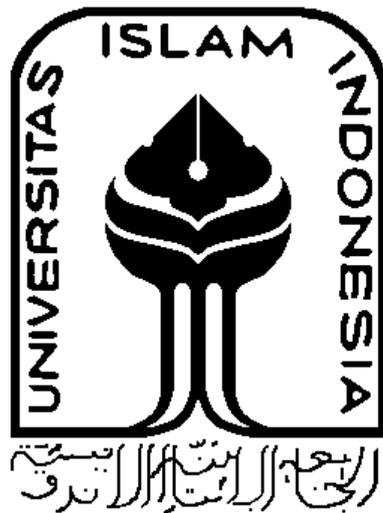


TA/TL/2024/[nomor admin]*

TUGAS AKHIR
INVENTARISASI GAS RUMAH KACA PADA
PENGGUNAAN ENERGI DI DUKUH NGEBO
KABUPATEN SLEMAN D.I. YOGYAKARTA

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

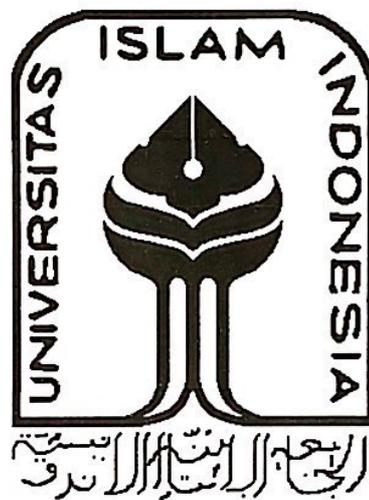


NURHAYATI
20513230

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

TUGAS AKHIR
INVENTARISASI GAS RUMAH KACA PADA
PENGGUNAAN ENERGI DI DUKUH NGEBO
KABUPATEN SLEMAN D.I. YOGYAKARTA

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



NURHAYATI
20513230

Disetujui,
Dosen Pembimbing:


Noviani Ima Wintoputri, S.T., M.T.
NIK. 195130102

Tanggal: 21 Juni 2024

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII


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

Tanggal: 24 Juni 2024

HALAMAN PENGESAHAN*

INVENTARISASI GAS RUMAH KACA PADA
PENGUNAAN ENERGI DI DUKUH NGEBO
KABUPATEN SLEMAN D.I. YOGYAKARTA

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Senin
Tanggal : 24 Juni 2024

Disusun Oleh:

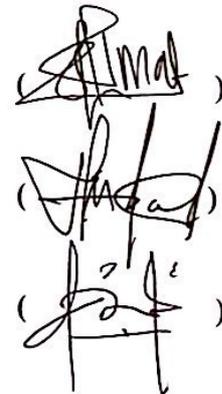
NURHAYATI
20513230

Tim Penguji :

Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T.

Fina Binazir Maziya S.T., M.T

Ir. Eko Siswoyo, S.T., M.Sc. ES., Ph.D.



*Halaman ini dibuat apabila sudah selesai pendadaran

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

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 tanggungjawab saya, bukan tanggungjawab 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, tanggal submit TA

Yang membuat pernyataan,

Materai dan
tandatangan

Nurhayati

NIM: 20513230

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga tugas akhir ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak November 2023 ini ialah “Inventarisasi Gas Rumah Kaca Pada Penggunaan Energi Di Dukuh Ngebo Kabupaten Sleman D.I. Yogyakarta”. 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. Allah SWT atas segala rahmat, kemampuan dan kemudahan yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini.
2. Kedua orang tua penulis yaitu Bapak Sumarno dan Ibu Sri Astuti yang selalu memberikan dukungan secara moril, materil, dan doanya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Kepada cinta kasih ketiga saudara saya, Susilo Hartati, Ratna Puspita Sari, dan Agung Wirayat. Terima kasih untuk segala doa dan support yang telah diberikan kepada adik terakhir ini.
4. 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
5. Ibu Elita Nurfitriyani Sulisty, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing awal yang membimbing dan memberikan arahan dalam penyusunan proposal. Kemudian dengan sabar membantu memberikan arahan sampai laporan selesai.

6. Ibu Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan, masukan dan dukungan dalam penelitian dan penyusunan laporan sampai laporan selesai.
7. Bapak Ir. Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D. dan Ibu Fina Binazir Maziya, S.T., M.T. selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan yang sangat membantu dalam penelitian dan penyusunan laporan.
8. Seluruh dosen, staf dan keluarga besar Teknik Lingkungan FTSP UII, yang sudah membantu, mengajar, dan mendukung selama menempuh perkuliahan ini.
9. Rekan Tugas Akhir GRK yaitu Puspita Kumala dan Maharani Fitrah Sawala yang telah berjuang bersama dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. Seluruh teman-teman yang selalu memberikan doa, dukungan serta semangat kepada penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga kebaikan dan seluruh bantuan yang telah diberikan akan mendapatkan balasan dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa laporan ini masih terdapat banyak sekali kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat diharapkan sehingga membuat laporan menjadi lebih baik lagi dan dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca ataupun penelitian selanjutnya.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, tanggal submit TA

Nurhayati

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRAK

Nurhayati. Inventarisasi Gas Rumah Kaca Pada Penggunaan Energi Di Dukuh Ngebo Kabupaten Sleman D.I. Yogyakarta. Dibimbing oleh Novianti Ima Wantoputri S.T., M.T.

Emisi gas rumah kaca (GRK) merupakan masalah udara global, khususnya Indonesia. Emisi yang berlebihan dari gas ini menyebabkan meningkatnya suhu bumi karena terperangkap di atmosfer. Semakin meningkat jumlah penduduk semakin banyak permukiman yang menghasilkan emisi GRK. Penelitian ini menjadi penting untuk dibahas karena menyangkut keberadaan Peraturan Presiden No. 98 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Nilai Ekonomi Karbon Untuk Pencapaian Target Kontribusi Yang Ditetapkan Secara Nasional Dan Pengendalian Emisi Gas Rumah Kaca Dalam Pembangunan, yang mewajibkan setiap pemerintah daerah kabupaten/kota untuk melakukan kegiatan inventarisasi GRK. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengidentifikasi aktivitas penggunaan LPG, transportasi, dan konsumsi listrik rumah tangga di Dukuh Ngebo Kabupaten Sleman, serta menghitung dan menganalisis emisi gas rumah kaca yang dihasilkan. Metode perhitungan yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada pedoman *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) dan KLHK 2012. Hasil inventarisasi emisi GRK dari aktivitas penggunaan energi rumah tangga di Dukuh Ngebo sebesar 50,055 Ton CO₂eq/tahun. Penghasil emisi GRK paling besar yaitu dari penggunaan listrik sebesar 55% atau 27,391 Ton CO₂eq/tahun, penggunaan transportasi menyumbang emisi GRK sebesar 31% atau 15,788 Ton CO₂eq/tahun, dan penggunaan LPG menyumbang emisi GRK sebesar 14% atau 6,877 Ton CO₂eq/tahun.

Kata kunci: Dukuh Ngebo, Emisi Gas Rumah Kaca, IPCC, Rumah tangga

ABSTRACT

Nurhayati. Greenhouse Gas Inventory on Energy Use in Dukuh Ngebo, Sleman Regency, D.I. Yogyakarta. Supervised by Novianti Ima Wantoputri S.T., M.T.

Greenhouse gas (GHG) emissions are a global air problem, especially in Indonesia. Excessive emissions of these gasses cause the earth's temperature to rise because they are trapped in the atmosphere. As the population increases, settlements become larger, causing GHG emissions to continue to rise. This research is important to discuss because it concerns the existence of Presidential Regulation No. 98 of 2021 concerning the Implementation of the Economic Value of Carbon for the Achievement of Nationally Determined Contributions Targets and Control of Greenhouse Gas Emissions in Development, which requires each district/city local government to carry out GHG inventory activities. Therefore, it is necessary to conduct research to identify LPG use activities, transportation, and household electricity consumption in Dukuh Ngebo, Sleman Regency, as well as calculate and analyze the greenhouse gas emissions produced. The calculation method used in this study refers to the guidelines of the *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) and The Ministry of Environment and Forestry (KLHK) 2012. The results of the GHG emission inventory from household energy use activities in Dukuh Ngebo amounted to 50,055 Tons CO₂eq/year. The largest GHG emitters are from electricity use of 55% or 27,391 Tons CO₂eq / year, transportation use contributes to GHG emissions of 31% or 15,788 Tons CO₂eq / year, and LPG use contributes to GHG emissions of 14% or 6,877 Tons CO₂eq / year.

Keywords: Dukuh Ngebo, Greenhouse Gas Emissions, IPCC, Household

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Gas Rumah Kaca.....	5
2.2 Sumber GRK di Sektor Penggunaan Energi.....	6
2.2.1 Penggunaan bahan bakar untuk kegiatan memasak (penggunaan <i>Liquid Petroleum Gas</i>).....	7
2.2.2 Penggunaan bahan bakar untuk kegiatan transportasi.....	8
2.2.3 Penggunaan listrik.....	8
2.3 Metode IPCC.....	9
2.4 Pembagian <i>Scope The Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol)</i>	10
2.5 Penelitian Terdahulu.....	12
BAB III METODE PENELITIAN.....	16
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	16
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	17
3.3 Metode Pengumpulan Data.....	18
3.4 Metode Analisis dan Pengolahan Data.....	21
3.4.1. Penggunaan bahan bakar untuk kegiatan transportasi.....	22

3.4.2 Penggunaan LPG.....	23
3.4.3 Pemakaian Listrik.....	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Gambaran Umum Penelitian	26
4.2 Identifikasi Penggunaan Energi Dukung Ngebo.....	29
4.2.1 Data Penggunaan LPG (<i>Liquid Petroleum Gas</i>).....	29
4.2.2 Data Penggunaan Bahan Bakar Untuk Transportasi.....	29
4.3 Aktivitas Penggunaan Energi Pada Dukung Ngebo.....	34
4.4 Hasil Perhitungan Emisi CO ₂ , CH ₄ , dan N ₂ O.....	34
4.4.1 Penggunaan LPG (<i>Liquid Petroleum Gas</i>).....	34
4.4.2 Pemakaian BBM Untuk Transportasi.....	36
4.4.3 Pemakaian Listrik.....	40
4.4 Total Emisi Gas Rumah Kaca.....	42
4.4.1 Total Emisi CO ₂	42
4.4.2 Total Emisi CH ₄	43
4.4.3 Total Emisi N ₂ O.....	43
4.5 Total Emisi GRK Sektor Energi Dukung Ngebo.....	44
4.6 Upaya Adaptasi dan Mitigasi Emisi Gas Rumah Kaca Sektor Energi.....	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	50
5.1 Kesimpulan.....	50
5.2 Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA.....	53
LAMPIRAN.....	59
RIWAYAT HIDUP.....	75

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Lama Waktu Tinggal Gas Rumah Kaca.....	6
Tabel 2.2 Sumber Emisi dari Pembakaran Bahan Bakar	7
Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu	13
Tabel 3.1 Metode Pengumpulan Data Primer.....	18
Tabel 3.2 Jumlah Sampel Rumah Tangga Yang Diambil.....	20
Tabel 3.5 Konversi Energi dan Faktor Emisi Aktivitas Transportasi	22
Tabel 3.6 Konversi energi dan Faktor Emisi Gas LPG.....	24
Tabel 3.7 Faktor Emisi Konsumsi Listrik di Indonesia.....	24
Tabel 4.1 Informasi rumah sampel.....	28
Tabel 4.2 Penggunaan LPG di Dukuh Ngebo	29
Tabel 4.3 Jumlah Kendaraan Motor dan Konsumsi BBM	30
Tabel 4.4 Jumlah Kendaraan Mobil dan Konsumsi BBM	32
Tabel 4.5 Jumlah Penggunaan Listrik di setiap sampel	32
Tabel 4.6 Total Emisi GRK penggunaan LPG.....	35
Tabel 4.7 Total Emisi GRK Motor.....	37
Tabel 4.8 Total Emisi GRK Mobil.....	37
Tabel 4.9 Total GRK Penggunaan Transportasi	39
Tabel 4.10 Total Emisi GRK Penggunaan Listrik	40
Tabel 4.11 Total Emisi GRK Sektor Penggunaan Energi Dukuh Ngebo	45

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Scope GHG Protocol	12
Gambar 3.1 Diagram Alir Kerangka Penelitian	16
Gambar 3.2 Peta Wilayah Penelitian.....	17
Gambar 3.3 Peta Lokasi Sampel	18
Gambar 4.1 Rumah Sampel Tipe Baru Aktif	27
Gambar 4.2 Rumah Sampel Tipe Rumah Baru Pasif	27
Gambar 4.3 Rumah Sampel Tipe Rumah Lama Pasif.....	28
Gambar 4.4 Total Emisi CO ₂ Dari Penggunaan energi Dukuh Ngebo	42
Gambar 4.5 Total Emisi CH ₄ Dari Penggunaan energi di Dukuh Ngebo	43
Gambar 4.6 Total Emisi N ₂ O Dari Penggunaan energi di Dukuh Ngebo	44
Gambar 4.7 Total Emisi GRK Sektor Energi Dukuh Ngebo	46

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Formulir Kuesioner Wawancara Di Dukuh Ngebo	59
Lampiran 2 Perhitungan CO ₂ , CH ₄ , dan N ₂ O Dari Pemakaian LPG (Liquid Petroleum Gas).....	60
Lampiran 3 Perhitungan CO ₂ , CH ₄ , dan N ₂ O Dari Pemakaian BBM Untuk Transportasi Motor.....	62
Lampiran 4 Perhitungan CO ₂ , CH ₄ , dan N ₂ O Dari Pemakaian BBM Untuk Transportasi Mobil.....	64
Lampiran 5 Perhitungan CO ₂ , CH ₄ , dan N ₂ O Dari Pemakaian Listrik.....	66
Lampiran 6 Hasil Perhitungan Emisi CO ₂ Penggunaan Energi Dukuh Ngebo	68
Lampiran 7 Hasil Perhitungan Emisi CH ₄ Penggunaan Energi Dukuh Ngebo	69
Lampiran 8 Hasil Perhitungan Emisi N ₂ O Penggunaan Energi Dukuh Ngebo	70
Lampiran 9 Daftar Tarif Daya Listrik dan Pertamina Provinsi D.I. Yogyakarta.....	71
Lampiran 10 Peta Jumlah Rumah Dukuh Ngebo.....	72
Lampiran 11 Dokumentasi Kegiatan Wawancara.....	73

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Emisi gas rumah kaca (GRK) merupakan masalah udara global, khususnya Indonesia. Emisi yang berlebihan dari gas ini menyebabkan meningkatnya suhu bumi karena terperangkap di atmosfer. Kegiatan yang dapat menghasilkan emisi gas rumah kaca berasal dari sektor lahan, transportasi, konsumsi energi, dan pengelolaan listrik. Konsumsi energi terbagi menjadi sektor penggunaan industri, perdagangan, transportasi, rumah tangga dan sektor lainnya. Hasil inventarisasi emisi GRK pada tahun 2015 menunjukkan bahwa kegiatan rumah tangga bertanggung jawab atas 8% dari emisi gas rumah kaca (Berdasarkan Pusat Data dan Teknologi Informasi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2016). Antara tahun 2000 dan 2015, konsumsi energi akhir kegiatan rumah tangga meningkat rata-rata sebesar 1,58% per tahun. Pada tahun 2015, konsumsi energi akhir kegiatan rumah tangga mencapai 14,54%, LPG 13,95%, minyak tanah 1,04%, kayu bakar 70,43%, dan gas 0,04%, ini adalah salah satu contoh emisi CO₂ yang dihasilkan oleh kegiatan rumah tangga karena konsumsi LPG, minyak tanah, kayu bakar, dan daya listrik (Kepala Badan Pengkajian Kebijakan Iklim dan Mutu Industri tahun 2012).

Peningkatan emisi GRK yang dihasilkan dari aktivitas penggunaan energi dalam rumah tangga berkaitan dengan perkembangan jumlah penduduk dan salah satu daerah yang mengalami perkembangan jumlah penduduk adalah Dukuh Ngebo, Desa Sukoharjo, Kecamatan Ngaglik, Kabupaten Sleman. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kecamatan Ngaglik Tahun 2021 Desa Sukoharjo memiliki jumlah pertumbuhan penduduk tertinggi yaitu 1,36% dan laju pemanfaatan lahan untuk permukiman di Kecamatan Ngaglik yang cenderung meningkat setiap tahun menyebabkan potensi terjadinya peningkatan emisi GRK.

Oleh karena itu hal ini dapat menjadi perhatian bersama bagi semua pihak untuk mencegah dan menanggulangi potensi meningkatnya GRK di atmosfer. Salah satu penelitian terdahulu oleh Nugrahayu dkk., (2017) melakukan penelitian tentang mengestimasi emisi tapak karbon dan pemetaannya di Kota Yogyakarta dari aktivitas penggunaan bahan bakar untuk memasak didapatkan emisi karbon di setiap kecamatan dengan emisi tertinggi berada pada kecamatan Gedontengen yaitu sebesar 994.033ton CO₂/rumah tangga per tahun. sedangkan untuk emisi terendah ada pada kecamatan Pakualaman yaitu sebesar 20.811ton CO₂/rumah tangga per tahun. Pada penelitian yang dilakukan oleh Hudawan Santoso dkk., (2020) tentang jumlah emisi CO₂ pada bentuk lahan permukiman di Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman dengan variabel yang dihitung adalah aktivitas domestik rumah tangga berupa jumlah bahan bakar memasak, transportasi, daya listrik terpakai dan sampah yang dihasilkan. Penelitian ini menunjukkan nilai emisi CO₂ pada bentuk lahan permukiman di daerah pedesaan yaitu sebesar 90.576.231,93 Kg CO₂/Tahun.

