

JURITIKA

Jenis Artikel: *original research*

Perkiraan Emisi Gas Rumah Kaca pada Sektor Transportasi Menggunakan Perangkat Lunak *Low Emission Analysis Platform* (LEAP) di Kota Banda Aceh Hingga Tahun 2030

Ahmad Fadhillah¹, Suardi Nur², Mulyadi Wahid², Nur Aida^{2*}

¹Teknik Lingkungan, UIN Ar-Raniry Banda Aceh

²Teknik Fisika, UIN Ar-Raniry Banda Aceh

*Corresponding e-mail: 190702024@student.ar-raniry.ac.id

KATA KUNCI:

Perkiraan, Energy
BB, Emisi GRK,
LEAP Software,
Kota Banda Aceh

Diterima : 25 Agustus 2025
Direvisi : 25 September 2025
Diterbitkan : 01 Desember 2025

ABSTRAK. Sektor transportasi darat di Kota Banda Aceh menyumbang lebih dari 23% emisi gas rumah kaca (GRK), dipicu oleh peningkatan jumlah kendaraan dan konsumsi bahan bakar minyak (BBM). Penelitian ini memperkirakan emisi GRK hingga tahun 2030 menggunakan skenario *Business as Usual* (BaU) dengan perangkat lunak *Low Emission Analysis Platform* (LEAP). Hasil menunjukkan bahwa permintaan BBM jenis *Gasoline* dan *Solar* masing-masing meningkat 4.126.820 SBM dan 297.974 SBM, dengan emisi GRK masing-masing meningkat 1.667.383 MtCO₂e dan 127.343 MtCO₂e. Skenario penggantian *Pertalite* dengan *Pertamax Green* diperkirakan mengurangi emisi GRK sebesar 4.739 MtCO₂e, dengan permintaan energi mencapai 1.788.319 SBM pada tahun 2030. Penggantian ini menunjukkan potensi signifikan dalam mengurangi emisi dari sektor transportasi darat di Kota Banda Aceh.

1. Pendahuluan

Perubahan iklim disebabkan oleh aktivitas manusia seperti pembakaran bahan bakar fosil, industri, dan penggundulan hutan, yang menghasilkan emisi karbon dan efek rumah kaca. Dampak tersebut berdampak jangka panjang pada lingkungan. Untuk mengurangi efek negatifnya, perlu langkah-langkah mengurangi kerusakan hutan dan emisi karbon. Perubahan iklim global juga menurunkan indeks keberlanjutan lingkungan (Wahyuni dan Suranto, 2021). Perubahan iklim berawal dari interaksi matahari sebagai sumber energi utama di atmosfer bumi. Radiasi gelombang pendek, termasuk

cahaya tampak, dipancarkan oleh matahari dan diserap oleh permukaan bumi, mengalami transformasi menjadi panas. Meskipun sebagian panas ini terpantulkan kembali ke angkasa, keberadaan gas rumah kaca di atmosfer, seperti Karbon Dioksida, Nitrogen Dioksida, Metana, dan lain-lain dapat mengakibatkan penahanan sejumlah radiasi inframerah. Proses ini menyebabkan peningkatan akumulasi energi termal di atmosfer dan permukaan bumi, menciptakan efek perubahan iklim yang berkelanjutan dengan implikasi signifikan terhadap pola iklim dan ekosistem global.

Menurut Wahyudi (2019) GRK adalah jenis gas yang terdapat secara alami di atmosfer. Gas Rumah Kaca (GRK) memiliki sifat untuk menyerap dan memancarkan radiasi inframerah yang berasal dari sinar matahari, dengan kemampuan untuk menangkap radiasi inframerah tersebut. Sebagai hasilnya, terjadi penahanan panas di dalam GRK, yang selanjutnya berkontribusi pada peningkatan suhu permukaan bumi. Atmosfer bumi memainkan peran penting dalam mengatur suhu permukaan melalui mekanisme penahanan panas dan transmisi cahaya matahari, yang memungkinkan kelangsungan kehidupan di planet ini. Gas Rumah Kaca (GRK) dihasilkan dari berbagai sektor, termasuk pertanian dan peternakan, terutama dalam bentuk Nitrogen Oksida (N_2O) dan metana (CH_4) (Rochman dan Humaidah, 2023). Secara umum, GRK dapat diklasifikasikan ke dalam dua kategori, yaitu antropogenik dan non-antropogenik.

