

JEJAK KARBON AKIBAT KENDARAAN BERMOTOR DAN KONSUMSI LISTRIK DI KOTA BANDA ACEH

TUGAS AKHIR

Diajukan Oleh:

SAIFUL SIDIK

NIM. 170702086

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2023 M/1445 H**

LEMBAR PERSETUJUAN
JEJAK KARBON AKIBAT KENDARAAN BERMOTOR DAN
KONSUMSI LISTRIK DI KOTA BANDA ACEH
TUGAS AKHIR

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry (UIN) Banda Aceh
Sebagai Salah Satu Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana (S-1)
dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Oleh:
SAIFUL SIDIK
NIM. 170702086
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan

Banda Aceh, 24 Juli 2023
Telah Diperiksa dan Disetujui oleh:

Pembimbing I



Dr. Eng. Nur Aida, M.Si
NIDN. 2016067801

Pembimbing II



Sri Nengsih, M.Sc
NIDN. 2010088501

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Ar-Raniry Banda Aceh



Husnawati Yahya, M.Sc
NIDN. 2009118301

LEMBAR PENGESAHAN

JEJAK KARBON AKIBAT KENDARAAN BERMOTOR DAN KONSUMSI LISTRIK DI KOTA BANDA ACEH

TUGAS AKHIR

Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Pada Hari/Tanggal: Selasa, 08 Agustus 2023
21 Muharram 1445
di Darussalam, Banda Aceh

Panitia Ujian Munqasyah Tugas Akhir:

Ketua,

Sekretaris,

Dr. Eng. Nur Aida, M.Si

Sri Nengsih, M.Sc

NIP. 197806162005012009

NIP. 198508102014032002

Penguji I,

Penguji II,

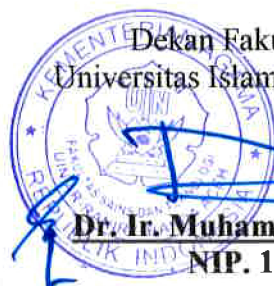
Arief Rahman, MT

M. Faizi Ikhyali, M.Eng

NIP. 198903102019031012

NIP. 199110082020121013

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh



Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, MT., IPU

NIP. 196210021988111001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Nama : Saiful Sidik

NIM : 170702086

Program Studi : Teknik Lingkungan

Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh

Judul Tugas Akhir : Jejak karbon Akibat Kendaraan Bermotor dan Konsumsi Listrik
Listrik di Kota Banda Aceh

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini, saya:

1. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini;
2. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh maupun di perguruan tinggi lainnya;
3. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing;
4. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
5. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya; dan
6. Tidak memanipulasi dan memalsukan data.

Bila di kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Banda Aceh, 14 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan,


Saiful Sidik
NIM: 170702086



ABSTRAK

Nama : Saiful Sidik
NIM : 170702086
Judul : Jejak Karbon Akibat Kendaraan bermotor dan Konsumsi Listrik di kota Banda Aceh
Tanggal Sidang : 08 Agustus 2023
Tebal Skripsi : 53 Halaman
Pembimbing I : Dr. Eng. Nur Aida, M.Si
Pembimbing II : Sri Nengsih, M.Sc
Kata Kunci : Jejak Karbon, Emisi Karbon, Konsumsi Bahan bakar Minyak Kendaraan Bermotor, Konsumsi Listrik.

Kota Banda Aceh merupakan sebuah kota yang menjadi pusat pendidikan di Provinsi Aceh. Kepadatan penduduk yang tinggi dan aktivitas yang beragam di kota ini tentunya akan berdampak pada emisi karbon yang dihasilkan. Pada penelitian ini akan dilakukan perhitungan terhadap emisi jejak karbon yang dihasilkan dari aktivitas kendaraan bermotor dan aktivitas konsumsi listrik. Wilayah studi yang diambil adalah wilayah Kota Banda Aceh. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan deskriptif kuantitatif dengan menggunakan data sekunder dua tahun terakhir konsumsi bahan bakar minyak dan data konsumsi listrik sekunder lima tahun terakhir. Perhitungan emisi karbon ini menggunakan metode *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Guidelines* (2006). Hasil penelitian didapatkan bahwa nilai rata-rata total emisi karbon dari kendaraan bermotor sebesar 95.800.861,76 tonCO₂-eq/tahun dan rata-rata nilai total emisi karbon dari konsumsi listrik di Kota Banda Aceh sebesar 460.053,3117 tonCO₂-eq/tahun. Dapat disimpulkan bahwa jejak karbon di Kota Banda Aceh belum mampu diserap oleh ruang terbuka hijau (RTH), karena wilayah RTH di Kota Banda Aceh hanya mencakup 14,29% dari total luas wilayahnya. Untuk mengatasi hal ini, perlu ditingkatkan lagi jumlah RTH di kota Banda Aceh guna meningkatkan kemampuan penyerapan jejak karbon.

ABSTRACT

Name : Saiful Sidik
Student ID : 170702086
Title : The Carbon Footprint of Motor Vehicles and Electricity Consumption in the City of Banda Aceh
Date of Session : August 08, 2023.
Thesis Length : 53 Pages
Supervisor I : Dr. Eng. Nur Aida, M.Si
Supervisor II : Sri Nengsih, M.Sc
Keywords : Carbon Footprint, Carbon Emissions, Motor Vehicle Fuel Consumption, Electricity Consumption.

Banda Aceh is the educational center of Aceh Province. The high population density and diverse activities in this city will certainly have an impact on the carbon emissions generated. This study will calculate the carbon footprint emissions generated from motor vehicle activities and electricity consumption activities. The study area taken is the Banda Aceh City area. The approach used in this research is a quantitative descriptive approach using secondary data of the last two years of fuel oil consumption and secondary electricity consumption data of the last five years. The calculation of carbon emissions uses the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Guidelines (2006) method. The results showed that the average value of total carbon emissions from motorized vehicles was 95,800,861.76 tonsCO₂-eq/year and the average value of total carbon emissions from electricity consumption in Banda Aceh City was 460,053.3117 tonsCO₂-eq/year. It can be concluded that the carbon footprint in Banda Aceh City has not been able to be absorbed by green open space (RTH), because the RTH area in Banda Aceh City only covers 14.29% of the total area. To overcome this, it is necessary to increase the amount of green space in Banda Aceh city to increase the ability to absorb carbon footprints.

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah Swt. atas rahmat dan karunia-Nya, yang telah melimpahkan berkah serta kekuatan dalam menyelesaikan skripsi ini. Tak lupa pula shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad Saw. sebagai teladan bagi seluruh umat manusia. Dan tentunya kepada keluarga penulis, khususnya ibu yang senantiasa memberikan dukungan moral dan doa restu dalam setiap langkah perjalanan kami dalam menyelesaikan studi.

Skripsi ini penulis susun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Sarjana Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Tidak terasa perjalanan panjang telah penulis lalui, mulai dari pembelajaran hingga penelitian yang mendalam mengenai permasalahan lingkungan, khususnya dampak dari kendaraan bermotor dan konsumsi listrik terhadap emisi karbon di kota Banda Aceh.

Penulisan karya ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak yang dengan ikhlas memberikan kontribusi dalam penyusunan dan penyelesaian tugas akhir ini. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, serta bantuan dalam proses penyusunan skripsi ini. Terutama kepada:

1. Ibu Husnawati Yahya, S.Si. M.Sc. selaku Kepala Prodi Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
2. Bapak Aulia Rohendi, S.T. M.Sc. selaku koordinator proposal tugas akhir.
3. Ibu Dr. Eng. Nur Aida, M.Si. dan Ibu Sri Nengsih, M.Sc selaku dosen pembimbing, atas arahan, bimbingan, serta kesabaran yang diberikan dalam membimbing penulis dari awal hingga akhir penulisan skripsi ini.
4. Bapak Dr. Abd. Mujahid Hamdan, M.Sc, yang telah memberikan dukungan, bimbingan, dan arahan sebagai Penasehat Akademik penulis.
5. Kepada Civitas Akademik Prodi Teknik Lingkungan, yang telah membantu melancarkan proses administrasi saya sampai saat ini.

6. Teman-teman seangkatan dan sejawat, yang telah saling berbagi pengetahuan, pengalaman, dan semangat dalam meniti perjalanan akademik.
7. Semua pihak yang turut berkontribusi dengan memberikan data, informasi, serta kesempatan untuk melakukan penelitian di lapangan.

Skripsi ini tidak lepas dari keterbatasan dan kekurangan, baik dalam segi waktu, pengetahuan, maupun sumber daya. Oleh karena itu, kritik dan saran membangun dari pembaca sangat kami harapkan untuk perbaikan di masa depan. Kami berharap skripsi ini dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan, terutama dalam upaya menjaga keberlanjutan lingkungan hidup serta mengurangi dampak negatif dari emisi karbon. Semoga penelitian ini dapat menjadi pijakan bagi penelitian selanjutnya dalam menghadapi tantangan perubahan iklim dan keberlanjutan lingkungan.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menginspirasi bagi siapapun yang membacanya. Kami merasa bangga dan bahagia dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Terima kasih.

Banda Aceh, 22 Juli 2023

Penulis

جامعة الرانيري

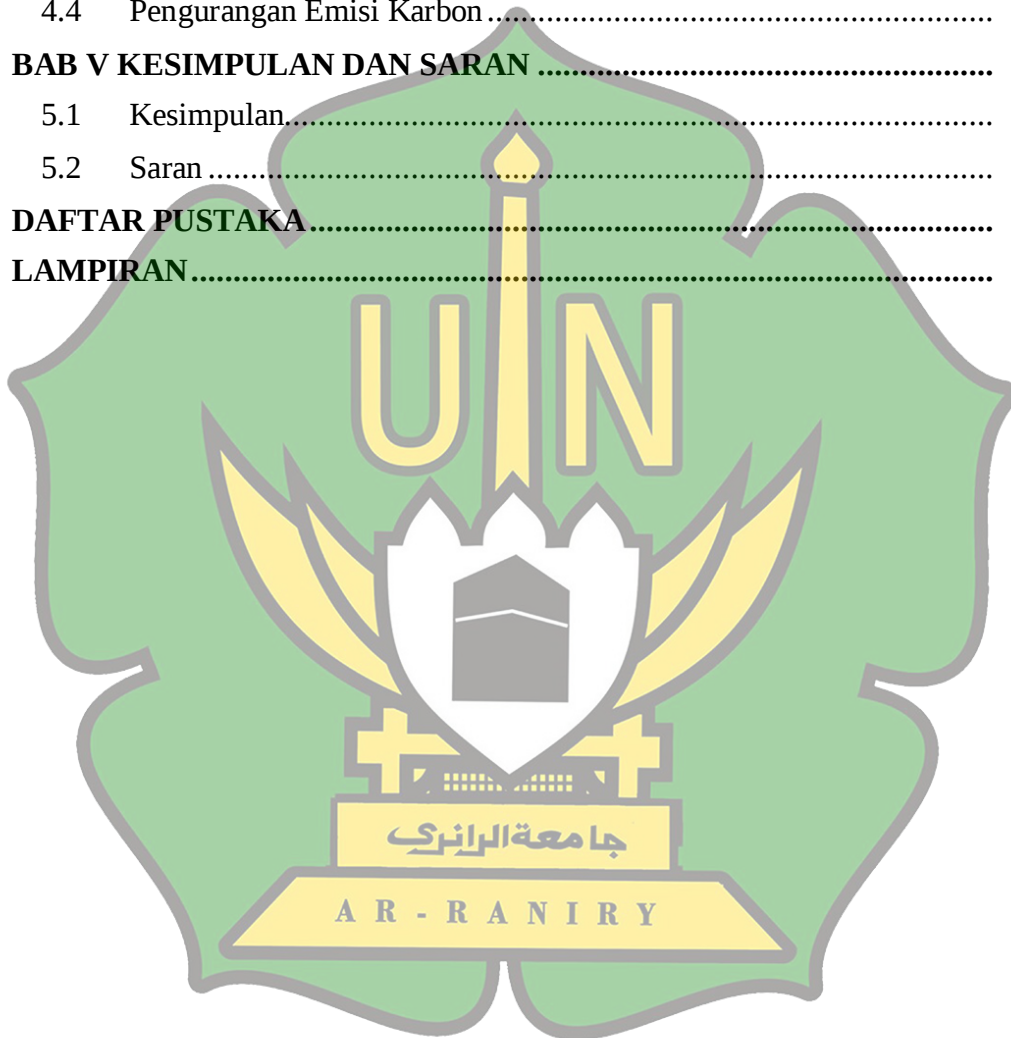
A R - R A N I R Y

Saiful Sidik

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Udara.....	5
2.2 Emisi Karbon.....	6
2.3 Sumber Karbon.....	6
2.4 Pemanasan Global.....	8
2.5 Gas Rumah Kaca.....	9
2.6 <i>Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)</i>	14
2.7 Jejak karbon.....	15
2.8 Pertumbuhan Gas Rumah Kaca.....	17
2.9 Pertumbuhan Non-Alami Gas Rumah Kaca.....	19
2.10 Faktor Emisi	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	22
3.1 Tahapan Umum Penelitian	22
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	22
3.3 Metode Penelitian	23
3.4 Prosedur Penelitian	23
3.4.1 Studi Literatur.....	23
3.4.2 Pengumpulan Data	23
3.4.3 Analisis Data	24
3.5 Diagram Alir Prosedur penelitian	26

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Jejak Karbon Konsumsi Listrik	27
4.2 Jejak karbon kendaraan bermotor	31
4.3 Total Emisi Karbon.....	37
4.4 Pengurangan Emisi Karbon	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	47
5.1 Kesimpulan.....	47
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN	52



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Peta lokasi penelitian.....	22
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian.....	26
Gamber 4. 1 Total emisi karbon listrik Kota Banda Aceh.....	30
Gamber 4. 2 Total emisi karbon kendaraan bermotor Kota Banda Aceh	36



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Nilai <i>Global Warming Potential</i>	9
Tabel 3. 1 Faktor emisi Konsumsi Listrik Indonesia	25
Tabel 3. 2 Faktor Emisi Bahan Bakar Minyak	25
Tabel 3. 3 Nilai Kalor Bahan Bakar Indonesia	25
Tabel 4. 1 Konsumsi Listrik Kota Banda Aceh	27
Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan Emisi Karbon Listrik.....	29
Tabel 4. 3 Kouta JBT dan JBKB 2023.....	31
Tabel 4. 4 Usulan Kouta JBKB Peralite 2023	31
Tabel 4. 5 Usulan Kouta BKB Biosolar 2023.....	32
Tabel 4. 6 Konsumsi BBM di SPBU Kuta Alam.....	32
Tabel 4. 7 data Konsumsi Solar Kota Banda Aceh	32
Tabel 4. 8 Data Konsumsi Premium Kota Banda Aceh	32
Tabel 4. 9 Hasil Perhitungan Emisi Karbon Solar	35
Tabel 4. 10 hasil Perhitungan Emisi Karbon Premium	35
Tabel 4. 11 Rencana Penurunan Emisi GRK Kota Banda Aceh 2020-2025 Sektor Energi.....	40
Tabel 4. 12 Rencana Penurunan Emisi GRK Kota Banda Aceh 2020-2025 Sektor Transportasi.....	42

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan suhu global disebabkan oleh peningkatan jumlah gas rumah kaca (GRK) yang telah menjadi perhatian dunia selama beberapa dekade terakhir. Lebih dari 75% dari semua gas rumah kaca di atmosfer terdiri dari karbon dioksida (CO_2). Hampir setiap aktivitas manusia sehari-hari berkontribusi terhadap peningkatan emisi gas rumah kaca di atmosfer. Saat ini, kegiatan manusia terutama bergantung pada bahan bakar fosil seperti minyak bumi, gas alam, dan batubara. Permintaan akan energi ini terus meningkat seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk, intensitas aktivitas, dan gaya hidup masyarakat. (Wiratama, 2015).

Saat ini, Indonesia masih sangat bergantung pada energi fosil dalam penggunaan energinya. Hal ini terlihat dari peningkatan penggunaan energi fosil selama 10 tahun terakhir. Jika tidak ada penemuan cadangan baru atau sumber energi terbarukan, diperkirakan Indonesia akan terus menjadi negara net importir energi dalam 10–15 tahun mendatang. Untuk mengatasi tantangan ini, pemerintah telah melakukan diversifikasi bahan bakar dengan menggunakan gas dan batubara dalam pembangkit listrik dan industri. (Artadi, 2013)

Peningkatan penggunaan energi, pertumbuhan kendaraan bermotor, serta perubahan dalam perencanaan dan konstruksi kota memiliki dampak merusak pada lingkungan. Dampak negatifnya terlihat pada penurunan kualitas udara, air, dan tanah. Salah satu indikator penurunan kualitas udara adalah meningkatnya emisi karbon. Manusia bertanggung jawab atas 67% emisi karbon yang berasal dari aktivitas penggunaan energi, yang pada gilirannya memperburuk kualitas udara (Artadi, 2013). Perubahan iklim merupakan suatu isu yang sedang menjadi perhatian utama dan merupakan tantangan global yang signifikan. Hal ini dikarenakan dampak dari perubahan iklim telah terasa dalam berbagai aspek kehidupan manusia. Walaupun dampak tersebut terjadi secara perlahan selama periode waktu yang cukup panjang, sekitar 50-100 tahun, perubahan iklim

memiliki konsekuensi yang besar bagi kehidupan makhluk hidup. (Wicaksono, 2011).