Penelitian ini menjadi penting untuk dibahas karena menyangkut keberadaan Peraturan Presiden No. 98 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Nilai Ekonomi Karbon Untuk Pencapaian Target Kontribusi Yang Ditetapkan Secara Nasional Dan Pengendalian Emisi Gas Rumah Kaca Dalam Pembangunan, yang mewajibkan setiap pemerintah daerah kabupaten/kota untuk melakukan kegiatan inventarisasi GRK dan menyelenggarakan mitigasi perubahan iklim. Sehingga hasil penelitian ini nantinya dapat membantu menghitung inventarisasi emisi GRK untuk Kabupaten Sleman menggunakan metode IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) 2006 *Guidelines for National Greenhouse Gas*. Dengan adanya penelitian ini maka besar beban emisi GRK untuk sektor penggunaan energi skala rumah tangga di Dukuh Ngebo dapat ditentukan, sehingga dapat dilakukan pengendalian GRK yang efisien pada daerah tersebut.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah berdasarkan latar belakang di atas adalah:

1. Bagaimana aktivitas rumah tangga dalam menghasilkan emisi gas rumah kaca di Dukuh Ngebo?
2. Berapa nilai emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari penggunaan energi rumah tangga di Dukuh Ngebo?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi aktivitas penggunaan energi skala rumah tangga yang menghasilkan emisi gas rumah kaca di Dukuh Ngebo.
2. Menghitung nilai emisi gas rumah kaca dari sektor penggunaan energi skala rumah tangga di Dukuh Ngebo.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi terkait jumlah emisi GRK yang dihasilkan dari sektor penggunaan energi di Dukuh Ngebo.
2. Hasil penelitian diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai dasar untuk menentukan strategi-strategi baru dalam pengelolaan lingkungan khususnya terhadap pengendalian emisi gas rumah kaca yang ada di Provinsi D.I Yogyakarta.

1.5 Ruang Lingkup

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijabarkan maka batasan dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini dilakukan di wilayah pemukiman Dukuh Ngebo, Desa Sukoharjo, Kecamatan Ngaglik, Kabupaten Sleman, Provinsi D.I Yogyakarta
2. Pengambilan sampel data dilakukan dari Bulan November hingga Januari 2024
3. Perhitungan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) yang dihasilkan dari aktivitas penggunaan LPG untuk memasak per tahun.

4. Perhitungan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) yang dihasilkan dari aktivitas penggunaan bahan bakar minyak untuk kendaraan mobil dan motor yang menggunakan bensin (pertamax) per tahun.
5. Perhitungan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) yang dihasilkan dari aktivitas penggunaan daya listrik 450 VA, 900 VA, 1300 VA dan 2200 VA per tahun.
6. Inventarisasi emisi GRK pemakaian LPG, penggunaan Listrik, dan transportasi dihitung berdasarkan sampel rumah tangga.
7. Perhitungan emisi gas rumah kaca menggunakan acuan Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan yang mengacu pada metode Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Tier 1 dan 2.
8. Parameter emisi GRK yang dihitung adalah emisi Karbon Dioksida (CO₂), Metana (CH₄), dan Dinitrogen Oksida (N₂O).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gas Rumah Kaca

Menurut EPA (2017), Gas Rumah Kaca (GRK) adalah gas yang terperangkap panas di atmosfer dan dapat menyebabkan kenaikan suhu rata-rata Bumi, yang menyebabkan pemanasan global. Fungsi gas rumah kaca mirip dengan kaca rumah kaca, yaitu meneruskan cahaya matahari tetapi menangkap energi panas dari dalamnya. Semakin tinggi konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer, semakin banyak energi panas yang terperangkap di Bumi (Latuconsina, 2010).

Jenis GRK yang diemisikan oleh sektor energi adalah Karbondioksida (CO_2), metana (CH_4), dan Dinitrogen Oksida (N_2O). Senyawa GRK ini merupakan bagian yang disepakati dalam Protokol Kyoto. Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 71 Tahun 2011 Tentang Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional juga mencantumkan hal ini. Berikut penjelasan dari ketiga senyawa GRK (Gas Rumah Kaca) tersebut.

1. Karbon dioksida (CO_2)

Karbon dioksida (CO_2) merupakan gas alami yang tersedia di alam dengan jumlah yang sedikit dan toksisitas yang rendah. Ada sekitar 0,03% karbon dioksida dalam udara ambien. Pada awalnya, jumlah karbon dioksida di Bumi sangat tinggi, 40.000 kali lebih banyak daripada jumlah saat ini karena letusan gunung berapi. Sekitar 25% dari seluruh senyawa karbon dioksida (magnesium dan kalsium) digunakan oleh tumbuhan dan kemudian terkubur dalam batuan. Sebagian kecil dari tumbuhan yang terkubur dalam batuan ini kemudian berubah menjadi pasir, kantong gas bumi, dan batubara untuk digunakan sebagai bahan bakar fosil oleh manusia (Susana, 1988).

2. Metana (CH_4)

Metana (CH₄) adalah komponen utama gas alam dan salah satu penyebab penipisan lapisan ozon. Ini dapat terbentuk oleh peristiwa alami atau aktivitas manusia. Menurut Artadi (2013), budidaya padi, ternak ruminansia, tempat pemrosesan akhir, dan ekstraksi bahan bakar fosil adalah beberapa sumber emisi metana manusia. Emisi metana dari peristiwa alami meliputi lahan basah, sumber geologi, dan rayap.

3. Dinitrogen oksida (N₂O)

Konsentrasi dinitrogen oksida meningkat rata-rata setiap tahun dari tahun 1978 hingga 2010 dari 0,2 hingga 0,3% per tahun. Beberapa faktor yang menyebabkan peningkatan ini termasuk pemupukan tanah, penggunaan lahan, pembakaran biomassa, dan pembakaran bahan bakar fosil (Artadi, 2013).

Adapun lama waktu tinggal gas rumah kaca ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Lama Waktu Tinggal Gas Rumah Kaca

Nama Gas	Waktu Tinggal Di Atmosfer (Tahun)
Karbon Dioksida (CO ₂)	5-2.000
Metana (CH ₄)	12
Dinitrogen Oksida (N ₂ O)	144

Sumber: IPCC, 2007

2.2 Sumber GRK di Sektor Penggunaan Energi

Lingkup inventarisasi sektor energi meliputi kegiatan penyediaan dan penggunaan energi. Kegiatan penggunaan energi meliputi penggunaan bahan bakar di peralatan-peralatan stasioner dan peralatan-peralatan yang bergerak. Sumber emisi GRK dari sektor penggunaan energi yang akan diteliti berasal dari penggunaan daya listrik dan pembakaran bahan bakar untuk memasak serta transportasi yang dikelompokkan ke dalam 2 (dua) kategori utama yaitu sumber tidak bergerak (stasioner) dan sumber bergerak. Dari kedua kategori tersebut dikelompokkan menjadi 5 kategori seperti pada Tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2 Sumber Emisi dari Pembakaran Bahan Bakar

Kategori	Kegiatan	Keterangan
Industri Produsen Energi	Pembangkit Listrik	Tidak Bergerak
	Kilang Minyak	Tidak Bergerak
	Produksi Bahan Bakar Padat dan Industri Energi lainnya	Tidak Bergerak
Industri Manufaktur dan Konstruksi	Besi dan Baja	Tidak Bergerak
	Logam bukan besi	Tidak Bergerak
	Bahan-bahan kimia	Tidak Bergerak
	Pulp, kertas dan barang cetakan	Tidak Bergerak
	Pengolahan makanan, minuman, dan tembakau	Tidak Bergerak
	Mineral dan logam	Tidak Bergerak
	Peralatan transportasi	Tidak Bergerak
	Permesinan	Tidak Bergerak
	Pertambangan non bahan bakar dan bahan galian	Tidak Bergerak
	Kayu dan Produk Kayu	Tidak Bergerak
	Konstruksi	Tidak Bergerak
	Industri Tekstil dan Kulit	Tidak Bergerak
	Industri lainnya	Tidak Bergerak
Transportasi	Penerbangan Sipil	Bergerak
	Transportasi Darat	Bergerak
	Kereta Api (Railways)	Bergerak
	Angkutan Air	Bergerak
Sektor Lainnya	Komersial dan Perkantoran	Tidak Bergerak
	Perumahan	Tidak Bergerak
	Pertanian/kehutanan/Nelayan/Perikanan	Tidak Bergerak
Lain lain	Emisi dari Peralatan Stationer, Peralatan Bergerak (mobile)	Bergerak/Tidak Bergerak

Sumber: KLH, 2012

2.2.1 Penggunaan bahan bakar untuk kegiatan memasak (penggunaan *Liquid Petroleum Gas*)

Jejak karbon primer berasal dari pembakaran bahan bakar fosil, seperti memasak dan transportasi (Wulandari, 2013). penggunaan bahan bakar untuk kegiatan memasak (penggunaan gas petroleum cair). Emisi gas rumah kaca dari kegiatan memasak dihitung berdasarkan jenis dan jumlah bahan bakar yang digunakan. Bahan bakar yang paling umum digunakan untuk kegiatan memasak

adalah gas petroleum cair (LPG) yang tersedia dalam tabung gas 3 kilogram atau 12 kilogram. LPG adalah gas bumi yang dicairkan. Untuk mengetahui berapa banyak gas rumah kaca yang dilepaskan oleh industri yang menggunakan LPG, nilai kalor atau konversi energi dikalikan dengan jumlah bahan bakar yang digunakan, lalu dikalikan dengan faktor emisi dan nilai Potensi Perubahan Iklim (KLH, 2012). Emisi gas N₂O yang merupakan gas rumah kaca dihasilkan selama berbagai reaksi yang terjadi dalam operasi industri minyak bumi. Proses pembakaran ini dipengaruhi oleh banyak faktor, sehingga emisi N₂O sangat berbeda dan juga berdampak pada pembentukan CH₄. Emisi CH₄ dan N₂O dari sumber pembakaran lebih rendah daripada emisi CO₂ (Martono, 2016).

2.2.2 Penggunaan bahan bakar untuk kegiatan transportasi

Jenis bahan bakar dan jumlah bahan bakar yang digunakan mempengaruhi emisi gas rumah kaca yang dihasilkan oleh kegiatan transportasi. Bahan bakar fosil seperti pertamax dan solar yang digunakan oleh kendaraan bermotor dan mobil untuk beroperasi dapat menghasilkan emisi gas rumah kaca. Normalnya, jumlah bahan bakar yang dikonsumsi diwakili dalam satuan liter, kemudian ditunjukkan sebagai Data Aktivitas (DA), dan jenis bahan bakar ditunjukkan sebagai Faktor Emisi (FE). Selanjutnya, jumlah bahan bakar yang dikonsumsi dikonversi ke dalam satuan energi Mega Joule (MJ), dan kemudian dikalikan dengan konversi energi atau nilai kalor (KLH, 2012).

2.2.3 Penggunaan listrik

Menurut Wulandari (2013), jejak karbon sekunder adalah jumlah emisi karbon dioksida yang dihasilkan secara tidak langsung oleh peralatan elektronik yang menggunakan daya listrik. Emisi gas rumah kaca yang dihasilkan oleh pemakaian listrik berasal dari pembakaran bahan bakar batubara atau panas bumi, yang merupakan bahan bakar fosil. Pembakaran batubara menghasilkan polutan yang terdiri dari gas CO₂, N₂O, dan SO₂, yang dapat menyebabkan hujan asam. Air dalam boiler mendidih, menghasilkan uap air, yang menggerakkan turbin dan generator, menghasilkan energi listrik (Sutjahjo, 2007). Salah satu penelitian

terdahulu oleh (Widyastuti & Nugrahayu, 2018) melakukan penelitian tentang potensi emisi gas rumah kaca di Fakultas Ekonomi UII dari aktivitas penggunaan listrik didapatkan emisi CO₂, CH₄, serta N₂O tertinggi yaitu sebesar 607.836,93 kgCO₂eq-tahun atau sebesar 98,91%. Pada penelitian yang dilakukan oleh Alif L., (2023) emisi gas rumah kaca untuk penggunaan listrik di Kelurahan Rancaekek Kencana didapatkan total emisi sebesar 6.291,713 Ton CO₂eq/tahun. Nilai emisi gas rumah kaca (CO₂, CH₄, dan N₂O) dapat dihitung dengan menggunakan pembelanjaan listrik fakultas (kWh). Setelah mengumpulkan informasi tentang berapa banyak listrik yang digunakan atau dibelanjakan oleh rumah, faktor emisi dihitung dan jumlah kilowatt-jam yang dihasilkan dikalikan dengan jumlah total.

2.3 Metode IPCC

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) mengeluarkan panduan untuk inventarisasi GRK sektor energi tahun 2006 yang diberi nama *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse gas Inventory* yang membagi perhitungan berdasarkan tingkat ketelitiannya (Tier), yaitu:

1. Tier 1

Pada Tier-1 estimasi berdasarkan data aktivitas dan faktor emisi yang digunakan adalah faktor emisi berdasarkan default IPCC.

2. Tier 2

Estimasi berdasarkan data aktivitas yang lebih akurat dan faktor emisi default IPCC atau faktor emisi spesifik suatu negara atau suatu pabrik. Misalnya faktor emisi yang spesifik berlaku untuk bahan bakar yang digunakan di Indonesia.

3. Tier 3

Estimasi berdasarkan metode spesifik suatu negara dengan data aktivitas yang lebih akurat (pengukuran langsung) dan faktor emisi spesifik suatu negara (*country specific*) atau pabrik (*plant specific*). Faktor emisi memperhitungkan jenis teknologi pembakaran yang digunakan.

Pendekatan Tier -1 dan Tier-2 merupakan metodologi penghitungan emisi GRK paling sederhana yang berdasarkan data aktivitas dan faktor emisi. Persamaan umum untuk Tier-1 dan 2, seperti pada persamaan 1 berikut ini (KLH, 2012):

$$\text{Emisi GRK} = \text{Data Aktivitas} \times \text{Faktor Emisi} \dots\dots\dots(2.1)$$

Pada persamaan tersebut, data aktivitas merupakan informasi pelaksanaan suatu kegiatan yang melepaskan atau menyerap GRK yang dipengaruhi oleh kegiatan manusia, sedangkan faktor emisi merupakan besaran jumlah emisi GRK yang dilepaskan atau diserap dari suatu aktivitas tertentu (KLH, 2012).

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

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

a) *Scope 1*

Pada *scope 1* merupakan sumber emisi yang berasal dari sumber ataupun kegiatan yang menghasilkan sumber emisi tersebut. Sumber emisi yang berasal dari *scope 1* adalah sumber emisi langsung (*direct*) dan dapat dikontrol langsung pihak yang terkait. *Scope* ini terdiri dari emisi langsung yang ditimbulkan dari proses transportasi melalui pembakaran bahan bakar fosil, yang mana pada proses tersebut menghasilkan emisi CO₂. Selain penggunaan transportasi pada *scope 1* mencakup penggunaan bahan bakar

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

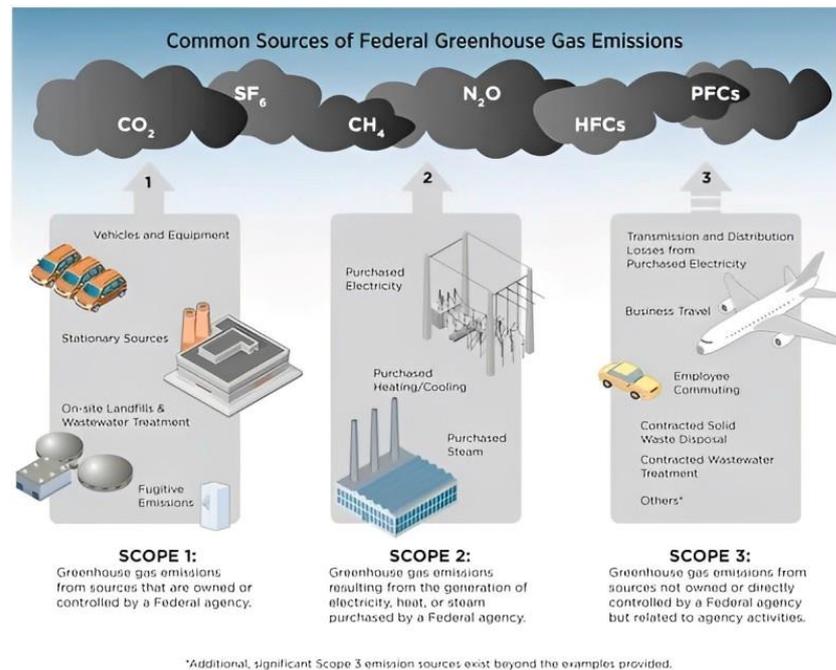
b) *Scope 2*

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

c) *Scope 3*

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

Secara lebih terukur dan jelas, setiap *scope* yang berasal dari berbagai jenis sumber kegiatan yang ada dapat diklasifikasikan menjadi tiga *scope* menurut *GHG protocol*. Sumber emisi yang diklasifikasikan tersebut berdasarkan sumber emisi yang ada. Adapun terkait gambaran mengenai *scope* menurut *The Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol)*, dapat dilihat pada gambar 2.1 yaitu sebagai berikut :



Gambar 2.1 Scope GHG Protocol
 Sumber: *U.S. Environmental Protection Agency*

2.5 Penelitian Terdahulu

Sebelum penelitian ini dilakukan, terdapat beberapa penelitian yang serupa disajikan dalam Tabel 2.3 di halaman berikutnya.

Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu

No	Tahun	Peneliti	Judul Penelitian	Hasil
1	2018	Luthfia Rakhma Widyastuti	Potensi Emisi Gas Rumah Kaca (CO ₂ , CH ₄ , Dan N ₂ O) Di Fakultas Ekonomi Universitas Islam Indonesia	Emisi gas rumah kaca yang dihitung yaitu emisi CO ₂ , CH ₄ , dan N ₂ O dari penggunaan LPG, konsumsi listrik, transportasi yang dihasilkan di FMIPA UIL. Metode perhitungan gas rumah kaca yang digunakan mengacu pada perhitungan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan serta IPCC. Hasil penelitian yang didapatkan, aktivitas penggunaan listrik menjadi penyumbang terbesar emisi gas rumah kaca dan pemakaian LPG menjadi aktivitas paling sedikit menyumbangkan emisi. Didapatkan total emisi gas rumah kaca yang dihasilkan yaitu sebesar 614.553,34 kgCO ₂ eq.
2	2020	Yulia Fitri, Anggi Nadia Putri, Sri Fitria Retnawaty	Estimasi Emisi CO ₂ Dari Sektor Rumah Tangga Di Kota Pekanbaru	Emisi gas rumah kaca yang dihitung yaitu emisi CO ₂ dari pemakaian LPG dan konsumsi listrik di Kota Pekanbaru. Metode perhitungan gas rumah kaca yang digunakan mengacu pada metode IPCC 2006. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebanyak 167 Rumah Tangga di Kota Pekanbaru. Hasil penelitian yang telah dilakukan, Konsumsi listrik merupakan penyumbang emisi CO ₂ terbesar dengan total emisi CO ₂ dari rumah tangga di Kota Pekanbaru adalah sebesar 40.806,386 Ton CO ₂ /Bulan dengan rata-rata setiap rumah tangga menghasilkan emisi CO ₂ sebesar adalah 0,1570409 Ton CO ₂ /Bulan.
3	2021	Yolanda Rmadhanti, Dyah Ratri Nurmaningsih, Yusrianti, Sulistya Nengse, Amrullah	Persebaran Emisi Karbon Dioksida (CO ₂) Dari Aktivitas Permukiman Di Kecamatan Menganti Kabupaten Gresik.	Emisi gas rumah kaca yang dihitung yaitu emisi CO ₂ dari sektor permukiman, sektor transportasi, energi, pertanian, peternakan dan persampahan di Kecamatan Menganti serta pemetaan jejak karbon yang dihasilkan dari kegiatan permukiman di Kecamatan Menganti. Metode analisis data menggunakan perhitungan emisi CO ₂ primer, dan faktor emisi default IPCC 2006. Hasil Pemetaan nilai emisi karbon tertinggi aktivitas permukiman di Kecamatan Menganti adalah Kelurahan Menganti dengan range 12275,03-16904,7ton

No	Tahun	Peneliti	Judul Penelitian	Hasil
				CO ₂ -eq/tahun, penyumbang terbesar yaitu dari Sektor Transportasi, Sektor Energi, Sektor Pertanian dan Sektor Persampahan.
4	2022	Tati Artiningrum, Citra Artifiani Havianto	Estimasi Emisi CO ₂ Dari Aktivitas Rumah Tangga Di Desa Cikalong, Kab. Bandung Barat	Emisi gas rumah kaca yang dihitung yaitu emisi CO ₂ dari sektor aktivitas rumah tangga meliputi penggunaan bahan bakar yg digunakan rumah tangga untuk memasak baik bahan bakar fosil maupun terbarukan dan konsumsi listrik menggunakan metode IPCC 2006. Hasil penelitian menunjukkan besarnya total emisi CO ₂ adalah 2308,19ton CO ₂ e/tahun yang terdiri dari emisi langsung 651,321ton CO ₂ e/tahun dan emisi tidak langsung 1656,870tonCO ₂ e/tahun.
5	2023	Alif Lazuardi Akbar	Analisis Emisi Gas Rumah Kaca Dari Aktivitas Permukiman Di Kelurahan Rancaekek Kencana Kabupaten Bandung	Penelitian ini menginventarisasi emisi GRK dari penggunaan LPG, konsumsi listrik, transportasi, dan kapasitas serapan karbon dari ruang terbuka hijau (RTH) publik pada tahun 2022, serta merumuskan strategi mitigasi untuk mengurangi emisi GRK dari aktivitas pemukiman di Kelurahan Rancaekek Kencana. Perhitungan emisi GRK mengacu pada pedoman IPCC 2006 dan buku pedoman KLHK 2012. Hasil inventarisasi menunjukkan emisi dari aktivitas pemukiman mencapai 19.184,132 Ton CO ₂ eq/tahun. Kontributor terbesar adalah listrik (53% atau 10.276,540 Ton CO ₂ eq/tahun), diikuti transportasi (33% atau 6.291,132 Ton CO ₂ eq/tahun), dan LPG (14% atau 2.615,880 Ton CO ₂ eq/tahun).

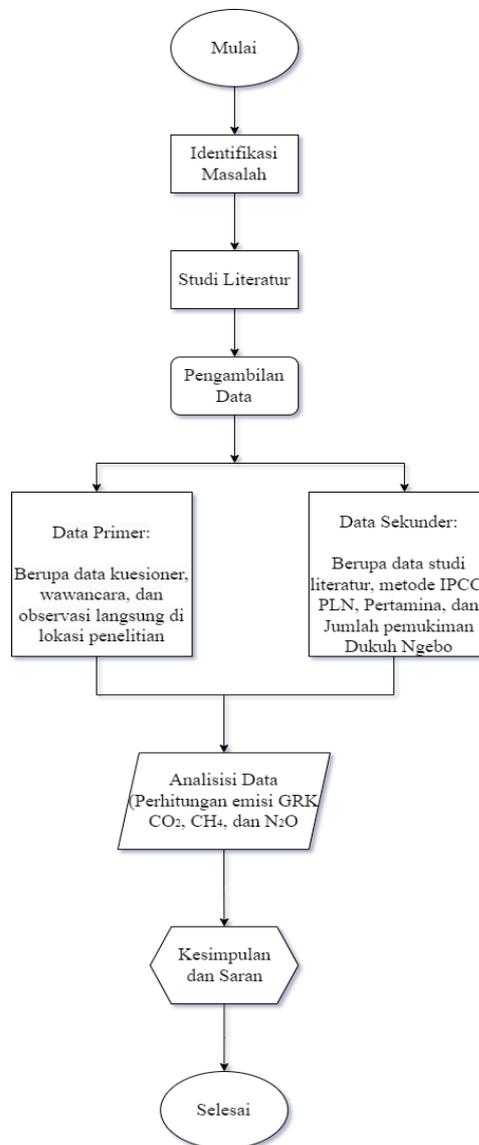
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini, terdapat diagram alir penelitian yang secara sistematis diuraikan pada Gambar 3.1.

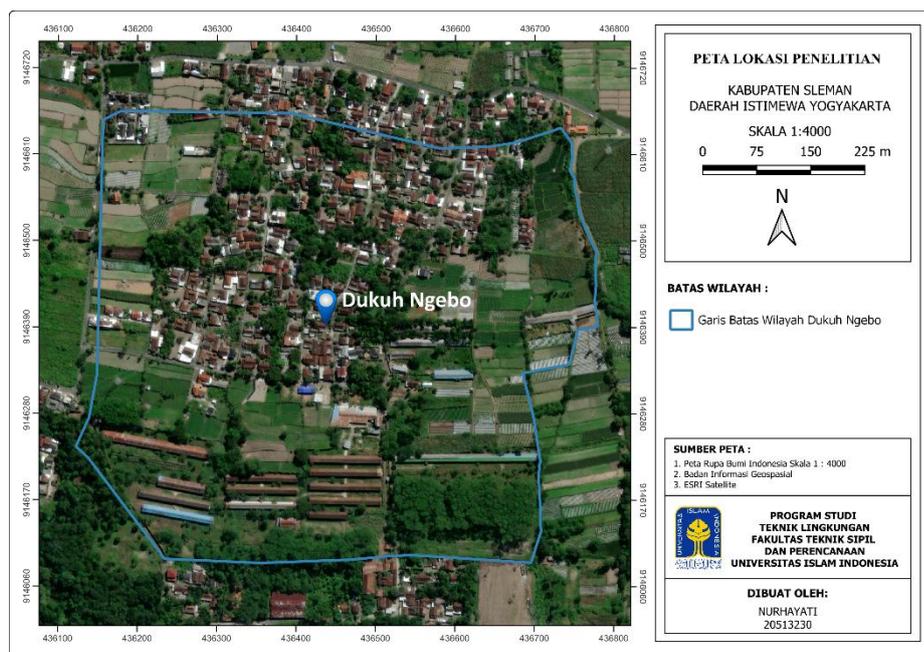


Gambar 3.1 Diagram Alir Kerangka Penelitian

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan kurang lebih selama 3 bulan dari Bulan Desember hingga Februari 2024. Penelitian tingkat emisi gas rumah kaca pada sektor penggunaan energi rumah tangga dilakukan di Dukuh Ngebo, Kecamatan Ngaglik, Kabupaten Sleman, D.I. Yogyakarta karena penelitian skala permukiman di dukuh belum pernah dilakukan. Dukuh Ngebo merupakan salah satu dukuh yang termasuk dalam Desa Sukoharjo dengan angka pertumbuhan penduduk tertinggi dibanding desa lainnya yaitu 1,36 % dan berpotensi menjadi desa kota.

Aktivitas rumah tangga yang dilakukan di Dukuh Ngebo juga memiliki kesamaan dengan area perkotaan, terlihat dari banyaknya rumah tangga yang sudah menggunakan *Liquid Petroleum Gas* (LPG) untuk memasak, menggunakan *Air Conditioner* (AC), serta penggunaan bahan bakar minyak (BBM) untuk transportasi. Hal ini berpotensi besar menyebabkan terjadinya emisi gas rumah kaca, dari kondisi tersebut maka perlu dilakukan penelitian tentang nilai emisi gas rumah kaca untuk mengetahui berapa nilai potensi emisi gas rumah kaca yang ada pada rumah tangga di Dukuh Ngebo. Untuk lokasi penelitian terdapat pada gambar 3.2 berikut ini:



Gambar 3.2 Peta Wilayah Penelitian



Gambar 3.3 Peta Lokasi Sampel

3.3 Metode Pengumpulan Data

Data yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu data primer dan sekunder. Data primer berasal dari hasil wawancara dengan kuesioner ke masyarakat sebagai responden yang telah ditentukan. Sedangkan data sekunder berupa data pendukung dari Lembaga terkait, studi literatur dan peraturan yang terkait dengan topik penelitian. Data primer penelitian ditampilkan dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Metode Pengumpulan Data Primer

Data	Sumber	Metode
Jumlah penggunaan tabung gas LPG selama satu bulan	Warga Dukuh Ngebo	Wawancara
Jumlah penggunaan listrik satu bulan	Warga Dukuh Ngebo	Wawancara
Jenis kendaraan dan jenis bahan bakar yang digunakan	Warga Dukuh Ngebo	Wawancara
Jumlah penggunaan bahan bakar untuk setiap kendaraan selama satu bulan	Warga Dukuh Ngebo	Wawancara

Dalam menentukan jumlah sampel wawancara digunakan metode Krejcie dan Morgan (1970). Sampling stratifikasi digunakan sebagai metode sampling. Untuk menentukan jumlah sampel, digunakan rumus Krejcie dan Morgan Rumus Krejcie dan Morgan (1970) beserta contoh perhitungannya dapat dilihat pada persamaan 3.1 berikut:

$$n = \frac{x^2 N P (1-P)}{(N-1)d^2 + x^2 P (1-P)} \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan:

- n : Jumlah total sampel wilayah studi (rumah)
- N : Jumlah populasi dalam wilayah studi (rumah)
- x^2 : Nilai standar error yang berhubungan dengan tingkat kepercayaan (jika selang kepercayaan 95% maka $X = 1,64$)
- P : Proporsi populasi (0,5-0,99)
- d : Gala pendugaan/batas error (5-10%)

Untuk perhitungan jumlah sampel yang akan diambil di lapangan sebagai berikut:

$$n = \frac{(1,64)^2 x (188) x (0,5) x (1-0,5)}{(188-1)x (0,1)^2 + (1,64)^2 x (0,5) x (1-0,5)} = 50 \text{ sampel}$$

Setelah dilakukan perhitungan jumlah sampel yang diambil, kemudian dilakukan perhitungan jumlah sampel rumah tangga yang akan diambil di tiap tipe rumah dengan menggunakan persamaan 3.2 berikut:

$$n_i = n \left(\frac{N_i}{N} \right) \dots\dots\dots(3.2)$$

Keterangan:

- N_i : Jumlah populasi pada masing-masing wilayah studi (rumah)
- N : Jumlah total populasi wilayah studi (rumah)
- n : Jumlah total sampel wilayah studi (rumah)
- n_i : Jumlah sampel pada masing-masing tipe rumah

Setelah mendapatkan jumlah keseluruhan sampel kemudian dilakukan perhitungan jumlah sampel yang akan diambil per tipe rumah yang akan dijelaskan pada persamaan berikut (contoh jumlah sampel yang akan diambil adalah tipe rumah baru aktif:

$$n_i = 50 \times \left(\frac{9}{188}\right) = 2 \text{ sampel rumah baru aktif}$$

$$n_i = 50 \times \left(\frac{96}{188}\right) = 25 \text{ sampel rumah baru pasif}$$

$$n_i = 50 \times \left(\frac{83}{188}\right) = 22 \text{ sampel rumah lama pasif}$$

Peneliti harus mengambil sampling sebanyak 50 rumah tangga karena sampel rumah tangga menunjukkan hasil 50 sampel. Menurut Garaika tahun 2019, apabila populasinya besar dan peneliti tidak mungkin untuk mempelajari semua yang ada pada sampel populasi dikarenakan mempunyai keterbatasan waktu, tenaga, dan dana, sehingga peneliti dapat menggunakan sampel yang diambil dari populasi yang mewakili. Pada penelitian ini peneliti mengambil 22 sampel rumah tangga. (Garaika,2019)

Untuk jumlah hasil sampel per tipe rumah dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut:

Tabel 3.2 Jumlah Sampel Rumah Tangga Yang Diambil

Tipe rumah	Jumlah Sampel
Rumah baru aktif (Menggunakan tabung gas LPG, AC, dan memiliki kendaraan motor dan mobil)	2
Rumah baru pasif (Menggunakan tabung gas LPG, tidak menggunakan AC, dan memiliki kendaraan motor dan mobil)	10
Rumah lama pasif (Menggunakan tabung gas LPG, tidak menggunakan AC, dan hanya memiliki kendaraan motor)	10

Pengambilan sampel acak dengan indikator utamanya yaitu tipe rumah yang berkaitan dengan gaya hidup masyarakat dalam menggunakan energi.

Selanjutnya untuk data sekunder adalah data yang mendukung data primer yang ditampilkan dalam Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Metode Pengumpulan Data Sekunder

Data	Sumber	Metode
Metode perhitungan emisi gas rumah kaca dari penggunaan gas LPG, BBM, dan listrik serta faktor emisinya	IPCC, 2006 KLH, 2012 Ecometrica, 2011	Studi literatur
Nilai Global Warming Potential	AR6 IPCC, 2021	Studi literatur
Harga penggunaan listrik per daya	PLN	Studi literatur
Harga penggunaan BBM per liter	Pertamina	Studi literatur

3.4 Metode Analisis dan Pengolahan Data

Berdasarkan data yang diperoleh selanjutnya dilakukan analisis data untuk mendapatkan hasil akhir. Metode analisis data dengan melakukan perhitungan emisi GRK CO₂, CH₄, dan N₂O dari Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan serta sumber atau referensi lainnya yang mengacu pada metode IPCC. Perhitungan emisi gas rumah kaca pada penelitian ini menggunakan Tier 1 yaitu dengan faktor emisi default IPCC 2006. Sedangkan perhitungan emisi CO₂ yang dihasilkan dari kendaraan menggunakan Tier 2 karena Indonesia telah memiliki faktor emisi gas tersebut. Selain faktor emisi terdapat pula nilai GWP (Global Warming Potential) yang digunakan untuk mengkonversi data emisi GRK non- CO₂ menjadi karbon dioksida ekuivalen (CO₂eq). Karbon dioksida ekuivalen (CO₂eq) adalah ukuran yang digunakan untuk membandingkan kemampuan gas rumah kaca tertentu dengan gas CO₂ untuk menyebabkan pemanasan global atau untuk mengetahui potensi bahaya yang dihasilkan oleh masing-masing gas rumah kaca dalam jangka waktu 100 tahun. Nilai GWP dapat dilihat pada Tabel 3.4 sebagai berikut:

Tabel 3.4 Nilai Global Warming Potential (GWP) Dari Tiga Senyawa GRK

No	Gas	GWP (CO₂eq)
1	CO ₂	1
2	CH ₄	27,9
3	N ₂ O	273

Sumber: AR-6 IPCC, 2021

3.4.1. Penggunaan bahan bakar untuk kegiatan transportasi

Perhitungan sektor transportasi didapat dari jenis kendaraan yang dimiliki, jenis dan jumlah bahan bakar yang digunakan. (IPCC, 2006). Faktor Emisi dan nilai kalor Bahan Bakar Kendaraan ditunjukkan pada Tabel 3.5 di tiap jenis bahan bakarnya. Untuk faktor emisi CO₂ penggunaan bahan bakar pertalite atau sejenisnya (RON 90) diasumsikan menggunakan bahan bakar pertamax atau sejenisnya (RON 92).

Tabel 3. 4 Konversi Energi dan Faktor Emisi Aktivitas Transportasi

Jenis Bahan Bakar	Faktor Emisi (Ton/TJ)			Konversi Energi (TJ/liter)
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
Bensin (RON 92)	72,6	0,025	0,008	33 x 10 ⁶

Sumber: - KLH, Buku II. Volume 1 (2012)

- KESDM (2020)

Setelah mendapatkan informasi jumlah konsumsi bahan bakar dalam satuan liter, perlu dikonversi ke dalam bentuk Terra Joule (TJ). Perhitungan ini untuk mengkonversi konsumsi bahan bakar dari liter ke Terra Joule. Hasil dari konversi konsumsi bahan bakar ini digunakan untuk menghitung emisi gas rumah kaca untuk setiap kendaraan menggunakan persamaan IPCC dengan perhitungan berikut.

$$\text{Emisi GRK} = \sum \text{Konsumsi BBa} \times \text{NCVa} \times \text{FEa} \times \text{GWP} \dots \dots \dots (3.3)$$

Keterangan:

Emisi GRK : Total emisi dalam tonCO₂eq

Konsumsi BB : Konsumsi bahan bakar dalam (TJ)

NCV : Nilai kalor dalam (TJ/Liter)

FE : Faktor Emisi CO₂, CH₄, dan N₂O dalam (Ton /TJ)

a : Jenis Bahan bakar (Bensin)

GWP : Global Warming Potential CO₂, CH₄, N₂O dalam CO₂eq

Setelah didapatkan data besar emisi CO₂, CH₄, dan N₂O dari kegiatan transportasi, selanjutnya dihitung total emisi gas rumah kaca dari kegiatan transportasi dengan perhitungan berikut ini:

$$TE_{transportasi} = E_{transportasiCO_2} + E_{transportasiCH_4} + E_{transportasiN_2O} \dots \dots \dots (3.4)$$

Keterangan:

- TE_{transportasi} : total emisi transportasi dalam tonCO₂eq
- E_{transportasiCO₂} : emisi CO₂ transportasi dalam tonCO₂eq
- E_{transportasiCH₄} : emisi CH₄ transportasi dalam tonCO₂eq
- E_{transportasiN₂O} : emisi N₂O transportasi dalam tonCO₂eq

3.4.2 Penggunaan LPG

Sektor energi dari aktivitas permukiman yang diperoleh dari kegiatan memasak dan penggunaan listrik sehari-hari. Berikut rumus untuk menentukan besarnya emisi GRK yang diperoleh dari bahan bakar memasak (KLH, 2012).

$$\text{Emisi GRK LPG} = K_{bb} \times NCV \times FE \times GWP \dots \dots \dots (3.5)$$

Keterangan:

- Emisi GRK : Total emisi dalam kgCO₂eq
- K_{bb} : Konsumsi bahan bakar dalam kg/tahun
- FE : Faktor Emisi CO₂, CH₄, dan N₂O dalam kg/Tj
- NCV : Konversi energi LPG dalam TJ/kg
- GWP : Global Warming Potential CO₂, CH₄, N₂O dalam CO₂eq

Berikut Nilai FE dan NVC dari Bahan Bakar Memasak pada Tabel 3.6 sebagai berikut:

Tabel 3.5 Konversi energi dan Faktor Emisi Gas LPG

No	Bahan Bakar	FE (kg/TJ)			NCV (TJ/kg)
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
1	LPG	63,100	5	0,1	47,3 x 10 ⁻⁶

Sumber: KLH, Buku II. Volume 1 (2012)

Setelah mendapatkan nilai emisi CO₂, CH₄, dan N₂O langkah selanjutnya yaitu menghitung total emisi gas rumah kaca dari kegiatan penggunaan LPG. Perhitungan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$TE_{\text{penggunaan LPG}} = E_{\text{LPGCO}_2} + E_{\text{LPGCH}_4} + E_{\text{LPGN}_2\text{O}} \dots \dots \dots (3.6)$$

Keterangan:

$TE_{\text{penggunaan LPG}}$: total emisi penggunaan LPG dalam tonCO₂eq

E_{LPGCO_2} : emisi CO₂ penggunaan LPG dalam tonCO₂eq

E_{LPGCH_4} : emisi CH₄ penggunaan LPG dalam tonCO₂eq

$E_{\text{LPGN}_2\text{O}}$: emisi N₂O penggunaan LPG dalam tonCO₂eq

3.4.3 Pemakaian Listrik

Berikut ini adalah rumus untuk menentukan besarnya emisi GRK yang dihasilkan dari penggunaan energi listrik:

$$\text{Emisi GRK} = \text{KE} \times \text{FE} \times \text{GWP} \dots \dots \dots (3.7)$$

Keterangan:

KE : Konsumsi energi dalam kWh

FE : Faktor emisi CO₂, CH₄, N₂O dalam kg gas/kWh

GWP : Global Warming Potential dalam CO₂eq

Faktor Emisi Konsumsi Listrik ditunjukkan pada Tabel 3.7.