Bahan Bakar Minyak (BBM) merujuk pada sekelompok bahan bakar yang diperoleh dari hasil olahan minyak bumi atau senyawa-senyawa yang berasal dari minyak mentah. BBM mencakup berbagai jenis bahan bakar, antara lain bensin (*Gasoline*), solar (diesel), dan variasi bahan bakar lainnya yang digunakan dalam sektor transportasi, industri, dan bidang-bidang lainnya. Istilah ini umumnya digunakan dalam konteks energi dan mobilitas (Susanto et al., 2020). Faktor emisi adalah parameter representatif yang terkait dengan jumlah polutan yang dilepaskan ke atmosfer oleh suatu kegiatan yang terkait dengan sumber pencemaran. Secara umum, faktor-faktor ini diungkapkan sebagai perbandingan berat zat pencemar terhadap satuan berat, volume, jarak, atau waktu dari aktivitas yang menghasilkan zat pencemar. Faktor emisi memberikan gambaran tentang efisiensi atau intensitas pencemaran dari suatu kegiatan tertentu, dan dapat digunakan sebagai dasar perhitungan untuk memahami dampak lingkungan dari kegiatan tersebut (Aritenang, 2019).

Gas Rumah Kaca (GRK) dari sektor transportasi terutama berasal dari emisi karbon dioksida (CO_2) yang di hasilkan selama pembakaran produk berbasis minyak bumi, seperti bensin dan solar, dalam mesin pembakaran internal. Mobil penumpang, truk berukuran sedang dan berat, serta truk ringan, termasuk kendaraan sport, truk pik up, dan minivan, menjadi sumber utama emisi gas rumah kaca terkait transportasi, menyumbang lebih separuh total emisi dari sektor ini. Moda transportasi lainnya, seperti pesawat komersial, kapal laut, perahu, kereta api, serta jaringan pipa dan pelumas, juga menyumbang emisi gas rumah kaca dari sektor transportasi (Tiarani dkk., 2016). Dengan pertumbuhan yang pesat dalam jumlah kendaraan bermotor, penggunaan bahan bakar minyak di sektor transportasi terus meningkat, dan tidak dapat diabaikan bahwa gas buang yang mengandung polutan juga turut berkontribusi pada peningkatan tingkat pencemaran udara (Purnomoasri & Handayani, 2022). Selain CO_2 terdapat emisi Metana (CH_4) dan Nitrogen Oksida (N_2O) yang dihasilkan dalam jumlah yang relatif kecil selama pembakaran bahan bakar. Gas-gas ini memiliki kemampuan untuk menyerap dan memancarkan kembali sebagian besar radiasi inframerah dari bumi ke angkasa, menyebabkan ketidakseimbangan ekosistem dan perubahan iklim, mempengaruhi pola musim, termasuk musim hujan dan kemarau (Kurnia & Sudarti, 2021).

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_2e , sektor pertanian diestimasi berkontribusi sebanyak 2.247 t/ CO_2e , sedangkan sektor kehutanan 7.764,04 t/ CO_2e dan industri 32.515 ton CO_2e (RAD, 2020). Emisi GRK dari sektor transportasi di Banda Aceh didominasi oleh kendaraan bermotor, terutama kendaraan roda dua dan roda empat. 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_2e yang dapat negatif terhadap kesehatan manusia. kendaraan bermotor, menyumbang lebih dari 23% emisi gas rumah kaca. 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 (RAD, 2020).

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, 2023). Sedangkan perangkat lunak lainnya seperti *HOMER*, dan *RETscreen* lebih fokus pada emisi GRK yang berasal dari satu sumber emisi yaitu pembangkit listrik individu. Berdasarkan penelitian (Wicaksono & Hadiyanto (2023) simulasi yang dilakukan dengan metode studi kasus *Business as Usual* (BaU) merupakan sebuah skenario dasar untuk menentukan *Supply and Demand* energi, dan memodelkan kebutuhan energi Kota Semarang dari Tahun 2020-2030 diperoleh hasil pemodelan bahwa *Supply and demand* Energi Kota Semarang setimbang, dan tidak ada indikasi *oversupply* energi ataupun *shortage* energi.

