

**PERKIRAAN EMISI GAS RUMAH KACA PADA SEKTOR  
TRANSPORTASI MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK *LOW  
EMISSION ANALYSIS PLATFORM (LEAP)* DI KOTA BANDA ACEH  
HINGGA TAHUN 2030**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Oleh:**

**AHMAD FADHILLAH**

**NIM. 190702024**

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



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY  
DARUSSALAM - BANDA ACEH  
2024 M/1446 H**

**LEMBAR PERSETUJUAN**  
**PERKIRAAN EMISI GAS RUMAH KACA PADA SEKTOR**  
**TRANSPORTASI MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK *LOW***  
***EMISSION ANALYSIS PLATFORM (LEAP)* DI KOTA BANDA ACEH**  
**HINGGA TAHUN 2030**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh  
Sebagai Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana dalam Teknik lingkungan

Diajukan Oleh:

**AHMAD FADHILLAH**

**NIM.190702024**

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi  
Program Studi Teknik Lingkungan

Banda Aceh, 8 Juli 2024

Telah Diperiksa dan Disetujui Oleh:

Pembimbing I



**Suardi Nur, S.T., M.Sc., P.hD**

**NIDN. 2010108103**

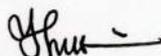
Pembimbing II



**Mulyadi Abdul Wahid, M.Sc**

**NIDN. 2015118002**

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



**Husnawati Yahya, M.Sc**

**NIDN. 2009118301**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PERKIRAAN EMISI GAS RUMAH KACA PADA SEKTOR  
TRANSPORTASI MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK *LOW*  
*EMISSION ANALYSIS PLATFORM (LEAP)* DI KOTA BANDA ACEH  
HINGGA TAHUN 2030**

**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 Persyaratan Kelulusan Program Sarjana (S1)  
dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Pada Hari/Tanggal: **Senin, 8 Juli 2024**  
**2 Muharam 1445 H**

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir

Ketua,



**Suardi Nur, S.T., M.Sc., P.hD**  
**NIDN. 2010108103**

Sekretaris,



**Mulyadi Abdul Wahid, M.Sc**  
**NIDN. 2009118301**

Penguji I,



**Arief Rahman, M.T**  
**NIDN.2010038901**

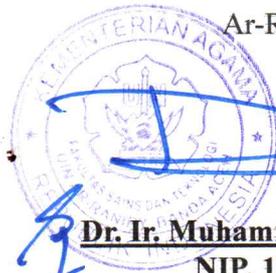
Penguji II,



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

Mengetahui,

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



**Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, M.T., IPU**  
**NIP. 196210021988111001**

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Fadhillah  
NIM : 190702024  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Judul Proposal : Perkiraan Emisi Gas Rumah Kaca Pada Sektor Transportasi  
Menggunakan Perangkat Lunak *Low Emission Analysis Platform (LEAP)* Di Kota Banda Aceh Hingga Tahun 2030

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

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggung jawabkannya;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini.

Apabila 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 melanggar pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh. Demikian pernyataan ini saya buat dengan dan tanpa paksaan dari pihak manapun.



8 Juli 2024  
enyatakan,

**Ahmad Fadhillah**  
NIM. 190702024

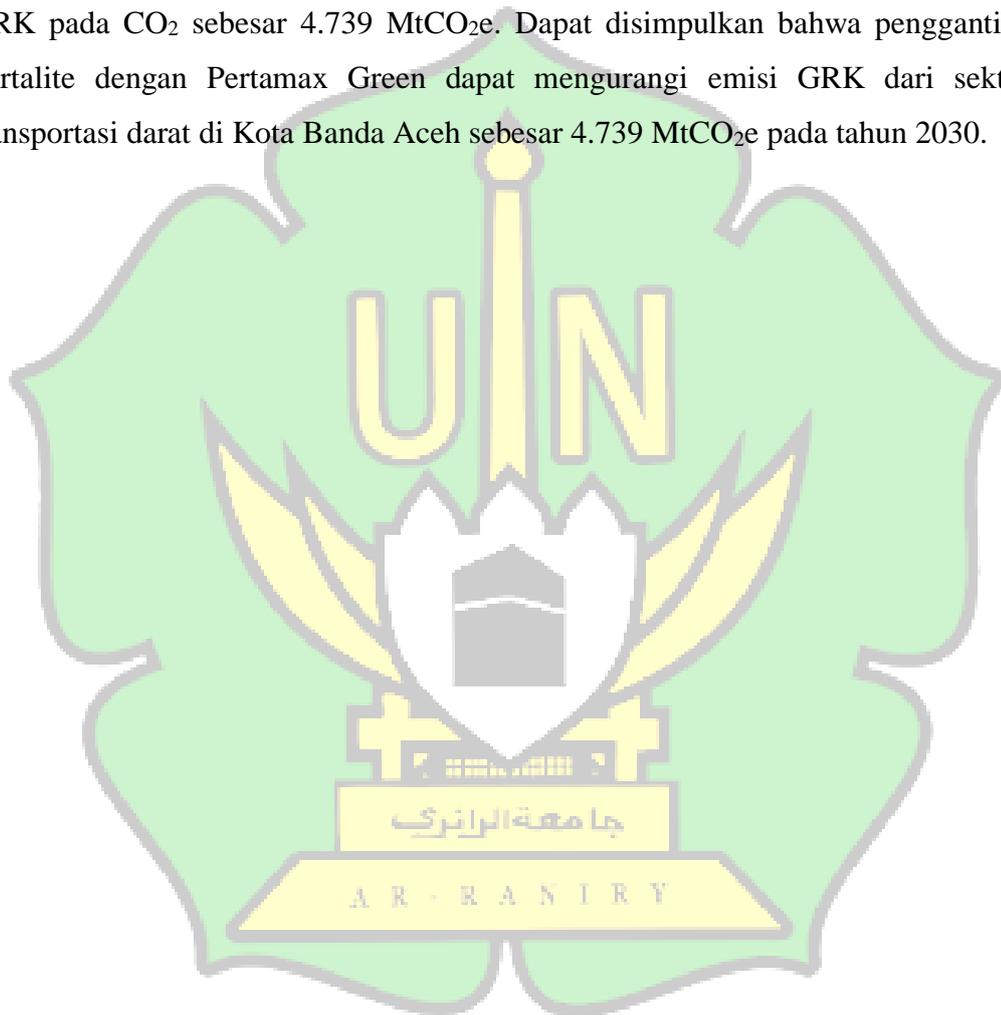
## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

