TA/TL/2024/1918

TUGAS AKHIR

ANALISIS JEJAK KARBON PADA AREA PERMUKIMAN WILAYAH UTARA UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA, KABUPATEN SLEMAN

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

Muhammad Fir'ad Fuaddilah
20513087

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

TUGAS AKHIR

ANALISIS JEJAK KARBON PADA AREA PERMUKIMAN WILAYAH UTARA UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA, KABUPATEN SLEMAN

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

Disusun oleh:
Muhammad Fir'ad Fuaddilah
20513087

Disetujui

Pembimbing 1:

Prof. Dr.-Ing. Ir. Widodo Brontowiyono, M.Sc
Tanggal: 25/10/2024
NIK. 875110107

Pembimbing 2:

Fina Binazir Maziya, S.T., M.T.
Tanggal: 25 Oktober 2025
NIK. 165131305

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

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

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS JEJAK KARBON PADA AREA PEMUKIMAN WILAYAH UTARA UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA, KABUPATEN SLEMAN

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Senin

Tanggal : 14 Oktober 2024

Disusun oleh :

MUUHAMMAD FIR'AD FUADDILAH

20513087

Tim Penguji :

Prof. Dr.-Ing. Ir. Widodo Brontowiyono, M.Sc (25/10/2024)

Fina Binazir Maziya, S.T., M.T. ( )

Ikrom Mustofa, S.Si., M.Sc. ( )

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program *software* komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya, bukan tanggung jawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari 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,

Yang membuat pernyataan,



Muhammad Fir'ad Fuaddilah

NIM: 20513087

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Jejak Karbon pada Area Permukiman Wilayah Utara Universitas Islam Indonesia, Kabupaten Sleman " dengan baik.

Penyusunan laporan ini bertujuan untuk memenuhi syarat akademik untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Strata Satu (S1) dari Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Dalam penyusunan ini, penulis turut mengucapkan terima kasih kepada beberapa pihak yang membantu dan memberikan semangat, serta bimbingan dalam menyelesaikan laporan ini. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Mama yang telah memberikan banyak doa juga dukungan sedari awal masuk perkuliahan hingga saat ini.
2. Ibu Any Juliani, S.T., M.Sc. (Res.Eng.), Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
3. Prof. Dr.-Ing. Ir. Widodo Brontowiyono, M.Sc., dan Ibu Fina Binazir Maziya, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan arahan dan masukan baik dalam tugas akhir maupun perkuliahan.
4. Bapak Ikrom Mustofa, S.Si, M.Sc. selaku dosen penguji yang telah memberikan arahan, saran serta masukan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Seluruh dosen, pengajar, dan staf program studi Teknik Lingkungan yang telah banyak memberi ilmu dan membantu selama perkuliahan penulis hingga tugas akhir dapat terselesaikan.
6. Sahabat dan teman-teman yaitu Majon, Gia, Ardi, Leri, yang sudah menjadi partner bertumbuh bersama, pendengar yang baik di segala keadaan, dan selalu memberikan dukungan yang penuh selama masa penulisan tugas akhir ini. Terutama kepada Puja selaku rekan tugas akhir, terima kasih sudah membantu dan membersamai banyak proses selama masa perkuliahan.

7. Anindya Hapsari Laksmita Devi, yang selalu memberikan dukungan, dan semangat tanpa henti selama proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih atas pengertian, serta motivasi yang diberikan. Skripsi ini tidak akan selesai tanpa dukunganmu yang tulus.

Yogyakarta, 25 Oktober 2024

Muhammad Fir’ad Fuaddilah

ABSTRACT

The existence of settlements around the campus has a significant impact on the environment, especially related to the energy needs needed to support the daily activities of the community. The activities in these settlements directly or indirectly contribute to greenhouse gas emissions, which in turn contribute to the acceleration of global warming. The measurement of greenhouse gas emissions, also known as carbon footprint, is an important indicator to assess the amount of emissions produced. This research was conducted in the North area of Universitas Islam Indonesia (UII), Sleman Regency, Yogyakarta Special Region, with the aim of identifying and mapping the carbon footprint value of residential areas in the region. The research focuses on two main sectors, namely the household sector, which includes the use of LPG and electrical energy, and the transportation sector. This research used a quantitative approach through direct field surveys and questionnaires. Carbon emissions were calculated based on the 2006 Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Guidelines. The results showed that the total carbon emissions in the Northern region of UII reached 3,637.50 tons of CO_2eq per year, with Kimpulan Hamlet in Region A being the largest contributor to emissions, which amounted to 1,481.61 tons of CO_2eq per year.

Keywords: Greenhouse gases, IPCC, carbon footprint, settlement activities

ABSTRAK

Keberadaan permukiman di sekitar kampus memberikan dampak yang signifikan terhadap lingkungan, terutama terkait kebutuhan energi yang diperlukan untuk mendukung aktivitas sehari-hari masyarakat. Aktivitas-aktivitas di permukiman tersebut secara langsung maupun tidak langsung menyumbang emisi gas rumah kaca, yang pada akhirnya berkontribusi terhadap percepatan pemanasan global. Pengukuran emisi gas rumah kaca, atau dikenal sebagai jejak karbon, menjadi indikator penting untuk menilai jumlah emisi yang dihasilkan. Penelitian ini dilakukan di wilayah Utara Universitas Islam Indonesia (UII), Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, dengan tujuan untuk mengidentifikasi dan memetakan nilai jejak karbon dari area permukiman di wilayah tersebut. Fokus penelitian mencakup dua sektor utama, yaitu sektor rumah tangga, yang meliputi penggunaan LPG dan energi listrik, serta sektor transportasi. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif melalui survei langsung di lapangan dan pengisian kuesioner. Perhitungan emisi karbon dilakukan berdasarkan Pedoman Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 2006. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total emisi karbon di wilayah Utara UII mencapai 3.637,50 ton CO_2eq per tahun, dengan Dusun Kimpulan di Wilayah A menjadi penyumbang emisi terbesar, yakni sebesar 1.481,61 ton CO_2eq per tahun.

Kata Kunci: Gas rumah kaca, IPCC, jejak karbon, Permukiman

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI viii
DAFTAR TABEL xi
DAFTAR GAMBAR xii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penelitian 3
1.6 Ruang Lingkup 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Pemanasan Global 5
2.2 Emisi Karbon 6
2.3 Transportasi 6
2.4 Sektor Rumah Tangga 6
2.5 Faktor Emisi 7
2.6 Jejak Karbon 8
2.7 Permukiman ..... **Error! Bookmark not defined.**
BAB III METODE PENELITIAN 20
3.1 Waktu dan Lokasi 20
3.2 Metode Penelitian 22
3.3 Metode Pengumpulan Data 23
3.3.1 Populasi dan Sampel Penelitian 23
3.3.2 Sumber Data 24
3.4 Teknik Pengumpulan Data 25
3.5 Metode Analisis Data 25
3.5.1 Penggunaan LPG 25
3.5.2 Kegiatan Transportasi 26
3.5.3 Pemakaian Energi Listrik 26
3.5.4 Total Emisi Gas Rumah Kaca 27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 28

4.1 Gambaran Umum dan Lokasi Penelitian 28
4.2 Hasil Pengumpulan Data 29
4.2.1 Data Penggunaan LPG 29
4.2.2 Data Penggunaan Kendaraan Bermotor 31
4.2.3 Data Penggunaan Energi Listrik 35
4.3 Perhitungan Jumlah Jejak Karbon 38
4.3.1 Jumlah Jejak Karbon Penggunaan LPG 38
4.3.2 Jumlah Jejak Karbon Penggunaan Energi Listrik 40
4.3.3 Jumlah Jejak Karbon Penggunaan BBM 42
4.3.4 Total Jejak Karbon dari Area Permukiman 43
4.3.5 Analisis Perbandingan Nilai Jejak Karbon 46
4.4 Pemetaan Jejak Karbon di Wilayah Utara UII 48
4.5 Upaya Minimalisir Karbon di Wilayah Utara Universitas Islam Indonesia (UII) 51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 53
5.1 Kesimpulan 53
5.2 Saran 53
DAFTAR PUSTAKA 55

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Faktor Emisi Bahan Bakar Memasak 7
Tabel 2.2 Faktor Emisi Ketenagalistrikan Jawa-Madura-Bali 7
Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu..... 12
Tabel 3.1 Teknik Pengambilan Data 25
Tabel 3.2 Konversi Energi dan Faktor Emisi Gas..... 26
Tabel 3.3 Konversi Energi dan Faktor Emisi BBM 26
Tabel 3.4 Faktor Emisi Jaringan Ketenagalistrikan Jawa-Madura-Bali..... 27
Tabel 4.1 Titik Pengambilan Sampel 28
Tabel 4.2 Variabel Data..... 29
Tabel 4.3 Estimasi Penggunaan LPG 30
Tabel 4.4 Penggunaan LPG..... 31
Tabel 4.5 Data Jenis Kendaraan 32
Tabel 4.6 Jumlah Unit Kendaraan..... 32
Tabel 4.7 Estimasi penggunaan BBM..... 32
Tabel 4.8 Jumlah Pengguna BBM..... 33
Tabel 4.9 Jumlah BBM per Bulan..... 34
Tabel 4.10 Jumlah BBM per Tahun 34
Tabel 4.11 Klasifikasi Daya Listrik (VA) 36
Tabel 4. 12 Estimasi Pengguna Listrik..... 36
Tabel 4.13 Jumlah Daya Listrik (kWh/bulan)..... 37
Tabel 4.14 Total Penggunaan Daya Listrik (kWh) 37
Tabel 4.15 Jumlah Emisi Karbon Penggunaan LPG..... 39
Tabel 4.16 Jumlah Emisi Karbon Penggunaan Listrik..... 40
Tabel 4.17 Jumlah Emisi Karbon Penggunaan BBM..... 42
Tabel 4.18 Total Emisi Karbon dari Area Permukiman di Wilayah Utara UII.... 44
Tabel 4.19 Perbandingan Nilai Jejak Karbon..... 46
Tabel 4. 20 Jangkauan emisi di wilayah Utara Universitas Islam Indonesia 49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Peta di Wilayah Utara UII, Kabupaten Sleman 20
Gambar 3.2 Peta Lokasi Sampel..... 21
Gambar 4.1 Persentase Penggunaan Gas..... 31
Gambar 4.2 Diagram Persentase Total Penggunaan BBM..... 35
Gambar 4. 3 Diagram Persentase Total Penggunaan Listrik (kWh) 38
Gambar 4.4 Diagram Total Emisi Karbon Penggunaan LPG 39
Gambar 4.5 Diagram Total Emisi Karbon Penggunaan Energi Listrik..... 41
Gambar 4.6 Diagram Total Emisi Karbon Penggunaan BBM 42
Gambar 4.7 Diagram Persentase Total Emisi Karbon..... 44
Gambar 4.8 Diagram Perbandingan Nilai Total Jejak Karbon..... 47
Gambar 4.9 Pemetaan Jejak Karbon pada Area Permukiman..... 50

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masalah lingkungan saat ini, terutama pemanasan global, menjadi perhatian utama dalam diskusi perubahan iklim. United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) tahun 2007, menetapkan bahwa perubahan iklim adalah istilah yang mengacu pada perubahan dalam pola iklim yang disebabkan oleh aktivitas manusia, baik secara langsung maupun tidak langsung. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) menyatakan bahwa dalam kurun waktu 15 tahun, yakni antara tahun 1990 hingga 2005, telah terjadi peningkatan suhu global di bumi sebesar 0,15℃ hingga 0,3℃ (Mulyani, 2021). Penyumbang emisi gas rumah kaca global terbesar merupakan bersumber dari emisi CO2. Indonesia menempati peringkat keenam negara penghasil CO2 dunia. Semakin meningkatnya aktivitas manusia saat ini, menyebabkan perhitungan jejak karbon menjadi semakin diperlukan. Perhitungan jejak karbon menunjukkan bagaimana aktivitas manusia memengaruhi lingkungan. Oleh karena itu, memahami tentang jejak karbon sangat penting untuk menjaga keberlanjutan lingkungan dan mengurangi emisi gas rumah kaca.

Gas CO_2 menjadi salah satu penyebab peningkatan gas rumah kaca karena pelepasan gas CO_2 ke atmosfer akan membentuk lapisan pelindung di atmosfer, berdampak pada bumi mengalami pemanasan global. Gas karbon dioksida yang diemisikan ke udara dapat berasal dari berbagai jenis aktivitas manusia seperti, transportasi, industri, dan Permukiman. Di era teknologi saat ini, sangat penting bagi kehidupan, dengan kemajuan teknologi karena mobilitas menjadi lebih mudah dari satu tempat ke tempat lainnya. Di sisi lain, transportasi berdampak buruk baik pada manusia maupun bumi. Pencemaran disebabkan oleh kendaraan bermotor yang digunakan saat ini, setengah dari energi fosil diubah menjadi energi mekanik oleh sebagian besar kendaraan bermotor dan 40% dari energi fosil diubah menjadi energi termal yang dimana semua ini dapat menyebabkan

pemanasan global (Nugrahayu, 2015).

Jejak karbon adalah jumlah emisi karbon yang dihasilkan oleh suatu organisasi, peristiwa, produk, dan aktivitas manusia. Jejak karbon dinyatakan dalam satuan ton karbon atau ton karbondioksida ekuivalen. Jejak karbon adalah ukuran dari bagaimana aktivitas manusia mempengaruhi lingkungan. Semakin banyak aktivitas yang dilakukan manusia, maka semakin banyak emisi yang dihasilkan. Hal ini menunjukkan bahwa ada korelasi antara tindakan manusia dan kualitas udara di atmosfer. Hampir semua manusia yang melakukan aktivitas sehari-hari yang membutuhkan energi akan mengeluarkan karbondioksida (CO_2) (Parulian et al., 2022). Dalam fenomena ini, para sivitas akademika maupun masyarakat di sekitar Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia (UII) di Kabupaten Sleman menjadi sebuah entitas yang secara tidak langsung turut berkontribusi terhadap emisi gas rumah kaca apabila ditinjau berdasarkan aktivitas kesehariannya yang tidak dapat terlepas dari penggunaan energi.

Kampus Terpadu UII merupakan pusat penyedia layanan dalam bidang pendidikan dengan populasi yang besar. Keberadaan Kampus Terpadu UII ini mempengaruhi kawasan di sekitarnya, terutama wilayah yang berdekatan dengan Kampus Terpadu UII wilayah tersebut, sehingga berdampak juga pada peningkatan kepadatan bangunan dan jumlah penduduk. perlunya energi dan berkontribusi pada nilai emisi karbon. Dusun Kimpulan berlokasi di dekat kampus UII dan merupakan pusat Permukiman yang cukup padat dengan mahasiswa dan penduduk lokal.

Dusun Kimpulan mempunyai 82 rumah yang tersebar dalam 1 wilayah RW dan 1 wilayah RT dan Dusun Lodadi tersebar menjadi 2 wilayah RT, RT 01 mempunyai 70 rumah dan RT 02 50 rumah. Dalam beberapa tahun terakhir, ada peningkatan permintaan energi di wilayah utara UII karena peralihan dari gaya hidup sederhana ke gaya hidup modern. Dalam beberapa tahun terakhir, emisi karbon telah meningkat karena mayoritas masyarakat wilayah Utara UII menggunakan teknologi dan bahan bakar fosil untuk mendukung kegiatan mereka. Oleh karena itu, penggunaan energi di Permukiman ini dapat dianggap sebagai gambaran dari sebagian besar perilaku masyarakat yang terjadi di sekitar Kampus Terpadu UII. Oleh karena itu, penulis ingin melakukan penelitian yang disebut

"Analisis Jejak Karbon pada Area Permukiman di Wilayah Utara UII, Kabupaten Sleman" untuk mengetahui jumlah emisi CO_2 yang berasal dari sektor energi dan transportasi.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang terdapat dalam penelitian ini yaitu:

1) Berapa nilai jejak karbon dari area Permukiman yang terdapat di wilayah Utara UII, Kabupaten Sleman?
2) Bagaimana pemetaan jejak karbon yang dihasilkan dari area Permukiman di wilayah Utara UII, Kabupaten Sleman?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1) Menganalisis nilai jejak karbon dari area Permukiman yang terdapat di wilayah Utara UII, Kabupaten Sleman.
2) Memetakan jejak karbon yang dihasilkan dari area Permukiman di wilayah Utara UII, Kabupaten Sleman.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu:

1) Bagi Universitas Islam Indonesia

   Dapat menjadi referensi dalam karya-karya ilmiah terkait analisis jejak karbon sektor transportasi di Permukiman wilayah Utara UII, Kabupaten Sleman
2) Bagi akademis/Peneliti

   Dapat menjadi bahan referensi untuk penelitian terkait analisis jejak karbon sektor transportasi di Permukiman wilayah Utara UII, Kabupaten Sleman.

1.5 Ruang Lingkup

Penelitian ini terdapat beberapa pembatasan permaslahan yang dikaji, ruang lingkup padapenelitian ini yaitu:

1) Data yang digunakan dalam penelitan ini diperoleh dari Permukiman di wilayah Utara UII, Kabupaten Sleman
2) Survei dilakukan di rumah tempat tinggal warga di wilayah Utara UII Kabupaten Sleman.
3) Perhitungan emisi pada sektor energi yang difokuskan pada penggunaan listrik dan gas LPG.
4) Perhitungan emisi pada sektor transportasi didasarkan pada jumlah bahan bakar yang dikonsumsi oleh kendaraan, dengan bahan bakar yang diteliti berjenis pertamax, pertalite dan solar.
5) Bahan bakar yang diteliti hanya pertalite dan pertamax.
6) Parameter yang digunakan adalah emisi karbon dioksida (CO_2).
7) Perhitungan emisi menggunakan rumus IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) 2006.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pemanasan Global

Pemanasan global adalah hasil dari radiasi matahari ke atmosfer bumi, yang kemudian mengubah sinar infra merah menjadi energi panas yang diserap oleh udara dan permukaan bumi, yang menyebabkan pemanasan global.Industri, gas buang kendaraan bermotor, produksi listrik, dan kebakaran hutan adalah beberapa contoh aktivitas yang dapat menyebabkan pemanasan global

Salah satu penyebab utama emisi gas rumah kaca adalah sektor transportasi. Penggunaan bahan bakar fosil untuk menggerakkan mesin menghasilkan beberapa jenis gas rumah kaca, seperti karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), dan senyawa hidrokarbon lainnya, serta nitrogen oksida (N_2O), bersama dengan polutan tambahan. Ini belum termasuk dampak pencemaran udara yang sudah umum diketahui, seperti karbon monoksida (CO), sulfur dioksida (SO_2), partikel (PM_{10}), dan oksida nitrogen lainnya (Wardoyo, 2016).

Menurut penjelasan tentang penyebab perubahan iklim, UNFCCC mengartikan pemanasan global sebagai kenaikan suhu bumi secara bertahap yang disebabkan oleh efek rumah kaca. Efek rumah kaca mengubah pola iklim global sebagai hasil dari peningkatan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer. Selain membuat gletser, salju di puncak gunung, dan lapisan es di Kutub Utara dan Selatan mencair, suhu bumi yang meningkat membuat permukaan air laut naik dan mengancam kehidupan di wilayah pesisir. Selain itu, air laut yang memanas memuai lebih cepat dan membentuk lebih banyak awan, semakin besar awan, semakin banyak hujan dan badai yang terjadi. Perubahan suhu yang berdampak pada pola angin juga membuat prediksi cuaca menjadi lebih sulit. Hal itu kemudian menyebabkan kekeringan ekstrem, kebakaran hutan, banjir, badai tropis, dan bencana lain yang dikenal sebagai perubahan iklim. Perubahan ini terjadi secara bertahap, baik karena tindakan manusia maupun faktor alam.Emisi Karbon.

