TA/TL/2024/1820

TUGAS AKHIR

ANALISIS *CARBON FOOTPRINT* DARI PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK DAN *LIQUEFIED PETROLEUM GAS* (LPG) DI TERMINAL GIWANGAN

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Untuk Memenuhi

Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan



ALFIAN RAYHAN PUTRA

20513048

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2024

TUGAS AKHIR

ANALISIS *CARBON FOOTPRINT* DARI PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK DAN *LIQUEFIED PETROLEUM GAS* (LPG) DI TERMINAL GIWANGAN

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan

ALFIAN RAYHAN PUTRA
20513048

Disetujui,
Dosen Pembimbing

Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T.
NIK. 195130102
Tanggal: 6/8/24

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

Any Juliani, S.T., M.Sc. (Res.Eng.), Ph.D.
NIK. 045130401
Tanggal: 5/8/24

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS *CARBON FOOTPRINT* DARI PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK DAN *LIQUEFIED PETROLEUM GAS* (LPG) DI TERMINAL GIWANGAN

Telah diterima dan disahkan Oleh Tim Penguji

Hari : Selasa

Tangggal : 20 Agustus 2024.

Disusun Oleh:

ALFIAN RAYHAN PUTRA

20513048

Tim Penguji:

Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T. ( ) 19/8 24

Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D. (20/2024)

Fina Binazir Maziya, S.T., M.T. (19/8 24)

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Tulisan ini merupakan hasil karya asli dan belum pernah diajukan untuk tujuan mendapatkan gelar akademik di Universitas Islam Indonesia atau lembaga pendidikan tinggi lainnya.
2. Karya ini merupakan produk dari pemikiran, perumusan, dan penelitian saya sendiri, dengan panduan dan bimbingan dari Dosen Pembimbing, tanpa melibatkan pihak lain.
3. Dalam tulisan ini, tidak ada penggunaan karya atau pandangan orang lain kecuali jika diakui secara jelas dalam teks dengan menyebutkan nama penulisnya dan mengikutsertakannya dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di masa mendatang terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 30 April 2024

Yang membuat pernyataan,



Alfian Rayhan Putra

NIM: 20513048

PRAKATA

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT. atas rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis memiliki kesempatan untuk menyelesaikan penelitian tugas akhir yang berjudul "Analisis *Carbon Footprint* Dari Penggunaan Energi Listrik dan *Liquefied petroleum gas* (LPG) di Terminal Giwangan" dengan baik.

Pada kesempatan kali ini, saya sebagai penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak – pihak yang telah membantu, mendukung, serta mendoakan saya dalam penyusunan tugas akhir ini, yakni kepada:

1. Allah SWT yang senantiasa melimpahkan nikmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini;
2. Bapak Bambang Sigid Purnomo dan Ibu Triningtyas Sukmawati selaku orang tua penulis serta adik, Emita Loya Ramadhanty yang selalu memberikan dukungan serta doa sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini;
3. Ibu Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang selalu membimbing dan memberikan arahan dan semangat serta kritik, saran, dan penilaian terhadap penulis sejak penulisan proposal tugas akhir hingga tugas akhir ini selesai;
4. Para dosen dan pengajar yang selama ini telah memberikan ilmu maupun fasilitas yang sangat bermanfaat untuk penulis selama proses menempuh Pendidikan di Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia;
5. Pihak Terminal Giwangan yang telah bersedia memberikan izin serta meluangkan waktunya dalam pelaksanaan penelitian tugas akhir ini;
6. Tasya Amelia Mirtasari yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini yang telah menemani, mendukung, membantu dari awal hingga akhir penyusunan tugas akhir ini;

7. Teman–teman Angkatan 2020 yang sudah membantu dalam masa perkuliahan berlangsung;

Penulis sadar bahwa tugas akhir ini masih memiliki banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Terlepas dari hal tersebut, penulis berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat untuk pembaca dan penelitian selanjutnya. Kritik dan saran yang membangun penulis sangat dibutuhkan agar tugas akhir ini menjadi lebih baik.

Akhir kata, penulis memohon maaf sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang dirugikan oleh penulis akibat ucapan maupun perbuatan penulis yang kurang berkenan secara langsung maupun tidak langsung.

Yogyakarta, 30 April 2024



Alfian Rayhan Putra

”Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRAK

ALFIAN RAYHAN PUTRA. Analisis *Carbon Footprint* Dari Penggunaan Energi Listrik dan *Liquefied petroleum gas* (LPG) di Terminal Giwangan. Dibimbing oleh Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T.

Terdapat beberapa fasilitas umum yang menghasilkan *Carbon footprint* dari pemakaian energi listrik dan penggunaan *Liquefied petroleum gas* (LPG). Terminal bus merupakan salah satu contoh fasilitas umum yang menghasilkan *Carbon footprint* dikarenakan pada lokasi tersebut terdapat pemakaian energi listrik dan penggunaan gas LPG untuk keperluan aktivitas di terminal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis *Carbon footprint* dari pemakaian energi listrik dan gas LPG yang terdapat di Terminal Giwangan, Yogyakarta. Pembagian *scope* pada penelitian kali ini mengacu terhadap *Greenhouse Gases Protocol* (GHGP) sedangkan pada tahap perhitungan menggunakan metode *International Panel On Climate Change* (IPCC) (IPCC, 2014). Hasil perhitungan yang telah dilakukan, pemakaian energi listrik menjadi kontribusi terbesar *Carbon footprint* yaitu sebesar 395,255 ton CO_2-eq/tahun (94,3 %) dan penggunaan gas LPG menyumbangkan *Carbon footprint* sebesar 23,377 CO_2-eq/tahun (5,7%). Strategi Pengurangan yang dapat dilakukan antara lain strategi penggantian lampu dengan lampu hemat energi, strategi mematikan komputer pada jam istirahat, strategi mengatur suhu ruang minimal 25°C dan strategi mematikan dispenser pada saat selesai jam operasional dengan total nilai efisiensi sebesar 16 %.

Kata kunci : *Carbon footprint, listrik, LPG*

ABSTRACT

ALFIAN RAYHAN PUTRA. Carbon Footprint Analysis of the Use of Electrical Energy and Liquefied petroleum gas (LPG) at the Giwangan Terminal. Supervised by Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T.

There are several public facilities that produce a Carbon footprint from the use of electrical energy and the use of Liquefied petroleum gas (LPG). Bus terminals are one example of public facilities that produce a carbon footprint because at that location there is the use of electrical energy and the use of LPG gas for activities at the terminal. This study aims to analyze the carbon footprint of the use of electricity and LPG gas contained in Giwangan Terminal, Yogyakarta. The scope division in this study refers to the Greenhouse Gases Protocol (GHGP) while at the calculation stage using the International Panel On Climate Change (IPCC) method (IPCC, 2014). The results of calculations that have been done, the use of electrical energy is the largest contribution to the Carbon footprint, which is 395,255 tons CO2-eq / year (94.3%) and the use of LPG gas contributes to the Carbon footprint of 23,377 CO2-eq / year (5.7%). Reduction strategies that can be done include strategies for replacing lamps with energy-saving lamps, strategies for turning off computers during break hours, strategies for setting room temperatures at least 25 ° C and strategies for turning off dispensers at the end of operating hours with a total efficiency value of 16%.

Keywords : *Carbon footprint, electricity, LPG*

Halaman ini sengaja dikosongkan"

DAFTAR ISI

ABSTRAK 4

ABSTRACT 5

DAFTAR ISI 7

DAFTAR GAMBAR 10

DAFTAR TABEL 13

DAFTAR LAMPIRAN 15

BAB I PENDAHULUAN 16

1.1 Latar Belakang 16

1.2 Kerangka Berpikir 18

1.3 Rumusan Masalah 20

1.4 Tujuan Penelitian 20

1.5 Manfaat Penelitian 20

1.7 Ruang Lingkup 21

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 22

2.1 Pencemaran Udara 22

2.2 Pemanasan Global 23

2.3 Gas Rumah Kaca 25

2.4 Pedoman *Intergovernmental Panel On Climate Change* (IPCC) 28

2.5 Pembagian *Scope The Greenhouse Gas Protocol* (GHG *Protocol*) 29

2.6 *Carbon Footprint* 31

2.7 Sumber Emisi Karbon 35

2.8 Dampak Emisi Karbon 37

2.9 Terminal Bus 38

2.10 Penelitian Terkait *Carbon footprint* 42
BAB III METODE PENELITIAN 51
3.1 Waktu dan Lokasi 51
3.2 Diagram Alir Penelitian 54
3.3 Populasi Penelitian 56
3.4 Metode Pengumpulan Data 57
3.5 Prosedur Analisis Data 59
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 63
4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian 63
4.2 Kegiatan di Terminal Giwangan 64
4.3 Hasil Pengumpulan Data 65
4.4 Hasil Perhitungan Jumlah *Carbon Footprint* 74
4.5 Total Emisi *Carbon Footprint* di Terminal Giwangan 87
4.6 Perbandingan Carbon footprint Pemakaian Energi Listrik Kios & Kantor 88
4.7 Kontribusi Jumlah *Carbon Footprint* 90
4.8 Strategi Efektif Mengurangi *Carbon Footprint* 93
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 107
5.1 Kesimpulan 107
5.2 Saran 109
DAFTAR PUSTAKA 111
LAMPIRAN 118

”Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kerangka Berpikir Penelitian 19
Gambar 2.1 Grafik prediksi suhu rata-rata global periode 1850-2023 24
Gambar 2.2 Ilustrasi Efek Rumah Kaca 25
Gambar 2.3 Persentase Gas Rumah Kaca 26
Gambar 2.4 Scope GHG Protocol 31
Gambar 2.5 Emisi Gas Rumah Kaca Menurut Sektor 36
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian Terminal Giwangan 53
Gambar 3.2 Diagram alir penelitian 55
Gambar 4.1 Kegiatan di Terminal Giwangan 64
Gambar 4.2 Grafik Penggunaan Gas LPG 1 Bulan 67
Gambar 4.3 Grafik Penggunaan LPG 1 Tahun 67
Gambar 4.4 Grafik Pemakaian Energi Listrik 5 Tahun Terakhir 71
Gambar 4.5 Grafik Total *Carbon Footprint* Sektor Gas LPG 1 Bulan 75
Gambar 4.6 Grafik Total *Carbon Footprint* Sektor Gas LPG 1 Tahun 76
Gambar 4.7 Grafik *Carbon Footprint* Pemakaian Energi Listrik Tahun 2019 80
Gambar 4.8 Grafik *Carbon Footprint* Pemakaian Energi Listrik Tahun 2020 81
Gambar 4.9 Grafik *Carbon Footprint* Pemakaian Energi Listrik Tahun 2021 81
Gambar 4.10 Grafik *Carbon Footprint* Pemakaian Energi Listrik Tahun 2022 82
Gambar 4.11 Grafik *Carbon Footprint* Pemakaian Energi Listrik Tahun 2023 82
Gambar 4.12 Grafik *Carbon Footprint* Pemakaian Energi Listrik 5 Tahun Terakhir 84
Gambar 4.13 Total *Carbon Footprint* Terminal Giwangan 88
Gambar 4.14 Grafik Perbandingan *Carbon Footprint* Dari Energi Listrik 90
Gambar 4.15 Kontribusi Jumlah Carbon Footprint Dalam 1 Bulan 91

Gambar 4.16 Kontribusi Jumlah Carbon Footprint Dalam 1 Tahun..... 92

Gambar 4.17 Kontribusi Jumlah Carbon Footprint Dalam 1 Tahun..... 102

”Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Faktor Emisi dari Penggunaan LPG 32
Tabel 2.2 Faktor Emisi dari Kegiatan Transportasi 33
Tabel 2.3 Faktor Emisi dari Penggunaan Listrik 35
Tabel 2.4 Karakteristik Terminal Penumpang 40
Tabel 2.5 Penelitian Terkait *Carbon footprint* 43
Tabel 3.1 Pengumpulan Data Primer 57
Tabel 3.2 Pengumpulan Data Sekunder 59
Tabel 3.3 Nilai Potensi Pemanasan Global 60
Tabel 3.4 Faktor Emisi Konsumsi Listrik 61
Tabel 3.5 Faktor Emisi Penggunaan LPG 62
Tabel 4.1 Rekapitulasi Total Emisi Carbon Footprint Periode 1 Bulan 87
Tabel 4.2 Rekapitulasi Total Emisi Carbon Footprint Periode 1 Tahun 87
Tabel 4.3 Perbandingan Carbon footprint Dari Energi Listrik 89
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Strategi Penggantian Lampu 94
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Strategi Mematikan Komputer 96
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Mengatur Suhu Minimal 25°C 98
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Strategi Mematikan AC 98
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Strategi Mematikan Dispenser 100
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Rekapitulasi Strategi Efektif Mengurangi Carbon Footprint 101

”Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I : Hasil Pengumpulan Data Primer dan Data Sekunder

Lampiran II : Hasil Perhitungan Jumlah Carbon footprint

Lampiran III : Dokumentasi Penelitian

Lampiran IV : Hasil Formulir Pengambilan Data

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada saat ini, aktivitas manusia dapat berdampak negatif terhadap keberlangsungan lingkungan hidup, baik secara langsung maupun tidak langsung terhadap manusia dan lingkungan. Pemanasan global, dapat dikenal sebagai peningkatan rata-rata bumi setiap tahun sebagai dampak dari efek rumah kaca. Kegiatan manusia merupakan salah satu penyebab utama terjadinya pemanasan global. Wiedman (2008) menyatakan bahwa *Carbon footprint* (jejak karbon) merupakan ukuran total emisi karbon yang oleh dihasilkan oleh fasilitas umum, produk, dan kegiatan manusia. Selain itu, *Carbon footprint* dapat mencakup semua emisi karbon yang dihasilkan secara langsung maupun tidak langsung yang diakibatkan oleh kegiatan dan keperluan manusia di fasilitas umum. Semua fasilitas umum yang menggunakan energi listrik maupun LPG dalam kegiatan operasionalnya, akan menghasilkan emisi karbon. Semakin banyak kegiatan manusia yang terdapat pada fasilitas umum tersebut, maka semakin besar *Carbon footprint* yang dihasilkan (Rahayu, 2011).

Terdapat beberapa fasilitas umum, sektor industri dan pemukiman yang menghasilkan emisi karbon dari penggunaan sumber energi listrik dan LPG. Terminal bus merupakan salah satu contoh fasilitas umum yang menghasilkan emisi karbon dikarenakan pada lokasi tersebut terdapat penggunaan energi listrik dan LPG untuk keperluan aktivitas di terminal tersebut. Kualitas lingkungan dapat dipengaruhi oleh perubahan dalam perencanaan dan konsumsi energi yang meningkat dari sektor fasilitas umum, hal tersebut dapat mengakibatkan penurunan kualitas udara. Wiratama (2015) mengungkapkan bahwa Konsumsi energi yang berkaitan dengan aktivitas manusia menyumbang 67 % terhadap penurunan kualitas udara dan emisi karbon. Peningkatan emisi karbon merupakan salah satu komponen penurunan kualitas udara, akibatnya semakin banyak aktivitas manusia yang terjadi, maka semakin tinggi *Carbon footprint* yang dihasilkan (Arif, 2018).

Prihatmaji (2016) mengemukakan bahwa emisi karbon merupakan ukuran dari dampak dari aktivitas manusia terhadap lingkungannya, yang diukur dengan aktivitas atau kegiatan yang dapat meningkatkan emisi gas rumah kaca yang diwakili dalam satuan CO_2. Semakin banyak penggunaan fasilitas umum, semakin banyak konsumsi energi yang dihasilkan, maka dapat berdampak terhadap peningkatan *Carbon footprint. Pada* dasarnya *Carbon footprint* dapat dihasilkan oleh semua aktivitas manusia, termasuk penggunaan energi listrik (seperti lampu penerangan, penggunaan ac, dan penggunaan perangkat elektronik) (Arif, 2018).

Aktivitas manusia dapat mengakibatkan peningkatan *Carbon footprint* yang berdampak terhadap lingkungan hidup. Oleh karena itu, diperlukan upaya yang dapat meningkatkan kondisi lingkungan akibat timbulan *Carbon footprint* dari segala aktivitas manusia yang bertujuan untuk berkontribusi pada upaya restorasi lingkungan dengan membantu mengendalikan dan membatasi penggunaan energi listrik maupun LPG dalam kehidupan sehari-hari.

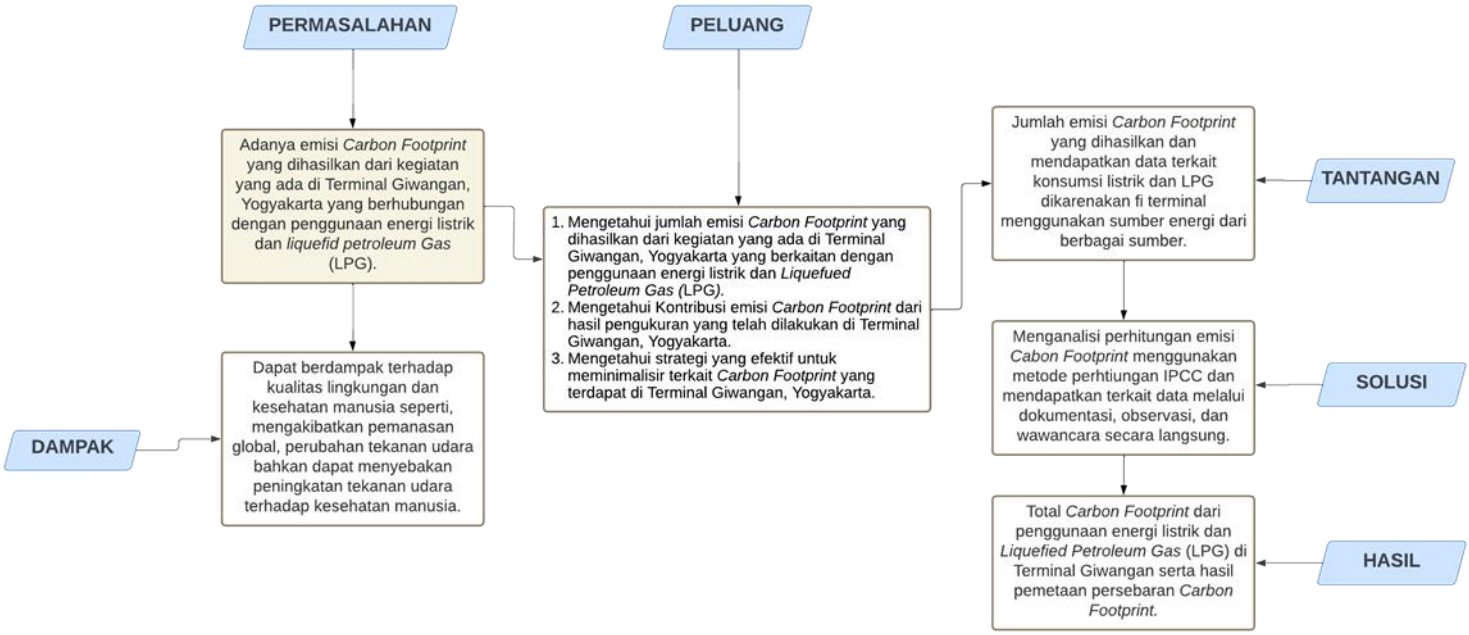
Penelitian ini akan mencakup analisis *Carbon footprint dari* penggunaan energi listrik dan LPG yang terdapat di Terminal Giwangan Yogyakarta. Daerah Istimewa Yogyakarta merupakan salah satu provinsi yang memiliki beragam destinasi wisata. Oleh karena itu, Kota ini sering dikunjungi oleh wisata lokal maupun asing.Terminal Giwangan merupakan terminal tipe A yang berada di sebelah selatan Kota Yogyakarta, penumpang yang ada di Terminal Giwangan selalu penuh dengan penumpang dengan berbagai aktivitasnya. Hal ini mengakibatkan di sekitar area terminal ini selalu ramai dengan berbagai aktivitas manusia, seperti pemilik warung makan, kios oleh-oleh maupun agen tiket bus, akibatnya dapat berdampak terhadap peningkatan konsumsi energi terutama energi listrik dan LPG yang berada di dalam kawasan Terminal Giwangan.

Pada penelitian kali ini mencakup 2 lingkup menurut *The Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol)* yaitu lingkup ke-1 dan lingkup ke-2, adapun untuk lingkup ke-1 terkait penggunaan *Liquefied petroleum gas* (LPG) dan lingkup ke-2 pada penggunaan energi listrik. Emisi *Carbon footprint* dari lingkup tersebut dihitung berdasarkan metode *International Panel on Climate Change (IPCC).* Emisi karbon primer sendiri berasal dari warung makan, kios oleh-oleh maupun

agen tiket bus di Terminal Giwangan yang menggunakan LPG untuk kegiatan operasionalnya. Sedangkan emisi karbon sekunder berasal dari berbagai aktivitas yang menggunakan energi listrik dari fasilitas yang ada pada terminal tersebut. Kualitas udara di sekitar area Terminal Giwangan dapat menurun yang diakibatkan oleh emisi karbon tersebut. *Carbon footprint* yang dimaksud merupakan *Carbon footprint* yang ditimbulkan dari berbagai kegiatan manusia yang menimbulkan emisi di sekitar area Terminal Giwangan. Oleh karena itu, perlu dilakukannya penelitian kali ini untuk meningkatkan pemahaman terkait *Carbon footprint* yang dihasilkan dari aktivitas yang terdapat di Terminal Giwangan, Yogyakarta.

1.2 Kerangka Berpikir

Akmalina (2021) mengungkapkan Pada dasar penelitian terdapat beberapa unsur yaitu tinjauan pustaka, data penelitian dan hasil analisis itu sendiri. Beberapa unsur tersebut dapat digambarkan melalui kerangka berpikir, kerangka berpikir mempunyai alur yang sistematis dalam berlangsungnya sebuah penelitian, adapun fungsi dari kerangka berpikir sebagai gambaran terkait tujuan, permasalahan, tantangan dan solusi yang ada dalam sebuah penelitian. Kerangka berpikir dapat berupa model konseptual dengan aspek tertentu dari sebuah penelitian yang akan dianalisis. Berikut merupakan kerangka berpikir pada penelitian ini terdapat pada Gambar 1.1 yaitu sebagai berikut.



Gambar 1.1 Kerangka Berpikir Penelitian

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan kondisi yang melatar belakangi dalam penelitian ini yaitu, dapat dirumuskan dalam beberapa rumusan masalah sebagai berikut :

1. Berapa jumlah tingkat *Carbon footprint* yang dihasilkan dari kegiatan di Terminal Giwangan, Yogyakarta yang berhubungan dengan penggunaan energi listrik dan *Liquefied petroleum gas* (LPG) ?
2. Bagaimana tingkat kontribusi *Carbon footprint* dari hasil pengukuran yang telah dilakukan di Terminal Giwangan, Yogyakarta ?
3. Bagaimana strategi efektif untuk meminimalisir *Carbon footprint* yang terdapat di Terminal Giwangan, Yogyakarta ?

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari dilakukannya penelitian ini sebagai berikut :

1. Mengetahui jumlah emisi *Carbon footprint* yang dihasilkan dari kegiatan di Terminal Giwangan, Yogyakarta yang berhubungan dengan penggunaan energi listrik dan *Liquefied petroleum gas* (LPG).
2. Mengetahui kontribusi emisi *Carbon footprint* dari hasil pengukuran yang telah dilakukan di Terminal Giwangan, Yogyakarta.
3. Mengetahui strategi yang efektif untuk meminimalisir adanya *Carbon footprint* yang terdapat di Terminal Giwangan, Yogyakarta.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil terhadap penelitian ini yaitu, sebagai berikut :

1. Mengetahui informasi terkait tingkat emisi $CO_{2\text{-eq}}$ yang dihasilkan dari kegiatan di Terminal Giwangan, Yogyakarta yang berhubungan dengan penggunaan energi listrik dan *Liquefied petroleum gas* (LPG).
2. Dapat melakukan strategi yang efektif untuk meminimalisir adanya emisi $CO_{2\text{-eq}}$ yang terdapat di Terminal Giwangan, Yogyakarta.

3. Menjadi sumber informasi dan referensi bagi penelitian selanjutnya mengenai tingkat emisi $CO_{2\text{-eq}}$ serta persebaran emisi $CO_{2\text{-eq}}$ yang terdapat di Terminal Giwangan, Yogyakarta.

1.7 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari penelitian yang dilakukan yaitu, sebagai berikut :

1. Penelitian ini berlokasi di Terminal Giwangan yang berada di selatan Kota Yogyakarta.
2. Penelitian ini mencakup satu wilayah yaitu di Terminal Giwangan dengan area yang menghasilkan *Carbon footprint* dari penggunaan energi listrik dan *Liquefied petroleum gas* (LPG).
3. Emisi karbon yang dimaksud pada penelitian kali ini yaitu emisi gas CO_2 -eq yang dihasilkan oleh kegiatan yang ada di Terminal Giwangan, seperti penggunaan energi listrik dan penggunaan *Liquefied petroleum gas* (LPG).
4. Data jumlah penggunaan energi listrik dan inventarisasi alat elektronik berasal dari data sekunder yang diperoleh dari Dinas Perhubungan Daerah Istimewa Yogyakarta.
5. Data jumlah penggunaan *Liquefied petroleum gas* (LPG) menggunakan data primer yang didapatkan dari pedagang makanan, kantin dan pemilik kios melalui observasi dan wawancara.
6. Penelitian menggunakan metode *international Greenhouse Gases* (GHG) Protocols, dan untuk metode perhitungan total emisi karbon menggunakan Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 2006.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran Udara

Menurut Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, pencemaran udara sendiri didefinisikan ketika zat, energi, atau unsur lain yang masuk ke dalam bagian atmosfer melalui beberapa aktivitas manusia yang melebihi standar baku mutu kualitas udara yang telah ditentukan.

Salah satu cara yang paling sering digunakan dan umum untuk menilai kondisi atmosfer yaitu dengan mengukur konsentrasi parameter polusi udara, apakah melebihi atau berada di bawah standar baku mutu yang telah ditetapkan terkait kualitas udara ambien nasional. Standar kualitas udara ambien nasional mendefinisikan baku mutu udara merupakan standar atau jumlah maksimum unsur pencemaran yang dapat diterima di udara ambien. Udara bebas yang berada pada lapisan troposfer bumi, terutama pada ketinggian sekitar 16 km di atas permukaan tanah dan berada di wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia, yang dikenal sebagai udara sekitar sendiri, dan dapat berdampak terhadap kesehatan manusia, kelestarian makhluk hidup dan ekosistem yang mengelilingi mereka (Kurniawan, 2017).

Penggunaan energi listrik dan gas LPG (*Liquefied petroleum gas*) memiliki potensi dalam menyumbang pencemaran udara. Proses pembangkit listrik yang menggunakan energi konvensional serta penggunaan LPG sebagai bahan bakar untuk memasak dapat menghasilkan gas buang berupa emisi karbon. Salah satu emisi yaitu Karbondioksida (CO_2), yang dapat meningkatkan gas efek rumah kaca dikarenakan konsentrasi emisi karbon yang tinggi. Atmosfer bumi mengalami peningkatan suhu dan kelembaban dikarenakan adanya peningkatan emisi karbon yang berasal dari kegiatan manusia. Menurut UU No 32 Tahun 2009 mengenai pengelolaan lingkungan hidup, pencemaran lingkungan hidup sendiri didefinisikan sebagai masuknya makhluk hidup, energi ataupun unsur lain ke dalam lingkungan

hidup yang melebihi nilai ambang batas yang sudah ditetapkan oleh standar lingkungan hidup.

2.2 Pemanasan Global

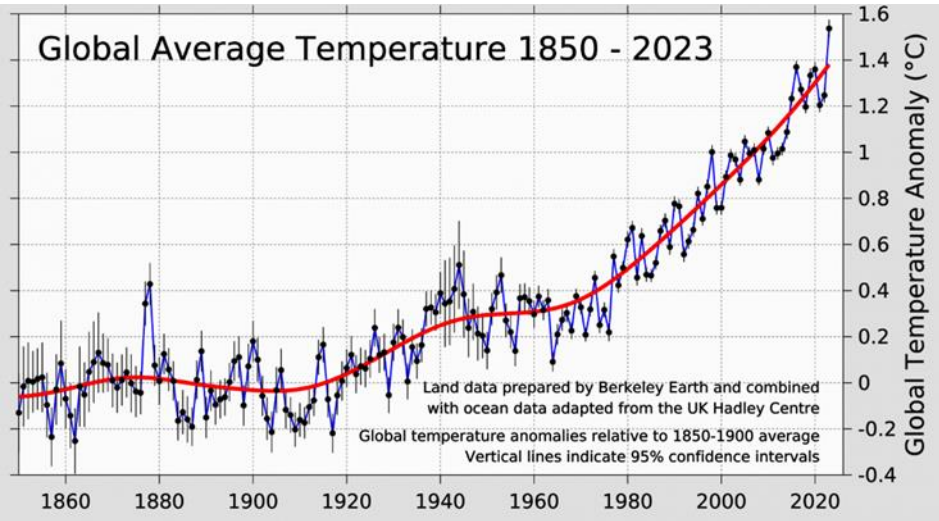
2.2.1 Pengertian Pemanasan Global

Menurut *United State Environmental Protection Agency* (US EPA), pemanasan global sendiri didefinisikan sebagai peningkatan suhu rata-rata yang ada di permukaan bumi sebagai akibat dari emisi gas rumah kaca (GRK) . Pemanasan global sendiri dianggap sebagai masalah besar dan mendesak yang harus dihadapi oleh berbagai negara pada saat ini. Suhu rata-rata bumi telah meningkat sekitar 0.8°C (1.5°F) selama seratus tahun terakhir, menurut laporan dari Institut Studi Luar Angkasa Goddard NASA yang diterbitkan pada tahun 2010. Data ini mencakup pengukuran suhu rata-rata tahunan bumi sejak tahun 1880, yang dikumpulkan dari beberapa stasiun cuaca dan satelit yang ada di seluruh dunia. Hal tersebut dengan jelas menunjukkan bahwa pada dekade pertama abad ke-21 adalah dekade dengan suhu terpanas sejak tahun 1880, dengan suhu rata-rata tahunan sebesar 14.5°C (58°F) (Freije, 2017).

2.2.2 Dampak Pemanasan Global

Parinduri (2019) mengemukakan bahwa akibat perubahan iklim yang cepat serta ketidakstabilan cuaca, masyarakat merasakan dampak dari pemanasan global yang terjadi di beberapa wilayah belahan dunia berupa perubahan pola curah hujan dan meningkatnya suhu permukaan bumi yang dapat memicu kekeringan dan terjadinya kebakaran hutan. Selain itu, pemanasan global mengakibatkan es di kutub utara dan antartika mencair lebih cepat dibandingkan dengan biasanya, yang dapat mengganggu keseimbangan ekosistem dan dapat mengakibatkan peningkatan permukaan air laut. Peningkatan suhu rata-rata di seluruh dunia sebagian besar disebabkan adanya kegiatan manusia yang dapat menyebabkan pemanasan global, seperti penggunaan energi listrik dan LPG secara besar-besaran (IPCC, 2014).

Adapun, hasil penelitian yang menunjukkan perbedaan suhu rata-rata di bumi antara tahun 1850-2025 yang tertera pada Gambar 2.1.



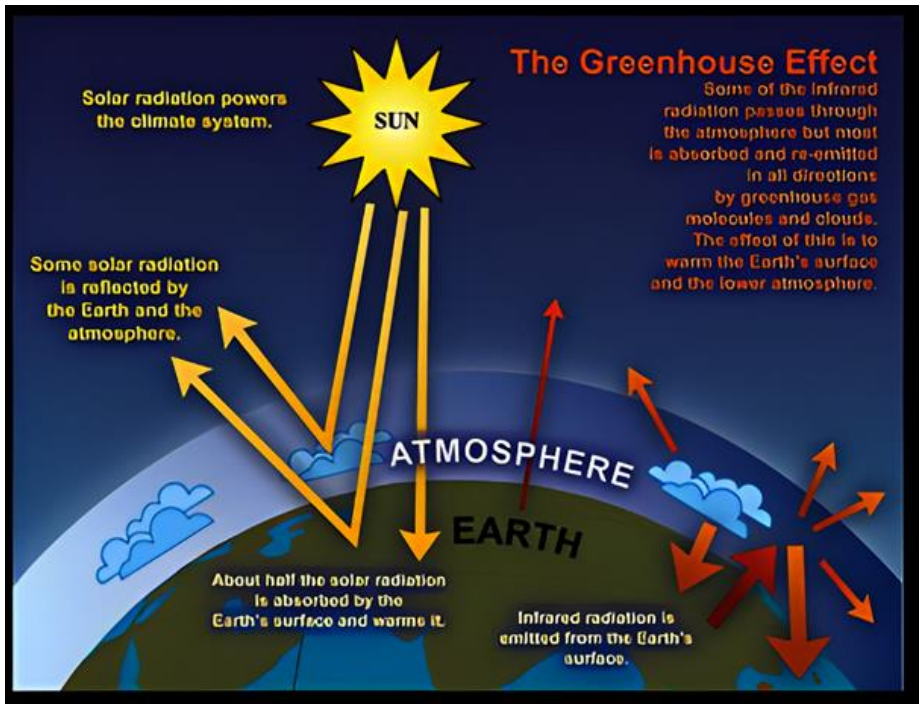
Gambar 2.1 Grafik prediksi suhu rata-rata global periode 1850-2023
Sumber :*Berkley Earth* (2023)

Menurut Ramlan (2002) terdapat beberapa dampak yang dapat menyebabkan adanya pemanasan global antara lain :

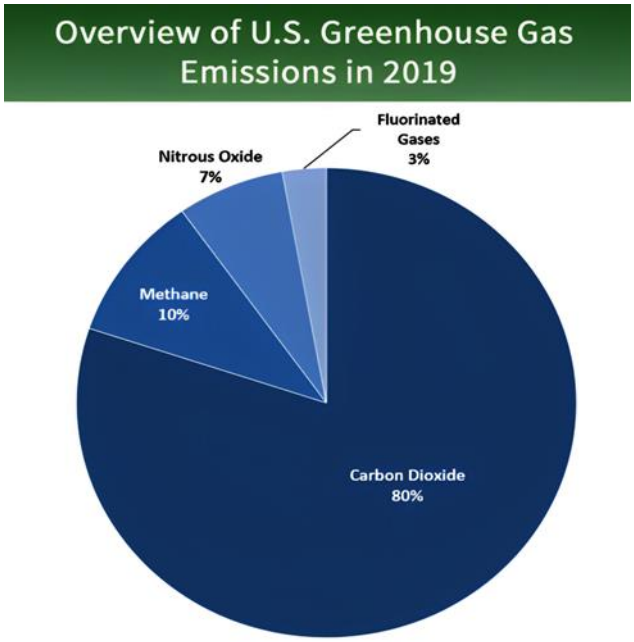
a) Adanya wabah dan jenis penyakit baru dikarenakan adanya polusi yang semakin bertambah.
b) Dapat mengakibatkan kebakaran hutan, hujan lebat angin topan dan banjir secara mendadak akibat adanya pemanasan global.
c) Mengakibatkan adanya migrasi manusia maupun binatang secara besar-besaran dari satu wilayah ke wilayah lain.
d) Naiknya permukaan air laut yang diakibatkan mencairnya es di kutub utara dan antartika.