### ABSTRAK

Nama : Ahmad Fadhillah  
NIM : 190702024  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Judul : Perkiraan Emisi Gas Rumah Kaca Pada Sektor Transportasi Menggunakan Perangkat Lunak Low Emission Analysis Platform (LEAP) Di Kota Banda Aceh Hingga Tahun 2030  
Pembimbing I : Suardi Nur, S.T., M.Sc., P.hD  
Pembimbing II : Mulyadi Abdul Wahid, M.Sc  
Kata Kunci : Perkiraan, Energi BBM, Emisi GRK, LEAP Software, Kota Banda Aceh

Sektor transportasi darat merupakan penyumbang terbesar emisi gas rumah kaca (GRK) lebih dari 23% di Kota Banda Aceh. Jumlah kendaraan yang terus meningkat mengakibatkan peningkatan konsumsi bahan bakar minyak (BBM) yang berdampak pada peningkatan emisi GRK. Penelitian ini bertujuan untuk memperkirakan peningkatan GRK berdasarkan perkiraan peningkatan permintaan energi (BBM) dari sektor transportasi darat di Kota Banda Aceh hingga tahun 2030 dengan menggunakan perangkat lunak *Low Emission Analysis Platform* (LEAP). Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode skenario *Business as Usual* (BaU) untuk memodelkan rata-rata pertumbuhan penggunaan BBM dan jumlah kendaraan dari tahun 2018-2022 untuk memperkirakan permintaan energi dan emisi GRK berupa CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, dan CH<sub>4</sub> berdasarkan faktor emisi dari IPCC. Berdasarkan hasil pemodelan dengan skenario BaU diperkirakan permintaan BBM jenis *Gasoline* meningkat 4.126.820 SBM pada tahun 2030, permintaan BBM jenis Solar meningkat 297.974 SBM pada tahun 2030, dan hasil emisi GRK dari *Gasoline* meningkat 1.667.383 MtCO<sub>2</sub>e, emisi GRK dari Solar meningkat 127.343 MtCO<sub>2</sub>e. Selanjutnya, penelitian ini juga mencoba

menggunakan skenario pengalihan Peralite menjadi Pertamina Green yang memiliki RON 92 yang diperkirakan berdampak pada penurunan emisi dari CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, dan CH<sub>4</sub> yang lebih tinggi dari skenario BaU dengan tahun awal pada tahun 2025. Hasil skenario Pertamina Green dari permintaan energi 1.788.319 SBM pada tahun 2030, dan emisi GRK meningkat 1.646.048 MtCO<sub>2</sub>e pada tahun 2030. Berdasarkan hasil pemodelan kedua skenario tersebut terdapat pengurangan emisi GRK pada CO<sub>2</sub> sebesar 4.739 MtCO<sub>2</sub>e. Dapat disimpulkan bahwa penggantian Peralite dengan Pertamina Green dapat mengurangi emisi GRK dari sektor transportasi darat di Kota Banda Aceh sebesar 4.739 MtCO<sub>2</sub>e pada tahun 2030.



## ABSTRACT

*Name* : Ahmad Fadhillah

*NIM* : 190702024

*Study Program* : Environmental Engineering

*Jundul* : Estimation of Greenhouse Gas Emissions in the Transportation Sector Using the Low Emission Analysis Platform (LEAP) Software in Banda Aceh City Until 2030

*Pembimbing I* : Suardi Nur, S.T., M.Sc., P.hD

*Pembimbing II* : Mulyadi Abdul Wahid, M.Sc

*Key Topics* : Forecast, Petroleum Fuel Energy, GHG Emissions, LEAP Software, Banda Aceh City.

The land transportation sector is the largest contributor to greenhouse gas (GHG) emissions, accounting for more than 23% in Banda Aceh City. The increasing number of vehicles has led to an increase in fuel oil (BBM) consumption, which impacts the rise in GHG emissions. This study aims to estimate the increase in GHG emissions based on the projected increase in energy (BBM) demand from the land transportation sector in Banda Aceh City until 2030 using the Low Emission Analysis Platform (LEAP) software. The method used in this study employs the Business as Usual (BaU) scenario to model the average growth in BBM usage and the number of vehicles from 2018-2022 to estimate energy demand and GHG emissions in the form of CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, and CH<sub>4</sub> based on IPCC emission factors. Based on the modeling results with the BaU scenario, it is estimated that the demand for Gasoline will increase by 4,126,820 BOE in 2030, the demand for Diesel will increase by 297,974 BOE in 2030, and GHG emissions from Gasoline will increase by 1,667,383 MtCO<sub>2e</sub>, and GHG emissions from Diesel will increase by 127,343 MtCO<sub>2e</sub>. Furthermore, this study also attempts to use the scenario of switching from Peralite to Pertamina Green, which has an RON of 92, and is expected to result in higher reductions in CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, and CH<sub>4</sub> emissions compared to the BaU scenario starting in 2025. The Pertamina Green scenario results in an energy

*demand of 1,788,319 BOE in 2030, and GHG emissions increase by 1,646,048 MtCO<sub>2e</sub> in 2030. Based on the modeling results of these two scenarios, there is a reduction in GHG emissions of CO<sub>2</sub> by 4,739 MtCO<sub>2e</sub>. It can be concluded that replacing Peralite with Pertamina Green can reduce GHG emissions from the land transportation sector in Banda Aceh City by 4,739 MtCO<sub>2e</sub> in 2030.*



## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillah*, puji syukur penulis ucapkan kepada Allah Swt. yang telah melimpahkan rahmat dan Karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir ini. Selawat dan salam penulis mohonkan kepada Allah Swt., semoga disampaikan kepada junjungan kita Nabi Muhammad saw. yang telah memberikan jalan yang terang dan petunjuk kepada kita semua.