2.2 Emisi Karbon

Karbon adalah unsur yang memiliki banyak turunan senyawa, dan hampir semua benda yang ditemukan di Bumi memiliki karbon sebagai turunannya. Akibatnya, setiap materi, dari bahan mentah hingga limbah, harus mengalami siklus karbon yang panjang. Oleh karena itu, setiap energi yang terbuang dalam setiap proses akan menyebabkan emisi gas buang (Dapas, 2015).

Pembakaran karbon dalam bentuk senyawa atau tunggal menyebabkan pelepasan gas seperti CO_2, CH_4, N_2O, dan HFC ke atmosfer bumi. Penggunaan bahan bakar fosil seperti bensin dan diesel untuk menggerakkan kendaraan bermotor berkontribusi pada emisi karbon di sektor transportasi.Pembakaran bahan bakar ini menghasilkan gas rumah kaca, terutama karbon dioksida (CO_2), yang dilepaskan ke atmosfer. Beberapa faktor, seperti jumlah kendaraan yang ada di Dusun, jenis kendaraan, efisiensi bahan bakar, dan pola perDusunan, menentukan tingkat emisi karbon dalam industri transportasi (Ardelia & Parahyangan, 2023).

2.3 Sektor Transportasi

Kebutuhan akan alat transportasi semakin mendesak, sehingga permintaan energi untuk mobilitas pun meningkat. Dengan akses yang lebih luas untuk memiliki kendaraan seperti mobil atau motor, ketergantungan terhadap bahan bakar fosil juga akan bertambah. Hal ini disebabkan oleh aktivitas manusia, terutama yang terkait dengan pembakaran bahan bakar fosil seperti batu bara, minyak bumi, dan gas alam. Proses pembakaran ini menghasilkan karbondioksida (CO_2) dan berbagai gas lainnya yang dikenal sebagai gas rumah kaca. Gas-gas ini kemudian dilepaskan ke atmosfer, menyebabkan efek rumah kaca yang berkontribusi pada pemanasan global dan perubahan iklim (Pratama, 2019)

2.4 Sektor Rumah Tangga

Rumah tangga adalah tempat aktivitas manusia. Orang-orang di sana menghabiskan banyak waktu untuk melakukan berbagai kegiatan. Setiap rumah tangga memiliki aktivitas yang berbeda dan nilai jejak karbon yang berbeda (Wicaksono, 2010). Jumlah bahan bakar yang digunakan, jenis alat listrik yang

digunakan di rumah tangga, lama pemakaian alat-alat listrik, daya listrik, dan jenis rumah adalah beberapa komponen yang berkontribusi terhadap emisi karbon dioksida. Pengguna energi terbesar ketiga adalah rumah tangga, setelah industri dan transportasi. Kebutuhan energi sektor rumah tangga saat ini mencapai 8% dari total penggunaan energi. Sektor rumah tangga membutuhkan energi panas untuk memasak dan listrik untuk penerangan, pengkondisian ruangan, dan peralatan elektronik lainnya. Pembakaran bahan bakar berbahaya (BBM), seperti minyak tanah, LPG, gas bumi, dan kayu bakar. Bahan bakar yang umum digunakan untuk kegiatan memasak saat ini adalah Liquid Petroleum Gas (LPG), yang tersedia dalam bentuk tabung gas berukuran 3 kg atau 12 kg untuk memenuhi kebutuhan energi panas. Lampu minyak tanah dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik di beberapa daerah yang belum memilikinya (Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2012).

Tabel 2.1 Faktor Emisi Bahan Bakar Memasak

Jenis Bahan Bakar	**Faktor Emisi CO_2 (CO_2/TJ)**
LPG	63100
Minyak Tanah	71900
Kayu Bakar	112000

Sumber: (IPCC, 2006)

Tabel 2.2 Faktor Emisi Ketenagalistrikan Jawa-Madura-Bali

Tahun	**Faktor Emisi (kg CO_2/kWh)**
2010	0,730
2011	0,778
2012	0,823
2013	0,855
2014	0,840
2015	0,903
2016	0,877
2017	0,890
2018	0,880
2019	0,870

Sumber : https://gatrik.esdm.go.id/ (2019)

2.5 Faktor Emisi

Faktor emisi adalah jumlah besaran emisi yang dilepaskan ke atmosfer per

satuan aktivitas tertentu. Faktor emisi kendaraan tergantung pada karakteristik kendaraan, teknologi kontrol emisi, spesifikasi bahan bakar dan udara ambien, dan oprasi. Mereka juga dapat menggambarkan tingkat emisi yang sebenarnya (Rusdiani, 2018). Dalam upaya untuk mengurangi emisi gas rumah kaca, yang dianggap sebagai penyebab utama pemanasan global dan perubahan iklim. Gas yang menyebabkan perubahan iklim dikenal sebagai gas rumah kaca (GRK). Aktivitas industri di Indonesia menyumbang 3,12% dari total emisi GRK global, dengan kontribusi aktivitas transportasi sebesar 22% dan aktivitas industri sebesar 23% (Ghaniyyu & Husnita, 2021).

2.6 Jejak Karbon

Jejak karbon menunjukkan bagaimana aktivitas manusia berdampak pada lingkungan dan perubahan iklim. Ini berkaitan dengan jumlah gas rumah kaca yang dilepaskan dari pembakaran bahan bakar fosil untuk kebutuhan energi, pemanas, dan transportasi. Jumlah total emisi karbon dioksida langsung dan tidak langsung, serta produk yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari, disebut jejak karbon. Ada banyak metode yang dapat digunakan untuk menghitung jejak karbon. Pertama, lakukan penyelidikan tentang bahan bakar fosil yang digunakan. Proses ini menggunakan bahan bakar fosil, seperti gas alam atau minyak bumi, yang dapat menghasilkan karbon dioksida (CO_2).

2.7 Perhitungan Jejak Karbon

Perhitungan emisi CO2 dilakukan dengan mengalikan volume bahan bakar yang digunakan dengan faktor emisi yang sesuai dengan jenis bahan bakar tersebut. Faktor emisi merupakan nilai rata-rata parameter pencemar udara yang dilepaskan dari sumber spesifik. Faktor emisi adalah jumlah emisi Gas Rumah Kaca (GRK) yang dilepaskan ke atmosfer per satuan aktivitas tertentu (KLHK, 2017). Metode perhitungan berdasarkan bahan bakar yang digunakan memiliki tingkat reliabilitas yang lebih tinggi dibandingkan metode berdasarkan jarak tempuh (Cunningham, 2008). Oleh karena itu, disarankan untuk menggunakan metode berdasarkan bahan bakar dalam menghitung emisi CO2 dari konsumsi bahan bakar.

World Meteorological Organization (WMO) dan United Nations Environment Programme (UNEP) mendirikan Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) pada tahun 1988 dengan tujuan utama yang berfokus pada perubahan iklim akibat aktivitas manusia baik secara teknis, sosial-ekonomi dan informasi ilmiah. Salah satu laporan penting IPCC adalah buku pedoman metodologi untuk inventarisasi gas rumah kaca nasional. Menurut Pedoman IPCC (2006), perhitungan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) dikategorikan dalam tiga tingkat ketelitian, yang dikenal sebagai "tier". Tiga tingkat ketelitian (Tier) ini dijelaskan sebagai berikut:

a. Tier 1: Estimasi GRK berdasarkan data aktivitas dan faktor emisi deafault yang disediakan oleh IPCC Guideline.

b. Tier 2: Estimasi GRK dengan data aktivitas yang lebih akurat dan memakai faktor emisi default IPCC atau faktor emisi yang telah disediakan oleh suatu negara atau suatu industri (country specific/plant specific).

c. Tier 3: Estimasi GRK denggan data aktivitas yang lebih akurat berdasarkan metode spesifik suatu negara (pengukuran langsung) dan dengan menggunakan faktor emisi spesifik suatu negara atau suatu industri.

Secara umum, persamaaan yang digunakan untuk menghitung estimasi emisi GRK dapat ditulis dalam bentuk sederhana, seperti yang terdapat di Persamaan (2.1).

$$\text{Emisi GRK} = \text{DA} \times \text{FE} \quad \text{.....(2.1)}$$

dimana:

DA : aktivitas data mencakup informasi mengenai jumlah aktivitas manusia yang berkontribusi terhadap emisi GRK

FE : koefisien yang menunjukkan jumlah emisi per unit aktivitas baik berupa volume produksi atau konsumsi

2.8 Permukiman

Perumahan adalah kumpulan rumah sebagai bagian dari permukiman, baik perkotaan maupun perdesaan, yang dilengkapi dengan prasarana, sarana, dan

utilitas umum sebagai upaya pemenuhan rumah yang layak huni. Di sisi lain, Permukiman adalah bagian dari lingkungan hunian yang terdiri atas lebih dari satu satuan perumahan yang memiliki prasarana, sarana, dan utilitas umum, serta memberikan dukungan untuk kegiatan fungsi lain di kawasan perkotaan atau perdesaan. Dengan meningkatnya aktivitas di Permukiman, intensitas penggunaan lahan di Permukiman meningkat. Tingkat penggunaan lahan yang lebih tinggi ini secara langsung maupun tidak langsung berkontribusi pada peningkatan emisi gas rumah kaca. Bahan bakar fosil adalah penyebab utama Permukiman (Lasaiba, 2022).

2.9 Target NDC Indonesia

Kontribusi yang Ditetapkan Secara Nasional atau Nationally Determined Contribution (NDC) adalah komitmen yang dipegang oleh setiap negara terhadap Paris Agreement. Semua negara yang terlibat menyampaikan dan menjalankan upaya mereka secara ambisius serta menunjukkan perkembangan seiring waktu terkait dengan mitigasi, adaptasi, serta dukungan pendanaan, teknologi, dan kapasitas pembangunan bagi negara-negara berkembang yang diberikan oleh negara-negara maju. Komitmen NDC Indonesia berfokus pada aspek mitigasi dan juga adaptasi.

NDC dimulai sebagai respons terhadap meningkatnya kekhawatiran akan perubahan iklim yang semakin menjadi isu yang signifikan karena dampaknya yang memicu kemunculan masalah baru bagi peradaban manusia, baik secara bertahap maupun melalui kejadian ekstrim. Dampak ini akan berpotensi menyebabkan kerugian dan kerusakan tidak hanya secara ekonomi, seperti penurunan pendapatan dan kerusakan aset fisik, tetapi juga secara non-ekonomi, yang mencakup dampak pada individu, masyarakat, dan lingkungan. Terlebih lagi, kenaikan suhu global di atas 1,5 - 4°C pada tahun 2100 diprediksi akan memiliki dampak yang signifikan pada manusia, flora, fauna, dan ekosistem secara keseluruhan (Suroso et al., 2022). Dalam konteks kebijakan iklim, Indonesia telah memperbarui NDC-nya sejak Persetujuan Paris (2015), termasuk Intended NDC (2015), NDC Pertama (2016), NDC Diperbarui (Updated NDC,

2021), dan NDC Ditingkatkan (Enhanced NDC, 2022). Meskipun telah diperbaharui beberapa kali, kebijakan iklim Indonesia dinilai kurang ambisius. Tinjauan ini konsisten dengan Climate Action Tracker (CAT), di mana nilai kebijakan iklim Indonesia masih dianggap sangat tidak memadai, artinya kebijakan dan komitmen iklim Indonesia tidak sesuai dengan ambang batas 1,5°C dalam Paris Agreement dan bahkan bukan menunjukkan penurunan, melainkan peningkatan emisi.

Dalam kebijakan terbarunya, Indonesia menetapkan target penurunan emisi hingga 2030 sebesar 31,89% (dengan usaha sendiri) dan 43,20% (dengan dukungan internasional) dibandingkan dengan kebijakan sebelumnya (NDC Diperbarui, 2021) sebesar 29% (dengan usaha sendiri) dan 41% (dengan dukungan internasional). Terkait dengan sektor energi, Pemerintah Indonesia menetapkan target pengurangan emisi sebesar 12,5% (dengan usaha sendiri) dan 15,5% (dengan dukungan internasional). Pengurangan emisi dari sektor ini menjadi bagian penting dari pembangunan ekonomi nasional, mencakup kelistrikan, pendinginan, komersial, rumah tangga, transportasi, pemanasan, produksi, bangunan, dan memasak. Singkatnya, pengurangan emisi melalui transisi energi akan memberikan kontribusi signifikan terhadap perubahan iklim dan agenda ekonomi hijau.

Sebuah penelitian dari Siagian et al. (2017) menunjukkan bahwa sistem energi rendah karbon Indonesia pada tahun 2030 dapat tercapai melalui langkah-langkah efisiensi energi dan penerapan sistem energi yang lebih sedikit emisi karbon, termasuk penggunaan energi terbarukan di sektor listrik dan transportasi serta gas alam di sektor listrik dan transportasi. Elektrifikasi konsumsi pengguna akhir juga akan membantu dalam pengurangan emisi dengan mendekarbonisasi pasokan listrik.

2.8 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu

No.	Nama dan Tahun	Judul	Hasil Penelitian
1	(Muharrohman, 2024)	Pemetaan dan Analisis Jejak Karbon Berbasis Energi di Desa Kayen, Jawa Tengah Terhadap Ekonomi Hijau	Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis nilai jejak karbon berbasis energi, sebaran jejak karbon berbasis energi, dan hubungannya terhadap ekonomi hijau di desa Kayen. Hasil penelitian memperoleh nilai jejak karbon di desa Kayen mempunyai nilai paling rendah sebesar 49,66 ton CO_2/bulan dan paling tinggi sebesar 84,11 ton CO_2/bulan, serta nilai jejak karbon individu rata-rata sebesar 1,27 ton CO_2/bulan. Nilai jejak karbon individu rata-rata yang diperoleh nilainya berada di bawah nilai ambang batas jejak karbon individu rata-rata Jawa Tengah.

No.	Nama dan Tahun	Judul	Hasil Penelitian
2	(Akmalina, 2021)	Analisis Jejak Karbon pada Aktivitas Permukiman di Kecamatan Waru, Kabupaten Sidoarjo	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah emisi karbon yang dihitung berfokus pada 4 (empat) sektor yaitu sektor energi, sektor transportasi, sektor persampahan dan sektor peternakan. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuantitatif dengan cara melakukan survei ke lokasi penelitian dan didukung oleh kuisioner. Metode perhitungan emisi karbon ini mengacu pada *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) *Guidelines* (2006). Pada penelitian ini didapatkan total emisi karbon di Kecamatan Waru Kabupaten Sidoarjo sebesar 302.790,57 ton CO_2eq/tahun. Sedangkan hasil pemetaan didapatkan kelurahan dengan emisi terbesar yaitu Kelurahan Tropodo dengan emisi sebesar 51.488,15 ton CO_2eq/tahun dan dalam peta jejak karbon ditandai dengan warna merah.

No.	Nama dan Tahun	Judul	Hasil Penelitian
3	(Hindrawan, 2023)	Identifikasi Jejak Karbon di Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia (UII)	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sumber emisi karbon yang terdapat di UII. Sumber emisi karbon dikelompokan menjadi 2 bagian yaitu aktivitas kendaraan bermotor dan penggunaan energi listrik. Dalam menghitung emisi karbon menggunakan metode yang mengacu pada *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 2006). Hasil dari analisa terkait sumber emisi yang dihasilkan pada aktivitas kendaraan tertinggi pada bulan November sebesar 6.851 ton CO_2/tahun. Kemudian, emisi penggunaan energi listrik tertinggi pada bulan November sebesar 2.096 ton CO_2/tahun dan fasilitas bus kampus menghasilkan emisi 0,92 ton CO_2/tahun

No.	Nama dan Tahun	Judul	Hasil Penelitian
4	(Sidik, 2023)	Jejak Karbon Akibat Kendaraan Bermotor dan Konsumsi Listrik di Kota Banda Aceh	Penelitian ini bertujuan untuk menghitung emisi jejak karbon yang dihasilkan dari aktivitas kendaraan bermotor dan konsumsi listrik di Kota Banda Aceh. Metode yang digunakan adalah pendekatan deskriptif kuantitatif dengan memanfaatkan data sekunder konsumsi bahan bakar minyak selama dua tahun terakhir dan data konsumsi listrik selama lima tahun terakhir. Perhitungan emisi karbon dilakukan menggunakan metode Pedoman *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) (2006). Hasil penelitian menunjukkan bahwa emisi karbon rata-rata dari kendaraan bermotor mencapai 95.800.861,76 ton CO_2eq per tahun, sedangkan emisi karbon rata-rata dari konsumsi listrik di Kota Banda Aceh adalah 460.053,3117 ton CO_2eq per tahun. Kesimpulannya, jejak karbon di Kota Banda Aceh tidak dapat sepenuhnya diserap oleh ruang terbuka hijau (RTH) yang hanya mencakup 14,29% dari total luas wilayah. Untuk mengatasi hal ini, perlu dilakukan penambahan jumlah RTH di Kota Banda Aceh guna meningkatkan kapasitas penyerapan jejak karbon.

No.	Nama dan Tahun	Judul	Hasil Penelitian
5	(Muthia, 2019)	Kajian Jejak Karbon dan Pemetannya dari Aktivitas Kampus Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin	Penelitian ini bertujuan untuk mengukur tingkat jejak karbon di kampus, melakukan pemetaan, serta mencari cara untuk mengurangi emisi karbon tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sumber emisi karbon terbesar berasal dari penggunaan listrik, dengan jumlah 1.315.429,63 kg CO_2 per tahun, sementara sumber emisi terendah berasal dari penggunaan kertas, dengan jumlah 49,39 Kg CO_2 per tahun. Pemetaan menunjukkan bahwa gedung Elektro menghasilkan emisi CO_2 tertinggi, yaitu 265.972,14 kg CO_2 per tahun, sedangkan gedung Naval B memiliki emisi CO_2 terendah, yaitu 24.199,36 kg CO_2 per tahun. Untuk mengurangi emisi CO_2, strategi yang paling efektif adalah dengan melaksanakan *Earth Hour* selama satu jam setiap bulan, yang dapat mengurangi konsumsi listrik sebesar 611.259,12 kWh per tahun dan emisi CO_2 sebesar 164.428,70 kg CO_2 per tahun. Selain itu, pengurangan sampah melalui penerapan konsep 3R dengan target pengurangan sampah sebesar 2% per tahun dapat mengurangi emisi CO_2 sebesar 7.347,84 kg CO_2 per tahun.

No.	Nama dan Tahun	Judul	Hasil Penelitian
6	(Putri, 2022)	Estimasi Total Jejak Karbon di Kampus Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung	Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan memetakan jejak karbon yang dihasilkan oleh aktivitas di kampus UIN Raden Intan Lampung, serta mengembangkan skenario untuk menguranginya. Hasil penelitian menunjukkan tiga lingkup pengamatan: pertama, penggunaan BBM operasional yang menghasilkan 0,01 ton CO_2-eq per tahun; kedua, penggunaan listrik yang menghasilkan 0,05 ton CO_2-eq per tahun; dan ketiga, aktivitas transportasi dosen dan mahasiswa yang menghasilkan 113,39 ton CO_2-eq per tahun serta penggunaan kertas yang menghasilkan 7,77 ton CO_2-eq per tahun. Total jejak karbon yang dihasilkan oleh aktivitas kampus pada tahun 2020 mencapai 121,26 ton CO_2-eq per tahun. Untuk meminimalkan jejak karbon, diterapkan tiga skenario: pertama, menggunakan kendaraan pribadi bersama-sama; kedua, menerapkan sistem car free day di area kampus; dan ketiga, mematikan komputer atau laptop jika ditinggalkan selama 60 menit. Implementasi skenario ini diperkirakan dapat mengurangi jejak karbon.

