



Artikel Penelitian

Analisis Emisi Gas Rumah Kaca (CO dan N₂O) di Pelabuhan Penyeberangan Torobulu Konawe Selatan (Studi Kasus : Akibat Arus Mudik Lebaran Tahun 2017-2021)

Anal Pranata^{a,*}, Sumarlin Sumarlin^a, Eka Dian Srikandi^b

^aProgram Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Kendari – Jl. KH Ahmad Dahlan no.10 kendari 931117 – Sulawesi Tenggara, Indonesia.

^bBadan Pemeriksa Keuangan Republik Indonesia, Perwakilan Provinsi Sulawesi Tengah - Jl. Prof. Moh. Yamin 84, Palu 94121, Birobuli Utara, Kec. Palu Selatan – Sulawesi Tengah, Indonesia.

INFORMASIARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi: 13 Januari 2022

Revisi Akhir: 14 Maret 2022

Diterbitkan Online: 30 Juni 2022

KATA KUNCI

Greenhouse Gas Emissions, Carbon Monoxide, Dinitrogen Oxide, Green Open Space.

KORESPONDENSI

Telepon:

E-mail: analpranata479@gmail.com

A B S T R A C T

The results showed that the number of vehicles that passed in the South Konawe Torobulu ferry port area was 9686 vehicles during the eid homecoming flow based on 2017 and the minimum number of vehicles that crossed as many as 3596 vehicles during Eid homecoming in 2020, for the total load of CO emissions generated according to the type of vehicle the most The amount produced is 93,010,624 (g/month/km) for 2020 and for the total load of N₂O emissions produced which are differentiated according to the type of vehicle, the largest produced is 40,695,872 (g/month/km) 2017 date. The CO load produced is according to the type of vehicle, the largest produced is 0.09 (tons/month) in 2021 date and for the N₂O emission load is produced according to the type of vehicle, the largest is 0.0601 (tons/month) 2018 date. The results of the analysis using Quantum GIS that the Green Open Space at the South Konawe Torobulu ferry port with an area of 52 .299 m² of which there is tree cover vegetation with an area of 11,394 m² and ornamental plant vegetation with an area of 2810 m², with the ability to absorb 151,560208 kg/hour, for this reason it is necessary to add 1.65 hectares to be able to absorb Green Open Space, so that vehicle CO² emissions due to The resulting Eid homecoming flow can be absorbed more optimally.

Keywords: Greenhouse Gas Emissions, Carbon Monoxide, Dinitrogen Oxide, Green Open Space.

1. PENDAHULUAN

Udara merupakan komponen dalam kehidupan sehingga perlu dipelihara kualitasnya agar dapat memberikan daya dukung yang lebih optimal bagi kelangsungan makhluk hidup. Namun, masuk atau dimasukkannya zat pencemar dalam udara sehingga menunjukkan kondisi yang membahayakan. Sumber pencemar udara dapat disebabkan akibat dari aktivitas antropogenik antara lain, industri, transportasi, perumahan, serta perkantoran. Menurut *World Health Organization* (WHO), menyatakan bahwa pencemaran udara merupakan resiko gangguan kesehatan terbesar di dunia diperkirakan data tahun 2016 sekitar 6,5 juta

orang meninggal tiap tahun akibat paparan polusi udara yang kurang sehat. Pencemaran udara di Indonesia sudah terjadi beberapa tahun yang mengakibatkan 16.000 kematian setiap tahunnya, 1 dari 10 orang menderita infeksi saluran pernapasan dan 1 dari 10 anak menderita asma.

Transportasi merupakan kegiatan memindahkan atau mengangkat sesuatu dari suatu tempat ke tempat lain. Dalam hubungannya terdapat tiga hal (1) ada muatan yang diangkut, (2) tersedia kendaraan sebagai alat angkut, (3) jalan yang dapat dilalui oleh kendaraan (Morlok, 1981). Transportasi memberikan dampak positif dalam menunjang kebutuhan aktivitas masyarakat dan turut menentukan perkembangan suatu wilayah dalam mendistribusikan barang dan jasa, namun juga dapat memberikan dampak negatif terhadap lingkungan

[Attribution-NonCommercial 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/). Some rights reserved

khususnya dampak terhadap kualitas udara yang terjadi di area lalu lintas.

Arus mudik adalah salah satu kegiatan/aktivitas atau pekerja migran untuk balik ke kampung halaman yang selalu meningkat setiap tahunnya sehingga kepadatan, kecelakaan dan kemacetan arus di jalan raya selalu terjadi. Masyarakat dapat melakukan arus mudik setelah mereka mendapatkan izin ataupun cuti dari pekerjaan mereka, sehingga mereka dapat melakukan mudik di dekat hari – hari besar (Irianto, 2021:1).