Tugas Akhir yang berjudul “Perkiraan Emisi Gas Rumah Kaca Pada Sektor Transportasi Menggunakan Perangkat Lunak *Low Emission Analysis Platform* (LEAP) di Kota Banda Aceh Hingga Tahun 2030” ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mengerjakan tugas akhir sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana dalam ilmu Teknik Lingkungan. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada berbagai pihak yang telah mendukung dan membimbing penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.

Penyusun mengucapkan terimakasih kepada semua pihak atas dukungan dan bantuannya yang tulus selama melakukan penelitian dan proses penyusunan Tugas Akhir ini, Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tidak terhingga kepada:

1. Dr. Ir. M. Dirhamsyah, M.T., IPU. yang menjabat sebagai Dekan Fakultas Sains dan Teknologi di Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
2. Ibu Husnawati Yahya, S.Si., M.Sc. selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
3. Bapak Aulia Rohendi, S.T., M.Sc. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
4. Bapak Suardi Nur, S.T., M.Sc., P.hD. selaku dosen Pembimbing sekaligus motivator Tugas Akhir di Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

5. Bapak Mulyadi Abdul Wahid, M.Sc. Selaku Dosen Pembimbing sekaligus motivator Tugas Akhir di Program Studi Teknik Lingkungan UIN Ar-Raniry.
6. Ibu Dr. Eng Nur Aida, M.Si. Selaku Dosen Pembimbing Akademik penulis di Program Studi Teknik Lingkungan UIN Ar-Raniry.

Penulis ingin mengungkapkan rasa terima kasih kepada seluruh dosen di Program Studi Teknik Lingkungan yang telah berdedikasi memberikan bimbingan dan pengetahuan selama perjalanan akademis penulis. Juga, penulis ingin menyampaikan penghargaan kepada teman seangkatan di Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh, yang telah menjadi bagian berharga dalam proses pembelajaran ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih terdapat ruang untuk perbaikan. Oleh karena itu, dengan tulus, penulis mengundang kritik dan saran yang membangun dari semua pihak guna meningkatkan kualitas tugas akhir ini. Akhir kata, penulis berharap agar Allah SWT membalas segala kebaikan yang telah diberikan oleh seluruh pihak, dan semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat yang signifikan.

Banda Aceh, 8 Juli 2024

Penulis.