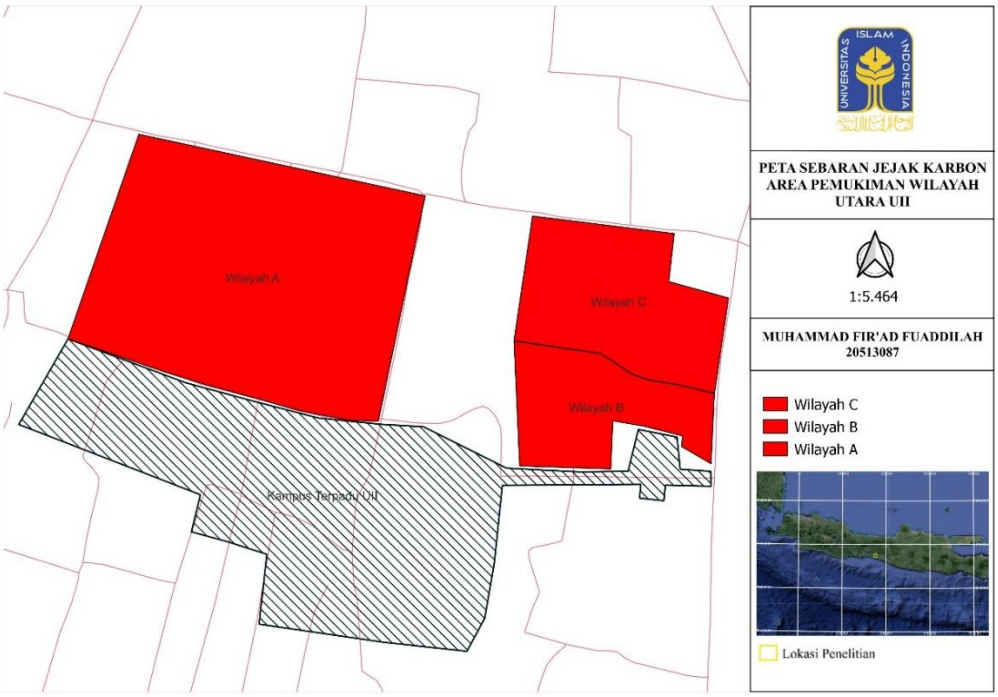
No.	Nama dan Tahun	Judul	Hasil Penelitian
7	(Zen et al., 2021)	*Magnitudes of households' carbon footprint in Iskandar Malaysia: Policy implications for sustainable development*	Penelitian ini bertujuan untuk mengukur besarnya jejak karbon rumah tangga dan hubungannya dengan aktivitas harian serta faktor demografi sosial ekonomi tertentu di Malaysia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata jejak karbon rumah tangga adalah 11,76 ton CO_2/tahun. Rata-rata ini juga memperlihatkan bahwa jejak karbon primer, sebesar 7,02 ton CO_2/tahun atau 59,69%, lebih tinggi dibandingkan jejak karbon sekunder yang mencapai 4,73 ton CO_2/tahun atau 40,22%, dengan perbedaan signifikan di antara berbagai jenis rumah tangga. Jejak karbon tertinggi ditemukan di daerah perkotaan menengah ke atas, mencapai 20,14 ton CO_2/tahun, sedangkan di daerah pedesaan, jejak karbon rata-rata adalah 9,58 ton CO_2/tahun. Di daerah pedesaan, jejak karbon primer hampir dua kali lipat lebih tinggi, yaitu 5,84 ton CO_2/tahun (61%) dibandingkan dengan jejak karbon sekunder yang sebesar 3,73 ton CO_2/tahun (39%). Studi ini menunjukkan bahwa jejak karbon di daerah perkotaan lebih tinggi dibandingkan di daerah pedesaan, menggambarkan dampak urbanisasi dan ekspansi kota terhadap gaya hidup rumah tangga dan jejak karbon mereka.

No.	Nama dan Tahun	Judul	Hasil Penelitian
8	(Hisham, 2019)	*Evaluation of Onsite Carbon Footprint In Landscape Development Stages Based On Life Cycle Assesment In Putrajaya, Malaysia*	Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi tahapan, elemen, dan atribut yang berkontribusi terhadap peningkatan jejak karbon selama pembangunan lanskap; menilai jejak karbon di lokasi pada tahap tersebut; memeriksa kontribusi masing-masing tahapan, elemen, dan atribut terhadap jejak karbon; serta mengusulkan pedoman untuk mengurangi jejak karbon di lokasi pembangunan lanskap. Penelitian ini menggunakan analisis dokumen dan pengukuran lapangan, dengan data yang dianalisis menggunakan metode SMART PLS (Partial Least Squares). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tahap konstruksi menyumbang jejak karbon tertinggi, yaitu 152.884 kg CO_2. Di antara elemen-elemen dalam pengembangan lanskap, konstruksi hardscape memiliki kontribusi tertinggi dengan 58.403 kg CO_2. Atribut yang paling meningkatkan jejak karbon adalah penggunaan truk, dengan total 99.139 kg CO_2. Pedoman yang diusulkan berfokus pada pengembangan lanskap dan akan memperbaiki strategi penilaian yang ada di Malaysia. Implementasi pedoman ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih baik dalam mengurangi dampak karbon, sehingga meningkatkan penyerapan karbon dan kualitas hidup baik saat ini maupun di masa mendatang.

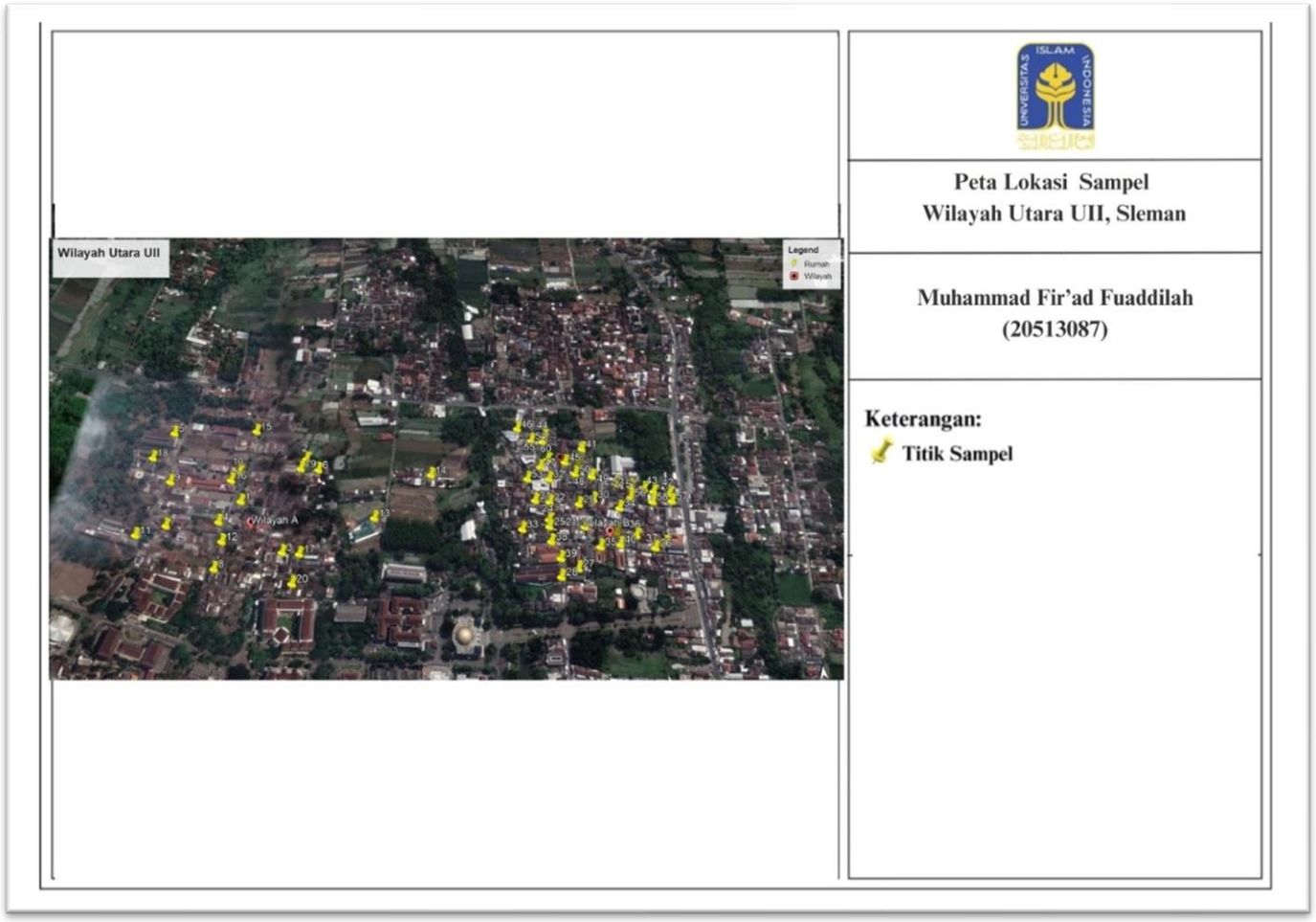
BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2024 hingga mei 2024 yang belokasi di wilayah utara UII, Kabupaten Sleman. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada **Gambar 3.1** serta peta lokasi sampel dapat dilihat pada **Gambar 3.2**.



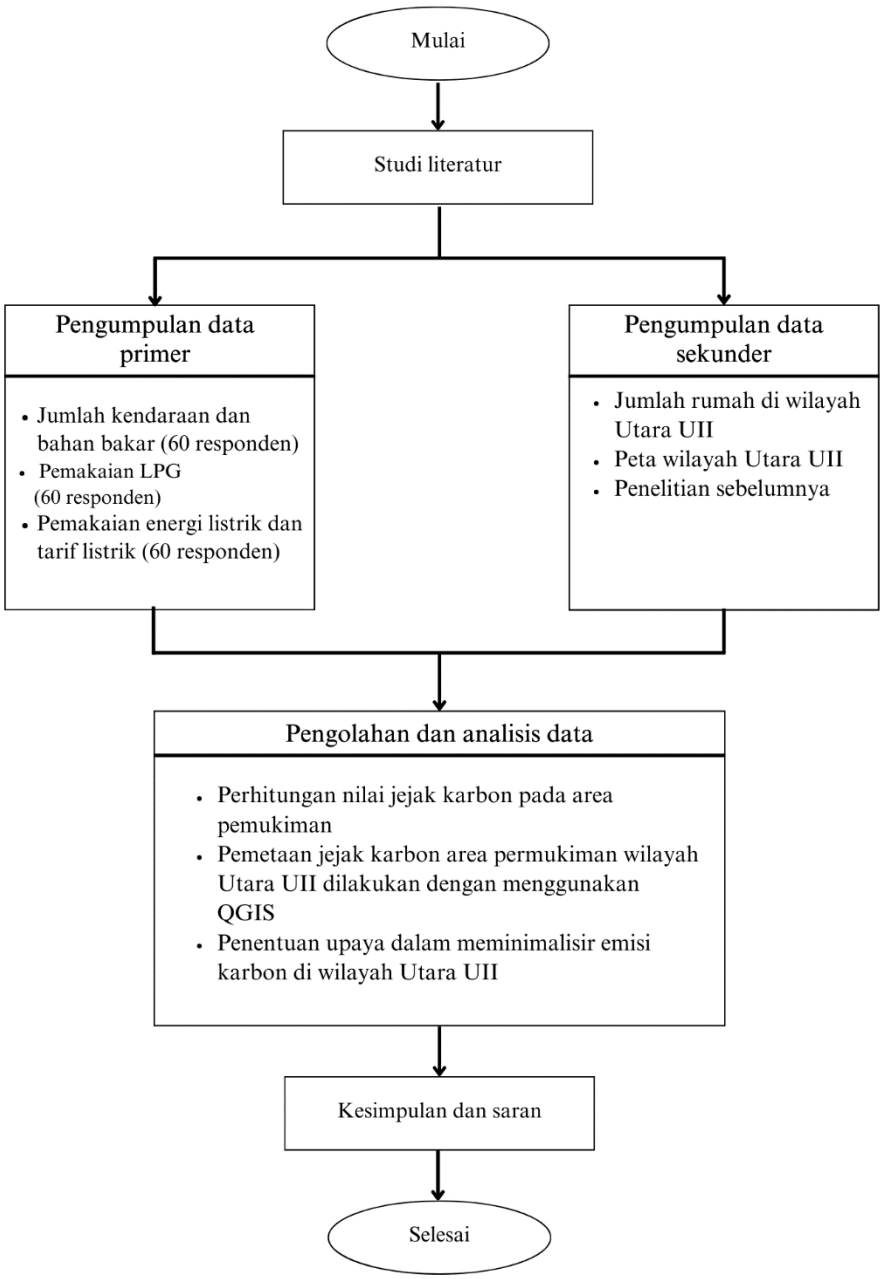
Gambar 3.1 Peta di Wilayah Utara UII, Kabupaten Sleman



Gambar 3.2 Peta Lokasi Sampel

3.2 Metode Penelitian

Berikut tahapan penelitian dijabarkan melalui flowchart di bawah ini:



Gambar 3.2 Tahapan Penelitian

3.3 Metode Pengumpulan Data

3.3.1 Populasi dan Sampel Penelitian

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini merupakan populasi rumah yang bertempat tinggal di wilayah Utara UII, Kabupaten Sleman. Teknik pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah *simple random sampling,* yaitu metode pengambilan sampel acak sederhana di mana setiap anggota populasi memiliki peluang yang sama untuk terpilih sebagai sampel. Pemilihan teknik ini didasarkan pada asumsi bahwa populasi penelitian bersifat homogen, karena seluruh responden berasal dari masyarakat wilayah Utara UII. Adapun teknik penentuan jumlah sampel untuk menentukan jumlah responden dalam penelitian ini dengan rumus Slovin yang dapat dilihat pada Persamaan 3.1.

$$n = \frac{\mathrm{N}}{(1+\mathrm{N}\ \mathrm{a}^2)} \quad \text{.....(3.1)}$$

dimana :

n : jumlah sampel wilayah studi

N : jumlah total dari keseluruhan rumah yang ada di wilayah studi

a : derajat kesalahan yang digunakan (10%)

Untuk contoh perhitungan jumlah sampel yang akan diambil di wilayah A akan dijelaskan pada persamaan 3.2.

Wilayah A : $n = \frac{82}{(1+82\ (10\%^2))} = 45$ Rumah

Untuk perhitungan jumlah sampel per wilayah dapat dilihat pada **tabel 3.1**

Tabel 3.1 Jumlah rumah masing-masisng wilayah

Dusun	RT	Jumlah Rumah	Jumlah Sampel (Rumah)
Wilayah A	1	82	45
Wilayah B	1	70	41
Wilayah C	2	50	33
Total		202	119

Berdasarkan tabel 3.1, maka jumlah sampel yang direncanakan untuk setiap dusun yaitu wilayah A dengan populasi 82 rumah akan diambil sampel sebanyak 45 rumah, wilayah B dengan populasi 70 rumah akan diambil 41 rumah, wilayah C dengan populasi 50 rumah akan diambil 33 rumah, namun karena kondisi lapangan tidak memungkinkan untuk mengambil sampel sesuai dengan hasil perhitungan tersebut, serta mengingat homogenitas karakteristik responden, yaitu sebagian besar masyarakat tinggal di indekos dengan jarak yang berdekatan dan mayoritas merupakan mahasiswa Kampus Terpadu UII dengan kebutuhan energi yang serupa, peneliti memutuskan untuk mengambil 20 sampel dari setiap wilayah Utara UII

3.3.2 Sumber Data

Adapun sumber data dalam penelitian ini adalah:

a. Data Primer

Data primer adalah sumber data yang bersifat utama yang diperoleh dari informan menggunakan metode observasi, wawancara serta melakukan perhitungan langsung terhadap objek yang diteliti menggunakan pendekatan kuantitatif. Observasi dilakukan untuk mengetahui jarak tempuh antara tempat tinggal responden menuju kampus terpadu UII. Sedangkan, wawancara dilakukan untuk memperoleh jumlah kendaraan bermotor dan jenis bahan bakar yang digunakan.

b. Data sekunder

Data sekunder merupakan sumber data yang bersifat mendukung analisis dan pengolahan data primer dalam penelitian, yang umumnya diperoleh secara tidak langsung dari wilayah studi, melainkan melalui studi literatur, studi kepustakaan, dokumentasi maupun internet. Data sekunder dalam penelitian ini berupa jumlah kepala keluarga yang diperoleh dari peta wilayah Utara UII yang diambil dari *Google Earth*, serta data nilai kalor dan faktor emisi CO_2 yang sudah ditetapkan oleh IPCC.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Setelah mengetahui sumber data apa saja yang diperlukan dalam penelitian ini, yaitu data primer dan sekunder, selanjutnya adalah melakukan pengumpulan data yang akan dicantumkan dalam **Tabel 3.1** berikut:

Tabel 3.1 Teknik Pengambilan Data

No	Parameter	Teknik Pengambilan Data
1	Gambaran umum instansi (lokasi, jumlah rumah dan kegiatan wilayah penelitian)	Observasi dan survei langsung di wilayah Utara UII
2	Jumlah kendaraan (mobil dan motor) dan bahan bakar (pertalite dan pertamax)	Survei langsung di tempat tinggal responden
3	Penggunaan bahan bakar memasak (LPG)	Survei langsung di tempat tinggal responden
4	Pemakaian energi listrik dan klasifikasi daya listrik	Survei langsung di tempat tinggal responden

3.5 Metode Analisis Data

Data penelitian diolah dan dianalisis untuk memperoleh nilai emisi CO_2 di bagian wilayah utara Universitas Islam Indonesia (UII).

3.5.1 Penggunaan LPG

Berikut ini adalah persamaan untuk menghitung jumlah emisi CO_2 yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar untuk memasak (IPCC, 2006).

$$E = KBB \times NCV \times FE \times GWP \quad (3.2)$$

dimana:

E : total emisi (kg CO_2eq)

KBB : konsumsi bahan bakar (kg)

NCV : konversi energi (TJ/kg)

FE : faktor emisi (kg/TJ)

GWP : *Global Warming Potential* (CO_2eq)

Global Warming Potential (GWP) merupakan faktor yang berfungsi untuk menghitung emisi GRK relatif terhadap CO_2 (CO_2eq) (IPCC, 2007). GWP biasanya digunakan untuk menyetarakan emisi GRK non- CO_2 menjadi ekivalen karbon dioksida (CO_2eq). Berdasarkan *Second Assessment Report* oleh IPCC (1995), nilai GWP untuk jenis GRK CO_2 yaitu 1 CO_2eq. Serta, berikut adalah

nilai faktor emisi dan nilai *Net Calorific Value* (NCV) per volume bahan bakar yang disajikan dalam **Tabel 3.2**.

Tabel 3.2 Konversi Energi dan Faktor Emisi Gas

Jenis Bahan Bakar	Faktor Emisi CO_2 (Kg/TJ)	NCV (L/100 km)
LPG	63100	$47{,}3 \times 10^{-6}$

3.5.2 Kegiatan Transportasi

Berikut ini adalah persamaan untuk menghitung jumlah emisi CO_2 yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar untuk kegiatan transportasi (IPCC, 2006).

$E = KBB \times NCV \times FE \times GWP$.....(3.3)

dimana:

E : total emisi (kg CO_2eq)

KBB : konsumsi bahan bakar (kg)

NCV : konversi energi (TJ/L)

FE : faktor emisi (kg/TJ)

GWP : *Global Warming Potential* (CO_2eq)

Tabel 3.3 Konversi Energi dan Faktor Emisi BBM

Jenis Bahan Bakar	Faktor Emisi CO_2 (kg CO_2/TJ)	NVC (TJ/L)
Pertamax	72600	0,000033
Pertalite	72967	0,000033
Solar	74433	0,000036

Sumber: (KLH, 2012; Puslitbang Lemigas, 2017; Puslitbang Teknologi Mineral dan Batubara, 2016)

3.5.3 Pemakaian Energi Listrik

Berikut ini adalah persamaan untuk menghitung jumlah emisi CO_2 yang dihasilkan dari pemakaian energi listrik (IPCC, 2006).