Tabel 3.6 Faktor Emisi Konsumsi Listrik di Indonesia

CO₂ (kgCO₂/kWh)	CH₄ (kgCH₄/kWh)	N₂O (kgN₂O/kWh)
0,774388897	0,00001594341	0,00000876813

Sumber: Ecometrica, 2011

Selanjutnya apabila sudah didapatkan nilai emisi tiap gasnya (CO₂, CH₄, dan N₂O), dihitung nilai total emisi gas rumah kaca yang berasal dari kegiatan pemakaian listrik. Total emisi gas rumah kaca dari kegiatan pemakaian listrik dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$TE_{\text{pemakaian listrik}} = E_{\text{listrikCO}_2} + E_{\text{listrikCH}_4} + E_{\text{listrikN}_2\text{O}} \dots \dots \dots (3.8)$$

Keterangan:

- $TE_{\text{pemakaian listrik}}$: total emisi pemakaian listrik dalam tonCO₂eq
- $E_{\text{listrikCO}_2}$: emisi CO₂ pemakaian listrik dalam tonCO₂eq
- $E_{\text{listrikCH}_4}$: emisi CH₄ pemakaian listrik dalam tonCO₂eq
- $E_{\text{listrikN}_2\text{O}}$: emisi N₂O pemakaian listrik dalam tonCO₂eq

Untuk mendapatkan total emisi gas rumah kaca dari kegiatan penggunaan energi di Dukuh Ngebo digunakan perhitungan sebagai berikut:

$$TE_{\text{GRK}} = TE_{\text{pemakaian listrik}} + TE_{\text{penggunaan LPG}} + TE_{\text{transportasi}} \dots \dots \dots (3.9)$$

Keterangan:

- TE_{GRK} : total emisi gas rumah kaca keseluruhan dalam tonCO₂eq
- $TE_{\text{pemakaian listrik}}$: total emisi pemakaian listrik dalam tonCO₂eq
- $TE_{\text{penggunaan LPG}}$: total emisi penggunaan LPG dalam tonCO₂eq
- $TE_{\text{transportasi}}$: total emisi transportasi dalam tonCO₂eq

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Penelitian

Penelitian ini membahas tentang inventarisasi emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari aktivitas penggunaan LPG (*Liquid Petroleum Gas*), penggunaan bahan bakar minyak (BBM) untuk transportasi, serta penggunaan listrik di Dukuh Ngebo, Kecamatan Ngaglik, Kabupaten Sleman. Inventarisasi bertujuan untuk mengetahui kontribusi aktivitas rumah tangga dalam menghasilkan emisi gas rumah kaca dan mengetahui emisi CO₂, NH₄, dan N₂O yang dihasilkan. Penelitian dilakukan dengan mengambil 22 sampel rumah sebagai perwakilan rumah tangga di Dukuh Ngebo dengan 2 rumah tipe baru aktif, 10 rumah tipe baru pasif dan 10 rumah tipe lama pasif.

Dalam desain rumah terdapat konsep rumah pasif dan rumah aktif yang berbeda dalam hal penggunaan energi. Konsep desain yang dikenal sebagai desain pasif menggunakan sumber daya alam seperti iklim untuk membuat bangunan tetap nyaman. Strategi desain pasif mencakup respons terhadap orientasi tapak, pembayangan, pemanfaatan penghawaan alami (ventilasi), dan penggunaan cahaya alami Dewi dkk., (2018). Menurut Wijaya & Graciela (2019), sistem penghawaan dan pencahayaan bangunan mengkonsumsi banyak energi. Dengan demikian, pencahayaan dan penghawaan alami adalah cara terbaik untuk mengurangi penggunaan listrik dalam desain pasif. Penghawaan alami adalah proses sirkulasi udara pasif dari luar ke dalam bangunan tanpa menggunakan peralatan elektrik atau energi tambahan, dalam penelitian ini yang dimaksud adalah rumah tanpa penggunaan AC (*air conditioner*). Sementara itu desain aktif adalah jenis bangunan yang menggunakan bantuan sistem mekanis dan teknologi untuk mengelola dan mengontrol konsumsi energi seperti sistem pendingin udara canggih untuk meningkatkan kenyamanan dan mengoptimalkan efisiensi energi yaitu AC (*Air Conditioner*).

Berikut ini merupakan contoh rumah sampel setiap tipe di Dukuh Ngebo :



Gambar 4.1 Rumah Sampel Tipe Baru Aktif



Gambar 4.2 Rumah Sampel Tipe Rumah Baru Pasif



Gambar 4.3 Rumah Sampel Tipe Rumah Lama Pasif

Informasi lebih lanjut mengenai rumah sampel dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Informasi rumah sampel

Rumah	Titik Koordinat	Tipe Rumah
Rumah 1	-7.719672°, 110.422626°	Rumah baru aktif
Rumah 2	-7.720405°, 110.423087°	Rumah baru aktif
Rumah 3	-7.722740°, 110.422814°	Rumah baru pasif
Rumah 4	-7.720742°, 110.424321°	Rumah baru pasif
Rumah 5	-7.719445°, 110.424369°	Rumah baru pasif
Rumah 6	-7.722375°, 110.422225°	Rumah baru pasif
Rumah 7	-7.721763°, 110.422773°	Rumah baru pasif
Rumah 8	-7.722712°, 110.422325°	Rumah baru pasif
Rumah 9	-7.722712°, 110.422325°	Rumah baru pasif
Rumah 10	-7.722485°, 110.422932°	Rumah baru pasif
Rumah 11	-7.719930°, 110.423211°	Rumah baru pasif
Rumah 12	-7.721841°, 110.421697°	Rumah baru pasif
Rumah 13	-7.720135°, 110.423208°	Rumah lama pasif
Rumah 14	-7.721773°, 110.423936°	Rumah lama pasif
Rumah 15	-7.721773°, 110.423936°	Rumah lama pasif
Rumah 16	-7.719576°, 110.423007°	Rumah lama pasif
Rumah 17	-7.721763°, 110.422773°	Rumah lama pasif
Rumah 18	-7.720364°, 110.425102°	Rumah lama pasif
Rumah 19	-7.720058°, 110.425044°	Rumah lama pasif
Rumah 20	-7.719106°, 110.422979°	Rumah lama pasif
Rumah 21	-7.721132°, 110.422488°	Rumah lama pasif
Rumah 22	-7.721299°, 110.422013°	Rumah lama pasif

4.2 Identifikasi Penggunaan Energi Dukuh Ngebo

4.2.1 Data Penggunaan LPG (*Liquid Petroleum Gas*)

22 sampel rumah di Dukuh Ngebo menggunakan LPG (*Liquid Petroleum Gas*) sebagai bahan bakar untuk memasak. Dari hasil wawancara dan observasi penggunaan LPG menggunakan jenis tabung mulai dari 3 kg, 5,5 kg, serta 12 kg. Tabel 4.2 menunjukkan data rata-rata penggunaan tabung gas LPG (*Liquid Petroleum Gas*) di setiap sampel rumah Dukuh Ngebo.

Tabel 4.2 Penggunaan LPG di Dukuh Ngebo

Rumah	Jenis Tabung	Penggunaan LPG (kg/bulan)	Total Penggunaan LPG(kg/tahun)
Rumah 1	12kg	12	144
Rumah 2	3kg	12	144
Rumah 3	3kg	12	144
Rumah 4	5.5 kg	5,5	66
Rumah 5	3kg	9	108
Rumah 6	3 kg	6	72
Rumah 7	3 kg	3	36
Rumah 8	12 kg	12	144
Rumah 9	3 kg	3	36
Rumah 10	3 kg	12	144
Rumah 11	3 kg	3	36
Rumah 12	3 kg	9	108
Rumah 13	3kg	6	72
Rumah 14	3kg	12	144
Rumah 15	3kg	12	144
Rumah 16	3kg	12	144
Rumah 17	3kg	12	144
Rumah 18	3kg	6	72
Rumah 19	3kg	12	144
Rumah 20	3kg	6	72
Rumah 21	3 kg	9	108
Rumah 22	3 kg	6	72

4.2.2 Data Penggunaan Bahan Bakar Untuk Transportasi

Data aktivitas penggunaan bahan bakar untuk transportasi terdiri dari jumlah kendaraan motor dan mobil setiap rumah serta jenis bahan bakar minyak yang digunakan yaitu bensin (pertamax) untuk motor dan mobil per bulannya

yang diperoleh dari hasil wawancara masyarakat Ngebo. Hasil data dalam rupiah dikonversi menjadi liter dengan cara membaginya dengan harga pertamax per liter yang berlaku. Pada Tabel 4.3 menunjukkan jumlah kendaraan motor yang dimiliki setiap rumah dan jumlah konsumsi BBMnya dan Tabel 4.4 menunjukkan jumlah kendaraan mobil yang dimiliki serta jumlah konsumsi BBM selama satu tahun.

Tabel 4.3 Jumlah Kendaraan Motor dan Konsumsi BBM

Rumah	Jumlah kendaraan motor dalam 1 rumah	Pembelian bensin/bulan	Konsumsi BBM (Liter/bulan)	Konsumsi BBM (Liter/Tahun)
Rumah 1	1	Rp 100.000,00	8	93
Rumah 2	2	Rp 300.000,00	23	278
Rumah 3	1	Rp 120.000,00	9	111
Rumah 4	1	Rp 80.000,00	6	74
Rumah 5	1	Rp 120.000,00	9	111
Rumah 6	2	Rp 200.000,00	15	185
Rumah 7	1	Rp 200.000,00	15	185
Rumah 8	3	Rp 200.000,00	15	185
Rumah 9	2	Rp 100.000,00	8	93
Rumah 10	3	Rp 350.000,00	27	324
Rumah 11	1	Rp 100.000,00	8	93
Rumah 12	2	Rp 100.000,00	8	93
Rumah 13	1	Rp 80.000,00	6	74
Rumah 14	2	Rp 300.000,00	23	278
Rumah 15	1	Rp 160.000,00	12	148
Rumah 16	1	Rp 160.000,00	12	148
Rumah 17	1	Rp 120.000,00	9	111
Rumah 18	1	Rp 120.000,00	9	111
Rumah 19	1	Rp 120.000,00	9	111
Rumah 20	1	Rp 160.000,00	12	148
Rumah 21	2	Rp 100.000,00	8	93
Rumah 22	2	Rp 100.000,00	8	93

Tabel 4.4 Jumlah Kendaraan Mobil dan Konsumsi BBM

Rumah	Jumlah kendaraan mobil dalam 1 rumah	Pembelian bensin/bulan	Konsumsi BBM (Liter/bulan)	Konsumsi BBM (Liter/Tahun)
Rumah 1	1	Rp 800.000,00	62	741
Rumah 2	2	Rp 1.000.000,00	77	927
Rumah 3	1	Rp 200.000,00	15	185
Rumah 4	1	Rp 250.000,00	19	232
Rumah 5	1	Rp 200.000,00	15	185
Rumah 6	1	Rp 200.000,00	15	185
Rumah 7	1	Rp 150.000,00	12	139
Rumah 8	1	Rp 100.000,00	8	93
Rumah 9	1	Rp 100.000,00	8	93
Rumah 10	1	Rp 150.000,00	12	139
Rumah 11	1	Rp 100.000,00	8	93
Rumah 12	1	Rp 200.000,00	15	185

4.2.3 Data Penggunaan Listrik

Data daya listrik dan pemakaian listrik setiap rumah selama satu bulan diperoleh melalui wawancara langsung. Hasil wawancara dalam rupiah dikonversi menjadi KWh dengan cara membaginya dengan nilai rupiah setiap tipe daya listrik yang digunakan. Tabel 4.5 menyajikan data penggunaan listrik di setiap 22 rumah sampel.

Tabel 4.5 Jumlah Penggunaan Listrik di setiap sampel

Rumah	Daya (Watt)	Pembelian Token Listrik	Penggunaan listrik (KWh/Bulan)	Total Penggunaan Listrik (KWh/Tahun)
Rumah 1	2200	Rp 500.000,00	318,56	3822,715
Rumah 2	2200	Rp 600.000,00	382,27	4587,258
Rumah 3	1300	Rp 250.000,00	159,28	1911,357
Rumah 4	2200	Rp 600.000,00	382,27	4587,258
Rumah 5	900	Rp 300.000,00	204,14	2449,704
Rumah 6	900	Rp 200.000,00	136,09	1633,136
Rumah 7	900	Rp 100.000,00	68,05	816,568
Rumah 8	900	Rp 120.000,00	81,66	979,882
Rumah 9	1300	Rp 100.000,00	63,71	764,543
Rumah 10	900	Rp 100.000,00	68,05	816,568
Rumah 11	1300	Rp 200.000,00	127,42	1529,086
Rumah 12	1300	Rp 150.000,00	95,57	1146,814
Rumah 13	900	Rp 75.000,00	51,04	612,426
Rumah 14	900	Rp 150.000,00	102,07	1224,852
Rumah 15	900	Rp 100.000,00	68,05	816,568
Rumah 16	900	Rp 100.000,00	68,05	816,568
Rumah 17	900	Rp 150.000,00	95,57	1146,814
Rumah 18	900	Rp 100.000,00	68,05	816,568
Rumah 19	450	Rp 80.000,00	177,35	2128,193
Rumah 20	2200	Rp 200.000,00	127,42	1529,086
Rumah 21	900	Rp 160.000,00	108,88	1306,509
Rumah 22	450	Rp 50.000,00	110,84	1330,120

4.3 Aktivitas Penggunaan Energi Pada Dukuh Ngebo

Menurut Peraturan Presiden Nomor 98 Tahun 2021, gas rumah kaca adalah jenis gas yang ada di lapisan udara yang dapat menyerap dan kemudian memancarkan radiasi inframerah kembali, baik yang berasal dari alam maupun dari aktivitas manusia. Efek rumah kaca terjadi ketika jumlah gas emisi yang dapat menyerap panas dilepaskan ke atmosfer, menyebabkan kondisi tertentu (Soedomo, 2001). Salah satu sektor yang menjadi penyumbang emisi gas rumah kaca (GRK) adalah energi, yang mencakup kegiatan pengadaan dan penyediaan energi serta penggunaan energi dengan jenis gas rumah kaca yang diemisikan oleh sektor energi ini berupa CO₂, CH₄, dan N₂O. Adapun pembentukan gas N₂O dari bahan bakar disebabkan adanya senyawa hiterosiklik nitrogen yang ada dalam bahan bakar seperti piridin, piperidin dan guinolin yang terdapat dalam minyak dan rantai siklik maupun rantai terbuka nitrogen dalam batubara. Senyawa-senyawa nitrogen ini yang menghasilkan gas NO. Jumlah maupun kecepatan pembentukan N₂O dari senyawa nitrogen tergantung dari ikatannya masing-masing. Kegiatan penggunaan energi pada aktivitas rumah tangga terdiri dari penggunaan bahan bakar untuk memasak, transportasi, serta konsumsi listrik. Berdasarkan observasi langsung di lapangan, rumah tangga di Dukuh Ngebo semuanya menggunakan *Liquid Petroleum Gas* (LPG) untuk memasak, penggunaan bahan bakar minyak (BBM) untuk transportasi, serta beberapa menggunakan *Air Conditioner* (AC) yang mana ketiga aktivitas tersebut saat digunakan terjadi pembakaran bahan bakar fosil berupa minyak bumi dan batubara yang menghasilkan emisi CO₂, CH₄, dan N₂O sehingga menjadi penyumbang terjadinya gas rumah kaca.