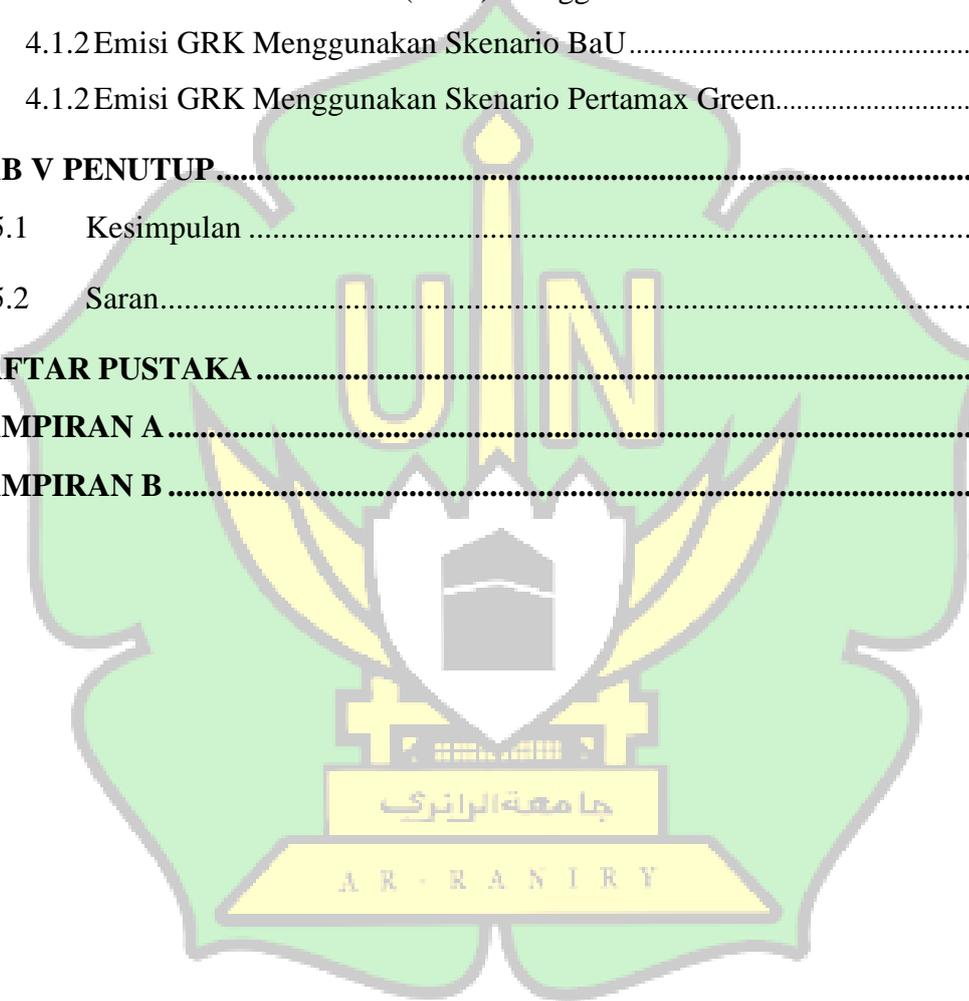
Ahmad Fadhillah

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	7
1.3 Tujuan Penelitian .....	7
1.4 Manfaat Penelitian .....	8
1.5 Batasan Penelitian .....	8
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>9</b>
2.1 Perubahan Iklim .....	9
2.2 Sumber Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) .....	9
2.2.1 Antropogenik.....	10
2.2.2 Non-Antropogenik .....	14
2.3 Pengelompokan BBM .....	17
2.3.1 Bensin ( <i>Gasoline</i> ).....	17
2.3.2 Diesel.....	19
2.4 Emisi Sektor Transportasi Terhadap GRK .....	20
2.4.1 Karbondioksida (CO <sub>2</sub> ).....	21
2.4.2 Nitrogen Oksida (N <sub>2</sub> O) .....	22
2.4.3 Metana (CH <sub>4</sub> ) .....	22

2.5	Faktor Emisi GRK dari Transportasi .....	23
2.6	<i>Low Emission Analysis Platform (LEAP) Model</i> .....	24
2.7	Perhitungan Emisi GRK dengan Metode IPCC .....	26
2.8	Skenario BaU ( <i>Business As Usual</i> ).....	27
2.9	Penelitian Terdahulu .....	28
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>32</b>
3.1	Jenis Penelitian.....	32
3.2	Tahapan Pemodelan Penelitian .....	32
3.2.1	Studi literatur.....	34
3.2.2	Identifikasi masalah.....	34
3.2.3	Pengumpulan data.....	34
3.2.4	Pengelompokan dan Pengolahan Data Secara Manual .....	35
3.2.5	Tahapan Pemodelan LEAP.....	36
3.3	Lokasi Penelitian.....	36
3.4	Waktu Penelitian .....	32
3.5	Alat dan bahan.....	38
3.6	Prosedur Penelitian.....	38
3.6.1	Menentukan parameter dasar ( <i>Basic Parameter</i> ) .....	38
3.6.2	Menentukan Unit.....	39
3.6.3	Mengatur Jenis Bahan Bakar.....	40
3.6.4	Membuat Skenario .....	40
3.6.5	Validasi Data.....	41
3.6.6	Perkiraan Kebutuhan Bahan Bakar Minyak dan Emisi GRK dengan Skenario BaU Menggunakan Perangkat Lunak LEAP .....	42
3.6.7	Perkiraan Emisi GRK dengan Skenario Pertamina Green Menggunakan Perangkat Lunak LEAP.....	42
3.6.8	Analisis Hasil .....	42

<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>44</b>
4.1    Proyeksi Jumlah Kendaraan dan Penggunaan BBM.....	44
4.1.1 Proyeksi Penggunaan BBM.....	44
4.1.2 Proyeksi Jumlah Kendaraan.....	46
4.2    Proyeksi Kebutuhan Energi Final .....	48
4.3    Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) Menggunakan Skenario BaU .....	50
4.1.2 Emisi GRK Menggunakan Skenario BaU.....	46
4.1.2 Emisi GRK Menggunakan Skenario Pertamina Green.....	46
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>56</b>
5.1    Kesimpulan .....	56
5.2    Saran.....	57
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>58</b>
<b>LAMPIRAN A.....</b>	<b>64</b>
<b>LAMPIRAN B.....</b>	<b>71</b>



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b> Faktor Emisi GRK.....	24
<b>Tabel 2. 2</b> Penelitian Terdahulu.....	28
<b>Tabel 3. 1</b> Spesifikasi Alat Penelitian.....	38
<b>Tabel 4. 1</b> Proyeksi penggunaan BBM dengan perhitungan manual dan skenario BaU .....	44
<b>Tabel 4. 2</b> Perbandingan Penggunaan BBM Skenario BaU dan Perhitungan Manual.....	45
<b>Tabel 4.3</b> Proyeksi jumlah kendaraan dengan perhitungan manual dan skenario BaU.....	47
<b>Tabel 4. 4</b> Perbandingan jumlah kendaraan dari perhitungan manual dan skenario BaU .....	47
<b>Tabel 4. 5</b> Hasil perkiraan permintaan energi skenario BaU.....	48
<b>Tabel 4. 6</b> Hasil perkiraan emisi GRK dari Gasoline menggunakan skenario BaU.....	50
<b>Tabel 4. 7</b> Hasil perkiraan emisi GRK dari solar menggunakan skenario BaU ...	52
<b>Tabel 4. 8</b> Emisi GRK di Kota Banda Aceh.....	53
<b>Tabel 4. 9</b> Hasil dari Skenario BaU dan Pertamina Green .....	54

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1. 1</b>	Perubahan Iklim 2011-2021 .....	1
<b>Gambar 1. 2</b>	Emisi GRK Global Pada Tahun 2014.....	3
<b>Gambar 1. 3</b>	Komitmen INDC Indonesia.....	3
<b>Gambar 1. 4</b>	Emisi GRK di Indonesia Tahun 2020.....	4
<b>Gambar 1. 5</b>	Emisi GRK Kota Banda Aceh Tahun 2019.....	5
<b>Gambar 2. 1</b>	Grafik Emisi GRK Sektor LULUCF.....	14
<b>Gambar 2. 2</b>	Tampilan LEAP.....	25
<b>Gambar 3. 1</b>	Diagram Alur Penelitian.....	33
<b>Gambar 3. 2</b>	Tahapan Pemodelan.....	36
<b>Gambar 3. 3</b>	Lokasi Penelitian .....	37
<b>Gambar 3. 4</b>	Mengeset Tahun Dasar dan Tahun Akhir.....	39
<b>Gambar 3. 5</b>	Mengeset Unit.....	39
<b>Gambar 3. 6</b>	Mengeset jenis bahan bakar.....	39
<b>Gambar 3. 7</b>	Skenario Business As Usual (BaU).....	41
<b>Gambar 4. 1</b>	Proyeksi Penggunaan BBM menggunakan skenario BaU.....	46
<b>Gambar 4. 2</b>	Proyeksi jumlah kendaraan menggunakan skenario BaU .....	48
<b>Gambar 4. 3</b>	Perkiraan permintaan energi menggunakan skenario BaU.....	49
<b>Gambar 4. 4</b>	Hasil perkiraan emisi GRK dari Gasoline menggunakan skenario BaU.....	51
<b>Gambar 4. 5</b>	Hasil perkiraan dari Emisi N <sub>2</sub> O dan CH <sub>4</sub> .....	51
<b>Gambar 4. 6</b>	Hasil perkiraan emisi GRK dari solar menggunakan skenario BaU .....	52
<b>Gambar 4. 7</b>	Hasil perkiraan dari Emisi N <sub>2</sub> O dan CH <sub>4</sub> .....	52
<b>Gambar 4. 8</b>	Hasil perkiraan Emisi GRK di Kota Banda Aceh .....	53
<b>Gambar 4. 9</b>	Hasil perkiraan dari Emisi N <sub>2</sub> O dan CH <sub>4</sub> .....	54
<b>Gambar 4. 10</b>	Perbandingan dari Skenario BaU dan Pertamina Green.....	55