Setiap orang dalam kehidupan sehari-hari mereka, seperti menggunakan listrik, mengemudi, berolahraga, atau berlibur, akan menghasilkan karbon dioksida (CO_2) karena sebagian besar aktivitas tersebut membutuhkan energi yang berasal dari bahan bakar fosil seperti minyak bumi, gas alam, dan batubara, serta ekstraksi sumber daya alam lainnya. Semakin banyak dan beragam aktivitas yang dilakukan manusia, semakin banyak pula emisi karbon yang dilepaskan ke lingkungan. Kuantitas akumulasi emisi karbon yang dihasilkan oleh aktivitas manusia dalam periode waktu tertentu disebut sebagai jejak karbon atau jejak karbon. (Wardhana dan Samadikun, 2017).

Emisi gas CO_2 merupakan salah satu penyebab buruknya kualitas udara dan termasuk dalam kategori gas rumah kaca. Gas CO_2 menyumbang sekitar 76,7% dari total emisi gas rumah kaca, yang berasal sekitar 56,6% dari pembakaran bahan bakar fosil, 17,3% dari deforestasi, dan 2,8% dari sumber lainnya. Emisi CO_2 berkontribusi pada efek rumah kaca, yang pada gilirannya menyebabkan perubahan iklim dan pemanasan global. Dampak dari pemanasan global termasuk kenaikan permukaan air laut, perubahan garis pantai, genangan di wilayah rendah, perubahan bentuk jalan, dan peningkatan abrasi. Sementara itu, perubahan iklim juga menyebabkan peningkatan kejadian badai, peningkatan curah hujan, dan evapotranspirasi (Wardhana, & Samadikun, 2017).

Pemerintah Indonesia telah menunjukkan komitmen yang besar terhadap penurunan emisi gas rumah kaca, seperti yang tercantum dalam kesepakatan *Bali Action Plan* yang diadopsi pada Konferensi Para Pihak (COP) ke-13 Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa tentang Perubahan Iklim (UNFCCC), serta hasil pertemuan COP-15 di Copenhagen, COP-16 di Cancun, dan pertemuan G-20 di Pittsburgh. Pemerintah Indonesia berkomitmen untuk mengurangi emisi gas rumah kaca sebesar 26% secara mandiri pada tahun 2020, dan mencapai 41% dengan bantuan internasional (Astari, 2012).

Jejak karbon adalah istilah yang umum digunakan untuk menggambarkan total emisi gas rumah kaca yang dihasilkan oleh individu atau aktivitas manusia.

Setiap orang berkontribusi dalam menghasilkan gas rumah kaca, sehingga memiliki tanggungan karbon yang perlu dibayar. Semakin banyak aktivitas yang dilakukan manusia, semakin banyak pula energi yang digunakan, yang pada akhirnya meningkatkan jejak karbon. Jejak karbon mengacu pada total emisi karbon yang dihasilkan oleh berbagai aktivitas manusia dan meninggalkan dampak pada planet ini. Perubahan lingkungan yang terjadi akibat peningkatan jejak karbon, terutama dari aktivitas manusia seperti penggunaan listrik dan bahan bakar fosil, menunjukkan perlunya upaya pemulihan lingkungan. Oleh karena itu, penting untuk mengkaji kontribusi individu terhadap jejak karbon yang dihasilkan dari aktivitas sehari-hari. Tujuannya adalah agar manusia dapat membatasi jumlah jejak karbon yang dihasilkan dan berkontribusi dalam upaya pemulihan lingkungan. (Wardhana, & Samadikun, 2017).

Banda Aceh, sebuah kota di Provinsi Aceh, terletak antara $05^{\circ}16'15''$ - $05^{\circ}36'16''$ lintang utara dan $95^{\circ}16'15''$ - $95^{\circ}22'35''$ bujur timur. Luas wilayahnya mencapai 61,36 km². Kota ini memiliki populasi sekitar 270.321 jiwa. Kepadatan penduduk yang tinggi dan aktivitas yang beragam di kota ini tentunya akan berdampak pada emisi gas rumah kaca yang dihasilkan.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Aditya Wahyu Nugraha, Ono Suparno, dan Nastiti S. Indrasti (2020), yang berjudul “Analisis potensi jejak karbon limbah cair dan listrik pada proses penyamakan kulit”. Maka didapatkan hasil dalam 1 m² kulit samak menghasilkan emisi karbon sebanyak 8,08 kg CO₂eq. dan penelitian Wikan Kusuma Admaja, Nasirudin, Handayani Sriwinarno (2018), yang berjudul “Identifikasi dan analisis jejak karbon (*carbon footprint*) dari penggunaan listrik di Institut Teknologi Yogyakarta, didapatkan hasil bahwa Institut Teknologi Yogyakarta menghasilkan jejak karbon (*Carbon Footprint*) dari penggunaan listrik sebesar 6951,589 KgCO₂/bulan. Jadi setiap tahunnya Institut Teknologi Yogyakarta rata-rata menghasilkan jejak karbon (*Carbon Footprint*) sebesar 83419,07 KgCO₂/tahun.

Berdasarkan uraian penelitian yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti terdahulu, maka penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui jejak karbon dari kendaraan bermotor dan konsumsi listrik di Kota Banda Aceh. Maka dari itu,

penulis mengambil judul “Jejak Karbon Akibat Kendaraan Bermotor dan Konsumsi Listrik di Kota Banda Aceh”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan kondisi yang melatar belakangi permasalahan ini, dapat dirumuskan beberapa permasalahan, yaitu:

1. Bagaimanakah jejak karbon dari kendaraan bermotor di kota Banda Aceh?
2. Bagaimanakah jejak karbon dari konsumsi listrik di kota Banda Aceh?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. Mengetahui jumlah jejak karbon dari kendaraan bermotor di kota Banda Aceh.
2. Mengetahui jumlah jejak karbon dari konsumsi listrik di kota Banda Aceh.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini, antara lain:

1. Penelitian dapat memberikan informasi kepada masyarakat dan pemerintah Kota Banda Aceh tentang jejak karbon dari kendaraan bermotor dan konsumsi listrik di Kota Banda Aceh.
2. Data dari penelitian ini dapat menjadi acuan untuk meminimalisir emisi karbon di Kota Banda Aceh.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini, antara lain:

1. Emisi karbon yang dianalisis dalam penelitian ini adalah emisi gas karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4) dan dinitrogen oksida (N_2O).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Udara

Udara adalah campuran gas yang melingkupi lapisan atmosfer di sekitar bumi. Meskipun tidak terlihat, udara memainkan peran penting dalam kehidupan kita. Di sekitar bumi, terdapat sekitar 5,8 miliar ton udara. Saat kita menjauh dari permukaan bumi, kerapatan udara secara bertahap menurun. Setelah mencapai ketinggian sekitar 10 km, kondisi udara tidak lagi memungkinkan kehidupan manusia. Bahkan, di atas ketinggian 2 km, lilin tidak dapat menyala lagi karena kurangnya oksigen. Oleh karena itu, kehidupan bergantung pada lapisan udara yang relatif tipis, dengan ketebalan sekitar 900 km. (Prihatmaji, 2016)

Kualitas udara umumnya dievaluasi berdasarkan tingkat konsentrasi parameter pencemaran udara yang terukur, apakah melebihi atau kurang dari nilai Baku Mutu Udara Ambien Nasional. Baku mutu udara adalah standar atau tingkat maksimum dari zat-zat pencemar udara yang dapat ada dalam udara ambien. Udara ambien merujuk pada udara yang bebas di lapisan troposfer di permukaan bumi, yang stratosfer berada sekitar 16 kilometer di atas permukaan tanah. Udara ambien ini terdapat di seluruh wilayah Republik Indonesia dan memiliki dampak terhadap kesehatan manusia, makhluk hidup lainnya, dan lingkungan hidup secara umum (Prihatmaji, 2016).

Aktivitas manusia yang semakin meningkat adalah salah satu faktor penyebab pencemaran udara, terutama melalui penggunaan kendaraan bermotor. Kendaraan bermotor menghasilkan emisi gas buang yang terdiri dari berbagai polutan. Beberapa polutan yang dihasilkan adalah senyawa HC (Hidrokarbon), CO (Karbon Monoksida), CO₂ (Karbon Dioksida), O₂ (Oksigen), dan senyawa NO (Nitrogen Monoksida). Karbon monoksida (CO) adalah salah satu polutan yang dihasilkan dan memiliki dampak sebagai gas rumah kaca. Tingginya konsentrasi karbon monoksida dapat mempengaruhi peningkatan suhu dan kelembaban di bumi (Prihatmaji, 2016).

2.2 Emisi Karbon

Karbon adalah unsur yang terbentuk dalam berbagai senyawa dan ditemukan dalam hampir semua benda di planet ini. Sebagai unsur yang melimpah, siklus karbon terlibat dalam proses transformasi dari bahan mentah menjadi limbah di berbagai objek. Oleh karena itu, setiap siklus atau proses yang terjadi pada suatu benda akan melibatkan siklus karbon jangka panjang. Dalam proses tersebut, energi yang digunakan dalam berbagai aktivitas akan menghasilkan gas buang atau emisi (Setiawan, 2010).

Emisi karbon merujuk pada pelepasan gas-gas yang mengandung karbon ke atmosfer bumi. Hal ini terjadi akibat proses pembakaran karbon dalam berbagai bentuk, baik tunggal maupun dalam senyawa. Gas rumah kaca, yang terdiri dari berbagai jenis gas, dapat dibedakan berdasarkan sumbernya menjadi gas rumah kaca alami dan gas rumah kaca industri. Gas rumah kaca alami merupakan bagian dari siklus alam yang dapat dengan mudah dinetralkan oleh tumbuhan dan lautan. Gas-gas ini memiliki peran penting dalam menjaga suhu bumi sekitar 6 °C, yang mendukung kehidupan makhluk di Bumi. Di sisi lain, gas rumah kaca industri berasal dari kegiatan manusia, terutama dari sektor industri. Aktivitas manusia, seperti pembakaran bahan bakar fosil, menyebabkan peningkatan konsentrasi karbon dioksida di atmosfer. Alam tidak mampu menyerap semua karbon dioksida yang dihasilkan oleh aktivitas manusia, sehingga mengakibatkan akumulasi karbon berlebih dalam atmosfer (Setiawan, 2010).

2.3 Sumber Karbon

Kegiatan manusia di sektor industri dan energi merupakan sumber utama karbon dioksida yang dihasilkan dalam jumlah besar. (Setiawan, 2010). Penggunaan bahan bakar fosil seperti minyak bumi dan batu bara dalam sektor industri menjadi penyebab utama peningkatan gas rumah kaca di atmosfer bumi (Kementerian Lingkungan Hidup, 2012). Proses pembakaran bahan bakar fosil meningkatkan emisi karbon ke lingkungan. Selain sektor industri, sektor transportasi juga menjadi kontributor utama emisi tersebut. Penggunaan bahan

bakar minyak bumi dalam kendaraan menjadi faktor utama yang menyebabkan peningkatan konsentrasi karbondioksida di atmosfer. Menurut survei Badan Perlindungan Lingkungan AS (2014), Kedua sektor, yaitu industri dan transportasi, berkontribusi sebesar 46% terhadap polusi karbon global, sedangkan penggunaan listrik menyumbang 38%. Masalah ini semakin diperparah oleh praktek penebangan liar atau konversi hutan, yang mengurangi kemampuan lingkungan untuk menyerap gas karbon tersebut (Setiawan, 2010). Terdapat beberapa sumber emisi dari aktivitas masyarakat Kota Banda Aceh yaitu sektor konsumsi listrik, sektor transportasi. Berikut penjelasan lebih lengkap mengenai sektor-sektor tersebut.

Sektor energi didominasi oleh penggunaan listrik, diikuti oleh LPG (*liquefied petroleum gas*) dan minyak tanah. Dengan adanya kebijakan penggantian minyak tanah dengan LPG, permintaan energi rumah tangga di masa depan diperkirakan akan mengalami perubahan signifikan dibandingkan dengan kondisi saat ini. Permintaan energi di setiap rumah tangga akan meningkat seiring dengan pertumbuhan PDB per kapita dan akses terhadap energi. Semakin tinggi daya beli sebuah keluarga, semakin tinggi pula kebutuhannya. Namun, pada suatu tingkat tertentu, kebutuhan energi setiap rumah tangga akan menjadi relatif konstan dan tidak lagi dipengaruhi oleh peningkatan daya beli (Kementrian Lingkungan Hidup, 2012).

Sektor transportasi memiliki peranan yang sangat penting dalam kehidupan, terutama di era teknologi saat ini. Dengan kemajuan transportasi, mobilitas manusia dari satu tempat ke tempat lain menjadi lebih mudah dan praktis. Namun, di sisi lain, transportasi juga memiliki dampak negatif terhadap manusia dan planet ini. Penggunaan kendaraan bermotor saat ini menjadi penyebab utama pencemaran lingkungan. Sebagian besar kendaraan bermotor menghasilkan energi mekanik melalui konversi bahan bakar fosil, dan sekitar 40% dari energi fosil yang digunakan berubah menjadi energi termal, yang pada akhirnya menyebabkan pemanasan lingkungan (Nugrahyu, dkk. 2017). Transportasi merupakan sumber utama pencemaran udara di perkotaan. Emisi

kendaraan bermotor disebabkan oleh perilaku mengemudi dan kondisi lingkungan.

2.4 Pemanasan Global

Pemanasan global merujuk pada peningkatan suhu rata-rata atmosfer, laut, dan daratan di bumi. Menurut laporan *America's Climate Choice* tahun 2011, dalam kurun seratus tahun terakhir, suhu permukaan bumi secara keseluruhan meningkat sekitar $0,8^{\circ}\text{C}$, dengan sekitar $0,6^{\circ}\text{C}$ di antaranya terjadi dalam tiga dekade terakhir. Berdasarkan laporan *NASA's Goddard Institute for Space Studies* berjudul *Surface Temperature Analysis* Tahun 2010, suhu rata-rata bumi telah meningkat sebesar $0,8^{\circ}\text{C}$ ($1,5^{\circ}\text{F}$) selama satu abad terakhir. Data suhu ini mencakup periode tahunan sejak tahun 1880 yang dikumpulkan dari stasiun cuaca di seluruh dunia dan melalui satelit. Data tersebut menunjukkan bahwa dekade pertama abad ke-21 merupakan dekade terhangat sejak tahun 1880, serta merupakan dekade pertama di mana suhu rata-rata tahunan bumi melebihi $14,5^{\circ}\text{C}$. (Astari, 2012).

Pemanasan global merujuk pada peningkatan suhu rata-rata di seluruh permukaan bumi yang disebabkan oleh peningkatan emisi gas rumah kaca. Akibat emisi tersebut, energi panas terperangkap di atmosfer bumi, menyebabkan peningkatan suhu secara bertahap. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Dian pada tahun 2017, suhu global telah mengalami kenaikan sebesar $0,68^{\circ}\text{C}$ hingga tahun 2014. Hal ini menunjukkan bahwa suhu rata-rata bumi terus meningkat dari tahun ke tahun (Setiawan, 2010).

Peningkatan suhu global yang disebabkan oleh pemanasan global memiliki dampak yang signifikan bagi masyarakat. Salah satunya adalah ketidakpastian dalam cuaca dan perubahan cuaca yang cepat di berbagai wilayah. Selain itu, pemanasan global juga menyebabkan pencairan es di kutub utara dan selatan, yang mengakibatkan kenaikan permukaan air laut. Hal ini berpotensi mengganggu keseimbangan ekosistem.

Menurut laporan *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), sebagian besar peningkatan suhu rata-rata global disebabkan oleh aktivitas manusia. (Wicaksono, 2011).

Dampak dari pemanasan global dapat dilihat sebagai berikut:

1. Peningkatan suhu bumi.
2. Perubahan curah hujan
3. Kenaikan suhu dan tinggi muka laut
4. Peningkatan kejadian iklim dan cuaca ekstrim.

2.5 Gas Rumah Kaca

Gas rumah kaca adalah gas yang terkandung dalam atmosfer, baik alami maupun antropogenik, yang menyerap dan memancarkan kembali radiasi inframerah. Sedangkan emisi gas rumah kaca adalah lepasnya gas rumah kaca ke atmosfer pada suatu area tertentu dalam jangka waktu tertentu (Permen ESDM, 2019). Gas rumah kaca terdiri dari tiga atau lebih unsur atom yang membentuk struktur molekul yang mampu menahan panas dari atmosfer dan mengalirkannya ke permukaan bumi. Dampak dari peningkatan suhu ini sangat merugikan bagi lingkungan global, termasuk kenaikan suhu air laut, perubahan pola iklim yang menyebabkan perubahan dalam curah hujan dan intensitas badai, serta peningkatan permukaan air laut akibat pencairan es di kutub.