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.

2. Metodologi

Penelitian ini dikategorikan sebagai jenis penelitian kuantitatif yang mengadopsi metode deskriptif. Pendekatan kuantitatif menggunakan kerangka penelitian yang terstruktur, sistematis, tepat, dan jelas. Metode deskriptif, pada konteks ini, dipilih sebagai model untuk menggambarkan objek penelitian melalui sampel dan data atau informasi yang dikumpulkan tanpa adanya manipulasi. Tujuan dari penggunaan metode deskriptif adalah untuk menyajikan dengan rinci objek atau hasil penelitian tanpa menambahkan interpretasi atau penafsiran subjektif. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk menjelaskan fenomena dengan tepat dan obyektif.

2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kota Banda Aceh dikarenakan kota ini menunjukkan tingkat jumlah kendaraan bermotor yang signifikan, melampaui daerah lain di Kabupaten Aceh Besar. Kota Banda Aceh dipilih sebagai fokus penelitian karena dominasi populasi kendaraan bermotor di wilayah ini menjadi perhatian utama, memungkinkan peneliti untuk memahami dampak yang di hadapi akibat pertumbuhan pesat kendaraan bermotor di daerah tersebut. Secara geografis, Kota Banda Aceh terletak di ujung utara Pulau Sumatra.

2.2 Pengumpulan Data

Data yang menjadi dasar dalam penelitian ini merupakan hasil pengumpulan dari instansi dan lembaga pemerintah terkait, seperti Pertamina Regional 1 Aceh dan Badan Pengelolaan Keuangan Aceh (BPKA). Informasi yang diperlukan untuk merencanakan sektor energi dalam transportasi di Kota Banda Aceh mencakup jumlah transportasi darat dan jumlah penggunaan BBM sektor transportasi darat. Pendekatan ini memastikan keakuratan dan keterkaitan data dengan konteks penelitian, mendukung analisis perencanaan energi dengan landasan yang kuat.

a) Jumlah Transportasi

Jumlah data transportasi darat dalam penelitian ini merupakan hasil pengumpulan data lima tahun sebelumnya, yang diperoleh langsung dari Badan Pengelolaan Keuangan Aceh (BPKA). Informasi ini diintegrasikan sebagai input pada modul asumsi, memberikan dasar yang solid untuk asumsi-asumsi yang digunakan dalam penelitian. Pendekatan ini memastikan bahwa data yang digunakan mencerminkan kondisi transportasi darat secara akurat dan relevan dengan periode waktu yang diuji.

b) Jumlah Penggunaan Bahan Bakar Minyak Transportasi Darat

Penghitungan data konsumsi bahan bakar dilakukan secara manual, dengan merinci jumlah kendaraan dan konsumsi bahan bakar yang bersangkutan. Sumber data berasal dari PT. Pertamina Regional 1 Kota Banda Aceh, yang kemudian diintegrasikan sebagai input dalam modul permintaan (Demand). Pendekatan ini memastikan bahwa estimasi konsumsi bahan bakar didasarkan pada data yang akurat dan relevan, mendukung keakuratan hasil analisis pada tingkat permintaan.

2.3 Proyeksi Jumlah Kendaraan dan Penggunaan BBM

Pendekatan ini memungkinkan penelitian untuk menyelidiki dampak pertumbuhan kendaraan dan konsumsi bahan bakar minyak terhadap emisi gas rumah kaca dengan cara yang lebih terperinci. Data diolah sebelum mengimplementasikan LEAP untuk pemodelan pertumbuhan kendaraan dan pertumbuhan konsumsi bahan bakar minyak. Setelah mendapatkan informasi mengenai pertumbuhan kendaraan dan konsumsi bahan bakar minyak, perhitungan dilanjutkan dengan mengestimasi pertumbuhan absolut dan relatif dari bahan bakar minyak, diikuti oleh perhitungan pertumbuhan rata-rata. Perhitungan pertumbuhan rata-rata ini menjadi dasar untuk pemodelan menggunakan persamaan (1) dan (2) berikut adalah persamaan yang digunakan (Prismulanda, 2022):