$E = KE \times NCV \times FE \times GWP$.....(3.4)

dimana:

E : total emisi (kg CO_2eq)

KE : konsumsi energi (kWh)

FE : faktor emisi (kg CO_2/kWh)

GWP : *Global Warming Potential* (CO_2eq)

Tabel 3.4 Faktor Emisi Jaringan Ketenagalistrikan Jawa-Madura-Bali

Tahun	Faktor Emisi CO_2 (kg CO_2/TJ)
2019	0,870

Sumber: https://gatrik.esdm.go.id/ (2019)

3.5.4 Total Emisi Gas Rumah Kaca

Apabila masing-masing emisi gas rumah kaca dari kegiatan pemakaian LPG, pemakaian listrik, serta transportasi telah diperoleh, maka dilakukan perhitungan total emisi gas rumah kaca dari ketiga kegiatan tersebut. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$TE_{GRK}=TE_{penggunaanLPG}+TE_{transportasi}+TE_{pemakaianlistrik} \quad (3.5)$$

dimana :

TE_{GRK} : total emisi gas rumah kaca keseluruhan dalam kg CO_2eq

$TE_{penggunaan\ LPG}$: total emisi pemakaian LPG dalam kg CO_2eq

$TE_{transportasi}$: total emisi transportasi dalam kg CO_2eq

$TE_{pemakaian\ listrik}$: total emisi penggunaan listrik dalam kg CO_2eq

Data diolah menggunakan aplikasi Microsoft Excel. Tahapan berikutnya adalah menganalisis total emisi gas rumah kaca, memetakan penyebaran emisi karbon dan menyusun upaya minimalisasi emisi tersebut.

3.5.5 Rentang Emisi dalam Pemetaan Jejak Karbon

Setelah melakukan pengolahan data, pemetaan terhadap emisi karbon yang telah diperoleh dilakukan menggunakan persamaan (3.5) untuk menentukan rentang emisi yang akan dipetakan. Proses pemetaan emisi ini menggunakan software QGIS (Quantum Geographic Information System). Hasil perhitungan emisi karbon yang dihasilkan oleh setiap kelurahan di wilayah studi digunakan sebagai dasar untuk menentukan interval pemetaan jejak karbon.

$$C = (Xn - X1)/K \quad (3.5)$$

dimana:

C : interval

Xn : nilai data terbesar

X1 : nilai data terkecil

K : banyak kelas

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di dua Dusun yang mana setiap Dusun memiliki beberapa RT, yaitu Dusun Kimpulan RT 01 yang merupakan wilayah A dan Dusun Lodadi RT 01 yang merupakan wilayah B dan Dusun Lodadi RT 02 yang merupakan wilayah C yang mana setiap Dusun memiliki beberapa RT. Beberapa RT tersebut dipilih sebagai tempat pengambilan sampel yang terdapat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Titik Pengambilan Sampel

Wilayah	RT	Jumlah Rumah
A	01	82
B	01	70
C	02	50
Total		202

Pengambilan lokasi tersebut didasarkan kepada dekatnya dusun tersebut dengan akses masuk kampus UII. Sehingga terdapat banyaknya kendaraan yang berlalu-lalang disekitar lokasi tersebut. Selain itu padatnya Permukiman di lokasi tersebut menjadi faktor pengambilan lokasi dari penelitian ini.

Dari setiap sampel tersebut, diambil beberapa variabel yang telah ditentukan sebelumnya, yaitu daftar emisi gas rumah kaca di Dusun Kimpulan dan Dusun Lodadi, yang dibagi menjadi bagian rumah tangga, di mana gas LPG dan listrik digunakan, dan bagian transportasi, di mana mobil dan motor pribadi digunakan. Tujuan pengambilan data tersebut adalah untuk inventarisasi emisi karbon dioksida, dan sekaligus mengurangi jumlah emisi gas rumah kaca yang dihasilkan.

Berdasarkan data di atas, maka dapat diketahui bahwa jumlah rumah yang berada di wilayah Utara UII berjumlah 202 rumah, sedangkan informasi lebih lanjut terkait titik koordinat dari lokasi tiap sampel dapat dilihat pada Lampiran 8.

4.2 Hasil Pengumpulan Data

Data utama diperoleh melalui pengamatan langsung dan wawancara. Informasi ini mencakup konsumsi gas LPG, jumlah kendaraan dan bahan bakar yang digunakan, tarif penggunaan listrik, dan klasifikasi daya listrik di Dusun Kimpulan dan Dusun Lodadi. Seluruh variabel data yang telah didapatkan dapat dilihat seperti pada tabel

Tabel 4.2 Variabel Data

1	Dusun
2	RT
3	Nama
4	Status Kepemilikan Rumah
5	Pekerjaan
6	Jumlah Penghuni Rumah
7	Daya Listrik (Watt)
8	Tarif Listrik (/Bulan)
9	Daya Listrik (kWh/Bulan)
10	Jenis Kendaraan
11	Jumlah Kendaraan
12	BBM Pertamax (L/Bulan)
13	BBM Pertalite (L/Bulan)
14	BBM Solar (L/Bulan)
15	Tipe Gas
16	Penggunaan Gas (Kg/Bulan)

4.2.1 Data Penggunaan LPG

Hasil wawancara dan observasi yang dilakukan di wilayah utara UII memberikan gambaran mengenai penggunaan LPG di beberapa wilayah. Di Wilayah A, data menunjukkan bahwa penggunaan LPG mencakup 17 rumah dengan total konsumsi mencapai 150 kg. Sementara itu, di Wilayah B, terdapat 15 rumah yang menggunakan LPG dengan total konsumsi mencapai 151 kg. Di Wilayah C, penggunaan LPG mencakup 18 rumah dengan total konsumsi sebesar 126 kg. Informasi lebih detail mengenai pemakaian LPG di wilayah utara UII dapat dilihat pada **Tabel 4.3** berikut.

A. Estimasi Pengguna LPG

Data estimasi pengguna LPG yang terdapat di wilayah utara UII dapat dilihat pada **Tabel 4.3** berikut.

Tabel 4.3 Estimasi Penggunaan LPG

Wilayah	**LPG (rumah/wilayah)**
A	70
B	53
C	45

Berdasarkan data di atas estimasi pernggunaan LPG pada wilayah Utara UII, maka dapat diketahui bahwa di wilayah A terdapat 70 rumah, di wilayah B terdapat 53 rumah, serta di wilayah C terdapat 45 rumah.

Contoh perhitungan estimasi penggunaan LPG di Wilayah A

Pengguna LPG pada Wilayah A = 17 rumah

Total sampel rumah di Wilayah A = 20 rumah

Total rumah di wilayah A = 82 rumah

Estimasi perhitungan pengguna LPG pada Wilayah A

$= (\frac{\text{pengguna LPG di Wilayah A}}{\text{total sampel rumah di Wilayah A}})$ x total rumah di Wilayah A

Estimasi perhitungan pengguna LPG pada Wilayah A $= (\frac{17 \text{ rumah}}{20 \text{ rumah}})$ x 82 rumah

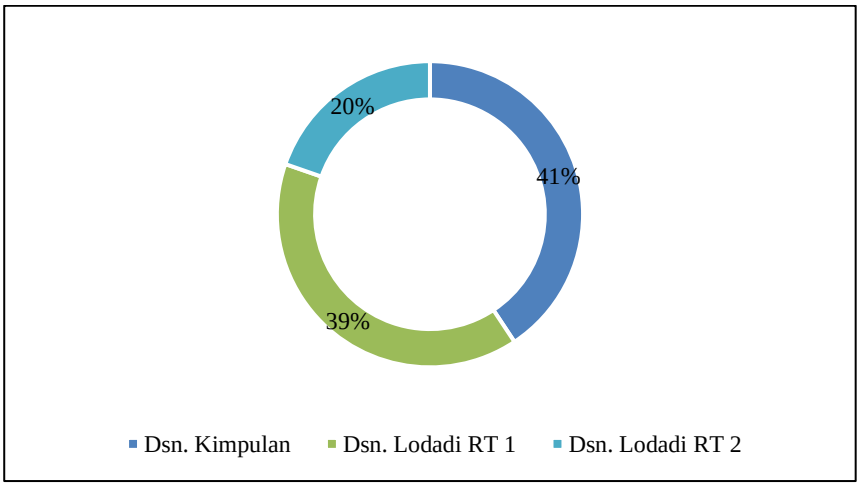
Estimasi perhitungan pengguna LPG pada Wilayah A = 70 rumah

B. Total Penggunaan LPG

Data jumlah rumah pengguna LPG yang terdapat di wilayah utara UII dapat dilihat pada **Tabel 4.4** berikut.

Tabel 4.4 Penggunaan LPG

Wilayah	Pengguna Non LPG (Rumah)	Pengguna LPG (Rumah)	Konsumsi Gas (kg/bulan)	Total Konsumsi Gas (kg/tahun)	
				Frekuensi	Persentase
A	3	17	150,0	8682,35	40,7%
B	5	15	151,0	8456,00	39,6%
C	2	18	126,0	4200,00	19,7%
Total	10	50	427,0	21338,35	100,0%



Gambar 4.1 Persentase Penggunaan Gas

Berdasarkan data di atas, maka dapat diketahui bahwa total konsumsi gas di Dusun Kimpulan mencapai 8682,35 kg/tahun (41%), di Dusun Lodadi RT 01 mencapai 8456 kg/tahun (39%) serta di Dusun Lodadi RT 02 mencapai 4200 kg/tahun (20%).

Contoh perhitungan total konsumsi gas dalam 1 tahun di Wilayah A:

Total rumah Wilayah A = 82 rumah

Pengguna LPG = 17 rumah

Konsumsi gas = 150 kg/bulan

Total konsumsi gas = Rata – rata konsumsi gas (kg/bulan) × 12 bulan

Total konsumsi gas $= \left(\frac{150\ \text{kg/bulan}}{17\ \text{rumah}} \times 82\ \text{rumah}\right) \times 12\ \text{bulan}$

Total konsumsi gas = 8682,35 kg/tahun

4.2.2 Data Penggunaan Kendaraan Bermotor

A. Pengguna Kendaraan

Data jumlah rumah yang merupakan pengguna kendaraan mobil dan motor

di wilayah utara UII dapat dilihat pada **Tabel 4.5** berikut.

Tabel 4.5 Data Jenis Kendaraan

Wilayah	Frekuensi (Unit/Rumah)	
	Mobil	Motor
A	9	20
B	4	20
C	6	20
Total	19	60

Berdasarkan data di atas, maka dapat diketahui bahwa di wilayah A yang merupakan Dusun Kimpulan terdapat 9 rumah yang memiliki mobil dan 20 rumah yang memiliki motor, di wilayah B, Dusun Lodadi RT 01 terdapat 4 rumah yang memiliki mobil dan 20 rumah yang memiliki motor, serta di wilayah C, Dusun Lodadi RT 02 terdapat 6 rumah yang memiliki mobil dan 20 rumah yang memiliki motor.

B. Jumlah Unit Kendaraan

Data jumlah unit kendaraan mobil dan motor yang terdapat di wilayah utara UII dapat dilihat pada **Tabel 4.6** berikut.

Tabel 4.6 Jumlah Unit Kendaraan

Wilayah	Frekuensi (Unit/wilayah)	
	Mobil	Motor
A	39	227
B	12	220
C	19	233
Total	70	680

Berdasarkan data di atas, maka dapat diketahui bahwa di wilayah A terdapat 39 mobil dan 227 motor, di wilayah B terdapat 12 mobil dan 220 motor, serta di wilayah C terdapat 19 mobil dan 233 motor.

C. Estimasi Pengguna BBM

Data estimasi pengguna BBM yang terdapat di wilayah utara UII dapat dilihat pada **Tabel 4.7** berikut.

Tabel 4.7 Estimasi penggunaan BBM

Wilayah	Pertamax (rumah/wilayah)	Pertalite (rumah/wilayah)

A	37	82
B	32	70
C	30	50

Berdasarkan data di atas estimasi penggunaan bahan bakar pertamax dan pertalite pada wilayah Utara UII dapat diketahui yaitu di wilayah A terdapat 37 rumah dan 82 rumah, di wilayah B terdapat 32 rumah dan 70 rumah, serta di wilayah C terdapat 30 rumah dan 50 rumah.

Contoh perhitungan estimasi pengguna bahan bakar pertamax di Wilayah A

Pengguna bahan bakar pertamax pada Wilayah A = 9 rumah

Total sampel rumah di Wilayah A = 20 rumah

Total rumah di wilayah A = 82 rumah

Estimasi perhitungan pengguna bahan bakar pertamax pada Wilayah A

$= (\frac{\text{pengguna bahan bakar pertamax di Wilayah A}}{\text{total sampel rumah di Wilayah A}})$ x total rumah di Wilayah A

Estimasi perhitungan pengguna bahan bakar pertamax pada Wilayah A

$= (\frac{9 \text{ rumah}}{20 \text{ rumah}})$ x 82 rumah

Estimasi perhitungan pengguna bahan bakar pertamax pada Wilayah A

= 37 rumah

D. Jumlah Pengguna BBM

Data jumlah rumah pengguna BBM pertamax, pertalite dan solar di wilayah utara UII dapat dilihat pada **Tabel 4.8** berikut.

Tabel 4.8 Jumlah Pengguna BBM

Wilayah	**Frekuensi (Rumah)**	
	Pertamax	**Pertalite**
A	9	20
B	9	20
C	12	20
Total	30	60

Berdasarkan data di atas, maka dapat diketahui bahwa jumlah rumah pengguna masing-masing jenis BBM pertamax, pertalite dan solar di Wilayah A mencapai sebesar 9 rumah; 20 rumah; 0 rumah, di wilayah B mencapai sebesar 9 rumah; 20 rumah; 0 rumah, serta di wilayah C mencapai sebesar 12 rumah; 20 rumah; 0 rumah.

E. Jumlah Penggunaan BBM per Bulan

Data jumlah BBM pertamax, pertalite dan solar yang digunakan oleh Masyarakat di wilayah utara UII dalam 1 bulan dapat dilihat pada **Tabel 4.9** berikut.

Tabel 4.9 Jumlah BBM per Bulan

Wilayah	Frekuensi (L/bulan)	
	Pertamax	Pertalite
A	884,06	3187,60
B	756,52	2592,80
C	807,25	2694,00
Total	2447,83	8474,40

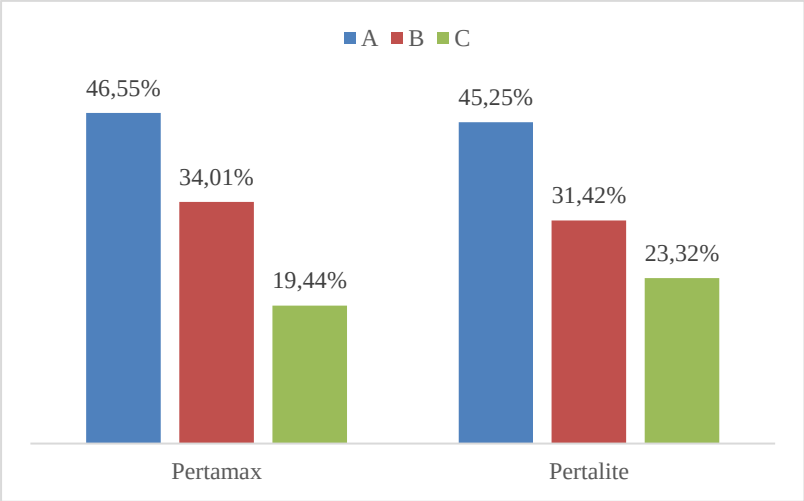
Berdasarkan data di atas, maka dapat diketahui bahwa penggunaan masing-masing jenis BBM pertamax, pertalite dan solar di wilayah A mencapai sebesar 884,06 L/bulan; 3187,60 L/bulan, di wilayah B mencapai sebesar 756,52 L/bulan; 2592,80 L/bulan, serta di wilayah C mencapai sebesar 807,25 L/bulan; 2694 L/bulan.

F. Total Penggunaan BBM per Tahun

Data jumlah BBM pertamax, pertalite dan solar yang digunakan oleh Masyarakat wilayah utara UII dalam 1 tahun dapat dilihat pada **Tabel 4.10** berikut.

Tabel 4.10 Jumlah BBM per Tahun

Wilayah	Rata-Rata Konsumsi BBM (L/bulan)		Total Konsumsi BBM (L/tahun)	
	Pertamax	Pertalite	Pertamax	Pertalite
A	8054,75	13069,16	96657,00	156829,92
B	5884,06	9074,80	70608,70	108897,60
C	3363,53	6735,00	40362,32	80820,00
Total	17302,33	28878,96	207628,02	346547,52



Gambar 4.2 Diagram Persentase Total Penggunaan BBM

Pada **Gambar 4.2** terlihat bahwa total konsumsi pertalite lebih tinggi dibandingkan pertamax. Hal ini karena pertalite umumnya memiliki harga yang lebih murah daripada pertamax, menjadikannya lebih terjangkau bagi konsumen. Pengendara dengan anggaran terbatas seringkali memilih pertalite untuk mengurangi biaya operasional kendaraan mereka. Selain itu, meskipun pertamax menawarkan kualitas lebih baik dengan oktan yang lebih tinggi, banyak kendaraan terutama yang tidak memerlukan bahan bakar oktan tinggi dapat berfungsi dengan baik menggunakan pertalite. Oleh sebab itu, pemilik kendaraan yang tidak memerlukan performa ekstra biasanya lebih memilih pertalite. Contoh perhitungan total konsumsi BBM Pertamax dalam 1 tahun di Wilayah A:

Total rumah Wilayah A = 82 rumah

Pengguna pertamax = 9 rumah

Konsumsi pertamax = 8054,75 L/bulan

Total konsumsi pertamax = Rata – rata konsumsi gas (L/bulan) × 12 bulan

Total konsumsi pertamax $= \left(\frac{8054{,}75\ \text{L/bulan}}{9\ \text{rumah}} \times 82\ \text{rumah}\right) \times 12\ \text{bulan}$

Total konsumsi pertamax = 96657 L/tahun

4.2.3 Data Penggunaan Energi Listrik

A. Klasifikasi Daya Listrik (VA)

Data jumlah rumah berdasarkan klasifikasi daya listrik (VA) di wilayah utara UII dapat dilihat pada **Tabel 4.11** berikut.

Tabel 4.11 Klasifikasi Daya Listrik (VA)

Wilayah	Frekuensi (Rumah)				
	450 VA	900 VA	1300 VA	2200 VA	Total
A	2	11	2	5	20
B	0	9	11	1	21
C	1	10	9	2	22
Total	3	30	22	8	63

Berdasarkan data di atas, maka dapat diketahui bahwa jumlah rumah berdasarkan masing-masing daya listrik 450 VA, 900 VA, 1300 VA, 2200 VA di Dusun Kimpulan mencapai sebesar 2 rumah; 11 rumah; 2 rumah; 5 rumah, di Dusun Lodadi RT 01 mencapai sebesar 0 rumah; 9 rumah; 11 rumah; 1 rumah, serta di Dusun Lodadi RT 02 mencapai sebesar 1 rumah; 10 rumah; 9 rumah; 2 rumah. Dari total 20 rumah per masing-masing wilayah diperoleh data yang menunjukkan bahwa pada wilayah B dan C memiliki lebih dari 20 kWh-meter listrik. Hal ini dikarenakan wilayah B dan C didominasi oleh kost yang memiliki fasilitas berbeda sehingga kWh-meter listrik yang dipakai pun berbeda.

B. Estimasi Pengguna Listrik

Data estimasi pengguna listrik yang terdapat di wilayah utara UII dapat dilihat pada **Tabel 4.12** berikut.