4.4 Hasil Perhitungan Emisi CO₂, CH₄, dan N₂O

4.4.1 Penggunaan LPG (*Liquid Petroleum Gas*)

Setelah didapatkan data jumlah penggunaan LPG setiap bulannya, dilakukan perhitungan emisi gas rumah kaca. Perhitungan emisi gas rumah kaca dihitung berdasarkan pemakaian LPG rumah tangga selama satu tahun. Berikut merupakan contoh perhitungan emisi gas rumah kaca (GRK) penggunaan *Liquid Petroleum*

Gas (LPG) pada Rumah 1 untuk emisi CO₂ merujuk pada rumus 3.5 Berdasarkan nilai kalor dan faktor emisi pada tabel 3.6 serta berdasarkan nilai GWP pada tabel 3.4.

$$\begin{aligned} \text{Penggunaan LPG} &= 4 \text{ tabung/bulan} \times 3\text{kg} \times 12 \text{ bulan} \\ &= 144 \text{ kg/tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Perhitungan CO}_2 &= \text{penggunaan LPG} \times \text{konversi energi} \times \text{faktor emisi} \times \text{GWP} \\ &= 144 \text{ kg/tahun} \times 0,0000473 \text{ TJ/Kg} \times 63100 \text{ Kg/TJ} \times 1 \\ &= 429,787 \text{ KgCO}_{2\text{eq}}/\text{tahun} \\ &= 0,430 \text{ Ton CO}_{2\text{eq}}/\text{tahun} \end{aligned}$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk emisi CH₄ dan N₂O hanya berbeda pada nilai faktor emisi dan nilai GWP. Perhitungan rincinya dapat dilihat pada lampiran 2.

Tabel 4.6 menunjukkan hasil perhitungan gas rumah kaca pemakaian LPG dari tiap rumah.

Tabel 4. 6 Total Emisi GRK penggunaan LPG

Pengguna	Penggunaan LPG (kg/Tahun)	Emisi Gas Rumah Kaca (Ton CO _{2eq} /tahun)			Penggunaan LPG (Ton CO _{2eq} /tahun)
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
Rumah 1	144	0,430	0,0009502	0,431	0,431
Rumah 2	144	0,430	0,0009502	0,431	0,431
Rumah 3	144	0,430	0,0009502	0,431	0,431
Rumah 4	66	0,197	0,0004355	0,198	0,198
Rumah 5	108	0,322	0,0007126	0,323	0,323
Rumah 6	72	0,215	0,0004751	0,215	0,215
Rumah 7	36	0,107	0,0002375	0,108	0,108
Rumah 8	144	0,430	0,0009502	0,431	0,431
Rumah 9	36	0,107	0,0002375	0,108	0,108
Rumah 10	144	0,430	0,0009502	0,431	0,431
Rumah 11	36	0,107	0,0002375	0,108	0,108
Rumah 12	108	0,322	0,0007126	0,323	0,323
Rumah 13	72	0,215	0,0004751	0,215	0,215
Rumah 14	144	0,430	0,0009502	0,431	0,431
Rumah 15	144	0,430	0,0009502	0,431	0,431
Rumah 16	144	0,430	0,0009502	0,431	0,431
Rumah 17	144	0,430	0,0009502	0,431	0,431
Rumah 18	72	0,215	0,0004751	0,215	0,215
Rumah 19	144	0,430	0,0009502	0,431	0,431
Rumah 20	72	0,215	0,0004751	0,215	0,215

Pengguna	Penggunaan LPG (kg/Tahun)	Emisi Gas Rumah Kaca (Ton CO _{2eq} /tahun)			Penggunaan LPG (Ton CO _{2eq} /tahun)
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
Rumah 21	108	0,322	0,0007126	0,323	0,323
Rumah 22	72	0,215	0,0004751	0,215	0,215
Total Emisi GRK LPG (Ton CO_{2eq}-tahun)		6,859	0,015163	0,002967	6,877

Emisi gas rumah kaca dari penggunaan LPG di setiap rumah rata-rata tidak jauh berbeda, dengan nilai terbesarnya yaitu 0,431 Ton CO_{2eq}/tahun dan nilai terkecil yaitu 0,108 Ton CO_{2eq}/tahun dari total emisi gas rumah kaca penggunaan LPG sebesar 6,877 Ton CO_{2eq}/tahun.

4.4.2 Pemakaian BBM Untuk Transportasi

Setelah didapatkan data jumlah kendaraan dan penggunaan Bahan Bakar Minyak (BBM) setiap bulannya, dilakukan perhitungan emisi gas rumah kaca. Perhitungan emisi gas rumah kaca dihitung berdasarkan pemakaian BBM selama satu tahun untuk emisi CO₂, CH₄, serta N₂O. Berikut merupakan contoh perhitungan emisi gas rumah kaca (GRK) penggunaan BBM untuk transportasi motor pada Rumah 1 untuk emisi CO₂ merujuk pada rumus 3.3 Berdasarkan nilai kalor dan faktor emisi pada tabel 3.5 serta berdasarkan nilai GWP pada tabel 3.4.

$$\begin{aligned} \text{Penggunaan BBM} &= 8 \text{ liter/bulan} \times 12 \text{ bulan} \\ &= 93 \text{ liter/tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Perhitungan CO}_2 &= \text{penggunaan BBM} \times \text{konversi energi} \times \text{faktor emisi} \times \\ &\quad \text{GWP} \\ &= 93 \text{ liter/tahun} \times 0,000033 \text{ TJ/liter} \times 72,6 \text{ Ton/Tj} \times 1 \\ &= 0,222 \text{ Ton CO}_{2eq}/\text{tahun} \end{aligned}$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk emisi CH₄ dan N₂O, hanya berbeda pada nilai faktor emisi dan nilai GWP. Perhitungan lengkap emisi gas rumah kaca pemakaian transportasi dapat dilihat pada lampiran 3 dan lampiran 4.

Berikut pada Tabel 4.6 dan Tabel 4.7 menunjukkan hasil perhitungan gas rumah kaca pemakaian bahan bakar minyak (BBM) untuk transportasi motor dan mobil dari tiap sampel rumah.

Tabel 4. 7 Total Emisi GRK Motor

Pengguna	Jumlah kendaraan	Konsumsi BBM (Liter/Tahun)	Emisi Gas Rumah Kaca (Ton CO _{2eq} /tahun)			Penggunaan BBM (Ton CO _{2eq} /tahun)
			CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
Rumah 1	1	93	0,222	0,002	0,007	0,231
Rumah 2	2	278	0,666	0,006	0,020	0,692
Rumah 3	1	111	0,266	0,003	0,008	0,277
Rumah 4	1	74	0,178	0,002	0,005	0,185
Rumah 5	1	111	0,266	0,003	0,008	0,277
Rumah 6	2	185	0,444	0,004	0,013	0,462
Rumah 7	1	185	0,444	0,004	0,013	0,462
Rumah 8	3	185	0,444	0,004	0,013	0,462
Rumah 9	2	93	0,222	0,002	0,007	0,231
Rumah 10	3	324	0,777	0,007	0,023	0,808
Rumah 11	1	93	0,222	0,002	0,007	0,231
Rumah 12	2	93	0,222	0,002	0,007	0,231
Rumah 13	1	74	0,178	0,002	0,005	0,185
Rumah 14	2	278	0,666	0,006	0,020	0,692
Rumah 15	1	148	0,355	0,003	0,011	0,369
Rumah 16	1	148	0,355	0,003	0,011	0,369
Rumah 17	1	111	0,266	0,003	0,008	0,277
Rumah 18	1	111	0,266	0,003	0,008	0,277
Rumah 19	1	111	0,266	0,003	0,008	0,277
Rumah 20	1	148	0,355	0,003	0,011	0,369
Rumah 21	2	93	0,222	0,002	0,007	0,231
Rumah 22	2	93	0,222	0,002	0,007	0,231
Total Emisi GRK Motor (Ton CO_{2eq}-tahun)			7,526	0,072	0,226	7,825

Tabel 4. 8 Total Emisi GRK Mobil

Pengguna	Jumlah kendaraan	Konsumsi BBM (Liter/Tahun)	Emisi Gas Rumah Kaca (Ton/tahun)			Penggunaan BBM (Ton CO _{2eq} /tahun)
			CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
Rumah 1	1	93	1,776	0,017	0,053	1,793
Rumah 2	2	278	2,220	0,021	0,067	2,308
Rumah 3	1	111	0,444	0,004	0,013	0,462
Rumah 4	1	74	0,555	0,005	0,017	0,577
Rumah 5	1	111	0,444	0,004	0,013	0,462
Rumah 6	1	185	0,444	0,004	0,013	0,462
Rumah 7	1	185	0,333	0,003	0,010	0,346
Rumah 8	1	185	0,222	0,002	0,007	0,231
Rumah 9	1	93	0,222	0,002	0,007	0,231
Rumah 10	1	324	0,333	0,003	0,010	0,346
Rumah 11	1	93	0,222	0,002	0,007	0,231
Rumah 12	1	93	0,444	0,004	0,013	0,462
Total Emisi GRK Mobil (Ton CO_{2eq}-tahun)			7,659	0,074	0,177	7,910

Perhitungan total emisi GRK penggunaan transportasi di Dukuh Ngebo dihasilkan dari penjumlahan emisi GRK pada kendaraan motor dan kendaraan mobil. Berikut ini merupakan contoh total perhitungan emisi GRK penggunaan transportasi di Rumah 1:

- Perhitungan emisi GRK kendaraan motor

Emisi gas CO₂ + emisi gas CH₄ + emisi gas N₂O

= 0,222 Ton CO_{2eq}/tahun + 0,002 Ton CO_{2eq}/tahun + 0,007 Ton CO_{2eq}/tahun

= 0,231 TonCO_{2eq}/tahun

- Perhitungan emisi GRK kendaraan mobil

Emisi gas CO₂ + emisi gas CH₄ + emisi gas N₂O

= 1,776 Ton CO₂/tahun + 0,017 Ton CO_{2eq}/tahun + 0,053 Ton CO_{2eq}/tahun

= 1,847 Ton CO_{2eq}/tahun

- Perhitungan emisi GRK penggunaan transportasi

Emisi GRK motor + emisi GRK mobil

= 0,231 Ton CO₂eq/tahun + 1,847 Ton CO₂eq/tahun

= 2,077 Ton CO₂eq/tahun

Berikut ini adalah tabel 4.8 hasil perhitungan total emisi GRK penggunaan transportasi Dukuh Ngebo.

Tabel 4. 9 Total GRK Penggunaan Transportasi

Rumah	Emisi GRK Transportasi (Ton/tahun)		Total Emisi GRK (Ton CO ₂ eq/tahun)
	Motor	Mobil	
Rumah 1	0,231	1,847	2,077
Rumah 2	0,692	2,308	3,001
Rumah 3	0,277	0,462	0,739
Rumah 4	0,185	0,577	0,762
Rumah 5	0,277	0,462	0,739
Rumah 6	0,462	0,462	0,923
Rumah 7	0,462	0,346	0,808
Rumah 8	0,462	0,231	0,692
Rumah 9	0,231	0,231	0,462
Rumah 10	0,808	0,346	1,154
Rumah 11	0,231	0,231	0,462
Rumah 12	0,231	0,462	0,692
Rumah 13	0,185	-	0,185
Rumah 14	0,692	-	0,692
Rumah 15	0,369	-	0,369
Rumah 16	0,369	-	0,369
Rumah 17	0,277	-	0,277
Rumah 18	0,277	-	0,277
Rumah 19	0,277	-	0,277
Rumah 20	0,369	-	0,369
Rumah 21	0,231	-	0,231
Rumah 22	0,231	-	0,231
Σ	7,825	7,963	15,788

Berdasarkan perhitungan di atas bahwa total emisi GRK yang dihasilkan dari penggunaan transportasi sebesar 15,788 Ton CO₂eq/tahun. Penghasil emisi gas rumah kaca dalam penggunaan transportasi di Dukuh Ngebo yang paling besar yaitu Rumah 2 dengan nilai emisi sebesar 3,001 Ton CO₂eq/tahun,

sedangkan penghasil emisi gas rumah kaca paling rendah ada pada Rumah 13 dengan nilai emisi sebesar 0,185 Ton CO₂eq/tahun.

4.4.3 Pemakaian Listrik

Setelah didapatkan data jumlah penggunaan listrik (KWh) setiap bulannya, dilakukan perhitungan emisi gas rumah kaca. Perhitungan emisi gas rumah kaca dihitung berdasarkan pemakaian listrik selama satu tahun. Berikut merupakan contoh perhitungan emisi gas rumah kaca (GRK) penggunaan listrik untuk pada Rumah 1 untuk emisi CO₂ merujuk pada rumus 3.7 berdasarkan faktor emisi pada tabel 3.7 dan berdasarkan nilai GWP pada tabel 3.4.

$$\begin{aligned}\text{Penggunaan Listrik} &= 318,56 \text{ kWh/bulan} \times 12 \text{ bulan} \\ &= 3833,715 \text{ kWh/tahun}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Perhitungan CO}_2 &= \text{penggunaan listrik} \times \text{faktor emisi} \times \text{GWP} \\ &= 3833,715 \text{ kWh/tahun} \times 0,774388 \text{ kgCO}_2/\text{kWh} \times 1 \\ &= 2960,264 \text{ KgCO}_2\text{eq/tahun} \\ &= 2,960 \text{ Ton CO}_2\text{eq/tahun}\end{aligned}$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk emisi CH₄ dan N₂O, hanya berbeda pada nilai faktor emisi dan nilai GWP. Perhitungan lengkap emisi gas rumah kaca penggunaan listrik dapat dilihat pada lampiran 5.

Berikut pada Tabel 4.9 menunjukkan hasil perhitungan gas rumah kaca untuk konsumsi listrik dari tiap rumah.

Tabel 4. 10 Total Emisi GRK Penggunaan Listrik

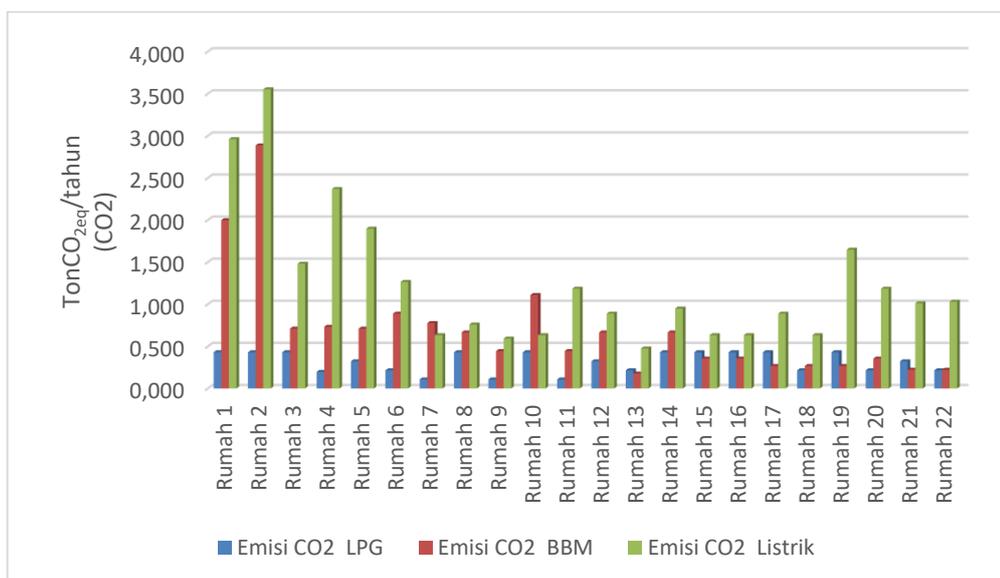
Pengguna	Penggunaan Listrik (Kwh/Tahun)	Emisi Gas Rumah Kaca (Ton CO _{2eq} /tahun)			Penggunaan Listrik (Ton CO _{2eq} /tahun)
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
Rumah 1	3822,715	2,960	0,0016	0,009	2,971
Rumah 2	4587,258	3,552	0,0019	0,011	3,565
Rumah 3	1911,357	1,480	0,0008	0,005	1,485
Rumah 4	3058,172	2,368	0,0013	0,007	2,377
Rumah 5	2449,704	1,897	0,0010	0,006	1,904
Rumah 6	1633,136	1,265	0,0007	0,004	1,269
Rumah 7	816,568	0,632	0,0003	0,002	0,635
Rumah 8	979,882	0,759	0,0004	0,002	0,762
Rumah 9	764,543	0,592	0,0003	0,002	0,594
Rumah 10	816,568	0,632	0,0003	0,002	0,635
Rumah 11	1529,086	1,184	0,0006	0,004	1,188
Rumah 12	1146,814	0,888	0,0005	0,003	0,891
Rumah 13	612,426	0,474	0,0003	0,001	0,476
Rumah 14	1224,852	0,949	0,0005	0,003	0,952
Rumah 15	816,568	0,632	0,0003	0,002	0,635
Rumah 16	816,568	0,632	0,0003	0,002	0,635
Rumah 17	1146,814	0,888	0,0005	0,003	0,891
Rumah 18	816,568	0,632	0,0003	0,002	0,635
Rumah 19	2128,193	1,648	0,0009	0,005	1,654
Rumah 20	1529,086	1,184	0,0006	0,004	1,188
Rumah 21	1306,509	1,012	0,0005	0,003	1,015
Rumah 22	1330,120	1,030	0,0006	0,003	1,034
Total Emisi GRK Listrik (Ton CO_{2eq}/tahun)		27,292	0,0147	0,084	27,391

Berdasarkan data perhitungan emisi gas rumah kaca yang diperoleh, dapat diketahui bahwa hubungan antara pemakaian listrik dan jumlah emisi gas rumah kaca berbanding lurus. Rumah 2 yang termasuk tipe rumah baru aktif dengan daya listrik yang besar memiliki hasil emisi paling besar diantara rumah lainnya yaitu sebesar 3,565 kWh selama 12 bulan terakhir. Dari pemakaian tersebut, emisi CO₂ yang dihasilkan sebesar 3,552 Ton CO_{2eq}/tahun, emisi CH₄ sebesar 0,019 Ton CO_{2eq}/tahun, dan emisi N₂O sebesar 0,011 Ton CO_{2eq}/tahun.