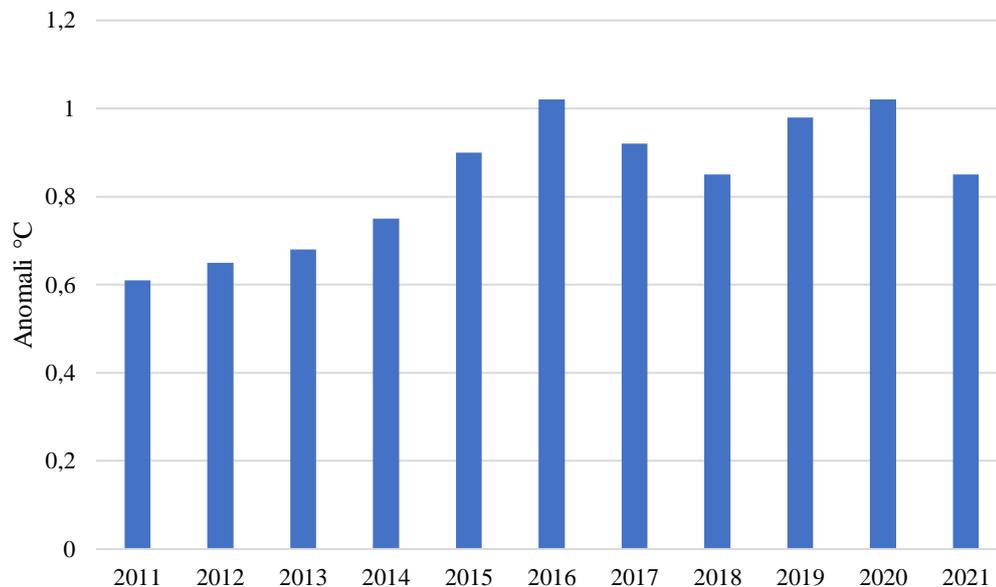
# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Fenomena Efek Rumah Kaca (*Greenhouse Effect*) adalah suatu kejadian di mana peningkatan suhu pada permukaan bumi terjadi sebagai akibat dari penangkapan radiasi panas di dalam atmosfer. Ketika sinar matahari menembus atmosfer dan mencapai permukaan bumi, sekitar 70 persen dari energi tersebut diserap oleh tanah, tumbuhan, lautan, dan objek lainnya. Sebaliknya, tiga puluh persen sisanya dipantulkan kembali melalui interaksi dengan awan, hujan, dan permukaan reflektif lainnya (Pratama & Parinduri, 2019).

Suhu global telah meningkat selama 10 tahun yang lalu, dengan anomali suhu tertinggi yang dicatat pada tahun 2016 dan 2020. Grafik menunjukkan bahwa suhu global telah berkisar di sekitar suhu rata-rata, dengan beberapa tahun memiliki anomali suhu yang lebih tinggi atau lebih rendah. Berdasarkan NASA *Climate Change* grafik menunjukkan anomali suhu global dari tahun 2011 hingga 2021 dapat dilihat pada Gambar 1.1.

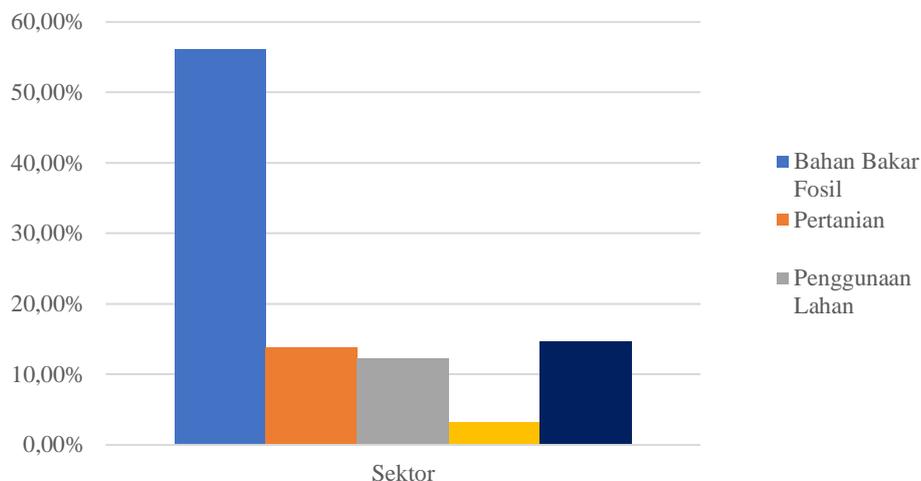


**Gambar 1. 1** Perubahan Iklim 2011-2021  
Sumber: Nasa Climate Change

Fenomena peningkatan suhu permukaan bumi yang terjadi akibat penangkapan dan penahanan radiasi inframerah oleh gas rumah kaca (GRK) dalam atmosfer bumi dikenal sebagai efek rumah kaca. Ini disebabkan oleh kemampuan GRK, seperti karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), metana ( $\text{CH}_4$ ), dan nitrogen oksida ( $\text{N}_2\text{O}$ ), untuk menyerap radiasi inframerah yang dipancarkan oleh permukaan bumi dan kemudian inframerah yang terpantul tidak diteruskan ke luar angkasa tetapi memancarkannya kembali ke permukaan, meningkatkan suhu rata-rata global serta menyebabkan perubahan iklim yang signifikan (Wahyudi, 2016).