$$\text{Pertumbuhan} = \frac{\text{Tahun Berlaku} - \text{Tahun Sebelumnya}}{\text{Tahun Sebelumnya}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{Rata - rata Pertumbuhan} = \frac{\text{Jumlah Data Pertumbuhan}}{\text{Banyak Data}} 100\% \quad (2)$$

2.4 Perkiraan Kebutuhan Bahan Bakar Minyak dengan Skenario BaU Menggunakan LEAP

Pemodelan Skenario BaU digunakan rumus (1) dan (2) yaitu rata-rata pertumbuhan penggunaan bahan bakar minyak (BBM) dan jumlah kendaraan dari tahun 2018 hingga 2022. Hasil proyeksi kebutuhan bahan bakar minyak dipresentasikan dalam bentuk tabel, yang kemudian akan dianalisis untuk mendapatkan pemahaman lebih lanjut mengenai proyeksi kebutuhan bahan bakar minyak (BBM).

2.5 Perkiraan Emisi GRK dengan Skenario Bau dan Pertamina Green Menggunakan LEAP

2.5.1. Skenario BaU

Pada skenario BaU untuk memproyeksi hasil emisi GRK dari tahun 2023 sampai 2030 yaitu dengan menginput data faktor emisi dari *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) dan Nasional dari penggunaan BBM *Gasoline* dan Solar yaitu *Pertamax Turbo*, *Pertamax*, *Pertalite*, *Biosolar*, *Dexlite*, dan *Pertamina Dex*. Parameter yang diuji pada penelitian ini dari perangkat lunak LEAP merupakan CO₂, N₂O, dan CH₄ dengan nilai faktor emisi dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Faktor Emisi

Bahan Bakar	Nasional (Ton CO ₂ /TJ)	IPCC (Kg CH ₄ /TJ)	IPPC (Kg N ₂ O/TJ)
<i>Gasoline</i> RON 98	68,91	3	0,6
<i>Gasoline</i> RON 92	69,04	3	0,6
<i>Gasoline</i> RON 90	69,29	3	0,6
Solar CN 53	72,85	3	0,6
Solar CN 51	72,93	3	0,6
Solar CN 48	73,28	3	0,6

Sumber: IPCC, 2006 & Faktor Emisi dan Batubara Nasional, 2023

2.5.2. Skenario Pertamina Green

Untuk memproyeksikan dampak penggantian penggunaan *Pertalite* dengan *Pertamax Green* terhadap emisi gas rumah kaca, langkah pertama adalah menggantikan data dari faktor emisi GRK ke RON 92 yaitu 69,04 Ton CO₂/TJ dalam skenario *Pertamax Green*. Pada permintaan *Pertamax Green* di asumsikan dari tahun 2025 dengan data sama dengan pengguna sebelumnya *Pertalite*. Selanjutnya, pemodelan dijalankan dengan memasukkan skenario penggunaan *Pertamax Green*. Analisis ini memberikan proyeksi tentang dampak perubahan ini terhadap emisi gas rumah kaca dalam jangka waktu tertentu.

2.6 Analisis Hasil

Analisis yang dilakukan bertujuan untuk mengevaluasi keterkaitan antara hasil pemodelan kebutuhan bahan bakar minyak dan emisi CO₂, CH₄, dan N₂O yang dihasilkan dalam rentang waktu 2023-2030. Penelitian ini menggunakan perangkat

lunak LEAP dengan skenario *Business as Usual* (BaU) untuk mengidentifikasi hasil pemodelan kebutuhan bahan bakar minyak. Selanjutnya, dilakukan analisis emisi menggunakan perangkat lunak LEAP untuk menilai emisi CO₂, CH₄, dan N₂O yang terkait. Hasil analisis ini memberikan gambaran mengenai kebutuhan bahan bakar minyak dan tingkat emisi gas rumah kaca di Kota Banda Aceh pada periode waktu yang disebutkan.