Tabel berikut menyajikan nilai *Global Warming Potential* (GWP) yang dapat digunakan untuk mengkonversi data emisi non-CO₂ menjadi data emisi CO₂ ekuivalen (CO₂eq) :

Tabel 2. 1 Nilai *Global Warming Potential*

Jenis	<i>Global Warming Potential</i>
Karbon Dioksida (CO ₂)	1
Metana (CH ₄)	21
Dinitrogen Oksida (N ₂ O)	310

(Sumber: Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan Kementerian ESDM. 2018).

Beberapa jenis gas utama yang bertanggung jawab dalam efek rumah kaca termasuk karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), dinitrogen oksida (N₂O), dan gas

fluorinasi. Aktivitas manusia, seperti produksi bahan bakar fosil, penggunaan bahan kimia dalam pertanian, dan pembakaran material yang menghasilkan asap, dapat meningkatkan konsentrasi karbondioksida, metana, dan dinitrogen oksida yang berbahaya bagi atmosfer. Terdapat tiga jenis gas rumah kaca utama, yaitu karbondioksida (CO_2), yang juga dikenal sebagai gas asam arang, gas metana (CH_4), dan dinitrogen oksida (N_2O), yang memiliki rentang masa hidup yang cukup panjang. Dari ketiga gas tersebut, gas karbondioksida memiliki peningkatan laju yang paling pesat dan masa hidup yang paling lama, meskipun kemampuan radiasinya lebih rendah dibandingkan dengan dua gas lainnya (Kweku, dkk 2018).

Peningkatan pemanasan global akibat gas rumah kaca (GRK) telah menjadi perhatian dunia internasional dalam beberapa dekade terakhir. Salah satu faktor utama penyebab emisi GRK adalah karbon dioksida, yang menyumbang lebih dari 75% dari total komponen GRK di atmosfer. Hampir semua aktivitas manusia sehari-hari berkontribusi pada peningkatan emisi GRK. Saat ini, banyak aktivitas manusia yang bergantung pada bahan bakar fosil seperti minyak bumi, gas alam, dan batu bara. Dengan pertambahan jumlah penduduk dan peningkatan aktivitas serta gaya hidup masyarakat, kebutuhan energi semakin meningkat. Hal ini berdampak pada peningkatan emisi GRK ke atmosfer (Wiratama, 2015).

Peningkatan pemanasan global juga dipengaruhi oleh proses efek balik yang terjadi, seperti dalam hal penguapan air. Awalnya, pemanasan akan meningkatkan jumlah uap air di atmosfer. Karena uap air sendiri merupakan gas rumah kaca, pemanasan akan terus berlanjut dan meningkatkan konsentrasi uap air di udara hingga mencapai kesetimbangan. Hal ini menyebabkan efek rumah kaca yang dihasilkan menjadi lebih kuat dibandingkan dengan dampak dari gas karbon dioksida (CO_2) itu sendiri. Fenomena ini dapat meningkatkan kadar absolut air di udara, tetapi kelembaban relatif udara cenderung konstan atau bahkan sedikit menurun karena pemanasan udara. Namun, karena masa hidup CO_2 yang lama di atmosfer, efek balik ini secara perlahan dapat dibalikkan. (Wiratama, 2015).

Pemanasan global juga dipengaruhi oleh faktor-faktor lain seperti efek positif dan negatif dari emisi karbon dioksida (CO_2) dan metana (CH_4) yang dilepaskan oleh permafrost atau tanah yang membeku. Ketika permafrost mencair, CO_2 dan CH_4 akan dilepaskan ke atmosfer, yang dapat menyebabkan umpan balik yang positif dalam pemanasan global. Selain itu, pencairan es juga dapat melepaskan CH_4 yang menyebabkan efek umpan balik positif yang lebih lanjut. Laut memiliki kemampuan ekologis untuk menyerap karbon dioksida dari atmosfer. Fitoplankton, mikroorganisme fotosintetik di lautan, dapat menyerap karbon sebagai bagian dari proses fotosintesis mereka. Ini membantu menjaga keseimbangan karbon di atmosfer dan berperan penting dalam siklus karbon global (Wiratama, 2015).

Di Indonesia, emisi gas rumah kaca terbesar adalah berasal dari konversi lahan gambut dan alih fungsi hutan menjadi bentuk penggunaan lahan lainnya), emisi dari industri transportasi, dan penambangan semen, pertanian, peternakan, dan sebagainya. Berdasarkan laporan Dewan Nasional Perubahan Iklim (DNPI), bahwa pada tahun 2005 emisi gas rumah kaca Indonesia kira-kira sebesar 4,97% jumlah tersebut diperkirakan akan terus meningkat di tahun 2030 menjadi 5,1%. Oleh karena itu alih fungsi hutan di lahan gambut perlu diperhitungkan dengan seksama (Dewan Nasional Perubahan Iklim, 2011).

Emisi karbon dioksida (CO_2) adalah faktor utama dalam efek rumah kaca dan pemanasan global. Selama beberapa dekade terakhir, pembuatan pembangkit listrik, produksi semen, dan penggunaan bahan bakar fosil di rumah tangga telah menghasilkan emisi CO_2 yang signifikan ke atmosfer. Peningkatan intensitas CO_2 atmosfer telah terjadi sejak awal revolusi industri, dengan konsentrasi CO_2 meningkat lebih dari 40% dari sekitar 280 ppm pada abad ke-19 menjadi 400 ppm pada tahun 2017. Pembangkit listrik yang menggunakan bahan bakar fosil merupakan penyumbang utama dalam emisi CO_2 di berbagai sektor ekonomi di banyak negara berkembang. Sebaliknya, sektor pertanian telah terbukti menjadi penyumbang emisi CO_2 yang lebih kecil sejak tahun 2018. (Wulandari, 2013).

Banyak peneliti telah melakukan berbagai upaya untuk mengurangi emisi CO₂ yang berasal dari aktivitas manusia ke atmosfer. Berbagai teknik seperti adsorpsi, absorpsi, dan pemisahan membran telah diusulkan dan diuji dalam upaya penangkapan CO₂. Namun, teknik-teknik ini seringkali membutuhkan penggunaan energi dan material yang intensif, sehingga teknologinya menjadi mahal dan sulit untuk diterapkan di banyak negara, terutama di negara-negara berkembang. Selain CO₂, ada juga gas rumah kaca lainnya, seperti gas terfluorinasi, yang diciptakan dan dilepaskan ke atmosfer hanya melalui aktivitas manusia. Upaya untuk mengurangi emisi gas rumah kaca lainnya juga menjadi fokus bagi para peneliti dan ahli lingkungan. Gas rumah kaca utama yang memasuki atmosfer karena kegiatan manusia adalah:

- Karbondioksida (CO₂)

Karbondioksida memasuki atmosfer melalui beberapa sumber, termasuk pembakaran bahan bakar fosil seperti minyak, gas alam, dan batubara, limbah padat, proses alami seperti pernapasan tumbuhan, dan reaksi kimia lainnya. Pada saat yang sama, karbondioksida juga dihilangkan dari atmosfer melalui serapan oleh tanaman dan lautan dalam siklus karbon biologis. Aktivitas manusia, terutama sejak Revolusi Industri pada abad ke-18, telah menyebabkan peningkatan konsentrasi karbondioksida dalam atmosfer.

Sebelum Revolusi Industri, konsentrasi karbondioksida dalam atmosfer relatif stabil. Namun, sejak saat itu, aktivitas manusia seperti pembakaran bahan bakar fosil dan deforestasi telah menyebabkan peningkatan signifikan dalam konsentrasi karbondioksida. Pada tahun 2005, konsentrasi karbondioksida di atmosfer global diperkirakan menjadi 35% lebih tinggi dibandingkan sebelum Revolusi Industri.

Dalam siklus karbon alami, miliaran ton karbondioksida dihilangkan dari atmosfer melalui serapan oleh lautan dan tanaman, dan kemudian dilepaskan kembali ke atmosfer melalui berbagai proses. Namun, aktivitas manusia telah mengganggu keseimbangan ini dengan mempercepat peningkatan emisi karbondioksida, yang mengakibatkan akumulasi lebih banyak gas rumah kaca di atmosfer.

- Metana (CH_4)

Metana merupakan gas rumah kaca yang dihasilkan selama proses produksi dan transportasi batubara, gas alam, dan minyak. Selain itu, emisi metana juga berasal dari kegiatan peternakan dan praktik pertanian lainnya, serta dari proses pembusukan limbah organik di tempat pembuangan sampah kota. Gas metana terbentuk melalui proses biologis anaerobik, di mana mikroorganisme menguraikan bahan organik dalam kondisi tanpa oksigen. Aktivitas manusia yang melibatkan industri energi fosil dan sektor pertanian, seperti peternakan dan pengelolaan limbah, memberikan kontribusi signifikan terhadap emisi metana ke atmosfer.

Proses produksi dan transportasi batubara, gas alam, dan minyak dapat menyebabkan kebocoran metana ke atmosfer. Di sektor peternakan, produksi metana terjadi melalui pencernaan hewan ruminansia seperti sapi dan domba. Selain itu, praktek pertanian seperti penggunaan pupuk dan pengelolaan limbah organik juga menghasilkan emisi metana. Pembusukan limbah organik di tempat pembuangan sampah kota juga merupakan sumber emisi metana yang signifikan. Ketika limbah organik terurai secara anaerobik, metana dilepaskan ke atmosfer sebagai produk sampingan. Dengan menyadari sumber-sumber emisi metana ini, upaya dilakukan untuk mengurangi emisi metana dengan mengadopsi praktik-praktik pengelolaan limbah yang lebih baik, mengurangi kebocoran dalam industri energi fosil, serta mengimplementasikan teknologi penangkapan dan pemulihan metana..

- Dinitrogen Oksida (N_2O)

Dinitrogen oksida (N_2O) merupakan gas rumah kaca yang dihasilkan selama berbagai kegiatan manusia, termasuk kegiatan pertanian dan industri, serta pembakaran bahan bakar fosil dan limbah padat. Dalam sektor pertanian, produksi N_2O terjadi melalui proses seperti pemupukan nitrogen dalam tanah, penggunaan pupuk sintetis, dan pengelolaan limbah pertanian. Ketika nitrogen dalam pupuk atau limbah organik diuraikan oleh mikroorganisme dalam tanah secara anaerobik atau dengan kondisi drainase yang buruk, dinitrogen oksida dapat terbentuk sebagai produk sampingan.

Pembakaran bahan bakar fosil dan limbah padat juga dapat menghasilkan emisi N_2O . Ketika bahan bakar fosil, seperti minyak, gas alam, dan batubara, dibakar dalam kondisi tertentu, nitrogen di dalam bahan bakar dapat bereaksi dengan oksigen atmosfer dan menghasilkan dinitrogen oksida. Upaya telah dilakukan untuk mengurangi emisi N_2O dengan menerapkan praktik pertanian yang lebih efisien dan berkelanjutan, seperti penggunaan pupuk secara bijaksana, pengelolaan limbah pertanian yang baik, serta penggunaan teknik pengairan dan manajemen tanah yang tepat. Di sektor industri, adopsi teknologi yang lebih bersih dan efisien juga dapat membantu mengurangi emisi N_2O (Astari, 2012).

2.6 *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) adalah organisasi independen yang didirikan oleh Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) pada tahun 1988. IPCC bertujuan untuk menyediakan penilaian ilmiah terkini tentang perubahan iklim, dampaknya, dan opsi mitigasi yang tersedia. Organisasi ini terdiri dari para ilmuwan, ahli teknis, dan perwakilan pemerintah dari berbagai negara.

IPCC melakukan penelitian dan mengumpulkan data ilmiah terkait perubahan iklim di seluruh dunia. Mereka mengevaluasi berbagai penemuan ilmiah yang telah dilakukan dan menghasilkan laporan yang menjadi rujukan utama bagi para pembuat kebijakan dalam memahami dampak perubahan iklim serta cara mengurangi emisi gas rumah kaca.

Metode pengukuran yang digunakan oleh IPCC didasarkan pada metode ilmiah yang diakui secara internasional. Mereka mengumpulkan data dari berbagai sumber dan melakukan analisis terhadapnya untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang perubahan iklim dan faktor-faktor yang mempengaruhinya.

Pengukuran IPCC mencakup berbagai sektor, termasuk sektor transportasi. Mereka mengumpulkan data tentang jenis kendaraan, teknologi yang digunakan, dan pola transportasi yang ada. Dengan menggunakan metode yang fleksibel, mereka dapat memperoleh informasi yang diperlukan untuk memahami dampak

emisi gas rumah kaca dari sektor transportasi dan mengidentifikasi opsi mitigasi yang dapat dilakukan.

Tujuan IPCC adalah untuk menyediakan informasi yang objektif dan dapat diandalkan kepada para pembuat kebijakan, sehingga mereka dapat mengambil langkah-langkah yang efektif dalam mengatasi perubahan iklim (Prihatno, dkk, 2020).

2.7 Jejak karbon

Jejak karbon atau tapak karbon adalah indikator yang mengukur total emisi karbon dioksida yang dihasilkan oleh aktivitas manusia, baik secara langsung maupun tidak langsung, dan dampaknya terhadap lingkungan. Jejak karbon mencakup semua emisi karbon dioksida yang berasal dari berbagai sumber, termasuk individu, populasi, pemerintah, perusahaan, organisasi, proses industri, dan sektor industri lainnya. Konsep jejak karbon mencerminkan pemahaman bahwa setiap tindakan manusia memiliki kontribusi terhadap emisi gas rumah kaca, khususnya karbon dioksida. Jejak karbon dapat berasal dari aktivitas sehari-hari seperti transportasi, penggunaan listrik, penggunaan bahan bakar fosil, produksi barang dan jasa, serta pola konsumsi yang berlebihan.

Dengan mengukur jejak karbon, kita dapat memahami sejauh mana aktivitas manusia berkontribusi terhadap perubahan iklim dan dampaknya terhadap lingkungan. Informasi ini penting dalam mengidentifikasi sektor-sektor atau aktivitas yang paling mempengaruhi emisi karbon dioksida dan merumuskan langkah-langkah untuk mengurangi dampaknya. Jejak karbon juga membantu dalam mengembangkan strategi mitigasi perubahan iklim. Dengan mengetahui sumber-sumber emisi karbon dioksida yang dominan, kita dapat mengarahkan upaya pengurangan emisi pada sektor-sektor atau aktivitas tertentu yang memiliki potensi untuk mengurangi jejak karbon secara signifikan.

Dalam upaya untuk mengurangi jejak karbon, penting untuk menerapkan praktik yang lebih ramah lingkungan, seperti menggunakan energi terbarukan, meningkatkan efisiensi energi, mengurangi penggunaan bahan bakar fosil, mengadopsi teknologi bersih, dan mengubah pola konsumsi menjadi lebih

berkelanjutan. Melalui pemahaman dan pengurangan jejak karbon, kita dapat berperan dalam mengatasi perubahan iklim dan menjaga keberlanjutan lingkungan bagi generasi yang akan datang (Maria, 2015). Jejak karbon juga bisa disebutkan bahwa, jumlah keseluruhan karbondioksida baik secara langsung maupun tidak langsung yang disebabkan oleh aktivitas keseluruhan dari penggunaan produk dalam kehidupan sehari-hari (Admaja dkk., 2018).

Ada beberapa metode untuk menghitung jejak karbon, dan salah satunya adalah dengan mempertimbangkan penggunaan bahan bakar fosil. Bahan bakar fosil seperti minyak bumi dan gas alam dapat menghasilkan karbon dioksida (CO_2) secara langsung saat digunakan. Dalam perhitungan jejak karbon, perhatian juga diberikan pada konsumsi listrik sehari-hari. Kegiatan pembangkit listrik akan menghasilkan emisi CO_2 yang terkait dengan listrik yang digunakan (Wiedmann dan Minx, 2008).

Jejak karbon primer terdiri dari emisi CO_2 yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil, seperti penggunaan LPG dan kendaraan bermotor. Untuk kendaraan bermotor, jejak karbon dapat dihitung berdasarkan jenis bahan bakar yang digunakan dan emisi gas rumah kaca atau potensi pemanasan global (GWP). Selain itu, penggunaan LPG juga termasuk dalam jejak karbon utama. Dalam perhitungan jejak karbon, data emisi diubah menjadi setara karbon dioksida.

Dengan menghitung jejak karbon, kita dapat memahami kontribusi kita terhadap emisi karbon dioksida dan dampaknya terhadap perubahan iklim. Ini memungkinkan kita untuk mengidentifikasi sumber-sumber emisi yang signifikan dan mengambil langkah-langkah untuk mengurangi dampaknya. Perhitungan jejak karbon juga membantu kita dalam mengadopsi praktik-praktik yang lebih berkelanjutan, mengubah kebiasaan konsumsi, dan mengadopsi teknologi yang lebih ramah lingkungan. (Admaja dkk., 2018).