Tabel 4. 12 Estimasi Pengguna Listrik

Wilayah	Lisitrik (rumah/wilayah)
A	82
B	70
C	50

Berdasarkan data di atas estimasi perngguna listrik pada wilayah Utara UII dapat diketahui yaitu di wilayah A terdapat 82 rumah, di wilayah B terdapat 70 rumah, serta di wilayah C terdapat 50 rumah.

Contoh perhitungan estimasi penggunaan Listrik di Wilayah A

Pengguna Listrik pada Wilayah A = 20 rumah

Total sampel rumah di Wilayah A = 20 rumah

Total rumah di wilayah A = 82 rumah

Estimasi perhitungan pengguna Listik pada Wilayah A

= $(\frac{\text{pengguna Listrik di Wilayah A}}{\text{total sampel rumah di Wilayah A}})$ x total rumah di Wilayah A

Estimasi perhitungan pengguna Listrik pada Wilayah A = $(\frac{20 \text{ rumah}}{20 \text{ rumah}})$ x 82 rumah

Estimasi perhitungan pengguna Listrik pada Wilayah A = 82 rumah

C. Jumlah Daya Listrik (kWh)

Data jumlah rumah berdasarkan klasifikasi daya listrik (kWh) di wilayah utara UII dapat dilihat pada **Tabel 4.13** berikut.

Tabel 4.13 Jumlah Daya Listrik (kWh/bulan)

Wilayah	Frekuensi (kWh/bulan)
A	19311,58
B	26562,83
C	14564,72
Total	60439,13

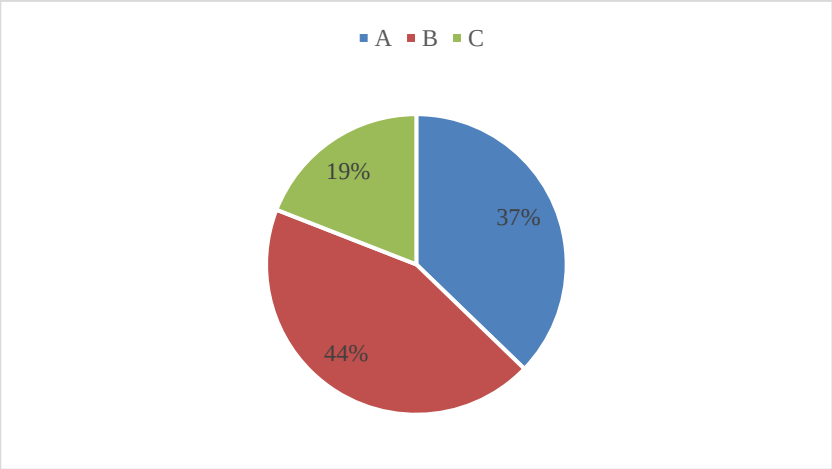
Berdasarkan data di atas, maka dapat diketahui bahwa jumlah daya listrik di wilayah A mencapai 19311,58 kWh, di wilayah B mencapai 26562,83 kWh, serta di wilayah C mencapai 14564,72 kWh.

D. Total Penggunaan Daya Listrik (kWh)

Data jumlah rumah berdasarkan klasifikasi daya listrik (kWh) di wilayah utara UII dapat dilihat pada **Tabel 4.14** berikut.

Tabel 4.14 Total Penggunaan Daya Listrik (kWh)

Wilayah	Rata-Rata Konsumsi Daya Listrik (kWh/bulan)	Rata-Rata Konsumsi Daya Listrik (kWh/tahun)	Persentase
A	79177,48	950129,74	37,96%
B	92969,92	1115639,01	44,58%
C	36411,80	436941,62	17,46%
Total	208559,20	2502710,38	100,00%



Gambar 4. 3 Diagram Persentase Total Penggunaan Listrik (kWh)

Berdasarkan data di atas, maka dapat diketahui bahwa total penggunaan listrik di wilayah A mencapai 950129,74 kWh/tahun (37,96%), di wilayah B mencapai 1115639,01 kWh/tahun (44,58%), serta di wilayah C mencapai 436941,62 kWh/tahun (17,46%).

Contoh perhitungan total konsumsi energi listrik dalam 1 tahun di Wilayah A:

Total rumah Wilayah A = 82 rumah

Pengguna listrik = 20 rumah

Daya listrik = 19311,58 kWh/bulan

Total konsumsi Listrik = Rata – rata konsumsi listrik (kg/bulan) × 12 bulan

Total konsumsi Listrik $= \left(\frac{19311{,}58\ \text{kWh/tahun}}{20\ \text{rumah}} \times 82\ \text{rumah}\right)$ x 12 bulan

Total konsumsi Listrik = 950129,74 kWh/tahun

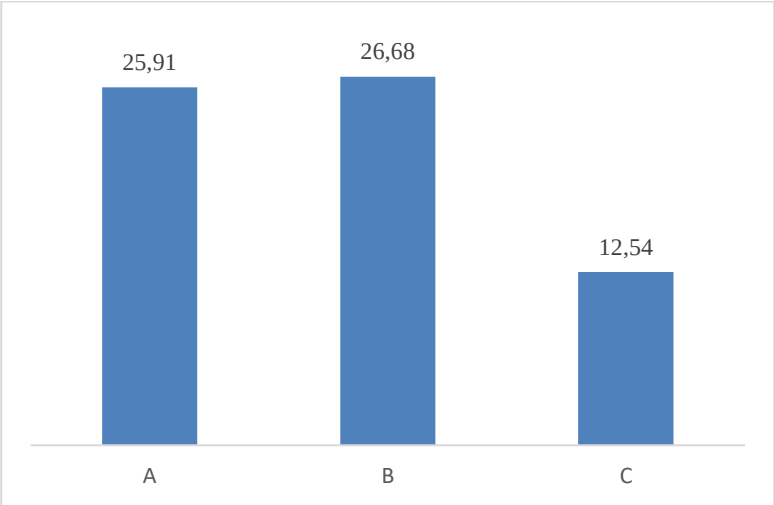
4.3 Perhitungan Jumlah Jejak Karbon

4.3.1 Jumlah Jejak Karbon Penggunaan LPG

Nilai emisi karbon dari aktivitas pengunaan LPG dihitung dari data jumlah konsumsi bahan bakar yang digunakan di wilayah utara UII selama satu tahun yang dikalikan dengan nilai kalor bersih (NCV), faktor emisi dan nilai GWP. **Tabel 4.15** menyajikan hasil perhitungan emisi karbon dari kegiatan penggunaan energi serta **Gambar 4.4** menunjukkan diagram total emisi karbon penggunaan LPG. Perhitungan secara detail terkait jumlah emisi karbon dari penggunaan LPG dapat dilihat pada lampiran 2.

Tabel 4.15 Jumlah Emisi Karbon Penggunaan LPG

No	Wilayah	Total Konsumsi LPG (Kg/thn)	Total Emisi LPG (Kg CO_2eq/thn)	Total Emisi LPG (Ton CO_2eq/thn)
1	A	8682,35	25913,611	25,91
2	B	8940	26682,592	26,68
3	C	4200	12535,446	12,54
Total		21238,35	65131,649	39,218



Gambar 4.4 Diagram Total Emisi Karbon Penggunaan LPG

Pada **Gambar 4.4** Dapat diketahui bahwa wilayah B merupakan penyumbang utama emisi karbon dari penggunaan gas LPG di bagian Utara UII) Faktor utama penyebabnya adalah lokasi strategis wilayah tersebut serta kedekatannya dengan kampus, yang menyebabkan banyak mahasiswa tinggal di area tersebut dan menggunakan LPG untuk keperluan memasak. Sebaliknya, wilayah C mencatat emisi karbon terendah dari penggunaan LPG. Hal ini disebabkan oleh dominasi kos-kosan khusus pria di dusun tersebut, di mana aktivitas memasak jarang dilakukan.

Liquefied Petroleum Gas (LPG) adalah bahan bakar fosil yang bersih dan serbaguna, terdiri terutama dari propana dan butana, dan merupakan produk sampingan dari proses penyulingan minyak dan gas alam. LPG disimpan dalam bentuk cair di bawah tekanan sedang dan berubah menjadi gas saat dikeluarkan. Karena sifat ini, LPG sangat portabel dan mudah digunakan, menjadikannya ideal

untuk berbagai aplikasi seperti memasak, pemanas, dan transportasi.

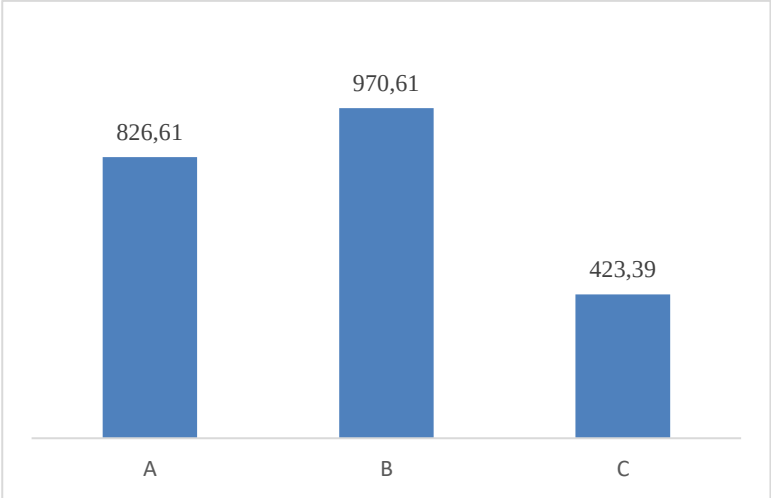
Keunggulan lingkungan LPG terletak pada emisi gas rumah kaca yang lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar fosil lainnya. Saat dibakar, LPG menghasilkan karbon dioksida (CO_2) dalam jumlah yang jauh lebih sedikit per unit energi dibandingkan dengan batu bara atau minyak, sehingga membantu mengurangi perubahan iklim dan jejak karbon. Selain emisi CO_2 yang rendah, pembakaran LPG juga menghasilkan polutan udara yang minimal. Ini berbeda dengan batu bara dan diesel, yang mengeluarkan sulfur dioksida (SO_2), oksida nitrogen (NO_x), dan partikel. LPG membakar lebih bersih, sehingga dapat meningkatkan kualitas udara dan mengurangi masalah kesehatan pernapasan baik di perkotaan maupun pedesaan. Penggunaan LPG dalam peralatan seperti kompor gas dan pemanas juga menyediakan panas yang instan dan konsisten, yang mudah dikontrol, sehingga membantu mengurangi pemborosan energi dan menurunkan biaya energi bagi konsumen.

4.3.2 Jumlah Jejak Karbon Penggunaan Energi Listrik

Nilai emisi karbon dari aktivitas pengunaan energi listrik diperoleh dari data jumlah pemakaian daya listrik (kWh) dalam satu tahun di wilayah utara UII yang dikalikan dengan faktor emisi dan nilai GWP. **Tabel 4.16** menyajikan data hasil perhitungan emisi karbon pemakaian listrik serta **Gambar 4.5** menunjukkan diagram total emisi karbon penggunaan energi listrik. Perhitungan secara detail terkait jumlah emisi karbon dari penggunaan energi listrik dapat dilihat pada lampiran 3.

Tabel 4.16 Jumlah Emisi Karbon Penggunaan Listrik

No	Wilayah	Total Konsumsi Listrik (kWh/thn)	Total Emisi Listrik (Kg CO_2eq/thn)	Total Emisi Listrik (Ton CO_2eq/thn)
1	A	950129,74	826612,878	826,613
2	B	1115639,01	970605,938	970,606
3	C	486651,36	423386,686	423,387
Total		2552420,12	2220605,502	2220,606



Gambar 4.5 Diagram Total Emisi Karbon Penggunaan Energi Listrik

Pada **Gambar 4.5** Dapat diketahui bahwa wilayah B menyumbang emisi karbon tertinggi dari penggunaan energi listrik. Hal ini disebabkan oleh lokasinya yang strategis dekat Kampus Terpadu UII, menjadikannya sebagai tempat tinggal utama bagi mahasiswa UII. Sebaliknya, wilayah C tercatat sebagai dusun dengan emisi karbon terendah dari penggunaan energi listrik. Meskipun wilayah C juga terletak dekat Kampus Terpadu UII, sebagian besar kos di wilayah ini adalah kos reguler yang umumnya tidak dilengkapi dengan fasilitas seperti pendingin udara atau pemanas air. Oleh karena itu, konsumsi energi listrik di wilayah C cenderung lebih rendah.

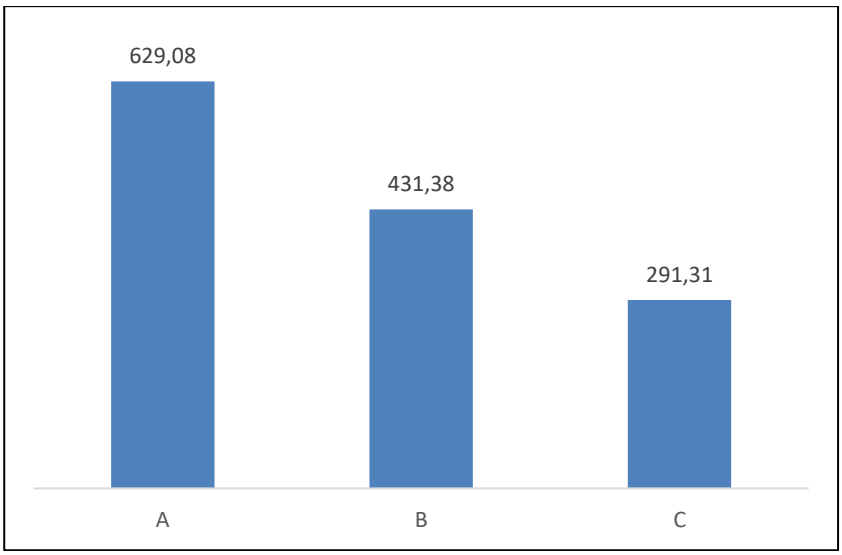
Penggunaan listrik memiliki dampak besar terhadap lingkungan karena sebagian besar energi listrik berasal dari pembakaran bahan bakar fosil. Proses ini menghasilkan karbon dioksida dan gas rumah kaca lainnya, yang berkontribusi pada perubahan iklim dan pemanasan global. Dampak utama dari penggunaan listrik terhadap lingkungan adalah peningkatan emisi gas rumah kaca ke atmosfer. Gas-gas ini memperburuk pemanasan global, yang dapat menyebabkan cuaca ekstrem, mengancam keanekaragaman hayati, serta memperburuk deforestasi, pengasaman laut, dan desertifikasi. Dampak-dampak lingkungan ini diperkirakan akan semakin parah seiring dengan meningkatnya emisi karbon dioksida. Oleh karena itu, sangat penting untuk meningkatkan kesadaran mengenai konsumsi listrik untuk mengurangi jejak karbon dan memberikan manfaat positif bagi lingkungan.

4.3.3 Jumlah Jejak Karbon Penggunaan BBM

Nilai emisi karbon dari aktivitas pengunaan BBM diperoleh dari data jumlah kendaraan dan konsumsi BBM dalam satu tahun di wilayah utara UII yang dikalikan dengan nilai kalor bersih (NCV), faktor emisi dan nilai GWP. **Tabel 4.17** menyajikan data hasil perhitungan emisi karbon penggunaan BBM serta **Gambar 4.6** menunjukkan diagram total emisi karbon penggunaan energi BBM. Perhitungan detail terkait jumlah emisi kaca penggunaan BBM dapat dilihat pada lampiran 4.

Tabel 4.17 Jumlah Emisi Karbon Penggunaan BBM

Wilayah	Total Konsumsi BBM (L/thn)		Total Emisi BBM (Kg CO_2eq /thn)		Total Emisi BBM (Kg CO_2eq /thn)	Total Emisi BBM (Ton CO_2eq /thn)
	Pertamax	Pertalite	Pertamax	Pertalite		
A	96657,00	165084,13	231570,85	397507,88	629078,74	629,08
B	70608,70	108897,60	169164,31	262 215,73	431380,04	431,38
C	40362,32	80820,00	96700,04	194607,37	291307,41	291,31
Total	207628,02	354801,73	497435,21	854330,98	1351766,19	1351,77



Gambar 4.6 Diagram Total Emisi Karbon Penggunaan BBM

Pada **Gambar 4.6** Dapat diketahui bahwa wilayah A merupakan penyumbang utama emisi karbon akibat penggunaan bahan bakar minyak. Penyebab utama tingginya emisi karbon di area ini adalah banyaknya mahasiswa dari UII yang tinggal di dusun tersebut. Para mahasiswa sering menggunakan kendaraan pribadi untuk mobilitas, seperti perjalanan ke kampus, yang secara

signifikan meningkatkan konsumsi bahan bakar minyak. Sebaliknya, wilayah C menunjukkan tingkat emisi karbon yang jauh lebih rendah. Hal ini disebabkan oleh jumlah kepala keluarga yang sedikit di wilayah tersebut, sehingga kebutuhan mobilitas tidak tinggi. Selain itu, sebagian besar penduduk asli di wilayah C termasuk kelompok usia lanjut, yang biasanya memiliki mobilitas lebih rendah dibandingkan mahasiswa.

Nilai jejak karbon yang dihasilkan dari penggunaan BBM dihitung berdasarkan konsumsi energi yang dilakukan oleh setiap rumah tangga di wilayah utara UII. Dalam hal ini, perhitungan jejak karbon tersebut tidak terbatas pada kontribusi dari Permukiman di sekitar UII, sehingga dengan kata lain, mobilitas kendaraan yang menggunakan BBM ini melampaui batasan geografis Permukiman tersebut. Selain itu, nilai jejak karbon di wilayah ini juga dapat dipengaruhi oleh pemilik kendaraan yang tidak tinggal di area tersebut, namun melalui wilayah utara UII dalam menjalankan mobilitas sehari-hari. Hal ini menunjukkan bahwa jejak karbon yang bersumber dari penggunaan BBM di kawasan ini berpotensi dihasilkan dari berbagai sumber, termasuk pada mobilitas kendaraan yang tidak berkaitan langsung dengan wilayah ini.

Bensin adalah campuran kompleks yang terdiri dari berbagai jenis molekul hidrokarbon. Komposisi bensin bisa bervariasi tergantung pada berbagai faktor, seperti sumber minyak mentah, metode penyulingan, musim, umur produk, dan kondisi penyimpanan. Akibatnya, densitas bensin dan kandungan karbonnya juga dapat berbeda. Dalam proses pembakaran yang ideal, beberapa hidrokarbon mungkin masih keluar dari silinder dalam bentuk yang belum sepenuhnya terbakar, menghasilkan senyawa organik yang mudah menguap. Selain itu, sebagian karbon mungkin tidak sepenuhnya teroksidasi, yang mengakibatkan pembentukan karbon monoksida (CO).

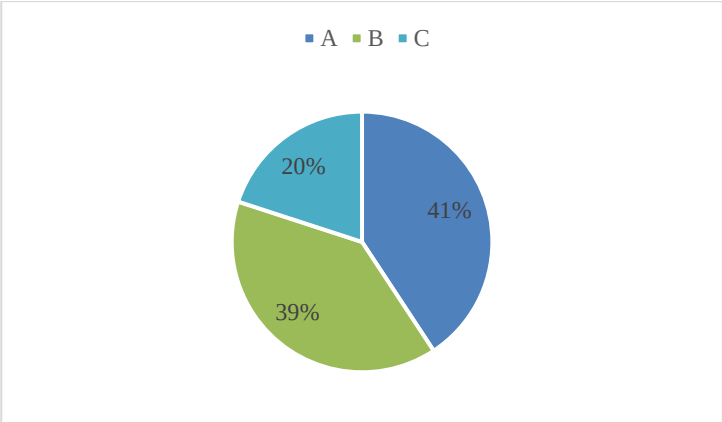
4.3.4 Total Jejak Karbon dari Area Permukiman di Wilayah Utara Universitas Islam Indonesia (UII)

Total emisi gas kaca dari aktivitas Permukiman di wilayah utara UII merupakan penjumlahan dari nilai emisi karbon yang dihasilkan oleh penggunaan LPG, listrik, dan kendaraan bermotor. Total emisi gas kaca di wilayah utara UII yang dapat dilihat di **Tabel 4.18** serta **Gambar 4.7** menunjukkan diagram

persentase total emisi karbon dari aktivitas Permukiman di wilayah Utara UII. Perhitungan secara detail terkait total emisi karbon dari aktivitas Permukiman di wilayah utara UII dapat dilihat pada lampiran 5.