Pelabuhan laut merupakan sub sistem transportasi laut adalah titik atau node di mana pergerakan barang atau penumpang dengan menggunakan moda laut dimulai dan diakhiri atau transit. Pelabuhan laut adalah satu peran utama dalam mencapai sistem transportasi laut yang efektif dan efisien, Maka untuk mencapai itu semua sangat dipengaruhi oleh kinerja dan tingkat pelayanan pelabuhan laut yang menghubungkan jaringan transportasi darat dan laut. Untuk pelaksanaan kinerja yang maksimal dalam suatu pelabuhan bisa tercapai jika pelabuhan tersebut didukung oleh sumber daya manusia yang profesional, sarana dan prasarana yang memadai dan sistem manajemen yang baik.

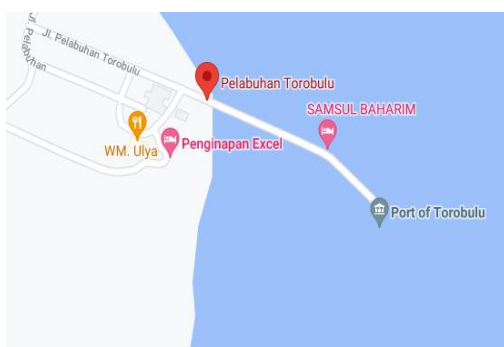
Pelabuhan Penyeberangan Torobulu adalah salah satu pelabuhan induk yang dimana terletak dibagian Selatan di Kabupaten Konawe Selatan tepatnya berada di Desa Torobulu yang padat akibat kendaraan saat arus mudik lebaran, yang dapat menyebabkan tingginya volume akibat arus mudik yang beroperasi di area Pelabuhan Penyeberangan Torobulu yang sebanding dengan tingginya arus mudik kendaraan yang dapat menyebabkan emisi gas rumah kaca berupa CO (Karbon Monoksida) dan N₂O (Dinitrogen Oksida) dalam penggunaan bahan bakar meningkat.

Dari uraian di atas maka penulis dapat memandang bahwa pentingnya melakukan studi mengenai analisis emisi gas rumah kaca CO (Karbon Monoksida) dan N₂O (Dinitrogen Oksida) di Pelabuhan Penyeberangan Torobulu Konawe Selatan saat arus mudik lebaran, Sehingga untuk mendapatkan jumlah emisi gas yang dihasilkan di area Pelabuhan Penyeberangan Torobulu akibat arus mudik lebaran dan memberikan rekomendasi aksi mitigasi akibat dampak yang ditimbulkan oleh aktivitas bagi lingkungan dan mempermudah pemerintah dalam memberikan keputusan pengelolaan kualitas udara.

2. METODOLOGI

2.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di Pelabuhan Penyeberangan Torobulu Konawe Selatan. Adapun waktu penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2021.



Gambar 1 Peta Lokasi Penelitian

2.2 Prosedur Penelitian

Adapun untuk prosedur kerja pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Tahap awal yaitu melaksanakan observasi langsung ke lokasi studi penelitian pada Pelabuhan Penyeberangan Torobulu Kabupaten Konawe Selatan sekaligus melakukan pengukuran panjang jalan area lokasi penelitian.
2. Pengumpulan data :
 - a. Mengukur panjang jalan untuk Titik Lokasi Penelitian Pada Penelitian ini panjang jalan yang diukur dimulai dari pos gerbang masuk menuju kapal sampai dengan ujung jalan area Pelabuhan, yang merupakan panjang perjalanan yang dilewati kendaraan di titik lokasi penelitian (Gambar 4.1).
 - b. Tahapan ini dilakukan untuk mengidentifikasi jumlah kendaraan yang melintas di area Pelabuhan Penyeberangan Torobulu di bulan-bulan terjadinya arus mudik lebaran Idul Fitri berdasarkan data yang diperoleh dari Dinas Perhubungan Provinsi Sulawesi Tenggara Bidang Kepelabuhanan Melalui UPTD Pelabuhan Penyeberangan Torobulu Konawe Selatan, dimulai dari tahun 2017 – 2021.
 - c. Menganalisis beban emisi CO (Karbon Monoksida) dan N₂O (Dinitrogen Oksida) di Pelabuhan Penyeberangan Torobulu Konawe Selatan saat arus mudik lebaran, menggunakan rumus dengan persamaan sebagai berikut (Tarigan, 2009).

$$Ep = \sum_{i=1}^n L * Ni * Fpi..... (1)$$

Keterangan :

L = Panjang jalan yang diteliti (km)

Ni = Jumlah jenis kendaraan yang melintas (Kendaraan/bulan)