2.3 Gas Rumah Kaca

Oja (2019) menyatakan bahwa gas rumah kaca merupakan kumpulan gas yang berada di atmosfer dan dapat menyimpan radiasi. Untuk memberikan gambaran terkait efek rumah kaca, dapat mengumpamakan bahwa bumi sebagai rumah kaca untuk menunjukkan efek rumah kaca, sinar ultraviolet matahari diserap dan dipantulkan sebagai radiasi inframerah oleh bumi. Akan tetapi, gas rumah kaca memerangkap sebagian radiasi ini di atmosfer, mengakibatkan suhu di bumi menjadi lebih hangat pada siang hari dan pada malam hari suhu menjadi lebih dingin di malam hari. Efek gas rumah kaca dapat menyebabkan kebocoran di atmosfer bumi dikarenakan adanya peningkatan konsentrasi emisi karbon. Gas rumah kaca sendiri terdiri dari beberapa senyawa CO_2, N_2O, CH_4 dan Gas terfluorinasi. Adapun terkait kandungan senyawa yang terdapat di gas rumah kaca dan ilustrasi terkait efek rumah kaca dijelaskan pada gambar 2.2 dan 2.3 yaitu sebagai berikut.



Gambar 2.2 Ilustrasi Efek Rumah Kaca
Sumber : IPCC (2007)



Gambar 2.3 Persentase Gas Rumah Kaca
Sumber : *U.S. Environmental Protection Agency* (2019)

Protokol Kyoto mengakui terdapat enam senyawa Gas Rumah Kaca, yaitu karbondioksida (CO_2), metana (CH_4), dinitrogen oksida (N_2O), chloro-fluoro-carbon (CFC), hydro-fluoro-carbon (HFCs), dan sulfur heksa fluorida (SF_6). Informasi ini juga terdapat di dalam Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 71 Tahun 2011 terkait Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional. Berikut penjelasan terkait 6 senyawa Gas Rumah Kaca menurut Protokol Kyoto yaitu sebagai berikut :

a) Karbondioksida (CO_2)

Nursetiyani (2021) mengatakan bahwa Karbon Dioksida (CO_2) merupakan gas alam yang memiliki kandungan terbatas dan tingkat toksisitas yang rendah yang berada di lingkungan sekitar. Sebanyak 0,03 % Karbondioksida terkandung di dalam udara yang berada di sekitar kita. Penggunaan energi listrik, LPG, penggunaan bahan bakar fosil serta reaksi kimia merupakan beberapa proses yang dapat mengakibatkan adanya

pembentukan karbondioksida. Penyerapan tanaman merupakan bagian dari siklus karbon yang dapat mengurangi emisi karbon di udara sekitar. Pada kesetimbangan jumlah dan perpindahan emisi karbon dioksida cenderung mencapai kesetimbangan.

b) Dinitrogen oksida (N_2O)

Konsentrasi Dinitrogen oksida (N_2O) meningkat rata – rata setiap tahunnya dari tahun 1978 hingga tahun 2010 dari angka 0,2 % hingga 0,3 %. Peningkatan ini disebabkan oleh berbagai aktivitas manusia, seperti pemupukan tanah, pembakaran bahan bakar fosil hingga penggunaan biomassa (Artadi, 2013).

c) Gas Terfluorinasi

Menurut Artadi (2013), gas chlorofluorocarbon (CFC), hydrofluorocarbon (HFC) dan sulfur heksafluorida (SF_6) merupakan beberapa contoh gas yang termasuk pada gas terfluorinasi. Gas rumah kaca sintetik ini dipancarkan oleh berbagai proses energi dan memiliki daya serap panas yang kuat dikarenakan potensinya sebagai gas efek rumah kaca.

d) Metana (CH_4)

Metana (CH_4) merupakan komponen utama gas alam, metana dapat terbentuk oleh peristiwa alam dan aktivitas manusia. Pada saat ini, metana berperan sebagai penyebab penurunan lapisan ozon dikarenakan salah satu bagian penting dari gas alam. Emisi Metana dapat berasal dari beberapa aktivitas manusia seperti peternakan, pengolahan limbah hingga ekstraksi bahan bakar fosil. Adapun emisi metana dapat berasal dari beberapa peristiwa alam, seperti tanah yang basah dan bentuk geologi.

2.4 Pedoman *Intergovernmental Panel On Climate Change* (IPCC)

Oja (2021) mengungkapkan bahwa *Intergovernmental Panel On Climate Change* (IPCC) merupakan organisasi internasional yang dibentuk sebagai organisasi untuk melakukan analisis terkait perubahan iklim yang terdapat di seluruh dunia baik secara teknis maupun secara ilmiah. Organisasi tersebut dibentuk oleh *United Nations* (UN) pada tahun 1998 yang tersusun dari 195 negara anggota yang terdapat di dunia. Pada saat ini IPCC sendiri telah beranggotakan ribuan anggota yang bertujuan untuk mengetahui perubahan iklim di belahan bumi disertai dengan penanggulangannya. Tujuan utama dari IPCC yaitu melakukan publikasi terkait laporan khusus yang membahas perubahan iklim. Selain itu, tujuan dari IPCC yaitu melakukan penilaian informasi ilmiah mengenai perubahan iklim yang diakibatkan oleh beberapa kegiatan manusia serta dampak perubahan dari iklim, termasuk dampak yang ditimbulkan oleh manusia serta opsi yang tersedia untuk mitigasi maupun adaptasi. Menurut IPCC (2014) terdapat tiga faktor utama penyumbang peningkatan emisi gas karbon, yaitu transportasi, penyediaan energi dan industri. Pada sektor transportasi merupakan penyumbang emisi karbon terbesar dari peningkatan emisi gas karbon. Dalam melakukan perhitungan gas emisi melalui pedoman IPCC harus disertai dengan penggunaan data aktivitas dan faktor emisi . Faktor emisi yang dimaksud sendiri merupakan massa CO_2 yang dilepaskan per unit bahan bakar yang dikonsumsi dalam sektor energi (IPCC, 2014).

Menurut Kementerian ESDM (2018) metode yang menggunakan perhitungan IPCC memiliki tingkat fleksibilitas tinggi dikarenakan disesuaikan terhadap data yang ada, energi yang digunakan, jenis alat yang digunakan. Pedoman dalam menghitung emisi/serapan mengacu pada metode *Intergovernmental Panel On Climate Change* (IPCC). Berdasarkan metode tersebut, perhitungan untuk mengetahui emisi/serapan yang dihasilkan dapat dituliskan dalam persamaan sebagai berikut.

$Emisi/Penyerapan = AD \times EF$ (KLH, 2012) (Persamaan 2.1)

Diketahui :

- *DA* : Data Aktivitas Kegiatan
- *EF* : Faktor Emisi

Oja (2021) mengungkapkan bahwa faktor emisi merupakan emisi polutan yang ditimbulkan pada setiap kegiatan manusia yang menggunakan konsumsi energi listrik maupun LPG. Faktor tersebut digunakan untuk mengetahui besarnya emisi yang telah dihasilkan dan dilepaskan ke atmosfer pada kegiatan yang menimbulkan emisi karbon.

2.5 Pembagian *Scope The Greenhouse Gas Protocol* (GHG *Protocol*)

Dampak *Carbon footprint* yang ditimbulkan dari kegiatan manusia di suatu tempat mempunyai cakupan yang luas.Penggunaan energi listrik untuk keperluan operasional suatu tempat dan pemakaian bahan bakar *liquefied petroleum gas* (LPG) untuk keperluannya dapat berkontribusi besar terhadap emisi karbon yang ditimbulkan. Emisi karbon tersebut dapat ditimbulkan secara langsung (*direct*) maupun tidak langsung (*indirect*). Oleh sebab itu, perlu dilakukan gambaran menyeluruh tentang dampak yang ditimbulkan dan mengklasifikasikan *Carbon footprint* berdasarkan sumbernya. Berdasarkan sumber *Carbon footprint* tersebut pembagian sumber emisi dibagi ke dalam 3 (tiga) scope menurut *The Greenhouse Gas Protocol* (Sprangers, 2011), yaitu sebagai berikut :

a) *Scope* 1

Pada *scope* 1 merupakan sumber emisi yang berasal dari sumber ataupun kegiatan yang menghasilkan sumber emisi tersebut. Sumber emisi yang berasal dari *scope* 1 adalah sumber emisi langsung (*direct*) dan dapat dikontrol langsung pihak yang terkait. *Scope* ini terdiri dari emisi langsung yang ditimbulkan dari proses transportasi melalui pembakaran bahan bakar fosil, yang mana pada proses tersebut menghasilkan emisi CO_2. Selain penggunaan transportasi pada *scope* 1 mencakup penggunaan bahan bakar

berupa gas *Liquefied petroleum gas* (LPG) untuk keperluan memasak pada aktivitas manusia, penggunaan bahan kimia yang menimbulkan gas metana (CH_4) serta penggunaan pupuk pada sektor pertanian yang menimbulkan emisi nitrous oxide (N_2O).

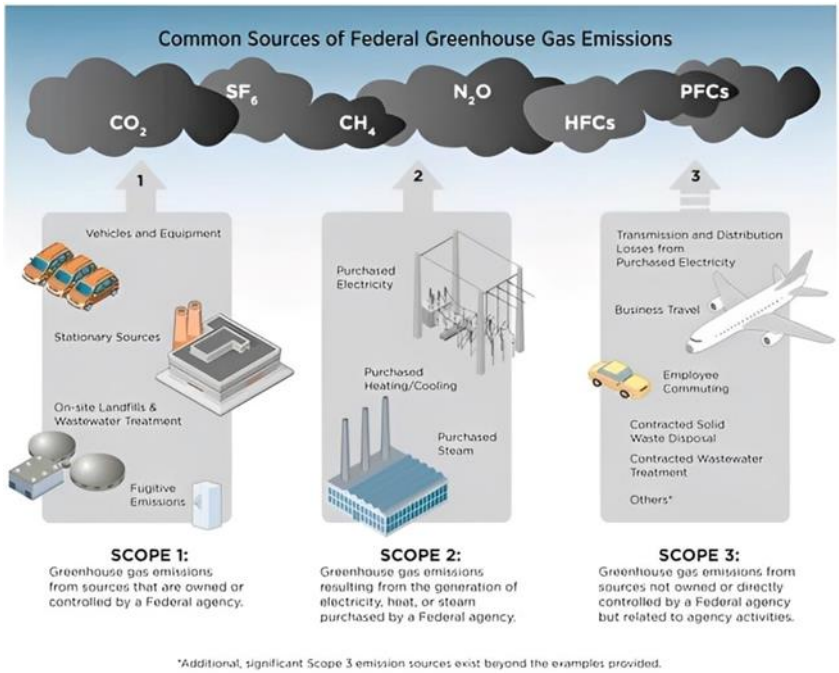
b) *Scope* 2

Pada *scope* 2 merupakan sumber emisi tidak langsung (*indirect*) yang berasal dari kegiatan pembangkit listrik yang ada dan bukan berasal dari kegiatan manusia secara langsung. Pembangkit tenaga listrik dapat berasal dari berbagai sumber energi, termasuk energi batu bara, panas bumi dan nuklir. Adapun, *Scope* ini terdiri atas penggunaan energi listrik untuk keperluan alat elektronik dan lampu penerangan pada suatu kegiatan manusia. Penggunaan energi listrik pada *scope* 2 berasal dari beberapa aktivitas operasional maupun non operasional.

c) *Scope* 3

Sumber emisi yang dihasilkan secara tidak langsung (*indirect*) dan bukan berasal dari kegiatan secara langsung pada suatu perusahaan. Akan tetapi, sumber emisi tersebut berasal di luar kontrol perusahaan dan bukan termasuk sumber emisi pada *scope* dua. Berdasarkan hal tersebut, pada scope ini berasal dari beberapa kegiatan yaitu, pengelolaan limbah di IPAL, perjalanan bisnis wisata.

Secara lebih terukur dan jelas, setiap *scope* yang berasal dari berbagai jenis sumber kegiatan yang ada dapat diklasifikasikan menjadi tiga scope menurut GHG *protocol*. Sumber emisi yang diklasifikasikan tersebut berdasarkan sumber emisi yang ada. Adapun terkait gambaran mengenai *scope* menurut The Greenhouse Gas Protocol (GHG *Protocol*), dapat dilihat pada gambar 2.4 yaitu sebagai berikut.



Gambar 2.4 Scope GHG Protocol
Sumber : *U.S. Environmental Protection Agency*

2.6 *Carbon Footprint*

Wiedmann (2008) menyebutkan bahwa total emisi karbondioksida (CO_2) yang dihasilkan oleh kegiatan manusia, baik secara langsung maupun secara tidak langsung disebut dengan *Carbon footprint*. Hal tersebut berkaitan dengan jumlah gas rumah kaca yang dihasilkan dari kegiatan pembakaran bahan bakar fosil untuk menghasilkan energi listrik, pemanas dan transportasi. *Carbon footprint* merupakan total emisi karbondioksida yang berasal dari sumber langsung maupun sumber tidak langsung yang berkaitan dengan kegiatan yang dilakukan sehari-hari (Akmalina, 2020). Berikut merupakan penjelasan dari beberapa jenis *Carbon footprint* yaitu, *Carbon footprin*t primer dan sekunder sebagai berikut :

a) *Carbon Footprint* Primer

Wulandari (2013) menyebutkan bahwa *Carbon footprint* Primer adalah *Carbon footprint* yang dihasilkan dari hasil emisi kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar fosil *Carbon footprint* Primer dapat dihasilkan dari kegiatan penggunaan *Liquefied petroleum gas* (LPG).

Sebagai contohnya dapat dihasilkan dari sektor transportasi dan penggunaan LPG. Berikut merupakan penjelasan kegiatan yang menghasilkan *Carbon footprint* Primer, yaitu sebagai berikut :

- Penggunaan *Liquefied petroleum gas* (LPG)

  Jenis dan volume bahan bakar yang digunakan dihitung dengan mempertimbangkan penggunaan bahan bakar untuk kegiatan memasak. Untuk kegiatan memasak, *Liquefied petroleum gas (LPG)* merupakan gas alam yang diubah menjadi bentuk cair, disimpan dalam tabung gas yang berukuran 3 atau 12 Kg. Emisi LPG dapat dihitung dengan mengalikan nilai kalor atau konversi energi dengan volume bahan bakar yang digunakan, kemudian dikalikan dengan faktor emisi dan potensi pemanasan global (KLH, 2012). Emisi Dinitrogen oksida (N_2O) dapat terjadi selama pembakaran dikarenakan berbagai reaksi yang terjadi selama operasi industri gas maupun industri minyak. Terdapat beberapa variabel yang mempengaruhi pembentukan gas tersebut, termasuk perubahan besar dalam jumlah emisi N_2O serta pengaruh terhadap proses pembentukan CH_4. Dampak yang dihasilkan dari emisi N_2O dan CH_4 terhadap lingkungan hidup lebih rendah jika dibandingkan dengan emisi CO_2 (Martono, 2016).

  Pada penggunaan energi LPG yang berasal dari aktivitas terminal dapat diperoleh dari berbagai macam kegiatan. Berikut merupakan faktor emisi dari penggunaan LPG yang dijelaskan dalam Tabel 2.1 yaitu sebagai berikut :

Tabel 2.1 Faktor Emisi dari Penggunaan LPG

Bahan Bakar	**Konversi Energi (Kg/TJ)**	**CO_2 (kg/TJ)**	**CH_4 (kg/TJ)**	**N_2O (kg/TJ)**
LPG	47.3×10^6	63100	5	0,1

Sumber : Kementerian Lingkungan Hidup (2012)

- Penggunaan bahan bakar

  Jenis bahan bakar yang digunakan serta volume yang dikonsumsi dapat mempengaruhi emisi gas rumah kaca dari sektor transportasi. Emisi gas rumah kaca dapat dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar fosil, untuk beroperasinya kendaraan bermotor bergantung pada bahan bakar fosil. Secara umum, konsumsi bahan bakar dapat dicatat dalam satuan liter dan kemudian diklasifikasikan sebagai data operasional (AD). Jenis bahan bakar ditunjukkan sebagai faktor emisi (EF), nilai konversi energi atau nilai kalor yang ditetapkan digunakan untuk mengubah jumlah bahan bakar yang dapat digunakan ke dalam satuan energi megajoule (Mj) yang akan dikonversi ke satuan energi tera joule (Tj).

  Pada penggunaan sektor transportasi yang berasal dari aktivitas kendaraan bermotor dapat diperoleh dari berbagai macam kegiatan. Berikut merupakan rumus perhitungan untuk menentukan besaran emisi yang dihasilkan dari kegiatan transportasi , sebagai berikut.

  $E = Kbb \times Ec \times FE \times GWP$ (KLH, 2012) (Persamaan 2.2)

  Diketahui :

  - *E* : Total emisi dalam satuan (kg CO_2-eq)
  - *Kbb* : Konsumsi bahan bakar dalam satuan (liter)
  - *Ec* : Konversi energi dalam satuan (MJ/L)
  - *FE* : Faktor emisi dalam kg/MJ
  - *GWP* : Global Warming Potential dalam CO_2-eq

Tabel 2.2 Faktor Emisi dari Kegiatan Transportasi

Bahan Bakar	**Konversi Energi (MJ/L)**	**Faktor Emisi CO_2 (kg/MJ)**	**Faktor Emisi CH_4 (kg/MJ)**	**Faktor Emisi N_2O (kg/MJ)**
Bensin	33	0,0693	0,000033	0,0000032
Solar	36	0,0741	0,000039	0,0000039

Sumber : Kementerian Lingkungan Hidup (2012)

b) Carbon footprint Sekunder

Wulandari (2013) menyebutkan bahwa *Carbon footprint* sekunder merupakan *Carbon footprint* yang emisikan secara tidak langsung, yang dihasilkan dari peralatan-peralatan yang menggunakan sumber energi listrik. Sebagai contohnya dapat dihasilkan dari penggunaan lampu penerangan dan penggunaan alat elektronik. Berikut merupakan penjelasan kegiatan yang menghasilkan *Carbon footprint* sekunder , yaitu sebagai berikut :

- Penggunaan Daya Listrik

  Sutjahjo (2007) menjelaskan bahwa pembakaran batu bara ataupun bahan bakar panas bumi, dapat dikenal sebagai bahan bakar fosil, selama pembangkit listrik dapat mengakibatkan emisi gas rumah kaca. Polutan udara seperti CO_2, SO_2, NO_X dapat dihasilkan dari pembakaran batu bara untuk memanaskan udara yang dapat mengakibatkan terjadinya hujan asam. Dalam proses tersebut, udara dari boiler dapat diubah menjadi uap yang dapat digunakan sebagai penggerak di generator dan turbin. Energi listrik sendiri dihasilkan dari adanya gerakan generator dan turbin tersebut. Biaya listrik yang terdapat di terminal (kWh) dapat digunakan untuk menghitung besaran emisi gas rumah kaca (CO_2, CH_4, N_2O) yang ditimbulkan dari penggunaan energi listrik (Sprangers, 2011). Faktor emisi dari pembangkit listrik dapat dihitung dengan menambahkan faktor emisi pembangkit dengan faktor kerugian transmisi dan distribusi (T&D), setelah data konsumsi listrik pada terminal dikumpulkan. Faktor emisi pembangkit listrik merupakan rasio dari total emisi pembangkit listrik terhadap jumlah total listrik yang dihasilkan pada suatu negara. Pada tahap distribusi, sejumlah kWh hilang selama proses transmisi maupun distribusi. Untuk menghitung koefisien kehilangan transmisi dan distribusi, jumlah kWh yang hilang dikalikan sepuluh, kemudian dibagi dengan jumlah total daya listrik yang dikonsumsi (Ecometrica,2011).

Pada penggunaan daya listrik yang berasal dari aktivitas yang ada di terminal dapat diperoleh dari berbagai macam kegiatan. Berikut merupakan faktor emisi yang dihasilkan dari penggunaan daya listrik, dijelaskan dalam Tabel 2.3 sebagai berikut.

Tabel 2.3 Faktor Emisi dari Penggunaan Listrik

CO_2 ($kgCO_2/kWh$)	**CH_4 ($kgCH_4/kWh$)**	**N_2O (kgN_2O/kWh)**
0,774388897	0,00001594341	0,00000876813

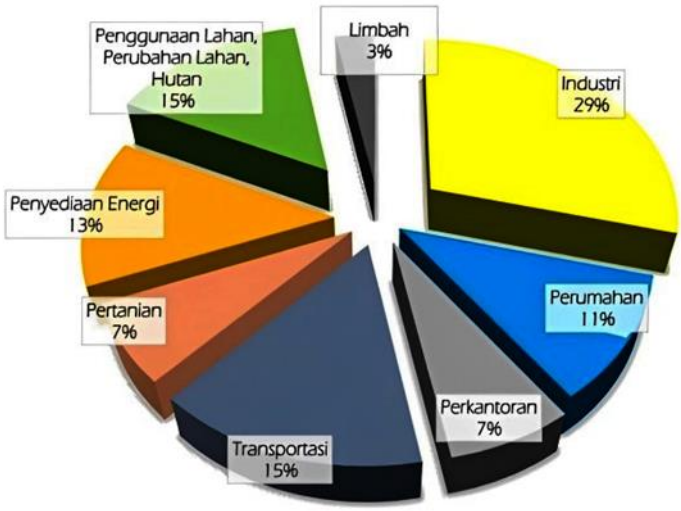
Sumber : *Ecometrica* (2011)

Boedisantoso (2019) mengatakan bahwa emisi karbon dapat diukur melalui ton CO_2 dan dapat berdampak terhadap peningkatan gas rumah kaca (GRK). *Carbon footprint* digunakan dalam indeks untuk melakukan evaluasi terhadap emisi gas rumah kaca yang berasal dari aktivitas sehari-hari. Adapun aktivitas sehari-hari tersebut meliputi aktivitas industri, rumah tangga, dan lain-lain.

2.7 Sumber Emisi Karbon

2.7.1 Pengertian Emisi Karbon

Marisha (2018) menyatakan bahwa emisi karbon merupakan emisi ataupun senyawa di udara yang dihasilkan dari kegiatan tertentu, yang diukur dalam satuan ton karbon atau setara ton karbondioksida. Emisi karbon ini dapat ditemukan di lingkungan,terdapat empat jenis sumber CO_2 yang berbeda. Untuk yang pertama, sumber bergerak seperti kendaraan bermesin, kereta api bahkan kapal. Untuk yang kedua merupakan sumber yang tidak dapat bergerak seperti, fasilitas umum, pemukiman, proses kimia dan metalurgi serta penggunaan tenaga uap pada sektor industri. Kemudian untuk yang ketiga meliputi beberapa sumber seperti limbah pertambangan, pertanian, rumah tangga serta limbah industri. Terdapat beberapa sektor yang berkontribusi terhadap gas rumah kaca yang dijelaskan pada gambar 2.3 yaitu sebagai berikut.



Gambar 2.5 Emisi Gas Rumah Kaca Menurut Sektor
Sumber : *Johannesburg Renewable Energy Coalition* (2012)

2.7.2 Jenis Emisi Karbon

Menurut Rachman, dkk (2016), terdapat dua jenis emisi karbondioksida , yaitu emisi langsung maupun emisi tidak langsung. Adapun, emisi tidak langsung sendiri dapat berasal dari beberapa aktivitas yang berada dalam batas yang ada, seperti penggunaan energi listrik pada pemukiman dan fasilitas umum. Sedangkan emisi langsung beberapa kegiatan atau sumber yang berada dalam sumber yang telah ditetapkan, seperti emisi karbondioksida dari kendaraan pribadi maupun kendaraan umum. Seperti yang telah dijelaskan, beberapa terminal memiliki sumber emisi karbon yang perlu diperhatikan, yaitu sebagai berikut.

a) Sektor Transportasi

Pada sektor transportasi berasal dari kegiatan manusia yang berada di area terminal, yang didapatkan dari jumlah kendaraan yang berada di dalam terminal maupun area parkir terminal, serta jenis bahan bakar yang digunakan.

b) Sektor Persampahan

Pada sektor persampahan yang terdapat dari aktivitas terminal dihasilkan dari beberapa kegiatan penumpang, operasional maupun rumah makan yang berada di area terminal. Kegiatan tersebut menimbulkan gas rumah kaca dalam bentuk gas metana (CH_4) dan karbondioksida (CO_2). Timbunan sampah yang berasal dari beberapa kegiatan di terminal tersebut menghasilkan gas yang akan menyebar ke udara bebas, gas yang paling banyak dihasilkan dari beberapa kegiatan tersebut yaitu gas metana. Gas tersebut memiliki potensi lebih buruk jika dibandingkan dengan karbondioksida.

c) Sektor Energi

Pada sektor energi berasal dari kegiatan manusia di terminal yang dapat dihasilkan dari beberapa kegiatan yang menggunakan energi listrik dan LPG yaitu, kegiatan di rumah makan, kios oleh-oleh, agen tiket dan operasional terminal yang menggunakan energi listrik untuk kegiatan penunjangnya.

2.8 Dampak Emisi Karbon

Fiana (2018) mengemukakan bahwa emisi karbon tidak memiliki dampak langsung terhadap kesehatan manusia, serta emisi karbon bersifat tidak beracun. Namun, emisi karbon dapat dianggap beracun terhadap kesehatan jantung apabila manusia terpapar emisi karbon secara terus menerus dalam jumlah yang banyak. Pada konsentrasi tertentu di udara, karbon dioksida dapat mengakibatkan peningkatan denyut nadi, meningkatkan tekanan darah, kesulitan bernafas, sesak nafas, sakit kepala bahkan dapat mengakibatkan kehilangan kesadaran terhadap manusia. Selain dapat berdampak terhadap kesehatan manusia emisi karbon dapat mengakibatkan sinar infrared yang berasal dari matahari dapat diserap oleh bumi, sinar tersebut dapat berdampak naiknya suhu di permukaan bumi dikarenakan sinar tersebut terhalang oleh lapisan atmosfer dan tidak dapat kembali ke atmosfer. Berlebihnya emisi karbon yang ada di udara dapat dikatakan sebagai pemanasan global (Ayuko, 2015).

Utina (2014) mengungkapkan bahwa emisi karbon dapat berdampak merugikan terhadap kualitas lingkungan hidup maupun kesehatan manusia, berikut merupakan dampak yang ditimbulkan dari emisi karbon tersebut, yaitu sebagai berikut :

a) Mencairnya lapisan es

   Dampak yang ditimbulkan dari mencairnya es yang ada di kutub utara maupun selatan, yaitu dapat mengakibatkan pulau-pulau kecil dapat tenggelam. Berdasarkan hal tersebut dapat mengancaman kehidupan manusia yang berada di pulau tersebut.

b) Mengakibatkan cuaca ekstrim

   Perubahan cuaca yang ekstrim dapat berdampak terhadap aspek sosial maupun ekonomi manusia, yaitu terhadap lahan pertanian yang gagal panel dan lapangan pekerjaan.

c) Perubahan Tekanan udara

   Perubahan tekanan udara di bumi akibat dampak yang ditimbulkan dari emisi karbon yaitu perubahan suhu di permukaan bumi. Selain itu, emisi karbon dapat berdampak perubahan kecepatan arah angin dan kelembaban udara.

d) Polusi udara

   Perubahan kualitas udara yang berasal dari emisi karbon yaitu dapat mengakibatkan gangguan kardiovaskular dan masalah pernapasan terhadap kesehatan manusia.

2.9 Terminal Bus

2.9.1 Pengertian Terminal Bus

Terminal bus merupakan komponen yang penting dari sistem transportasi, dengan fungsi dari terminal itu sendiri sebagai tempat pemberhentian sementara bagi kendaraan umum, baik akan naik maupun yang akan turun sampai akhir tujuan perjalanan. Terminal juga membantu dalam memperlancar pergerakan penumpang bus dan barang dikarenakan berfungsi sebagai pusat dalam pemantauan, pengaturan

dan pengoperasian dan sistem angkutan penumpang maupun barang (Departemen Perhubungan, 2021) .

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 79 Tahun 2013 Tentang Jaringan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, terminal merupakan sebagai sarana transportasi umum yang berfungsi sebagai mengatur kedatangan dan keberangkatan penumpang, serta dapat berfungsi sebagai mengeluarkan dan mengangkut orang dan barang. Berdasarkan hal peraturan tersebut terdapat 2 jenis terminal yaitu :

a) Terminal barang
b) Terminal penumpang

Menurut Keputusan Menteri Perhubungan Nomor 24 Tahun 2021 terkait Penyelenggaraan terminal penumpang angkutan jalan. Terminal penumpang dapat berfungsi sebagai tempat untuk mengatur kedatangan serta keberangkatan bagi penumpang. Selain itu terminal juga berfungsi sebagai perpindahan moda angkutan yang terpadu serta pengawasan angkutan. Berdasarkan pelayanannya terminal penumpang dikelompokkan menjadi 3 (tiga) tipe terminal, yaitu sebagai berikut :

a) Terminal tipe A

   Terminal tipe A sendiri melayani berbagai macam kendaraan umum, salah satunya yaitu Angkutan Antar Kota Dalam Provinsi (AKDP) dan Angkutan Kota dan Angkutan Pedesaan, bahkan terminal tipe A juga melayani Angkutan Antar Kota Antar Provinsi (AKAP) atau Angkutan Lintas Batas Negara.

b) Terminal tipe B

   Terminal tipe B melayani kendaraan umum dalam lingkup satu wilayah, atau memiliki cakupan lebih kecil jika dibandingkan dengan terminal A, adapun yang dilayani dalam terminal tipe B adalah Angkutan Kota Dalam Provinsi (AKDP) dan angkutan kota dan angkutan pedesaan.

c) Terminal tipe C

   Terminal tipe B melayani kendaraan umum dalam lingkup satu kabupaten atau Kota, yang memiliki cakupan lebih kecil jika dibandingkan dengan

terminal B, adapun yang dilayani dalam terminal tipe C merupakan Angkutan Kota dan angkutan kota dan angkutan pedesaan.

Berdasarkan Departemen Perhubungan, dapat dijelaskan terkait karakteristik terminal menurut tipe terminal yaitu, sebagai Tabel berikut.

Tabel 2.4 Karakteristik Terminal Penumpang

NO	KRITERIA	JENIS TERMINAL		
		Tipe A	**Tipe B**	**Tipe C**
1	Jaringan Trayek	AKAP + Tipe B	AKDP + Tipe C	Angkot atau angkat desa
2	Lokasi	Jl. Nasional	Jl. Arteri/Kolektor Primer	Jl. Sekunder
3	Kelas Jalan	Minimal III A	Minimal III B	III B
4	Jarak antar terminal	20 Km	15 Km	Disesuaikan
5	Luas lokasi	5 ha	3 ha	Disesuaikan
6	Akses	100 m	50 m	Disesuaikan

Sumber : Kementerian Perhubungan (2021)

2.9.2 Aktivitas di Terminal Bus

Aktivitas di Terminal dalam menentukan *Carbon footprint* dari penggunaan energi listrik dan LPG adalah jumlah penggunaan energi listrik serta penggunaan LPG. Perbedaan jumlah penggunaan serta jumlah peralatan elektronik yang digunakan akan dapat memberikan perkiraan emisi karbon yang dihasilkan dalam kurun waktu tertentu.

Menurut Wiedman (2008) bahwa *carbon footprint* merupakan ukuran total emisi karbon yang dihasilkan oleh suatu kegiatan manusia. *Carbon footprint* sendiri dapat dihasilkan secara langsung maupun tidak langsung yang ditimbulkan dari kegiatan atau aktivitas manusia di fasilitas umum, terutama di terminal bus yang mana pada tempat tersebut banyak kegiatan manusia yang menyebabkan adanya *Carbon footprint* (jejak karbon). Berdasarkan hal tersebut, maka penggunaan transportasi, penggunaan energi listrik, penggunaan *Liquefied petroleum gas* (LPG), timbunan sampah dan kegiatan lain di terminal yang dapat menimbulkan

emisi karbon. Oleh karena itu, kegiatan di terminal dapat menimbulkan emisi karbon, semua kegiatan yang menggunakan energi listrik maupun LPG untuk penunjang kegiatan operasionalnya akan menghasilkan emisi karbon. Semakin banyak aktivitas manusia yang ada, maka semakin besar *Carbon footprint* yang ditimbulkan (Rahayu, 2011).