3. Hasil dan Pembahasa

3.1 Proyeksi Jumlah Kendaraan dan Penggunaan BBM

Proyeksi jumlah kendaraan dan penggunaan bahan bakar merupakan aspek penting dalam penelitian transportasi dan kebijakan energi. Melalui analisis data historis, model matematis, serta faktor-faktor prognostik seperti pertumbuhan populasi, perkembangan ekonomi, dan perubahan teknologi, proyeksi ini bertujuan untuk memprediksi tren masa depan dalam mobilitas dan konsumsi energi.

3.1.1. Proyeksi Penggunaan BBM

Hasil proyeksi penggunaan BBM di Kota Banda Aceh dari tahun 2023 sampai 2030 dengan perhitungan manual penggunaan BBM *Gasoline* pada tahun 2023 sebanyak 696.657 Setara *Barrel* Minyak (SBM) dan pada tahun 2030 yaitu meningkat 4.244.899 SBM, dan total penggunaan BBM solar pada tahun 2023 sebanyak 211.135 SBM dan pada tahun 2030 meningkat 290.960 SBM. Hasil proyeksi dengan Skenario *Business as Usual* (BaU) penggunaan BBM *Gasoline* pada tahun 2023 sebanyak 694.205 SBM dan pada tahun 2030 yaitu meningkat 4.126.821 SBM, dan total penggunaan BBM solar pada tahun 2023 sebanyak 211.765 SBM dan pada tahun 2030 meningkat 297.974 SBM dan hasil dari keseluruhan dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Proyeksi Penggunaan BBM				
Tahun	Perhitungan (SBM)	Manual	Skenario BaU (SBM)	
	<i>Gasoline</i>	Solar	<i>Gasoline</i>	Solar
2023	696.657	211.135	694.205	211.765
2024	901.862	221.033	895.524	222.353
2025	1.167.512	231.394	1.155.226	233.471
2026	1.511.411	242.242	1.490.242	245.144
2027	1.956.608	253.598	1.922.412	257.401
2028	2.532.940	265.486	2.479.912	270.271
2029	3.279.036	277.931	3.199.086	283.785
2030	4.244.899	290.960	4.126.821	297.974

3.1.2 Proyeksi Jumlah Kendaraan

Hasil proyeksi jumlah kendaraan dengan Perhitungan manual dengan kendaraan jenis *Gasoline* pada tahun 2023 sebanyak 261.338 unit dan pada tahun 2030 yaitu meningkat 291.016 unit, dan total jumlah kendaraan solar pada tahun 2023 sebanyak 51.193 unit dan pada tahun 2030 meningkat 57.565 unit. Hasil Proyeksi dengan skenario BaU jumlah kendaraan *Gasoline* pada tahun 2023 sebanyak 262.036 unit dan pada tahun 2030 yaitu meningkat 294.924 unit, dan total jumlah kendaraan solar pada tahun 2023 sebanyak 51.204 unit dan pada tahun 2030 meningkat 57.631 unit dan hasil dari keseluruhan dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Proyeksi Jumlah Kendaraan				
Tahun	Perhitungan (Unit)	Manual	Skenario BaU (Unit)	
	<i>Gasoline</i>	Solar	<i>Gasoline</i>	Solar
2023	261.338	51.193	262.036	51.204

2024	268.461	52.716	269.897	52.741
2025	275.778	54.286	277.994	54.323
2026	283.294	55.901	286.334	55.952
2027	291.016	57.565	294.924	57.631
2028	298.948	59.279	303.772	59.360
2029	307.096	61.043	312.885	61.141
2030	315.466	62.860	322.271	62.975