Fpi = Faktor Emisi kendaraan (g/km)

Ep = Beban emisi dari suatu ruas jalan (g/bulan/km)

Tabel 1. Faktor Emisi Jenis Bahan Bakar Kendaraan Bermotor

Pencemar	Sepeda Motor	Mobil (Bensin)	Mobil (Solar)	Bus	Truk
TSP (g/km)	0.240	0.010	0.530	1.400	1.400
NOx (g/km)	0.290	2.000	3.500	11.900	17.700
SO ₂ (g/km)	0.008	0.026	0.440	0.930	0.820
HC (g/km)	5.900	4.000	0.200	1.300	1.800
CO (g/km)	14.000	40.000	2.800	11.000	8.400
CO ₂ (g/km)	3.180	3.180	3.172	3.172	3.172
CH ₄ (g/km)	0.260	0.070	0.010	0.060	0.010
N₂O (g/km)	0.002	0.005	0.014	0.031	0.031

Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup, 2010

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Pelabuhan Penyeberangan Torobulu, Desa Torobulu Kecamatan Laeya Kabupaten Konawe Selatan. Dengan luas wilayah 12,33 km atau 4,44%. Secara astronomi berada di bagian Selatan garis khatulistiwa berada di antara 4°43'21" LS dan membentang dari Barat ke Timur di antara 121°44'94.1" BT. (Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Konsel 2020. Adapun batas-batas wilayah adalah sebagai berikut.

- Sebelah Utara Berbatasan dengan Desa Labokeo
- Sebelah Selatan Berbatasan dengan Selat Tiworo
- Sebelah Timur Berbatasan dengan Desa Wonuakongga
- Sebelah Barat Berbatasan dengan Desa Parasi

3.2 Hasil dan Pembahasan Penelitian

1. Identifikasi Jumlah Kendaraan di Pelabuhan Penyeberangan Torobulu Konawe Selatan

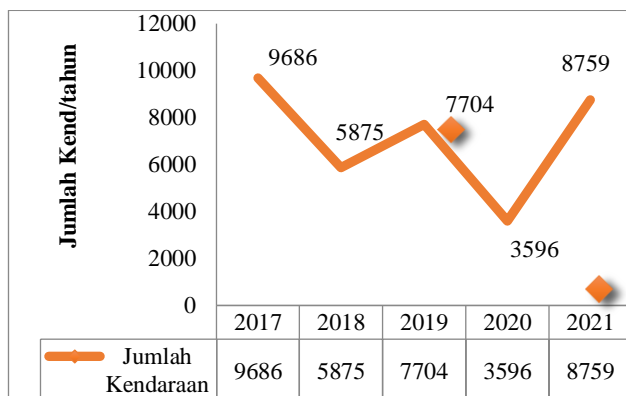
Adapun hasil identifikasi jumlah kendaraan pada bulan arus mudik lebaran Idul Fitri dari tahun 2017 – 2021 berdasarkan Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Jumlah Kendaraan di Pelabuhan Penyeberangan Torobulu Konawe Selatan saat arus mudik Tahun 2017 – 2021

Bulan	Tahun	(Sepeda Motor)	(Mobil Bensin)	(Mobil Solar)	(Bus)	(Truk)	Total Jumlah kendaraan
Juni	2017	7896	1432	290	5	63	9686
Juni	2018	4380	1207	217	3	68	5875
Juni	2019	5755	1594	301	4	50	7704
Mei	2020	2580	599	330	5	82	3596
Mei	2021	6702	1612	362	8	75	8759
Jumlah		27313	6444	1500	25	338	35620

Sumber : Dinas Perhubungan Provinsi Sulawesi Tenggara, 2021

Berdasarkan hasil identifikasi yang merujuk pada Tabel 2 diatas menunjukkan data jumlah kendaraan di Pelabuhan Penyeberangan Torobulu Konawe Selatan pada bulan arus mudik Lebaran Idul Fitri data tahun 2017 - 2021 bahwa kendaraan paling sedikit melintas pada saat arus mudik lebaran terjadi pada tahun 2020 dengan jumlah kendaraan sebanyak 3596 kendaraan selama arus mudik di area Pelabuhan Penyeberangan Torobulu Konawe Selatan.