2.10 Penelitian Terkait *Carbon footprint*

Penelitian terkait *Carbon footprint* berisi tentang penelitian terdahulu yang telah dilakukan dan mempunyai kesamaan terhadap penelitian ini, serta telah diujikan validasi datanya. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ratih Gita Astari pada tahun 2012, dengan judul "*Studi Jejak Karbon dari Aktivitas Permukiman Di Kecamatan Pademangan Kota Madya Jakarta Utara*" . Tujuan dari penelitian tersebut yaitu mengukur jejak karbon dari kegiatan transportasi, listrik, bahan bakar LPG dan minyak tanah yang terdapat di Kecamatan Pademangan Kotamadya Jakarta Utara DKI Jakarta. Penelitian kedua dilakukan oleh Akhmad Subkhan pada tahun 2017 dengan judul "*Kajian Emisi Karbon (CO_2) Dari Pemanfaatan Energi Rumah Tangga Di Kelurahan Candi Kota Semarang*". Tujuan dari penelitian ini mengkaji emisi karbon dari pemanfaatan energi rumah tangga yang terdapat di Kelurahan Candi, Kota menggunakan metode perhitungan IPCC. Kemudian pada penelitian yang ketiga dilakukan oleh Septyn Sagala, et al., pada tahun 2017 yang berjudul "*Kajian Jejak Karbon Dari Aktivitas Kampus Di Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang"* . Tujuan dari penelitian tersebut bertujuan untuk menentukan kajian jejak karbon dari aktivitas kampus di Fakultas Teknik Universitas Diponegoro berasal dari kegiatan transportasi, listrik, bahan bakar LPG yang menggunakan metode perhitungan IPCC. Sedangkan perbedaan penelitian analisis *Carbon footprint* dari penggunaan energi listrik dan LPG di Terminal Giwangan dengan penelitian terdahulu yaitu pada lokasi yang diteliti yaitu berlokasi di fasilitas umum serta pada salah satu tujuan, dimana pada penelitian *Carbon footprint* di terminal giwangan membuat strategi yang efektif untuk meminimalisir adanya *Carbon footprint* yang terdapat di Terminal Giwangan, Yogyakarta. Berikut merupakan daftar penelitian terkait *Carbon footprint* yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian kali ini terdapat pada Tabel 2.5 yaitu sebagai berikut.

Tabel 2.5 Penelitian Terkait *Carbon footprint*

NO	Nama Peneliti	Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Ratih Gita Astari	2012	Studi Jejak Karbon dari Aktivitas Permukiman Di Kecamatan Pademangan Kota Madya Jakarta Utara (Astari, 2012)	Pengukuran Jejak Karbon dari kegiatan transportasi, listrik, bahan bakar LPG dan minyak tanah yang terdapat di Kecamatan Pademangan Kotamadya Jakarta Utara DKI Jakarta menggunakan metode perhitungan IPCC. Kemudian Lingkup yang digunakan pada penelitian ini yaitu Lingkup 1, 2 dan 3 yang terdapat di IPCC .Metode yang digunakan pada penelitian tersebut yaitu metode penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif.	Berdasarkan penelitian tersebut didapatkan jumlah emisi CO_2 yang ditimbulkan dari kegiatan di Kecamatan Pademangan, Jakarta Utara sebesar 50,96 ton CO_2/ bulan terhadap emisi CO_2 , sedangkan untuk emisi sekunder 10,785 ton CO_2/ bulan. Kemudian untuk emisi CO_2 total 11.336 CO_2/ bulan. Penghasil emisi CO_2 primer serta sekunder terbanyak di kecamatan Pademangan berada di Kecamatan Pademangan Barat dan Kelurahan Ancol. Oleh karena itu, berdasarkan peta jejak karbon yang ada kelurahan tersebut berada dalam satu jangkauan.

2.	Septyn Sagala, dkk.,	2017	Kajian Jejak Karbon Dari Aktivitas Kampus Di Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang	Penentuan Kajian Jejak Karbon dari Aktivitas Kampus di Fakultas Teknik Universitas Diponegoro berasal dari kegiatan transportasi, listrik, bahan bakar LPG. menggunakan metode perhitungan IPCC. Kemudian Lingkup yang digunakan pada penelitian ini yaitu Lingkup 1, 2 dan 3 yang terdapat di IPCC .Metode yang digunakan pada penelitian tersebut yaitu metode penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif.	Berdasarkan penelitian pada jurnal tersebut, Penggunaan LPG dilakukan di Kantin FT UNNES dengan jejak karbon yang dihasilkan sebesar 41, 333 ton CO_2-eq, jejak karbon yang ditimbulkan dari kegiatan penggunaan listrik sebesar 884, 904 ton CO_2-eq , kemudian jejak karbon yang ditimbulkan dari kegiatan transportasi sebesar 691,764 333 ton CO_2-eq.
3.	Akhmad Subkhan	2017	Kajian Emisi Karbon (CO_2) Dari Pemanfaatan Energi Rumah Tangga Di Kelurahan Candi Kota Semarang	Metode yang dipakai pada penelitian ini yaitu melibatkan beberapa metode dalam pengumpulan data primer maupun sekunder, yaitu metode observasi, wawancara dan dokumentasi. Kajian emisi karbon dari pemanfaatan energi rumah tangga	Hasil dari penelitian ini yaitu berfungsi untuk mengetahui terkait evaluasi pohon dalam mengurangi emisi karbon yang ditimbulkan dari penggunaan energi yang berasal dari kegiatan rumah tangga di kawasan kelurahan candi, Kota Semarang.

				yang terdapat di Kelurahan Candi, Kota menggunakan metode perhitungan IPCC.	Adapun hasil dari Penelitian ini yaitu tinggi atau rendahnya emisi karbon dipengaruhi terhadap banyaknya jumlah kegiatan di rumah tangga dan konsumsi energi yang dipakai.
4.	Karin Kandananond, dkk.,	2017	*The Greenhouse Gas Accounting of A Public Organization : The Case of A Public University in Thailand*	Metode yang dipakai pada penelitian ini yaitu melibatkan beberapa responden dalam pengumpulan data, yaitu dengan mengisi kuesioner terhadap 100 responden. Lingkup yang digunakan pada penelitian tersebut yaitu lingkup 1 dan 2.	Perhitungan dari emisi Gas Rumah Kaca (GRK) mencakup beberapa perhitungan yaitu, jumlah emisi karbondioksida (CO_2), metana (CH4), dan nitrogen oksida (N_2O) yang berasal dari berbagai macam kegiatan yaitu penggunaan energi listrik, aktivitas transportasi pada karyawan, timbulan sampah yang dihasilkan dan penggunaan kertas dari kegitan di universitas tersebut.

5.	Tatsanawalai, dkk.,	2015	*Carbon Footprint of environmental Science Students in Suan Sunandha Rajabhat University, Thailand*	Metode yang dipakai pada penelitian ini yaitu melibatkan beberapa responden dalam pengumpulan data, yaitu dengan mengisi kuesioner terhadap 35 mahasiswa. Jejak karbon dari aktivitas yang dilakukan oleh mahasiswa di Suan Sunandha Rajabhat University menggunakan metode perhitungan IPCC.	Berdasarkan penelitian tersebut, emisi karbon yang dihasilkan pada mahasiswa tersebut sebesar 0,39-8,25 ton CO_2 eq/tahun. Emisi karbon tersebut ditimbulkan dari kegiatan konsumsi makanan sebesar 0,7 ton CO_2 eq/tahun dan untuk kegiatan transportasi sebesar 0,4 ton CO_2 eq/tahun.
6.	Khan, W. M, dkk.,	2017	*Estimation of Greenhouse Gas Emissions by Household Energy Consumption : A Case Study of Lahore, Pakistan*	Lingkup yang digunakan pada penelitian tersebut yaitu lingkup 1 dan 2. Estimasi gas emisi berdasarkan aktivitas kota Lahore, Pakistan .	Pada penelitian tersebut dijelaskan bahwa penggunaan energi listrik, bahan bakar dan kegiatan transportasi merupakan penyumbang terbesar emisi gas rumah kaca. Dengan emisi sebesar 90,785 CO_2 eq/bulan untuk penggunaan listrik, 4,831 CO_2 eq/bulan untuk penggunaan LPG dan 255,81 CO_2 eq/bulan untuk kegiatan transportasi.

7.	Xiwang Li, dkk.,	2014	*Carbon footprint analysis of student behavior for a sustainable university campus in China*	Jejak karbon dari aktivitas yang dilakukan oleh mahasiswa di kampus china menggunakan inventarisasi faktor-faktor yang dikeluarkan oleh Komisi Reformasi dan Pembangunan Nasional Tiongkok (NRCC) merupakan lembaga berdasarkan Protokol Kyoto.	Hasil penelitian ini menyebutkan bahwa *Carbon footprint* pada mahasiswa yang ada di kampus China disebabkan oleh beberapa aktivitas yang dapat menunjang pembelajaran seperti penggunaan Ac di dalam ruangan. Rata-rata *Carbon footprint* pada mahasiswa meningkat menjadi 5,08 ton CO_2/orang. Berdasarkan penelitian tersebut menyebutka bahwa pengoprasian alat elektronik yang terputus-putus dapat mengurangi emisi CO_2 sekitar 53 % .
8.	Jonathan Hillier, dkk.,	2011	*The Carbon Footprints Of Food Crop Production*	Jejak karbon dari kegiatan sektor pertanian di skotlandia menggunakan metode perhitungan IPCC.	Berdasarkan penelitian tersebut, sektor pertanian mempunyai potensi dalam menimbulkan emisi karbon melalui berbagai sumber yang ada pada kegiatan tersebut, salah satunya pembuatan produk

					dan mesin, transportasi dan gas rumah kaca langsung maupun tidak langsung. Diperkirakan sekitar 75 % dari total emisi yang ada pada sektor tersebut berasal dari produksi dan penggunaan pupuk.
9.	Noel Thomas	2019	*Techno-economic feasibility report to reduce carbon footprint of JSPM campus*	Untuk mengidentifikasi berbagai sumber potensial yang ditimbulkan dari jejak karbon dapat diolah pada sumber energi alternatif. Untuk mengetahui ekivalen CO_2 dari setiap sumbernya. Jejak karbon dari kegiatan menggunakan metode perhitungan IPCC.	Berdasarkan berbagai peralatan yang menggunakan energi listrik dengan mengurangi kandungan CO_2 dengan pemasangan panel surya dan fotovoltaik. Selain itu untuk mengurangi polusi kendaraan dapat menggunakan sistem carpooling, kemudian pada emisi yang ditimbulkan dari limbah dapat dikurangi dengan mengurangi BOD limbah air perawatan.

10.	Elfebri Pasca Wardani, dkk.,	2017	*Penentuan Nilai Jejak Karbon Dari Aktivitas Kampus Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro*	Penentuan Nilai Jejak Karbon dari Aktivitas Kampus FMIPA Universitas Diponegoro berasal dari kegiatan transportasi, listrik, bahan bakar LPG. menggunakan metode perhitungan IPCC. Kemudian Lingkup yang digunakan pada penelitian ini yaitu Lingkup 1, 2 dan 3 yang terdapat di IPCC .Metode yang digunakan pada penelitian tersebut yaitu metode penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif.	Emisi jejak karbon yang dihitung berdasarkan penelitian tersebut yaitu, CO_2 , CH_4 , dan N_2O dari penggunaan bahan bakar LPG, konsumsi penggunaan energi listrik, penggunaan transportasi, timbulan sampah dan pemakaian kertas pada kegiatan FMIPA UNDIP. Nilai jejak karbon yang dihasilkan di kampus FMIPA Universitas Diponegoro sebesar 468, 059 CO_2 eq.

”Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini mencakup beberapa serangkaian langkah-langkah yang dilakukan selama berlangsungnya proses penelitian. Dengan fokus pada metodologi penelitian, dapat diharapkan penelitian ini dapat dilakukan secara terstruktur dan minim kesalahan. Fokus dari penelitian ini yaitu identifikasi dan analisis *Carbon footprint* dari penggunaan energi listrik dan *Liquefied petroleum gas* (LPG) di Terminal Giwangan, Yogyakarta. Pengumpulan data dilakukan secara survei dengan mengumpulkan data primer, seperti pendataan jenis alat elektronik dan jumlah penggunaan LPG . Selain itu, penelitian ini juga menggunakan data sekunder dari kegiatan operasional Terminal Giwangan yang terkait dengan penelitian ini. Setelah itu, apabila data primer maupun sekunder telah terkumpul dapat dianalisis dan dibahas untuk mencapai penelitian ini.

3.1 Waktu dan Lokasi

Penelitian ini berlokasi di Terminal Giwangan, Jalan Imogiri Timur Km 6 Kelurahan Giwangan, Umbulharjo, Yogyakarta Secara geografis Terminal Giwangan berbatasan langsung dengan dua kecamatan, yaitu Kecamatan Umbulharjo pada sebelah utara dan Kecamatan Banguntapan di sebelah timur, barat dan selatan terminal ini. Terminal Giwangan terletak pada koordinat 7° 83'35.5 " S dan 110° 21' 42.4" E , dengan ketinggian 114 ± mdpl. Terminal Giwangan, Yogyakarta mempunyai luas sekitar 58.850 m^2. Pada area Terminal Giwangan terdapat 153 perusahaan otobus dengan 200 trayek lintasan dengan jumlah kendaraan 2.586 dengan 61 trayek tujuan. Pemilihan lokasi penelitian kali ini didasarkan terhadap Terminal Giwangan merupakan terminal tipe A yang berada di Kota Yogyakarta, pada lokasi tersebut terdapat berbagai aktivitas manusia yang membutuhkan sumber energi listrik, seperti lampu penerangan, sistem pendingin, dan penunjang kegiatan operasional terminal. Selain itu, di Terminal Giwangan terdapat warung makan, kios oleh – oleh maupun agen tiket bus, yang dapat menyumbang emisi karbon melalui penggunaan energi

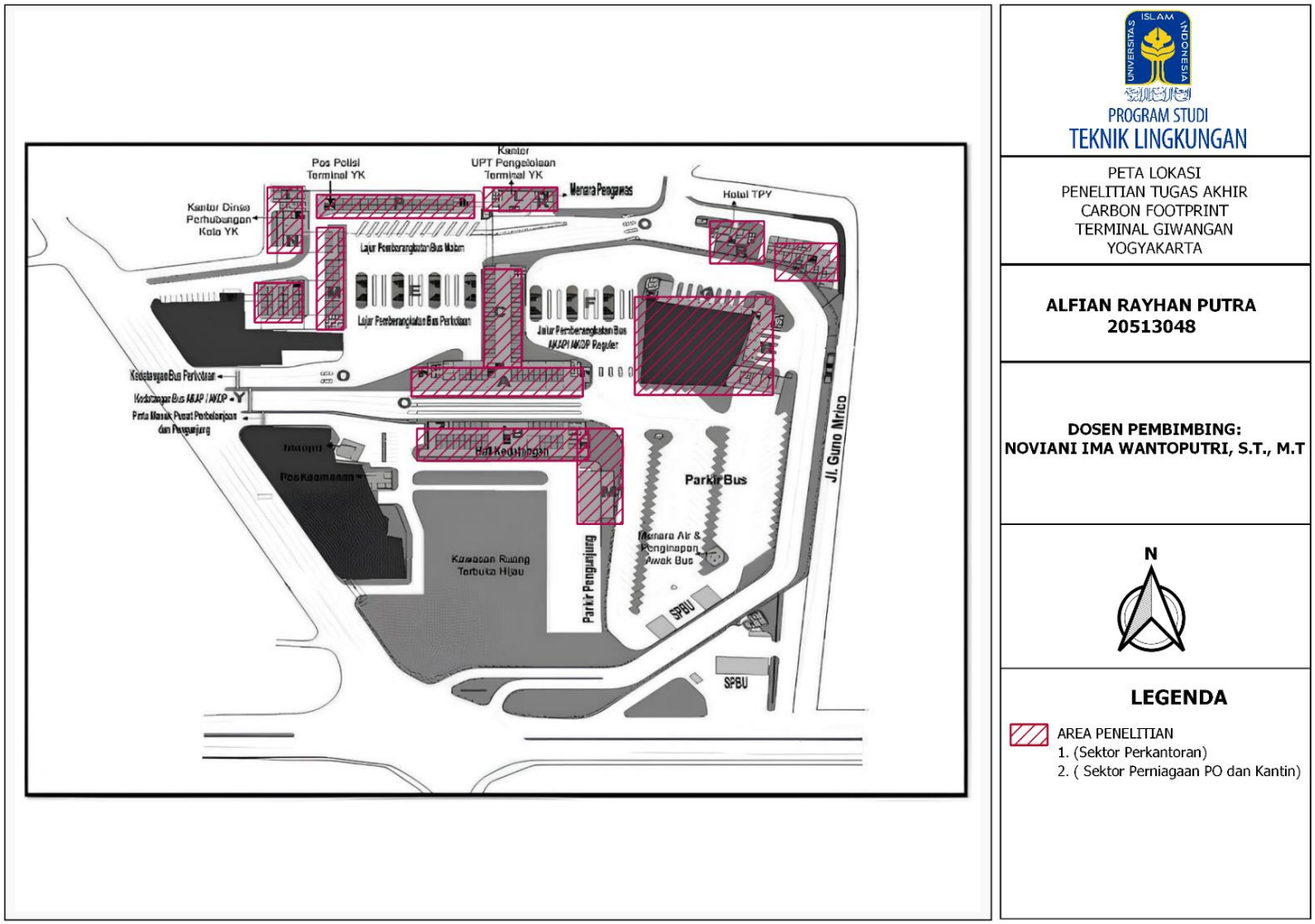
listrik dan LPG. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian ini untuk mengetahui *Carbon footprint* yang ada di Terminal Giwangan yang ditimbulkan dari berbagai macam aktivitas manusia dan kegiatan operasional terminal.

Pengambilan data *Carbon footprint* dari aktivitas penggunaan energi listrik berada di beberapa area yaitu area peron terminal dan kantor dishub. Pemilihan area tersebut didasarkan terhadap aktivitasnya, dikarenakan terdapat penggunaan energi listrik berupa alat elektronik, lampu penerangan, kipas angin, stop kontak dan AC. Sedangkan data *Carbon footprint* dari aktivitas penggunaan *Liquefied petroleum gas* (LPG) berada di area kantin dan kios Terminal Giwangan. Pemilihan area pengambilan data tersebut didasarkan terhadap penggunaan gas LPG untuk keperluan memasak di kios dan kantin terminal. Berdasarkan beberapa aktivitas tersebut dapat berpotensi menimbulkan *Carbon footprint* yang berasal dari sektor energi.

Pada penelitian ini akan dilakukan dengan mengumpulkan data primer berupa jumlah penggunaan *Liquefied petroleum gas* (LPG) dan data sekunder berupa jumlah penggunaan energi listrik serta inventarisasi peralatan yang menggunakan energi listrik, dengan waktu penelitian pada tanggal 22 Januari 2024 sampai dengan 25 Januari 2024. Pada Gambar 3.1 berikut merupakan peta lokasi penelitian yang terletak di Terminal Giwangan.

Keterangan Lokasi Pengambilan data :

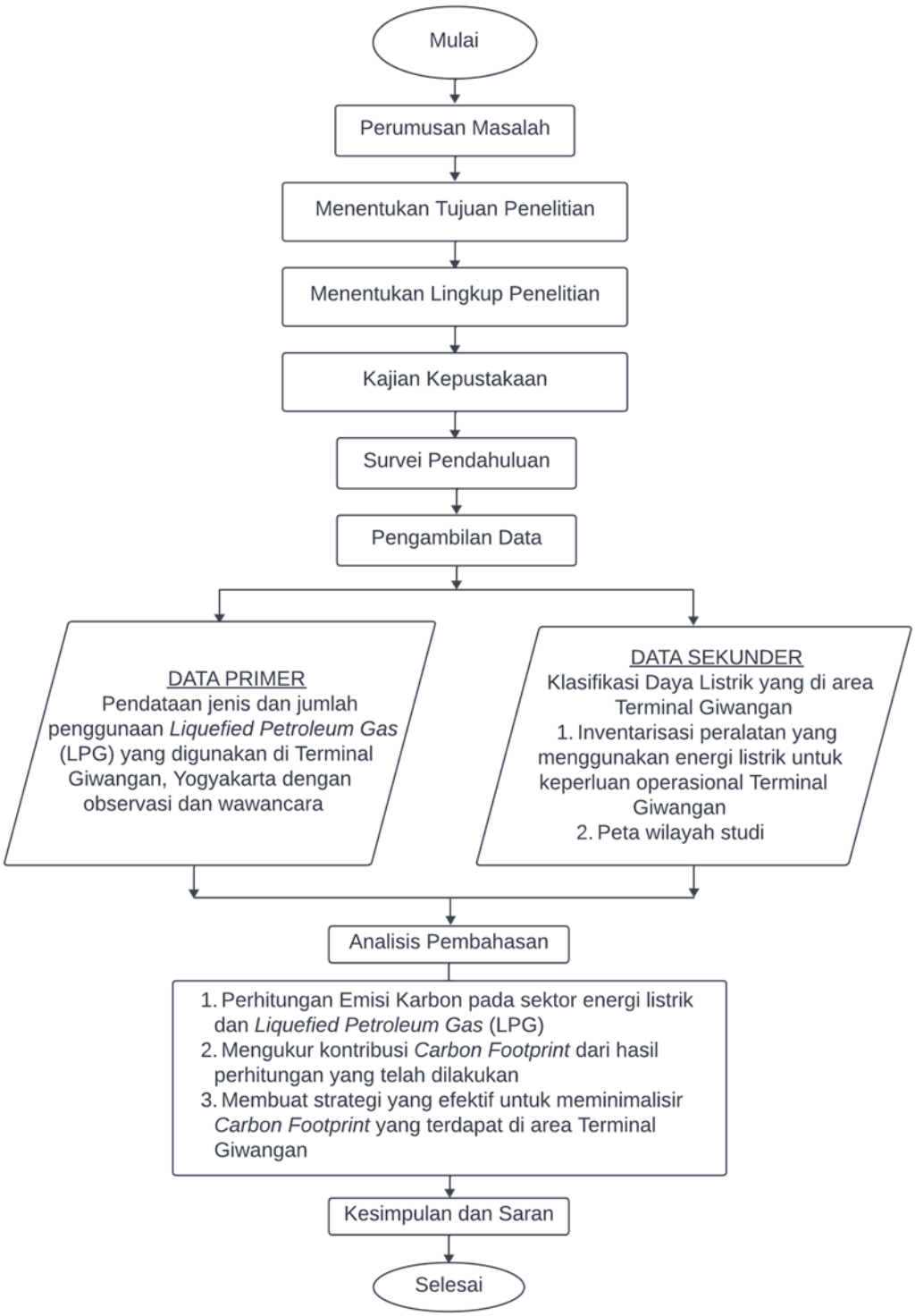
- ***Peron 1*** **: Penggunaan energi listrik**
  (Terdapat penggunaan energi listrik berupa lampu penerangan, kipas angin dan stop kontak)
- ***Peron 2*** **: Penggunaan energi listrik**
  (Terdapat penggunaan energi listrik berupa lampu penerangan, kipas angin dan stop kontak)
- ***Kantor Dishub*** **: Penggunaan energi listrik**
  (Terdapat penggunaan energi listrik berupa pendingin ruangan, lampu penerangan, kipas angin dan stop kontak)
- ***Kios Pedagang*** **: Penggunaan bahan bakar LPG dan energi listrik**
  (Terdapat penggunaan LPG dan energi listrik untuk keperluan kios pedagang)
- **Kantin : Penggunaan bahan bakar LPG dan energi listrik**



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian Terminal Giwangan

3.2 Diagram Alir Penelitian

Penentuan tahapan diagram alir pada penelitian ini memiliki tujuan sebagai penggambaran proses yang akan dilaksanakan selama proses penelitian ini berlangsung. Tahap pertama pada proses penelitian ini yaitu, perumusan masalah, menentukan tujuan dan lingkup penelitian, mencari kajian pustaka, pengambilan data penelitian, kemudian proses yang terakhir yaitu analisis data dan penarikan kesimpulan berdasarkan hasil yang didapat. Adapun tahapan proses penelitian ini dalam bentuk bagan alir dijelaskan pada Gambar 3.2 .



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

3.3 Populasi Penelitian

Menurut Husein (2005) populasi penelitian merupakan keseluruhan dari objek yang akan dilakukan penelitian. Populasi dari penelitian analisis *Carbon footprint* di Terminal Giwangan yaitu jumlah pemilik kios yang berada di area terminal. Pada penelitian kali ini penarikan sampel dilakukan secara acak dan tidak keseluruhan jumlah pemilik kios yang akan dilakukan penarikan sampel. Salah satu metode yang digunakan untuk melakukan penentuan sampel pada pemilik kios di Terminal Giwangan menggunakan rumus Slovin yaitu sebagai berikut :

$$n = \frac{N}{1+N\,(a)^2} \qquad \text{(Persamaan 3.1)}$$

Keterangan :

- n : Jumlah sampel wilayah penelitian
- N : Jumlah total dari keseluruhan pemilik kios yang ada pada Terminal Giwangan
- a : Derajat kesalahan (*error tolerance*)

Berdasarkan Sugiyono (2011) penerapan rumus slovin (Persamaan 3.1) , perlu menentukan batas toleransi kesalahannya. Batas toleransi kesalahan pada rumus Slovin dinyatakan dalam bentuk persentase. Apabila persentase kesalahan yang digunakan semakin kecil maka data yang dihasilkan akan semakin akurat. Pada penentuan rumus Slovin terdapat beberapa ketentuan khusus yaitu sebagai berikut :

a) Nilai a = 0,1 (10%) untuk populasi penelitian dalam jumlah yang besar
b) Nilai a = 0,2 (20%) untuk populasi penelitian dalam jumlah yang kecil

Neuman (1997) Mengungkapkan bahwa jumlah populasi penelitian dibedakan sebagai berikut :

a) Populasi penelitian jumlah yang besar mempunyai populasi > 150.000
b) Populasi penelitian jumlah menengah mempunyai populasi < 10.000
c) Populasi penelitian jumlah yang kecil mempunyai populasi < 1000

3.4 Metode Pengumpulan Data

Berdasarkan penelitian ini, informasi atau data yang diperlukan dalam metode penelitian ini terdiri dari data primer maupun data sekunder. Metode primer sendiri diperoleh berdasarkan pengamatan dan observasi di Terminal Giwangan. Kemudian data sekunder sendiri diperoleh dari literatur ataupun data-data yang dikumpulkan oleh pihak Terminal Giwangan.

3.4.1 Pengumpulan Data Primer

Pada pengumpulan data primer berdasarkan penelitian ini, metode pengumpulan yang digunakan yaitu secara wawancara, dokumentasi dan pengamatan secara langsung di lokasi penelitian. Pada pengumpulan data berdasarkan penelitian ini, pengumpulan data primer yang digunakan adalah dengan menggunakan wawancara dan pengamatan secara langsung kepada pedagang makanan, kantin dan pemilik kios tiket yang menggunakan *Liquefied petroleum gas* (LPG) dalam kegiatannya. Adapun data primer yang diambil dan metode pengambilan data dijelaskan pada tabel 3.1 sebagai berikut :

Tabel 3.1 Pengumpulan Data Primer

Data	Sumber	Metode	Alat
● Jumlah penggunaan *Liquefied petroleum gas* (LPG) ● Data Inventarisasi Peralatan Elektronik Kios dan Kantin	Pedagang makanan, kantin dan pemilik kios tiket di Terminal Giwangan	Observasi dan Wawancara	Buku, Alat tulis serta Alat dokumentasi

a) Observasi

Pada tahapan observasi dilakukan dengan menghitung jumlah pedagang makanan, kantin dan pemilik kios tiket yang terdapat di Terminal Giwangan, Yogyakarta untuk mengetahui jumlah pengguna LPG yang berada di area terminal. Pengamatan kali ini dilakukan selama 1 minggu dikarenakan untuk mengetahui hari yang padat penumpang pada terminal tersebut.

b) Wawancara

Pada tahapan wawancara dilakukan dengan menghitung jumlah pemakaian *Liquefied petroleum gas* (LPG) setiap bulannya dari pedagang makanan, kantin dan pemilik kios tiket yang terdapat di Terminal Giwangan, Yogyakarta. Wawancara pada penelitian ini dilakukan selama 4 hari yaitu pada hari sabtu, 22 Januari 2024 hingga Selasa, 25 Januari 2023. Pengumpulan beberapa data melalui proses wawancara terhadap pemilik kios, pedagang di kantin dan pegawai di kantor operasional terminal yang akan dijadikan sebagai responden. Adapun pertanyaan pada saat wawancara terhadap responden dapat dijelaskan pada formulir pengambilan data di bagian lampiran.

3.4.2 Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder yaitu data yang diambil melalui literatur yang ada maupun data yang sudah ada pada instansi tertentu. Data sekunder sendiri dapat didapatkan secara tidak langsung dan tanpa melakukan pengamatan. Pada pengumpulan data berdasarkan penelitian ini, pengumpulan data sekunder yang digunakan adalah dengan menggunakan dokumentasi dan studi literatur. Dokumentasi sendiri berasal dari data penggunaan listrik tiap bulan yang dimiliki oleh Dinas Perhubungan Terminal Giwangan. Data sekunder yang dikumpulkan yaitu data pemakaian energi listrik untuk kegiatan operasional Terminal Giwangan. Adapun data sekunder yang diambil dan metode pengambilan data dijelaskan pada tabel 3.2 sebagai berikut :

Tabel 3.2 Pengumpulan Data Sekunder

Data	Sumber	Metode	Alat
● Jumlah pemakaian energi listrik ● Data Inventarisasi Peralatan Elektronik Kantor UPT Terminal	Pengelola dan Dishub Terminal Giwangan	Dokumentasi	Buku, Alat tulis serta Alat dokumentasi

Dokumentasi

Pada metode dokumentasi yang dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan data pemakaian listrik pada kegiatan operasional Terminal Giwangan yaitu dengan cara meminta data tagihan listrik operasional terminal selama 1 tahun terakhir. Selain hal tersebut, Pada metode dokumentasi dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan data inventarisasi penunjang operasional terminal yang menggunakan energi listrik pada pemakaiannya. Data tersebut didapatkan dari Dinas Perhubungan yang ada di area Terminal Giwangan, Yogyakarta.

3.5 Prosedur Analisis Data

Setelah didapatkan Data primer dan data sekunder dari hasil observasi dan dokumentasi, kemudian data tersebut dianalisis sesuai dengan prosedur yang telah ditentukan yang bertujuan untuk menjawab pertanyaan yang terdapat pada rumusan masalah penelitian ini. Setelah itu, data tersebut dihitung untuk mendapatkan nilai emisi *Carbon footprint* berdasarkan setiap kegiatan yang terdapat di Terminal Giwangan, eberapa data primer dan sekunder yang telah didapatkan, kemudian dianalisis berdasarkan scope yang mengacu terhadap *Greenhouse Gases Protocol (GHGP).* Sedangkan pada tahap perhitungan *carbon footprint* dihitung menggunakan pedoman *International Panel on Climate Change (IPCC)* .

Berdasarkan studi yang telah ada, diperlukan beberapa metode untuk dapat membandingkan jumlah emisi yang ada dengan beberapa perbedaan sifat radiasi tiap emisi. Agar emisi non CO_2 sebanding dengan emisi CO_2, maka perlu menggunakan nilai Global Warming Potential (GWP) sebagai faktor dalam perhitungan CO_2-eq (IPCC, 2019). Berikut pada tabel 3.3 terdapat nilai potensi pemanasan global, yaitu sebagai berikut :

Tabel 3.3 Nilai Potensi Pemanasan Global

Gas Rumah Kaca	**Nilai GWP**
CO_2	1
CH_4	28
N_20	265

Sumber : IPCC, 2019

3.5.1 Pemakaian Listrik

Pada data penggunaan listrik di Terminal Giwangan, Yogyakarta merupakan data pemakaian listrik yang berasal dari kegiatan operasional terminal yang menggunakan energi listrik. Data tersebut berasal dari tagihan listrik kegiatan operasional terminal. Kegiatan operasional yang menggunakan energi listrik merupakan perhitungan *Carbon footprint* yang berasal dari lingkup dua. Adapun, perhitungan *Carbon footprint* yang berasal dari kegiatan pemakaian listrik menggunakan rumus perhitungan sesuai pedoman IPCC yaitu sebagai berikut (Bappenas, 2014) :

$$E = KE \times FE \times GWP \quad \text{(Persamaan 3.2)}$$

Keterangan :

- *E* : Total emisi dalam satuan (kg CO_2 eq)
- *KE* : Konsumsi energi dalam satuan (kWh)
- *FE* : Faktor emisi gas rumah kaca dalam satuan (gas/kWh)
- *GWP* : Global Warming Potential dalam (CO_2 eq)

Tabel 3.4 Faktor Emisi Konsumsi Listrik

CO_2 ($kgCO_2/kWh$)	**CH_4 ($kgCH_4/kWh$)**	**N_2O (kgN_2O/kWh)**
0,774388897	0,00001594341	0,00000876813

Sumber : *Ecometrica*, 2011

3.5.2 Penggunaan LPG

Penggunaan *Liquefied petroleum gas* (LPG) di Terminal Giwangan, Yogyakarta merupakan data penggunaan bahan bakar LPG yang berasal dari pedagang makanan, kantin dan pemilik kios tiket di terminal yang menggunakan bahan bakar LPG. Data tersebut berasal dari wawancara secara langsung kepada pihak terkait. Kegiatan operasional yang menggunakan bahan bakar LPG merupakan perhitungan *Carbon footprint* yang berasal dari lingkup satu. Adapun, perhitungan *Carbon footprint* yang berasal dari kegiatan penggunaan bahan bakar LPG menggunakan rumus perhitungan sesuai pedoman KLH (2017) yaitu sebagai berikut :

$$E = Kbb \times Ec \times FE \times GWP \quad \text{(Persamaan 3.3)}$$

Diketahui :

- E : Total emisi dalam (kg CO_2 eq)
- Kbb : Konsumsi bahan bakar dalam (kg)
- Ec : Konversi energi dalam (TJ/kg)
- FE : Faktor emisi (kg/TJ)
- GWP : Global Warming Potential dalam (CO_2 eq)

Tabel 3.5 Faktor Emisi Penggunaan LPG

Bahan Bakar	**Konversi Energi (TJ/kg)**	**CO_2 (kg/TJ)**	**CH_4 (kg/TJ)**	**N_2O (kg/TJ)**
LPG	47.3×10^{-6}	63100	5	0,1

Sumber : KemenLH, 2012

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

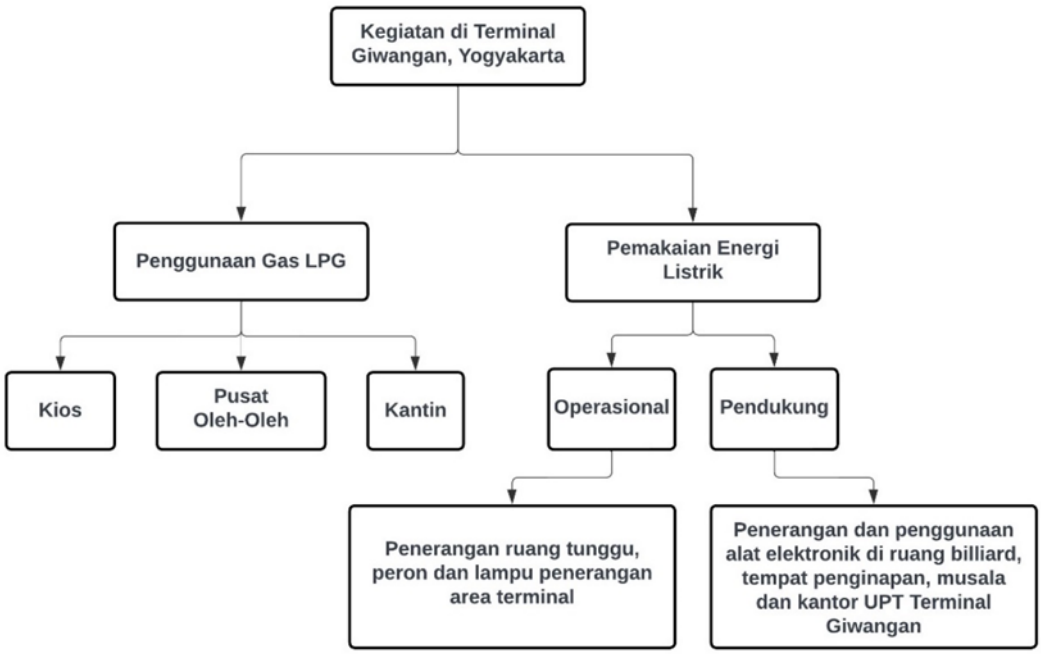
Pada penelitian kali ini membahas mengenai analisis *Carbon footprint* dari penggunaan energi listrik dan *Liquefied petroleum gas* (LPG) . Analisis tersebut bertujuan untuk mengetahui jumlah *Carbon footprint* dan melakukan strategi meminimalisir *Carbon footprint* yang dihasilkan dari aktivitas penggunaan energi listrik dan LPG. Terminal Giwangan merupakan terminal tipe A yang terletak di selatan kota Yogyakarta. Terminal tersebut berada di Jalan Imogiri Timur Km 6 Kelurahan Giwangan, Umbulharjo, Kota Yogyakarta. Berdasarkan data dari UPT Terminal Giwangan tahun 2024, Terminal tersebut mempunyai luas 5,8 hektar, dengan jumlah penumpang kedatangan pada tahun 2023 sebanyak 1.292.423 orang dan penumpang keberangkatan sebanyak 1.769.018 orang.