Jejak karbon sekunder terkait dengan emisi CO_2 yang tidak langsung dihasilkan oleh peralatan rumah tangga yang menggunakan listrik. Ini terkait dengan siklus hidup produk yang kita gunakan, termasuk konsumsi daya. Seiring

dengan pertambahan jumlah penduduk di dunia setiap tahun, peningkatan kebutuhan energi menjadi tak terhindarkan. Saat ini, hampir semua kebutuhan energi manusia dipenuhi melalui konversi energi fosil, seperti pembangkit listrik dan transportasi yang menggunakan bahan bakar fosil sebagai sumber energi. Penggunaan energi fosil dalam kegiatan sehari-hari, seperti mengoperasikan peralatan elektronik, memicu emisi CO₂ yang tidak langsung. Ketika kita menggunakan listrik dari pembangkit listrik yang menggunakan bahan bakar fosil, seperti batu bara atau gas alam, proses pembakaran bahan bakar tersebut menghasilkan emisi CO₂. Jadi, jejak karbon sekunder mencakup emisi CO₂ yang terkait dengan konsumsi energi kita melalui peralatan elektronik dan listrik yang digunakan. Meningkatnya kebutuhan energi dan ketergantungan kita pada energi fosil mengakibatkan peningkatan emisi CO₂ secara global. Untuk mengurangi jejak karbon sekunder, penting untuk mengadopsi praktik yang lebih berkelanjutan, seperti mengurangi konsumsi listrik, menggunakan peralatan hemat energi, beralih ke sumber energi terbarukan, dan meningkatkan efisiensi energi. Dengan demikian, kita dapat mengurangi dampak negatif terhadap perubahan iklim yang diakibatkan oleh emisi gas rumah kaca, termasuk CO₂, yang dihasilkan oleh konsumsi energi manusia (Prihatmaji, 2016).

Nilai emisi karbon yang ditimbulkan dari suatu peristiwa, produk, ataupun aktivitas manusia disebut dengan Jejak karbon. Jejak karbon merupakan besaran dari aktivitas manusia yang menimbulkan dampak terhadap lingkungan. Semakin banyak aktivitas yang dilakukan maka semakin tinggi nilai emisi yang dihasilkan. Kebiasaan menggunakan kendaraan pribadi dibandingkan dengan kendaraan umum, perjalanan pesawat udara, penggunaan pendingin atau pemanas ruangan, penggunaan perangkat komputer, televisi, radio, dan perangkat hiburan lainnya adalah bentuk kebiasaan hidup yang berkontribusi terhadap banyaknya nilai jejak karbon (Admaja dkk., 2018).

2.8 Pertumbuhan Gas Rumah Kaca

Atmosfer normal terdiri dari berbagai gas dengan komposisi tertentu yang mendukung kehidupan manusia. Sebagian besar atmosfer terdiri dari nitrogen

sebanyak 78%, diikuti oleh oksigen sebanyak 20%, argon sebanyak 0,93%, dan karbondioksida sebanyak 0,03% (atau sekitar 300 ppm). Sisa komposisi atmosfer terdiri dari gas-gas seperti neon, helium, metana, dan hidrogen. Namun, gas-gas seperti karbondioksida (CO_2), metana (CH_4), dan nitrogen oksida (N_2O) juga hadir dalam jumlah kecil tetapi memiliki dampak signifikan dalam menyebabkan efek rumah kaca.

Karbondioksida (CO_2), metana (CH_4), dan nitrogen oksida (N_2O) adalah gas-gas rumah kaca yang terlibat dalam efek rumah kaca. Efek rumah kaca terjadi ketika gas-gas ini menahan panas di atmosfer dan menyebabkan peningkatan suhu di permukaan Bumi. Meskipun keberadaan gas-gas ini dalam jumlah kecil, kontribusinya terhadap perubahan iklim global sangat signifikan.

Karbondioksida (CO_2) adalah gas rumah kaca yang paling umum dan memiliki kontribusi terbesar terhadap efek rumah kaca. Metana (CH_4) juga merupakan gas rumah kaca yang kuat, meskipun jumlahnya jauh lebih sedikit daripada CO_2 . Sementara nitrogen oksida (N_2O) juga berperan dalam efek rumah kaca, meskipun dalam jumlah yang lebih kecil lagi.

Perubahan konsentrasi gas-gas ini dalam atmosfer, terutama peningkatan karbondioksida dan metana akibat aktivitas manusia, telah menyebabkan peningkatan suhu global dan perubahan iklim yang signifikan (Admaja, dkk, 2018).

Admaja, dkk (2018) mengemukakan bahwa pelepasan alami karbon ke atmosfer dapat dilakukan dengan berbagai cara:

- Melalui pernafasan pada tumbuhan, hewan dan manusia.
- Melalui pembusukan hewan dan tumbuhan akibat proses penguraian oleh bakteri jika tersedia oksigen.
- Melalui pembakaran material organik yang menghasilkan karbon dioksida.
- Melalui pelepasan karbon dioksida terlarut dalam air laut pada kondisi laut hangat.
- Erupsi vulkanik atau ledakan gunung berapi.

Efek rumah kaca memainkan peran penting dalam menjaga suhu bumi agar tetap hangat dan mendukung kehidupan. Gas karbon dioksida (CO_2) adalah salah satu komponen utama dalam efek rumah kaca dan memiliki peran dominan dalam menjaga suhu bumi. Karbon dioksida secara alami terjadi di atmosfer dan merupakan bagian dari siklus karbon di bumi. Tanpa efek rumah kaca yang dihasilkan oleh gas CO_2 dan gas rumah kaca lainnya, suhu rata-rata di bumi akan sangat rendah, berkisar antara -18 hingga -20°C . Suhu yang rendah ini tidak akan mendukung kehidupan makhluk hidup, termasuk manusia.

Namun, penting untuk diingat bahwa keseimbangan efek rumah kaca sangat penting. Jika ada peningkatan berlebihan dalam konsentrasi gas rumah kaca, termasuk CO_2 , suhu bumi dapat meningkat secara signifikan dan berpotensi menyebabkan perubahan iklim yang merugikan. Perubahan suhu yang ekstrem dapat mempengaruhi ekosistem, pola cuaca, dan ketersediaan sumber daya alam. Dalam kondisi saat ini, aktivitas manusia, terutama pembakaran bahan bakar fosil, telah meningkatkan konsentrasi CO_2 dalam atmosfer secara signifikan. Hal ini menyebabkan peningkatan efek rumah kaca yang berkontribusi pada pemanasan global. Oleh karena itu, penting untuk mengelola emisi CO_2 dan gas rumah kaca lainnya guna menjaga keseimbangan yang tepat agar suhu bumi tetap mendukung kehidupan secara optimal. (Admaja dkk., 2018).

2.9 Pertumbuhan Non-Alami Gas Rumah Kaca

Konsentrasi karbon dioksida (CO_2) dalam atmosfer terus meningkat dari tahun ke tahun, dan peningkatan ini sebagian besar disebabkan oleh aktivitas manusia. Aktivitas tersebut terutama terkait dengan pembakaran bahan bakar fosil, seperti gas dan bahan bakar yang digunakan dalam kendaraan bermotor, konsumsi listrik, industri, dan kegiatan pertanian. Dalam proses pembakaran bahan bakar fosil, CO_2 dilepaskan ke atmosfer sebagai produk sampingan. Emisi CO_2 ini secara bertahap meningkatkan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer, yang pada gilirannya memperkuat efek rumah kaca dan berkontribusi pada pemanasan global.

Aktivitas manusia yang sangat bergantung pada pembakaran bahan bakar fosil, seperti penggunaan energi fosil dalam transportasi, penghasilan listrik dari pembangkit listrik yang menggunakan bahan bakar fosil, dan proses industri yang melibatkan pembakaran bahan bakar fosil, semuanya memberikan kontribusi yang signifikan terhadap peningkatan pemanasan global (Prihatno, dkk, 2020).

Emisi tambahan gas CO₂ yang berasal dari pembakaran bahan bakar fosil dan penggundulan hutan telah mengganggu keseimbangan siklus karbon alami. Proses alami dalam siklus karbon memiliki mekanisme yang memungkinkan pengembalian keseimbangan, tetapi kecepatannya jauh lebih lambat daripada tingkat emisi CO₂ yang ditambahkan oleh aktivitas manusia.

Sebagai akibatnya, sebagian besar CO₂ yang dilepaskan oleh aktivitas manusia terakumulasi di atmosfer. Meskipun beberapa CO₂ dapat diserap oleh lautan dan tumbuhan melalui proses fotosintesis, tingkat emisi yang tinggi telah menghasilkan peningkatan konsentrasi CO₂ di atmosfer yang tidak dapat diimbangi oleh proses alami tersebut. CO₂ yang terakumulasi di atmosfer memiliki waktu paruh yang sangat panjang, yang berarti sebagian besar CO₂ tersebut akan tetap berada di atmosfer selama berabad-abad bahkan ribuan tahun. Dampak jangka panjang dari peningkatan CO₂ ini termasuk pemanasan global, perubahan iklim, dan konsekuensi ekologis yang luas (Admaja dkk., 2018)

(Dewan Nasional Perubahan Iklim, 2011). Hasil perhitungan inventarisasi GRK nasional menunjukkan tingkat emisi GRK di tahun 2018 adalah 1.637.156 Gg CO₂e, meningkat sebesar 450.928 Gg CO₂e dibanding tingkat emisi tahun 2000. Untuk emisi pada tahun 2018 masing-masing kategori/sektor, adalah sebagai berikut:

- Energi, sebesar 595.665 Gg CO₂e
- Proses Industri dan Penggunaan Produk, sebesar 59.262 Gg CO₂e
- Pertanian, sebesar 131.642 Gg CO₂e
- Kehutanan dan Kebakaran Gambut, sebesar 723.510 Gg CO₂e.
- Limbah, sebesar 127.077 Gg CO₂e (Prihatno, dkk, 2020).

2.10 Faktor Emisi

Faktor emisi adalah suatu koefisien yang digunakan untuk mengukur jumlah emisi gas rumah kaca yang dihasilkan per unit aktivitas atau produksi. Faktor ini memberikan gambaran tentang seberapa banyak emisi yang dihasilkan oleh suatu kegiatan atau proses tertentu.

Terdapat tiga tingkat faktor emisi, yaitu tier 1, tier 2, dan tier 3. Faktor emisi tier 1 merujuk pada faktor emisi yang telah ditetapkan secara internasional dan berlaku di semua negara. Faktor emisi tier 1 ini biasanya digunakan sebagai panduan umum untuk menghitung emisi gas rumah kaca dari aktivitas yang umum dilakukan di berbagai negara.

Faktor emisi tier 2, di sisi lain, merujuk pada faktor emisi yang lebih spesifik dan khusus untuk suatu negara tertentu. Faktor emisi tier 2 ini mempertimbangkan kondisi dan sumber energi yang digunakan di negara tersebut, sehingga dapat memberikan estimasi yang lebih akurat tentang emisi yang dihasilkan oleh aktivitas di negara tersebut.

Selanjutnya, faktor emisi tier 3 merujuk pada faktor emisi yang sangat spesifik untuk suatu pabrik atau instalasi tertentu di suatu negara. Faktor emisi tier 3 ini dapat disesuaikan dengan karakteristik dan praktik produksi yang unik dari pabrik tersebut, sehingga memberikan perkiraan emisi yang lebih detail dan akurat.

Penggunaan faktor emisi ini penting dalam melakukan perhitungan dan pemantauan emisi gas rumah kaca. Dengan memiliki nilai faktor emisi yang tepat, kita dapat mengidentifikasi sumber-sumber utama emisi dan mengembangkan strategi untuk mengurangi dampaknya terhadap perubahan iklim (ESDM, 20

BAB III

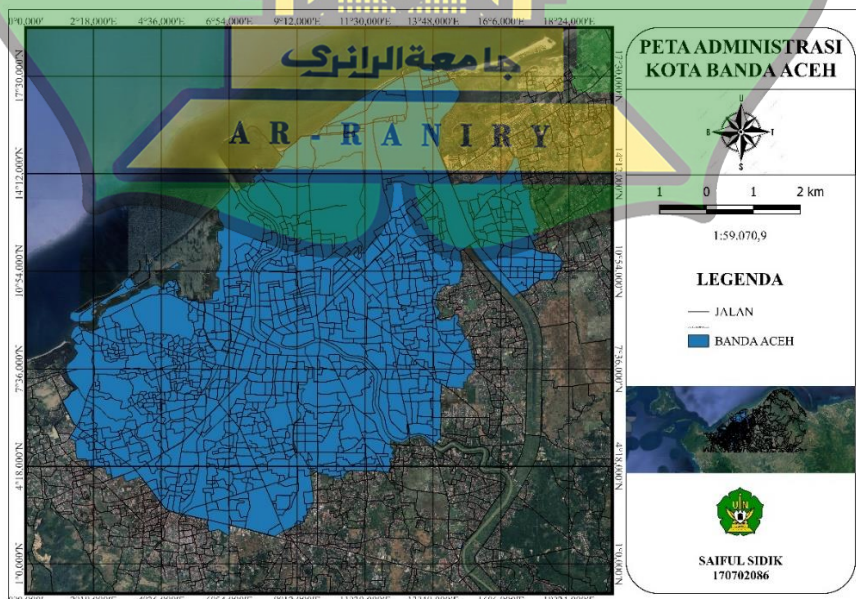
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tahapan Umum Penelitian

Metodologi penelitian adalah serangkaian langkah yang ditetapkan untuk menjalankan penelitian dengan sistematis dan mengurangi kesalahan. Dengan mengikuti langkah-langkah ini, diharapkan penelitian dapat dilakukan dengan tepat dan menghasilkan hasil yang valid. Dalam penelitian ini, dilakukan perhitungan jejak karbon yang dihasilkan dari konsumsi listrik dan kendaraan bermotor di Kota Banda Aceh. Data yang dikumpulkan yang mencakup jumlah konsumsi listrik dan data konsumsi bahan bakar minyak di Kota Banda Aceh. Selain itu, data yang relevan dengan penelitian juga digunakan. Data yang telah dikumpulkan tersebut kemudian akan dianalisis dan dibahas guna mencapai tujuan penelitian.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Lokasi dalam penelitian ini adalah Kota Banda Aceh. Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Mei-Juni 2023. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Peta lokasi penelitian
(Sumber: Google Earth Pro 2022)

3.3 Metode Penelitian

Pendekatan yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini adalah pendekatan deskriptif kuantitatif. Pendekatan deskriptif kuantitatif digunakan untuk memberikan gambaran atau deskripsi yang obyektif tentang suatu keadaan dengan menggunakan data numerik. Metode ini melibatkan pengumpulan data, interpretasi data, serta presentasi dan analisis hasilnya. Menurut Sugiyono (2012), penelitian deskriptif adalah penelitian yang bertujuan untuk mengetahui nilai variabel mandiri, baik itu satu variabel atau lebih, tanpa melakukan perbandingan atau menghubungkannya dengan variabel lain.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Studi Literatur

Tahap penelitian dimulai dengan mendapatkan studi literatur dan mengkaji teori yang mendasari ruang lingkup penelitian serta mendukung tercapainya tujuan penelitian. Sumber-sumber literatur yang digunakan dalam penelitian ini meliputi jurnal penelitian, buku, serta penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini. Studi literatur yang mendukung penelitian ini meliputi:

1. Emisi karbon terutama yang bersumber dari konsumsi listrik, konsumsi solar, dan konsumsi *gasoline*.
2. Jejak karbon
3. *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Guidelines* (2006)

3.4.2 Pengumpulan Data

Adapun pengumpulan data didapatkan dari literatur maupun website resmi yang terkait. Data konsumsi listrik diperoleh dari situs Badan Pusat Statistik Kota Banda Aceh, sedangkan untuk data konsumsi bahan bakar minyak diperoleh di situs pertamina. Adapun data yang di kumpulkan sebagai berikut:

- a. Data faktor emisi karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4) dan dinitrogen oksida (N_2O) listrik.
- b. Data faktor emisi karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4) dan dinitrogen oksida (N_2O) solar.

- c. Data faktor emisi karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4) dan dinitrogen oksida (N_2O) *gasoline*.
- d. Jumlah konsumsi listrik Kota Banda Aceh selama 5 (lima) tahun terakhir.
- e. Jumlah konsumsi bahan bakar minyak Kota Banda Aceh 2 (dua) tahun terakhir.

3.4.3 Analisis Data

Tahap analisis data pada penelitian ini yaitu menghitung emisi karbon konsumsi listrik Kota Banda Aceh dan emisi karbon konsumsi bahan bakar minyak kota Banda Aceh, dimana data yang dikumpulkan adalah data yang didapat melalui situs BPS dan situs pertamina.