4.4 Total Emisi Gas Rumah Kaca

4.4.1 Total Emisi CO₂

Setelah melakukan perhitungan emisi gas rumah kaca dari aktivitas penggunaan energi di Dukuh Ngebo, selanjutnya hasil perbandingan tersebut disajikan untuk masing masing emisi. Total emisi CO₂ setiap aktivitasnya ditampilkan dalam gambar 4.4 berikut

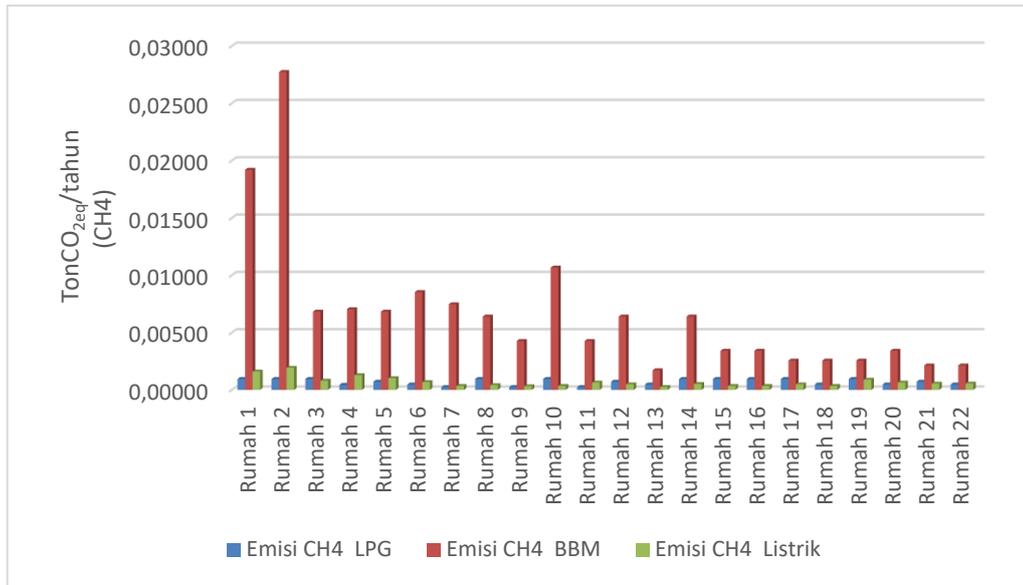


Gambar 4.4 Total Emisi CO₂ Dari Penggunaan energi Dukuh Ngebo

Berdasarkan jumlah data yang telah diolah, total emisi gas CO₂ Dukuh Ngebo adalah 49,336 Ton CO_{2eq}/tahun dengan penghasil terbesar di setiap sampel berasal dari aktivitas penggunaan listrik yaitu 27,292 Ton CO_{2eq}/tahun. Faktor utama tingginya emisi CO₂ pada aktivitas penggunaan listrik dapat disebabkan oleh nilai faktor emisi CO₂ listrik yang paling besar dibandingkan nilai faktor emisi aktivitas lainnya, dan penggunaan alat rumah tangga yang beragam serta digunakan dalam waktu lama dan terus menerus sehingga menghasilkan jumlah emisi yang lebih besar. Sedangkan aktivitas penggunaan LPG untuk memasak menghasilkan emisi CO₂ paling sedikit yaitu 6,859 Ton CO_{2eq}/tahun hal ini disebabkan rata-rata pemilik rumah tidak setiap hari memanfaatkan gas LPG untuk memasak.

4.4.2 Total Emisi CH₄

Berikut ini merupakan grafik hasil perhitungan emisi CH₄ dari penggunaan energi pada tiap sampel rumah di Dukuh Ngebo.

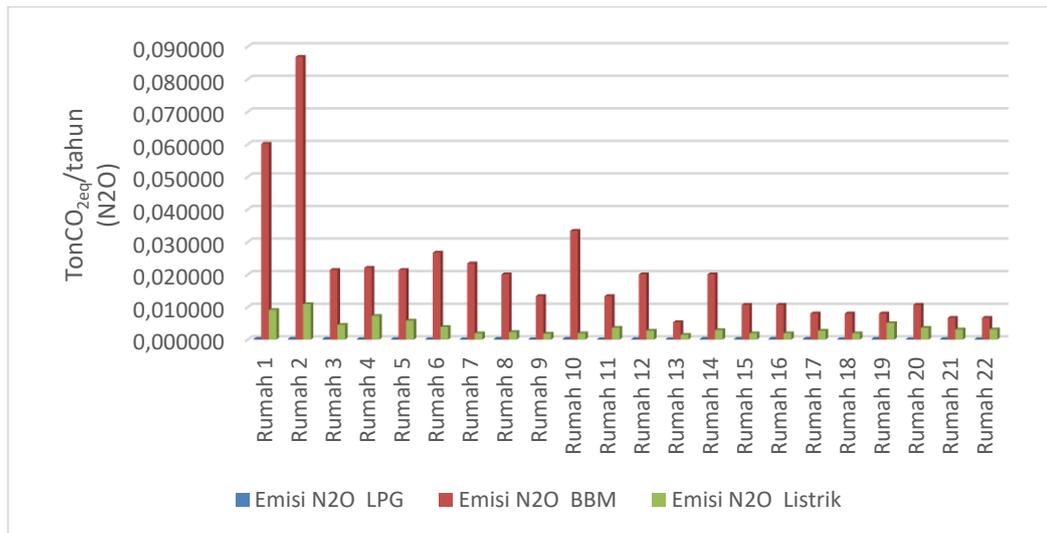


Gambar 4.5 Total Emisi CH₄ Dari Penggunaan energi di Dukuh Ngebo

Berdasarkan grafik pada gambar 4.5 menunjukkan bahwa total emisi gas CH₄ yang paling banyak dihasilkan dari setiap sampel berasal dari penggunaan BBM transportasi dengan total emisi CH₄ yaitu 0,146 Ton CO_{2eq}/tahun. Faktor penyebab hal ini dikarenakan banyaknya jumlah kendaraan di setiap rumah yang mempengaruhi banyaknya konsumsi bahan bakar minyak yang digunakan, serta besarnya nilai kalor untuk jenis bahan bakar transportasi dibandingkan nilai kalor LPG dan listrik, sehingga mempengaruhi hasil akhir yang didapatkan.

4.4.3 Total Emisi N₂O

Berikut ini merupakan tabel hasil perhitungan emisi N₂O dari penggunaan energi pada sampel tiap-tiap rumah di Dukuh Ngebo.



Gambar 4.6 Total Emisi N₂O Dari Penggunaan energi di Dukuh Ngebo

Berdasarkan gambar diatas menunjukkan bahwa total emisi gas N₂O yang paling banyak dihasilkan dari setiap sampel berasal dari penggunaan BBM transportasi dengan total emisi N₂O yaitu 0,457 Ton CO_{2eq}/tahun. Hal ini terjadi disebabkan banyaknya jumlah kendaraan di setiap rumah yang mempengaruhi banyaknya konsumsi bahan bakar minyak yang digunakan, serta besarnya nilai kalor untuk jenis bahan bakar transportasi dibandingkan nilai kalor LPG dan listrik, sehingga mempengaruhi hasil akhir yang didapatkan.

4.5 Total Emisi GRK Sektor Energi Dukuh Ngebo

Setelah melakukan perhitungan emisi gas rumah kaca dari aktivitas penggunaan bahan bakar LPG, transportasi, dan penggunaan listrik selanjutnya dilakukan perbandingan hasil ketiga jenis kegiatan tersebut untuk jumlah total ketia emisi. Hasil perbandingan tersebut disajikan dalam Tabel 4.11

Tabel 4.11 Total Emisi GRK Tiap Sampel Dukuh Ngebo

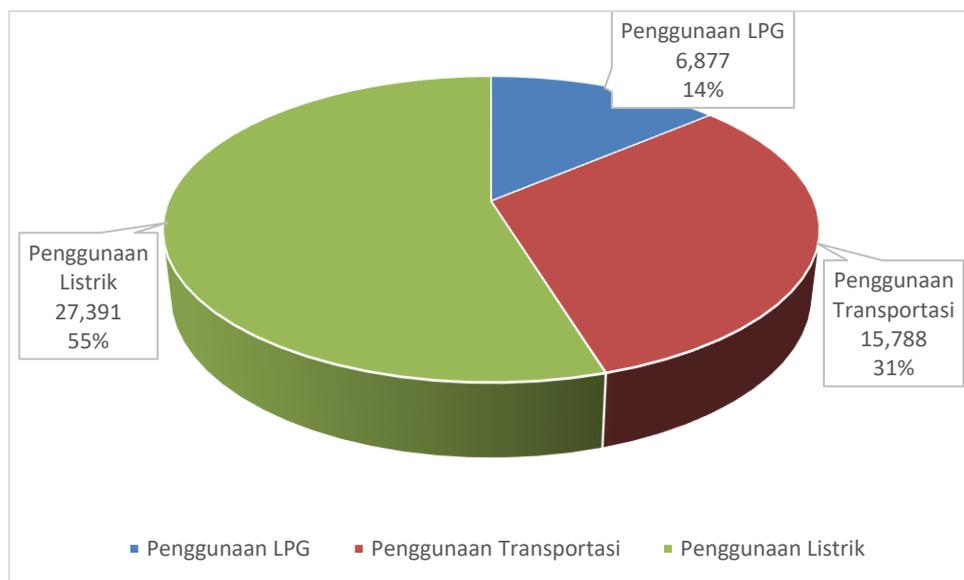
Pegguna	Emisi GRK (Ton CO _{2eq} /tahun)			Total Emisi Gas Rumah Kaca (Ton CO _{2eq} /tahun)
	LPG	BBM	Listrik	
Rumah 1	0,431	2,077	2,971	5,479
Rumah 2	0,431	3,001	3,565	6,997
Rumah 3	0,431	0,739	1,485	2,655
Rumah 4	0,198	0,762	2,377	4,524
Rumah 5	0,323	0,739	1,904	2,966
Rumah 6	0,215	0,923	1,269	2,408
Rumah 7	0,108	0,808	0,635	1,550
Rumah 8	0,431	0,692	0,762	1,885
Rumah 9	0,108	0,462	0,594	1,164
Rumah 10	0,431	1,154	0,635	2,220
Rumah 11	0,108	0,462	1,188	1,758
Rumah 12	0,323	0,692	0,891	1,907
Rumah 13	0,215	0,185	0,476	0,876
Rumah 14	0,431	0,692	0,952	2,075
Rumah 15	0,431	0,369	0,635	1,435
Rumah 16	0,431	0,369	0,635	1,435
Rumah 17	0,431	0,277	0,891	1,599
Rumah 18	0,215	0,277	0,635	1,127
Rumah 19	0,431	0,277	1,654	3,809
Rumah 20	0,215	0,369	1,188	1,773
Rumah 21	0,323	0,231	1,015	1,569
Rumah 22	0,215	0,231	1,034	1,480
Σ	6,877	15,788	27,391	50,055

Berdasarkan hasil perhitungan emisi CO₂, CH₄, serta N₂O gas rumah kaca sektor energi di Dukuh Ngebo didapatkan hasil sebesar 52,637 Ton CO_{2eq}/tahun.

Tabel 4.11 Total Emisi GRK Sektor Penggunaan Energi Dukuh Ngebo

Sektor Energi	Total Emisi GRK (Ton CO _{2eq} /tahun)
Penggunaan LPG	6,877
Penggunaan Transportasi	15,788
Penggunaan Listrik	27,391
Σ	50,055

Berdasarkan hasil perhitungan di atas emisi gas rumah kaca sektor energi di Dukuh Ngebo didapatkan total emisi sebesar 50,055 Ton CO₂eq/tahun. Hasil perhitungan terlihat penyumbang penggunaan energi terbesar berasal dari aktivitas penggunaan energi listrik. Data tersebut disajikan kembali menggunakan grafik berupa pie chart untuk mengetahui persentase penghasilan emisi GRK pada sektor energi di Dukuh Ngebo pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Total Emisi GRK Sektor Energi Dukuh Ngebo

Hasil inventarisasi emisi GRK dari aktivitas rumah tangga sebesar 50,055 Ton CO₂eq/tahun. Penggunaan LPG menyumbang emisi GRK sebesar 14% atau 6,877 Ton CO₂eq/tahun, sedangkan penggunaan transportasi menyumbang emisi GRK sebesar 31% atau 15,788 Ton CO₂eq/tahun, dan penyumbang penggunaan energi terbesar berasal dari aktivitas penggunaan energi listrik yaitu 55% atau 27,391 Ton CO₂eq/tahun. Faktor utama tingginya gas rumah kaca pada aktivitas penggunaan listrik penelitian ini dapat disebabkan oleh nilai faktor emisi CO₂ listrik yang paling besar dibandingkan nilai faktor emisi aktivitas lainnya, dan penggunaan alat rumah tangga yang digunakan dalam waktu lama dan terus menerus dibandingkan aktivitas penggunaan LPG dan BBM sehingga

menghasilkan jumlah emisi yang lebih besar. Dalam beberapa penelitian yang serupa, penggunaan listrik menjadi penyumbang terbesar emisi gas rumah kaca. Penelitian yang dilakukan oleh Alif L., (2023) dengan judul Analisis Emisi Gas Rumah Kaca Dari Aktivitas Permukiman Di Kelurahan Rancaekek Kencana Kabupaten Bandung menunjukkan bahwa penyumbang terbesar emisi gas rumah kaca adalah sektor penggunaan listrik sebesar 53% atau 10.276,540 Ton CO₂eq/tahun. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa pemakaian listrik menyumbangkan emisi gas rumah kaca terbesar untuk rumah tangga, antara lain penelitian yang dilakukan oleh Tati Artiningrum dkk., (2022) di Di Desa Cikalong, Kab. Bandung Barat menunjukkan total emisi CO₂ yang dihasilkan dari aktivitas rumah tangga di Desa Cikalong adalah 2308,19 Ton CO₂eq/tahun, Dari nilai tersebut 72% merupakan energi yang dihasilkan dari konsumsi listrik rumah tangga. Untuk emisi yang dihasilkan dari bahan bakar untuk memasak, dengan emisi per bulan per KK sebesar 19,152 KgCO₂eq, menghasilkan total emisi 651,321 Ton CO₂eq/tahun. Lalu penelitian yang dilakukan oleh Yulia Fitri dkk., (2020) di rumah tangga Kota Pekanbaru dengan emisi gas rumah kaca terbesar dihasilkan dari sektor penggunaan listrik yaitu sebesar 85% atau 34.602,51363 Ton CO₂eq/Bulan.

4.6 Upaya Adaptasi dan Mitigasi Emisi Gas Rumah Kaca Sektor Energi

Kehidupan masyarakat dukuh semakin terpengaruh oleh perubahan iklim yang merupakan efek dari gas rumah kaca. Dihadapkan pada masalah ini, masyarakat harus memiliki strategi adaptasi untuk meminimalkan risiko yang disebabkan oleh perubahan iklim dan juga strategi mitigasi untuk mengurangi emisi gas rumah kaca yang memperburuk kondisi iklim. Adaptasi adalah upaya untuk penyesuaian terhadap dampak perubahan iklim dan lingkungan, sedangkan mitigasi adalah upaya untuk mengurangi emisi gas rumah kaca. Adaptasi lingkungan terhadap perubahan iklim diharapkan dapat meningkatkan ketahanan masyarakat terhadap perubahan iklim guna meminimalisir risiko yang dihadapi. Sementara itu, langkah-langkah mitigasi perubahan iklim diterapkan untuk meminimalkan dan mengurangi emisi gas rumah kaca serta mengurangi biaya

adaptasi. Hal ini karena dampak peningkatan konsentrasi gas rumah kaca menyebabkan dampak perubahan iklim yang lebih besar, yang juga meningkatkan biaya pelaksanaan adaptasi. Upaya adaptasi perubahan iklim ditujukan untuk membangun masyarakat untuk meminimalkan potensi risiko, termasuk melalui penyiapan infrastruktur tahan iklim, kinerja ekonomi, kinerja sosial, dan penguatan tingkat dan praktik pendidikan, teknologi adaptasi perubahan iklim sesuai kondisi lokal (Azika dan Aidila, 2018).

Selain upaya adaptasi, masyarakat harus terus didorong untuk mengambil tindakan yang membantu mengurangi emisi gas rumah kaca global. Dukuh dapat menerapkan strategi mitigasi dengan mengembangkan sumber energi terbarukan. Hal utama yang perlu mulai dilakukan masyarakat adalah adanya kesadaran dan keterlibatan untuk efisiensi energi, dalam penggunaan listrik dan bahan bakar. Efisiensi bahan bakar minyak untuk transportasi dapat dilakukan dengan mulai beralih menggunakan transportasi umum, tetapi hal ini juga perlu keterlibatan pihak pemerintah sebagai penyedia fasilitas. Setelah itu dapat melakukan pengkonversian energi, contohnya penggunaan energi surya untuk listrik, pengolahan hewan ternak menjadi biogas untuk memasak dan biodiesel untuk transportasi. Dengan mengganti bahan bakar fosil dengan energi ramah lingkungan, masyarakat dukuh dapat membantu mengurangi jejak karbon mereka. Selain itu, tindakan penghijauan dan penanaman pohon juga dapat membantu untuk menjaga keberlanjutan sumber daya alam dan keseimbangan. Sehubungan dengan emisi gas rumah kaca, penanaman Tanaman-tanaman tertentu dapat berfungsi sebagai penyerap CO₂ atmosfer. *Eucalyptus pellita* adalah salah satu contoh vegetasi yang sangat baik dalam penyerapan CO₂. Tanaman mampu menyerap CO₂ sebesar 36,34 ton/ha per tahun pada usia satu tahun dan hingga 67,69 ton/ha per tahun pada usia empat tahun (Iswanto et al., 2021), yang didistribusikan ke biomassa tanaman. Tanaman menyerap CO₂ lebih banyak saat tumbuh hingga mencapai titik optimalnya. Untuk menjadi pilihan alternatif yang ramah lingkungan, metode ini membutuhkan waktu dan ruang untuk diterapkan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan yang telah dilakukan dalam penelitian emisi gas rumah kaca dari aktivitas penggunaan energi rumah tangga di Dukuh Ngebo mendapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Beberapa aktivitas penggunaan energi pada rumah tangga yang berpotensi menghasilkan emisi gas rumah kaca seperti:
 - Penggunaan bahan bakar LPG (*Liquid Petroleum Gas*) untuk memasak
 - Penggunaan bahan bakar minyak untuk transportasi
 - Penggunaan listrik

Semua aktivitas tersebut disebabkan oleh penggunaan bahan bakar fosil yang menghasilkan emisi gas rumah kaca.

2. Hasil inventarisasi emisi GRK dari dari aktivitas penggunaan energi rumah tangga di Dukuh Ngebo sebesar 50,055 Ton CO₂eq/tahun. Penghasil emisi GRK paling besar yaitu dari penggunaan listrik sebesar 55% atau 27,391 Ton CO₂eq/tahun, penggunaan transportasi menyumbang emisi GRK sebesar 31% atau 15,788 Ton CO₂eq/tahun, dan penggunaan LPG menyumbang emisi GRK sebesar 14% atau 6,877 Ton CO₂eq/tahun.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Dibutuhkan penyempurnaan data untuk melakukan inventarisasi emisi GRK terutama pada penggunaan transportasi. Ini diperlukan agar hasil perhitungan emisi lebih akurat sesuai dengan keadaan saat ini.