Terminal Giwangan melayani rute bus Trans Jogja, Antar Kota Dalam Provinsi (AKDP) dan rute bus Antar Kota Antar Provinsi (AKAP), Oleh karena itu Terminal Giwangan memiliki fasilitas utama dan penunjang yang cukup lengkap. Fasilitas utama yang berada di terminal ini yaitu ruang tunggu untuk penumpang, tempat parkir kendaraan serta fasilitas pengelolaan lingkungan. Fasilitas penunjang yang ada di Terminal Giwangan yaitu musala, ruang billiard, tempat penginapan, kios dan kantin makanan serta alat pemadam kebakaran. Adapun Terminal Giwangan sendiri berada pada perbatasan antara kota Yogyakarta dengan Kabupaten Bantul. Berikut ini merupakan batas wilayah terminal giwangan :

- Utara : Kecamatan Umbulharjo, Kota Yogyakarta
- Barat : Kecamatan Banguntapan, Kabupaten Bantul
- Timur : Kecamatan Banguntapan, Kabupaten Bantul
- Selatan : Kecamatan Banguntapan, Kabupaten Bantul

4.2 Kegiatan di Terminal Giwangan

Terdapat beberapa kegiatan di Terminal Giwangan seperti penjualan makanan di kantin dan kios yang menggunakan energi *Liquefied petroleum gas* (LPG) untuk kegiatan memasak, sedangkan kegiatan untuk menunjang operasional terminal seperti penerangan jalan, pencahayaan di kios dan area peron menggunakan energi listrik. Berdasarkan beberapa kegiatan di Terminal Giwangan, terdapat kegiatan yang dapat menimbulkan emisi *Carbon footprint*. Hal tersebut dapat berasal dari penggunaan energi listrik dan penggunaan *Liquefied petroleum gas* (LPG) pada kegiatan yang terdapat di Terminal Giwangan. Adapun kegiatan di Terminal Giwangan dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut ini :



Gambar 4.1 Kegiatan di Terminal Giwangan

Terdapat beberapa jenis Emisi *Carbon footprint* dapat dihasilkan secara langsung maupun tidak langsung yang ditimbulkan dari kegiatan di Terminal Giwangan. Emisi *Carbon footprint* primer dari kegiatan di Terminal Giwangan yang akan di analisis pada penelitian kali ini merupakan *Carbon footprint* dari pemakaian *Liquefied petroleum gas* (LPG) di kantin maupun kios terminal untuk kegiatan

memasak makanan. Pemakaian bahan bakar untuk kegiatan memasak di area terminal tersebut hanya menggunakan *Liquefied petroleum gas* (LPG). Emisi *Carbon footprint* sekunder pada Terminal Giwangan berasal dari pemakaian listrik untuk kegiatan operasional terminal seperti penggunaan lampu pada pada peron, ruang tunggu, kios dan kantin serta penggunaan alat elektronik yang berada di area Terminal Giwangan.

Berdasarkan hal tersebut, maka penggunaan penggunaan energi listrik dan penggunaan *Liquefied petroleum gas* (LPG) dapat menimbulkan emisi *Carbon footprint* primer maupun sekunder. Oleh karena itu, kegiatan yang menggunakan energi listrik maupun LPG sebagai penunjang kegiatan operasional Terminal Giwangan akan menghasilkan emisi *Carbon footprint*.

4.3 Hasil Pengumpulan Data

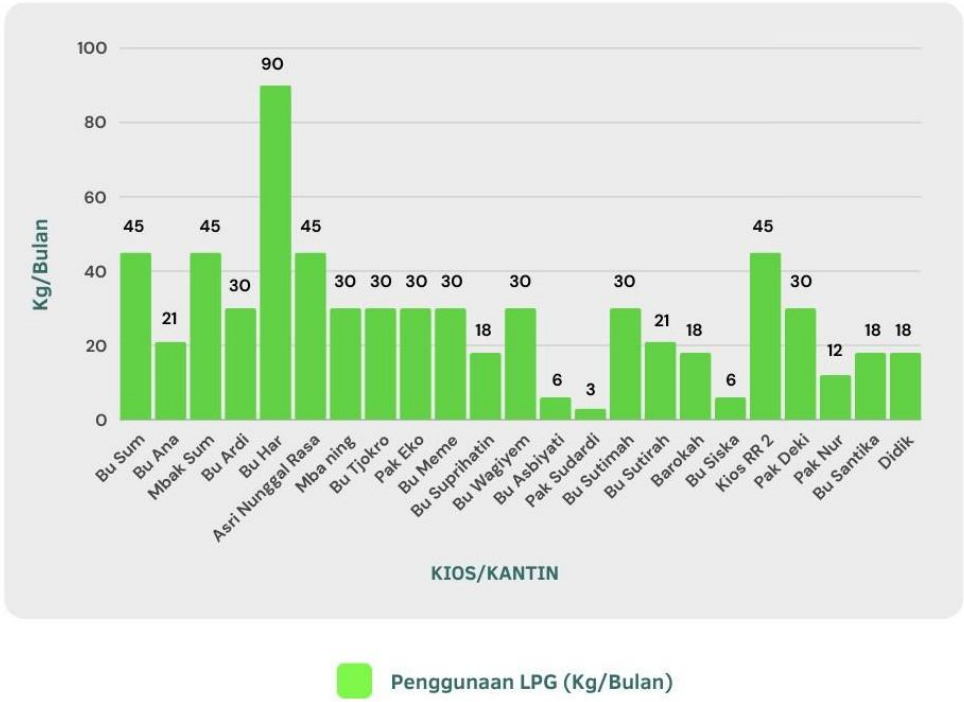
Pengumpulan hasil penelitian berupa data ini berfungsi untuk mengetahui jumlah emisi *Carbon footprint* yang ada di Terminal Giwangan. Mengacu pada persamaan 3.1, kemudian didapatkan jumlah populasi penelitian dengan jumlah 23 yang ditunjukkan pada bagian Lampiran Tabel 1. Berdasarkan perhitungan populasi penelitian pada persamaan 3.1 menggunakan *error tolerance* sebesar 20 % dikarenakan total sampel berjumlah <1000. Data yang didapatkan berasal dari pengumpulan data primer dan data sekunder. Pengumpulan data primer diperoleh secara observasi dan wawancara kepada penjaga kios maupun kantin, untuk data yang diperoleh yakni penggunaan *Liquefied petroleum gas* (LPG) pada setiap kios dan kantin di Terminal Giwangan. Sedangkan pengumpulan data sekunder didapatkan secara dokumentasi tagihan listrik terminal, untuk data yang diperoleh yaitu penggunaan energi listrik di Terminal Giwangan pada setiap bulan selama periode 5 tahun.

4.3.1 Data Primer

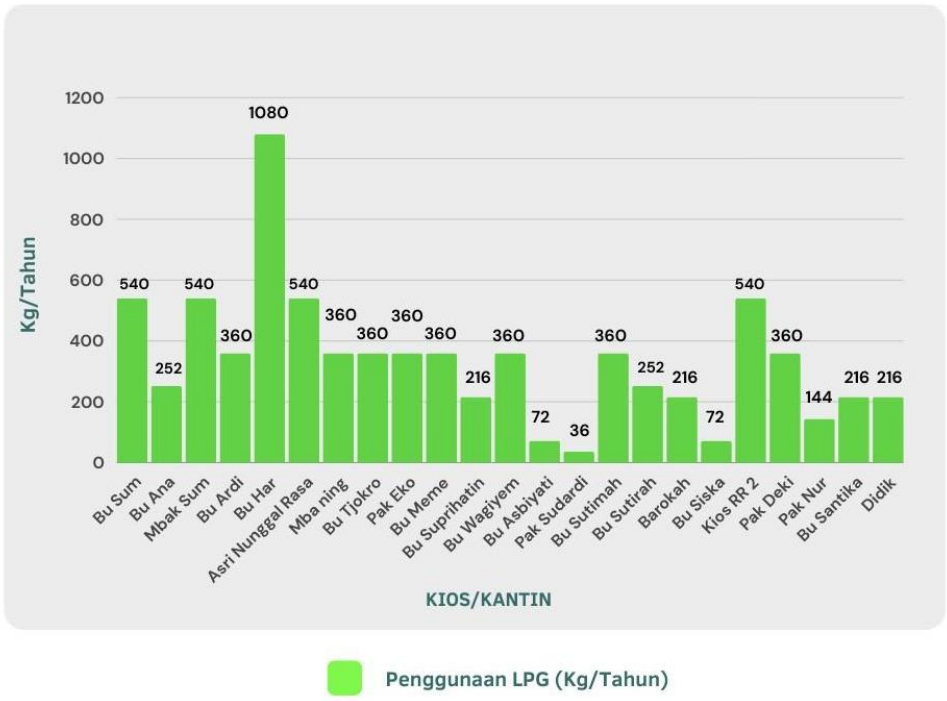
Pengumpulan data primer dilakukan secara observasi dan wawancara menggunakan form kuesioner kepada pedagang kantin dan kios di sekitar area Terminal Giwangan. Data primer terdiri dari data penggunaan *Liquefied petroleum gas* (LPG) setiap bulan.

4.3.1.1 Data Penggunaan LPG (*Liquefied petroleum gas*)

Penggunaan *Liquefied petroleum gas* (LPG) sebagai energi untuk kebutuhan memasak di kios dan kantin Terminal Giwangan dapat menghasilkan *Carbon footprint*. Pada area Terminal Giwangan, terdapat 212 kios dan kantin dengan pengambilan data sampel sebanyak 23 kios maupun kantin. Pada kegiatannya kios makanan dan area kantin setiap harinya menggunakan bahan bakar gas LPG. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara, penggunaan gas LPG di area tersebut hanya menggunakan satu jenis tabung yakni LPG 3 kg. Banyaknya penggunaan *Liquefied petroleum gas* (LPG) di area Terminal Giwangan dapat dilihat pada bagian Lampiran Tabel 1. Adapun grafik penggunaan *Liquefied petroleum gas* (LPG) selama 1 bulan dan 1 tahun, dapat dilihat pada Gambar 4.2 dan Gambar 4.3 yakni sebagai berikut :



Gambar 4.2 Grafik Penggunaan Gas LPG 1 Bulan



Gambar 4.3 Grafik Penggunaan LPG 1 Tahun

Pada Gambar 4.2 dan Gambar 4.3 di atas, dapat diketahui bahwa penggunaan *Liquefied petroleum gas* (LPG) tertinggi terdapat di kios Bu Har dengan penggunaan sebanyak 90 kg/bulan dan 1080 kg/tahun. Hal tersebut dikarenakan lama waktu operasional pada kios tersebut selama 24 jam, serta pada kios tersebut melayani berbagai macam makanan dan minuman yang diperuntungkan untuk karyawan dan penumpang di Terminal Giwangan. Penggunaan *Liquefied petroleum gas* (LPG) terendah terdapat di kios Pak Sudardi dengan penggunaan sebanyak 3 kg/bulan dan 36 kg/tahun dikarenakan pada kios tersebut hanya melayani penjualan minuman saja serta lama waktu operasional pada kios Pak Sudardi selama 7 jam. Berdasarkan hasil perhitungan pada bagian Lampiran Tabel 1 dapat dijelaskan bahwa dari 23 penjual kios dan kantin total menggunakan tabung LPG sebanyak 217 tabung dalam waktu 1 bulan, serta menggunakan 651 kg gas LPG dalam waktu 1 bulan. Kemudian pada waktu 1 tahun menggunakan tabung LPG sebanyak 2.604 tabung dan menggunakan 7812 gas LPG. Penggunaan gas LPG terendah yaitu sebesar 3kg/bulan atau 36 kg/tahun di kios pak Sudardi. Sedangkan penggunaan gas LPG tertinggi yaitu sebesar 90 kg/bulan atau 1.080 kg/tahun di kios bu Har.

4.3.1.2 Data Inventarisasi Peralatan Elektronik Kios dan Kantin

Data inventarisasi penggunaan alat elektronik di area kios dan kantin terminal, diperoleh dari penjaga kios maupun kantin. Data inventarisasi peralatan elektronik di kantin berupa data inventarisasi (TV, kipas, kulkas, dispenser, *rice cooker*, lampu dan *showcase*). Data tersebut diperoleh dari observasi dan wawancara kepada penjaga kios dan kantin Terminal Giwangan. Hasil data terkait inventarisasi peralatan elektronik di area kios dan kantin Terminal Giwangan, Yogyakarta ditunjukkan pada bagian Lampiran Tabel 2 dan 3. Kegiatan kios dan kantin di Terminal Giwangan dapat menimbulkan emisi *Carbon footprint* yang diakibatkan adanya pemakaian energi listrik pada peralatan elektronik di area tersebut. Terdapat 212 kios dan kantin di area Terminal Giwangan, Yogyakarta dengan pengambilan data sampel sebanyak 23 kios maupun kantin. Pemakaian energi listrik di kios dan kantin terminal didapatkan dalam satuan kWh/hari yang dipengaruhi oleh lama pemakaian dan daya yang dihasilkan oleh peralatan elektronik yang ada.

Berdasarkan Tabel 2 dan Tabel 3 pada bagian Lampiran dapat diketahui bahwa penggunaan energi listrik terbesar di Warung makan bu Sartinah dan Kios Trio, yaitu pada penggunaan *showcase* yang membutuhkan energi listrik sebesar 9,6 kWh dan 4,8 kWh, hal tersebut dikarenakan jumlah showcase yang digunakan masing-masing sebanyak 2 unit dan daya yang digunakan sebesar 200 Watt. Terdapat 8 peralatan elektronik yang digunakan di warung makan bu Sartinah dan kios trio, dengan total rincian peralatan elektronik sebanyak 2 unit tv, 5 unit kipas, 4 unit kulkas, 1 unit dispenser, 1 unit *rice cooker*, 14 unit lampu led, 4 unit *showcase*, 1 unit monitor, 4 unit cctv dan 1 unit kulkas es krim. Total pemakaian energi listrik yang digunakan di warung makan bu Sartinah sebesar 26 kWh/hari, serta konsumsi listrik yang digunakan di kios trio sebesar 16 kWh/hari. Berikut ini merupakan contoh perhitungan pemakaian energi listrik yang berasal dari penggunaan peralatan elektronik di kios dan kantin Terminal Giwangan, sebagai berikut :

Contoh Perhitungan :

A. Lampu LED (Warung Makan Bu Sartinah)

- Jumlah Unit = 8 unit
- Daya/unit = 30 Watt
- Daya total unit $= 8 \times 30\ Watt \times \frac{1\ kW}{1000\ W}$
  $= 2{,}4$ kWh
- Lama Pemakaian = 12 Jam/hari
- Jumlah Pemakaian listrik per hari $= Daya\ total\ unit\ \times Lama\ pemakaian$
  $= 2{,}4\ kW \times 12\ Jam/hari$
  = 2,880 kWh/hari

B. Kipas Angin F-ET 4014 (Kios Trio)

- Jumlah Unit = 3 unit
- Daya/unit = 36 Watt
- Daya total unit $= 3 \times 36\ Watt \times \frac{1\ kW}{1000\ W}$
  = 0,108 kW

- Lama Pemakaian = 6 Jam/hari
- Jumlah Pemakaian listrik per hari = $Daya\ total\ unit\ \times Lama\ pemakaian$
  = $0{,}108\ kW \times 6\ Jam/hari$
  = 0,648 kWh/hari

4.3.2 Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder dilakukan melalui dokumentasi tagihan penggunaan listrik terminal dan inventarisasi peralatan elektronik yang ada. Data sekunder terdiri dari data pemakaian listrik Terminal Giwangan selama 5 tahun terakhir dan inventarisasi peralatan yang menggunakan energi listrik yang meliputi (lampu penerangan, dispenser, kipas angin, *air conditioner*, komputer, tv, dsb.).

4.3.2.1 Data Pemakaian Energi Listrik

Data pemakaian energi listrik untuk keperluan operasional dan penunjang di Terminal Giwangan, Yogyakarta didapatkan dari pengelola UPT Terminal Giwangan. Data pemakaian listrik yang diperoleh berupa data konsumsi energi listrik tiap bulan selama 5 tahun terakhir. Pemakaian energi listrik di Terminal Giwangan dari bulan Januari 2019 sampai dengan bulan Desember 2023 selama 5 tahun terakhir dapat dilihat pada bagian Lampiran Tabel 2. Adapun grafik pemakaian energi listrik selama 5 tahun terakhir dapat dilihat pada Gambar 4.4 yakni sebagai berikut :



Gambar 4.4 Grafik Pemakaian Energi Listrik 5 Tahun Terakhir

Pemakaian energi listrik di Terminal Giwangan, Yogyakarta terbagi menjadi 1 (satu) tagihan penggunaan listrik, yaitu tagihan listrik operasional terminal. Data pemakaian listrik yang digunakan yaitu tagihan listrik dari bulan Januari 2019 sampai dengan bulan Desember 2023. Berdasarkan Tabel 2 pada bagian Lampiran didapatkan total pemakaian energi listrik selama 5 tahun terakhir dengan total pemakaian energi sebesar 2.592.531 kWh/5 tahun. Pemakaian energi listrik di Terminal Giwangan tertinggi terjadi pada bulan Oktober 2019 sebesar 55.037 kWh/bulan. Sedangkan pemakaian terendah terjadi pada bulan Maret 2023 sebesar 36.416 kWh/bulan. Adapun total pemakaian energi listrik di Terminal Giwangan pada tahun 2019 sebesar 574.971 kWh/tahun, pada tahun 2020 sebesar 529.586 kWh/tahun, pada 529.586 kWh/tahun, pada tahun 2021 sebesar 493.256 kWh/tahun, serta pada tahun 2022 penggunaan energi listrik sebesar 498.996 kWh/tahun dan pada tahun 2023 sebesar 495.722 kWh/tahun.

4.3.2.2 Data Inventarisasi Peralatan Elektronik Kantor UPT Terminal

Data inventarisasi penggunaan alat elektronik di Kantor UPT Terminal Giwangan, Yogyakarta didapatkan dari pengelola UPT terminal. Penggunaan inventarisasi elektronik di Terminal Giwangan berada di kantor UPT Terminal Giwangan. Data inventarisasi peralatan elektronik di kantor UPT Terminal berupa (dispenser, mesin absen, printer, monitor, lampu, aiphone, pesawat telepon, mesin fax, komputer, Pabx, *speaker* dan *air conditioner*). Data tersebut didapatkan melalui dokumentasi kepada bagian pengelola UPT Terminal Giwangan. Data inventarisasi peralatan elektronik di Kantor UPT Terminal Giwangan, Yogyakarta disajikan dalam Lampiran Tabel 4.

Kegiatan di kantor UPT Terminal Giwangan dapat menimbulkan emisi *Carbon footprint* yang diakibatkan oleh pemakaian energi listrik pada peralatan elektronik. Pemakaian energi listrik di kantor UPT Terminal didapatkan dalam satuan kWh/hari yang dipengaruhi oleh lama pemakaian dan daya yang dihasilkan oleh peralatan elektronik tersebut. Berdasarkan hasil perhitungan pada Lampiran Tabel 4 dapat diketahui bahwa penggunaan energi listrik terbesar di Kantor UPT Terminal Giwangan , yaitu pada penggunaan Komputer yang membutuhkan energi listrik sebesar 9,6 kWh/hari, hal tersebut dikarenakan jumlah komputer yang digunakan sebanyak 6 unit dan daya yang digunakan sebesar 200 watt. Terdapat 13 peralatan elektronik yang digunakan di kantor UPT Terminal Giwangan, dengan total rincian peralatan elektronik sebanyak 15 unit komputer, 5 unit *air conditioner*, 14 unit printer, 3 unit aiphone, 2 unit monitor, 15 unit lampu Led, 1 unit dispenser, 3 unit mesin absen, 1 unit PABX, 2 unit monitor, 1 unit mesin fax, 4 unit kipas angin dan 1 unit speaker. Total pemakaian energi listrik yang digunakan di kantor UPT Terminal Giwangan sebesar 79,860 kWh/hari. Berikut ini merupakan contoh perhitungan pemakaian energi listrik yang berasal dari penggunaan peralatan elektronik di kantor UPT Terminal Giwangan, sebagai berikut :

Contoh Perhitungan :

A. Komputer 14" (Kantor Pengelola)

- Jumlah Unit = 6 unit
- Daya/unit = 200 Watt
- Daya total unit $= 6 \times 200\ Watt \times \frac{1\ kW}{1000\ W}$
  $= 1{,}2$ kW
- Lama Pemakaian = 8 Jam/hari
- Jumlah Pemakaian listrik per hari $= Daya\ total\ unit\ \times Lama\ pemakaian$
  $= 1{,}2\ kW \times 8\ Jam/hari$
  = 9,600 kWh/hari

B. Mesin Absen NE-9800 (Ruang Server)

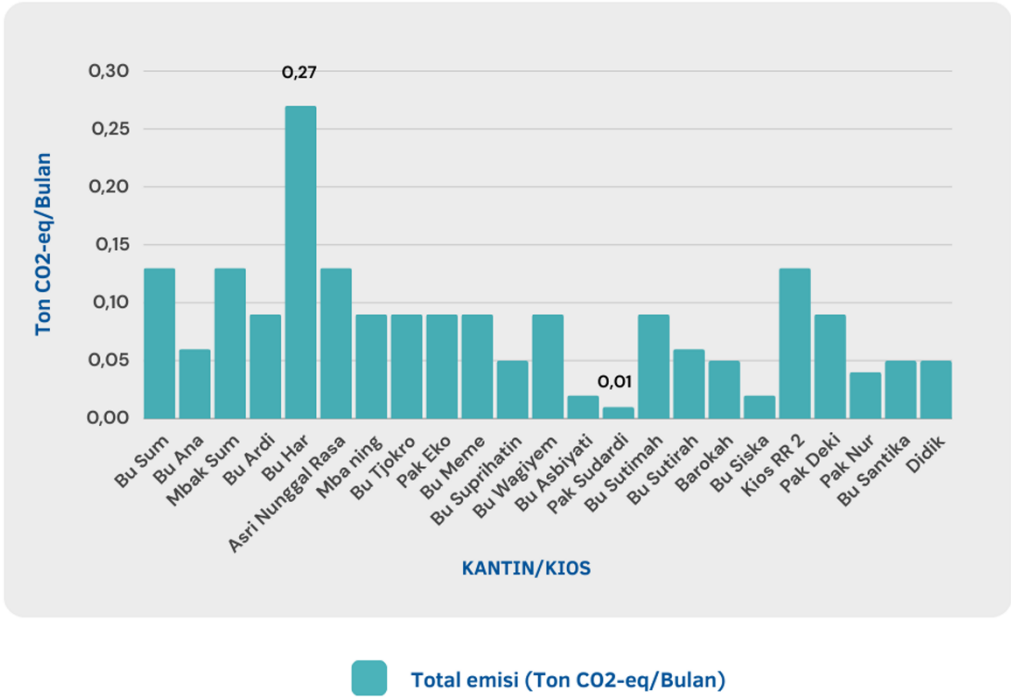
- Jumlah Unit = 3 unit
- Daya/unit = 100 Watt
- Daya total unit $= 3 \times 100\ Watt \times \frac{1\ kW}{1000\ W}$
  $= 0{,}3$ kW
- Lama Pemakaian = 8 Jam/hari
- Jumlah Pemakaian listrik per hari $= Daya\ total\ unit\ \times Lama\ pemakaian$
  $= 0{,}3\ kW \times 8\ Jam/hari$
  = 2,400 kWh/hari

4.4 Hasil Perhitungan Jumlah *Carbon Footprint*

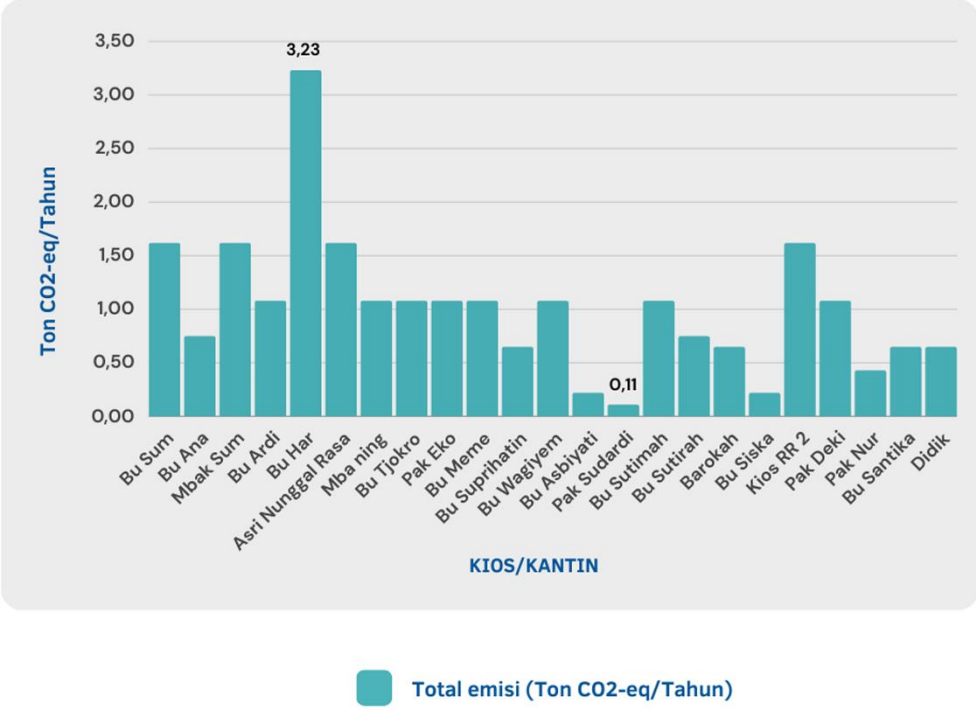
Pada penelitian kali ini perhitungan jumlah *Carbon footprint* berasal dari penggunaan *Liquefied petroleum gas* (LPG) dan pemakaian listrik di Terminal Giwangan, Yogyakarta. Pada perhitungan jumlah *Carbon footprint* menggunakan rumus yang mengacu pada IPCC *Guidelines* 2014 , menggunakan rumus persamaan 3.2 untuk perhitungan energi listrik dan persamaan 3.3 untuk perhitungan penggunaan *Liquefied petroleum gas* (LPG).

4.4.1 Jumlah *Carbon Footprint* Aktivitas Penggunaan LPG

Emisi *Carbon footprint* yang berasal dari aktivitas kios dan kantin yang akan dianalisis pada penelitian ini merupakan emisi *Carbon footprint* yang berasal dari aktivitas penggunaan bahan bakar di kios dan kantin untuk aktivitas memasak. Bahan bakar yang digunakan untuk aktivitas memasak di kios dan kantin Terminal Giwangan menggunakan satu jenis bahan bakar yaitu *Liquefied petroleum gas* (LPG). Setelah dilakukan pengumpulan data penggunaan gas LPG periode per bulan dan per tahun, dilakukan perhitungan *Carbon footprint*. Perhitungan *Carbon footprint* ditentukan berdasarkan penggunaan gas LPG selama 1 bulan dan 1 tahun. Hasil perhitungan *Carbon footprint* dari penggunaan gas LPG di kios dan kantin dapat disajikan dalam Lampiran Tabel 5 dan Tabel 6 Berdasarkan Tabel 5 dan Tabel 6 pada bagian Lampiran, dapat diketahui bahwa untuk memperoleh total *Carbon footprint* penggunaan *Liquefied petroleum gas* (LPG) di kios dan kantin Terminal Giwangan yakni dengan cara mengalikan total penggunaan gas LPG dengan faktor emisi, nilai Global Warming Potential (GWP) dan mengkonversi satuan energi ke TJ/Kg. Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 5 dan Tabel 6 pada bagian Lampiran, dapat diketahui bahwa *Carbon footprint* terbanyak berada di kios bu Har yaitu sebesar 0,269 ton CO_2-eq/bulan dan 3,231 ton CO_2-eq/tahun, Kemudian di kios Pak Sudardi menghasilkan *Carbon footprint* paling sedikit yakni sebesar 0,009 ton CO_2-eq/bulan dan 0,107 ton CO_2-eq/tahun. Emisi *Carbon footprint* yang berasal dari penggunaan *Liquefied petroleum gas* (LPG) di Terminal Giwangan, Yogyakarta dapat digambarkan berupa grafik pada Gambar 4.5 dan Gambar 4.6.



Gambar 4.5 Grafik Total *Carbon Footprint* Sektor Gas LPG 1 Bulan



Gambar 4.6 Grafik Total *Carbon Footprint* Sektor Gas LPG 1 Tahun

Berdasarkan Gambar 4.5 dan Gambar 4.6 menunjukkan bahwa kios pak Sudardi menghasilkan *Carbon footprint* paling rendah jika dibandingkan kios lain yang berada di area Terminal Giwangan, hal tersebut disebabkan oleh waktu operasional di kios pak Sudardi hanya selama 7 jam saja dan kios Pak Sudardi hanya melayani penjualan minuman saja. Sedangkan kios bu Har menghasilkan *Carbon footprint* paling tinggi yang berada di sekitar area terminal dikarenakan penggunaan gas LPG pada kios tersebut sebanyak 90 kg/bulan dan 1.080 kg/tahun. Selain itu kios bu Har memiliki waktu operasional pada kios tersebut berlangsung selama 24 jam, serta pada kios tersebut melayani berbagai macam makanan dan minuman yang diperuntungkan untuk karyawan dan penumpang di Terminal Giwangan. Waktu operasional dan penjualan yang dilayani pada kios dan kantin tentunya memiliki pengaruh terhadap *Carbon footprint* yang ditimbulkan dari kegiatan penggunaan *Liquefied petroleum gas* (LPG). Selain itu, pertambahan dan penurunan jumlah penumpang di Terminal Giwangan tentu dapat berpengaruh terhadap kebutuhan

penggunaan *Liquefied petroleum gas* (LPG) yang digunakan di tempat tersebut. Hal tersebut dikarenakan semakin banyak penumpang di terminal tersebut, maka kegiatan di sektor kios kantin akan semakin ramai yang mana pada kegiatannya menggunakan gas LPG untuk kegiatan penjualan makanan dan minuman. Banyak atau sedikitnya jumlah penumpang di Terminal Giwangan dapat berpengaruh terhadap pemakaian gas LPG. Hal ini tentu dapat berpengaruh terhadap meningkat atau menurunnya *Carbon footprint* yang ditimbulkan.