Analisis data dilakukan menggunakan metode IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) 2006 untuk memperoleh nilai emisi karbon di Kota Banda Aceh. Selain data aktivitas, data lain yang juga dibutuhkan dalam perhitungan emisi GRK adalah faktor emisi.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) mengeluarkan panduan untuk inventarisasi GRK sektor energi pada tahun 2006 yang diberi nama 2006 *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 2*. Di dalam panduan tersebut, terdapat pembagian metode perhitungan emisi GRK berdasarkan tingkat ketelitiannya (tier), yaitu:

1. Tier 1: Estimasi berdasarkan data aktivitas dan faktor emisi 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 (*country specific/plant specific*).
3. Tier 3: Estimasi berdasarkan metode spesifik suatu negara dengan data aktivitas yang lebih akurat (pengukuran langsung) dan faktor emisi spesifik suatu negara atau suatu pabrik (*country specific/plant specific*) (ESDM, 2017).

Rumus-rumus untuk menentukan emisi karbon dari setiap sektor adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan Jejak Karbon dari penggunaan Listrik (IPCC, 2006)

$$\text{Emisi CO}_2 \left(\frac{\text{ton}}{\text{Tahun}} \right) = \text{faktor emisi (ton/kWh)} \times \text{konsumsi listrik kWh/tahun} \quad (3.1)$$

Keterangan:

Penggunaan listrik: listrik yang dipenggunaan (kWh)

Tabel 3. 1 Faktor emisi Konsumsi Listrik Indonesia

CO ₂ (kgCO ₂ /kWh)	CH ₄ (kgCH ₄ /kWh)	N ₂ O (kgN ₂ O/kWh)
0,684693977	0,00001409674	0,00000775254

(Sumber: Ecometrica, 2011)

2. Perhitungan Jejak Karbon dari Konsumsi bahan bakar minyak (IPCC, 2006)

$$\text{Konsumsi Energi (TJ)} = \text{Konsumsi Energi (L)} \times \text{Nilai kalor} \left(\frac{\text{TJ}}{\text{L}} \right) \quad (3.2)$$

$$\text{Emisi CO}_2 \left(\frac{\text{KG}}{\text{Tahun}} \right) = \text{Konsumsi energi} \left(\frac{\text{TJ}}{\text{Tahun}} \right) \times \text{Faktor Emisi (kg/TJ)} \quad (3.3)$$

Nilai faktor emisi bahan bakar dapat dilihat pada **Tabel 3.2.** sebagai berikut:

Tabel 3. 2 Faktor Emisi Bahan Bakar Minyak

Bahan Bakar	Faktor Emisi(kg/TJ)		
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Premium	69300	33	3,2
Solar	74100	3,9	3,9

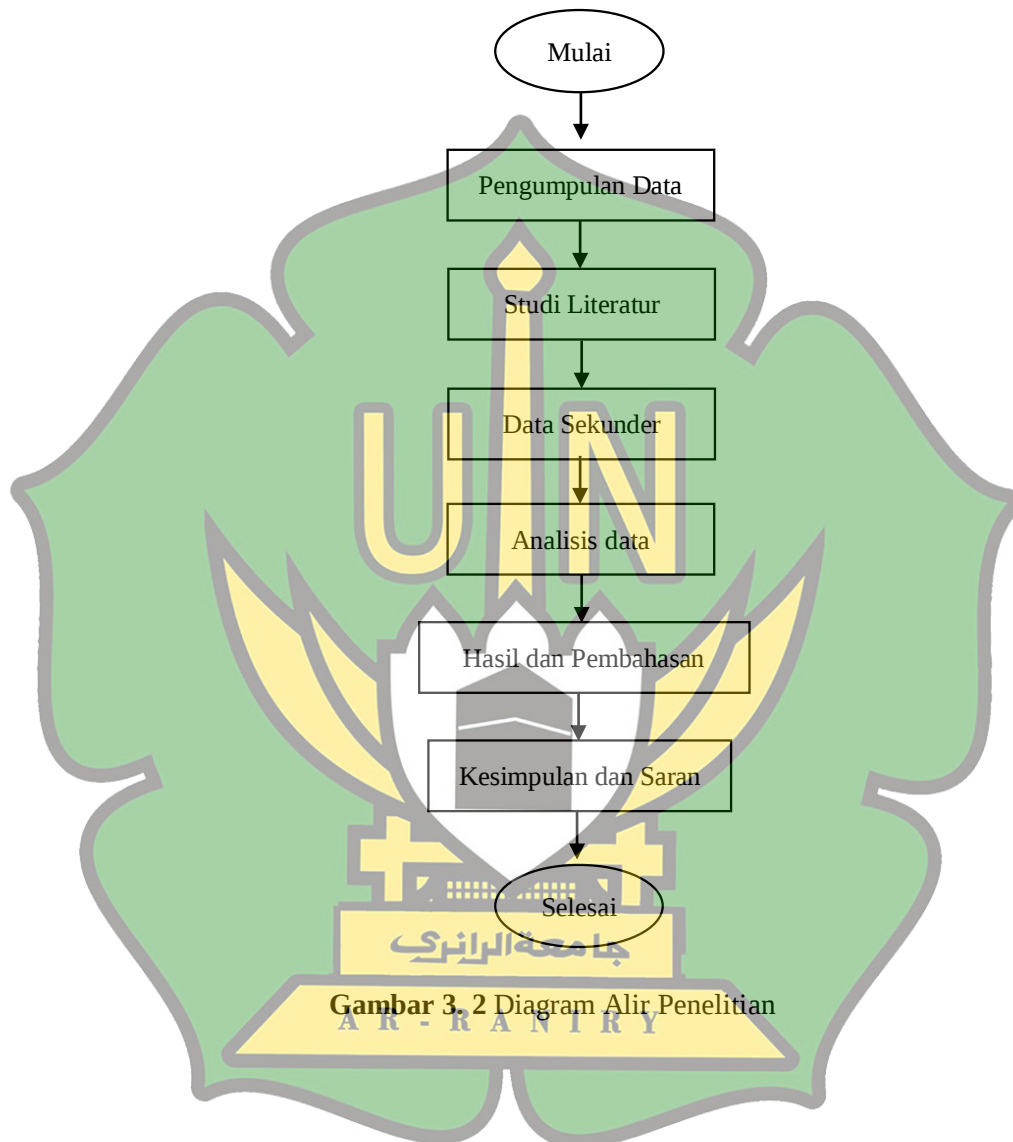
(Sumber: IPCC, 2006)

Tabel 3. 3 Nilai Kalor Bahan Bakar Indonesia

Bahan Bakar	Nilai Kalor (TJ/L)
Premium	33 x 10 ⁻⁶
Solar	36 x 10 ⁻⁶

(Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup, 2012)

3.5 Diagram Alir Prosedur penelitian



Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Emisi karbon pada penelitian ini berfokus pada sektor penggunaan listrik dan konsumsi bahan bakar minyak (BBM) kendaraan bermotor masyarakat Kota Banda Aceh, Emisi karbon meningkat seiring berjalannya waktu yang disebabkan oleh meningkatnya pertumbuhan penduduk dan aktivitas manusia.

4.1 Jejak Karbon Konsumsi Listrik

Berdasarkan data yang diperoleh di Badan Pusat Statistik Kota Banda Aceh, masyarakat kota Banda Aceh mengkonsumsi listrik pada tahun 2016-2020 sebagai berikut :

Tabel 4. 1 Konsumsi Listrik Kota Banda Aceh

Tahun	Konsumsi (kWh)
2016	603.189.095
2017	622.166.266
2018	664.974.359
2019	725.790.292
2020	730.241.630

(Sumber: BPS Kota Banda Aceh, 2021)

Berikut adalah contoh perhitungan emisi karbon sektor konsumsi listrik masyarakat Kota Banda Aceh:

Diketahui :

Konsumsi listrik : 730.241.630 kWh/tahun

Faktor emisi CO₂ listrik : 0,684693977 kg/kWh = 0,000684693977 ton/ kWh

Faktor emisi CH₄ listrik : 0,00001409674 kg/kWh = 0,00000001409674 ton/ kWh

Faktor emisi N₂O listrik : 0,00000775254 kg/kWh = 0,00000000775254 ton/ kWh

Emisi CO₂ = faktor emisi (ton/kWh) x konsumsi listrik kWh/tahun
= 0,000684693977 ton/kWh x 730.241.630 kWh/tahun

$$= 499992,0458 \text{ ton CO}_2 \text{ /tahun}$$

$$\begin{aligned} \text{Emisi CH}_4 &= \text{faktor emisi (ton/kWh)} \times \text{konsumsi listrik kWh/tahun} \\ &= 0,00000001409674 \text{ ton/ kWh} \times 730.241.630 \text{ kWh/tahun} \\ &= 10,2940264 \text{ ton CH}_4 \text{ /tahun} \times 21 \\ &= 216,1745543 \text{ tonCO}_2\text{-eq/tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Emisi N}_2\text{O} &= \text{faktor emisi (ton/kWh)} \times \text{konsumsi listrik kWh/tahun} \\ &= 0,00000000775254 \text{ ton/ kWh} \times 730.241.630 \text{ kWh/tahun} \\ &= 5,661227446 \text{ ton N}_2\text{O /tahun} \times 310 \\ &= 1754,980508 \text{ tonCO}_2\text{-eq/tahun} \end{aligned}$$

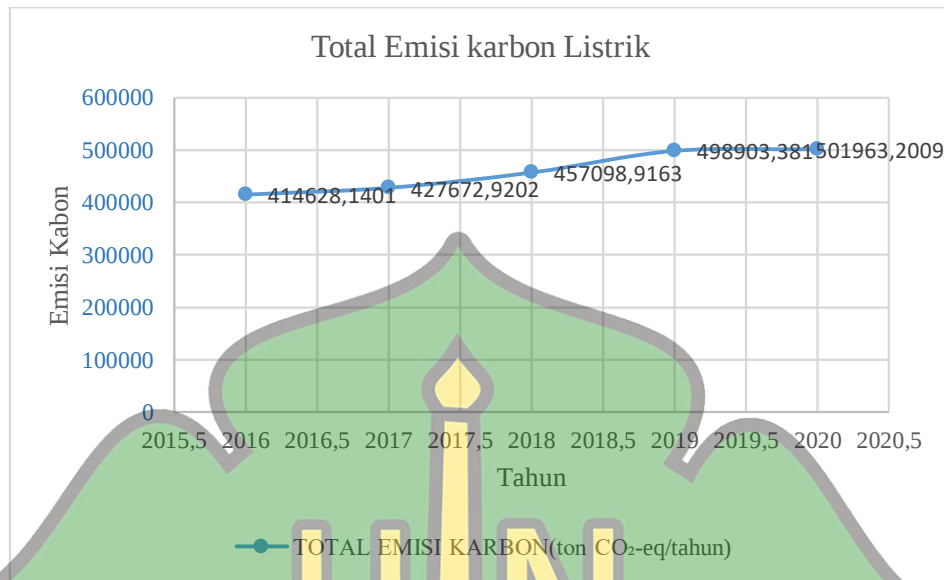
Berdasarkan contoh perhitungan di atas, maka diperoleh hasil perhitungan emisi CO₂-eq sektor konsumsi listrik Kota Banda Aceh pada tahun 2016-2020 adalah sebagai berikut :



Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan Emisi Karbon Listrik

Tahun	Konsumsi (kWh)	Emisi CO ₂ (tonCO ₂ /tahun)	Emisi CH ₄ (tonCH ₄ /tahun)	Konversi CH ₄ (ton CO ₂ eq/tahun)	Emisi N ₂ O (ton N ₂ O/tahun)	Konversi N ₂ O (ton CO ₂ -eq/tahun)	Total Emisi Transportasi (ton CO ₂ -eq/tahun)
2016	603.189.095	412999,9403	8,502999843	178,5629967	4,676247587	1449,636752	414.628,1401
2017	622.166.266	425993,495	8,770516089	184,1808379	4,823368864	1495,244348	427.672,9202
2018	664.974.359	455303,9385	9,373970645	196,8533836	5,155240317	1598,124498	457.098,9163
2019	725.790.292	496944,2415	10,23127704	214,8568179	5,62671827	1744,282664	498.903,381
2020	730.241.630	499992,0458	10,2940264	216,1745543	5,661227446	1754,980508	501.963,2009





Gambar 4. 1 Total emisi karbon listrik Kota Banda Aceh

Dalam gambar grafik di atas, terlihat bahwa emisi karbon dari sektor konsumsi listrik oleh masyarakat Kota Banda Aceh mengalami peningkatan seiring berjalannya waktu, yang dapat dikaitkan dengan pertambahan jumlah penduduk di Kota Banda Aceh. Hal ini terlihat dari peningkatan jumlah penduduk yang sejalan dengan konsumsi energi fosil, khususnya dalam hal ini adalah energi listrik. Berdasarkan grafik di atas, emisi karbon paling tinggi tercatat pada tahun 2020, mencapai 501.963,2009 ton CO₂-eq/tahun.

Selain disebabkan oleh peningkatan jumlah penduduk, emisi karbon tinggi dalam konsumsi listrik oleh masyarakat Kota Banda Aceh juga disebabkan oleh ketergantungan pada pembangkit listrik yang menggunakan bahan bakar fosil. Ketergantungan yang masih tinggi pada pembangkit listrik berbahan bakar fosil, seperti tenaga surya, tenaga angin, dan energi hidro yang masih jarang dimanfaatkan, menyebabkan tingginya emisi karbon. Kurangnya penggunaan sumber energi terbarukan tersebut berdampak pada terus digunakannya bahan bakar fosil dan meningkatnya emisi karbon. Selain itu, kurangnya efisiensi energi juga berkontribusi pada masalah ini. Penggunaan peralatan listrik yang tidak efisien dan kebiasaan penggunaan energi yang boros dapat meningkatkan konsumsi listrik dan akibatnya, emisi karbon.

Selanjutnya, infrastruktur listrik yang tidak ramah lingkungan juga turut berperan. Kehadiran infrastruktur listrik yang tidak efisien dan tidak memperhatikan faktor lingkungan, seperti kebocoran energi dalam jaringan transmisi dan distribusi akibat resistensi pada kabel dan transformator yang tidak sempurna, dapat meningkatkan emisi karbon. Selain itu, kurangnya kesadaran dan kebijakan lingkungan juga berkontribusi pada tingginya emisi karbon dalam sektor konsumsi listrik. Kurangnya kesadaran masyarakat tentang pentingnya pengurangan emisi karbon dan kurangnya kebijakan yang mendorong penggunaan energi bersih juga menjadi faktor penyebabnya (Meilani dan Wuryandani, 2010).