2. Melakukan inventarisasi emisi gas rumah kaca di sektor lain seperti persampahan dari aktivitas permukiman.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Alif, L (2023). Analisis Emisi Gas Rumah Kaca Dari Aktivitas Permukiman Di Kelurahan Rancaekek Kencana Kabupaten Bandung.
- Artadi, F (2013). Studi Jejak Karbon dari Aktivitas di Kampus Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Depok: UI Press.
- Artiningrum, T., & Havianto, C. A. (2022). Estimasi Emisi CO₂ Dari Aktivitas Rumah Tangga Di Desa Cikalong, Kab. Bandung Barat. *Geoplanart*, 4(1), 36. <https://doi.org/10.35138/geoplanart.v4i1.457>.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Sleman. (2021). *Kecamatan Ngaglik Dalam Angka 2021*.
- Darmanah G. (2019). Metodologi Penelitian. Penerbit CV. Hira Tech. Lampung Selatan.
- Dewi, C. P., Budi, J., & Choirotin, I. (2018). Optimalisasi Kinerja Solar Shading Sebagai Usaha Menurunkan Solar Gain pada Bangunan. 16(2).
- Ecometrica (2011) Technical Paper, Electricity – Specific Emission Factors for Grid Electricity.
- Fitri, Y., Putri, A. N., & Retnawaty, S. F. (2020). Estimasi Emisi CO₂ Dari Sektor Rumah Tangga Di Kota Pekanbaru. *Photon: Jurnal Sain Dan Kesehatan*, 11(1), 1–6. <https://doi.org/10.37859/jp.v11i1.2061>
- Hudawan Santoso, D., Aji Dwi Kristanto, W., L (2020). Identifikasi Dan Proyeksi Emisi Co₂ Sampai Tahun 2030 Pada Penggunaan Lahan Permukiman Di Kecamatan Mlati Kabupaten Sleman, 42–51.

- IPCC. 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.
- IPCC (2007) Climate Change 2007: Mitigation, Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, XXX pp. Cambridge, United Kingdom, and New York: Cambridge University Press.
- IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [MassonDelmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. In Press
- Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan. (2016).
- Kepala Badan Pengkajian Kebijakan Iklim dan Mutu Industri. (2012). Draft Petunjuk Teknis Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) di Sektor Industri. Jakarta.
- Pusat Data dan Teknologi Informasi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2016). Data Inventory Emisi GRK Sektor Energi. Jakarta Pusat.
- KLHK. (2012). Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional Buku II - Volume 1 Metodologi Penghitungan Tingkat Emisi Gas Rumah Kaca. *Kegiatan Pengadaan Dan Penggunaan Energi*, 1(3), 1–250.

- Krejcie, Robert V., Morgan, Daryle W. (1970). Determining Sample Size for Research Activities. Educational and Psychological Measurement.
- Latuconsina, Husain (2010) Dampak Pemanasan Global Terhadap Ekosistem Pesisir dan Lautan. Jurnal Ilmiah Agribisnis dan Perikanan. Volume 3. Edisi 1. Hal 30-37.
- Martono (2016) Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca Dari Sumber Pembakaran Tetap. Jurnal Forum Teknologi. Volume 6. Nomor 4. 81- 92
- Menganti, K., Gresik, K., Romadhanti, Y., Nurmaningsih, D. R., & Nengse, S. (2021). *Dampak : Jurnal Teknik Lingkungan Universitas Andalas Persebaran Emisi Karbon Dioksida (CO₂) dari Aktivitas Permukiman di*. 2, 44–50.
- Ngadisih, N., Sinatrya, A., Retno Wulan, I., Claudea Tanjung, J., Fahima, S., & Lestari, P. (2024). Potensi Ancaman dan Upaya Mitigasi Emisi Gas Rumah Kaca di Sektor Pertanian Indonesia : Tinjauan Sistematis atas Literatur. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 12(1), 245. <https://doi.org/10.26418/jtllb.v12i1.74231>
- Novi, Y. (2020). Kajian Emisi Gas Rumah Kaca (CO₂, CH₄ Dan N₂O) Dari Sektor Transportasi Di Terminal Giwangan D.I. Yogyakarta.
- Nugrahayu, Q., Khumaira Nurjannah, N., & Hakim, L. (2017). Estimasi Emisi Karbondioksida Dari Sektor Permukiman Di Kota Yogyakarta Menggunakan Ippc Guidelines. *Jurnal Sains &Teknologi Lingkungan*, 9(1), 25–36. <https://doi.org/10.20885/jstl.vol9.iss1.art3>

Peraturan Presiden Republik Indonesia. 2011. Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 71 Tahun 2011 Tentang Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional.

Peraturan Presiden Republik Indonesia. 2021. Peraturan Presiden No 98 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Nilai Karbon Untuk Pencapaian Target Kontribusi Yang Ditetapkan Secara Nasional Dan Pengendalian Emisi Gas Rumah Kaca Dalam Pembangunan Nasional. Jakarta.

Saputri, R. E., Senoaji, G., & Hidayat, M. F. (2022). Estimasi Serapan dan Emisi Karbon Dioksida dari Sektor Rumah Tangga di Desa Tanjung Harapan Jaya Kabupaten Bengkulu Utara Propinsi Bengkulu. *Journal of Global Forest and Environmental Science*, 2(1), 51–60.

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

Susana, T (1988) Karbon Dioksida. Oseana 13. Hal 1-11.

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

Widyastuti, L. R., & Nugrahayu, Q. (2018). Potensi Emisi Gas Rumah Kaca (CO₂ , CH₄ , Dan N₂O) Di Fakultas Ekonomi, Universitas Islam.

Wijaya, F., & Graciela. (2019). Sistem pencahayaan dan penghawaan hemat energi pada gedung q universitas kristen petra. *Teknik Sipil Dan Perencanaan*, 1–10.

Winandari, M. I. R., Baharessa, V. K., & Tundono, S. (2023). Penerapan Strategi Desain Pasif Di Bangunan Pusat Kreatif. *Pawon: Jurnal Arsitektur*, 7(2), 173–188. <https://doi.org/10.36040/pawon.v7i2.5329>

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

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

Lampiran 1 Formulir Kuesioner Wawancara Di Dukuh Ngebo

A. Identitas Narasumber

Nama Narasumber:

No Telp:

Titik Koordinat rumah:

B. Aktivitas Penggunaan bahan bakar untuk memasak

Pertanyaan	Jawaban
Apakah menggunakan tabung gas LPG untuk memasak?	<input type="checkbox"/> Iya <input type="checkbox"/> Tidak
Jenis tabung gas LPG yang digunakan	<input type="checkbox"/> 3 kg <input type="checkbox"/> 5,5 kg <input type="checkbox"/> 12 kg
Berapa jumlah tabung gas yang digunakan dalam 1 bulan? (Kg/bulan)

C. Aktivitas Penggunaan Bahan bakar Minyak untuk transportasi

Pertanyaan	Jawaban
Jenis dan jumlah kendaraan yang dimiliki	<input type="checkbox"/> Motor: unit <input type="checkbox"/> Mobil: unit
Apa Jenis bahan bakar yang digunakan pada kendaraan?	<input type="checkbox"/> Pertamina <input type="checkbox"/> Solar
Berapakah biaya bahan bakar untuk setiap kendaraan dalam 1 bulan?	Rp.....

D. Aktivitas Penggunaan listrik

Pertanyaan	Jawaban
Berapakah daya listrik yang digunakan?	<input type="checkbox"/> 450 W <input type="checkbox"/> 900 W <input type="checkbox"/> 1300 W <input type="checkbox"/> 2200 W
Berapakah pembelian listrik dalam 1 bulan?	Rp

Lampiran 2 Perhitungan CO₂, CH₄, dan N₂O Dari Pemakaian LPG (Liquid Petroleum Gas)

Pegguna	Penggunaan LPG (kg/tahun)	Konversi Energi (Tj/kg)	Faktor Emisi (kg/TJ)			GWP			Emisi Gas Rumah Kaca (Ton CO _{2eq} /tahun)		
			CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Rumah 1	144	0,0000473	63100	5	0,1	1	27,9	273	0,430	0,00095	0,0001859
Rumah 2	144	0,0000473	63100	5	0,1	1	27,9	273	0,430	0,00095	0,0001859
Rumah 3	144	0,0000473	63100	5	0,1	1	27,9	273	0,430	0,00095	0,0001859
Rumah 4	66	0,0000473	63100	5	0,1	1	27,9	273	0,197	0,00044	0,0000852
Rumah 5	108	0,0000473	63100	5	0,1	1	27,9	273	0,322	0,00071	0,0001395
Rumah 6	72	0,0000473	63100	5	0,1	1	27,9	273	0,215	0,00048	0,0000930
Rumah 7	36	0,0000473	63100	5	0,1	1	27,9	273	0,107	0,00024	0,0000465
Rumah 8	144	0,0000473	63100	5	0,1	1	27,9	273	0,430	0,00095	0,0001859
Rumah 9	36	0,0000473	63100	5	0,1	1	27,9	273	0,107	0,00024	0,0000465
Rumah 10	144	0,0000473	63100	5	0,1	1	27,9	273	0,430	0,00095	0,0001859
Rumah 11	36	0,0000473	63100	5	0,1	1	27,9	273	0,107	0,00024	0,0000465
Rumah 12	108	0,0000473	63100	5	0,1	1	27,9	273	0,322	0,00071	0,0001395
Rumah 13	72	0,0000473	63100	5	0,1	1	27,9	273	0,215	0,00048	0,0000930
Rumah 14	144	0,0000473	63100	5	0,1	1	27,9	273	0,430	0,00095	0,0001859
Rumah 15	144	0,0000473	63100	5	0,1	1	27,9	273	0,430	0,00095	0,0001859
Rumah 16	144	0,0000473	63100	5	0,1	1	27,9	273	0,430	0,00095	0,0001859
Rumah 17	144	0,0000473	63100	5	0,1	1	27,9	273	0,430	0,00095	0,0001859
Rumah 18	72	0,0000473	63100	5	0,1	1	27,9	273	0,215	0,00048	0,0000930
Rumah 19	144	0,0000473	63100	5	0,1	1	27,9	273	0,430	0,00095	0,0001859
Rumah 20	72	0,0000473	63100	5	0,1	1	27,9	273	0,215	0,00048	0,0000930
Rumah 21	108	0,0000473	63100	5	0,1	1	27,9	273	0,322	0,00071	0,0001395
Rumah 22	72	0,0000473	63100	5	0,1	1	27,9	273	0,215	0,00048	0,0000930
Emisi Gas CO₂, CH₄, dan N₂O									6,859	0,0152	0,002967
Total Emisi Gas Rumah Kaca LPG (Ton CO_{2eq}/tahun)									6,877		

Contoh Perhitungan Rumah 1:

Penggunaan LPG = 4 tabung/bulan x 3kg x 12 bulan
= 144 kg/tahun

Perhitungan CO₂ = penggunaan LPG x konversi energi x faktor emisi x GWP
= 144 kg/tahun x 0,0000473 TJ/Kg x 63100 Kg/TJ x 1
= 429,787 Kg CO_{2eq}/tahun
= 0,430 Ton CO_{2eq}/tahun

Perhitungan CH₄ = penggunaan LPG x konversi energi x faktor emisi x GWP
= 144 kg/tahun x 0,0000473 TJ/Kg x 5 Kg/TJ x 27,9
= 0,95016 Kg CO_{2eq}/tahun
= 0,00095 Ton CO_{2eq}/tahun

Perhitungan N₂O = penggunaan LPG x konversi energi x faktor emisi x GWP
= 144 kg/tahun x 0,0000473 TJ/Kg x 0,1 Kg/TJ x 273
= 0,1859 Kg CO_{2eq}/tahun
= 0,0001859 Ton CO_{2eq}/tahun

Lampiran 3 Perhitungan CO₂, CH₄, dan N₂O Dari Pemakaian BBM Untuk Transportasi Motor

Pegguna	Penggunaan BBM (liter/tahun)	Konversi Energi (Tj/liter)	Faktor Emisi (kg/TJ)			GWP			Emisi Gas Rumah Kaca (Ton CO _{2eq} /tahun)		
			CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Rumah 1	93	0,000033	72,6	0,025	0,008	1	27,9	273	0,222	0,002	0,007
Rumah 2	278	0,000033	72,6	0,025	0,008	1	27,9	273	0,666	0,006	0,020
Rumah 3	111	0,000033	72,6	0,025	0,008	1	27,9	273	0,266	0,003	0,008
Rumah 4	74	0,000033	72,6	0,025	0,008	1	27,9	273	0,178	0,002	0,005
Rumah 5	111	0,000033	72,6	0,025	0,008	1	27,9	273	0,266	0,003	0,008
Rumah 6	185	0,000033	72,6	0,025	0,008	1	27,9	273	0,444	0,004	0,013
Rumah 7	185	0,000033	72,6	0,025	0,008	1	27,9	273	0,444	0,004	0,013
Rumah 8	185	0,000033	72,6	0,025	0,008	1	27,9	273	0,444	0,004	0,013
Rumah 9	93	0,000033	72,6	0,025	0,008	1	27,9	273	0,222	0,002	0,007
Rumah 10	324	0,000033	72,6	0,025	0,008	1	27,9	273	0,777	0,007	0,023
Rumah 11	93	0,000033	72,6	0,025	0,008	1	27,9	273	0,222	0,002	0,007
Rumah 12	93	0,000033	72,6	0,025	0,008	1	27,9	273	0,222	0,002	0,007
Rumah 13	74	0,000033	72,6	0,025	0,008	1	27,9	273	0,178	0,002	0,005
Rumah 14	278	0,000033	72,6	0,025	0,008	1	27,9	273	0,666	0,006	0,020
Rumah 15	148	0,000033	72,6	0,025	0,008	1	27,9	273	0,355	0,003	0,011
Rumah 16	148	0,000033	72,6	0,025	0,008	1	27,9	273	0,355	0,003	0,011
Rumah 17	111	0,000033	72,6	0,025	0,008	1	27,9	273	0,266	0,003	0,008
Rumah 18	111	0,000033	72,6	0,025	0,008	1	27,9	273	0,266	0,003	0,008
Rumah 19	111	0,000033	72,6	0,025	0,008	1	27,9	273	0,266	0,003	0,008
Rumah 20	148	0,000033	72,6	0,025	0,008	1	27,9	273	0,355	0,003	0,011
Rumah 21	93	0,000033	72,6	0,025	0,008	1	27,9	273	0,222	0,002	0,007
Rumah 22	93	0,000033	72,6	0,025	0,008	1	27,9	273	0,222	0,002	0,007
Emisi Gas CO₂, CH₄, dan N₂O									7,526	0,072	0,226
Total Emisi Gas Rumah Kaca BBM Motor (Ton CO_{2eq}/tahun)									7,825		

Contoh Perhitungan Rumah 1:

Harga Pertamina/liter = Rp 12.950,00

Penggunaan BBM = Rp 100.000/bulan
= Rp 100.000 / Rp12.950,00 = 8 liter/ bulan
= 8 liter/bulan x 12 = 93 liter/tahun

Perhitungan CO₂ = penggunaan BBM x konversi energi x faktor emisi x GWP
= 93 liter/tahun x 0,000033 TJ/liter x 72,6 Ton/Tj x 1
= 0,222 Ton CO_{2eq}/tahun

Perhitungan CH₄ = penggunaan BBM x konversi energi x faktor emisi x GWP
= 93 liter/tahun x 0,000033 TJ/liter x 0,025 Ton/Tj x 27,9
= 0,002 Ton CO_{2eq}/tahun

Perhitungan N₂O = penggunaan BBM x konversi energi x faktor emisi x GWP
= 93 liter/tahun x 0,000033 TJ/liter x 0,008 Ton/Tj x 273
= 0,007 Ton CO_{2eq}/tahun

Lampiran 4 Perhitungan CO₂, CH₄, dan N₂O Dari Pemakaian BBM Untuk Transportasi Mobil

Pengguna	Penggunaan BBM (liter/tahun)	Konversi Energi (Tj/liter)	Faktor Emisi (kg/TJ)			GWP			Emisi Gas Rumah Kaca (Ton CO _{2eq} /tahun)		
			CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Rumah 1	741	0,000033	72,6	0,025	0,008	1	27,9	273	1,776	0,017	0,053
Rumah 2	927	0,000033	72,6	0,025	0,008	1	27,9	273	2,220	0,021	0,067
Rumah 3	185	0,000033	72,6	0,025	0,008	1	27,9	273	0,444	0,004	0,013
Rumah 4	232	0,000033	72,6	0,025	0,008	1	27,9	273	0,555	0,005	0,017
Rumah 5	185	0,000033	72,6	0,025	0,008	1	27,9	273	0,444	0,004	0,013
Rumah 6	185	0,000033	72,6	0,025	0,008	1	27,9	273	0,444	0,004	0,013
Rumah 7	139	0,000033	72,6	0,025	0,008	1	27,9	273	0,333	0,003	0,010
Rumah 8	93	0,000033	72,6	0,025	0,008	1	27,9	273	0,222	0,002	0,007
Rumah 9	93	0,000033	72,6	0,025	0,008	1	27,9	273	0,222	0,002	0,007
Rumah 10	139	0,000033	72,6	0,025	0,008	1	27,9	273	0,333	0,003	0,010
Rumah 11	93	0,000033	72,6	0,025	0,008	1	27,9	273	0,222	0,002	0,007
Rumah 12	185	0,000033	72,6	0,025	0,008	1	27,9	273	0,444	0,004	0,013
Emisi Gas CO₂, CH₄, dan N₂O									7,659	0,074	0,177
Total Emisi Gas Rumah Kaca BBM Mobil (Ton CO_{2eq}/tahun)									7,963		

Contoh Perhitungan Rumah 1:

Harga Pertamina/liter = Rp 12.950,00

Penggunaan BBM = Rp 800.000/bulan

$$= \text{Rp } 800.000 / \text{Rp } 12.950,00 = 62 \text{ liter/ bulan}$$

$$= 62 \text{ liter/bulan} \times 12 = 741 \text{ liter/tahun}$$

Perhitungan CO₂ = penggunaan BBM x konversi energi x faktor emisi x GWP
= 741 liter/tahun x 0,000033 TJ/liter x 72,6 Ton/Tj x 1
= 1,776 Ton CO_{2eq}/tahun

Perhitungan CH₄ = penggunaan BBM x konversi energi x faktor emisi x GWP
= 741 liter/tahun x 0,000033 TJ/liter x 0,025 Ton/Tj x 27,9
= 0,017 Ton CO_{2eq}/tahun