Pada perhitungan jumlah *Carbon footprint* dari penggunaan *Liquefied petroleum gas* (LPG) sama halnya dengan perhitungan jumlah *Carbon footprint* pada kegiatan pemakaian energi listrik, yang mana penggunaan gas LPG dan pemakaian energi listrik dapat berpengaruh terhadap jumlah *Carbon footprint* yang dihasilkan. Selain itu, faktor emisi dan nilai GWP akan berpengaruh terhadap jumlah *Carbon footprint* yang dihasilkan. Perhitungan jumlah *Carbon footprint* dari penggunaan *Liquefied petroleum gas* (LPG) ini merujuk terhadap persamaan 3.3 dengan nilai *Global Warming Potential* mengacu pada Tabel 3.3 serta konversi energi dan faktor emisi merujuk kepada Tabel 3.5. Adapun contoh perhitungan jumlah Carbon footprint pada kegiatan penggunaan *Liquefied petroleum gas* (LPG) dapat dilihat sebagai berikut :

Contoh Perhitungan :

A. Kios Bu Har

Diketahui

- Konsumsi Gas LPG = 1.080 kg/tahun
- Faktor emisi (CO_2) = 63.100 Tj/kg
- Faktor emisi (CH_4) = 5 Tj/kg
- Faktor emisi (N_2O) = 0,1 Tj/kg
- Nilai kalor/NCV = $47{,}3 \times 10^{-6}$ Tj/kg
- Nilai GWP (CO_2-eq) CO_2 = 1
- Nilai GWP (CO_2-eq) CO_2 = 28
- Nilai GWP (CO_2-eq) CO_2 = 265

Maka,

- Emisi Carbon footprint = $Konsumsi\ bahan\ bakar \times FE \times NCV \times\ GWP$

  Emisi (CO_2) = $1.080\ kg/tahun \times 63.100 \times 47{,}3 \times 10^{-6} \times\ 1$
  = 3.223,400 kg CO_2/tahun

  Emisi (CH_4) = $1.080\ kg/tahun \times 63.100 \times 47{,}3 \times 10^{-6} \times\ 28$
  = 7,152 Kg CO_2-eq/tahun

  Emisi (N_2O) = $1.080\ kg/tahun \times 63.100 \times 47{,}3 \times 10^{-6} \times\ 265$
  = 1,354 kg CO_2-eq/tahun

- Total Carbon footprint = Emisi CO_2 + Emisi CH_4 + Emisi N_2O
  = 3.223,400 + 3.223,400 + 1,354
  = 3.231,906 kg CO_2-eq/tahun
  = 3,231 ton CO_2-eq/tahun

Contoh Perhitungan :

B. Pak Sudardi

Diketahui

- Konsumsi Gas LPG = 36 kg/tahun
- Faktor emisi (CO_2) = 63.100 Tj/kg
- Faktor emisi (CH_4) = 5 Tj/kg
- Faktor emisi (N_2O) = 0,1 Tj/kg
- Nilai kalor/NCV = $47{,}3 \times 10^{-6}$ Tj/kg
- Nilai GWP (CO_2-eq) CO_2 = 1
- Nilai GWP (CO_2-eq) CO_2 = 28
- Nilai GWP (CO_2-eq) CO_2 = 265

Maka,

- Emisi Carbon footprint = $Konsumsi\ GAS\ LPG \times FE \times NCV \times\ GWP$

  Emisi (CO_2) = $36\ kg/tahun \times 63.100 \times 47{,}3 \times 10^{-6} \times\ 1$
  = 107,447 Kg CO_2/tahun

Emisi (CH_4) = $36\ kg/tahun \times 63.100 \times 47{,}3 \times 10^{-6} \times\ 28$

= 0,238 kg CO_2-eq/tahun

Emisi (N_2O) = $36\ kg/tahun \times 63.100 \times 47{,}3 \times 10^{-6} \times\ 265$

= 0,045 kg CO_2-eq/tahun

- Total Carbon footprint = Emisi CO_2 + Emisi CH_4 + Emisi N_2O

= 107,447 + 0,238 + 0,045

= 107,730 kg CO_2-eq/tahun

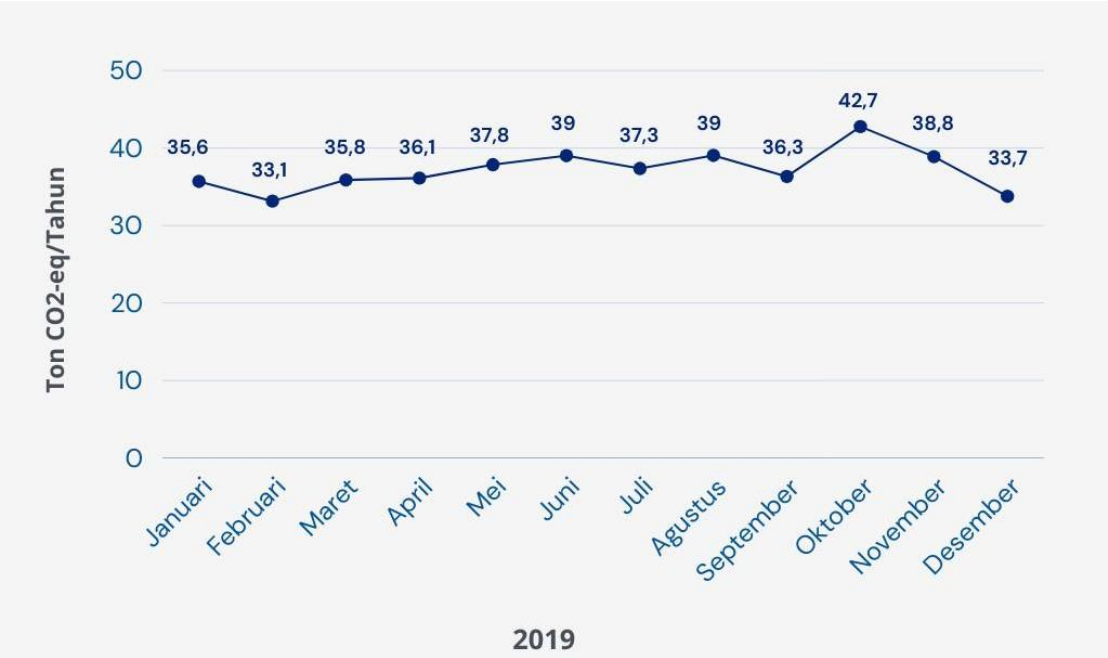
= 0,107 ton CO_2-eq/tahun

4.4.2 Jumlah *Carbon Footprint* Aktivitas Pemakaian Listrik

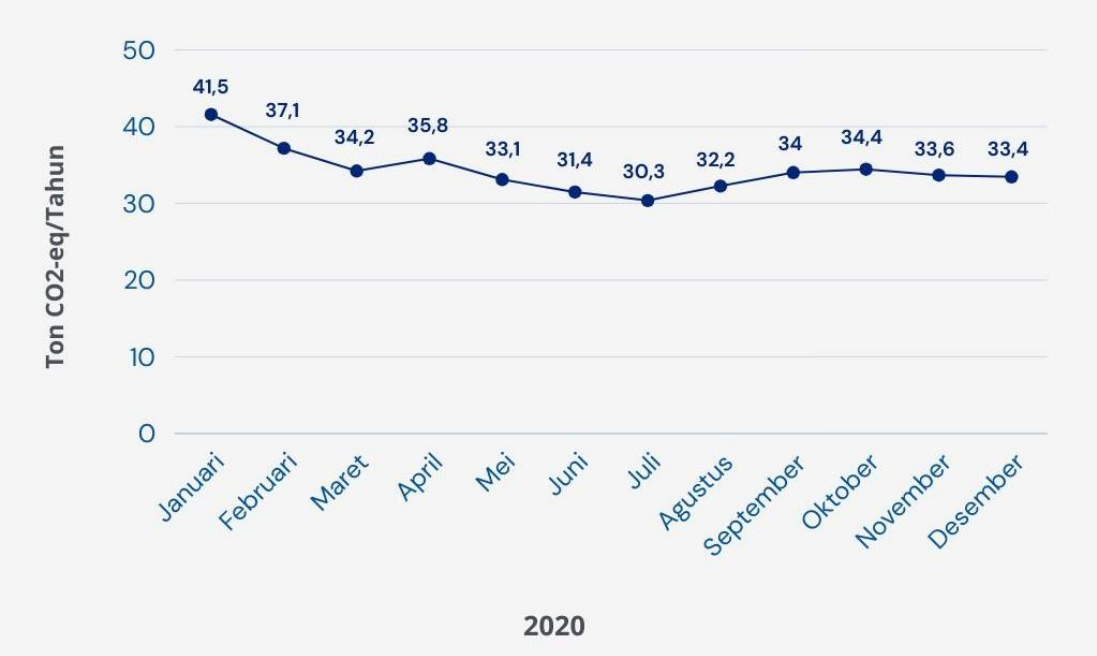
Emisi *Carbon footprint* yang berasal dari konsumsi listrik, yaitu keperluan operasional Terminal Giwangan berkaitan dengan daya listrik yang digunakan oleh Terminal tersebut. Sistem jaringan kelistrikan yang ada di Terminal Giwangan dilakukan secara terpusat, daya listrik yang digunakan di Terminal Giwangan sebesar 345.000 Watt yang menyesuaikan kebutuhan listrik Terminal Giwangan. Semakin besar kebutuhan listrik terminal maka daya listrik yang akan digunakan semakin besar, hal tersebut mengakibatkan *Carbon footprint* yang dihasilkan juga semakin besar. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis terkait *Carbon footprint* yang dihasilkan dari konsumsi listrik terminal dan penggunaan alat elektronik yang ada di Terminal Giwangan. Konsumsi listrik tersebut didapatkan dari pengumpulan data tagihan listrik PLN tiap bulannya. Selanjutnya perhitungan *Carbon footprint* ditentukan berdasarkan konsumsi listrik selama 5 tahun terakhir. Hasil perhitungan *Carbon footprint* dari penggunaan energi listrik di Terminal Giwangan ditunjukkan dalam Tabel 7 pada bagian Lampiran.

Berdasarkan Tabel 7 bagian Lampiran, dapat diketahui bahwa untuk memperoleh total *Carbon footprint* dari pemakaian energi listrik di Terminal Giwangan yakni dengan cara mengalikan total konsumsi energi listrik dengan faktor emisi dan nilai *Global Warming Potential* (GWP). Berdasarkan hasil perhitungan Tabel 7 bagian Lampiran, dapat diketahui bahwa jumlah *Carbon footprint* terbanyak dihasilkan pada bulan Oktober tahun 2019 yaitu sebesar 42,773 ton CO_2-eq/bulan,

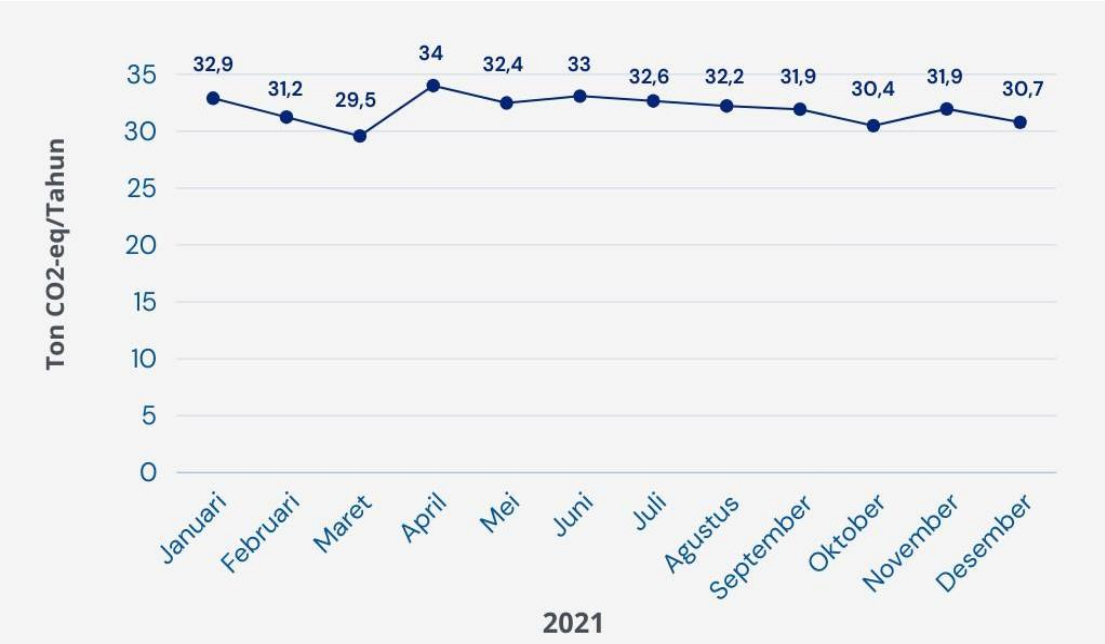
kemudian jumlah *Carbon footprint* paling sedikit dihasilkan pada bulan Maret tahun 2023 yaitu sebesar 28,301 ton CO_2-eq/bulan. Emisi *Carbon footprint* yang berasal dari pemakaian energi listrik di Terminal Giwangan, Yogyakarta selama 5 tahun terakhir dapat digambarkan berupa beberapa grafik batang yaitu sebagai berikut :



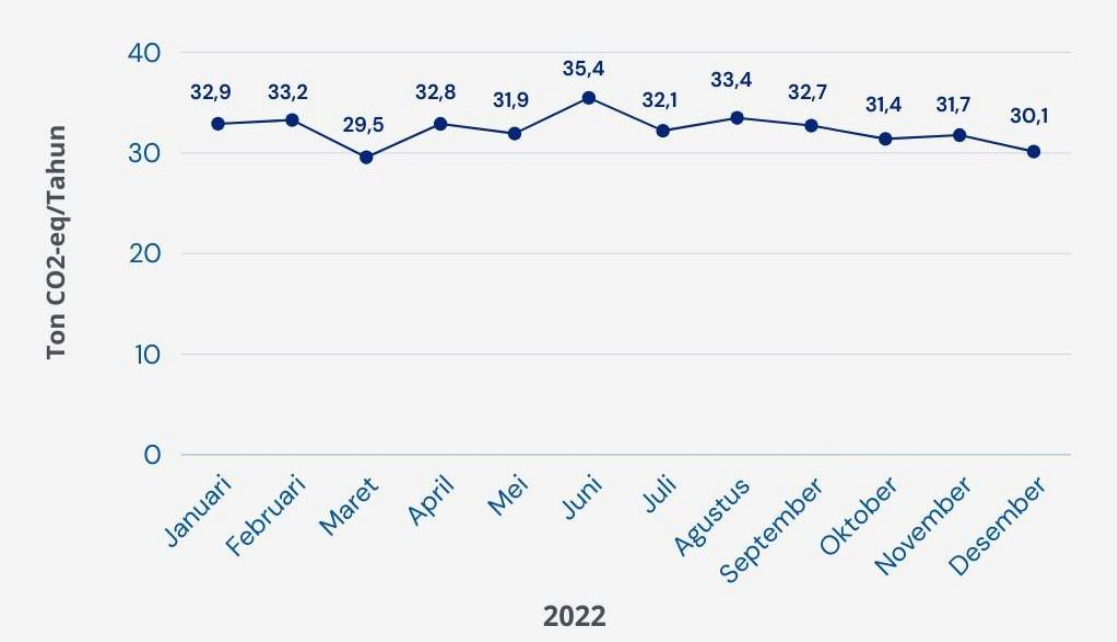
Gambar 4.7 Grafik *Carbon Footprint* Pemakaian Energi Listrik Tahun 2019



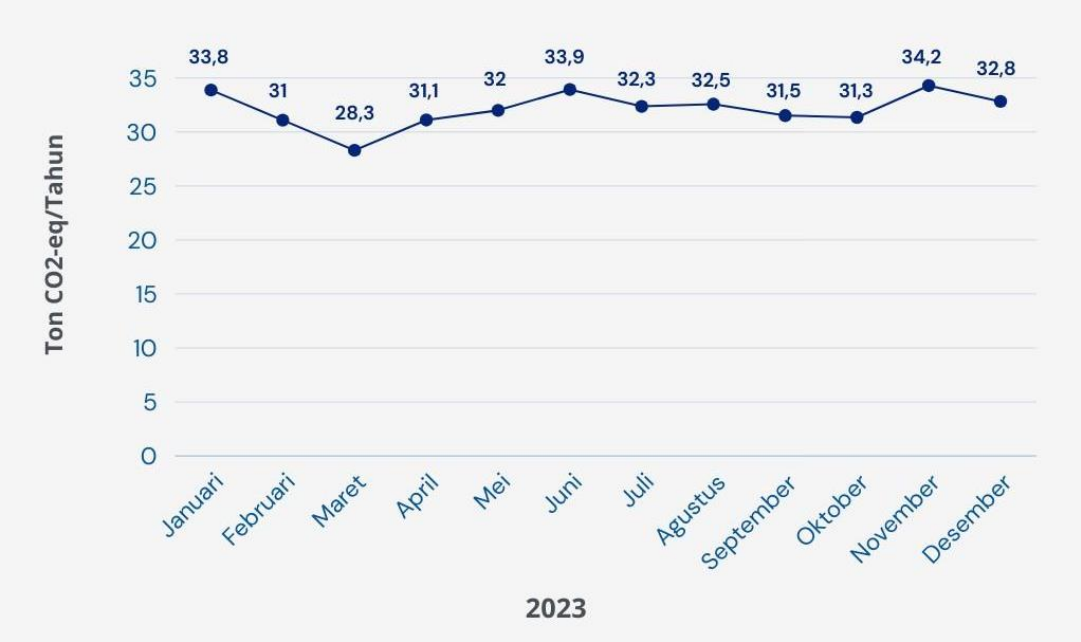
Gambar 4.8 Grafik *Carbon Footprint* Pemakaian Energi Listrik Tahun 2020



Gambar 4.9 Grafik *Carbon Footprint* Pemakaian Energi Listrik Tahun 2021



Gambar 4.10 Grafik *Carbon Footprint* Pemakaian Energi Listrik Tahun 2022



Gambar 4.11 Grafik *Carbon Footprint* Pemakaian Energi Listrik Tahun 2023

Dari beberapa grafik di atas dapat dilihat bahwa jumlah *Carbon footprint* yang dihasilkan dari pemakaian energi listrik di Terminal Giwangan bersifat fluktuatif tiap bulannya. Berdasarkan beberapa grafik di atas diketahui bahwa bulan Maret tahun 2023 menghasilkan *Carbon footprint* paling rendah jika dibandingkan tahun sebelumnya dikarenakan pada tahun 2024 data kedatangan penumpang sebanyak 1.175.442 orang dan 1.769.018 orang untuk data keberangkatan penumpang. Pada bulan Oktober tahun 2019 menghasilkan *Carbon footprint* tertinggi dalam periode 5 tahun terakhir, dikarenakan berdasarkan data dari BPTD kelas III Daerah Istimewa Yogyakarta kedatangan penumpang pada tahun tersebut sebanyak 3.025.127 orang dan 4.181.863 orang untuk data keberangkatan penumpang. Pada tahun 2019 merupakan data kedatangan dan keberangkatan penumpang tertinggi dalam kurun waktu 5 tahun terakhir. Pengaruh jumlah penumpang di Terminal Giwangan terhadap banyaknya jumlah *Carbon footprint* yang dihasilkan yaitu, jumlah penumpang yang tinggi mempengaruhi beban listrik terminal dikarenakan penggunaan peralatan elektronik seperti *air conditione*r, kipas angin, lampu pencahayaan serta alat elektronik lain untuk menunjang kegiatan operasional terminal tersebut. Selain itu, jumlah penumpang yang tinggi pada tahun tertentu lebih banyak menggunakan fasilitas umum terminal seperti musala, kamar mandi, kios dan kantin terminal, yang mana pada area tersebut dilengkapi peralatan listrik seperti lampu, pompa air, kipas angin dan air conditioner. Oleh karena itu, jumlah penumpang kedatangan dan keberangkatan di Terminal Giwangan dapat mempengaruhi jumlah *Carbon footprint* yang dihasilkan dari pemakaian energi listrik. Hal ini jumlah *Carbon footprint* yang berasal dari pemakaian energi listrik dapat dijadikan dalam memahami tren jumlah *Carbon footprint* dari tahun 2019 sampai 2023 dalam gambar 4.12 sebagai berikut.



Gambar 4.12 Grafik *Carbon Footprint* Pemakaian Energi Listrik 5 Tahun Terakhir Terminal Giwangan

Berdasarkan Gambar 4.12 di atas total *Carbon footprint* pada tahun 2019 sebanyak 446,844 ton CO_2-eq/tahun, pada tahun 2020 sebanyak 411,572 ton CO_2-eq/tahun, pada tahun 2021 sebanyak 383,338 ton CO_2-eq/tahun, tahun 2022 sebanyak 387,799 ton CO_2-eq/tahun dan pada tahun 2023 sebanyak 385,255 ton CO_2-eq/tahun. Total *Carbon footprint* tertinggi berada pada tahun 2019 selisih 35,272 ton CO_2-eq/tahun dengan tahun 2020, kemudian pada tahun 2020 selisih 28,234 ton CO_2-eq/tahun dengan tahun 2021. Berdasarkan pernyataan sebelumnya, terdapat beberapa hal yang dapat mempengaruhi jumlah *Carbon footprint* yang terdapat di Terminal Giwangan pertama adanya masa pandemi COVID-19 jumlah penumpang berkurang drastis yang mengakibatkan konsumsi energi listrik di terminal tersebut mengalami penurunan yang sangat signifikan dibandingkan dengan tahun sebelumnya. Jumlah penumpang di Terminal Giwangan mengalami penurunan sejak tahun 2020. Pada tahun 2019 pengunjung terminal berjumlah 7.206.990 penumpang sedangkan pada tahun 2020 mengalami penurunan menjadi 2.957.619 penumpang, pada tahun 2021 jumlah pengunjung mengalami penurunan yang cukup drastis menjadi 2.036.930 penumpang kemudian pada tahun 2022 mengalami sedikit peningkatan menjadi 2.944.460 penumpang. Setelah itu, pada tahun 2022 dan tahun 2023 total *Carbon footprint* di Terminal Giwangan mengalami kenaikan dibandingkan dengan tahun

sebelumnya dikarenakan pada tahun tersebut terjadi pemulihan ekonomi dan meningkatnya layanan transportasi di Terminal Giwangan. Pertambahan dan penurunan jumlah penumpang tentu dapat berpengaruh terhadap kebutuhan energi listrik yang digunakan di tempat tersebut. Banyak atau sedikitnya jumlah penumpang di Terminal Giwangan dapat berpengaruh terhadap pemakaian energi listrik. Hal ini tentu dapat berpengaruh terhadap meningkat atau menurunnya *Carbon footprint* yang ditimbulkan.

Pada perhitungan jumlah *Carbon footprint* dari pemakaian energi listrik ini merujuk terhadap persamaan (3.2) dengan nilai *Global Warming Potential* mengacu pada Tabel 3.3 serta konversi energi dan faktor emisi merujuk kepada Tabel 3.4. Adapun contoh perhitungan jumlah *Carbon footprint* pada kegiatan penggunaan pemakaian energi listrik dapat dilihat sebagai berikut :

Contoh Perhitungan :

A. Oktober 2019

Diketahui

- Konsumsi Energi Listrik = 55.037 kWh/Bulan
- Faktor emisi (CO_2) = 0,774388897 kg CO_2/kWh
- Faktor emisi (CH_4) = 0,00001594341 kg CH_4/kWh
- Faktor emisi (N_2O) = 0,00000876813 kg N_2O/kWh
- Nilai GWP (CO_2-eq) CO_2 = 1
- Nilai GWP (CO_2-eq) CO_2 = 28
- Nilai GWP (CO_2-eq) CO_2 = 265

Maka,

- Emisi Carbon footprint = $Konsumsi\ Energi\ Listrik \times FE \times GWP$

  Emisi (CO_2) =55.037 $kWh/Bulan \times$ 0,774388897 $\times$ 1
  = 42.620 kg CO_2/bulan

  Emisi (CH_4) = 55.037 $kWh/Bulan \times$ 0,00001594341 $\times$ 28
  = 24,569 kg CO_2-eq/bulan

Emisi (N_2O) = $55.037\ kWh/Bulan \times 0{,}00000876813 \times 28$

= 127,882 kg CO_2-eq/bulan

- Total Carbon footprint = Emisi CO_2 + Emisi CH_4 + Emisi N_2O

= 42.620 + 24,57 + 127,88

= 42.773 kg CO_2-eq/bulan

= 42,773 ton CO_2-eq/bulan

Contoh Perhitungan :

B. Maret 2023

Diketahui

- Konsumsi Energi Listrik = 36.416 kWh/Bulan
- Faktor emisi (CO_2) = 0,774388897 kg CO_2/kWh
- Faktor emisi (CH_4) = 0,00001594341 kg CH_4/kWh
- Faktor emisi (N_2O) = 0,00000876813 kg N_2O/kWh
- Nilai GWP (CO_2-eq) CO_2 = 1
- Nilai GWP (CO_2-eq) CO_2 = 28
- Nilai GWP (CO_2-eq) CO_2 = 265

Maka,

- Emisi Carbon footprint = $Konsumsi\ Energi\ Listrik \times FE \times GWP$

Emisi (CO_2) = $36.416\ kWh/Bulan \times 0{,}774388897 \times 1$

= 28.200 kg CO_2/bulan

Emisi (CH_4) = $36.416\ kWh/Bulan \times 0{,}00001594341 \times 28$

= 16,257 kg CO_2-eq/bulan

Emisi (N_2O) = $36.416\ kWh/Bulan \times 0{,}00000876813 \times 28$

= 84,615 kg CO_2-eq/bulan

- Total Carbon footprint = Emisi CO_2 + Emisi CH_4 + Emisi N_2O

= 28200 + 16,26 + 84,61

= 28.301 kg CO_2-eq/bulan

= 28,301 ton CO_2-eq/bulan

4.5 Total Emisi *Carbon Footprint* di Terminal Giwangan

Setelah dilakukan perhitungan terkait jumlah *Carbon footprint* di Terminal Giwangan, Yogyakarta, dapat diketahui jumlah *Carbon footprint* yang dihasilkan dari pemakaian energi listrik serta penggunaan *Liquefied petroleum gas* (LPG) yang berada di area terminal tersebut. Total emisi *Carbon footprint* ini diperoleh dari 2 sektor, yakni total *Carbon footprint* yang berasal dari pemakaian energi listrik ditambahkan dengan total *Carbon footprint* yang berasal dari penggunaan *Liquefied petroleum gas* (LPG). Hasil perhitungan emisi *Carbon footprint* pada tiap sektor di Terminal Giwangan dapat diketahui pada Tabel 5, 6 dan 7 pada bagian Lampiran. Adapun, hasil rekapitulasi total emisi *Carbon footprint* selama 1 bulan dan 1 tahun di Terminal Giwangan dapat disajikan pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2 sebagai berikut :

Tabel 4.1 Rekapitulasi Total Emisi Carbon Footprint Periode 1 Bulan

NO	Sektor	Total Kg CO_2-eq/Bulan	Total Ton CO_2-eq/Bulan
1	Listrik	32.105	32,10
2	LPG	1.948	1,95
TOTAL		**34.053**	**34,053**

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

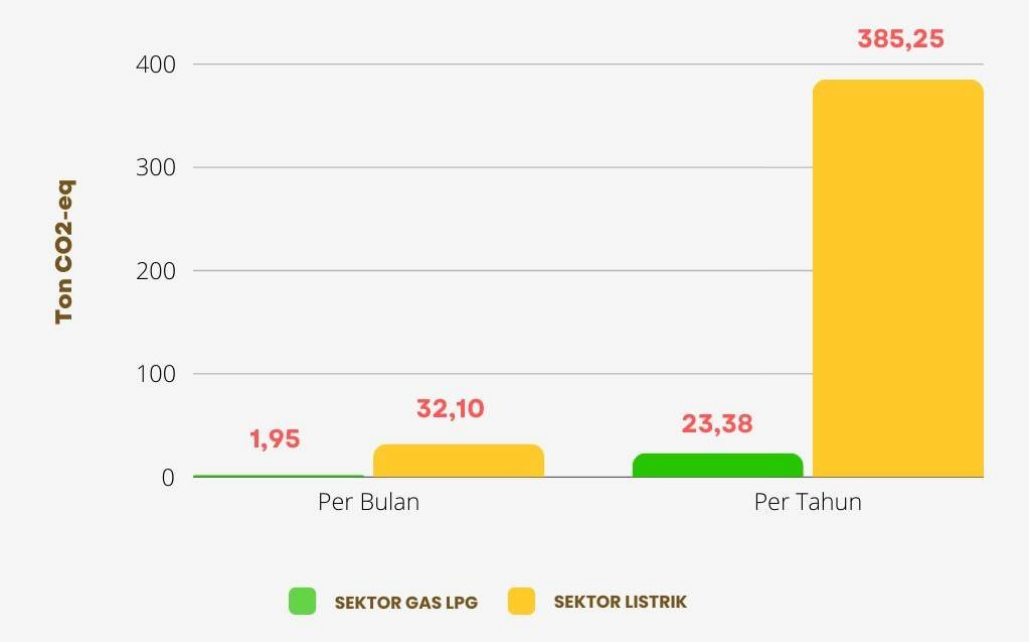
Tabel 4.2 Rekapitulasi Total Emisi Carbon Footprint Periode 1 Tahun

NO	Sektor	Total Kg CO_2-eq/Tahun	Total Ton CO_2-eq/Tahun
1	Listrik	385.255	385,25
2	LPG	23.377	23,38
TOTAL		**408.632**	**408,632**

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

Berdasarkan Tabel 4.1 dan Tabel 4.2 yang menunjukkan total *Carbon footprint* di Terminal Giwangan sebanyak 34,053 ton CO_2-eq/bulan atau 408,632 ton CO_2-eq/tahun. Emisi Carbon footprint tertinggi berasal dari kegiatan pemakaian energi listrik yakni sebanyak 32,105 ton CO_2-eq/bulan atau menghasilkan 385,255 ton CO_2-eq/tahun. Besarnya emisi *Carbon footprint* yang berasal dari pemakaian energi listrik disebabkan oleh sebagian besar kegiatan operasional di Terminal Giwangan

menggunakan energi listrik. Pada penggunaan *Liquefied petroleum gas* (LPG) menghasilkan *Carbon footprint* sebanyak 1,948 ton CO_2-eq/bulan atau menghasilkan 23,377 ton CO_2-eq/tahun. Berdasarkan perhitungan total *Carbon footprint* di atas, *Carbon footprint* terbanyak dari sektor *Liquefied petroleum gas* (LPG) bersumber dari penggunaan gas LPG di kantin dan kios terminal. Hal tersebut dipengaruhi oleh seluruh penjaga kios dan kantin terminal menggunakan gas LPG untuk keperluan operasionalnya. Dari hasil perhitungan total *Carbon footprint* yang berasal dari sektor listrik dan sektor LPG di Terminal Giwangan dapat ditampilkan pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Total *Carbon Footprint* Terminal Giwangan

4.6 Perbandingan Carbon footprint Pemakaian Energi Listrik Kios & Kantor

Setelah dilakukan perhitungan terkait inventarisasi peralatan elektronik di kios, kantin dan kantor UPT Terminal Giwangan, Yogyakarta, dapat diketahui jumlah *Carbon footprint* yang dihasilkan dari pemakaian energi listrik yang berada di kedua area tersebut. Emisi *Carbon footprint* ini diperoleh dari 2 area, yakni total *Carbon footprint* yang berasal dari pemakaian energi listrik di area kantin, kios dan total Carbon footprint dari pemakaian energi listrik pada area kantor UPT Terminal

Giwangan. Hasil perhitungan emisi *Carbon footprint* pemakaian energi listrik area kios, kantin dan kantor dapat diketahui pada Tabel 4.3 sebagai berikut.

Tabel 4.3 Perbandingan Carbon footprint Dari Energi Listrik

NO	Area	Total Ton CO_2-eq/Bulan	Total Ton CO_2-eq/Tahun
1	Kios & Kantin	19,30	231,63
2	Kantor UPT	3,02	36,23
TOTAL		**22,322**	**267,86**

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

Berdasarkan Tabel 4.3 yang menunjukkan perbandingan *Carbon footprint* dari energi listrik di area kios, kantin dan kantor UPT Terminal Giwangan didapatkan emisi sebanyak 19,30 ton CO_2-eq/bulan atau 231,63 ton CO_2-eq/tahun yang berasal dari area kios dan kantin. Kemudian emisi *Carbon footprint* dari pemakaian energi listrik di area kantor UPT Terminal Giwangan sebanyak 3,02 ton CO_2-eq/bulan atau 36,23 ton CO_2-eq/tahun. Emisi *Carbon footprint* dari pemakaian energi listrik tertinggi berasal dari area kios dan kantin dengan selisih emisi Carbon footprint sebanyak 195,40 ton CO_2-eq/tahun.Besarnya emisi *Carbon footprint* yang berasal dari area kios dan kantin disebabkan oleh sebagian besar kegiatan operasional di Terminal Giwangan yang menggunakan energi listrik berada pada area tersebut, seperti penggunaan lampu penerangan pada kios, pemakaian kulkas, pemakaian *showcase* dan kipas. Berdasarkan data dari pengelola Terminal Giwangan, jumlah kios dan kantin yang menggunakan energi listrik berjumlah 85 dengan total pemakaian energi listrik sebesar 828 kWh/hari dan 24.837 kWh/bulan. Selain itu, Waktu operasional dan penjualan yang dilayani pada kios dan kantin tentunya memiliki pengaruh terhadap *Carbon footprint* yang ditimbulkan dari kegiatan pemakaian energi listrik di area kios dan kantin serta pertambahan dan penurunan jumlah penumpang di Terminal Giwangan tentu dapat berpengaruh terhadap pemakaian energi listrik yang digunakan pada area tersebut. Hal tersebut dikarenakan semakin banyak penumpang di Terminal Giwangan, maka kegiatan di sektor kios kantin akan semakin ramai yang mana pada kegiatannya menggunakan energi listrik. Dari hasil perhitungan perbandingan *Carbon*

footprint dari energi listrik di area kios, kantin dan kantor UPT Terminal Giwangan dapat ditampilkan pada Gambar 4.14 sebagai berikut.

