang dihasilkan dalam kurun waktu 11 tahun ini ditentukan oleh penggunaan kendaraan dinas oleh para pejabat kampus untuk berbagai kepentingan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis ucapkan kepada Bapak Dr. Mislan, M.Si. dan Bapak Aditya Rinaldi, M.Si yang telah mendukung sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Boas, Marry. 2005. *Mathematical Methods In The Physical Sciences third edition*, John Willey & Sons. USA.
- IPCC. 2006. *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume 2 Energy*, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. IGES: Japan
- IESR. 2011. *Potensi Penurunan Emisi Indonesia Melalui Perubahan Gaya Hidup Individu*. Prosiding pada 24 Oktober 2011. Jakarta
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2012. *Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional Buku II – Volume 1: Metodologi Penghitungan Tingkat Emisi Gas Rumah Kaca*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup.
- Fasya, Faris Dzulfihar. 2019. *Terungkap Sektor Energi dan Transportasi Sumbang Emisi Terbesar Emisi Gas Rumah Kaca di Samarinda*. Samarinda: Tribun Kaltim. (14 Oktober 2019), hlm 1 & 2
- NASA's Earth Observatory. 2020. *World of Change: Global Temperatures*. <https://earthobservatory.nasa.gov/world-of-change/global-temperatures> Diakses pada 20 Februari 2020
- Pemerintah Indonesia. 2011. *Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 62 tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca*. Jakarta
- Pemerintah Indonesia. 2011. *Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 71 Tahun 2011 Tentang Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca di Daerah*. Jakarta
- Suryani. 2013. *Proyeksi Emisi Gas Rumah Kaca Tahun 2012-2030*. Pusat Teknologi Pengembangan Sumberdaya Energi BPPT. Jakarta.
- Tim BAPPENAS. 2014. *Pedoman Teknis Perhitungan Baseline Emisi Gas Rumah Kaca Sektor Berbasis Energi*. Jakarta: Kementerian PPN/BAPPENAS
- US Enviromental Protection Agency [US-EPA]. 2019. *Overview of Greenhouse Gases*. <https://www.epa.gov/ghgemissions/overview-greenhouse-gases> Diakses pada 20 Februari 2020