4.2 Jejak karbon kendaraan bermotor

Kendaraan bermotor merupakan penyumbang utama emisi karbon melalui penggunaan bahan bakar. Sumber energi yang paling umum digunakan di sektor transportasi adalah bahan bakar minyak (BBM). Transportasi sangat bergantung pada BBM sebagai sumber energi (Muziansyah dkk., 2015). Berikut adalah data konsumsi bahan bakar minyak di Kota Banda Aceh :

JBT : Jenis Bahan Bakar Minyak Tertentu

JBKP : Jenis Bahan Bakar Minyak Khusus Penugasan

Tabel 4. 3 Kouta JBT dan JBKB 2023

Kota	JBT (KL)	JBKP (KL)
Banda Aceh	26.584	74.617

(sumber : Pertamina, 2022)

Tabel 4. 4 Usulan Kouta JBKB Peralite 2023

Kota	JBKP (KL)
Banda Aceh	77.884

(sumber : Pertamina, 2022)

Keterangan :

JBT : Jenis Bahan Bakar Minyak Tertentu

JBKP : Jenis Bahan Bakar Minyak Khusus Penugasan

Tabel 4. 5 Usulan Kouta BKB Biosolar 2023

KOTA	Kuota JBT Solar Per Konsumen Pengguna				
	Perikanan (KL)	Pertanian (KL)	Pelayanan Umum (KL)	Usaha Mikro (KL)	Transportasi (KL)
Banda Aceh	7.682	4.579	3.246	5.264	12.976
Total (KL)	33.747				

(sumber : Pertamina, 2023)

Tabel 4. 6 Konsumsi BBM di SPBU Kuta Alam

Jenis	2020 (l)	2021 (l)	2022 (l)
Solar	1977250	1710833	1996321
Pertalite	2003666	544.666	1863278

Tabel 4. 7 data Konsumsi Solar Kota Banda Aceh

Tahun	Konsumsi Solar (l)
2020	23727000
2021	20530000

(sumber : Pertamina, 2021)

Tabel 4. 8 Data Konsumsi Premium Kota Banda Aceh

Tahun	Konsumsi Premium (l)
2020	24044000
2021	6536000

(sumber : Pertamina, 2021)

Berikut adalah contoh perhitungan emisi karbon sektor konsumsi lbahan bakar minyak Kota Banda Aceh :

A. Konsumsi Solar

Diketahui :

Konsumsi solar : 23727000 L/tahun

Nilai kalor solar : 36×10^{-6} TJ/L

Faktor emisi CO₂ solar : 74100 kg/TJ

Faktor emisi CH₄ solar : 3,9 kg/TJ

Faktor emisi N₂O solar : 3,9 kg/TJ

Maka,

$$\begin{aligned}\text{Konsumsi energi} &= \text{Konsumsi energi} \times \text{nilai kalor} \\ &= 23727000 \text{ L/tahun} \times 0,000036 \text{ TJ/L} \\ &= 854,172 \text{ TJ/ tahun}\end{aligned}$$

Selanjutnya, kita dapat melakukan perhitungan untuk mengetahui jumlah emisi CO₂ yang dihasilkan oleh penggunaan bahan bakar solar :

$$\begin{aligned}\text{Emisi CO}_2 &= \text{Konsumsi energi} \times \text{Faktor emisi CO}_2 \text{ solar} \\ &= 854,172 \text{ TJ/ tahun} \times 74100 \text{ kg/TJ} \\ &= 63294145,2 \text{ ton CO}_2\text{/tahun}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Emisi CH}_4 &= \text{Konsumsi energi} \times \text{Faktor emisi CH}_4 \text{ solar} \\ &= 854,172 \text{ TJ/ tahun} \times 3,9 \text{ kg/TJ} \\ &= 3331,2708 \text{ ton CH}_4\text{/tahun} \times 21 \\ &= 69956,6868 \text{ CO}_2\text{-eq/tahun}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Emisi N}_2\text{O} &= \text{Konsumsi energi} \times \text{Faktor emisi N}_2\text{O solar} \\ &= 854,172 \text{ TJ/ tahun} \times 3,9 \text{ kg/TJ} \\ &= 3331,2708 \text{ ton N}_2\text{O /tahun} \times 310 \\ &= 1032693,948 \text{ CO}_2\text{-eq/tahun}\end{aligned}$$

B. Konsumsi Premium

Diketahui :

Konsumsi Premium : 24044000 L/tahun

Nilai kalor Premium : 33×10^{-6} TJ/L

Faktor emisi CO₂ Premium : 69300 kg/TJ

Faktor emisi CH₄ Premium : 33 kg/TJ

Faktor emisi N₂O Premium : 3,2 kg/TJ

Maka,

$$\begin{aligned}\text{Konsumsi energi} &= \text{Konsumsi energi} \times \text{nilai kalor} \\ &= 24044000 \text{ L/tahun} \times 0,000033 \text{ TJ/L}\end{aligned}$$

$$= 793,452 \text{ TJ/ tahun}$$

Selanjutnya, kita dapat melakukan perhitungan untuk mengetahui jumlah emisi CO₂ yang dihasilkan oleh penggunaan bahan bakar premium :

$$\begin{aligned} \text{Emisi CO}_2 &= \text{Konsumsi energi} \times \text{Faktor emisi CO}_2 \\ &= 793,452 \text{ TJ/ tahun} \times 69300 \text{ kg/TJ} \\ &= 54986223,6 \text{ ton CO}_2/\text{tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Emisi CH}_4 &= \text{Konsumsi energi} \times \text{Faktor emisi CH}_4 \\ &= 793,452 \text{ TJ/ tahun} \times 33 \text{ kg/TJ} \\ &= 26183,916 \text{ ton CH}_4/\text{tahun} \times 21 \\ &= 549862,236 \text{ CO}_2\text{-eq/tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Emisi N}_2\text{O} &= \text{Konsumsi energi} \times \text{Faktor emisi N}_2\text{O solar} \\ &= 793,452 \text{ TJ/ tahun} \times 3,2 \text{ kg/TJ} \\ &= 2539,0464 \text{ ton N}_2\text{O /tahun} \times 310 \\ &= 787104,384 \text{ CO}_2\text{-eq/tahun} \end{aligned}$$

Berdasarkan contoh perhitungan di atas, maka diperoleh hasil perhitungan emisi CO₂-eq sektor konsumsi kendaraan bermotor Kota Banda Aceh pada tahun 2020-2021 adalah sebagai berikut :

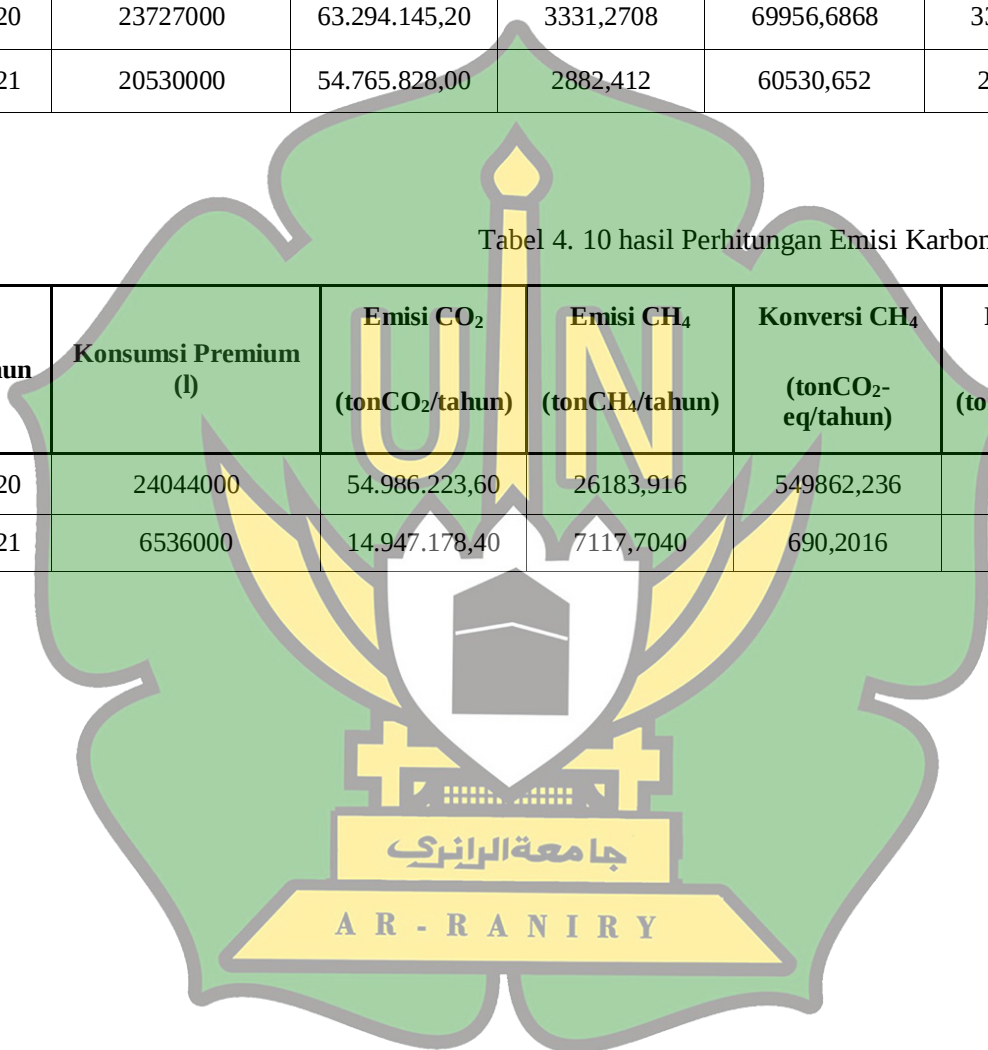


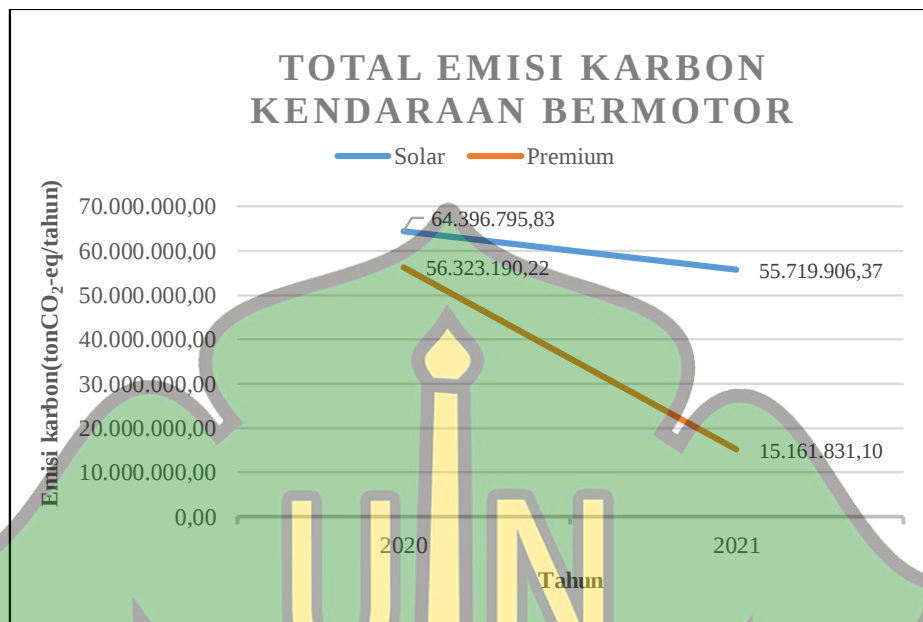
Tabel 4. 9 Hasil Perhitungan Emisi Karbon Solar

Tahun	Konsumsi Solar (l)	Emisi CO ₂ (tonCO ₂ /tahun)	Emisi CH ₄ (tonCH ₄ /tahun)	Konversi CH ₄ (tonCO ₂ - eq/tahun)	Emisi N ₂ O (tonN ₂ O/tahun)	Konversi N ₂ O (tonCO ₂ - eq/tahun)	Total Emisi Transportasi (tonCO ₂ -eq/tahun)
2020	23727000	63.294.145,20	3331,2708	69956,6868	3331,2708	1.032.693,95	64.396.795,83
2021	20530000	54.765.828,00	2882,412	60530,652	2882,412	893547,72	55.719.906,3720

Tabel 4. 10 hasil Perhitungan Emisi Karbon Premium

Tahun	Konsumsi Premium (l)	Emisi CO ₂ (tonCO ₂ /tahun)	Emisi CH ₄ (tonCH ₄ /tahun)	Konversi CH ₄ (tonCO ₂ - eq/tahun)	Emisi N ₂ O (tonN ₂ O/tahun)	Konversi N ₂ O (tonCO ₂ - eq/tahun)	Total Emisi Transportasi (tonCO ₂ -eq/tahun)
2020	24044000	54.986.223,60	26183,916	549862,236	2539,0464	787.104,38	56.323.190,22
2021	6536000	14.947.178,40	7117,7040	690,2016	4,8234	213962,4960	15.161.831,0976





Gambar 4. 2 Total emisi karbon kendaraan bermotor Kota Banda Aceh

Grafik di atas menunjukkan adanya penurunan emisi karbon dalam sektor konsumsi bahan bakar minyak (BBM) kendaraan bermotor di Kota Banda Aceh. Terjadi penurunan emisi pada dua jenis bahan bakar minyak, yaitu minyak solar dengan penurunan sebesar 13,47% dan minyak premium dengan penurunan sebesar 73,08%. Penurunan ini dapat diatribusikan kepada penerapan protokol kesehatan sebagai upaya pencegahan dan pengendalian COVID-19 di Kota Banda Aceh.

Penurunan emisi karbon ini terjadi setelah diterbitkannya Peraturan Walikota Banda Aceh No. 45 tahun 2020 pada 27 Agustus 2020. Peraturan ini bertujuan untuk menerapkan disiplin dan penegakan hukum terkait protokol kesehatan sebagai langkah untuk mencegah dan mengendalikan penyebaran COVID-19 di Kota Banda Aceh. Penerapan protokol kesehatan tersebut memiliki dampak signifikan terhadap mobilitas dan aktivitas masyarakat.

Sebagai akibat dari penerapan protokol kesehatan yang ketat, terjadi penurunan jumlah kendaraan bermotor yang beroperasi, baik itu kendaraan pribadi maupun kendaraan umum. Hal ini disebabkan oleh berkurangnya aktivitas

sosial, pembatasan perjalanan, dan adanya *work-from-home* atau pembelajaran jarak jauh yang membatasi mobilitas masyarakat. Sebagai hasilnya, konsumsi bahan bakar minyak menurun secara signifikan, yang berdampak pada penurunan emisi karbon dalam sektor konsumsi BBM kendaraan bermotor.

Peraturan tersebut menjadi landasan bagi pemerintah setempat dalam mengendalikan penyebaran COVID-19, namun secara tidak langsung juga memberikan efek positif terhadap lingkungan melalui pengurangan emisi karbon. Dalam hal ini, penurunan emisi karbon dari sektor konsumsi BBM kendaraan bermotor merupakan salah satu dampak yang dapat dilihat secara visual melalui grafik yang ditampilkan.

4.3 Total Emisi Karbon

Total emisi karbon merupakan nilai yang menggabungkan nilai emisi karbon (tonCO₂-eq/tahun) listrik dengan nilai emisi karbon (tonCO₂-eq/tahun) konsumsi kendaraan. Berdasarkan data yang diperoleh dalam sektor listrik dan kendaraan bermotor, terdapat kesamaan data hanya pada tahun 2020. Oleh karena itu, penghitungan total emisi karbon hanya dapat dilakukan pada tahun tersebut.

Diketahui :

Total emisi karbon listrik tahun 2020 = 501.963,2009 tonCO₂-eq/tahun

Total emisi karbon solar tahun 2020 = 55.719.906,3720 tonCO₂-eq/tahun

Total emisi karbon premium tahun 2020 = 56.323.190,22 tonCO₂-eq/tahun

Maka,

$$\begin{aligned}
 \text{Total emisi karbon kendaraan bermotor 2020} &= \text{Total emisi karbon solar tahun 2020} + \text{Total emisi karbon premium tahun 2020} \\
 &= 55.719.906,3720 \text{ tonCO}_2\text{-eq/tahun} + 56.323.190,22 \text{ tonCO}_2\text{-eq/tahun}
 \end{aligned}$$

$$= 112.043.096,592 \text{ tonCO}_2\text{-eq/tahun}$$

Langkah berikutnya adalah melakukan perhitungan guna mendapatkan gambaran total emisi karbon pada tahun 2020 di wilayah Kota Banda Aceh.

$$\begin{aligned} \text{Total emisi karbon tahun 2020} &= \text{Total emisi karbon listrik tahun 2020} + \text{Total emisi karbon kendaraan bermotor 2020} \\ &= 501.963,2009 \text{ tonCO}_2\text{-eq/tahun} + 112.043.096,592 \text{ tonCO}_2\text{-eq/tahun} \\ &= 112.545.059,7929 \text{ tonCO}_2\text{-eq/tahun} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan, didapatkan angka total emisi karbon di wilayah Kota Banda Aceh sebesar 112.545.059,7929 tonCO₂-eq/tahun.

4.4 Pengurangan Emisi Karbon

Inventarisasi emisi karbon di Kota Banda Aceh, sektor transportasi menyumbangkan emisi karbon lebih besar dibandingkan sektor konsumsi listrik. Hasil perhitungan didapatkan bahwa nilai rata-rata total emisi karbon dari kendaraan bermotor sebesar 95.800.861,76 tonCO₂-eq/tahun dan nilai rata-rata total emisi karbon dari konsumsi listrik di Kota Banda Aceh sebesar 460.053,3117 tonCO₂-eq/tahun.

Berdasarkan dokumen Rencana Aksi Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (RAK GRK) Kota Banda Aceh 2020-2025 (2020), Penurunan emisi dari pembangkit listrik dapat dilakukan dengan peremajaan pembangkit listrik berbahan bakar minyak dengan efisiensi yang rendah dan sudah cukup lama beroperasi (lebih dari 30 tahun). Peremajaan ini dapat mengurangi konsumsi bahan bakar minyak, yang pada akhirnya akan mengurangi emisi karbon. Selain itu, juga diperlukan upaya intensif kampanye penggunaan energi berkelanjutan yang sesuai dengan potensi Kota Banda Aceh.

Berdasarkan hasil studi PFS dari program APEC-LCMT pada 2019, ditemukan bahwa sumber energi terbarukan paling potensial di Kota Banda Aceh

adalah tenaga surya. Objek utama yang dapat digunakan untuk memperkenalkan tenaga surya bagi masyarakat adalah instalasi tenaga surya di atap gedung pemerintah. Alternatif lainnya yaitu energi bayu di wilayah pesisir pantai Kota Banda Aceh yang bisa dijadikan sebagai sumber energi alternatif bagi masyarakat pesisir. Hasil PFS dari program APEC-LCMT juga merekomendasikan program penggantian LPJU (lampu penerangan jalan utama) dari lampu merkuri ke lampu LED yang lebih hemat energi serta pemanfaatan biogas metana dari TPA Gampong Jawa menjadi listrik bagi masyarakat sekitar.