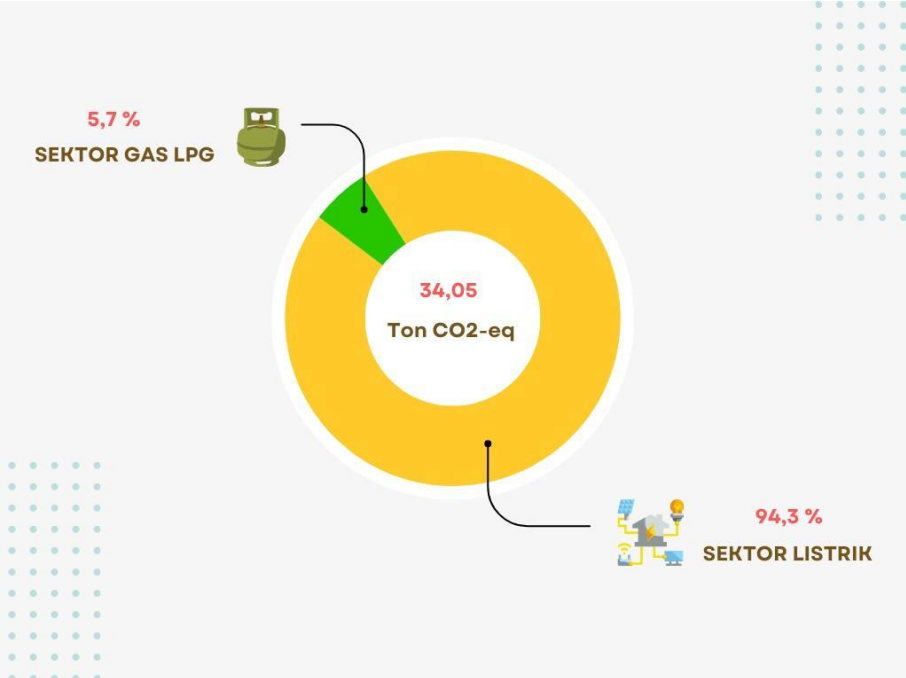


Gambar 4.14 Grafik Perbandingan *Carbon Footprint* Dari Energi Listrik

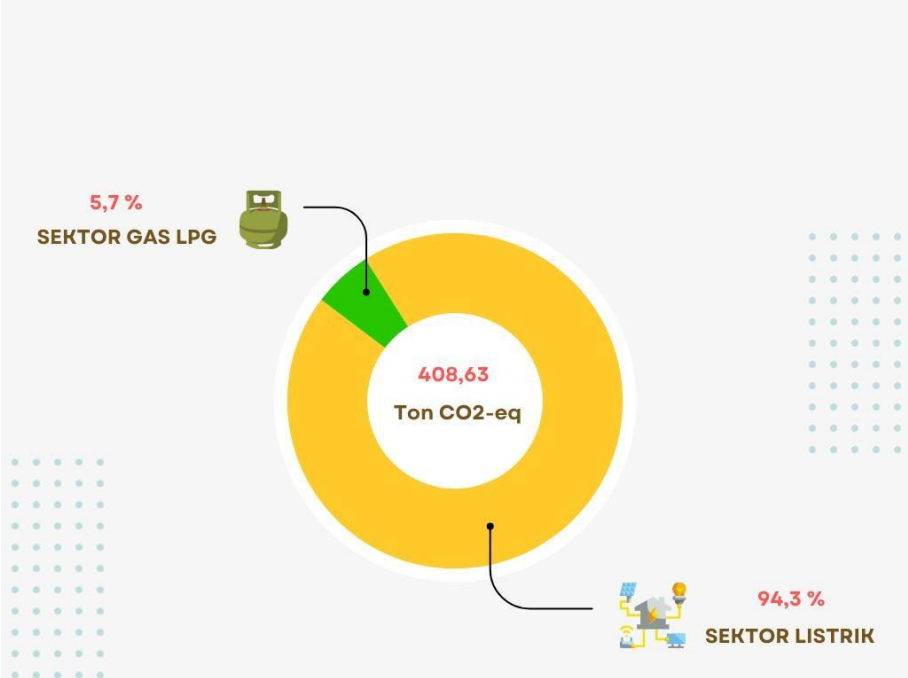
4.7 Kontribusi Jumlah *Carbon Footprint*

Berdasarkan Tabel 4.1 dan Tabel 4.2, maka dapat diketahui kontribusi yang dihasilkan dari kegiatan tiap sektor pada Terminal Giwangan, Yogyakarta. Sektor energi listrik dan pemakaian *Liquefied petroleum gas* (LPG) berkontribusi dalam menghasilkan *Carbon footprint* dengan jumlah 34,053 ton CO_2-eq/bulan dan 408,632 ton CO_2-eq/tahun. Emisi *Carbon footprint* terbesar berasal dari sektor pemakaian energi listrik dengan persentase sebesar 94,3 %. Hal tersebut diakibatkan oleh penggunaan bahan bakar fosil berupa batu bara, minyak bumi, dan gas alam dalam kegiatan di pembangkit listrik, proses penggunaan bahan bakar fosil tersebut dapat menghasilkan emisi *Carbon footprint* dalam jumlah yang besar. Selain itu, banyaknya penggunaan alat elektronik yang digunakan untuk kegiatan operasional terminal dan kantin, seperti penggunaan Lampu penerangan, pendingin ruangan (AC), komputer dan kulkas yang memberikan kontribusi terhadap *Carbon footprint* di Terminal

Giwangan. *Carbon footprint* terendah di Terminal Giwangan berasal dari sektor penggunaan *Liquefied petroleum gas* (LPG) dengan persentase sebesar 5,7 %. Hal tersebut diakibatkan oleh rata-rata penggunaan gas LPG di area terminal sebesar 28 kg/bulan. Selain itu, gas LPG memiliki hasil pembakaran yang lebih bersih dibandingkan dengan minyak tanah dan kayu bakar. Adapun persentase kontribusi sektor energi listrik dan sektor gas LPG dalam menghasilkan *Carbon footprint* dalam 1 bulan dan 1 tahun di Terminal Giwangan dapat dilihat pada Gambar 4.15 serta Gambar 4.16.



Gambar 4.15 Kontribusi Jumlah Carbon Footprint Dalam 1 Bulan



Gambar 4.16 Kontribusi Jumlah Carbon Footprint Dalam 1 Tahun

Pada Gambar 4.14 dan Gambar 4.15 menjelaskan bahwa sektor energi listrik menyumbangkan emisi *Carbon footprint* sebesar 94,3 % lebih besar jika dibandingkan dengan *Carbon footprint* yang berasal dari sektor gas LPG. Hal tersebut sesuai dengan hasil perhitungan *Carbon footprint* di Terminal Giwangan yang mempunyai hasil bahwa penggunaan energi listrik merupakan penyumbang emisi *Carbon footprint* terbesar. Selain itu, Sagala (2017) mengungkapkan penggunaan energi listrik berkontribusi memberikan emisi terbesar yaitu dengan persentase 59,69 % atau 884,904 ton CO_2-eq. Lalu menurut World Resource Institute (WRI) dan *World Business Council For Sustainable Development* (WBCSD) dalam publikasi yang berjudul *A Corporate Accounting and Reporting Standard* mengungkapkan sumber emisi terbesar berasal dari penggunaan energi listrik.

4.8 Strategi Efektif Mengurangi *Carbon Footprint*

Hal utama yang akan dilakukan untuk strategi efektif mengurangi jumlah emisi *Carbon footprint* yaitu mengetahui sumber yang menyumbangkan *Carbon footprint* pada area tersebut. Apabila tidak diketahui sumber dan jumlah emisi *Carbon footprint* yang dihasilkan, maka strategi untuk mengurangi Carbon footprint tidak dapat dilakukan. Minimal harus mengetahui *Carbon footprint* yang ditimbulkan secara langsung di tempat seperti penggunaan gas LPG untuk kegiatan memasak dan *Carbon footprin*t yang ditimbulkan secara tidak langsung seperti pemakaian energi listrik. Adapun berdasarkan hasil perhitungan total *Carbon footprint* yang berasal dari kegiatan pemakaian energi listrik dan penggunaan *Liquefied petroleum gas* (LPG) jumlah emisi *Carbon footprint* sebanyak 408,632 ton CO_2-eq/tahun. Dari total *Carbon footprint* yang dihasilkan dari sektor energi listrik dan penggunaan *Liquefied petroleum gas* (LPG), sebanyak 94,3 % berasal dari sektor energi listrik, kemudian sebanyak 5,7 % berasal dari penggunaan *Liquefied petroleum gas* (LPG). Hal tersebut dikarenakan belum dilakukan strategi efektif untuk mengurangi *Carbon footprint* yang dihasilkan dari pemakaian energi listrik dan penggunaan *Liquefied petroleum gas* (LPG).

Untuk meminimalisir *Carbon footprint* yang berasal dari kegiatan pemakaian energi listrik serta penggunaan *Liquefied petroleum gas* (LPG), yaitu dengan mengurangi jumlah *Carbon footprint* yang telah dihasilkan dengan menerapkan beberapa strategi efektif yaitu sebagai berikut.

4.8.1 Strategi Efektif Sektor Energi Listrik

4.8.1.1 Strategi Penggantian Lampu dengan Lampu Hemat Energi

Strategi efektif dalam mereduksi pemakaian listrik yang terdapat di Terminal Giwangan, Yogyakarta dapat dilakukan dengan berbagai macam cara salah satunya yaitu, dengan mengganti lampu menggunakan lampu LED hemat energi yang bertujuan untuk meminimalisir daya penggunaan listrik dan biaya pemakaian listrik. Pada strategi ini mengganti seluruh lampu menggunakan lampu hemat energi dengan daya yang lebih kecil, dengan rincian lampu 20 W dan 40 W yang ada di area kantor terminal diganti dengan lampu 16 W dan lampu 25 W, sedangkan lampu 30 W yang berada di area kios dan kantin diganti dengan lampu hemat energi sebesar 18 W. Adapun perhitungan terkait strategi penggantian lampu dengan lampu hemat energi dapat ditampilkan pada Tabel 4.3 sebagai berikut :

Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Strategi Penggantian Lampu

NO	Alat Elektronik	Konsumsi Energi Listrik		Efisiensi Pengurangan (%)
		Sebelum Pengurangan (KwH)	Sesudah Pengurangan (KwH)	
1	Lampu	14.068,800	11.268,720	19,9

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

Berdasarkan Tabel 4.3 yang menunjukkan hasil perhitungan strategi penggantian lampu dengan daya yang lebih kecil. Pada Tabel 4.3 di atas dapat dilihat bahwa konsumsi energi listrik pada penggunaan lampu sebelum dilakukan strategi pengurangan sebesar 14.068,800 kWh/tahun. Setelah dilakukan strategi pengurangan konsumsi energi listrik menjadi 11.268,720 kWh/tahun dengan efisiensi pengurangan sebesar 19,9 % . Berdasarkan pernyataan sebelumnya telah terjadi pengurangan konsumsi energi listrik sebesar 2.800 kWh/tahun. Perbedaan besarnya konsumsi listrik pada penggunaan lampu tersebut disebabkan oleh penggantian daya (Watt) pada lampu penerangan. Lampu dengan daya yang lebih besar secara langsung mempengaruhi konsumsi listrik yang digunakan, semakin besar daya lampu yang digunakan maka

semakin besar pula konsumsi listrik yang dihasilkan dan ini membuat *Carbon footprint* yang dihasilkan juga semakin besar. Selain itu, waktu operasional kios dan kantin dalam menggunakan lampu penerangan juga berpengaruh terhadap *Carbon footprint* yang dihasilkan. Berdasarkan hasil di atas terdapat contoh perhitungan strategi penggantian lampu dengan lampu hemat energi yaitu sebagai berikut :

Contoh Perhitungan :

A. Lampu Penerangan

Diketahui

- kWh Sebelum Pengurangan = 14.068,800 kWh/tahun
- kWh Sesudah Pengurangan = 11.268,700 kWh/tahun

Maka,

- Selisih Konsumsi Energi = $14.068{,}8\ kWh - 11.268{,}7\ kWh$
  = 2.800 kWh/tahun
- Efisiensi Pengurangan = $\frac{14.068{,}8\ kWh - 11.268{,}7\ kWh}{14.068{,}8\ kWh} \times 100\ \%$
  = 19,9 %

4.7.1.2 Strategi Mematikan Komputer Pada Jam Istirahat

Terdapat beberapa upaya dalam mengurangi pemakaian listrik yang terdapat di Terminal Giwangan, Yogyakarta yaitu dengan berbagai macam cara salah satunya yaitu, dengan mematikan komputer selama jam istirahat berlangsung mulai pukul 12.00 - 13.00 yang bertujuan untuk meminimalisir daya penggunaan listrik dan biaya pemakaian listrik. Terdapat 18 komputer di area Kantor UPT Terminal Giwangan dengan daya yang digunakan sebesar 200 Watt, dengan pemakaian energi listrik per hari sebesar 23,435 kWh. Hal tersebut dapat berdampak pada jumlah *Carbon footprint* yang dihasilkan dari pemakaian komputer. Oleh karena itu, untuk mengurangi jumlah *Carbon footprint* yang dihasilkan perlu dilakukan strategi yang efektif. Adapun perhitungan terkait strategi mematikan komputer pada jam istirahat dapat ditampilkan pada Tabel 4.4 sebagai berikut :

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Strategi Mematikan Komputer

NO	Alat Elektronik	Konsumsi Energi Listrik		Efisiensi Pengurangan (%)
		Sebelum Pengurangan (KwH)	Sesudah Pengurangan (KwH)	
1	Komputer	9.203,040	8.512,200	12,2

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

Hasil perhitungan pada Tabel 4.4 yang menunjukkan hasil perhitungan strategi mematikan komputer pada saat jam istirahat. Pada Tabel 4.4 di atas dapat dilihat bahwa konsumsi energi listrik pada pemakaian komputer sebelum dilakukan strategi pengurangan sebesar 9.203 kWh/tahun. Setelah dilakukan strategi pengurangan konsumsi energi listrik menjadi 8.512 kWh/tahun dengan efisiensi pengurangan sebesar 12,2 %. Berdasarkan pernyataan sebelumnya telah terjadi pengurangan konsumsi energi listrik sebesar 690,840 kWh/tahun. Perbedaan besarnya konsumsi listrik pada pemakaian komputer tersebut dikarenakan strategi mematikan komputer selama 1 jam yaitu pada jam istirahat kerja. Strategi mematikan komputer pada saat jam istirahat merupakan strategi yang cukup sederhana namun efektif dalam meminimalisir konsumsi energi listrik yang berlebihan. Konsumsi energi listrik yang berlebihan dapat berpengaruh terhadap jumlah *Carbon footprint* di lingkungan terminal. Selain itu, lama dalam menggunakan komputer juga berpengaruh terhadap *Carbon footprint* yang dihasilkan. Berdasarkan hasil strategi pengurangan *Carbon footprint* yang dijelaskan di atas, berikut merupakan contoh perhitungan strategi mematikan komputer pada saat jam istirahat berlangsung.

Contoh Perhitungan :

B. Komputer

Diketahui

- kWh Sebelum Pengurangan = 9.203,04 kWh/tahun
- kWh Sesudah Pengurangan = 8.512,20 kWh/tahun

Maka,

- Selisih Konsumsi Energi = $9.203{,}04\ kWh - 8.512{,}20\ kWh$
  = 690,840 kWh/tahun
- Efisiensi Pengurangan = $\frac{9.203{,}04\ kWh - 8.512{,}20\ kWh}{9.203{,}04\ kWh} \times 100\ \%$
  = 12,2 %

4.7.1.3 Strategi Mengatur Suhu Ruang minimal 25°C

Strategi efektif dalam mereduksi pemakaian listrik yang terdapat di Terminal Giwangan, Yogyakarta dapat dilakukan dengan berbagai macam cara salah satunya yaitu, mengatur suhu AC minimal 25°C pada kantor operasional terminal yang sudah ditetapkan berdasarkan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 31 Tahun 2005 terkait Tata Cara Pelaksanaan Hemat Energi. Selain itu, dapat dilakukan dengan berbagai macam cara salah satunya dengan mematikan *air conditioner* selama jam istirahat berlangsung mulai pukul 12.00 - 13.00 yang bertujuan untuk meminimalisir daya penggunaan listrik dan biaya pemakaian listrik. Terdapat 7 *air conditioner* di area Terminal Giwangan dengan daya yang digunakan sebesar 900 Watt, serta pemakaian energi listrik per hari sebesar 43,400 kWh. Hal tersebut dapat berdampak pada jumlah *Carbon footprint* yang dihasilkan dari penggunaan *air conditioner*. Oleh karena itu, untuk mengurangi jumlah *Carbon footprint* yang dihasilkan perlu dilakukan strategi yang efektif. Adapun perhitungan terkait strategi mematikan *air conditioner* pada jam istirahat dan mengatur suhu ruang minimal 25°C dapat ditampilkan pada Tabel 4.5 dan Tabel 4.6 sebagai berikut :

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Mengatur Suhu Minimal 25°C

NO	Alat Elektronik	Sebelum Pengurangan (KwH)	Pengurangan 5 %
1	AC	17.280	16.416

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Strategi Mematikan AC

NO	Alat Elektronik	Konsumsi Energi Listrik		Efisiensi Pengurangan (%)
		Sebelum Pengurangan (KwH)	Sesudah Pengurangan (KwH)	
1	AC	16.416	15.624	4,8

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

Hasil perhitungan pada Tabel 4.5 dan Tabel 4.6 yang menunjukkan hasil perhitungan strategi mematikan *air conditioner* pada jam istirahat dan mengatur suhu ruang minimal 25°C. Berdasarkan Tabel 4.14 di atas dapat dilihat bahwa konsumsi energi listrik pada pemakaian *air conditioner* sebelum dilakukan strategi pengurangan sebesar 16.416 kWh/tahun. Setelah dilakukan strategi pengurangan konsumsi energi listrik menjadi 15.624 kWh/tahun dengan efisiensi pengurangan sebesar 4,8 %. Berdasarkan pernyataan sebelumnya telah terjadi pengurangan konsumsi energi listrik sebesar 792 kWh/tahun. Perbedaan besarnya konsumsi energi listrik pada pemakaian *air conditioner* tersebut dikarenakan strategi mematikan komputer selama 1 jam yaitu pada jam istirahat kerja dan mengatur suhu ruang minimal 25°C. Strategi mematikan *air conditioner* pada saat jam istirahat merupakan strategi yang cukup sederhana namun efektif dalam meminimalisir konsumsi energi listrik yang berlebihan. Konsumsi energi listrik yang berlebihan dapat berpengaruh terhadap jumlah *Carbon footprint* di lingkungan terminal. Selain itu, lama dalam menggunakan *air conditioner* juga berpengaruh terhadap *Carbon footprint* yang dihasilkan. Berdasarkan hasil strategi pengurangan *Carbon footprint* yang dijelaskan di atas, berikut merupakan contoh perhitungan strategi mematikan komputer pada saat jam istirahat berlangsung :

Contoh Perhitungan :

C. *Air Conditioner*

Diketahui

- kWh Sebelum Pengurangan = 16.416 kWh/tahun
- kWh Sesudah Pengurangan = 15.624 kWh/tahun

Maka,

- Selisih Konsumsi Energi = $16.416\ kWh - 15.624\ kWh$
  = 792 kWh/tahun
- Efisiensi Pengurangan = $\frac{16.416\ kWh - 15.624\ kWh}{16.416\ kWh} \times 100\ \%$
  = 4,8 %

4.7.1.4 Strategi Mematikan Dispenser Pada Saat Selesai Jam Operasional

Strategi mematikan dispenser pada saat selesai jam operasional merupakan salah satu cara yang bisa dilakukan untuk mengurangi jumlah *Carbon footprint* yang dihasilkan dari penggunaan energi listrik di sekitar area Terminal Giwangan. Dengan mematikan dispenser pada saat selesai jam operasional kios dan kantin dapat meminimalisir daya penggunaan listrik dan biaya pemakaian listrik. Pada area Terminal Giwangan, Terdapat 212 kios dan kantin dengan pengambilan data sampel sebanyak 23 kios maupun kantin. Dari 23 kios dan kantin, Terdapat 5 dispenser dengan daya yang digunakan sebesar 150 dan 200 Watt, dengan pemakaian energi listrik per hari sebesar 15 kWh. Hal tersebut dapat berdampak pada jumlah *Carbon footprint* yang dihasilkan dari pemakaian dispenser. Oleh karena itu, untuk mengurangi jumlah *Carbon footprint* yang dihasilkan perlu dilakukan strategi yang efektif. Adapun perhitungan terkait strategi mematikan komputer pada saat selesai jam operasional dapat ditampilkan pada Tabel 4.7 sebagai berikut.

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Strategi Mematikan Dispenser

NO	Alat Elektronik	Konsumsi Energi Listrik		Efisiensi Pengurangan (%)
		Sebelum Pengurangan (KwH)	Sesudah Pengurangan (KwH)	
1	Dispenser	4536	2160	52,3

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

Hasil perhitungan pada Tabel 4.7 yang menunjukkan hasil perhitungan strategi mematikan dispenser pada saat jam selesai operasional kios dan kantin. Pada Tabel 4.7 di atas dapat dilihat bahwa konsumsi energi listrik pada pemakaian dispenser sebelum dilakukan strategi pengurangan sebesar 4.536 kWh/tahun. Setelah dilakukan strategi pengurangan konsumsi energi listrik menjadi 2.160 kWh/tahun dengan efisiensi pengurangan sebesar 52,3 %. Berdasarkan pernyataan sebelumnya telah terjadi pengurangan konsumsi energi listrik sebesar 2.376 kWh/tahun. Perbedaan besarnya konsumsi listrik pada pemakaian dispenser tersebut dikarenakan strategi mematikan dispenser pada saat selesai jam operasional kios maupun kantin. Strategi mematikan dispenser pada saat selesai jam operasional merupakan strategi yang cukup sederhana namun efektif dalam meminimalisir konsumsi energi listrik yang berlebihan. Konsumsi energi listrik yang berlebihan dapat berpengaruh terhadap jumlah *Carbon footprint* di lingkungan terminal. Berdasarkan hasil strategi pengurangan *Carbon footprint* yang dijelaskan di atas, berikut merupakan contoh perhitungan strategi mematikan komputer pada saat jam istirahat berlangsung :

Contoh Perhitungan :

D. Dispenser

Diketahui

- kWh Sebelum Pengurangan = 4.536 kWh/tahun
- kWh Sesudah Pengurangan = 2.160 kWh/tahun

Maka,

- Selisih Konsumsi Energi = $4.536\ kWh - 2.160\ kWh$
  = 2.376 kWh/tahun

- Efisiensi Pengurangan $= \frac{4.536\ kWh - 2.160\ kWh}{4.536\ kWh} \times 100\ \%$

  $= 52{,}3\ \%$

4.8.2 Rekapitulasi Strategi Efektif Mengurangi *Carbon Footprint*

Untuk mengetahui hasil rekapitulasi terkait upaya mengurangi beban *Carbon footprint* yang berada di Terminal Giwangan, maka perlu dilakukan perhitungan emisi *Carbon footprint* berdasarkan strategi tersebut. Hasil rekapitulasi pengurangan ini berasal dari pemakaian *air conditioner*, lampu, komputer serta dispenser di kios, kantin dan kantor UPT Terminal Giwangan. Pada Tabel 4.8 menunjukkan hasil perhitungan rekapitulasi strategi efektif mengurangi *Carbon Footprint* sebagai berikut.

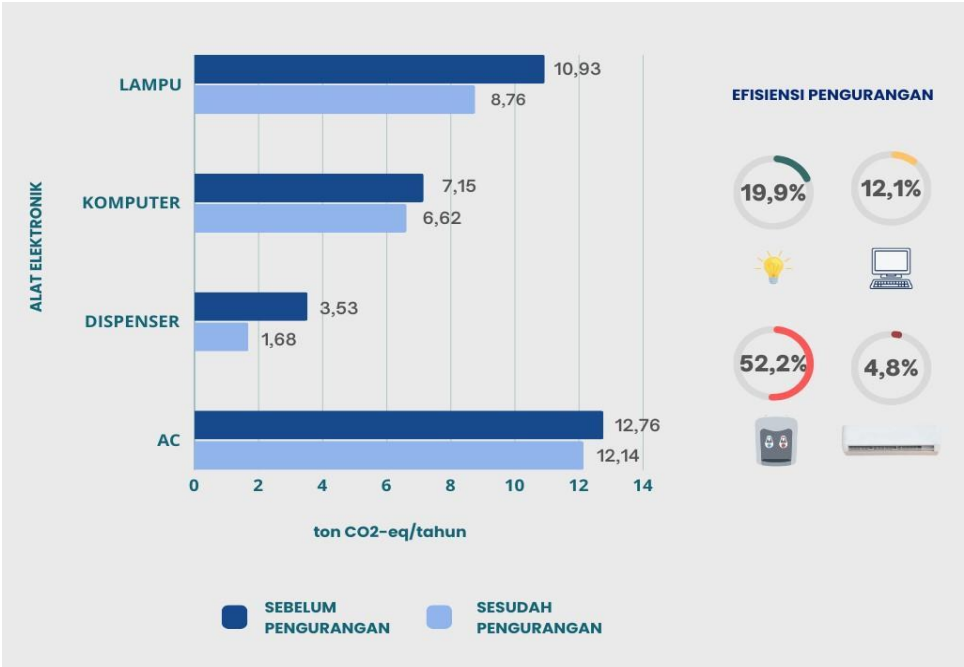
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Rekapitulasi Strategi Efektif Mengurangi Carbon Footprint

No.	**Alat Elektronik**	**Carbon Footprint Sebelum Pengurangan**		**Carbon Footprint Sesudah Pengurangan**		**Efisiensi Pengurangan**
		(Kg CO_2-eq/tahun)	**(Ton CO_2-eq/tahun)**	**(Kg CO_2-eq/tahun)**	**(Ton CO_2-eq/tahun)**	**%**
1	Lampu	10.934	10,934	8.758	8,758	19,9
2	Komputer	7.152	7,152	6.615	6,615	12,1
3	Dispenser	3.525	3,525	1.679	1,679	52,2
4	AC	12.758	12,758	12.142	12,142	4,8
TOTAL		**34.369**	**34,37**	**29.194**	**29,19**	16

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

Berdasarkan Tabel 4.8 menunjukkan bahwa hasil rekapitulasi perhitungan strategi efektif mematikan dispenser pada saat jam operasional selesai memiliki efisiensi penurunan terbesar yaitu sebesar 52,2 %. Penurunan emisi *Carbon footprint* pada strategi mengatur suhu ruang di 25°C dan mematikan *air conditioner* pada saat jam istirahat mengalami pengurangan emisi *Carbon footprint* menjadi 12,142 Ton CO2-eq/tahun sedangkan strategi mengganti lampu dan mematikan komputer pada

saat jam istirahat menunjukkan besar *Carbon footprint* sebanyak 8,758 ton CO_2-eq/tahun dan 6,615 ton CO_2-eq/tahun.



Gambar 4.17 Kontribusi Jumlah Carbon Footprint Dalam 1 Tahun

Untuk mengetahui strategi pengurangan *Carbon footprint* paling efektif dan terbaik, tidak dapat ditentukan berdasarkan hasil perhitungan rekapitulasi pengurangan *Carbon footprint* tetapi dibutuhkan beberapa pertimbangan lain seperti sistem pengelolaan emisi *Carbon footprint* dan kebijakan pengelolaan Terminal Giwangan. Selain itu, cara lain yang dapat mengurangi potensi *Carbon footprint* dengan melakukan *recovery* yang ada dan mengganti sumber energi berkelanjutan. Terdapat potensi *recovery* yang ada seperti menangkap gas metana dan mengubahnya menjadi energi. Penggunaan energi berkelanjutan dapat mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan energi listrik dan dapat menyediakan energi untuk menggantikan energi listrik seperti penggunaan panel surya, energi angin maupun energi air. Adapun berdasarkan rekapitulasi strategi efektif pengurangan *Carbon footprint* yang dijelaskan di atas, dapat dilakukan contoh perhitungan sebagai berikut :

Contoh Perhitungan :

A. Lampu (Sebelum Pengurangan)

Diketahui

- Konsumsi Energi Listrik = 14.068,8 kWh/tahun
- Faktor emisi (CO_2) = 0,774388897 kg CO_2/kWh
- Faktor emisi (CH_4) = 0,00001594341 kg CH_4/kWh
- Faktor emisi (N_2O) = 0,00000876813 kg N_2O/kWh
- Nilai GWP (CO_2-eq) CO_2 = 1
- Nilai GWP (CO_2-eq) CO_2 = 28
- Nilai GWP (CO_2-eq) CO_2 = 265

Maka,

- Emisi Carbon footprint = $Konsumsi\ Energi\ Listrik \times FE \times NCV \times GWP$

  Emisi (CO_2) = $14.068{,}8\ kWh/tahun \times 0{,}774388897 \times 1$
  = 10.894,723 kg CO_2/tahun

  Emisi (CH_4) = $14.068{,}8\ kWh/tahun \times 0{,}00001594341 \times 28$
  = 6,281 kg CH_4/tahun

  Emisi (N_2O) = $14.068{,}8\ kWh/tahun \times 0{,}00000876813 \times 28$
  = 32,690 kg N_2O/tahun

- Total Carbon footprint = Emisi CO_2 + Emisi CH_4 + Emisi N_2O
  = 10.895,72 + 6,281 + 32,690
  = 10.934 kg CO_2-eq/tahun
  = 10,934 ton CO_2-eq/tahun

B. Lampu (Sesudah Pengurangan)

Diketahui

- Konsumsi Energi Listrik = 11.268,7 kWh/tahun
- Faktor emisi (CO_2) = 0,774388897 kg CO_2/kWh
- Faktor emisi (CH_4) = 0,00001594341 kg CH_4/kWh
- Faktor emisi (N_2O) = 0,00000876813 kg N_2O/kWh
- Nilai GWP (CO_2-eq) CO_2 = 1
- Nilai GWP (CO_2-eq) CO_2 = 28
- Nilai GWP (CO_2-eq) CO_2 = 265

Maka,

- Emisi Carbon footprint = $Konsumsi\ Energi\ Listrik \times FE \times NCV \times GWP$

  Emisi (CO_2) = $11.268{,}7\ kWh/tahun \times 0{,}774388897 \times 1$
  = 8.726,372 kg CO_2/tahun

  Emisi (CH_4) = $11.268{,}7\ kWh/tahun \times 0{,}00001594341 \times 28$
  = 5,031 kg CH_4/tahun

  Emisi (N_2O) = $11.268{,}7\ kWh/tahun \times 0{,}00000876813 \times 28$
  = 26,183 kg N_2O/tahun

- Total Carbon footprint = Emisi CO_2 + Emisi CH_4 + Emisi N_2O
  = 8.726,372 + 5,031 + 26,183
  = 8.758 kg CO_2-eq/tahun
  = 8,758 ton CO_2-eq/tahun

C. **Lampu (Efisiensi Pengurangan)**

Diketahui

- CO2-eq Sebelum Pengurangan = 10,934 ton CO_2-eq
- CO2-eq Sesudah Pengurangan = 8,758 ton CO_2-eq

Maka,

- Selisih Konsumsi Energi = $10{,}93 - 8{,}76$
  = 2,176 ton CO_2-eq/tahun

- Efisiensi Pengurangan $= \frac{10{,}93\ Ton\ CO2-eq\ -8{,}76 Ton\ CO2-eq}{10{,}93\ Ton\ CO2-eq} \times 100\ \%$

  $= 19{,}9\ \%$

”Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian terkait analisis *Carbon footprint* dari penggunaan energi listrik dan *Liquefied petroleum gas* (LPG) di Terminal Giwangan, Yogyakarta, maka didapatkan kesimpulan penelitian yang diperoleh berdasarkan tujuan dari penelitian kali ini yang sudah didapatkan yaitu sebagai berikut :

1. Emisi *Carbon footprint* yang berasal dari kegiatan penggunaan energi listrik di Terminal Giwangan adalah sebesar 32,105 ton CO_2-eq/bulan atau menghasilkan 385,255 ton CO_2-eq/tahun. Pada penggunaan *Liquefied petroleum gas* (LPG) menghasilkan *Carbon footprint* sebanyak 1,948 ton CO_2-eq/bulan atau menghasilkan 23,377 ton CO_2-eq/tahun. Sedangkan, jumlah total *Carbon footprint* dari seluruh sektor energi listrik dan *Liquefied petroleum gas* (LPG) sebesar 34,053 ton CO_2-eq/bulan atau 408,632 ton CO_2-eq/tahun.
2. Total kontribusi pemakaian energi listrik dan penggunaan *Liquefied petroleum gas* (LPG) dalam menghasilkan *Carbon footprint* di Terminal Giwangan yaitu didapatkan persentase sebesar 94,3 % berasal dari pemakaian energi listrik dan 5,7 % dari penggunaan *Liquefied petroleum gas* (LPG).
3. Strategi yang dapat dilakukan untuk mengurangi *Carbon footprint* di Terminal Giwangan yaitu sebagai berikut :
    a) Penggantian lampu dengan lampu hemat energi mampu mengurangi daya listrik sebesar 2.800 kWh/tahun dengan efisiensi pengurangan sebesar 19,9 % terhadap konsumsi pemakaian energi listrik. Sedangkan *Carbon footprint* yang dihasilkan dari penggunaan lampu setelah strategi penggantian lampu didapatkan 8,758 ton CO_2-eq/tahun dengan efisiensi penurunan sebesar 19,9 %.
    b) Mematikan komputer selama jam istirahat berlangsung mulai pukul 12.00 - 13.00 mampu mengurangi daya listrik sebesar 690,840

kWh/tahun dengan efisiensi pengurangan sebesar 12,2 % terhadap konsumsi pemakaian energi listrik. Sedangkan *Carbon footprint* yang dihasilkan dari penggunaan komputer setelah strategi penggantian lampu didapatkan 6,15 ton CO_2-eq/tahun dengan efisiensi penurunan sebesar 12,1 %.

c) Mengatur suhu ruang minimal 25°C dan mematikan AC selama 1 jam yaitu pada jam istirahat kerja mampu mengurangi daya listrik sebesar 792 kWh/tahun dengan efisiensi pengurangan sebesar 4,8 % terhadap konsumsi pemakaian energi listrik. Sedangkan *Carbon footprint* yang dihasilkan dari penggunaan *air conditioner* setelah strategi penggantian lampu didapatkan 12,142 ton CO_2-eq/tahun dengan efisiensi penurunan sebesar 4,8 %.

d) Mematikan dispenser pada saat selesai jam operasional mampu mengurangi daya listrik sebesar 2.376 kWh/tahun dengan efisiensi pengurangan sebesar 52,3 % terhadap konsumsi pemakaian energi listrik. Sedangkan *Carbon footprint* yang dihasilkan dari penggunaan dispenser setelah strategi penggantian lampu didapatkan 1,679 Ton CO_2-eq/tahun dengan efisiensi penurunan sebesar 52,2 %.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, terdapat beberapa saran sebagai berikut :

1. Penerapan strategi efektif dalam mengurangi *Carbon footprint* dari kegiatan pemakaian energi listrik dan penggunaan *Liquefied petroleum gas* (LPG) di Terminal Giwangan, serta membuat regulasi yang disetujui kepala BPTD kelas III Daerah Istimewa Yogyakarta yang dapat menjamin berjalannya strategi pengurangan *Carbon footprint.*
2. Perlu dilakukannya peningkatan efisiensi pemakaian energi listrik dikarenakan pada penggunaan energi listrik di Terminal Giwangan menjadi kontribusi terbesar dalam menyumbang emisi *Carbon footprint*.
3. Melakukan penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan potensi *Carbon footprint* kegiatan transportasi dan timbulan sampah yang ada di Terminal Giwangan.

”Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, M., Tobing, B. P. L., Purnomo, B. H., Suntoro, T., Ilham, Mursal, T., Ernawati, P, A. M., Ramadhan, D., Prambadha, Y. B., Sandi, H., S, A. B., Arfianto, M. R., Hasibuan, A., & Ananto, Y. (2018). *Pedoman Penghitungan dan Pelaporan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Bidang Energi - Sub Bidang Ketenagalistrikan*. 1–136.

Akmalina, D. (2021). *Analisis Jejak Karbon Pada Aktivitas Permukiman Di Kecamatan Waru Kabupaten Sidoarjo*.

Almufadi, F. A., & Irfan, M. A. (2016). Initial estimate of the carbon footprint of Qassim university, Saudi Arabia. *International Journal of Applied Engineering Research*, *11*(15), 8511–8514.

Alwin, RN. 2016. *Analisa Jejak Karbon dari aktivitas Permukiman di Desa Ciherang, Dramaga, dan Petir, Kabupaten Bogor* (Jawa Barat: Insitut Pertanian Bogor,2016)

Andi Arif. (2018). *Indonesia Negara Penyumbang Gas Emisi CO2 Nomor 6 Terbesar di Dunia.* https://dislhk.badungkab.go.id/artikel/17866-indonesia-negara-penyumbang-gas- emisi-co2-nomor-6-terbesar-di-dunia.

Andry, Aurelia Dinda Zhafirah (2023) *Kajian Jejak Karbon Aktifitas di Gedung Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin = Study of Activity Carbon Traces at the Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Hasanuddin University*. Skripsi thesis, Universitas Hasanuddin.

Ardianingsih Ike Retna, 2008, *Studi Komparasi Emisi Gas Karbonmonoksida (CO) Pada Motor Matic Dan Motor Non Matic 4 Tak Tahun Produksi 2007 Di Kabupaten Banyumas* Tahun 2008, Karya Tulis Ilmiah, Purwokerto : Kementerian Kesehatan RI Politeknik Kesehatan Semarang Jurusan Kesehatan Lingkungan Purwokerto

Artadi, F (2013*) Studi Jejak Karbon dari Aktivitas di Kampus Fakultas Teknik Universitas Indonesia*. Depok: UI Press.

Awanthi, M.G.G dan C.M Navaratne (2018) *Carbon Footprint of an Organization: a Tool for Monitoring Impacts on Global Warming*. Procedia Engineering. 212. 729-735.

Ayuko, S. H. (2015). *Studi Tingkat Kualitas Udara Pada Kawasan RS. Dr Wahidin Sudirohusodo* . Makassar: Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Badan Pengelolaan dan Pengendalian Lingkungan Hidup (BPPLH). Laporan Akuntabilitas Kinerja Instansi Pemerintah. Bandar Lampung. 2015.

Bappenas (2014) *Pedoman Teknis Perhitungan Baseline Emisi Gas Rumah Kaca Sektor Berbasis Energi*. Jakarta.

Barkeley Earth. (2019). *Global Temperature Report*. Diperoleh 8 Januari 2024 dari Global Temperature Report for 2019 - Berkeley Earth

Boedisantoso, R., Ciptaningayu, T. N., Syafei, A. D., Assomadi, A. F., Slamet, A., & Hermana, J. (2019). Reduction of CO, NOx and SO2 emissions from the transfer of private vehicles to public transportation: A case study of Surabaya. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *239*(1), 1–8. https://doi.org/10.1088/1755-1315/239/1/012041

Cervero R, 2001, Integration of Urban Transport and Urban Planning, Chapter in Book: The Challenge of Urban Government: Policies and Practices, Publisher: The World Bank Institute, Editors: M.~Freire and R.~Stren, p. 407-427.

E. Prahasta, *Sistem Informasi Geografis: Konsep-Konsep Dasar (Perfektif Geodensi & Geomatika*), Bandung: Informatika Bandung, 2015

Ecometrica (2011) *Technical Paper, Electricity – Specific Emission Factors for Grid Electricity.*

EPA Victoria. 2013. Information Bulletin. Greenhouse Gas Emission Factors for Office Copy Paper.

Faroqi, A., Hadisantoso, E. P., Halim, D. K., & WS, M. S. (2016). *Perancangan Alat Pendeteksi Kadar Polusi udara Menggunakan Sensor Gas Mq-7 Dengan Teknologi Wireless* HC-05. X, 33–47

Fiana, I. 2018. *Studi Hubungan Konstruksi Sistem Pembuangan Emisi Sepeda Motor dengan Konsentrasi Gas Buang CO2 dan CO*. Skripsi. Jurusan Fisika. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Brawijaya Malang.

Freije, Afnan Mahmood, Tahani Hussain, dan Eman Ali Salman (2017) *Global Warming Awareness Among The University of Bahrain Science Students*. Journal of The Association of Arab Universities for Basic and Applied Sciences. Volume 22. 9-16.

Greenwood B R, 2001 User and Environmental Effects In HDM-4. Birmingham: ISOHDM, p. 108-111.

Husein Umar. (2005), *Metode Penelitian Untuk Tesis Dan Bisnis*, Jakarta: Grafindo Persada.

IPCC. (2006) IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume II: Energy. Japan: IGES.

IPCC. 2007. Climate Change 2007: Mitigation, Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, XXX pp. Cambridge, United Kingdom, and New York: Cambridge University Press.

IPCC. 2014. Climate Change 2014: *Synthesis Report, Contribution of Working Groups I, II, and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 151*. Geneva, Switzerland: IPCC.

Kasman, M., Riyanti, A., & Apriani, N. R. (2020). *Estimasi Jejak Karbon dari Aktivitas Kampus Universitas Batanghari*. *Jurnal Daur Lingkungan*, *3*(2), 42. https://doi.org/10.33087/daurling.v3i2.52

Kementerian Lingkungan Hidup. 2012. Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional. Buku II – Volume 1 Metodologi Perhitungan Tingkat Emisi Gas Rumah Kaca Kegiatan Pengadaan dan Penggunaan Energi.

Komarudin, J. H., Apriyana, M., Ergantara, R. I., & Nasoetion, P. (2023). *Analisis Emisi Karbon Monoksida Akibat Kemacetan Kendaraan di Kota Bandar*

Lampung (Studi Kasus : Palang Pintu Perlintasan Kereta Api. *VIII*(3), 6573–6581.

Kurniawan, A. (2017). *Pengukuran Parameter Kualitas Udara (CO, NO2, SO2, O3 dan PM10) kudi Bukit Kototabang Berbasis ISPU*. Jurnal Teknosains, 7(1), 1–82. https://doi.org/10.22146/teknosains.34658

Lapenangga, Apridus K. (2016). *Perhitungan Jejak Karbon Bangunan Rumah Tinggal Tipe 45 m_2 Di Kota Kupang*. S2 thesis, UAJY.

Marisha, S. (2018). *Analisis Kemampuan Pohon dalam Menyerap CO2 dan Menyimpan Karbon pada Jalur Hijau Jalan di Subwilayah Kota Tegalega, Kota Bandung*. Bandung: Skripsi Institut Teknologi Bandung.

Martono (2016) *Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca Dari Sumber Pembakaran Tetap*. Jurnal Forum Teknologi. Volume 6. Nomor 4. 81- 92.

Nursetiyani, O. (2021). *Identifikasi Jejak Emisi Gas Karbon Dioksida (CO2) Berdasarkan Hasil Penggunaan Domestik Rumah Tangga pada Kawasan Permukiman di Kecamatan Cikampek Kabupaten Karawang*. Surakarta: Skripsi Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Oja, A. D. (2019). *Kajian Jejak Karbon dan Pemetaannya dari Aktivitas Kampus Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin*. Makassar: Skripsi Universitas Hasanuddin.

Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (2021). Indonesia. Available at: http://www.jdih.setjen.kemendagri.go.id/.

Pratama, R., & Parinduri, L. (2019). *Penaggulangan Pemanasan Global*. *Buletin*

Presiden Republik Indonesia. (1999). Pp Ri No 41 Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara. *Peraturan Pemerintah No. 41 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara*, 18.

Prihatmaji, Y. P., Fauzy, A., Rais, S., & Firdaus, F. (2016). *Analisis Carbon Footprint Gedung Perpustakaan Pusat, Rektorat, Dan Lab. Mipa Uii Berbasis Vegetasi*

Eksisting Sebagai Pereduksi Emisi Gas Rumah Kaca. *Ajie - Asian Journal of Innovation and Entrepreneurship* (, 01(02), 8.

Rachman, Aditya, dkk (2016) *Kajian Jejak Emisi Karbon-Dioksida Di Fakultas Teknik Universitas Halu Oleo Indonesia*. Dinamika Jurnal Ilmiah Teknik Mesin. Volume 8. Nomor 1. 49-58.

Rahayu, M. 2011. *Hutang Karbon dan Isu Pemanasan Global*.http://www.carbondioksida.com/berita.php?pil=Hutang+Karbon+dan+Isu+Pemanasan+Global&dn=2011063051316.Diakses pada tanggal 4 November 2023.

Ramlan, Mohammad (2002) *Pemanasan Global (Global Warming)*. Jurnal Teknologi Lingkungan. *Volume 3*. Nomor 1. Hal 30-32.

Ratnaningayu. 2009. Dari timor ke krui : bagaimana petani dan nelayan menghadapi dampak perubahan iklim , Sarasehan iklim , Jakarta, Nopember 2009. Pelangi Indonesia.

Sehabudin, S. 2011. *Penambatan Karbon Dioksida Dan Pengaruh Densitas Alga Air Tawar (Chlorella Sp.) Terhadap Pengurangan Emisi Karbon Dioksida*. Skripsi. Jakarta: Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Syarif Hidayatullah

Setiawan, R. Y. 2010. *Kajian Carbon Footprint Dari Kegiatan Industri Di Kota Surabaya*. J. Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya. Surabaya.

Sprangers, S (2011) *Calculating the Carbon Footprint of Universities*. Rotterdam: Erasmus Universiteit Rotterdam Press.

Sugiyono . 2011. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Suhedi, F. 2005. *Emisi Karbondioksida (CO2) dari Konsumsi Energi Domestik*. Pusat Litbang Permukiman. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.

Sutjahjo, Hari (2007) *Akankah Indonesia Tenggelam Akibat Pemanasan Global*. Bogor : Penebar Plus.

Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Penegakan Hukum Lingkungan.

UNFCCC (United Nations Framework Conventionmar on Climate Change), 2014

Utama Teknik Vol. 15, No. 1, 91-95.

Utina, Ramli. 2014. *Pemanasan Global: Dampak Dan Upaya Meminimalisasinya. Gorontalo*: Universitas Negeri Gorontalo.

Wahyuningsih, Dewi, Pertiwi Andarani, dan Mochtar Hadiwidodo (2017) *Kajian Jejak Karbon Dari Aktivitas Di Kampus Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang*. Jurnal Teknik Lingkungan. *Volume 6*. Nomor 2. 1-11.

Wardani, Elfebri Pasca, Endro Sutrisno, dan Budi P. Samadikun (2017) *Penentuan Nilai Jejak Karbon (CO2, CH4, N2O) Dari Aktivitas Kampus Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro*. Jurnal Teknik Lingkungan. *Volume 6*. Nomor 2. 1-11.

Wiedmann, T. & Minx, J. 2008. *A Definition of 'Carbon Footprint'. C. C. Pertsova, Ecological Economics Research Trends. Chapter 1, pp. 1- 1*1., Hauppauge NY: Nova Science Publishers.

Wiratama, I. G. N. M. (2015). *Jejak Karbon Konsumsi Lpg Dan Listrik Pada Rumah Tangga Di Kota Denpasar*, Bali [Tesis]. Universitas Udayana.

WRI dan WBSCD (2004) *A Corporate Accounting and Reposrting Standard Revised Edition*. ISBN 1-56973-568-9. USA.

Wulandari, Mira Tri, Hermawan, dan Purwanto (2013) *Kajian Emisi CO2 Berdasarkan Penggunaan Energi Rumah Tangga Sebagai Penyebab Pemanasan Global (Studi Kasus Perumahan Sebantengan, Gedang Asri, Susukan RW 07 Kab. Semarang*). Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan.

”Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

Lampiran I. Hasil Pengumpulan Data Primer dan Data Sekunder di Terminal Giwangan, Yogyakarta

1) Hasil Pengumpulan Data Primer

Tabel 1. Data Penggunaan Gas LPG Terminal Giwangan

NO	Jenis Tabung	Pengguna (Kios)	Penggunaan LPG (Tabung/Bulan)	Penggunaan LPG (Kg/Bulan)	Penggunaan LPG (Tabung/Tahun)	Penggunaan LPG (Kg/Tahun)
1	**Tabung LPG 3 KG**	Bu Sum	15	45	180	540
2		Bu Sum	7	21	84	252
3		Mbak Sum	15	45	180	540
4		Bu Ardi	10	30	120	360
5		Bu Har	30	90	360	1080
6		Asri Nunggal Rasa	15	45	180	540
7		Mba ning	10	30	120	360
8		Bu Tjokro	10	30	120	360
9		Pak Eko	10	30	120	360
10		Bu Meme	10	30	120	360
11		Bu Suprihatin	6	18	72	216
12		Bu Wagiyem	10	30	120	360
13		Bu Asbiyati	2	6	24	72
14		Pak Sudardi	1	3	12	36
15		Bu Sutimah	10	30	120	360

16		Bu Sutirah	7	21	84	252
17		Barokah	6	18	72	216
18		Bu Siska	2	6	24	72
19		Kios RR 2	15	45	180	540
20		Pak Deki	10	30	120	360
21		Pak Nur	4	12	48	144
22		Bu Santika	6	18	72	216
23		Didik	6	18	72	216
TOTAL			**217**	**651**	**2604**	**7812**

Sumber : Observasi dan Wawancara, Perhitungan

Tabel 2. Inventarisasi Peralatan Elektronik Kantin

No	Kios	Jenis	Jumlah	Tipe/Merk	Daya (W)	Lama Pemakaian	Pemakaian energi listrik (kWh/hari)
1	Warung Makan Bu Sartinah	TV	1	TV Tabung Aoyama 33 Inch	60	12	0,720
2		Kipas	2	Miyako KAD 6 Inch	30	6	0,720
3		Kulkas	2	Aqua Inverter Type 257	150	24	3,600
5		Dispenser	1	Miyako WD186	150	12	1,800
6		Rice Cooker	1	Sharp 1,8 L	400	9	4,800
7		Lampu	8	Lampu LED	30	12	2,880
8		Showcase	2	Polytron SCN 140X	200	24	4,800
TOTAL							**26**

Sumber :Pemilik Kios, Perhitungan

Tabel 3. Inventarisasi Peralatan Elektronik Kantin

No	Kios	Jenis	Jumlah	Tipe/Merk	Daya (W)	Lama Pemakaian	Pemakaian energi listrik (kWh/hari)
1	Kios Trio	TV	1	Tv Tabung Giatek 24 Inch	60	6	0,360
2		Kipas	3	Panasonic F-ET 4014	36	6	0,648
3		Showcase	2	Sharp SCH250FS	200	8	3,200
4		Monitor	1	LG Monitor LED	100	8	0,800
5		CCTV	4	CCTV	5	24	0,480
6		Kulkas	2	LG 1 Pintu 169 l	100	24	4,800
7		Kulkas Es Krim	1	Uchida Freezer UFH	300	24	7,200
8		Lampu	6	Lampu LED	30	12	2,160
TOTAL							**16**

Sumber :Pemilik Kios, Perhitungan

2) Hasil Pengumpulan Data Sekunder

Tabel 4. Pemakaian Listrik Dalam Tagihan PLN 5 Tahun Terakhir

NO	Tahun	Bulan	Jumlah Pemakaian Listrik Per Bulan (kWh)	TOTAL
1	2019	Januari	45.925	574.971
2		Februari	42.648	
3		Maret	46.168	
4		April	46.481	
5		Mei	48.705	
6		Juni	50.192	
7		Juli	48.078	
8		Agustus	50.244	
9		September	46.730	
10		Oktober	55.037	
11		November	51.311	
12		Desember	43.452	
13	2020	Januari	53.500	529.586
14		Februari	47.843	
15		Maret	44.036	
16		April	46.106	

17		Mei	42.585	
18		Juni	40.499	
19		Juli	39.079	
20		Agustus	41.508	
21		September	43.756	
22		Oktober	44.319	
23		November	43.319	
24		Desember	43.036	
25	2021	Januari	42.328	493.256
26		Februari	40.194	
27		Maret	38.060	
28		April	43.760	
29		Mei	41.796	
30		Juni	42.584	
31		Juli	42.022	
32		Agustus	41.460	
33		September	41.080	
34		Oktober	39.228	
35		November	41.128	
36		Desember	39.616	
37	2022	Januari	42.336	498.996
38		Februari	42.820	
39		Maret	38.048	
40		April	42.316	
41		Mei	41.088	
42		Juni	45.664	
43		Juli	41.452	
44		Agustus	43.096	
45		September	42.108	
46		Oktober	40.408	
47		November	40.876	
48		Desember	38.784	
49	2023	Januari	43.596	495.722
50		Februari	40.006	
51		Maret	36.416	
52		April	40.036	
53		Mei	41.180	
54		Juni	43.656	
55		Juli	41.648	
56		Agustus	41.912	
57		September	40.560	
58		Oktober	40.344	
59		November	44.124	
60		Desember	42.244	
TOTAL				**2.592.531**

Sumber : Pengelola UPT Terminal Giwangan, Perhitungan

Tabel 5. Inventarisasi Peralatan Elektronik Kantor UPT Terminal Giwangan

No	Lokasi	Jenis	Jumlah	Tipe/Merk	Daya (W)	Lama Pemakaian (Jam)	Pemakaian energi listrik (kWh/hari)
1	Kantor Pengelola (TU)	Komputer	6	P4,Mon 14"	200	8	9,600
2		AC	1	Mitsubishi	900	8	7,200
3		Printer	1	Epson	60	8	0,480
4		Printer	1	Canon	40	8	0,320
5		Aiphone	1	Panasonic	10	8	0,080
6		Monitor	1	Samsung 14"	30	8	0,240
7		Lampu	5	Philips LED8/CW L600	30	12	1,800
8	Kantor (Toilet dan R.server)	Dispenser	1	Miyako	150	8	3,600
9		Mesin Absen	3	Nideka/NE-9800	100	8	2,400
10		Printer	8	Epson/LQ-1700	60	8	3,840
11		AC	1	Daiheiyo	900	8	7,200
12		Monitor	1	Samsung	30	8	0,240
13		PABX	1	Panasonic	110	8	0,880
14		Lampu	2	Philips LED8/CW L600	40	12	0,960
15	Kantor Pengelola (R.Staff)	AC	1	Daiheiyo	900	8	7,200
16		Mesin fax	1	Panasonic	80	8	0,640
17		Printer	2	Canon/IP 1880	60	8	0,960
18		Aiphone	1	Panasonic	10	8	0,080
19		Komputer	5	P4,Mon 14"	200	8	8,000
20		Pesawat telpon	2	Panasonic	10	8	0,160
21		Lampu	2	Philips LED8/CW L600	40	12	0,960
22	Kantor Pengelola (R.Manager)	AC	1	Mitsubishi	900	8	7,200
23		Lampu	2	Philips LED8/CW L600	40	8	0,640
24	Kantor Pengelola (R.Pemasaran)	AC	1	Mitsubishi	900	8	7,200
25		Komputer	2	P4,Mon 14"	200	8	3,200
26		Printer	1	Canon/IP 1880	60	8	0,480

27		Lampu	2	Philips LED8/CW L600	40	8	0,640
28	Kantor Pengelola (R.Teknik Atas)	komputer	2	P4,Mon 14"	153	8	2,448
29		Printer	1	Canon/Pixma Ip 1000	185	8	1,480
30		Aiphone	1	Panasonic	60	8	0,480
31		Kipas Angin	1	Gold Peak	40	8	0,320
32		Lampu	2	Philips LED8/CW L600	40	8	0,640
33	Kantor Pengelola (R.Rapat)	Speaker	1	Toa	30	3	0,090
34		Kipas Angin	3	Panasonic	40	3	0,360
35		Lampu	2	Philips LED8/CW L600	40	3	0,240
TOTAL							**79,860**

Sumber : Pengelola UPT Terminal Giwangan, Perhitungan

Lampiran II. Hasil Perhitungan Jumlah *Carbon Footprint* di Terminal Giwangan, Yogyakarta

1) Hasil Perhitungan Jumlah Carbon footprint Penggunaan Gas LPG

Tabel 6. Inventarisasi Penggunaan LPG

NO	Kios	Penggunaan LPG (kg/Bulan)	Emisi Gas Rumah Kaca ($kgCO_2eq$-Bulan)			Total emisi ($kgCO_2$-eq Bulan)	Total emisi ($TonCO_2$-eq Bulan)
			CO_2	CH_4	N_2O		
1	Bu Sum	45	134,308	0,298	0,056	134,663	0,134
2	Bu Ana	21	62,677	0,139	0,026	62,843	0,062
3	Mbak Sum	45	134,308	0,298	0,056	134,663	0,134
4	Bu Ardi	30	89,539	0,199	0,038	89,775	0,089
5	Bu Har	90	268,617	0,596	0,113	269,325	0,269
6	Asri Nunggal Rasa	45	134,308	0,298	0,056	134,663	0,134
7	Mba ning	30	89,539	0,199	0,038	89,775	0,089
8	Bu Tjokro	30	89,539	0,199	0,038	89,775	0,089
9	Pak Eko	30	89,539	0,199	0,038	89,775	0,089
10	Bu Meme	30	89,539	0,199	0,038	89,775	0,089
11	Bu Suprihatin	18	53,723	0,119	0,023	53,865	0,053
12	Bu Wagiyem	30	89,539	0,199	0,038	89,775	0,089
13	Bu Asbiyati	6	17,908	0,040	0,008	17,955	0,018
14	Pak Sudardi	3	8,954	0,020	0,004	8,978	0,009
15	Bu Sutimah	30	89,539	0,199	0,038	89,775	0,089
16	Bu Sutirah	21	62,677	0,139	0,026	62,843	0,062
17	Barokah	18	53,723	0,119	0,023	53,865	0,053
18	Bu Siska	6	17,908	0,040	0,008	17,955	0,018
19	Kios RR 2	45	134,308	0,298	0,056	134,663	0,134

20	Pak Deki	30	89,539	0,199	0,038	89,775	0,089
21	Pak Nur	12	35,816	0,079	0,015	35,910	0,035
22	Bu Santika	18	53,723	0,119	0,023	53,865	0,053
23	Didik	18	53,723	0,119	0,023	53,865	0,053
TOTAL		**651**	**1.942,994**	**4,311**	**0,816**	**1.948,121**	**1,948**

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

Tabel 7. Inventarisasi Penggunaan LPG

CARBON FOOTPRINT SEKTOR LPG DI TERMINAL GIWANGAN (TAHUN)							
NO	**Kios**	**Penggunaan LPG (kg/Tahun)**	**Emisi Gas Rumah Kaca (kgCO2eq-tahun)**			**Total emisi (kgCO2-eq tahun)**	**Total emisi (TonCO2-eq tahun)**
			CO_2	**CH_4**	**N_2O**		
1	Bu Sum	540	1.611,700	3,576	0,677	1.615,953	1,616
2	Bu Ana	252	752,127	1,669	0,316	754,111	0,754
3	Mbak Sum	540	1.611,700	3,576	0,677	1.615,953	1,616
4	Bu Ardi	360	1.074,467	2,384	0,451	1.077,302	1,077
5	Bu Har	1080	3.223,400	7,152	1,354	3.231,906	3,231
6	Asri Nunggal Rasa	540	1.611,700	3,576	0,677	1.615,953	1,616
7	Mba ning	360	1.074,467	2,384	0,451	1.077,302	1,077
8	Bu Tjokro	360	1.074,467	2,384	0,451	1.077,302	1,077
9	Pak Eko	360	1.074,467	2,384	0,451	1.077,302	1,077
10	Bu Meme	360	1.074,467	2,384	0,451	1.077,302	1,077
11	Bu Suprihatin	216	644,680	1,430	0,271	646,381	0,646
12	Bu Wagiyem	360	1.074,467	2,384	0,451	1.077,302	1,077
13	Bu Asbiyati	72	214,893	0,477	0,090	215,460	0,215
14	Pak Sudardi	36	107,447	0,238	0,045	107,730	0,107
15	Bu Sutimah	360	1.074,467	2,384	0,451	1.077,302	1,077
16	Bu Sutirah	252	752,127	1,669	0,316	754,111	0,754

17	Barokah	216	644,680	1,430	0,271	646,381	0,646
18	Bu Siska	72	214,893	0,477	0,090	215,460	0,215
19	Kios RR 2	540	1.611,700	3,576	0,677	1.615,953	1,616
20	Pak Deki	360	1.074,467	2,384	0,451	1.077,302	1,077
21	Pak Nur	144	429,787	0,954	0,180	430,921	0,430
22	Bu Santika	216	644,680	1,430	0,271	646,381	0,646
23	Didik	216	644,680	1,430	0,271	646,381	0,646
TOTAL		**7812**	**23.315,930**	**51,731**	**9,792**	**23.377,453**	**23,377**

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

Tabel 8. Carbon footprint Energi Listrik

CARBON FOOTPRINT 5 TAHUN TERAKHIR				
NO	**Tahun**	**Bulan**	**Konsumsi Energi per Bulan (kWh/Bulan)**	**Jumlah Emisi Carbon (Ton CO_2-eq/bulan)**
1	2019	Januari	45.925	35,691
2		Februari	42.648	33,144
3		Maret	46.168	35,880
4		April	46.481	36,123
5		Mei	48.705	37,851
6		Juni	50.192	39,007
7		Juli	48.078	37,364
8		Agustus	50.244	39,048
9		September	46.730	36,317
10		Oktober	55.037	42,773
11		November	51.311	39,877
12		Desember	43.452	33,769
13	2020	Januari	53.500	41,578
14		Februari	47.843	37,182
15		Maret	44.036	34,223
16		April	46.106	35,831
17		Mei	42.585	33,095
18		Juni	40.499	31,474
19		Juli	39.079	30,371
20		Agustus	41.508	32,258
21		September	43.756	34,006
22		Oktober	44.319	34,443
23		November	43.319	33,666
24		Desember	43.036	33,446
25	2021	Januari	42.328	32,896
26		Februari	40.194	31,237
27		Maret	38.060	29,579
28		April	43.760	34,008
29		Mei	41.796	32,482
30		Juni	42.584	33,095
31		Juli	42.022	32,658
32		Agustus	41.460	32,221
33		September	41.080	31,926
34		Oktober	39.228	30,486
35		November	41.128	31,963
36		Desember	39.616	30,788
37	2022	Januari	42.336	32,902
38		Februari	42.820	33,278

39		Maret	38.048	29,569
40		April	42.316	32,886
41		Mei	41.088	31,932
42		Juni	45.664	35,488
43		Juli	41.452	32,215
44		Agustus	43.096	33,492
45		September	42.108	32,725
46		Oktober	40.408	31,403
47		November	40.876	31,767
48		Desember	38.784	30,141
49	2023	Januari	43.596	33,881
50		Februari	40.006	31,091
51		Maret	36.416	28,301
52		April	40.036	31,114
53		Mei	41.180	32,003
54		Juni	43.656	33,928
55		Juli	41.648	32,367
56		Agustus	41.912	32,572
57		September	40.560	31,522
58		Oktober	40.344	31,354
59		November	44.124	34,291
60		Desember	42.244	32,830

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

Lampiran III. Dokumentasi Penelitian

1) Dokumentasi Penelitian Pengambilan Data Primer



Gambar 1. Pengambilan Data di Kantor UPT Terminal



Gambar 2. Pengambilan Data di Kios



Gambar 3. Pengambilan Data di Kantin Terminal



Gambar 4. Pengambilan Data di Kios

2) Dokumentasi Penelitian Hasil Pengambilan Data Sekunder

PT. PLN (PERSERO)
UID JAWA TENGAH DAN DIY
UP3 YOGYAKARTA
ULP YOGYA KOTA

DAFTAR TAGIHAN REKENING LISTRIK
BULAN MEI 2023
NOMOR NPWP : 01.001.629.3-051.000

No.	NO INVOICE	NAMA	ALAMAT	ID PEL	TARIP	DAYA	KWH	PAL	PPN	MATERAI	TOTAL
1	521082199297-0523	TERMINAL GIWANGAN	KPSANGGRAHAN UH7	521082199297	B3	345000	41,180	46,782,039	0	10,000	46,792,039
JUMLAH							41,180	46,782,039	0	10,000	46,792,039

KETERANGAN
1 Untuk diselesaikan/dibayar dengan beban tetap KPPN
2 **Pembayaran Tagihan Listrik dinyatakan lunas apabila PLN UP3 Yogyakarta telah menerima nota kredit dari Bank**
3 Paling lambat tanggal 20 bulan berjalan
4 **Atas nama Virtual** PT PLN (PERSERO) KANTOR PUSAT
Nama Bank BANK TABUNGAN NEGARA
NO VIRTUAL ACCOUNT 9999805210006600
NAMA SATKER SATUAN KERJA PERHUBUNGAN DARAT PROVINSI D.I YOGYAKARTA

YOGYAKARTA, 5 MEI 2023
Yang Menyerahkan
SPV. ADMINISTRASI

NOVI HARYO KUSUMO

Gambar 5. Invoice Mei 2023

PT. PLN (PERSERO)
UID JAWA TENGAH DAN DIY
UP3 YOGYAKARTA
ULP YOGYAKARTA SELATAN

DAFTAR TAGIHAN REKENING LISTRIK
BULAN JANUARI 2021
NOMOR NPWP : 01.001.629.3-051.000

No.	NAMA	ALAMAT	ID PEL	TARIP	DAYA	KWH	PAL	PPN	MATERAI	PPJ	BK	TOTAL
1	TERMINAL GIWANGAN	KPSANGGRAHAN UH7	521082199297	B3	345000	42,328	50,875,486	0	6,000	0	0	50,881,486
JUMLAH						42,328	50,875,486	0	6,000	0	0	50,881,486

KETERANGAN
1 Untuk diselesaikan/dibayar dengan beban tetap KPPN
2 Rekening listrik dinyatakan lunas apabila PT PLN (Persero) APJ Yogyakarta telah menerima Nota Kredit dari Bank
3 Paling lambat tanggal 20 bulan berjalan
4 **Atas nama Virtual** PLN (PERSERO), PT
Nama Bank BANK NEGARA INDONESIA
NO VIRTUAL ACCOUNT 8800885210006600
NAMA SATKER SATUAN KERJA PERHUBUNGAN DARAT PROVINSI D.I YOGYAKARTA

Yang Menerima

YOGYAKARTA, 8 JANUARI 2021
Yang Menyerahkan
SPV. ADMINISTRASI

NOVI HARYO KUSUMO

Gambar 6. Invoice Januari 2021



PT. PLN (PERSERO)
UID JAWA TENGAH DAN DIY
UP3 YOGYAKARTA
ULP YOGYA KOTA

DAFTAR TAGIHAN REKENING LISTRIK
BULAN JANUARI 2022
NOMOR NPWP : 01.001.629.3-051.000

No.	NAMA	ALAMAT	ID PEL	TARIP	DAYA	KWH	PAL	PPN	MATERAI	PPJ	BK	TOTAL
1	TERMINAL GIWANGAN	KPSANGGRAHAN UH7	521082199297	B3	345000	42,336	48,227,989	0	10,000	0	0	48,237,989
	JUMLAH					42,336	48,227,989	0	10,000	0	0	48,237,989

KETERANGAN
1 Untuk diselesaikan/dibayar dengan beban tetap KPPN
2 Rekening listrik dinyatakan lunas apabila PT PLN (Persero) APJ Yogyakarta telah menerima Nota Kredit dari Bank
3 Paling lambat tanggal 20 bulan berjalan
4 **Atas nama Virtual** PLN (PERSERO), PT
Nama Bank BANK NEGARA INDONESIA
NO VIRTUAL ACCOUNT 8800885210006600
NAMA SATKER SATUAN KERJA PERHUBUNGAN DARAT PROVINSI D.I YOGYAKARTA