Tabel 4.18 Total Emisi Karbon dari Aktivitas Permukiman di Wilayah Utara Universitas Islam Indonesia

Wilayah	Total Emisi GRK per Sumber Emisi (ton CO_2/ tahun)			Total Emisi GRK (ton CO_2/ tahun)	Persentase
	LPG	Energi Listrik	BBM		
A	25,91	826,61	629,08	1481,61	40,73%
B	26,68	970,61	431,38	1428,67	39,28%
C	12,54	423,39	291,31	727,23	19,99%
Total	65,13	2220,61	1351,77	3637,50	100,00%



Gambar 4.7 Diagram Persentase Total Emisi Karbon di Wilayah Utara Univesitas Islam Indonesia (UII)

Berdasarkan hasil penjumlahan total emisi GRK, wilayah A menyumbang 40,73% dengan nilai 1481,61 ton CO_2eq, Wilayah B menyumbang 39,28% dengan nilai 1428,67 ton CO_2eq, serta wilayah C menyumbang 19,99% dengan nilai 727,23 089ton CO_2eq. Total emisi karbon dari aktivitas Permukiman di wilayah utara Universitas Islam Indonesia yaitu 3637,50 ton CO_2eq/tahun. Pada Gambar 4.6 dapat diketahui bahwa wilayah A yang merupakan Dusun Kimpulan menjadi penyumbang terbesar emisi karbon dari aktivitas Permukiman di wilayah utara UII, dengan penggunaan listrik sebagai sumber utama emisi karbon.

Wilayah Utara UII memiliki populasi sebanyak 3.026 orang yang tersebar

di 3 wilayah. Berdasarkan perhitungan, jejak karbon yang dihasilkan oleh setiap individu di wilayah Utara UII mencapai 1,20 ton CO2eq/orang. Sebagai perbandingan, sebuah penelitian yang menganalisis jejak karbon per individu di wilayah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta menunjukkan nilai yang jauh lebih rendah, yakni 0,63 ton CO_2eq/orang/tahun (Mawardi et al., 2023). Perbedaan yang signifikan ini menunjukkan bahwa jejak karbon per individu di wilayah Utara UII jauh lebih tinggi dibandingkan dengan rata-rata jejak karbon di tingkat provinsi. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti, salah satunya faktor ekonomi.

Dari segi ekonomi, pengadopsian gaya hidup modern oleh penduduk setempat merupakan faktor utama dalam tingginya jejak karbon di Wilayah Utara UII. Penduduk Wilayah Utara UII telah mengintegrasikan berbagai peralatan dan teknologi modern dalam kehidupan sehari-hari mereka, meskipun mereka tinggal di daerah semi-pedesaan, yang menyebabkan lebih banyak energi listrik digunakan. Alat elektronik rumah tangga seperti pemanas air, pendingin udara, dan peralatan lainnya mencerminkan tingkat kesejahteraan ekonomi yang semakin baik, yang memungkinkan akses yang lebih besar terhadap barang-barang yang membutuhkan banyak listrik. Namun, penggunaan perangkat ini yang intensif menyebabkan peningkatan kebutuhan energi, yang pada gilirannya menghasilkan emisi karbon yang lebih tinggi.

Studi jejak karbon di Kecamatan Pademangan, Jakarta Utara, memberikan data relevan untuk perbandingan dengan Wilayah Utara UII, karena kedua lokasi studi berdekatan dengan institusi pendidikan, yaitu Universitas Bunda Mulya dan Universitas Islam Indonesia. Di Pademangan, emisi karbon dari penggunaan bahan bakar memasak dan listrik rumah tangga mencapai 0,91 ton CO_2eq/orang/tahun (Astari, 2012). Apabila hanya memperhitungkan aktivitas serupa di Wilayah Utara UII tanpa penggunaan BBM, emisi karbon mencapai 0,71 ton CO_2eq/orang/tahun.

Perbedaan kecil ini menunjukkan adanya kesamaan dalam pola konsumsi energi rumah tangga di kedua wilayah, meskipun terdapat perbedaan signifikan dalam karakteristik sosial-ekonomi dan tingkat urbanisasi. Di Kecamatan Pademangan, proses urbanisasi yang lebih maju memungkinkan adopsi teknologi

yang lebih efisien dan infrastruktur energi yang lebih baik Di sisi lain, Wilayah Utara UII, meskipun merupakan daerah semi-pedesaan, telah mengalami pergeseran ke arah gaya hidup modern. Transformasi ini dipengaruhi oleh perubahan aspirasi masyarakat, di mana kenyamanan dan status sosial kini diukur melalui kepemilikan teknologi modern.

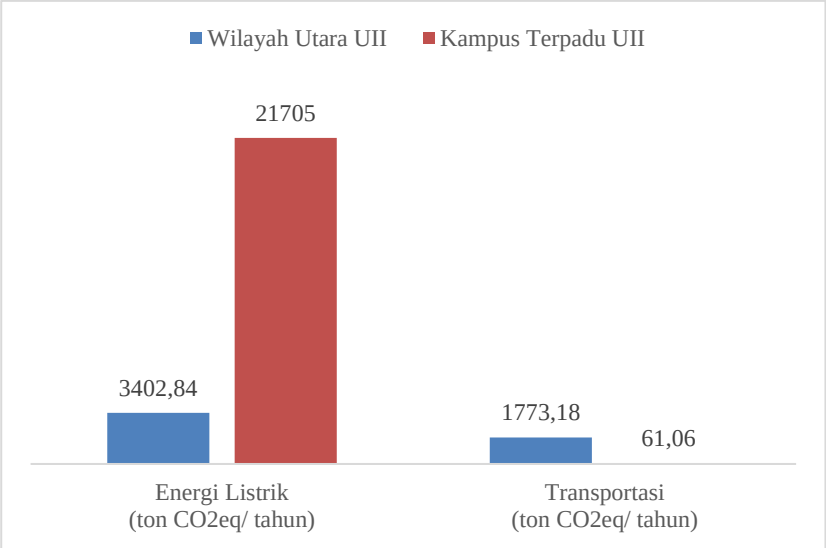
Gaya hidup tersebut mulai dianggap sebagai standar atau kebutuhan dasar, meskipun Wilayah Utara UII berada di wilayah semi-pedesaan. Transformasi budaya dan ekonomi ini menunjukkan bahwa permintaan energi meningkat, bahkan di kalangan komunitas yang lebih kecil. Oleh karena itu, penting bagi masyarakat dan pemerintah setempat untuk mengedukasi penduduk mengenai pentingnya efisiensi energi serta mempromosikan penggunaan peralatan hemat energi dan teknologi terbarukan. Pendekatan ini dapat membantu mengendalikan konsumsi energi tanpa mengorbankan kenyamanan hidup yang diperoleh dari gaya hidup modern.

4.3.5 Analisis Perbandingan Nilai Jejak Karbon di wilayah Utara UII Terhadap Nilai Jejak Karbon di Dalam Kampus UII

Kampus merupakan salah satu area dengan pusat aktivitas yang kompleks, dimana penggunaan energi yang signifikan dari bangunan, transportasi, dan pengelolaan limbah. Oleh karena itu, memahami perbandingan jejak karbon antara kampus dan di luar kampus dibutuhkan untuk menilai dampak lingkungan dari aktivitas yang berlangsung di dua lokasi tersebut. Tabel nilai total jejak karbon di Kampus Terpadu UII (Hindrawan, 2023) dan wilayah Utara UII dapat dilihat di **Tabel 4.19** serta **Gambar 4.8** menunjukkan diagram perbandingan nilai total jejak karbon di Kampus Terpadu UII dan wilayah Utara UII.

Tabel 4.19 Perbandingan Nilai Jejak Karbon

Lokasi	Energi Listrik (ton CO_2eq/ tahun)	Transportasi (ton CO_2eq/tahun)
Wilayah Utara UII	3402,84	1773,18
Kampus Terpadu UII	21705	61,06



Gambar 4.8 Diagram Perbandingan Nilai Total Jejak Karbon

Berdasarkan data yang disajikan, dapat disimpulkan bahwa emisi karbon dari penggunaan listrik di Kampus Terpadu UII jauh lebih tinggi dibandingkan dengan wilayah Utara UII. Kampus Terpadu UII menghasilkan emisi karbon sebesar 21705 ton CO_2eq per tahun, sementara wilayah utara UII menghasilkan emisi karbon sebesar 3402,84 ton CO_2eq per tahun. Perbedaan ini bisa disebabkan oleh beberapa faktor utama. Pertama, sebagai institusi pendidikan besar, kampus memiliki kebutuhan energi listrik yang lebih tinggi untuk mendukung berbagai aktivitas akademik dan non-akademik, termasuk pencahayaan, pendingin udara, komputer, dan peralatan laboratorium yang beroperasi hampir sepanjang waktu. Sebaliknya, wilayah Utara UII, yang merupakan area permukiman, memiliki kebutuhan listrik yang lebih rendah karena penggunaannya terbatas pada kebutuhan rumah tangga seperti pencahayaan, peralatan rumah tangga, dan beberapa perangkat elektronik.

Keberadaan kampus yang berdekatan dengan wilayah Utara UII secara signifikan memengaruhi jumlah emisi karbon yang dihasilkan, terutama dari sektor transportasi. Meskipun emisi karbon dari penggunaan listrik di Kampus Terpadu UII lebih tinggi daripada di wilayah Utara UII, emisi karbon dari transportasi di wilayah tersebut justru lebih besar dibandingkan dengan kampus. Tingginya jumlah kendaraan yang dimiliki oleh wilayah Utara UII didorong oleh kebutuhan mayoritas masyarakat yang membutuhkan mobilitas transportasi

menuju kampus. Dengan demikian, keberadaan kampus secara tidak langsung meningkatkan kepemilikan kendaraan di wilayah Utara UII, yang berdampak pada tingginya emisi karbon di wilayah tersebut.

Selain itu, kampus UII juga berperan dalam perubahan pola konsumsi energi di wilayah Utara UII, baik secara langsung maupun tidak langsung. Kehadiran kampus yang berdekatan dapat mendorong perkembangan ekonomi lokal dan memengaruhi gaya hidup serta kebutuhan energi masyarakat tersebut, yang pada akhirnya berkontribusi pada peningkatan emisi karbon. Salah satu contohnya yaitu meningkatnya jumlah penduduk dan aktivitas ekonomi di sekitar kampus juga berdampak pada peningkatan permintaan akan bangunan tempat tinggal, layanan, dan infrastruktur lainnya yang membutuhkan konsumsi energi lebih besar, sehingga mempengaruhi total emisi karbon di wilayah tersebut.

Berdasarkan analisis tersebut, dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan antara skala dan fungsi suatu lokasi terhadap pola konsumsi energi dan emisi karbon yang dihasilkan. Sebagai langkah untuk mendukung keberlanjutan lingkungan, khususnya di Kampus Terpadu UII, diperlukan upaya yang lebih besar dalam mengelola dan mengurangi emisi karbon dari sektor energi listrik, yang merupakan kontributor utama emisi di kampus. Sementara itu, di wilayah Utara UII, upaya pengurangan emisi sebaiknya difokuskan pada sektor transportasi, dengan mempertimbangkan langkah-langkah untuk meningkatkan efisiensi bahan bakar dan mengurangi ketergantungan pada kendaraan bermotor.

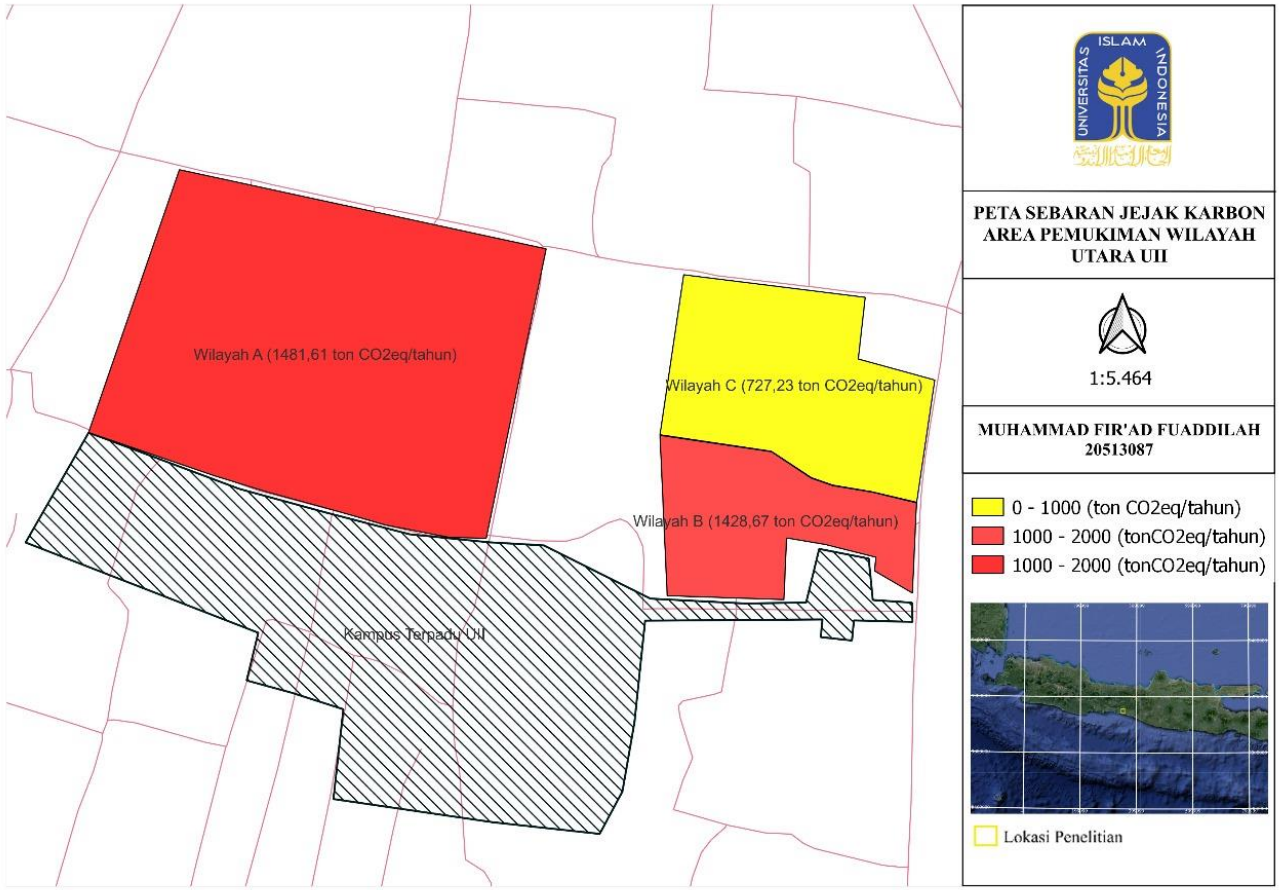
4.4 Pemetaan Jejak Karbon di Wilayah Utara Universitas Islam Indonesia (UII)

Berdasarkan hasil data dan perhitungan emisi karbon di wilayah Utara UII tahapan berikutnya adalah melakukan pemetaan emisi karbon menggunakan software QGIS. Pemetaan sektor energi dibuat menjadi 2 range, hal ini dilakukan untuk mengetahui sebaran emisi karbon dari setiap dusun berdasarkan nilai emisi karbon yang dihasilkan dari aktivitas Permukiman. Pengelompokan jangkauan emisi pada sektor energi disajikan pada **Tabel 4.20.**

Tabel 4. 20 Jangkauan emisi di wilayah Utara Universitas Islam Indonesia

Warna	**Jangkauan Emisi (ton CO2eq/ tahun)**
Kuning	0 - 1000
Merah	1000 – 2000

Berdasarkan perhitungan interval pada sektor energi, wilayah C dengan range emisi dari 0 – 1000 ton CO_2eq/tahun berada di wilayah yang ditandai dengan warna kuning dan wilayah A dan wilayah B dengan range emisi dari 1000 – 2000 ton CO_2eq/tahun berada di wilayah yang ditandai dengan warna merah hingga warna merah muda. Pemetaan sebaran emisi karbon pada sektor energi disajikan pada **Gambar 4.9**



Gambar 4.9 Pemetaan Jejak Karbon pada Area Permukiman di Wilayah Utara UII

Berdasarkan hasil pemetaan aktivitas permukiman di wilayah Utara UII, Dusun Kimpulan yang terletak di wilayah A menyumbang emisi terbesar. Penyebab utama dari tingginya emisi karbon di wilayah ini adalah posisi strategisnya yang menjadikannya sebagai pilihan utama bagi mahasiswa untuk tinggal. Sebagian besar bangunan di wilayah A adalah kos-kosan yang dapat menampung belasan hingga puluhan mahasiswa. Kos-kosan tersebut terbagi dalam kategori kos reguler dan kos eksklusif, tergantung pada fasilitas yang disediakan. Kos-kosan dengan fasilitas yang lebih lengkap cenderung menghasilkan emisi karbon yang lebih tinggi karena penggunaan perangkat elektronik yang lebih intensif.

4.5 Upaya Minimalisasi Karbon di Wilayah Utara Universitas Islam Indonesia (UII)

Dalam upaya minimalisasi penggunaan listrik, penerapan *Earth Hour* adalah sebuah inisiatif massal yang terkoordinasi untuk mengurangi konsumsi listrik selama satu jam pada satu hari setiap tahunnya. Kegiatan ini bertujuan untuk meningkatkan kesadaran terhadap aksi berkelanjutan lingkungan melalui dampak kolektif yang dihasilkan dari penghematan listrik secara sukarela oleh individu, sektor bisnis, pemerintah, dan komunitas. Gerakan ini muncul sebagai respons terhadap meningkatnya permintaan listrik global yang membebani jaringan listrik serta memperbesar emisi gas rumah kaca (GRK) yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil. Dalam program *Earth Hour* yang dilaksanakan serentak oleh 10 negara, termasuk Indonesia, pada tahun 2012, Perusahaan Listrik Negara (PLN) melaporkan hasil perbandingan perubahan permintaan listrik di Jakarta selama *Earth Hour* dengan periode yang sama dua minggu sebelumnya. Dari perbandingan tersebut, ditemukan bahwa pemadaman listrik selama 1 jam memberikan efisiensi sebesar 2% (Olexsak & Meier, 2014).