Gambar 1. Jumlah Kendaraan di Pelabuhan Penyeberangan Torobulu saat arus mudik Data Tahun 2017 – 2021

Gambar 1 merupakan data jumlah kendaraan dari Dinas Perhubungan Provinsi Sulawesi Tenggara yang dibedakan sesuai jenis kendaraan berdasarkan Data Tahun 2017 - 2021, hasil identifikasi menunjukkan bahwa penggunaan kendaraan paling banyak melintas di area Pelabuhan Penyeberangan Torobulu Konawe Selatan pada saat arus mudik lebaran adalah data tahun 2017 dengan jumlah kendaraan sebanyak 9686 kendaraan selama arus mudik lebaran, Hal ini dapat dijelaskan karena rata-rata masyarakat lebih banyak menggunakan jenis kendaraan sepeda motor dalam melakukan arus mudik lebaran dibandingkan dengan jenis kendaraan lainnya. sedangkan jenis kendaraan paling sedikit melintas di area Pelabuhan Penyeberangan Torobulu Konawe Selatan pada saat arus mudik lebaran adalah data tahun 2020 dengan jumlah kendaraan sebanyak 3596 kendaraan selama arus mudik, berdasarkan data tahun 2020 jumlah kendaraan saat arus mudik lebaran terjadi pengurangan yang disebabkan karena adanya masa Pandemi Covid-19 sehingga mengurangi terjadinya arus mudik lebaran.

2. Perhitungan Beban Emisi CO dan N₂O di area Pelabuhan Penyeberangan Torobulu

Perhitungan beban emisi CO dan N₂O yang dihasilkan oleh kendaraan yang melintas di area Pelabuhan Penyeberangan Torobulu Konawe Selatan saat arus mudik lebaran dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (1). Untuk perhitungan data yang dibutuhkan meliputi faktor emisi yang diambil berdasarkan dari faktor emisi Indonesia terutama faktor emisi CO dan N₂O, jumlah kendaraan serta panjang perjalanan kendaraan yang dilewati.

Tahap selanjutnya adalah melakukan perhitungan jumlah emisi dengan menggunakan persamaan (1), dengan menggunakan faktor emisi pada setiap jenis kendaraan yang diambil berdasarkan dari faktor emisi Indonesia. Faktor panjang jalan juga dipergunakan dalam perhitungan ini, adapun tabel panjang perjalanan yang dilewati kendaraan (Tabel 3).

Tabel 3. Panjang Perjalanan yang dilewati Kendaraan

Lokasi Survey	Panjang Jalan (Meter)	Panjang Jalan (Km)
Pelabuhan Penyeberangan Torobulu, Konawe Selatan	532	0,532

Sumber : Hasil Perhitungan, 2021

Berdasarkan Tabel 3 di atas menunjukkan bahwa data panjang jalan pada titik lokasi survei di area Pelabuhan Penyeberangan Torobulu Konawe Selatan. Untuk data panjang jalan ini dihitung mulai dari pos gerbang masuk menuju ke kapal feri sampai dengan ujung jalan area pelabuhan. Adapun emisi CO (Karbon Monoksida) dan N₂O (Dinitrogen Oksida) dari jenis kendaraan pada saat arus mudik maka dapat dilihat berdasarkan Tabel 4.

Tabel 4. Perhitungan Beban Emisi CO dan N₂O Saat Arus Mudik Tahun 2017

Jenis Kendaraan	Sepeda Motor	Mobil (Bensin)	Mobil (Solar)	Bus	Truk	Jumlah
Data Kendaraan arus mudik (kend/bulan)	7896	1432	290	5	63	9686
Panjang jalan yang dilewati (km)	0.532	0.532	0.532	0.532	0.532	
Faktor emisi CO	14,000	40,000	2,800	11,000	8,400	
Total emisi CO (g/bulan/km)	58809.408	30472.96	431.984	29.26	281.5344	90025.1464
Beban emisi CO (ton/bulan)	0.06	0.03	0.000	0.00003	0.0003	0.09
Faktor emisi N ₂ O (g/km)	0,002	0,005	0,014	0,031	0,031	
Total emisi N ₂ O (g/bulan/km)	33605.376	3809.12	2159.92	82.46	1038.996	40695.872
Beban emisi N ₂ O (ton/bulan)	0.034	0.004	0.0216	0.00008	0.0010	0.0601

Sumber: Dinas Perhubungan Provinsi Sulawesi Tenggara, 2017

Berdasarkan data pada tabel 4.3 di atas data tahun 2017 – 2021 menunjukkan total emisi CO (Karbon Monoksida) yang dihasilkan oleh kendaraan jenis sepeda motor yang terjadi pada data tahun 2017 dengan total emisi CO yang dihasilkan saat arus mudik sebanyak 58809.40 (g/bulan/km), dan untuk total emisi N₂O (Dinitrogen Oksida) yang dihasilkan sebesar 33605.37 (g/bulan/km), pada data tahun 2019 yaitu jenis kendaraan sepeda motor.