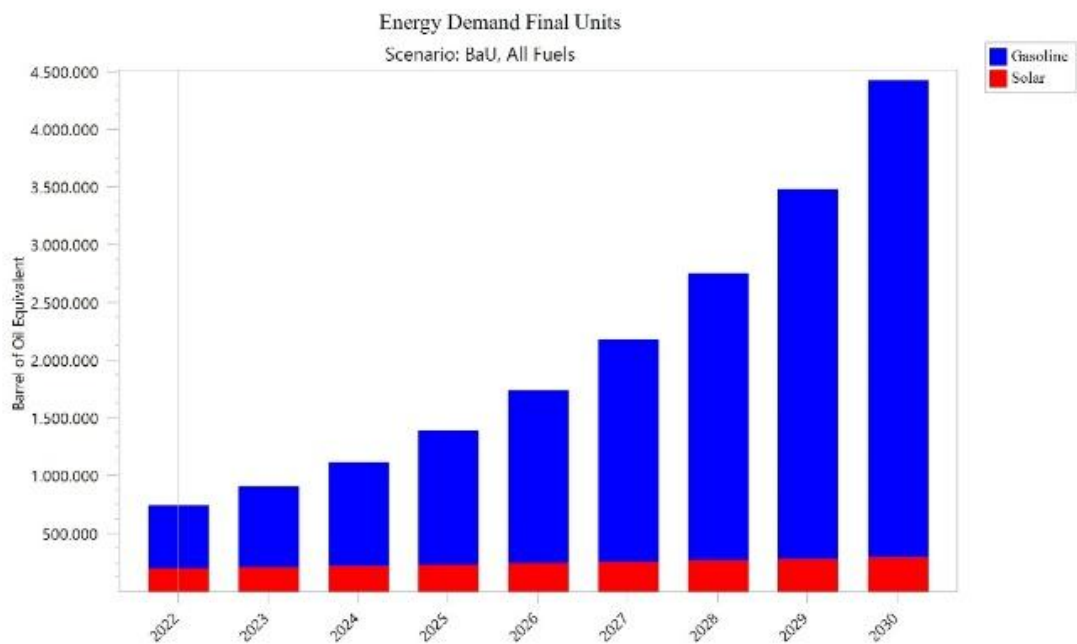
3.2 Proyeksi Proyeksi Kebutuhan Energi Final

Kebutuhan energi final akan terus mengalami peningkatan seiring dengan pertumbuhan kendaraan suatu daerah. Laju peningkatan ini tidak akan terkendali dan membuat cadangan energi semakin menipis jika tidak adanya kebijakan dari pemerintah terkait. Oleh sebab itu, diperlukan pemantauan terkait kebutuhan energi final dengan begitu kebijakan yang akan di ambil. Dalam hal ini kebutuhan energi final sektor transportasi meliputi kebutuhan energi BBM. Peningkatan kebutuhan energi *Gasoline* dan Solar ini akan di proyeksikan menggunakan skenario BaU sehingga bisa mengetahui kebutuhan energi final yang akan mendatang.

Tabel 4. Perkiraan Permintaan Energi (SBM)

Tahun	<i>Gasoline</i>	Solar
2023	694.205	211.765
2024	895.524	222.353
2025	1.155.226	233.471
2026	1.490.242	245.144
2027	1.922.412	257.401
2028	2.479.912	270.271

Berdasarkan Tabel 4 diatas dapat disimpulkan bahwa pada tahun 2023 total energi yang dihasilkan dari *Gasoline* yaitu sebesar 694.205 SBM sedangkan pada tahun 2030 meningkat menjadi 4.126.821 SBM dan pada tahun 2023 total energi yang dihasilkan dari solar yaitu sebesar 211.765 SBM sedangkan pada tahun 2030 meningkat menjadi 297.974 SBM. Rata-rata total pertumbuhan tiap tahun pada masing energi yaitu *Gasoline* 29% dan solar 5%. **Gambar 1** dibawah ini merupakan diagram keluaran perkiraan permintaan energi menggunakan skenario.



Gambar 1. Perkiraan Permintaan Energi Menggunakan Skenario BaU

3.3 Emisi Gas Rumah Kaca (GRK)

Emisi gas rumah kaca dari bahan bakar minyak (BBM) adalah kontributor utama terhadap Perubahan Iklim. BBM, seperti bensin dan solar, ketika dibakar dalam mesin kendaraan, menghasilkan emisi Karbondioksida (CO₂) dan Metana (CH₄) dan Nitrogen Oksida (NO₂). Setelah data dimasukkan ke dalam model LEAP, pemodelan dijalankan untuk memproyeksikan emisi GRK dari BBM di masa depan sesuai dengan skenario BaU. Hasilnya akan memberikan gambaran tentang kontribusi BBM terhadap emisi GRK di masa depan.