Alternatif lain dalam upaya minimalisasi emisi karbon pada penggunaan BBM yaitu dengan menyediakan transportasi hijau berupa layanan bus listrik yang berfungsi sebagai salah satu moda transportasi ramah lingkungan yang

beroperasi di sekitar kampus. Seiring meningkatnya kesadaran akan dampak negatif transportasi konvensional terhadap lingkungan, solusi ini semakin relevan. Menurut Irawan (2020), ada banyak bukti bahwa program ini berhasil. Pertama, bus listrik dapat mengurangi polusi dan emisi gas buang di kota-kota dengan populasi padat, meningkatkan kualitas udara dan kesehatan masyarakat. Kedua, bus listrik seringkali lebih murah daripada bus berbahan bakar fosil, sehingga operator transportasi tidak perlu mengeluarkan banyak uang. Ketiga, teknologi ramah lingkungan ini mendorong pengembangan infrastruktur transportasi yang lebih ramah lingkungan. Studi menunjukkan bahwa beralih ke kendaraan listrik dapat mengurangi emisi CO_2 hingga 50% dibandingkan dengan kendaraan berbahan bakar fosil (AprilliaS., 2021). Meskipun biaya awal untuk bus listrik lebih tinggi, biaya operasional jangka panjangnya lebih rendah karena bus listrik menggunakan komponen bergerak yang lebih seikit dibandingkan dengan bus diesel atau bensin, sehingga memerlukan perawatan yang lebih sedikit dan lebih jarang. Biaya listrik biasanya lebih rendah per kilometer dibandingkan dengan bahan bakar fosil.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai jejak karbon dari area permukiman di wilayah Utara UII, Kabupaten Sleman dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Penggunaan LPG menghasilkan nilai emisi CO_2 sebesar 65,13 ton CO_2eq/tahun, penggunaan energi listrik menghasilkan nilai emisi CO_2 sebesar 2220,60 ton CO_2eq/tahun, dan penggunaan BBM menghasilkan nilai emisi CO_2 sebesar 1351,77 ton CO_2eq/tahun. Berdasarkan dari area permukiman di wilayah Utara UII, emisi karbon tertinggi dihasilkan dari sektor rumah tangga yang berasal dari penggunaan energi listrik.
2. Pemetaan nilai jejak karbon di wilayah Utara UII, Kabupaten Sleman didapatkan bahwa wilayah C berada pada jangkauan emisi 0 – 1000 ton CO_2eq/tahun yang ditandai dengan warna kuning, serta wilayah A dan wilayah B berada pada jangkauan emisi 1000 – 2000 ton CO_2eq/tahun yang ditandai dengan warna merah.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka saran yang bisa diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah :

1. Penelitian selanjutnya sebaiknya menggunakan metode *stratified sampling*. Metode ini memberikan representasi yang lebih akurat terhadap populasi yang diteliti, karena peneliti melakukan stratifikasi terlebih dahulu terhadap seluruh populasi sebelum menerapkan teknik pengambilan sampel acak. Dengan demikian, setiap subkelompok dalam populasi, dalam hal ini tingkatan tipe hunian yang ditempati,

akan mendapatkan representasi yang proporsional dalam sampel. Penggunan *stratified sampling* memberikan cakupan yang lebih komprehensif terhadap populasi, karena peneliti memiliki kendali atas pemilihan subkelompok untuk menjamin bahwa semua kelompok dalam populasi terwakili dalam sampel penelitian.

2. Diharapkan adanya tambahan bagi peneliti selanjutnya untuk nilai emisi CH_4 dan N_2O dengan menambahkan sektor persampahan, peternakan dan pertanian di wilayah utara UII, Kabupaten Sleman.

DAFTAR PUSTAKA

Akmalina, D. (2021). *Analisis Jejak Karbon pada Aktivitas Permukiman di Kecamatan Waru, Kabupaten Sidoarjo*. UIN Sunan Ampel Surabaya.

AprilliaS. (2021). *ANALISIS BEBAN EMISI KARBON DIOKSIDA (CO2) TERHADAP RENCANA TRANSJAKARTA DARI BUS KONVENTIONAL MENJADI BUS LISTRIK PADA KORIDOR 1*. Universitas Trisakti.

Ardelia, E., & Parahyangan, U. K. (2023). Proyeksi Penerapan Pajak Karbon dalam Upaya Menekan Emisi Gas Rumah Kaca Pada Sektor Pertanian dan Perkebunan di Indonesia. *Journal Of Social Science Research*, *3*(4), 9070–9080.

Astari, R. G. (2012). *Studi Jejak Karbon dari Aktivitas Permukiman di Kecamatan Pademangan Kotamadya jakarta Utara*. 63.

Dapas, F. (2015). Analisis Jejak Ekologis Melalui Studi Jejak Karbon Pada Transportasi Darat. *Jurnal Ilmiah Sains*, *17*(1), 117. https://doi.org/10.35799/jis.15.2.2015.9405

Ghaniyyu, F. F., & Husnita, N. (2021). Upaya Pengendalian Perubahan Iklim Melalui Pembatasan Kendaraan Berbahan Bakar Minyak di Indonesia Berdasarkan Paris Agreement. *MORALITY : Jurnal Ilmu Hukum*, *7*(1), 110. https://doi.org/10.52947/morality.v7i1.196

Hindrawan, Y. (2023). *Identifikasi Jejak Karbon di Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia (UII)*. Universitas Islam Indonesia.

Hisham, F. D. B. B. (2019). *Evaluation of Onsite Carbon Footprint In Landscape Development Stages Based On Life Cycle Assesment In Putrajaya, Malaysia*. Universiti Putra Malaysia.

Intergovernmental Panel on Climate Change. (1995). Climate Change 1995: The Science of Climate Change. In *Cambridge University Press*. https://doi.org/10.51644/9781554580811-003

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Mobile Combustion Vol 2 Chapter 3*. IPCC.

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2007). *Climate Change 2007: Mitigation Contribution Of Working Group III To The Fourth Assessment Report Of The Intergovermental Panel On Climate Change*. Cambridge University Press.

Irawan, A. (2020). *PERBANDINGAN KELAYAKAN EKONOMI SISTEM KAPASITOR SUPER DAN SISTEM BATERAI PADA BUS LISTRIK KOTA*.

Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Kementerian Lingkungan Hidup. (2012). *Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional Buku II* (Volume I).

Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2012). *Kajian Indonesia Energy Outlook*.

Lasaiba, M. A. (2022). Perkotaan dalam Perspektif Kemiskinan, Permukiman Kumuh dan Urban Heat Island (Suatu Telaah Literatur). *Geoforum*, *1*(2), 63–72. https://doi.org/10.30598/geoforumvol1iss2pp63-72

Mawardi, : M I, Winanti, W. S., Sudinda, T. W., Amru, K., Saraswat, A. A., Sachoemar, S. I., Arifin, Z., & Alimin, A. (2023). Analysis of net-zero emission index for several areas in Indonesia using individual carbon footprint and land use covered. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1–14.

Muharrohman. (2024). *Pemetaan dan Analisis Jejak Karbon Berbasis Energi Terhadap Ekonomi Hijau (Studi Kasus: Desa Kayen, Kabupaten Pati, Jawa Tengah)*. Universitas Gadjah Mada.

Muthia, A. D. (2019). *Kajian Jejak Karbon dan Pemetannya dari Aktivitas Kampus Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin*. Universitas Hasanuddin.

Nugrahayu, Q. (2015). Penentuan Faktor Emisi Spesifik Dari Sektor Transportasi Dan Industri Untuk Estimasi Tapak Karbon Dan Pemetaannya Di Kabupaten Sumenep-Jawa Timur. *Tesis*, 1–104.

Olexsak, S. J., & Meier, A. (2014). The electricity impacts of Earth Hour: An international comparative analysis of energy-saving behavior. *Energy Research and Social Science*, *2*, 159–182. https://doi.org/10.1016/j.erss.2014.04.014

Pratama, R. (2019). Efek Rumah Kaca Terhadap Bumi. *Buletin Utama Teknik*, *14*(2), 1410–4520.

Puslitbang Lemigas. (2017). *Surat Kepala Puslitbang Lemigas tentang Usulan Faktor Emisi Nasional Bahan Bakar Gas*. Badan Penelitian dan Pengembangan ESDM.

Puslitbang Teknologi Mineral dan Batubara. (2016). *Perhitungan Faktor Emisi CO2 Nasional (Specific Country Tier 2) dari Batubara*. Badan Penelitian dan Pengembangan ESDM.

Putri, N. J. (2022). *Estimasi Total Jejak Karbon di Kampus Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung*. Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.

Rusdiani, R. R. (2018). Kajian Faktor Emisi Kendaraan Bermotor Bahan Bakar Gasolin Roda Dua Di Kota Surabaya. *Thesis*, 159.

Sidik, S. (2023). *Jejak Karbon Akibat Kendaraan Bermotor dan Konsumsi Listrik di Kota Banda Aceh*. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Wardoyo, A. Y. P. (2016). *Emisi Partikulat Kendaraan Bermotor dan Dampak Kesehatan*. UB Press.

Wicaksono, A. M. (2010). *Studi Carbon Footprint (CO2) Dari Kegiatan Permukiman Di Surabaya Bagian Barat.*

Zen, I. S., Al-Amin, A. Q., Alam, M. M., & Doberstein, B. (2021). Magnitudes of households' carbon footprint in Iskandar Malaysia: Policy implications for sustainable development. *Journal of Cleaner Production*, *315*, 128042.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Kuisioner Masyarakat

KUISIONER ANALISIS JEJAK KARBON PADA AREA PERMUKIMAN DI WILAYAH UTARA UII

Dusun :

Alamat (RT/RW) :

Titik Koordinat :

A. BIODATA RESPONDEN

1. Nama :
2. Jenis Kelamin : Laki – Laki / Perempuan
3. Pekerjaan :
4. Jumlah penghuni tempat tinggal (orang) :
5. Status kepemilikan tempat tinggal :

   a. Sendiri b. Kontrak/Kost c. Lainnya, ...

B. SEKTOR TRANSPORTASI

11. Jenis kendaraan yang dimiliki :

    a. Sepeda motor

    b. Mobil
12. Jumlah motor dimiliki (unit) :
13. Jumlah mobil dimiliki (unit) :
14. Jenis bahan bakar digunakan :

    a. Pertamax

    b. Pertalite

    c. Solar
15. Tarif pembelian bahan bakar dalam sekali pembelian (Rp.) :
16. Periode habis pemakaian bahan bakar dengan nominal tsb (hari/minggu) :

C. SEKTOR ENERGI

17. Bahan bakar yang digunakan untuk memasak :

    a. LPG b. Kayu bakar c. Minyak tanah
18. Tipe berat gas LPG yang digunakan :

    a. 3 kg b. 5,5 kg c. 12 kg
19. Periode habis pemakaian bahan bakar dengan berat tsb (hari/minggu) :

20. Daya listrik :

Lanjutan Lampiran 1. Kuisioner Masyarakat

a. 450 VA b. 900 VA c. 1300 VA d. 2200 VA

21. Tipe listrik meteran*/token** :

*a. Tagihan listrik per bulan (Rp.) :

**b. Nominal harga token listrik dalam sekali pembelian (Rp.) :

**c. Periode habis pemakaian token dengan nominal tsb (hari/minggu):

Lampiran 2. Pehitungan Emisi LPG

Perhitungan Total Jejak Karbon Penggunaan LPG

No	Wilayah	Total Konsumsi LPG (Kg/thn)	Total Emisi LPG (Kg CO2eq/thn)	Total Emisi LPG (Ton CO2eq/thn)
1	A	8682,35	25913,611	25,91
2	B	8940,00	26682,592	26,68
3	C	4200,00	12535,446	12,54
Total		21822,35	65131,649	39,218

1. Wilayah A

Total konsumsi LPG = 8682,35 kg/tahun

Faktor emisi LPG = 63100 kg CO_2/TJ

NCV LPG = 0,0000473 TJ/kg

$Emisi_{LPG}$ = KBB × NCV × FE × GWP

$Emisi_{LPG} = 8682{,}35\ {}^{kg}/_{thn} \times 0{,}0000473\ {}^{TJ}/_{kg} \times 63100\ {}^{kg\ CO_2}/_{TJ} \times 1\ CO_2eq$

$Emisi_{LPG}$ = 25913,611 kg CO_2eq/tahun

$Emisi_{LPG}$ = 25,91 ton CO_2eq/tahun

2. Wilayah B

Total konsumsi LPG = 8940,00 kg/tahun

Faktor emisi LPG = 63100 kg CO_2/TJ

NCV LPG = 0,0000473 TJ/kg

$Emisi_{LPG}$ = KBB × NCV × FE × GWP

$Emisi_{LPG} = 8940{,}00\ {}^{kg}/_{thn} \times 0{,}0000473\ {}^{TJ}/_{kg} \times 63100\ {}^{kg\ CO_2}/_{TJ} \times 1\ CO_2eq$

$Emisi_{LPG}$ = 26682,592 kg CO_2eq/tahun

$Emisi_{LPG}$ = 26,68 ton CO_2eq/tahun

3. Wilayah C

Total konsumsi LPG = 4200,00 kg/tahun

Faktor emisi LPG = 63100 kg CO_2/TJ

NCV LPG = 0,0000473 TJ/kg

$Emisi_{LPG}$ = KBB × NCV × FE × GWP

$Emisi_{LPG} = 4200{,}00\ {}^{kg}/_{thn} \times 0{,}0000473\ {}^{TJ}/_{kg} \times 63100\ {}^{kg\ CO_2}/_{TJ} \times 1\ CO_2eq$

$Emisi_{LPG}$ = 12535,446 kg CO_2eq/tahun

$Emisi_{LPG}$ = 12,54 ton CO_2eq/tahun

Lampiran 3. Pehitungan Emisi Energi Listrik

Perhitungan Total Jejak Karbon Penggunaan Energi Listrik

No	Wilayah	Total Konsumsi Listrik (kWh/thn)	Total Emisi Listrik (Kg CO2eq/thn)	Total Emisi Listrik (Ton CO2eq/thn)
1	A	950129,74	826612,878	826,61
2	B	1115639,01	970605,938	970,61
3	C	486651,36	423386,686	423,39
Total		2552420,12	2220605,502	2220,61

1. Wilayah A

   Total konsumsi energi listrik = 950129,74 kWh/tahun

   Faktor emisi CO_2 Listrik = 0,87 kg CO_2/kWh

   $Emisi_{Listrik}$ = KE × FE × GWP

   $Emisi_{Listrik} = 950129{,}74\ {}^{kWh}/_{thn} \times 0{,}87\ {}^{kg\ CO_2}/_{kWh} \times 1\ CO_2eq$

   $Emisi_{Listrik}$ = 826612,878 kg CO_2eq/tahun

   $Emisi_{Listrik}$ = 826,61 ton CO_2eq/tahun

2. Wilayah B

   Total konsumsi energi listrik = 1115639,01 kWh/tahun

   Faktor emisi CO_2 Listrik = 0,87 kg CO_2/kWh

   $Emisi_{Listrik}$ = KE × FE × GWP

   $Emisi_{Listrik} = 1115639{,}01\ {}^{kWh}/_{thn} \times 0{,}87\ {}^{kg\ CO_2}/_{kWh} \times 1\ CO_2eq$

   $Emisi_{Listrik}$ = 970605,938 kg CO_2eq/tahun

   $Emisi_{Listrik}$ = 970,61 ton CO_2eq/tahun

3. Wilayah C

   Total konsumsi energi listrik = 486651,36 kWh/tahun

   Faktor emisi CO_2 Listrik = 0,87 kg CO_2/kWh

   $Emisi_{Listrik}$ = KE × FE × GWP

   $Emisi_{Listrik} = 486651{,}36\ {}^{kWh}/_{thn} \times 0{,}87\ {}^{kg\ CO_2}/_{kWh} \times 1\ CO_2eq$

   $Emisi_{Listrik}$ = 423386,686 kg CO_2eq/tahun

   $Emisi_{Listrik}$ = 423,39 ton CO_2eq/tahun

Lampiran 4. Pehitungan Emisi Transportasi

Perhitungan Total Jejak Karbon Penggunaan Transportasi

No	Wilayah	Total Konsumsi BBM (L/thn)		Total Emisi BBM (Kg CO2/thn)		Total Emisi BBM (Kg CO2eq/thn)	Total Emisi BBM (Ton CO2eq/thn)
		Pertamax	Pertalite	Pertamax	Pertalite		
1	A	96657,00	165084,13	231570,85	397507,88	629078,74	629,08
2	B	70608,70	108897,60	169164,31	262215,73	431380,04	431,38
3	C	40362,32	80820,00	96700,04	194607,37	291307,41	291,31
Total		207628,02	354801,73	497435,21	854330,98	1351766,19	1351,77

Lanjutan Lampiran 4. Pehitungan Emisi Transportasi

1. Wilayah A

- Total konsumsi pertamax = 96657,00 L/tahun
  Faktor emisi CO_2 pertamax = 72600 kg CO_2/TJ
  NCV pertamax = 0,000033 Tj/L
  $Emisi_{pertamax}$ = KBB × NCV × FE × GWP
  $Emisi_{pertamax}$ = 96657,00 L/tahun × 0,000033 Tj/L × 72600 CO2/TJ × 1 CO_2eq
  $Emisi_{pertamax}$ = 231570,85 kg CO_2eq/tahun
  $Emisi_{pertamax}$ = 231,57 CO_2eq/tahun

- Total konsumsi pertalite = 165084,13 L/tahun
  Faktor emisi CO_2 pertalite = 72967 kg CO_2/TJ
  NCV pertalite = 0,000033 Tj/L
  $Emisi_{pertalite}$ = KBB × NCV × FE × GWP
  $Emisi_{pertalite}$ = 165084,13 L/tahun × 0,000033 Tj/L × 72967 CO2/TJ × 1 CO_2eq
  $Emisi_{pertalite}$ = 397507,88 kg CO_2eq/tahun
  $Emisi_{pertalite}$ = 397,50 CO_2eq/tahun

- $Emisi_{BBM}$ = $Emisi_{pertamax}$ + $Emisi_{pertalite}$
  $Emisi_{BBM}$ = 231,57 CO_2eq/tahun + 397,50 CO_2eq/tahun
  $Emisi_{BBM}$ = 629,08 CO_2eq/tahun

Lanjutan Lampiran 4. Pehitungan Emisi Transportasi

2. Wilayah B

- Total konsumsi pertamax = 70608,70 L/tahun
  Faktor emisi CO_2 pertamax = 72600 kg CO_2/TJ
  NCV pertamax = 0,000033 Tj/L
  Emisi $_{pertamax}$ = KBB × NCV × FE × GWP
  Emisi $_{pertamax}$ = 70608,70 L/tahun × 0,000033 Tj/L × 72600 CO2/TJ × 1 CO_2eq
  Emisi $_{pertamax}$ = 169164,31 kg CO_2eq/tahun
  Emisi $_{pertamax}$ = 169,16 CO_2eq/tahun

- Total konsumsi pertalite = 108897,60 L/tahun
  Faktor emisi CO_2 pertalite = 72967 kg CO_2/TJ
  NCV pertalite = 0,000033 Tj/L
  Emisi $_{pertalite}$ = KBB × NCV × FE × GWP
  Emisi $_{pertalite}$ = 108897,60 L/tahun × 0,000033 Tj/L × 72967 CO2/TJ × 1 CO_2eq
  Emisi $_{pertalite}$ = 262215,73 kg CO_2eq/tahun
  Emisi $_{pertalite}$ = 262,22 CO_2eq/tahun

- Emisi $_{BBM}$ = Emisi $_{pertamax}$ + Emisi $_{pertalite}$
  Emisi $_{BBM}$ = 169,16 CO_2eq/tahun + 262,22 CO_2eq/tahun
  Emisi $_{BBM}$ = 431,38 CO_2eq/tahun

Lanjutan Lampiran 4. Pehitungan Emisi Transportasi

3. Wilayah C

- Total konsumsi pertamax = 40362,32 L/tahun
  Faktor emisi CO_2 pertamax = 72600 kg CO_2/TJ
  NCV pertamax = 0,000033 Tj/L
  $Emisi_{pertamax}$ = KBB × NCV × FE × GWP
  $Emisi_{pertamax}$ = 40362,32 L/tahun × 0,000033 Tj/L × 72600 CO2/TJ × 1 CO_2eq
  $Emisi_{pertamax}$ = 96700,04 kg CO_2eq/tahun
  $Emisi_{pertamax}$ = 96,70 CO_2eq/tahun