Tabel 5. Perhitungan Beban Emisi CO dan N₂O Saat Arus Mudik Tahun 2018

Jenis Kendaraan	Sepeda Motor	Mobil (Bensin)	Mobil (Solar)	Bus	Truk	Jumlah
Data Kendaraan arus mudik (kend/bulan)	4380	1207	217	3	68	5875
Panjang jalan yang dilewati (km)	0.532	0.532	0.532	0.532	0.532	
Faktor emisi CO (g/km)	14,000	40,000	2,800	11,000	8,400	
Total emisi CO (g/bulan/km)	32622.24	25684.96	323.2432	17.556	303.878	58951.878
Beban emisi CO (ton/bulan)	0.033	0.026	0.000	1.76E-05	0.000	0.06
Faktor emisi N ₂ O (g/km)	0,002	0,005	0,014	0,031	0,031	
Total emisi N ₂ O (g/bulan/km)	4660.32	3210.62	1616.216	49.476	1121.46	10658.088
Beban emisi N ₂ O (ton/bulan)	0.0047	0.0032	0.0016	4.9476E-05	0.0011	0.011

Sumber: Dinas Perhubungan Provinsi Sulawesi Tenggara, 2018

Tabel 6. Perhitungan Beban Emisi CO dan N₂O Saat Arus Mudik Tahun 2019

Jenis Kendaraan	Sepeda Motor	Mobil (Bensin)	Mobil (Solar)	Bus	Truk	Jumlah
Data Kendaraan arus mudik (kend/bulan)	5755	1594	301	4	30	7704
Panjang jalan yang dilewati (km)	0.532	0.532	0.532	0.532	0.532	
Faktor emisi CO	14,000	40,000	2,800	11,000	8,400	
Total emisi CO (g/bulan/km)	42863.24	33920.32	4483.696	23.408	2234.4	83525.064
Beban emisi CO (ton/bulan)	0.043	0.034	0.0045	2.3E-05	0.0022	0.08
Faktor emisi N ₂ O (g/km)	0,002	0,005	0,014	0,031	0,031	
Total emisi N ₂ O (g/bulan/km)	6123.32	4240.04	2241.848	65.968	824.6	13495.776
Beban emisi N ₂ O (ton/bulan)	0.0061	0.0042	0.0022	6.6E-05	0.00082	0.01349578

Sumber: Dinas Perhubungan Provinsi Sulawesi Tenggara, 2019

Tabel 7. Perhitungan Beban Emisi CO dan N₂O Saat Arus Mudik Tahun 2020

Jenis Kendaraan	Sepeda Motor	Mobil (Bensin)	Mobil (Solar)	Bus	Truk	Jumlah
Data Kendaraan arus mudik (kend/bulan)	2580	559	330	5	82	3596
Panjang jalan yang dilewati (km)	0.532	0.532	0.532	0.532	0.532	
Faktor emisi CO	14,000	40,000	2,800	11,000	8,400	
Total emisi CO (g/bulan/km)	19215.84	12746.72	4915.68	46.816	3664.42	40589.472
Beban emisi CO (ton/bulan)	0.019	0.013	0.005	4.68E-05	0.0037	0.04
Faktor emisi N ₂ O (g/km)	0,002	0,005	0,014	0,031	0,031	
Total emisi N ₂ O (g/bulan/km)	2745.12	1593.34	2457.84	82.46	1352.34	8231.104
Beban emisi N ₂ O (ton/bulan)	0.0027	0.0016	0.00245784	8.25E-05	0.0014	0.0082311

Sumber: Dinas Perhubungan Provinsi Sulawesi Tenggara, 2020

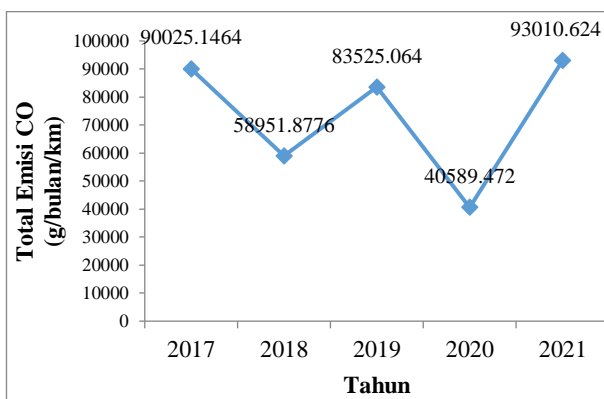
Tabel 8 Perhitungan Beban Emisi CO dan N₂O Saat Arus Mudik Tahun 2021