Adapun rencana aksi mitigasi sektor energi sebagai berikut:

1. Penerapan prinsip efisiensi energi terutama di bangunan dan kantor pemerintah.
2. Instalasi solar panel rooftop di atap gedung pemerintah
3. Penggantian LPJU dari lampu merkuri ke lampu LED
4. Pemanfaatan metana untuk energi bagi rumah tangga di sekitar kawasan TPA dan IPLT Gampong Jawa
5. Peremajaan pembangkit listrik berbahan bakar minyak dan berefisiensi rendah
6. Pembangunan pembangkit listrik tenaga bayu di wilayah pesisir untuk suplai energi ke wilayah sekitar
7. Kampanye penghematan energi di rumah tangga melalui media cetak dan elektronik

Adapun skala prioritas sektor energi sebagai berikut:

1. Penerapan prinsip efisiensi energi terutama di bangunan dan kantor pemerintah
2. Instalasi solar panel rooftop di atap gedung pemerintah.
3. Penggantian LPJU dari lampu merkuri ke lampu LED

Tabel 4. 11 Rencana Penurunan Emisi GRK Kota Banda Aceh 2020-2025 Sektor Energi

No	Rencana Aksi mitigasi	Indikator kegiatan	Rencana kegiatan pengawasan dan evaluasi
1	Penerapan prinsip efisiensi energi terutama di bangunan dan kantor pemerintah	Bertambahnya jumlah kantor dan gedung pemerintah yang melakukan retrofitting, penggantian peralatan listrik dan material dengan bahan yang hemat energi	Dilaksanakan tahunan oleh Bappeda dan Dinas Terkait
2	Instalasi solar panel rooftop di atap gedung pemerintah	Bertambahnya jumlah kantor dan gedung pemerintah yang memasang solar panel rooftop di atap gedung	Dilaksanakan tahunan oleh Bappeda dan Dinas Terkait
3	Penggantian LPJU dari lampu merkuri ke lampu LED;	Bertambahnya persentase lampu PJU LED yang menggantikan lampu merkuri	Dilaksanakan tahunan oleh DLHK3
4	Pemanfaatan metana untuk energi bagi rumah tangga di sekitar kawasan TPA dan IPLT Gampong Jawa;	Bertambahnya jumlah rumah tangga yang menerima manfaat dari pengolahan metana dari TPA dan IPLT Gampong Jawa	Dilaksanakan tahunan oleh DLHK3
5	Peremajaan pembangkit listrik berbahan bakar minyak dan berefisiensi rendah	Bertambahnya jumlah genset yang diganti dengan yang lebih baik efisiensinya	Dilaksanakan dan diawasi oleh PLN
6	Pembangunan pembangkit listrik tenaga bayu di wilayah pesisir untuk suplai energi ke wilayah sekitar	Bertambahnya suplai listrik dari tenaga bayu ke masyarakat sekitar	Evaluasi dan pemantauan oleh Bappeda dan DLHK3
7	Kampanye penghematan energi di rumah tangga melalui media cetak dan elektronik	Terlaksananya kegiatan sosialisasi penggunaan peralatan listrik yang hemat energi	Dilaksanakan secara periodik setiap tahun dengan melibatkan pemangku kepentingan

Sektor transportasi berkontribusi sekitar 77% terhadap total emisi GRK Kota Banda Aceh. Hal ini terjadi karena tingginya kepemilikan kendaraan pribadi. Berikut adalah rencana aksi mitigasi sektor transportasi:

1. Pembangunan koridor enam Trans Koetaraja
2. Pembangunan infrastruktur penunjang Trans Koetaradja
3. Peningkatan *Fasilitas Non Motorized Transport/NMT* (Pedestrian dan Jalur Sepeda),
4. Penanaman Pohon di Jalan Perkotaan, Penanaman pohon merupakan salah
5. Pengadaan bus feeder di kawasan permukiman dan kawasan pendidikan,
6. Pengembangan ITS (*Intelligent Transport System*)
7. Penerapan Manajemen Parkir
8. Penerapan *Car Free Day* di Ruas Jalan Protokol dan Kawasan Strategis
9. Pelatihan dan Sosialisasi *Smart Driving*
10. Menaikkan Uang Muka Kredit Sepeda Motor dan Pajak Progresif Kendaraan Pribadi
11. Integrasi rencana aksi ke dalam kurikulum pendidikan

Adapun skala prioritas sektor transportasi sebagai berikut:

1. Pembangunan koridor enam Trans Koetaradja
2. Pembangunan infrastruktur penunjang Trans Koetaradja
3. Peningkatan *Fasilitas Non Motorized Transport/NMT* (Pedestrian dan Jalur Sepeda)
4. Penanaman Pohon di Jalan Perkotaan
5. Pengadaan bus feeder di kawasan permukiman dan kawasan pendidikan
6. Pengembangan ITS (*Intelligent Transport System*)
7. Penerapan Manajemen Parkir

Tabel 4. 12 Rencana Penurunan Emisi GRK Kota Banda Aceh 2020-2025 Sektor Transportasi

No	Rencana Aksi mitigasi	Indikator kegiatan	Rencana kegiatan pengawasan dan evaluasi
1	Pembangunan koridor enam Trans Koetaradja	Tersedianya bus BRT untuk koridor 6	Dilaksanakan oleh Dishub dan Bappeda
	Penerapan Manajemen Parkir	Pembangunan fasilitas halte dan fasilitas penunjang koridor 6	Evaluasi dilakukan tiap tahun sejak awal tahun 2015 dan dibandingkan dengan proyeksi perkembangan kendaraan di kota Banda Aceh
	Pengadaan Sistem BRT/semi BRT	Beroperasinya Trans Koetaradja Koridor 6	Pengawasan dan Evaluasi
2	Pembangunan infrastruktur penunjang Trans Koetaradja	Tersedianya anggaran untuk pembangunan fasilitas penunjangnya	Dilaksanakan oleh Dishub dan Bappeda pada tahun 2021
3	Peningkatan Fasilitas <i>Non Motorized Transport/NMT</i> (Pedestrian dan Jalur Sepeda)	Perluasan fasilitas NMT di kota Banda Aceh	Dilaksanakan oleh Dishub, Dinas PU dan Bappeda setiap tahun
	Menaikkan uang muka kredit sepeda motor dan pajak progresif kendaraan pribadi	Bertambahnya jumlah pengguna sepeda dan pejalan kaki	Pengawasan dilakukan setiap tahun
4	Penanaman Pohon di Jalan Perkotaan	Ditanamnya pohon di sekitar jalan perkotaan 125 pohon/tahun	Dilaksanakan oleh DLHK3 dan Bappeda setiap tahun

No	Rencana Aksi mitigasi	Indikator kegiatan	Rencana kegiatan pengawasan dan evaluasi
5	Pengadaan bus feeder di kawasan permukiman dan kawasan pendidikan	Tersedianya bus <i>feeder</i>	Dilaksanakan oleh Dishub mulai tahun 2022
	Pengembangan Jalur Sepeda dalam Kampus	Tersedianya jalur bus <i>feeder</i>	Pengawasan dan Evaluasi dilakukan setiap tahun sejak 2016
	Pengembangan Jalur Sepeda dalam Kampus	Beroperasinya bus <i>feeder</i>	Pengawasan dan Evaluasi dilakukan setiap tahun sejak 2015
6	Pengembangan ITS (<i>Intelligent Transport System</i>)	Tersedianya anggaran untuk pengembangan ITS	Dilaksanakan oleh Dishub mulai tahun 2021
	Terbangunnya ITS di Kota Banda Aceh pada tahun 2015.	Terbangunnya ITS di Kota Banda Aceh pada tahun 2015.	Evaluasi dan pengawasan dilakukan setiap tahun mulai 2014-
		Beroperasinya ITS	2020
7	Penerapan Manajemen Parkir	Berkurangnya parkir ilegal Tingginya penerimaan parkir	Dilaksanakan setiap tahun oleh Dishub
8	Penerapan <i>Car Free Day</i> di Ruas Jalan Protokol dan Kawasan Strategis	Terlaksananya CFD pada hari-hari terpilih sebanyak 1 x seminggu	Dilaksanakan setiap tahun oleh Dishub
9	Pelatihan dan Sosialisasi <i>Smart Driving</i>	Terlatihnya <i>trainer</i> 100 orang/tahun	Dilaksanakan setiap tahun oleh Dishub
		Terlatihnya pengemudi kendaraan bermotor 800 orang/tahun	

No	Rencana Aksi mitigasi	Indikator kegiatan	Rencana kegiatan pengawasan dan evaluasi
10	Menaikkan Uang Muka Kredit Sepeda Motor dan Pajak Progresif Kendaraan Pribadi	Naiknya uang muka kredit kendaraan bermotor	Dilaksanakan oleh instansi terkait
11	Integrasi rencana aksi ke dalam kurikulum pendidikan	Meningkatnya pemahaman, pengetahuan masyarakat tentang emisi gas rumah kaca melalui pendidikan formal	Dilaksanakan setiap tahun oleh Dishub dan Disdikbud

Salah satu solusi untuk mengatasi peningkatan emisi karbon di perkotaan adalah dengan memperoleh dan mengembangkan Ruang Terbuka Hijau (RTH) yang tepat dan sesuai dengan fungsinya. RTH berperan sebagai penyedia udara bersih di kawasan perkotaan, di mana vegetasi dalam RTH berfungsi sebagai "paru-paru kota" yang menghasilkan oksigen dan menyerap karbon dioksida (CO_2) serta gas polutan lainnya. Selain itu, RTH juga berfungsi sebagai daerah resapan air yang penting dan tidak dapat digantikan oleh fungsi lainnya.

Fungsi utama RTH sebagai "paru-paru kota" terkait dengan proses fotosintesis di dedaunan, di mana karbon dioksida diubah menjadi oksigen. Hal ini penting untuk menjaga keseimbangan lingkungan di perkotaan. Pada dasarnya, RTH berperan dalam siklus daur ulang antara karbon dioksida (CO_2) dan oksigen (O), khususnya melalui proses fotosintesis dalam dedaunan (Abdillah, 2006).

Penetapan luas RTH dalam suatu kota harus didasarkan pada luas wilayahnya. Pedoman penetapan ini tercantum dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2007 Tentang Penataan Ruang, di mana proporsi RTH pada wilayah kota harus minimal 30% dari luas wilayah kota tersebut. Proporsi ini terdiri dari RTH publik minimal 20% dan RTH privat minimal 10%.

Sebagai contoh, berdasarkan undang-undang tersebut, Kota Banda Aceh dengan luas keseluruhan 59,02 km^2 harus memiliki kawasan RTH minimal seluas 1.770,6 ha, terdiri dari 1.180,4 ha RTH publik dan 5,902 ha RTH privat. Saat ini,

luas RTH yang tersedia di Kota Banda Aceh sekitar 843,396 ha, atau sekitar 14,29% dari total luas wilayah (Sipsn, 2022). Hal ini menunjukkan bahwa kota Banda Aceh belum memenuhi standar yang ditetapkan dalam undang-undang.

Dengan memahami hal ini, penting bagi pemerintah dan masyarakat Kota Banda Aceh untuk meningkatkan upaya dalam mengembangkan RTH yang sesuai dengan persyaratan undang-undang. Hal ini akan membantu menjaga kualitas udara, mengurangi emisi karbon, dan menciptakan lingkungan perkotaan yang lebih sehat dan berkelanjutan.

Selain itu, wilayah kota Banda Aceh yang dikelilingi laut merupakan satu keunggulan untuk penyerapan karbon dikarenakan antara permukaan air laut dan atmosfer terjadi pertukaran CO₂ cukup intensif dan dapat mempengaruhi dinamika fluks CO₂, secara umum dalam proses siklus karbon global, laut berperan untuk menyerap kelebihan CO₂ di atmosfer dan mengalami perubahan secara fisik, kimia, dan biologi. Proses lautan menyerap kelebihan CO₂ terjadi dalam tiga langkah dimulai dari gas CO₂ melewati permukaan antara perbatasan atmosfer dengan air, bereaksi kimia dengan karbon anorganik terlarut di permukaan laut, dan setelah itu diangkut ke dalam perairan yang lebih dalam melalui peristiwa *physical pump* dan *biology pump* (Fachri RF, DKK, 2015)

Pengembangan transportasi rendah karbon dapat dilakukan melalui pengembangan dan mengefektifkan angkutan umum masal, yaitu Transkoetaraja, jadwal yang konsisten dan tepat waktu. Pelayanan diharapkan dapat menjangkau pusat perkuliahan, perkantoran dan perekonomian. Karena dengan menggunakan angkutan masal maka tingkat konsumsi energi per penumpang akan semakin kecil. Angkutan masal ini diharapkan dapat menciptakan adanya perpindahan penggunaan dari mobil pribadi dan sepeda motor ke angkutan masal. Kondisi tersebut dapat dicapai jika operasi angkutan umum masal berjalan sesuai dengan standar pelayanan yang baik, yaitu aman, nyaman dan dapat diandalkan.

Diperlukan efisiensi energi dan penggunaan peralatan listrik yang lebih efisien. Peningkatan kesadaran masyarakat tentang pentingnya pengurangan emisi

karbon juga merupakan faktor penting. Penggunaan peralatan listrik yang lebih efisien dapat menghemat energi dan uang. Misalnya, lampu LED lebih efisien daripada lampu pijar tradisional, dan dapat menghemat hingga 75% energi. AC yang lebih efisien juga dapat menghemat energi, dan dapat mengurangi emisi karbon.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan pada penelitian ini, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

5.1 Kesimpulan

1. Pada tahun 2020, jejak karbon kendaraan bermotor mencapai angka sebesar 120.719.986,05 ton CO₂-eq/tahun, namun pada tahun 2021, jumlahnya menurun menjadi sekitar 70.881.737,47 ton CO₂-eq/tahun.
2. Jejak karbon konsumsi listrik di Kota Banda Aceh dari tahun 2016 hingga 2020 mencatatkan jumlah sebagai berikut: 414.628,1401 ton CO₂-eq/tahun pada tahun 2016, 427.672,9202 ton CO₂-eq/tahun pada tahun 2017, 457.098,9163 ton CO₂-eq/tahun pada tahun 2018, 498.903,381 ton CO₂-eq/tahun pada tahun 2019, dan 501.963,2009 ton CO₂-eq/tahun pada tahun 2020.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, peneliti memberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan perhitungan menyeluruh untuk mengidentifikasi jejak karbon sebuah wilayah, seperti emisi karbon LPG, emisi karbon Persampahan, emisi karbon peternakan dan menghitung penyerapan karbon oleh laut.

DAFTAR PUSTAKA

- [ESDM] Kementerian Energi Sumber Daya Mineral. 2017. Kajian Penggunaan Faktor Emisi Lokal (Tier 2) Dalam Inventarisasi Emisi GRK Sektor Energi. Jakarta: Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan
- Abdillah. 2006. Taman dan Hutan Kota. Azka Mulia Media, Jakarta.
- Admaja, W. K., Nasirudin, N., & Sriwinarno, H. (2018). Identifikasi Dan Analisis Jejak Karbon (*Carbon Footprint*) Dari Penggunaan Listrik Di Institut Teknologi Yogyakarta. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 18(2).
- Artadi, F. 2013. Studi Jejak Karbon dari Aktivitas di Kampus Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Depok: UI Press.
- Astari, R. G. (2012). Studi Jejak Karbon Dari Aktivitas Permukiman Di Kecamatan Pademangan Kotamadya Jakarta Utara. Depok: Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Indonesia.
- bandaacehkota.bps.go.id. Data Kelistrikan PT. PLN (PERSERO) WIL – NAD Cabang Kota Banda Aceh, 2016-2020. Diakses 24 Juni 2023 dari <https://bandaacehkota.bps.go.id/statictable/2021/08/25/88/data-kelistrikan-pt-pln-persero-wil-nad-cabang-kota-banda-aceh-2016-2020.html>
- Dewan Nasional Perubahan Iklim. 2011. *Provincial Mapping and Policy Inventory to Anticipate Climate Change Impacts*. Jakarta
- Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan Kementerian ESDM. (2018). Pedoman Perhitungan dan Pelaporan Inventarisasi Gas Rumah Kaca. Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan Kementrian ESDM.
- Ecometrica (2011) *Technical Paper, Electricity – Specific Emission Factors for Grid Electricity*.
- Fachri, F. R., Sartimbul, A. D., & Hidayati, N. (2015). Fluks Co2 di Perairan Pesisir Timur Pulau Bintan, Propinsi Kepulauan Riau. *Jurnal Segara*, 11(1).
- IPCC. 2006. *Draft 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume II: Energy*. Japan: IGES.