Udara kita saat ini telah tercemar oleh polusi, yang berasal dari berbagai emisi. Sebagian besar emisi Gas Rumah Kaca (GRK) berasal dari Antropogenik dan Non-Antropogenik, termasuk kegiatan industri, rumah tangga, transportasi sehari-hari, erupsi, kebakaran hutan, dan aktivitas Mikroorganisme. Masalah emisi gas rumah kaca (GRK) ini belum mendapatkan perhatian yang seharusnya dalam konteks kualitas udara karena sering diabaikannya regulasi yang memadai untuk mengendalikan peningkatan emisi tersebut. Oleh karena itu, penting bagi kita untuk meningkatkan kesadaran akan dampak emisi GRK terhadap kesehatan manusia dan lingkungan serta mendukung upaya untuk mengurangi emisi ini guna menjaga kualitas udara yang kita hirup setiap hari (Aldrian dkk., 2014).

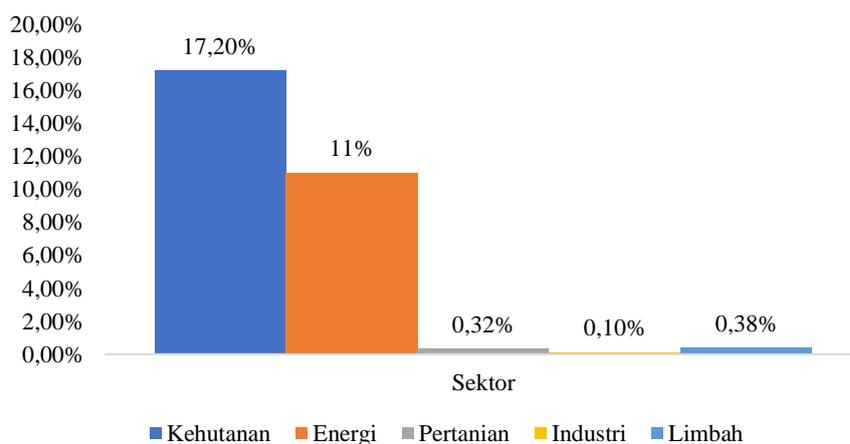
GRK memiliki dampak signifikan terhadap efek rumah kaca, yang secara langsung maupun tidak langsung menyebabkan perubahan iklim. Dalam Konvensi PBB mengenai Kerangka Kerja Perubahan Iklim (UNFCCC) yang diselenggarakan di Rio de Janeiro, Brasil, pada tahun 1992, teridentifikasi enam jenis gas yang dikenal sebagai gas rumah kaca (GRK). Gas-gas ini mencakup karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), Metana ( $\text{CH}_4$ ), Nitrogen Oksida ( $\text{N}_2\text{O}$ ), Sulfurheksafluorida ( $\text{SF}_6$ ), Perfluorokarbon (PFC), dan Hidrofluorokarbon (HFC). Dari keenam gas rumah kaca tersebut,  $\text{CO}_2$  memiliki kontribusi terbesar sebesar 56,6% terhadap Perubahan Iklim. Hal ini juga mencerminkan pentingnya pemahaman terhadap peran  $\text{CO}_2$  dalam perubahan iklim global. (Aritenang, 2019).



**Gambar 1. 2** Emisi GRK Global Pada Tahun 2014

Sumber: IPCC, 2014

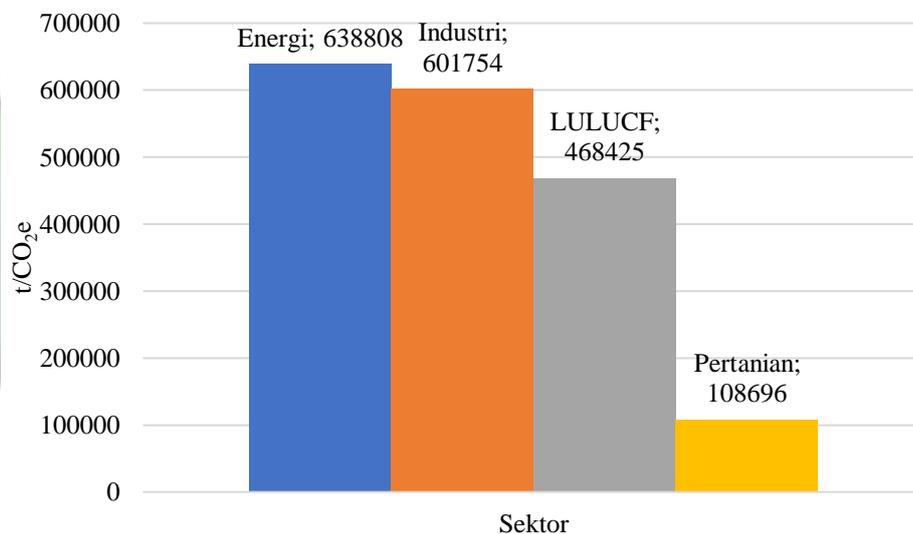
Berdasarkan data IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) tahun 2014, terlihat bahwa sektor konsumsi Bahan Bakar Fosil (BBF) merupakan penyumbang terbesar emisi gas rumah kaca global, mencapai 56,10%. Sementara itu, sektor industri berkontribusi sebesar 14,70%, sektor pertanian sebesar 13,80%, perubahan penggunaan lahan 12,20%, dan limbah sekitar 3,2%. Dari data ini, dapat disimpulkan bahwa konsumsi bahan bakar fosil yang berlebihan, yang tak terpisahkan dari gaya hidup manusia, menjadi penyebab utama tingginya emisi gas rumah kaca (IPCC, 2014).