Jenis Kendaraan	Sepeda Motor	Mobil (Bensin)	Mobil (Solar)	Bus	Truk	Jumlah
Data Kendaraan arus mudik (kend/bulan)	6702	1612	362	8	75	8759
Panjang jalan yang dilewati (km)	0.532	0.532	0.532	0.532	0.532	
Faktor emisi CO	14,000	40,000	2,800	11,000	8,400	
Total emisi CO (g/bulan/km)	49916.496	34303.36	5392.352	46.816	3351.6	93010.62
Beban emisi CO (ton/bulan)	0.050	0.034	0.0054	4.7E-05	0.0034	0.09
Faktor emisi N ₂ O (g/km)	0,002	0,005	0,014	0,031	0,031	
Total emisi N ₂ O (g/bulan/km)	7130.928	4287.92	2696.176	131.936	1236.9	15483.86
Beban emisi N ₂ O (ton/bulan)	0.0071	0.0043	0.0027	0.00013	0.00124	0.0155

Sumber: Dinas Perhubungan Provinsi Sulawesi Tenggara, 2021

Berdasarkan dari semua tabel di atas menunjukkan jumlah beban emisi kendaraan CO (Karbon Monoksida) dan N₂O (Dinitrogen Oksida) saat arus mudik lebaran Idul Fitri berdasarkan tahun 2017 – 2021. Emisi CO dan N₂O yang didapatkan dan diambil berdasarkan dari perhitungan dengan mengalikan data jumlah kendaraan (kendaraan/bulan), serta panjang perjalanan yang dilalui oleh setiap kendaraan yang melintas pada saat arus mudik dengan faktor standar emisi Indonesia didasarkan pada (Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 12 Tahun 2010).

Gambar 2 total beban emisi CO di Pelabuhan Penyeberangan Torobulu tiap bulan saat arus mudik lebaran berdasarkan Data Tahun 2017 - 2021.

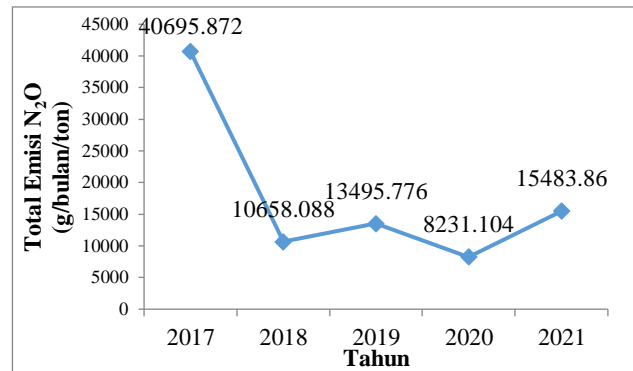


Gambar 2. Total Beban Emisi CO tiap bulan saat arus mudik yang dibedakan sesuai jenis kendaraan (g/bulan/km)

Gambar 2 menunjukkan total beban emisi CO tiap bulan saat arus mudik lebaran yang dibedakan sesuai jenis kendaraan (g/bulan/km) berdasarkan data tahun 2017 – 2021 saat arus mudik, hal ini menunjukkan bahwa total beban emisi CO paling besar dihasilkan terjadi pada data tahun 2021 dengan jumlah beban emisi yang dihasilkan sebesar 93.010.624 (g/bulan/km) saat arus mudik lebaran yang dibedakan sesuai jenis kendaraan,

sedangkan emisi CO yang paling sedikit dihasilkan adalah data tahun 2020 dengan jumlah emisi yang dihasilkan sebesar 40.589.472 (g/bulan/km) selama arus mudik lebaran yang dibedakan sesuai jenis kendaraan.

Hal ini dapat dijelaskan bahwa dampak CO yang dirasakan oleh masyarakat sekitar di area pelabuhan penyeberangan torobulu dapat menyebabkan gangguan kesehatan berupa pusing, batuk, dan mual. Selain itu, dampak dari CO dapat menyebabkan turunnya kapasitas transportasi oksigen dalam darah oleh hemoglobin, salah satu organ yang paling terganggu dalam otak dan jantung. yang berakibat turunnya nilai produktivitas serta mengakibatkan kerugian ekonomis pada jangka panjang dan timbulnya permasalahan sosial ekonomi keluarga dan masyarakat. Gambar 3 total beban emisi N₂O tiap bulan saat arus mudik lebaran berdasarkan Data Tahun 2017 – 2021.



Gambar 3. Total Beban Emisi N₂O tiap bulan saat arus mudik yang dibedakan sesuai jenis kendaraan (g/bulan/km)

Gambar 3 menunjukkan total beban emisi N₂O tiap bulan yang dibedakan sesuai jenis kendaraan dapat dibandingkan bahwa emisi gas N₂O dihasilkan sebesar 40.695.872 (g/bulan/km) berdasarkan data tahun 2017, untuk semua jenis golongan kendaraan, sedangkan emisi gas N₂O paling sedikit dihasilkan sebesar 8231.104 (g/bulan/km) pada tahun 2020 sesuai jenis kendaraan yang terjadi selama arus mudik. meski demikian dampak N₂O terbilang kecil atau masih di bawah standar faktor emisi tetapi akan berdampak pada lingkungan, dan iklim, yaitu dapat membahayakan pemulihan lapisan ozon, memperparah perubahan iklim dan pemanasan global.