- Kementerian Lingkungan Hidup. 2012. Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional. Buku II – Volume 1 Metodologi Perhitungan Tingkat Emisi Gas Rumah Kaca Kegiatan Pengadaan dan Penggunaan Energi.
- Kweku, D. et al. (2018) ‘*Greenhouse Effect: Greenhouse Gases and Their Impact on Global Warming*’, *Journal of Scientific Research and Reports*, 17(6), pp. 1–9.
- Meilani, H., & Wuryandani, D. (2010). Potensi panas bumi sebagai energi alternatif pengganti bahan bakar fosil untuk pembangkit tenaga listrik di Indonesia. *Jurnal Ekonomi & Kebijakan Publik*, 1(1), 47-74.
- Nikken Sekkei Research Institute (2019), *APEC Low Carbon Model Town (LCMT) Project Dissemination Phase 1 Final Report*, APEC Secretariat.
- Nugraha, A. W., Suparno, O., & Indrasti, N. S. (2020). Analisis Potensi Jejak Karbon Limbah Cair Dan Listrik Pada Proses Penyamakan Kulit. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 30(3), 256-264.
- Nugrahayu, Q., Nurjannah, N. K., & Hakim, L. (2017). Estimasi emisi karbondioksida dari sektor permukiman di kota Yogyakarta menggunakan IPCC guidelines. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 9(1), 25-36.
- Guidelines Universitas Islam Indonesia: Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan.
- Pemerintah Kota Banda Aceh. 2020. Rencana Aksi Daerah Gas Rumah Kaca Kota Banda Aceh Tahun 2020-2025.
- Peraturan Menteri Energi Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 22 tahun 2019 tentang Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Dan Mitigasi Gas Rumah Kaca Bidang Energi.
- Peraturan Walikota Banda Aceh No. 45 tahun 2020 tentang penerapan disiplin dan penegakan hukum protokol kesehatan sebagai upaya pencegahan dan pengendalian *corona virus disease* 2019 (covid-19) di Kota Banda Aceh
- pertamina.com. Kuota Dan Realisasi Premium Pertamina per Kota Kabupaten Tahun 2020. Diakses 2 Juni 2023 dari <https://pertamina.com/id/Kuota->

Dan-Realisasi-Premium-Pertamina-per-Kota-Kabupaten-Tahun-2020
Update-desember-2020

pertamina.com. Kuota Dan Realisasi Solar Pertamina per Kota Kabupaten Tahun 2020. Diakses 2 Juni 2023 dari <https://pertamina.com/id/Kuota-Dan-Realisasi-Biosolar-Pertamina-per-Kota-Kabupaten-Tahun-2020-Update-Desember-2020>

Prihatmaji, YP dkk. 2016. Analisis *Carbon Footprint* Gedung Perpustakaan Pusat, Rektorat, dan Lab. MIPA UII Berbasis Vegetasi Eksisting Sebagai Pereduksi Emisi Gas Rumah Kaca. *Asian Journal of Innovation and Entrepreneurship* (AJIE), 01 (02): 148 – 155.

Prihatno, J., Asaad, I., Budiharto, R., Wibowo, H., & Gunawan, W. (2020). Laporan Inventarisasi Gas Rumah Kaca (GRK) dan Monitoring, Pelaporan, Verifikasi (MPV) Tahun 2019. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

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

sipsn.menlhk.go.id. (2022). Ruang Terbuka Hijau. Diakses 10 Juli 2023, dari <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/public/rth>

Sugiyono. 2013. Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D). Bandung: Alfabeta.

Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup
Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2007 Tentang Penataan Ruang

Wardhana, I. W., & Samadikun, B. P. 2017. Kajian Jejak Karbon dari Aktivitas Kampus Fakultas Ekonomika dan Bisnis Universitas Diponegoro (*Doctoral dissertation, Diponegoro University*).

Wicaksono, A.M. 2011. Studi *Carbon Footprint* (CO₂) dari Kegiatan Pemukiman di Surabaya Bagian Barat. Tugas Akhir. ITS Surabaya.

- Wiedmann, T., Minx, J. 2008. *A Definition of 'Carbon Footprint'*. In: C. C. Pertsova, *Ecological Economics Research Trends*. Chapter 1, Hal.1-11, Nova Science Publishers, NY, USA.
- Wiratama, I. G. N. M. (2015). Jejak Karbon Konsumsi LPG Dan Listrik Pada Rumah Tangga Di Kota Denpasar, Bali [Tesis]. Universitas Udayana.
- Wulandari, M. T. (2013). *Kajian Emisi Co2 Berdasarkan Penggunaan Energi Rumah Tangga Sebagai Penyebab Pemanasan Global (Studi Kasus Perumahan Sebantengan, Gedang Asri, Susukan RW 07 Kab. Semarang)*



LAMPIRAN

Jumlah Penduduk kota Banda Aceh

No.	Uraian Description	2016	2017	2018	2019	2020
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	Produksi (kWh)	508.772.814	528.207.244	736.556.209	39.534.227	42.825.326
2	Penjualan (X Rp 1.000)	621.788.518	727.439.236	791.522.061	858.033.592	730.241
3	Gardu Hubung (Unit)	10	11	12	14	13
4	Trafo Distribusi (Buah)	2.306	2.479	2.712	2712	2.828
5	Panjang JTM (kms)	3.872,75	3981,95	4.218,47	4.218,47	1.717,14
6	Panjang JTR (kms)	2.428,32	2510,06	5.579,05	5.579,05	2.745,45
7	Pembangkit Non PLN (kVA)	-	-	-	-	-
8	Pelanggan (Orang)	207.568	219.822	232.622	246.451	259.149
9	Daya Tersambung (VA)	365.428.612	392.684.492	419.265.196	453.517.296	485.823,57
10	Terima (kWh Salur) (kWh)	508.772.814	528.207.244	736.556.209	792.105.366	791.834.788
11	Penjualan (kWh)	603.189.095	622.166.266	664.974.359	725.790.292	730.241.630
12	Daya Trafo Distribusi (kVA)	216.238	232.467	260.368	260.368	261.757
13	Jumlah Kecamatan Terlistriki	9	9	9	9	9
14	Jumlah Desa Terlistriki	90	90	90	90	90
15	Jumlah Desa Seluruhnya	90	90	90	90	90
16	Rata-rata tarif per Kwh	1.083	1.214	1.190	1.201	1.135

AR - RANIRY

Kuota Dan Realisasi Premium Pertamina per Kota Kabupaten Tahun 2020

Provinsi	Kabupaten	Kouta (KL)	Realisasi (KL)
NAD	Kab. Aceh Barat	2.690	2.561
NAD	Kab. Aceh Barat Daya	1.840	1.346
NAD	Kab. Aceh Besar	7.602	6.367
NAD	Kab. Aceh Jaya	3.928	3.130
NAD	Kab. Aceh Selatan	7.520	8.342
NAD	Kab. Aceh Singkil	1.061	1.036
NAD	Kab. Aceh Tamiang	23.621	19.715
NAD	Kab. Aceh Tengah	5.484	5.539
NAD	Kab. Aceh Tenggara	1.138	816
NAD	Kab. Aceh Timur	4.479	3.256
NAD	Kab. Aceh Utara	9.439	6.317
NAD	Kab. Bener Meriah	8.952	8.284
NAD	Kab. Bireuen	8.023	5.072
NAD	Kab. Gayo Luwes	1.809	2.223
NAD	Kab. Nagan Raya	1.628	1.163
NAD	Kab. Pidie	17.217	17.244
NAD	Kab. Pidie Jaya	11.183	7.773
NAD	Kab. Simeulue	9.323	8.351
NAD	Kota Banda Aceh	26.807	24.044
NAD	Kota Langsa	22.472	20.033
NAD	Kota Lhokseumawe	8.410	6.193
NAD	Kota Sabang	4.944	4.511
NAD	Kota Subulussalam	1.115	1.022

Sumber: Pertamina, 2021.

Kuota Dan Realisasi Premium Pertamina per Kota Kabupaten Tahun 2021

Provinsi	Kabupaten	Kouta (KL)	Realisasi (KL)
NAD	Kab. Aceh Barat	2.999	1.064
NAD	Kab. Aceh Barat Daya	1.333	432
NAD	Kab. Aceh Besar	8.034	2.696
NAD	Kab. Aceh Jaya	1.422	256
NAD	Kab. Aceh Selatan	5.234	1.560
NAD	Kab. Aceh Singkil	2.533	792
NAD	Kab. Aceh Tamiang	17.235	9.312
NAD	Kab. Aceh Tengah	8.068	3.456
NAD	Kab. Aceh Tenggara	3.519	200
NAD	Kab. Aceh Timur	8.134	2.120
NAD	Kab. Aceh Utara	7.600	3.224
NAD	Kab. Bener Meriah	9.867	4.376
NAD	Kab. Bireuen	7.600	3.112
NAD	Kab. Gayo Lues	4.967	2.208
NAD	Kab. Nagan Raya	934	56
NAD	Kab. Pidie	21.969	8.728
NAD	Kab. Pidie Jaya	9.734	3.712
NAD	Kab. Simeuleu	9.401	6.160
NAD	Kota Banda Aceh	15.602	6.536
NAD	Kota Langsa	20.402	9.024
NAD	Kota Lhokseumawe	8.568	3.504
NAD	Kota Sabang	6.284	3.452
NAD	Kota Subulussalam	534	64

Sumber: Pertamina, 2022.

Kuota dan Realisasi Biosolar (B30) Pertamina per Kota Kabupaten Tahun 2020

Provinsi	Kabupaten	Kouta (KL)	Realisasi (KL)
NAD	Kab. Aceh Barat	17.130	17.194
NAD	Kab. Aceh Barat Daya	8.410	8.878
NAD	Kab. Aceh Besar	29.236	27.913
NAD	Kab. Aceh Jaya	8.174	8.233
NAD	Kab. Aceh Selatan	12.978	13.331
NAD	Kab. Aceh Singkil	7.520	7.006
NAD	Kab. Aceh Tamiang	24.068	21.924
NAD	Kab. Aceh Tengah	10.631	10.708
NAD	Kab. Aceh Tenggara	9.118	9.177
NAD	Kab. Aceh Timur	34.998	31.804
NAD	Kab. Aceh Utara	25.582	23.334
NAD	Kab. Bener Meriah	9.183	9.411
NAD	Kab. Bireuen	31.721	30.275
NAD	Kab. Gayo Lues	4.212	4.292
NAD	Kab. Nagan Raya	11.892	11.735
NAD	Kab. Pidie	17.524	23.744
NAD	Kab. Pidie Jaya	16.128	11.124
NAD	Kab. Simeulue	3.420	2.960
NAD	Kota Banda Aceh	25.594	23.727
NAD	Kota Langsa	18.282	17.283
NAD	Kota Lhokseumawe	19.319	21.210
NAD	Kota Sabang	2.624	1.977
NAD	Kota Subulussalam	10.443	10.410

Sumber: Pertamina, 2021.

Kuota dan Realisasi Biosolar (B30) Pertamina per Kota Kabupaten Tahun 2021

Provinsi	Kabupaten	Kouta (KL)	Realisasi (KL)
NAD	Kab. Aceh Barat	21.095	16.062
NAD	Kab. Aceh Barat Daya	9.632	7.116
NAD	Kab. Aceh Besar	30.235	22.682
NAD	Kab. Aceh Jaya	9.840	7.592
NAD	Kab. Aceh Selatan	15.517	11.412
NAD	Kab. Aceh Singkil	10.343	5.520
NAD	Kab. Aceh Tamiang	21.395	15.753
NAD	Kab. Aceh Tengah	10.087	7.624
NAD	Kab. Aceh Tenggara	9.282	6.944
NAD	Kab. Aceh Timur	31.444	23.176
NAD	Kab. Aceh Utara	26.338	19.249
NAD	Kab. Bener Meriah	9.774	7.120
NAD	Kab. Bireuen	30.444	22.056
NAD	Kab. Gayo Lues	4.077	3.056
NAD	Kab. Nagan Raya	11.562	8.232
NAD	Kab. Pidie	25.847	19.384
NAD	Kab. Pidie Jaya	11.519	8.632
NAD	Kab. Simeuleu	1.972	2.905
NAD	Kota Banda Aceh	27.533	20.530
NAD	Kota Langsa	17.691	12.976
NAD	Kota Lhokseumawe	20.194	15.076
NAD	Kota Sabang	1.008	2.034
NAD	Kota Subulussalam	11.151	8.192

Sumber: Pertamina, 2022.

LAMPIRAN- I SURAT GUBERNUR ACEH
 NOMOR 542/19627
 TANGGAL 23 NOVEMBER 2022.-----

USULAN KUOTA JBT (BIOSOLAR) TAHUN 2023

Nomor	Kabupaten/Kota	Kuota JBT Solar per Konsumen Pengguna					Total (KL)
		Usaha Perikanan (KL)	Usaha Pertanian (KL)	Pelayanan Umum (KL)	Usaha Mikro (KL)	Transportasi (KL)	
1	ACEH BARAT	5.760	600	19.680	131	34.368	60.539
2	ACEH BARAT DAYA	1.248	52	10	32	11.282	12.624
3	ACEH BESAR	3.330	458	40	123	36.025	39.976
4	ACEH JAYA	5.029	1.677	838	1.677	7.544	16.765
5	ACEH SELATAN	2.477	488	179	13.191	3.900	20.235
6	ACEH SINGKIL	2.083	4.000	0	9.408	1.500	16.991
7	ACEH TAMIANG	8.000	3.500	1.522	3.500	9.000	25.522
8	ACEH TENGAH	0	67	46	163	24.483	24.759
9	ACEH TENGGARA	0	3.000	2.500	2.500	15.040	23.040
10	ACEH TIMUR	5.938	3.483	150	120	70.591	80.282
11	ACEH UTARA	3.800	350	100	340	31.210	35.800
12	BENER MERIAH	31	2.684	27	359	10.921	14.022
13	BIREUEN	2.697	330	42	132	39.796	42.997
14	BANDA ACEH	7.682	4.579	3.246	5.264	12.976	33.747
15	GAYOLUES	0	2.104	0	0	5.000	7.104
16	NAGAN RAYA	821	705	61	13	14.217	15.817
17	PIDIE	9.145	1.487	36	90	32.995	43.753
18	PIDIE JAYA	5.029	1.677	838	1.677	7.544	16.765
19	LANGSA	990	98	8.586	2	12.879	22.555
20	LHOKSEUMAWE	2.699	1.350	17	28	29.622	33.716
21	SABANG	535	0	4	15	4.440	4.994
22	SUBULUSSAM	0	1.240	2.000	1.000	10.000	14.240
23	SIMEULUE	4.200	25	2.652	24	148	7.049
TOTAL		71.494	33.954	42.574	39.789	425.481	613.292

4

جامعة الرانيري

AR - RANIRY

LAMPIRAN- III SURAT GUBERNUR ACEH
 NOMOR 542/19627
 TANGGAL 23 NOVEMBER 2022,-----

USULAN KUOTA JBKP (PERTALITE) TAHUN 2023

Nomor	Kabupaten/Kota	Kuota JBKP (KL)
1	ACEH BARAT	33.931
2	ACEH BARAT DAYA	15.610
3	ACEH BESAR	47.466
4	ACEH JAYA	15.693
5	ACEH SELATAN	30.970
6	ACEH SINGKIL	16.295
7	ACEH TAMIANG	33.162
8	ACEH TENGAH	19.795
9	ACEH TENGGARA	34.560
10	ACEH TIMUR	40.000
11	ACEH UTARA	30.000
12	BENER MERIAH	26.754
13	BIREUEN	48.299
14	BANDA ACEH	77.884
15	GAYOLUES	10.512
16	NAGAN RAYA	24.742
17	PIDIE	27.715
18	PIDIE JAYA	15.693
19	LANGSA	32.830
20	LHOKSEUMAWE	33.369
21	SABANG	5.731
22	SUBULUSSAM	14.105
23	SIMEULUE	11.000
TOTAL		596.575

Kuota Jenis Bahan Bakar Minyak Tertentu (JBT) dan Jenis Bahan Bakar Minyak Khusus Penugasan (JBKP) Provinsi Aceh

No.	Kabupaten/Kota	Kuota JBT (KL)		Kuota JBKP (KL)
		Minyak Solar	Minyak Tanah	
1	Kab. Aceh Barat	20.647	-	29.785
2	Kab. Aceh Barat Daya	10.222	-	14.255
3	Kab. Aceh Besar	30.232	-	45.720
4	Kab. Aceh Jaya	14.072	-	18.268
5	Kab. Aceh Selatan	18.655	-	26.291
6	Kab. Aceh Tamiang	17.442	-	31.617
7	Kab. Aceh Tengah	10.194	-	22.420
8	Kab. Aceh Tenggara	8.566	-	17.560
9	Kab. Aceh Timur	32.139	-	35.938
10	Kab. Aceh Utara	29.701	-	33.455
11	Kab. Bener Meriah	8.853	-	20.318
12	Kab. Gayo Lues	5.442	-	13.061
13	Kab. Nagan Raya	9.507	-	25.074
14	Kab. Pidie	26.430	-	30.705
15	Kab. Pidie Jaya	11.400	-	12.591
16	Kab. Simeulue	3.932	3.360	11.100
17	Kab. Aceh Singkil	8.165	-	15.740
18	Kota Banda Aceh	26.584	-	74.617
19	Kota Sabang	2.173	-	5.189
20	Kota Langsa	14.375	-	29.827
21	Kota Lhokseumawe	21.885	-	31.959
22	Kota Subulussalam	10.135	-	12.830
23	Kab. Bireuen	32.924	-	44.384
Provinsi Aceh		373.675	3.360	602.704