**Gambar 1. 3** Komitmen INDC Indonesia

Sumber: Aritenang, 2022

Pada 22 April 2016, Pemerintah Indonesia secara resmi mengumumkan *Intended Nationally Determined Contribution* (INDC) dengan komitmen penurunan emisi gas rumah kaca sebesar 31,89% melalui upaya nasional dan 43,2% dengan bantuan internasional pada tahun 2030. Target penurunan emisi terbagi atas beberapa sektor utama yaitu; kehutanan 17,2%, Energi 11%, Pertanian 0,32%, Industri 0,10% dan Limbah 0,38% (Aritenang, 2022). Komitmen ini mencerminkan keseriusan Indonesia dalam menghadapi masalah emisi GRK dan menandakan bahwa pengurangan emisi ini telah menjadi agenda nasional yang mendesak (Prastiyo dkk., 2020).

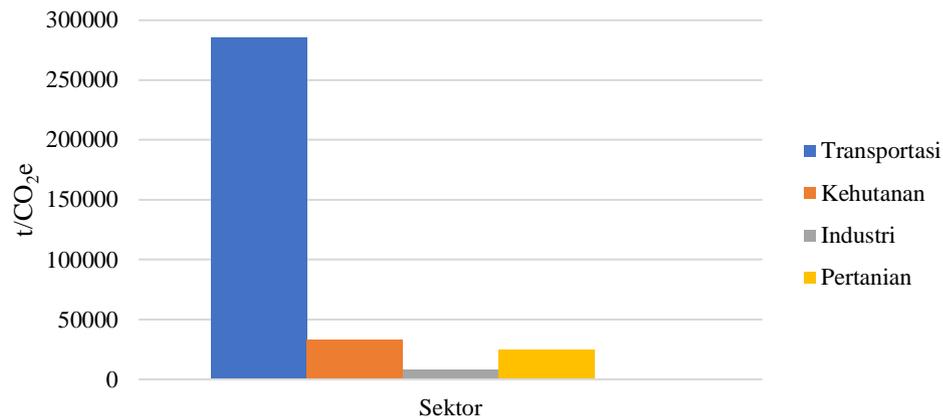


**Gambar 1.4** Emisi GRK di Indonesia Tahun 2020  
Sumber: KLHK, 2020

Sektor Energi, industri, *Land Use Land-Use Change and Forestry* (LULUCF), erupsi, transportasi, dan pertanian. Memainkan peran penting dalam mendukung pertumbuhan ekonomi Indonesia. Namun, sektor-sektor ini juga memberikan kontribusi signifikan terhadap tingkat emisi CO<sub>2</sub> di Indonesia. Berdasarkan sumber emisi, pada tahun 2019 sektor energi di Indonesia menghasilkan emisi GRK sebesar 638.808 t/CO<sub>2</sub>e, Industri 601.754 t/CO<sub>2</sub>e, LULUCF 468.425 t/CO<sub>2</sub>e, dan pertanian 108.598 t/CO<sub>2</sub>e (KLHK, 2020).

Menurut Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Aceh GRK di Aceh dominan dari sumber berasal dari berbagai aktivitas manusia, seperti pertanian,

peternakan, transportasi, industri manufaktur dan konstruksi, serta sektor energi (Ddjoko, 2020). Berdasarkan proyeksi Rencana Umum Energi Aceh (RUEA) emisi GRK di Aceh terus mengalami peningkatan. Pada tahun dasar 2015, emisi GRK sebesar 3,3 juta ton CO<sub>2</sub>eq dan pada tahun 2025 diperkirakan emisi GRK meningkat menjadi 4,2 juta ton CO<sub>2</sub>eq (RUEA, 2019).



**Gambar 1.5** Emisi GRK Kota Banda Aceh Tahun 2019  
Sumber: RAD, 2020

Berdasarkan data estimasi yang terdapat dalam Rencana Aksi Daerah (RAD) GRK untuk Kota Banda Aceh pada tahun 2019, emisi GRK di ibu kota Provinsi Aceh ini dapat dipilah berdasarkan sektor. Sebagai gambaran, sektor transportasi diestimasi menyumbang sekitar 285.321 t/CO<sub>2</sub>e, sektor pertanian diestimasi berkontribusi sebanyak 2.247 t/CO<sub>2</sub>e, sedangkan sektor kehutanan 7.764,04 t/CO<sub>2</sub>e dan industri 32.515 ton CO<sub>2</sub>e. Data ini memberikan wawasan yang berguna untuk pemahaman distribusi emisi gas rumah kaca di berbagai sektor kegiatan di Kota Banda Aceh. Informasi ini dapat menjadi dasar bagi pihak berwenang untuk merencanakan strategi pengurangan emisi dan mengimplementasikan langkah-langkah mitigasi guna mengurangi dampak lingkungan (RAD, 2020).