3. Kesesuaian RTH (Ruang Terbuka Hijau) pada Pelabuhan Penyeberangan Torobulu dengan beban emisi yang lain.

Laju penyerapan vegetasi dalam menyerap gas karbon dioksida. Hutan memiliki banyak jenis vegetasi dengan daya serap emisi yang berbeda-beda. Jenis vegetasinya adalah pohon, perdu, padang rumput dan persawahan, daya serap berbagai jenis vegetasi dapat dilihat berdasarkan Tabel 9 di bawah ini.

Tabel 9. Daya Serap CO₂ Berdasarkan Jenis Tutupan Vegetasi

Tipe tutupan	Daya serap terhadap Gas CO ₂ (Kg/ha/jam)	Daya serap terhadap Gas CO ₂ (Ton/ha/tahun)
Pohon	129,92	569,07
Semak Belukar	12,56	55

Padang Rumput	2,74	12
Sawah	2,74	12

Sumber: prasetyo dalam Tumbuhan (2006)

Tabel 9 di atas menunjukkan bahwa jenis-jenis tutupan lahan yang dapat menyerap CO₂ seperti pepohonan, semak belukar, padang rumput dan persawahan.

Kondisi Ruang Terbuka Hijau publik eksisting di sekitar pelabuhan torobulu saat ini memiliki vegetasi berupa pepohonan dan tanaman hias yang melakukan fungsi ekologis berupa penyerap CO₂ dari kendaraan akibat arus mudik.

Untuk mengetahui kemampuan serapan CO₂ terhadap kendaraan akibat arus mudik maka perlu perhitungan untuk menentukan luas tutupan vegetasi berupa pohon dan tanaman hias. Berdasarkan hasil analisis menggunakan Quantum GIS, didapatkan hasil perbandingan rasio tutupan lahan berupa pepohonan dan tanaman hias. Kemudian dari kedua jenis tutupan vegetasi tersebut dihitung kemampuan menyerap CO₂ dari kendaraan akibat arus mudik yang ada, dimana 1 hektar pohon hijau dapat menyerap 129,92 kg CO₂ per jam, dan 1 hektar tanaman hias dapat menyerap 12,56 kg CO₂ per jam. Hasil perhitungan tutupan vegetasi pada serapan CO₂ pelabuhan dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Total Kemampuan Penyerapn CO₂ Pelabuhan Penyeberangan Torobulu Konawe Selatan

Luas Total Wilayah Pelabuhan Torobulu (Ha)	Jenis Tutupan Vegetasi	Luas (Ha)	Kemampuan Penyerapan (Kg/Jam)
52.299	Tutupan Pepohonan	1.1394	148.030848
	Tutupan Tanaman Hias	0.281	3.52936
Total Kemampuan Penyerapan (Kg/Jam)			151.560208

Sumber: hasil perhitungan, 2022

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 10 utilitas eksisting pelabuhan memiliki kemampuan menyerap emisi CO₂ yang dihasilkan kendaraan akibat arus mudik sebesar 151.560208 kg/jam.

Tabel 11. Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau Baru Untuk Menyerap Emisi CO₂ pada Pelabuhan Penyeberangan Torobulu Konaewe Selatan

Emisi Kendaraan Akibat Arus Mudik	Total Emisi Kendaraan (Kg)
Total emisi yang dihasilkan	366.162
Kemampuan penyerapan emisi oleh RTH eksisting	151.560208
Sisa	214.602

Sumber: hasil perhitungan, 2022

Berdasarkan Tabel 11 menunjukkan Total emisi CO₂ yang dihasilkan oleh kendaraan akibat arus mudik di pelabuhan penyeberangan torobulu konawe selatan sebesar 0.36 ton/tahun atau 366.162 kg/jam, sehingga terdapat sisa sebesar 214.602 kg CO₂ yang ada.

Tabel 12. Kebutuhan Penambahan Ruang Terbuka Hijau Baru

Total sisa emisi (kg/jam)	Standar daya serap terhadap emisi (kg/ha/jam)	Kebutuhan penambahan RTH Baru
214.602	129.92	1.65

Sumber: hasil perhitungan, 2022

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 12 yang menunjukkan bahwa total emisi sisa emisi CO₂ akibat kendaraan arus mudik sebesar 214.602 kg/jam emisi CO₂ kendaraan akibat arus mudik yang tidak terserap oleh Ruang Terbuka Hijau publik yang ada diperlukan lebih banyak 1.65 hektar Ruang Terbuka Hijau di sekitar Pelabuhan Penyeberangan Torobulu Konawe Selatan.