Perhitungan N₂O = penggunaan BBM x konversi energi x faktor emisi x GWP
= 741 liter/tahun x 0,000033 TJ/liter x 0,008 Ton/Tj x 273
= 0,053 Ton CO_{2eq}/tahun

Lampiran 5 Perhitungan CO₂, CH₄, dan N₂O Dari Pemakaian Listrik

Pengguna	Penggunaan Listrik (KWh/tahun)	Konversi Energi (Tj/kg)	Faktor Emisi (kg emisi/KWh)			GWP			Emisi Gas Rumah Kaca (Ton CO _{2eq} /tahun)		
			CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Rumah 1	144	0,0000473	0,774388	0,000015	0,000009	1	27,9	273	2,960	0,0016	0,009
Rumah 2	144	0,0000473	0,774388	0,000015	0,000009	1	27,9	273	3,552	0,0019	0,011
Rumah 3	144	0,0000473	0,774388	0,000015	0,000009	1	27,9	273	1,480	0,0008	0,005
Rumah 4	66	0,0000473	0,774388	0,000015	0,000009	1	27,9	273	2,368	0,0013	0,007
Rumah 5	108	0,0000473	0,774388	0,000015	0,000009	1	27,9	273	1,897	0,0010	0,006
Rumah 6	72	0,0000473	0,774388	0,000015	0,000009	1	27,9	273	1,265	0,0007	0,004
Rumah 7	36	0,0000473	0,774388	0,000015	0,000009	1	27,9	273	0,632	0,0003	0,002
Rumah 8	144	0,0000473	0,774388	0,000015	0,000009	1	27,9	273	0,759	0,0004	0,002
Rumah 9	36	0,0000473	0,774388	0,000015	0,000009	1	27,9	273	0,592	0,0003	0,002
Rumah 10	144	0,0000473	0,774388	0,000015	0,000009	1	27,9	273	0,632	0,0003	0,002
Rumah 11	36	0,0000473	0,774388	0,000015	0,000009	1	27,9	273	1,184	0,0006	0,004
Rumah 12	108	0,0000473	0,774388	0,000015	0,000009	1	27,9	273	0,888	0,0005	0,003
Rumah 13	72	0,0000473	0,774388	0,000015	0,000009	1	27,9	273	0,474	0,0003	0,001
Rumah 14	144	0,0000473	0,774388	0,000015	0,000009	1	27,9	273	0,949	0,0005	0,003
Rumah 15	144	0,0000473	0,774388	0,000015	0,000009	1	27,9	273	0,632	0,0003	0,002
Rumah 16	144	0,0000473	0,774388	0,000015	0,000009	1	27,9	273	0,632	0,0003	0,002
Rumah 17	144	0,0000473	0,774388	0,000015	0,000009	1	27,9	273	0,888	0,0005	0,003
Rumah 18	72	0,0000473	0,774388	0,000015	0,000009	1	27,9	273	0,632	0,0003	0,002
Rumah 19	144	0,0000473	0,774388	0,000015	0,000009	1	27,9	273	1,648	0,0009	0,005
Rumah 20	72	0,0000473	0,774388	0,000015	0,000009	1	27,9	273	1,184	0,0006	0,004
Rumah 21	108	0,0000473	0,774388	0,000015	0,000009	1	27,9	273	1,012	0,0005	0,003
Rumah 22	72	0,0000473	0,774388	0,000015	0,000009	1	27,9	273	1,030	0,0006	0,003
Emisi Gas CO₂, CH₄, dan N₂O									27,292	0,0147	0,084
Total Emisi Gas Rumah Kaca Listrik (Ton CO_{2eq}/tahun)									27,391		

Contoh Perhitungan Rumah 1:

Daya Rumah = 2200 W (Rp1.444,00/KWh)

PPJ DIY = 8 %

Penggunaan Listrik = (Rp 500.000-8%)/ Rp 1.444,00

= 318,56 kWh/bulan

= 318,56 kWh/bulan x 12 bulan

= 3833,715 kWh/tahun

Perhitungan CO₂ = penggunaan listrik x faktor emisi x GWP

= 3833, 715 kWh/tahun x 0,774388 kgCO₂/kWh x 1

= 2960,264 KgCO₂/tahun

= 2,960 Ton CO_{2eq}/tahun

Perhitungan CH₄ = penggunaan listrik x faktor emisi x GWP

= 3833, 715 kWh/tahun x 0,000015 kgCO₂/kWh x 27,9

= 1,5998 KgCH₄/tahun

= 0,0016 Ton CO_{2eq}/tahun

Perhitungan N₂O = penggunaan listrik x faktor emisi x GWP

= 3833, 715 kWh/tahun x 0,000009 kgCO₂/kWh x 273

= 9,079 KgN₂O/tahun

= 0,009 Ton CO_{2eq}/tahun

Lampiran 6 Hasil Perhitungan Emisi CO₂ Penggunaan Energi Dukung Ngebo

Pegguna	Emisi CO ₂			Total Emisi CO ₂ (Ton CO _{2eq} /tahun)
	LPG	BBM	Listrik	
Rumah 1	0,430	1,998	2,960	5,388
Rumah 2	0,430	2,886	3,552	6,868
Rumah 3	0,430	0,710	1,480	2,620
Rumah 4	0,197	0,733	2,368	3,298
Rumah 5	0,322	0,710	1,897	2,930
Rumah 6	0,215	0,888	1,265	2,368
Rumah 7	0,107	0,777	0,632	1,517
Rumah 8	0,430	0,666	0,759	1,855
Rumah 9	0,107	0,444	0,592	1,144
Rumah 10	0,430	1,110	0,632	2,172
Rumah 11	0,107	0,444	1,184	1,736
Rumah 12	0,322	0,666	0,888	1,876
Rumah 13	0,215	0,178	0,474	0,867
Rumah 14	0,430	0,666	0,949	2,044
Rumah 15	0,430	0,355	0,632	1,417
Rumah 16	0,430	0,355	0,632	1,417
Rumah 17	0,430	0,266	0,888	1,584
Rumah 18	0,215	0,266	0,632	1,114
Rumah 19	0,430	0,266	1,648	2,344
Rumah 20	0,215	0,355	1,184	1,754
Rumah 21	0,322	0,222	1,012	1,556
Rumah 22	0,215	0,222	1,030	1,467
Σ	6,859	15,185	27,292	49,336

Lampiran 7 Hasil Perhitungan Emisi CH₄ Penggunaan Energi Dukung Ngebo

Pengguna	Emisi CH ₄			Total Emisi CH ₄ (Ton CO _{2eq} /tahun)
	LPG	BBM	Listrik	
Rumah 1	0,00095	0,019	0,0016	0,022
Rumah 2	0,00095	0,028	0,0019	0,031
Rumah 3	0,00095	0,007	0,0008	0,009
Rumah 4	0,00044	0,007	0,0013	0,009
Rumah 5	0,00071	0,007	0,0010	0,009
Rumah 6	0,00048	0,009	0,0007	0,010
Rumah 7	0,00024	0,007	0,0003	0,008
Rumah 8	0,00095	0,006	0,0004	0,008
Rumah 9	0,00024	0,004	0,0003	0,005
Rumah 10	0,00095	0,011	0,0003	0,012
Rumah 11	0,00024	0,004	0,0006	0,005
Rumah 12	0,00071	0,006	0,0005	0,008
Rumah 13	0,00048	0,002	0,0003	0,002
Rumah 14	0,00095	0,006	0,0005	0,008
Rumah 15	0,00095	0,003	0,0003	0,005
Rumah 16	0,00095	0,003	0,0003	0,005
Rumah 17	0,00095	0,003	0,0005	0,004
Rumah 18	0,00048	0,003	0,0003	0,003
Rumah 19	0,00095	0,003	0,0009	0,004
Rumah 20	0,00048	0,003	0,0006	0,005
Rumah 21	0,00071	0,002	0,0005	0,003
Rumah 22	0,00048	0,002	0,0006	0,003
Σ	0,015	0,146	0,015	0,176

Lampiran 8 Hasil Perhitungan Emisi N₂O Penggunaan Energi Dukung Ngebo

Pegguna	Emisi N ₂ O			Total Emisi N ₂ O (Ton CO _{2eq} /tahun)
	LPG	BBM	Listrik	
Rumah 1	0,000186	0,060	0,009	0,069
Rumah 2	0,000186	0,087	0,011	0,098
Rumah 3	0,000186	0,021	0,005	0,026
Rumah 4	0,000085	0,022	0,007	0,029
Rumah 5	0,000139	0,021	0,006	0,027
Rumah 6	0,000093	0,027	0,004	0,031
Rumah 7	0,000046	0,023	0,002	0,025
Rumah 8	0,000186	0,020	0,002	0,023
Rumah 9	0,000046	0,013	0,002	0,015
Rumah 10	0,000186	0,033	0,002	0,036
Rumah 11	0,000046	0,013	0,004	0,017
Rumah 12	0,000139	0,020	0,003	0,023
Rumah 13	0,000093	0,005	0,001	0,007
Rumah 14	0,000186	0,020	0,003	0,023
Rumah 15	0,000186	0,011	0,002	0,013
Rumah 16	0,000186	0,011	0,002	0,013
Rumah 17	0,000186	0,008	0,003	0,011
Rumah 18	0,000093	0,008	0,002	0,010
Rumah 19	0,000186	0,008	0,005	0,013
Rumah 20	0,000093	0,011	0,004	0,014
Rumah 21	0,000139	0,007	0,003	0,010
Rumah 22	0,000093	0,007	0,003	0,010
Σ	0,003	0,457	0,084	0,543

Lampiran 9 Daftar Tarif Daya Listrik dan Pertamax Provinsi D.I. Yogyakarta

NO.	GOL. TARIF	BATAS DAYA	REGULER		PRA BAYAR (Rp/kWh)
			BIAYA BEBAN (Rp/kVA/bulan)	BIAYA PEMAKAIAN (Rp/kWh) DAN BIAYA kVAh (Rp/kVAh)	
1.	R-1/TR	900 VA-RTM	*)	1.352,00	1.352,00
2.	R-1/TR	1.300 VA	*)	1.444,70	1.444,70
3.	R-1/TR	2.200 VA	*)	1.444,70	1.444,70
4.	R-2/TR	3.500 VA s.d. 5.500 VA	*)	1.699,53	1.699,53
5.	R-3/TR	6.600 VA ke atas	*)	1.699,53	1.699,53
6.	B-2/TR	6.500 VA s.d. 200 KVA	*)	1.444,70	1.444,70
7.	B-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = K x 1.035,78 Blok LWBP = 1.035,78 kVAh = 1.114,74 ****)	-
8.	I-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = K x 1.035,78 Blok LWBP = 1.035,78 kVAh = 1.114,74 ****)	-
9.	I-4/TT	30.000 kVA ke atas	***)	Blok WBP dan Blok LWBP = 996,74 kVAh = 996,74 ****)	-
10.	P-1/TR	6.600 VA s.d. 200 KVA	*)	1.699,53	1.699,53
11.	P-2/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = K x 1.415,01 Blok LWBP = 1.415,01 kVAh = 1.522,88 ****)	-
12.	P-3/TR		*)	1.699,53	1.699,53
13.	L/TR, TM, TT		-	1.644,52	-

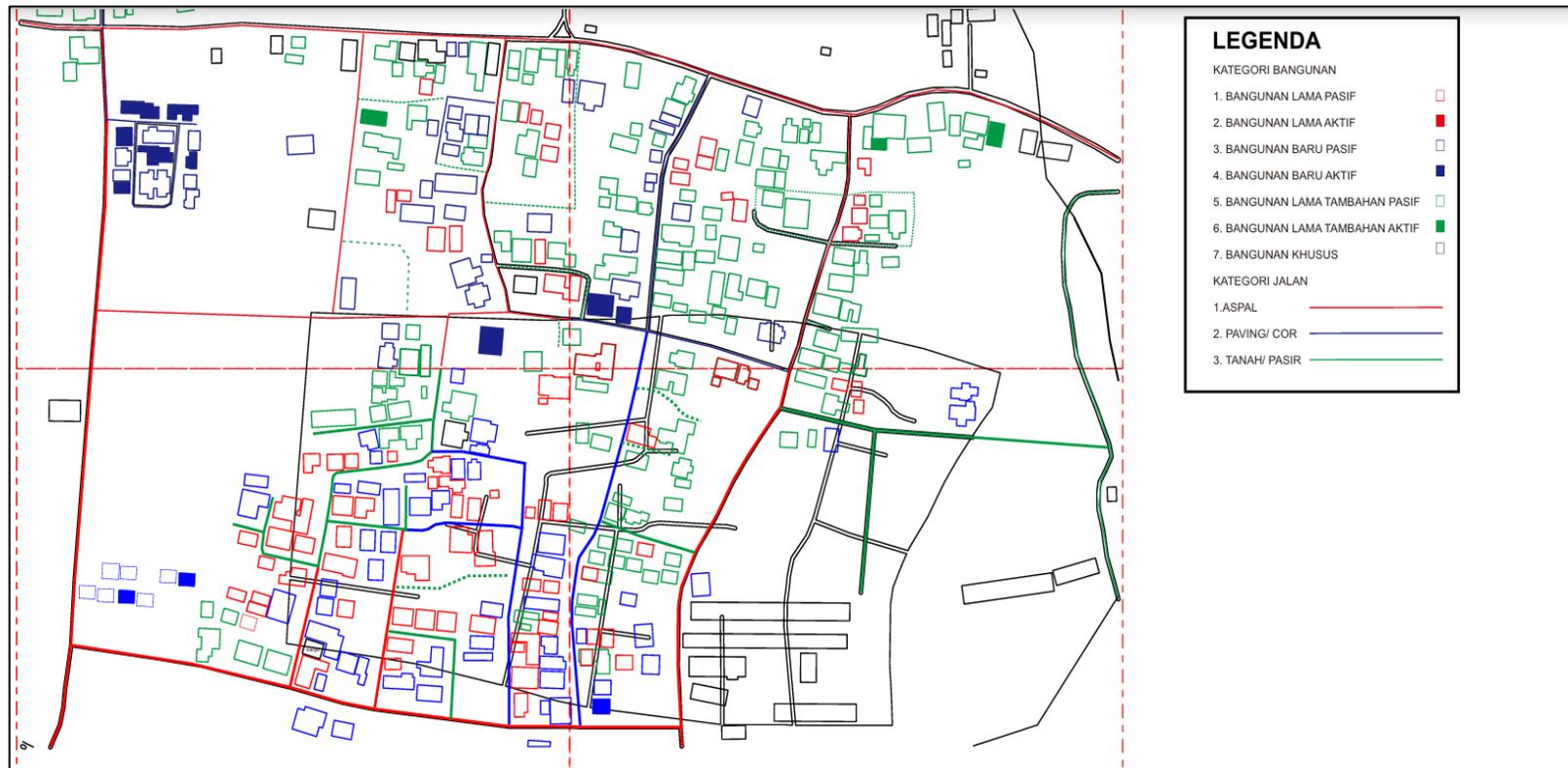
Catatan :
 *) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
 RM1 = 40 (Jam Nyala) x Daya tersambung (kVA) x Biaya Pemakaian.
 **) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
 RM2 = 40 (Jam Nyala) x Daya tersambung (kVA) x Biaya Pemakaian LWBP.
 Jam nyala : kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.
 ***) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
 RM3 = 40 (Jam Nyala) x Daya tersambung (kVA) x Biaya Pemakaian WBP dan LWBP.
 Jam nyala : kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.
 ****) Biaya kelebihan pemakaian daya reaktif (kVAh) dikenakan dalam hal faktor daya rata-rata setiap bulan kurang dari 0,85 (delapan puluh lima per seratus).
 K : Faktor perbandingan antara harga WBP dan LWBP sesuai dengan karakteristik beban sistem kelistrikan setempat (1,4 ≤ K ≤ 2), ditetapkan oleh Direksi Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara.
 WBP : Waktu Beban Puncak.
 LWBP : Luar Waktu Beban Puncak.



*Berlaku per tanggal 01 Januari 2024

Prov. Aceh	Rp13,200
Free Trade Zone (FTZ) Sabang	Rp12,100
Prov. Sumatera Utara	Rp13,500
Prov. Sumatera Barat	Rp13,500
Prov. Riau	Rp13,800
Prov. Kepulauan Riau	Rp13,800
Free Trade Zone (FTZ) Batam	Rp12,600
Prov. Jambi	Rp13,500
Prov. Bengkulu	Rp13,800
Prov. Sumatera Selatan	Rp13,500
Prov. Bangka-Belitung	Rp13,500
Prov. Lampung	Rp13,500
Prov. DKI Jakarta	Rp12,950
Prov. Banten	Rp12,950
Prov. Jawa Barat	Rp12,950
Prov. Jawa Tengah	Rp12,950
Prov. DI Yogyakarta	Rp12,950

Lampiran 10 Peta Jumlah Rumah Dukuh Ngebo



Lampiran 11 Dokumentasi Kegiatan Wawancara



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Nurhayati dilahirkan di Singkawang, 7 Juni 2002. Penulis merupakan anak bungsu dari empat bersaudara, dari pasangan ayahanda Sumarno dan Ibunda Sri Astuti. Pendidikan formal di tempuh di SDN 27 Singkawang (2008-2014), SMPN 3 Singkawang (2014-2017), dan SMAN 1 Singkawang (2017-2020). Pada tahun 2020 penulis diterima di Universitas Islam Indonesia (Kota Yogyakarta) melalui jalur seleksi rapor di Program Studi Teknik Lingkungan. Selama masa perkuliahan, penulis pernah menjadi bagian dari kegiatan kepanitiaan Lintas Lingkungan sebagai staff Transportasi Komunikasi dan Perizinan pada tahun 2021. Penulis juga pernah menjadi staff pada program Dusun Binaan dari Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL). Tidak hanya itu, penulis juga pernah mengikuti beberapa seminar selama masa kuliah. Pada Bulan Maret-April 2023, penulis melakukan kerja praktik di Dinas Lingkungan Hidup Kota Pontianak dengan topik Pengelolaan sampah. Sedangkan untuk menyelesaikan masa studi pendidikan strata 1 (S1) di program Studi Teknik Lingkungan, penulis melakukan penelitian dengan judul “Inventarisasi Gas Rumah Kaca Pada Penggunaan Energi Di Dukuh Ngebo Kabupaten Sleman D.I.Yogyakarta”.