Sektor transportasi menjadi penyumbang terbesar emisi GRK di Banda Aceh lebih dari 23% (RAD, 2020). Emisi GRK dari sektor transportasi di Banda Aceh didominasi oleh kendaraan bermotor, terutama kendaraan roda dua dan roda empat. Oleh karena itu penelitian ini akan difokuskan pada perkiraan sektor

transportasi di Banda Aceh periode tahun 2023-2030. Saat ini jumlah transportasi darat di Banda Aceh yang mencapai 237.344 unit, jumlah kendaraan bermotor terus meningkat sebesar 4,2%, yang dapat diperkirakan emisi GRK menghasilkan sebesar 285.321 ton CO<sub>2</sub>eq yang dapat negatif terhadap kesehatan manusia (RAD, 2020). Penelitian ini di sektor transportasi di Kota Banda Aceh, terutama kendaraan bermotor, menyumbang lebih dari 23% emisi gas rumah kaca, berkontribusi pada masalah Perubahan Iklim. Dengan jumlah kendaraan terus meningkat, penelitian ini bertujuan untuk memahami tren pertumbuhan transportasi dan mencari solusi untuk mengurangi emisi GRK, mendukung upaya mitigasi perubahan iklim di kota tersebut.

Penelitian ini mengadopsi perangkat lunak *Low Emission Analysis Platform* (LEAP) model untuk memperkirakan emisi gas rumah kaca (GRK) dengan menggunakan skenario *Business as Usual* (BaU). LEAP merupakan perangkat lunak yang umum digunakan untuk melakukan analisis kebijakan energi dan penilaian mitigasi perubahan iklim. Dikembangkan oleh Stockholm Environment Institute, perangkat lunak ini terbukti efektif dalam menganalisis perubahan iklim dan merancang strategi energi (Heaps, C.G, 2012). Sedangkan perangkat lunak lainnya seperti *HOMER*, dan *RETscreen* lebih fokus pada emisi GRK yang berasal dari satu sumber emisi yaitu pembangkit listrik individu.

Dalam skenario *Business as Usual* (BaU), perhitungan proyeksi energi didasarkan pada pola penggunaan energi yang identik dengan tahun dasar. Tidak terdapat intervensi kebijakan baru yang memodifikasi pola konsumsi energi, dengan asumsi konservasi energi dan pemanfaatan sumber energi terbarukan sebagai sumber utama. Adapun skenario efisiensi energi moderat (MOD) dan optimis (OPT), keduanya mempertahankan pola penggunaan energi yang serupa dengan tahun dasar sebagai dasar perhitungan (Yang dkk., 2021).

Salah satu keunggulan dari perangkat lunak LEAP adalah antarmuka yang menarik dan kemudahan penggunaannya. Selain itu, LEAP memiliki keunggulan lainnya, seperti kemampuan dalam memproyeksikan data meskipun data yang dimiliki tidak lengkap. Pembuatan perkiraan tidak hanya bertujuan untuk menentukan kebutuhan energi sektor transportasi di masa depan, tetapi juga sebagai

langkah antisipatif Pemerintah Kota Banda Aceh. Hasil perkiraan ini bisa menjadi acuan atau evaluasi bagi berbagai pihak, termasuk Pertamina sebagai pemasok bahan bakar dan Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM). Dalam pengelolaan Bahan Bakar Minyak (BBM) sektor transportasi di Kota Banda Aceh.

Berdasarkan uraian-uraian di atas, maka peneliti melakukan penelitian dengan judul **“Perkiraan Emisi Gas Rumah Kaca Pada Sektor Transportasi Menggunakan Perangkat Lunak *Low Emission Analysis Platform* (LEAP) Di Kota Banda Aceh Hingga 2030”**.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang diatas maka penulis dapat merumuskan pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana perkiraan penggunaan energi dari sektor transportasi hingga tahun 2030 dengan menggunakan perangkat lunak *Low Emission Analysis Platform* (LEAP) di Kota Banda Aceh?
2. Bagaimana perkiraan emisi gas rumah kaca (GRK) dari sektor transportasi hingga tahun 2030 dengan menggunakan perangkat lunak *Low Emission Analysis Platform* (LEAP) di Kota Banda Aceh?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Sesuai dengan permasalahan yang telah diuraikan maka penelitian bertujuan antara lain:

1. Mendapatkan berapa perkiraan penggunaan energi dari sektor transportasi hingga tahun 2030 dengan menggunakan perangkat lunak *Low Emission Analysis Platform* (LEAP) di Kota Banda Aceh.
2. Mendapatkan berapa perkiraan emisi gas rumah kaca (GRK) dari sektor transportasi hingga tahun 2030 dengan menggunakan perangkat lunak *Low Emission Analysis Platform* (LEAP) di Kota Banda Aceh.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan gambaran terhadap peningkatan konsumsi energi dan emisi GRK pada sektor transportasi darat di Kota Banda Aceh tahun 2022-2030.
2. Memberikan masukan terhadap pemerintah, instansi-instansi terkait umum tentang emisi GRK pada sektor transportasi di Kota Banda Aceh.
3. Dapat dijadikan sebagai bahan acuan dalam usaha peningkatan usaha mitigasi GRK pada sektor transportasi darat, khususnya di Kota Banda Aceh.
4. Memberikan kontribusi pada dunia Pendidikan dengan penelitian berikutnya akan berkaitan dengan emisi GRK.

#### 1.5 Batasan Penelitian

Dalam Penelitian ini, objek penelitian dibatasi sebagai berikut:

1. Konsumsi energi dan emisi gas rumah kaca yang dikaji dalam sektor transportasi darat di Kota Banda Aceh hanya penggunaan BBM *Gasoline* dan solar jenis Premium, Pertalite, Pertamina, Pertamina Turbo, biosolar, Dexlite dan Pertamina dex.
2. Emisi yang dikaji hanya berupa Karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ), Metana ( $\text{CH}_4$ ) dan Nitrogen Oksida ( $\text{N}_2\text{O}$ ) yang dihasilkan selama pembakaran bahan bakar pada sektor transportasi menggunakan skenario *Business As Usual* (BaU).
3. Pada penelitian hanya berfokus pada sektor transportasi darat.
4. Pada penelitian ini, jumlah kendaraan berdasarkan kepemilikan kendaraan berplat BL dengan mengabaikan usia, tahun kendaraan, dan RPM kendaraan.
5. Faktor emisi BBM yang digunakan berasal dari IPCC dan Nasional.