Berdasarkan undang-undang nomor 26 Tahun 2007 Tentang Penataan Ruang Terbuka Hijau dapat dijelaskan bahwa 30% dari luas wilayah sudah mencakupi kesesuaian wilayah pada Ruang Terbuka Hijau, hal ini dapat dijelaskan bahwa berdasarkan hasil analisa menggunakan Quantum GIS maka luas pelabuhan penyeberangan torobulu sebesar 52.299 m², yang dimana terdapat vegetasi tutupan pepohonan dengan luas 11.394 m² dan vegetasi tanaman hias dengan luas 2810 m², sehingga Ruang Terbuka Hijau pada pelabuhan penyeberangan torobulu belum mampu mereduksi atau menyerap hasil emisi yang dikeluarkan akibat kendaraan arus mudik lebaran.

Dampak yang ditimbulkan akibat paparan emisi CO yaitu menyebabkan seseorang sakit kepala, pusing, muntah dan mual, dan detak jantungnya meningkat. Efek lain yang ditimbulkan adalah dapat mempengaruhi radang paru-paru, ISPA, gangguan pada sistem kardiovaskuler. Sementara untuk gejala yang ditimbulkan akibat paparan N₂O yaitu badan terasa tidak enak, batuk, batuk berdahark, sesak nafas, frekuensi pernafasan meningkat, sakit kepala menggigil, demam, mual, muntah, kesadaran menurun, penderita meninggal karena kegagalan fungsi pernafasan.

Hasil penelitian tersebut perlu kiranya meminimalisir kandungan pencemar yang ada di pelabuhan penyeberangan torobulu. Cara yang dapat dilakukan agar dapat menjaga kualitas udara di pelabuhan penyeberangan torobulu tidak tercemar, maka sesuatu yang dapat dilakukan adalah upaya pengendalian pencemaran udara yaitu dengan melakukan penerapan *Green Barrier*, *Zona Buffer*, dan pembuatan Ruang Terbuka Hijau (RTH) serta penanaman dengan menggunakan tanaman pereduksi polusi udara seperti pohon trembesi, beringin, mahoni dan lain-lain.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, diperoleh hasil sebagai berikut :

1. Dari data yang telah diolah hasil identifikasi data tahun 2017 menunjukkan kendaraan paling banyak melintas dengan jumlah kendaraan sebanyak 9686 kendaraan selama arus mudik, sedangkan data tahun 2020 merupakan kendaraan paling sedikit melintas dengan jumlah kendaraan sebanyak 3596 kendaraan selama arus mudik.
2. Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan total beban emisi CO dihasilkan sebesar 93.010.624 (g/bulan/km) pada data tahun 2021, sedangkan total beban

emisi N₂O dihasilkan sebesar 40.695.872 (g/bulan/km) pada data tahun 2017.

3. Berdasarkan hasil analisa menggunakan Quantum GIS bahwa Ruang Terbuka Hijau pada pelabuhan penyeberangan torobulu konawe selatan dengan luas 52,299 m² yang terdapat vegetasi tutupan pepohonan dengan luas 11.394 m² dan vegetasi tanaman hias dengan luas 2810 m², dengan kemampuan menyerap sebesar 151.560208 kg/jam, untuk itu dibutuhkan penambahan 1.65 hektar untuk bisa menyerap Ruang Terbuka Hijau, sehingga emisi kendaraan CO₂ kendaraan akibat arus mudik lebaran yang dapat dihasilkan dapat terserap lebih optimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Kendari, UPTD Pelabuhan Penyeberangan Torobulu Konawe Selatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Irianto, 2012. Jurnal : Mudik Dan Keretakan Budaya, Univeritas Diponegoro, Jurnal Ilmiah Vol. 1, No. 1.
- Morlok, E. K. 1981. Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi. Erlangga. Jakarta.
- Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Konawe Selatan Dalam Angka 2020.
- Tarigan, Abner. "Estimasi Emisi Kendaraan Bermotor di Beberapa Ruas Jalan Kota Medan." (2009).
- Ma'arif, A. (2016). Analisis kebutuhan ruang terbuka hijau untuk menyerap emisi CO₂ kendaraan bermotor di Surabaya (Studi Kasus: Koridor Jalan Tandus Hingga Benowo). *Jurnal Teknik ITS*, 5(2), D216-D220.
- Undang-Undang Republik Indonesia. Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 Tentang Penataan Ruang.
- Di Daerah, Pencemaran Udara. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2010 Tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara Di Daerah Menteri Negara Lingkungan Hidup. 2010.