Yang Menerima

YOGYAKARTA, 5 JANUARI 2022
Yang Menyerahkan
SPV. ADMINISTRASI

NOVI HARYO KUSUMO

Gambar 7. Invoice Januari 2022

NO	KODE BARANG	NAMA BARANG	NUP	TAHUN
1	2.01.01.02.007	Tanah Bangunan Terminal Darat	1	2000
2	3.01.03.05.002	Portable Water Pump	1	2022
3	3.01.03.05.999	Pompa Lainnya	1	2022
4	3.02.01.04.006	Sepeda Motor Listrik	1	2023
5	3.02.03.01.001	Gerobak Tarik	1	2020
6	3.02.02.01.009	Baggage Trolly	1	2020
7	3.02.02.01.009	Baggage Trolly	2	2020
8	3.02.02.01.009	Baggage Trolly	3	2020
9	3.02.02.01.009	Baggage Trolly	4	2020
10	3.02.02.01.009	Baggage Trolly	5	2020
11	3.05.01.04.005	Filing Cabinet Besi	1	2018
12	3.05.01.04.005	Filing Cabinet Besi	2	2018
13	3.05.01.04.005	Filing Cabinet Besi	3	2018
14	3.05.01.04.005	Filing Cabinet Besi	4	2018
15	3.05.01.04.005	Filing Cabinet Besi	5	2018
16	3.05.01.04.005	Filing Cabinet Besi	6	2018
17	3.05.01.04.005	Filing Cabinet Besi	7	2018
18	3.05.01.04.005	Filing Cabinet Besi	8	2018
19	3.05.01.04.005	Filing Cabinet Besi	9	2018
20	3.05.01.05.002	Hydrant	1	2004
21	3.05.01.05.017	Mesin Absensi	2	2022
22	3.05.02.01.002	Meja Kerja Kayu	1	2018
23	3.05.02.01.002	Meja Kerja Kayu	2	2018
24	3.05.02.01.002	Meja Kerja Kayu	3	2018
25	3.05.02.01.002	Meja Kerja Kayu	4	2018
26	3.05.02.01.002	Meja Kerja Kayu	5	2018
27	3.05.02.01.002	Meja Kerja Kayu	6	2018
28	3.05.02.01.002	Meja Kerja Kayu	7	2018
29	3.05.02.01.002	Meja Kerja Kayu	8	2018
30	3.05.02.01.002	Meja Kerja Kayu	9	2018
31	3.05.02.01.002	Meja Kerja Kayu	10	2018
32	3.05.02.01.002	Meja Kerja Kayu	11	2018
33	3.05.02.01.003	Kursi Besi/Metal	1	2018
34	3.05.02.01.003	Kursi Besi/Metal	2	2018
35	3.05.02.01.003	Kursi Besi/Metal	3	2018
36	3.05.02.01.004	Kursi Kayu	1	2018
37	3.05.02.03.003	Mesin Pemotong Rumput	1	2019
38	3.05.02.03.003	Mesin Pemotong Rumput	2	2020
39	3.05.02.04.001	Lemari Es	1	2018
40	3.05.02.04.004	A.C. Split	1	2018
41	3.05.02.04.004	A.C. Split	2	2018
42	3.05.02.04.004	A.C. Split	3	2018
43	3.05.02.04.004	A.C. Split	4	2018

Gambar 8. Inventarisasi Elektronik

44	3.05.02.04.004	A.C. Split	5	2018
45	3.05.02.04.004	A.C. Split	6	2018
46	3.05.02.04.004	A.C. Split	12	2022
47	3.05.02.04.004	A.C. Split	13	2022
48	3.05.02.04.006	Kipas Angin	1	2020
49	3.05.02.06.008	Sound System	1	2020
50	3.07.01.01.127	Kursi Dorong	1	2018
51	3.07.01.01.127	Kursi Dorong	2	2018
52	3.07.01.01.127	Kursi Dorong	3	2018
53	3.07.01.01.127	Kursi Dorong	4	2018
54	3.07.01.01.127	Kursi Dorong	5	2018
55	3.07.01.01.127	Kursi Dorong	6	2018
56	3.07.01.01.127	Kursi Dorong	7	2018
57	3.07.01.01.127	Kursi Dorong	8	2018
58	3.07.01.01.127	Kursi Dorong	9	2018
59	3.07.01.01.127	Kursi Dorong	10	2018
60	3.07.01.01.127	Kursi Dorong	11	2018
61	3.07.01.12.002	Wheel Chair (Alat Kesehatan Rehabilitasi Medis)	8	2020
62	3.07.01.12.002	Wheel Chair (Alat Kesehatan Rehabilitasi Medis)	9	2020
63	3.07.01.12.002	Wheel Chair (Alat Kesehatan Rehabilitasi Medis)	10	2020
64	3.07.01.12.002	Wheel Chair (Alat Kesehatan Rehabilitasi Medis)	11	2020
65	3.07.01.12.002	Wheel Chair (Alat Kesehatan Rehabilitasi Medis)	12	2020
66	3.08.01.03.002	Elektronik Thermometer	1	2020
67	3.09.04.02.031	Kamera Digital	1	2020
68	3.09.04.07.022	Layar Proyektor	1	2022
69	3.10.01.02.001	P.C Unit	1	2020
70	3.10.01.02.001	P.C Unit	2	2020
71	3.10.01.02.002	Lap Top	1	2018
72	3.10.01.02.002	Lap Top	2	2018
73	3.10.02.03.003	Printer (Peralatan Personal Komputer)	1	2018
74	3.10.02.03.003	Printer (Peralatan Personal Komputer)	2	2020
75	3.10.02.03.003	Printer (Peralatan Personal Komputer)	3	2020
76	3.10.02.03.003	Printer (Peralatan Personal Komputer)	4	2020
77	3.10.02.03.003	Printer (Peralatan Personal Komputer)	5	2020

Gambar 9. Inventarisasi Elektronik

Lampiran IV. Formulis Pengambilan Data

1) **Formulir Penggunaan Energi Listrik dan Inventarisasi Alat Elektronik**

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

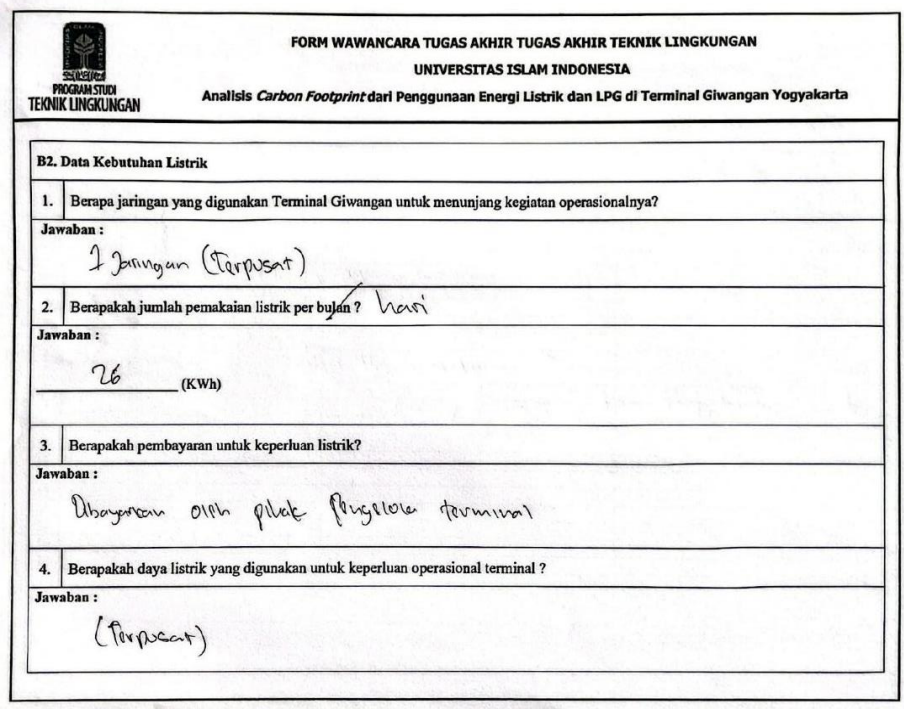
FORM WAWANCARA TUGAS AKHIR TUGAS AKHIR TEKNIK LINGKUNGAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Analisis *Carbon Footprint* dari Penggunaan Energi Listrik dan LPG di Terminal Giwangan Yogyakarta

A2. Penggunaan Energi Listrik dan Inventarisasi Alat Elektronik Kantin

Hari/Tanggal/Tahun : Jumat 19/10/24

NO	DATA	KETERANGAN
1	Nama Responden	W.m Bu Sartinah
2	Alamat Lengkap	Terminal Giwangan, Umbulharjo, Kota Yogyakarta.
3	Jabatan	Pemasya
5	No.Telp/HP	—

Gambar 10. Form Inventarisasi Elektronik Kantin Bu Sartinah



PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

FORM WAWANCARA TUGAS AKHIR TUGAS AKHIR TEKNIK LINGKUNGAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Analisis *Carbon Footprint* dari Penggunaan Energi Listrik dan LPG di Terminal Giwangan Yogyakarta

B2. Data Kebutuhan Listrik

1. Berapa jaringan yang digunakan Terminal Giwangan untuk menunjang kegiatan operasionalnya?

Jawaban :

1 Jaringan (Terpusat)

2. Berapakah jumlah pemakaian listrik per bulan ? hari

Jawaban :

26 (KWh)

3. Berapakah pembayaran untuk keperluan listrik?

Jawaban :

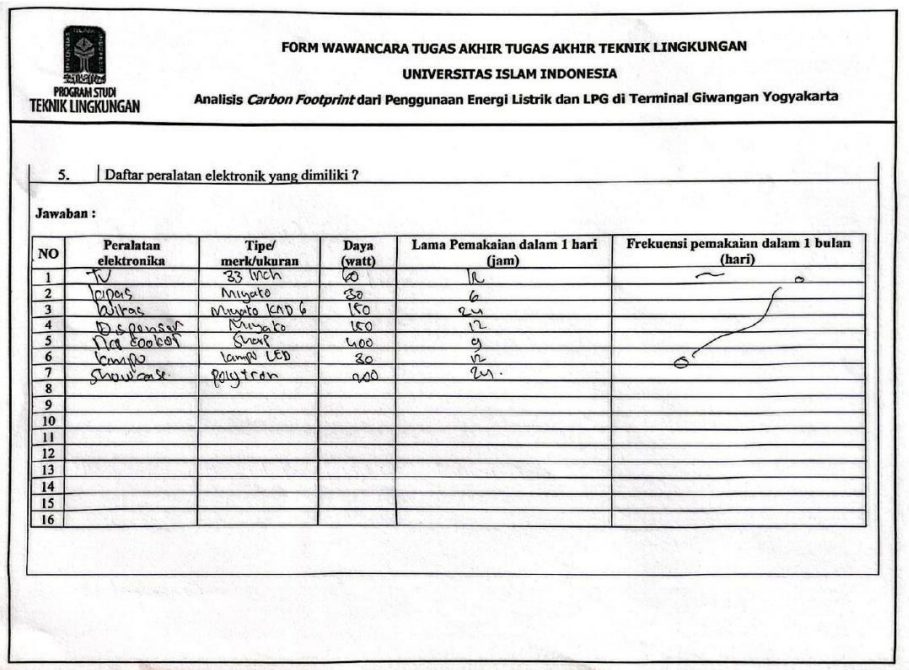
Dibayarkan oleh pihak pengelola terminal

4. Berapakah daya listrik yang digunakan untuk keperluan operasional terminal ?

Jawaban :

(Terpusat)

Gambar 11. Form Inventarisasi Elektronik Kantin Bu Sartinah



PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

FORM WAWANCARA TUGAS AKHIR TUGAS AKHIR TEKNIK LINGKUNGAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

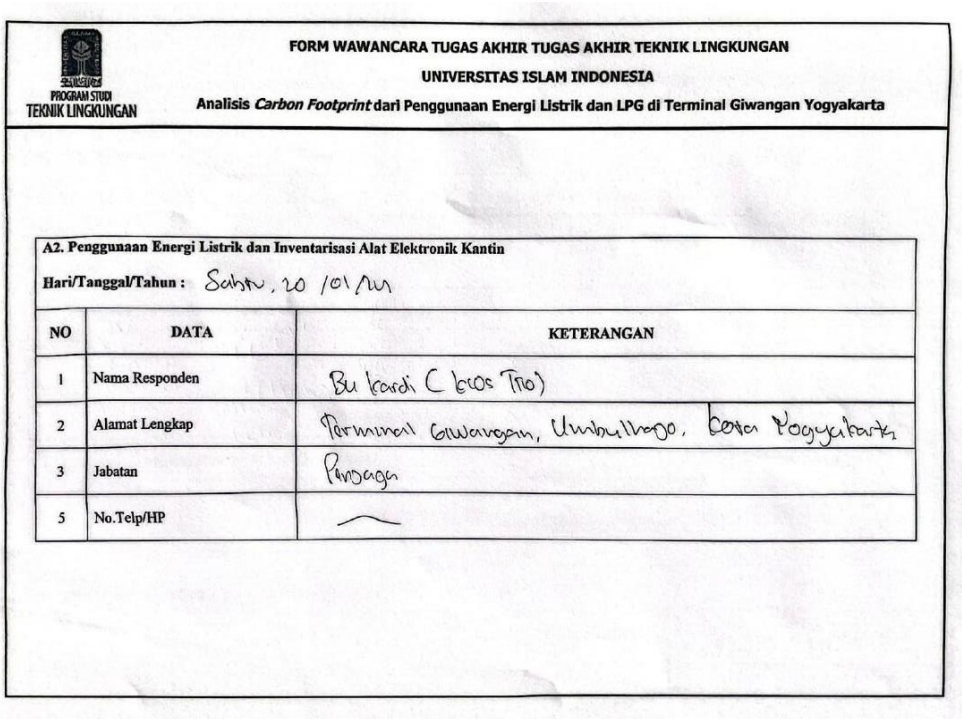
Analisis *Carbon Footprint* dari Penggunaan Energi Listrik dan LPG di Terminal Giwangan Yogyakarta

5. Daftar peralatan elektronik yang dimiliki ?

Jawaban :

NO	Peralatan elektronika	Tipe/ merk/ukuran	Daya (watt)	Lama Pemakaian dalam 1 hari (jam)	Frekuensi pemakaian dalam 1 bulan (hari)
1	TV	33 inch	60	12	
2	Kipas	Miyako	30	6	
3	Kulkas	Miyako KND 6	150	24	
4	Dispenser	Miyako	150	12	
5	Rice cooker	Sharp	400	9	
6	Lampu	Lampu LED	30	12	
7	Setrika	Polytron	300	24	
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					

Gambar 12. Form Inventarisasi Elektronik Kantin Bu Sartinah



PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

FORM WAWANCARA TUGAS AKHIR TUGAS AKHIR TEKNIK LINGKUNGAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

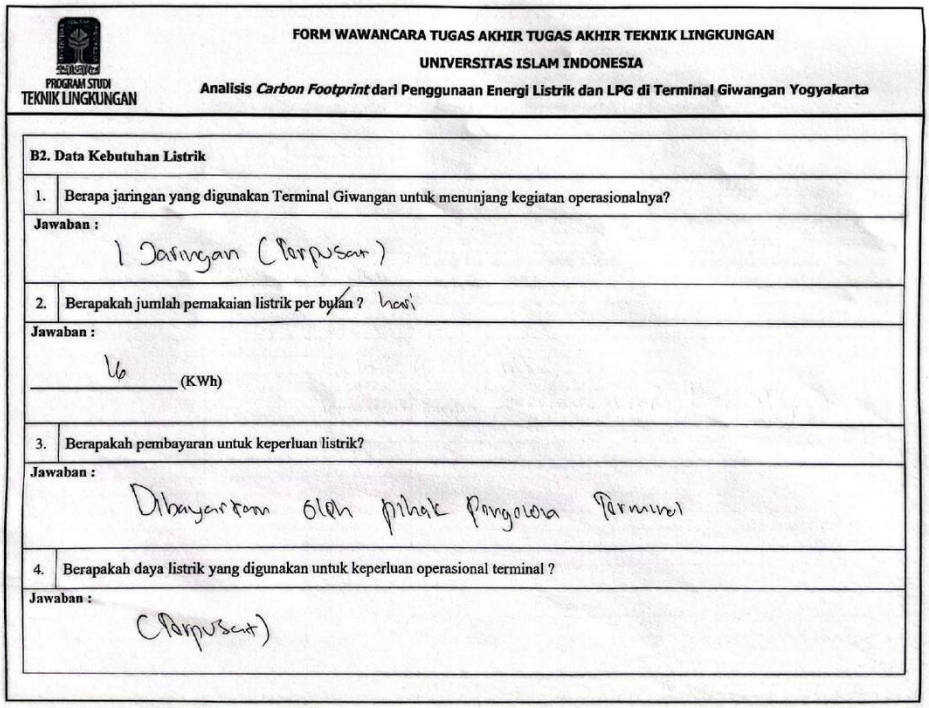
Analisis *Carbon Footprint* dari Penggunaan Energi Listrik dan LPG di Terminal Giwangan Yogyakarta

A2. Penggunaan Energi Listrik dan Inventarisasi Alat Elektronik Kantin

Hari/Tanggal/Tahun : Sabtu, 20 /01/ 24

NO	DATA	KETERANGAN
1	Nama Responden	Bu Kardi (Kios Trio)
2	Alamat Lengkap	Terminal Giwangan, Umbulharjo, Kota Yogyakarta
3	Jabatan	Pengaga
5	No.Telp/HP	—

Gambar 13. Form Inventarisasi Elektronik Kios Trio



PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

FORM WAWANCARA TUGAS AKHIR TUGAS AKHIR TEKNIK LINGKUNGAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Analisis *Carbon Footprint* dari Penggunaan Energi Listrik dan LPG di Terminal Giwangan Yogyakarta

B2. Data Kebutuhan Listrik

1. Berapa jaringan yang digunakan Terminal Giwangan untuk menunjang kegiatan operasionalnya?

Jawaban : 1 Jaringan (Terpusat)

2. Berapakah jumlah pemakaian listrik per bulan ? hari

Jawaban : 16 (KWh)

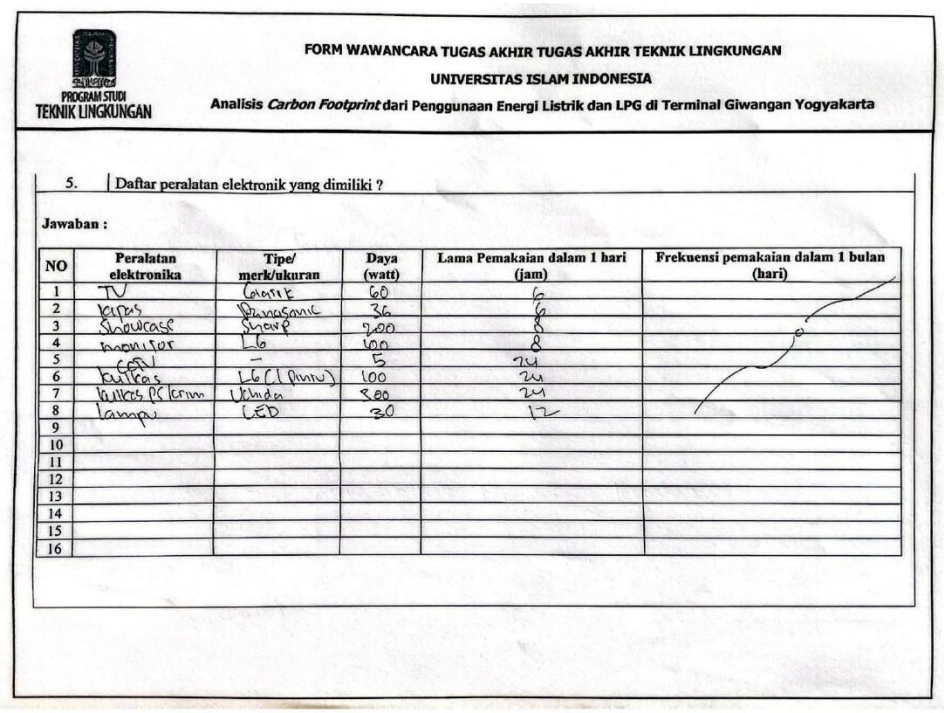
3. Berapakah pembayaran untuk keperluan listrik?

Jawaban : Dibayarkan oleh pihak Pengelola Terminal

4. Berapakah daya listrik yang digunakan untuk keperluan operasional terminal ?

Jawaban : (Terpusat)

Gambar 14. Form Inventarisasi Elektronik Kios Trio



PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

FORM WAWANCARA TUGAS AKHIR TUGAS AKHIR TEKNIK LINGKUNGAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

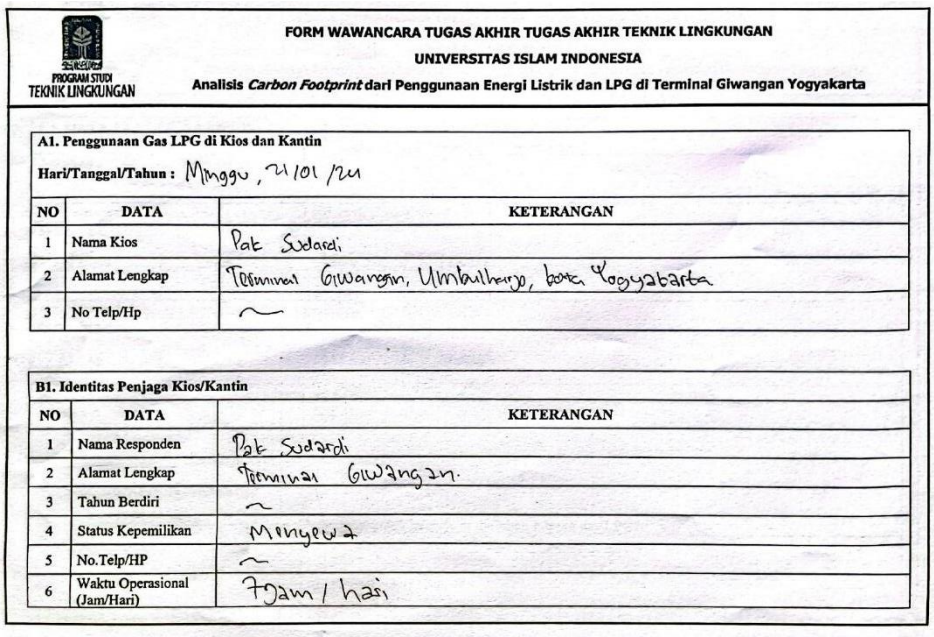
Analisis *Carbon Footprint* dari Penggunaan Energi Listrik dan LPG di Terminal Giwangan Yogyakarta

5. Daftar peralatan elektronik yang dimiliki ?

Jawaban :

NO	Peralatan elektronika	Tipe/ merk/ukuran	Daya (watt)	Lama Pemakaian dalam 1 hari (jam)	Frekuensi pemakaian dalam 1 bulan (hari)
1	TV	Coocaa	60	6	
2	Kipas	Panasonic	36	6	
3	Showcase	Sharp	200	8	
4	monitor	LG	100	8	
5	CCTV	–	5	24	
6	Kulkas	LG (Inverter)	100	24	
7	Kulkas PC Room	Polytron	800	24	
8	Lampu	LED	30	12	
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					

Gambar 15. Form Inventarisasi Elektronik Kios Trio



PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

FORM WAWANCARA TUGAS AKHIR TUGAS AKHIR TEKNIK LINGKUNGAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Analisis *Carbon Footprint* dari Penggunaan Energi Listrik dan LPG di Terminal Giwangan Yogyakarta

A1. Penggunaan Gas LPG di Kios dan Kantin

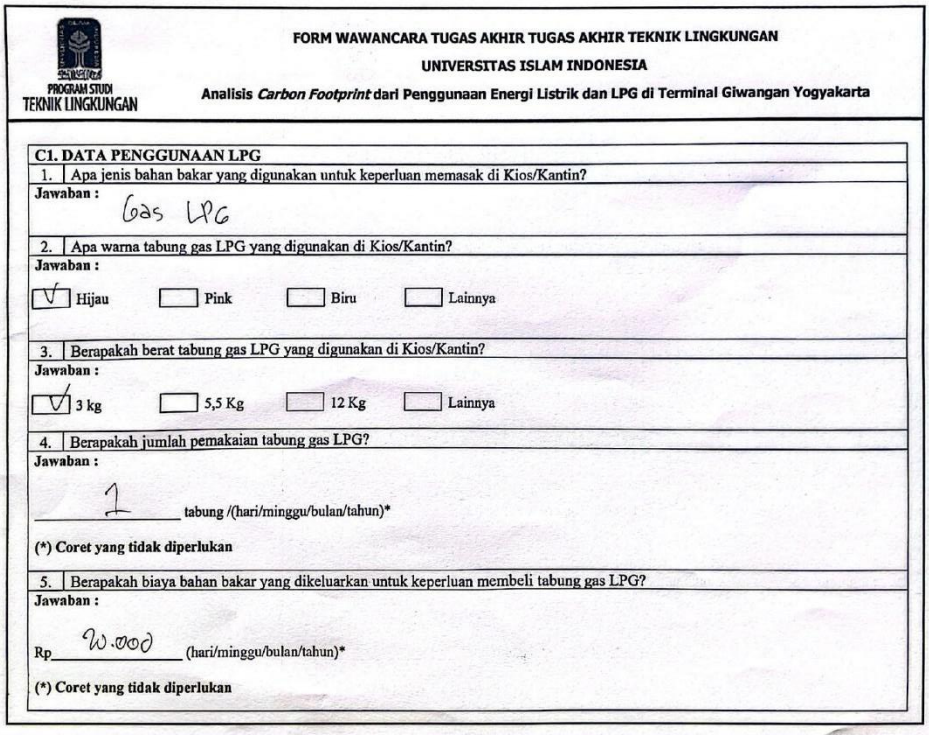
Hari/Tanggal/Tahun : Minggu, 21/01/24

NO	DATA	KETERANGAN
1	Nama Kios	Pak Sudardi
2	Alamat Lengkap	Terminal Giwangan, Umbulharjo, kota Yogyakarta
3	No Telp/Hp	~

B1. Identitas Penjaga Kios/Kantin

NO	DATA	KETERANGAN
1	Nama Responden	Pak Sudardi
2	Alamat Lengkap	Terminal Giwangan.
3	Tahun Berdiri	~
4	Status Kepemilikan	Menyewa
5	No.Telp/HP	~
6	Waktu Operasional (Jam/Hari)	7jam / hari

Gambar 16. Form Penggunaan LPG Kios Pak Sudardi



PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

FORM WAWANCARA TUGAS AKHIR TUGAS AKHIR TEKNIK LINGKUNGAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Analisis *Carbon Footprint* dari Penggunaan Energi Listrik dan LPG di Terminal Giwangan Yogyakarta

C1. DATA PENGGUNAAN LPG

1. Apa jenis bahan bakar yang digunakan untuk keperluan memasak di Kios/Kantin?

Jawaban : Gas LPG

2. Apa warna tabung gas LPG yang digunakan di Kios/Kantin?

Jawaban :

☑ Hijau ☐ Pink ☐ Biru ☐ Lainnya

3. Berapakah berat tabung gas LPG yang digunakan di Kios/Kantin?

Jawaban :

☑ 3 kg ☐ 5,5 Kg ☐ 12 Kg ☐ Lainnya

4. Berapakah jumlah pemakaian tabung gas LPG?

Jawaban :

1 tabung /(hari/minggu/bulan/tahun)*

(*) Coret yang tidak diperlukan

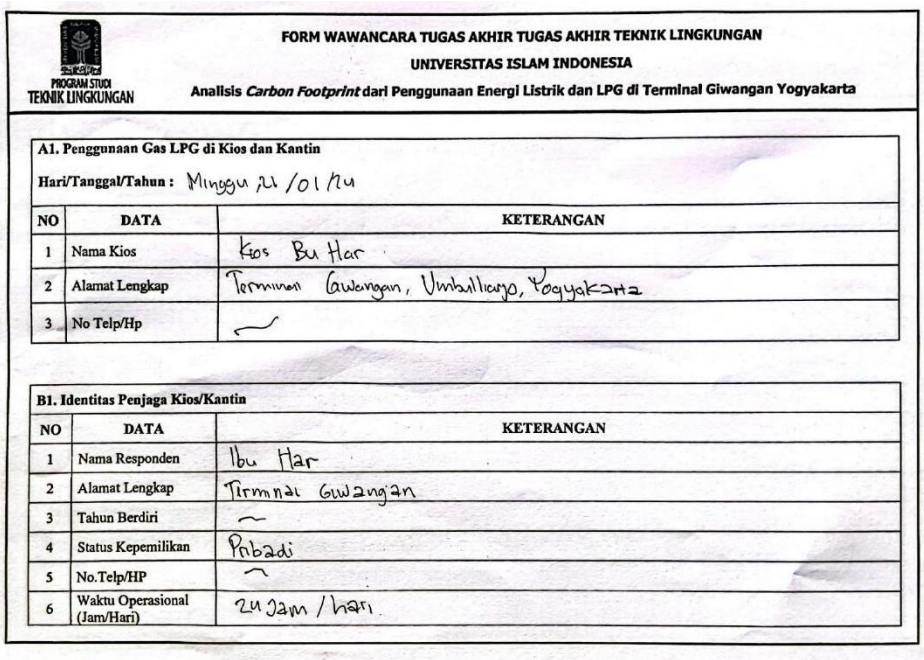
5. Berapakah biaya bahan bakar yang dikeluarkan untuk keperluan membeli tabung gas LPG?

Jawaban :

Rp 20.000 (hari/minggu/bulan/tahun)*

(*) Coret yang tidak diperlukan

Gambar 17. Form Penggunaan LPG Kios Pak Sudardi



PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

FORM WAWANCARA TUGAS AKHIR TUGAS AKHIR TEKNIK LINGKUNGAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Analisis *Carbon Footprint* dari Penggunaan Energi Listrik dan LPG di Terminal Giwangan Yogyakarta

A1. Penggunaan Gas LPG di Kios dan Kantin

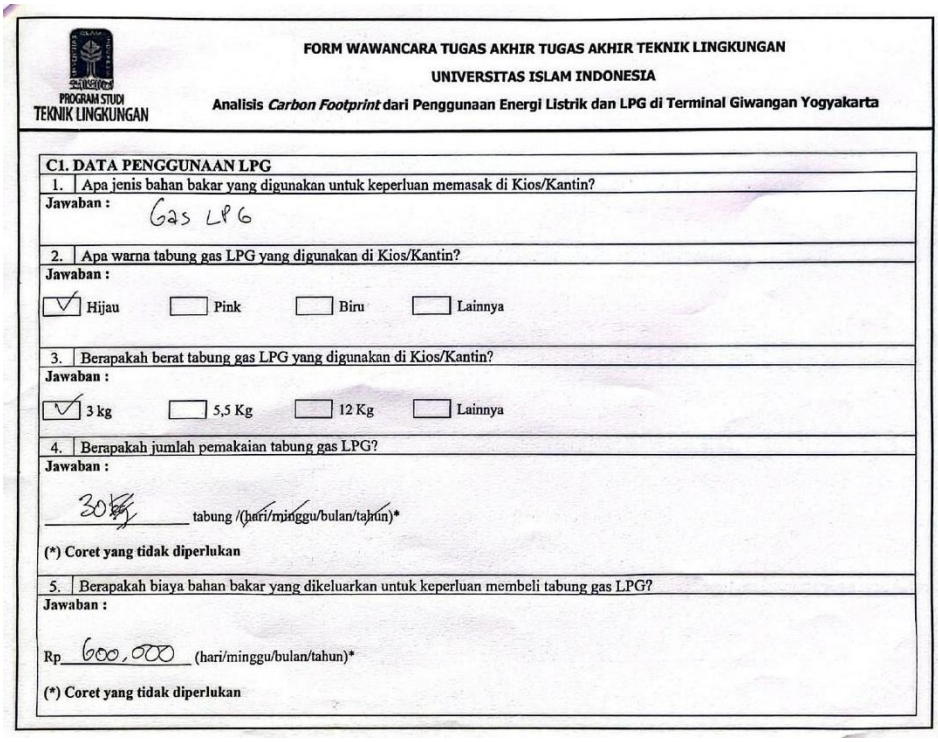
Hari/Tanggal/Tahun : Minggu 21/01/24

NO	DATA	KETERANGAN
1	Nama Kios	Kios Bu Har
2	Alamat Lengkap	Terminal Giwangan, Umbulharjo, Yogyakarta
3	No Telp/Hp	~

B1. Identitas Penjaga Kios/Kantin

NO	DATA	KETERANGAN
1	Nama Responden	Ibu Har
2	Alamat Lengkap	Terminal Giwangan
3	Tahun Berdiri	~
4	Status Kepemilikan	Pribadi
5	No.Telp/HP	~
6	Waktu Operasional (Jam/Hari)	24 jam / hari

Gambar 18. Form Penggunaan LPG Kios Bu Har



PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

FORM WAWANCARA TUGAS AKHIR TUGAS AKHIR TEKNIK LINGKUNGAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Analisis *Carbon Footprint* dari Penggunaan Energi Listrik dan LPG di Terminal Giwangan Yogyakarta

C1. DATA PENGGUNAAN LPG

1. Apa jenis bahan bakar yang digunakan untuk keperluan memasak di Kios/Kantin?

Jawaban : Gas LPG

2. Apa warna tabung gas LPG yang digunakan di Kios/Kantin?

Jawaban :

☑ Hijau ☐ Pink ☐ Biru ☐ Lainnya

3. Berapakah berat tabung gas LPG yang digunakan di Kios/Kantin?

Jawaban :

☑ 3 kg ☐ 5,5 Kg ☐ 12 Kg ☐ Lainnya

4. Berapakah jumlah pemakaian tabung gas LPG?

Jawaban :

30 tabung /(hari/minggu/bulan/tahun)*

(*) Coret yang tidak diperlukan

5. Berapakah biaya bahan bakar yang dikeluarkan untuk keperluan membeli tabung gas LPG?

Jawaban :

Rp 600.000 (hari/minggu/bulan/tahun)*

(*) Coret yang tidak diperlukan

Gambar 19. Form Penggunaan LPG Kios Bu Har

”Halaman ini sengaja dikosongkan”

RIWAYAT HIDUP



Alfian Rayhan Putra merupakan nama lengkap penulis yang lahir di Bantul pada 28 Mei 2002. Penulis merupakan anak pertama dari pasangan Bambang Sigid Purnomo dan Triningtyas Sukmawati. Penulis menempuh pendidikan di TK Kemala Bhayangkari 08 Lubuk Sikaping, Sumatera Barat, SD Bantul Timur dan menempuh pendidikan di sebuah SMP dan SMA Negeri di Kabupaten Bantul, Yogyakarta hingga saat ini menempuh pendidikan strata-1 (S1) pada program studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia. Selain aktif dalam bidang akademik, penulis juga aktif dalam beberapa kegiatan non akademik di Teknik Lingkungan UII seperti *Enviro Champions*, Lintas Lingkungan dan pengurus HMTL.