- Total konsumsi pertalite = 80820,00 L/tahun
  Faktor emisi CO_2 pertalite = 72967 kg CO_2/TJ
  NCV pertalite = 0,000033 Tj/L
  $Emisi_{pertalite}$ = KBB × NCV × FE × GWP
  $Emisi_{pertalite}$ = 80820,00 L/tahun × 0,000033 Tj/L × 72967 CO2/TJ × 1 CO_2eq
  $Emisi_{pertalite}$ = 194607,37 kg CO_2eq/tahun
  $Emisi_{pertalite}$ = 194,61 CO_2eq/tahun

- $Emisi_{BBM}$ = $Emisi_{pertamax}$ + $Emisi_{pertalite}$
  $Emisi_{BBM}$ = 96,70 CO_2eq/tahun + 194,61 CO_2eq/tahun
  $Emisi_{BBM}$ = 291,31 CO_2eq/tahun

Lampiran 5. Pehitungan Total Emisi Gas Rumah Kaca dari Area Permukiman

Perhitungan Total Emisi Gas Rumah Kaca dari Area Pemukiman

Wilayah	Total Emisi GRK per Sumber Emisi (ton CO2/ tahun)			Total Emisi GRK (ton CO2/ tahun)
	LPG	Energi Listrik	BBM	
A	25,91	826,61	629,08	1481,61
B	26,68	970,61	431,38	1428,67
C	12,54	423,39	291,31	727,23
Total	65,13	2220,61	1351,77	3637,50

1. Wilayah A

   $TE_{GRK} = TE_{LPG} + TE_{BBM} + TE_{ENERGI\ LISTRIK}$

   $TE_{GRK} = 25,91\ CO_2eq/tahun + 629,08\ CO_2eq/tahun + 826,61\ CO_2eq/tahun$

   $TE_{GRK} = 1481,61\ CO_2eq/tahun$

2. Wilayah B

   $TE_{GRK} = TE_{LPG} + TE_{BBM} + TE_{ENERGI\ LISTRIK}$

   $TE_{GRK} = 26,68\ CO_2eq/tahun + 431,38\ CO_2eq/tahun + 970,61\ CO_2eq/tahun$

   $TE_{GRK} = 1428,67\ CO_2eq/tahun$

3. Wilayah C

   $TE_{GRK} = TE_{LPG} + TE_{BBM} + TE_{ENERGI\ LISTRIK}$

   $TE_{GRK} = 12,54\ CO_2eq/tahun + 291,31\ CO_2eq/tahun + 423,39\ CO_2eq/tahun$

   $TE_{GRK} = 727,23\ CO_2eq/tahun$

- Total Emisi Gas Rumah Kaca

  $TE_{GRK} = TE_{GRK}$ Wilayah A + TE_{GRK} Wilayah B + TE_{GRK} Wilayah C

  $TE_{GRK} = 1481,61 CO_2eq/tahun + 1428,67 CO_2eq/tahun + 727,23 CO_2eq/tahun$

  $TE_{GRK} = 3637,50 CO_2eq/tahun$

Lampiran 6. Data Hasil Wawancara

No	Dusun	RT	Nama	Status Kepemilikan Rumah	Pekerjaan	Jumlah Penghuni Rumah (Orang)	Penggunaan Listrik			Kepemilikan Kendaraan					Penggunaan Gas	
							Daya Listrik (Watt)	Tarif Listrik (/Bulan)	Daya Listrik (kWh/bulan)	Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan	BBM Pertamax (L/bulan)	BBM Pertalite (L/bulan)	BBM Solar (L/bulan)	Tipe	Penggunaan (Kg/Bulan)
1	Kimpulan	01	Jumiah	Sendiri	IRT	2	450	Rp10.000	96,39	Motor	1	-	12	-	LPG	6
2	Kimpulan	01	Iin	Sendiri	IRT	7	2200	Rp400.000	276,87	Mobil	1	-	40	-	LPG	6
										Motor	2	-	6	-		
3	Kimpulan	01	Sulistyanti	Sendiri	IRT	3	900	Rp100.000	295,86	Mobil	1	43	-	-	LPG	6
4	Kimpulan	01	Darik	Kost	IRT	6	900	Rp300.000	221,89	Motor	2	-	24	-	LPG	6
5	Kimpulan	01	Tiara	Kost	Penjaga Kost	35	2200	Rp7.000.000	4845,30	Mobil	10	87	320	-	LPG	24
										Motor	25	72	240	-		
6	Kimpulan	01	Puri Anggrek	Kost	Mahasiswa	14	900	Rp700.000	517,75	Motor	7	-	21	-	LPG	12
7	Kimpulan	01	Hafit	Kost	Mahasiswa	10	2200	Rp1.000.000	692,19	Motor	7	-	21	-	LPG	3
8	Kimpulan	01	Lestari Putra	Kost	Mahasiswa	5	900	Rp250.000	184,91	Motor	3	-	36	-	-	-
9	Kimpulan	01	Tepat Kost	Kost	Mahasiswa	17	900	Rp850.000	628,70	Mobil	3	-	120	-	LPG	9
										Motor	10	-	30	-		
10	Kimpulan	01	Kost Amanah	Kost	Mahasiswa	29	900	Rp1.450.000	1072,49	Motor	29	84	278	-	LPG	12
11	Kimpulan	01	Kost Feramisa	Kost	Mahasiswa	26	1300	Rp2.600.000	1799,68	Mobil	2	-	20	-	LPG	6
										Motor	24	70	230	-		
12	Kimpulan	01	Warnah	Sendiri	IRT	2	450	Rp75.000	180,72	Motor	2	-	20	-	LPG	12
13	Kimpulan	01	Griya Annisa	Kost	Penjaga Kost	28	2200	Rp1.200.000	2907,18	Mobil	10	87	320	-	LPG	9
										Motor	20	58	192	-		
14	Kimpulan	01	Ahsan	Kost	Mahasiswa	16	900	Rp800.000	591,72	Motor	15	43	141	-	-	-
15	Kimpulan	01	Putri Winqink	Kost	Penjaga Kost	16	900	Rp800.000	553,75	Motor	12	-	144	-	LPG	9
16	Kimpulan	01	Griyatama	Kost	Penjaga Kost	25	1300	Rp2.500.000	1730,46	Mobil	8	70	256	-	LPG	12
										Motor	17	49	163	-		
17	Kimpulan	01	Al-Barokah	Kost	Penjaga Kost	12	900	Rp600.000	443,79	Motor	12	-	144	-	LPG	6
18	Kimpulan	01	Grya Chandra	Kost	Penjaga Kost	16	900	Rp800.000	591,72	Mobil	1	-	12	-	-	-
										Motor	14	41	134	-		
19	Kimpulan	01	Mas AD	Kost	Penjaga Kost	20	2200	Rp2.000.000	1384,37	Mobil	3	130	-	-	LPG	6
										Motor	17	49	163	-		
20	Kimpulan	01	Asy-Syifa	Kost	Mahasiswa	8	900	Rp400.000	295,86	Motor	8	-	96	-	LPG	6
21	Lodadi	01	Sekar	Kost	Mahasiswa	18	1300	Rp3.600.000	2491,87	Motor	15	43	141	-	LPG	6
22	Lodadi	01	Tono	Kost	Penjaga Kost	11	1300	Rp2.200.000	1522,81	Motor	11	32	106		LPG	6
23	Lodadi	01	Susanto	Sendiri	Wirausaha	1	1300	Rp600.000	830,62	Motor	2	-	24	-	LPG	12
24	Lodadi	01	Faisal	Kost	Wirausaha	5	1300	Rp3.000.000	2076,56	Motor	2	-	24	-	-	-
25	Lodadi	01	Putri	Kost	Mahasiswa	25	1300	Rp3.000.000	2076,56	Motor	20	58	192	-	LPG	1
26	Lodadi	01	Indra	Kost	Mahasiswa	4	900	Rp300.000	221,89	Motor	4	-	48	-	-	-
27	Lodadi	01	Shafa	Kost	Penjaga Kost	17	900	Rp3.400.000	2514,79	Mobil	3	130	-	-	LPG	6
										Motor	14	-	224	-		
28	Lodadi	01	Shafa 2	Kost	Penjaga Kost	20	900	Rp2.000.000	1479,29	Mobil	2	12	-	-	LPG	6
										Motor	18	52	173	-		
29	Lodadi	01	Heri	Kost	Penjaga Kost	26	900	Rp1.300.000	1895,99	Mobil	4	174	-	-	LPG	48
						9	1300	Rp1.350.000		Motor	25	72	240	-	LPG	3
30	Lodadi	01	Srikandi	Kost	Penjaga Kost	25	1300	Rp5.000.000	3460,93	Mobil	3	26	-	-	-	-
										Motor	20	58	192			
31	Lodadi	01	Buning	Kost	IRT	3	900	Rp150.000	110,95	Motor	3	-	36	-	LPG	6
32	Lodadi	01	Wisma	Kost	Wirausaha	16	1300	Rp2.400.000	1661,24	Motor	3	-	36	-	-	-
33	Lodadi	01	Ardi	Kost	Mahasiswa	13	900	Rp650.000	480,77	Motor	13		156	-	-	-
34	Lodadi	01	Yolan	Kost	Mahasiswa	26	900	Rp1.300.000	961,54	Motor	19	55	182	-	LPG	9
35	Lodadi	01	Salsa	Kost	Mahasiswa	17	2200	Rp2.550.000	1765,07	Motor	15	43	141	-	LPG 12 KG	12
36	Lodadi	01	Esti	Kost	Mahasiswa	22	900	Rp1.100.000	813,61	Motor	2	-	24	-	LPG 12 KG	12
37	Lodadi	01	Ishmah	Kost	Mahasiswa	9	1300	Rp900.000	622,97	Motor	4	-	48	-	LPG 12 KG	12
38	Lodadi	01	Eca	Kost	Mahasiswa	16	1300	Rp1.600.000	1107,50	Motor	10	-	200	-	LPG	6
39	Lodadi	01	Bambang	Kost	Wirausaha	16	900	Rp80.000	0,67	Motor	14	-	280	-	-	-
40	Lodadi	01	Banneytha	Kost	IRT	9	1300	Rp675.000	467,23	Motor	6	-	120	-	LPG	6
41	Lodadi	02	Ngatini	Sendiri	IRT	5	1300	Rp300.000	207,66	Mobil	1	43	-	-	LPG	6
										Motor	3	-	18	-		
42	Lodadi	02	Kost Ngatini	Kost	Pemilik Kost	5	1300	Rp500.000	346,09	Mobil	1	43	-	-	LPG	6
										Motor	3	-	12	-		
43	Lodadi	02	Gunawan	Sendiri	Wirausaha	2	2200	Rp500.000	346,09	Mobil	1	22	-	-	LPG	9
										Motor	1		12			
44	Lodadi	02	Kost Kentaro	Kost	Wiraswasta	18	2200	Rp1.800.000	1245,93	Motor	18	52	173	-	LPG	12
45	Lodadi	02	Refifa	Kost	Mahasiswa	20	900	Rp1.000.000	878,08	Mobil	12	104	384	-	LPG	9
						2	1300	Rp200.000		Motor	9	-	108	-		
46	Lodadi	02	Romi	Kost	Wirausaha	15	900	Rp750.000	900,83	Mobil	1	43	-	-	LPG	6
						10	1300	Rp500.000		Motor	15	43	144	-		
47	Lodadi	02	Dahlia	Kost	Penjaga Kost	23	900	Rp1.150.000	369,82	Motor	23	67	221	-	LPG	15
48	Lodadi	02	Saknadyo	Kost	Mahasiswa	20	900	Rp1.000.000	850,59	Motor	18	52,17	172,8	-	LPG	6
49	Lodadi	02	Shaqila	Kost	Penjaga Kost	30	1300	Rp1.000.000	692,19	Mobil	3	130	-		LPG	9
										Motor	20	58	192			
50	Lodadi	02	Pelangi	Kost	Penjaga Kost	20	1300	Rp1.000.000	692,19	Motor	16	46	154	-	LPG	9
51	Lodadi	02	Babe	Kost	Penjaga Kost	7	450	Rp350.000	843,37	Motor	7	-	12	-	LPG	3
52	Lodadi	02	Indri	Kost	Penjaga Kost	20	1300	Rp3.000.000	2076,56	Motor	18	52	173	-	LPG	6
53	Lodadi	02	Hadi	Kost	Mahasiswa	14	900	Rp700.000	2218,93	Motor	10	-	96	-	LPG	3
54	Lodadi	02	Puspa	Kost	Penjaga Kost	8	1300	Rp400.000	276,87	Motor	8	-	96	-	LPG	6
55	Lodadi	02	Nancy	Kost	Pemilik Kost	10	900	Rp500.000	295,86	Motor	8	-	96	-	LPG	3
56	Lodadi	02	Fafas	Kost	Penjaga Kost	17	1300	Rp1.700.000	1176,71	Motor	17	49	163	-	LPG	6
57	Lodadi	02	Artwo	Kost	Mahasiswa	6	900	Rp30.000	1176,71	Motor	3	-	36	-	-	-
58	Lodadi	02	Salsafidza	Kost	Penjaga Kost	20	900	Rp1.000.000	739,64	Motor	16		192		LPG	6
59	Lodadi	02	Nur Artha	Kost	Pemilik Kost	12	900	Rp600.000	443,79	Motor	12		144			-
60	Lodadi	02	Syaadah	Kost	Mahasiswa	8	900	Rp 400.000	443,79	Motor	8		96		LPG	6

Lampiran 7. Perhitungan Rencana Operasional Angkutan Feeder

Target pengurangan emisi karbon per tahun

= 1351,77 ton CO_2eq/tahun – 1182,80 ton CO_2eq/tahun

= 168,97 ton CO_2eq/tahun

Target minimalisasi emisi karbon

$= \frac{168{,}97 \text{ ton } CO_2\text{eq/tahun}}{12\ bulan} = 14{,}08$ ton CO_2eq/bulan

$= \frac{14{,}08 \text{ ton } CO_2\text{eq/bulan}}{30\ hari} = 0{,}47$ ton CO_2eq/hari

Emisi karbon yang dihasilkan oleh 1 orang per bulan

$= \frac{\text{Total emisi penggunaan BBM}}{12 \text{ bulan}}$ / total jumlah penduduk

$= \frac{1351{,}77 \text{ ton } CO_2\text{eq/bulan}}{12 \text{ bulan}}$ / 3106 orang

= 0,04 ton CO_2eq/bulan

$= \frac{0{,}04 \text{ ton } CO_2\text{eq/bulan}}{30 \text{ hari}}$

= 0,0012 ton CO_2eq/hari

Minimalisasi emisi karbon yang harus dilakukan oleh 1 orang per bulan

= 0,04 ton CO_2eq/bulan x 12 penumpang

= 0,44 ton CO_2eq/bulan

Target penumpang per hari

$= \frac{0{,}47 \text{ ton } CO_2\text{eq/hari}}{0{,}0012 \text{ ton } CO_2\text{eq/hari}} = 388$ orang/hari

Perputaran rute angkutan umum

Jumlah kapasitas kendaraan = 12 penumpang

Jumlah armada = 2 unit

$= \frac{388 \text{ orang}}{(12 \text{ penumpang x } 2 \text{ unit})}$

= 16 putaran

Waktu operasional

Kecepatan rencana = 30 km/jam

Waktu operasi = 08.00 – 17.00

Panjang rute = 2,6 km

Waktu tempuh = (5 + (5 + 1 + 5)) menit = 16 menit

Total waktu tempuh angkutan = 16 putaran x 16 menit = 263 menit

= 263/60 menit = 4,4 Jam

Lampiran 8. Titik koordinat sampel

Rumah	Titik Koordinat
Rumah 1	7°41'6.60"S, 110°24'43.23"E
Rumah 2	7°41'4.46"S, 110°24'46.98"E
Rumah 3	7°41'9.78"S, 110°24'45.45"E
Rumah 4	7°41'7.67"S, 110°24'42.01"E
Rumah 5	7°41'1.99"S, 110°24'39.41"E
Rumah 6	7°41'5.20"S, 110°24'47.63"E
Rumah 7	7°41'7.57"S, 110°24'39.11"E
Rumah 8	7°41'10.29"S, 110°24'41.77"E
Rumah 9	7°41'4.99"S, 110°24'39.27"E
Rumah 10	7°41'4.84"S, 110°24'43.15"E
Rumah 11	7°41'7.93"S, 110°24'37.47"E
Rumah 12	7°41'8.81"S, 110°24'42.18"E
Rumah 13	7°41'8.40"S, 110°24'50.59"E
Rumah 14	7°41'6.22"S, 110°24'53.97"E
Rumah 15	7°41'2.39"S, 110°24'44.16"E
Rumah 16	7°41'5.28"S, 110°24'42.69"E
Rumah 17	7°41'9.98"S, 110°24'46.38"E
Rumah 18	7°41'3.41"S, 110°24'38.23"E
Rumah 19	7°41'5.02"S, 110°24'46.64"E
Rumah 20	7°41'11.57"S, 110°24'45.93"E
Rumah 21	7°41'10.20"S, 110°25'2.10"E
Rumah 22	7°41'8.56"S, 110°25'0.41"E
Rumah 23	7°41'10.69"S, 110°25'3.76"E
Rumah 24	7°41'9.58"S, 110°25'0.21"E
Rumah 25	7°41'9.97"S, 110°25'0.17"E
Rumah 26	7°41'11.80"S, 110°25'5.71"E
Rumah 27	7°41'12.46"S, 110°25'1.32"E
Rumah 28	7°41'12.81"S, 110°25'0.33"E
Rumah 29	7°41'8.87"S, 110°25'2.02"E
Rumah 30	7°41'8.69"S, 110°25'2.87"E
Rumah 31	7°41'8.38"S, 110°24'59.62"E
Rumah 32	7°41'7.20"S, 110°25'0.61"E
Rumah 33	7°41'9.95"S, 110°24'58.65"E
Rumah 34	7°41'9.34"S, 110°25'4.23"E
Rumah 35	7°41'11.41"S, 110°25'2.74"E
Rumah 36	7°41'11.00"S, 110°25'4.82"E
Rumah 37	7°41'11.59"S, 110°25'6.31"E
Rumah 38	7°41'10.82"S, 110°25'0.13"E
Rumah 39	7°41'11.80"S, 110°25'0.48"E
Rumah 40	7°41'11.40"S, 110°25'3.84"E
Rumah 41	7°41'5.58"S, 110°25'2.80"E
Rumah 42	7°41'8.81"S, 110°25'7.19"E
Rumah 43	7°41'8.60"S, 110°25'6.32"E
Rumah 44	7°41'4.54"S, 110°25'0.75"E
Rumah 45	7°41'6.30"S, 110°25'1.69"E

Lanjutan Lampiran 8. Titik koordinat sampel

Rumah	Titik Koordinat
Rumah 46	7°41'3.92"S, 110°24'59.28"E
Rumah 47	7°41'6.44"S, 110°25'0.23"E
Rumah 48	7°41'7.32"S, 110°25'3.05"E
Rumah 49	7°41'7.89"S, 110°25'4.31"E
Rumah 50	7°41'7.07"S, 110°25'2.13"E
Rumah 51	7°41'8.40"S, 110°25'5.82"E
Rumah 52	7°41'8.18"S, 110°25'5.14"E
Rumah 53	7°41'7.07"S, 110°24'59.39"E
Rumah 54	7°41'4.77"S, 110°24'59.97"E
Rumah 55	7°41'4.90"S, 110°25'0.60"E
Rumah 56	7°41'8.82"S, 110°25'4.95"E
Rumah 57	7°41'9.27"S, 110°25'7.22"E
Rumah 58	7°41'9.18"S, 110°25'6.14"E
Rumah 59	7°41'6.59"S, 110°25'2.38"E
Rumah 60	7°41'6.03"S, 110°25'0.71"E

Lampiran 9. Lampiran Dokumentasi