3.3.1. Emisi GRK Menggunakan Skenario BaU

Perkiraan emisi GRK dari bahan bakar minyak (BBM) *Gasoline* dan Solar di Kota Banda Aceh untuk periode 2023 hingga 2030 menunjukkan tren peningkatan yang signifikan. Menggunakan skenario *Business as Usual* (BaU), analisis ini mempertimbangkan pertumbuhan jumlah kendaraan dan konsumsi BBM berdasarkan data historis serta faktor emisi dari IPCC dan Nasional.

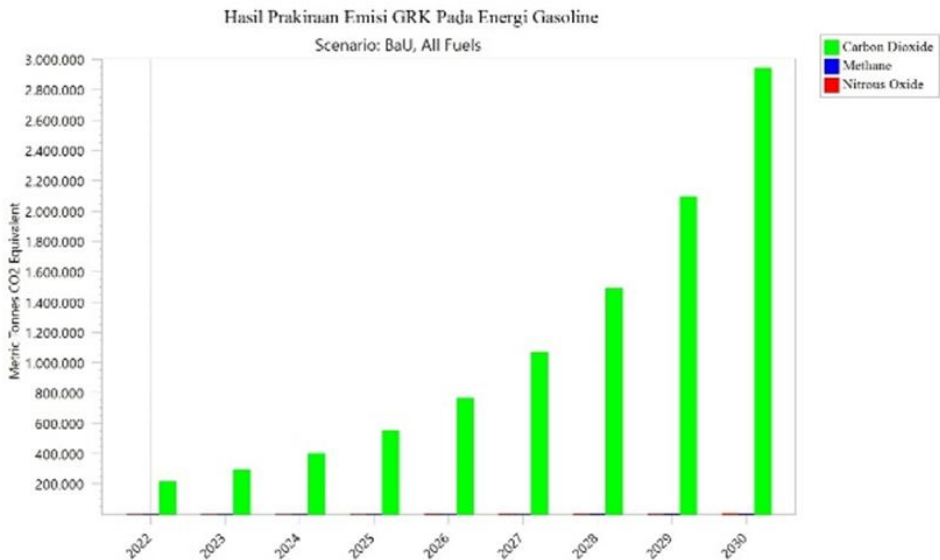
a) Emisi GRK dari *Gasoline*

Tabel 5. Hasil Perkiraan emisi GRK dari *Gasoline* Menggunakan Skenario BaU

Tahun	Pertalite			Pertamax			Pertamax Turbo			Jumlah Emisi GRK MtCO ₂ e
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
2023	220.960	287	507	55.737	73	128	2.782	4	6	280.484
2024	285.038	370	654	71.901	94	166	3.588	5	8	361.824
2025	367.699	478	844	92.752	121	214	4.629	6	11	466.752
2026	474.331	616	1.088	119.650	156	276	5.971	8	14	602.110
2027	611.888	795	1.404	154.349	201	355	7.703	10	18	776.723
2028	789.335	1.025	1.811	199.110	260	459	9.937	13	23	1.001.972
2029	1.018.242	1.323	2.337	256.853	335	592	12.819	17	30	1.292.545

2030	1.313.532	1.706	3.014	331.340	432	763	16.536	22	38	1.667.383
------	-----------	-------	-------	---------	-----	-----	--------	----	----	-----------

Berdasarkan **Tabel 5** diatas dapat disimpulkan bahwa pada tahun 2023 total emisi GRK dari *Gasoline* pada tahun 2023 yaitu sebesar 280.484 MtCO₂e sedangkan pada tahun 2030 meningkat menjadi 1.667.383 MtCO₂e dapat dilihat pada Gambar dibawah ini merupakan diagram keluaran perkiraan emisi GRK dari *Gasoline* dengan menggunakan skenario BaU.



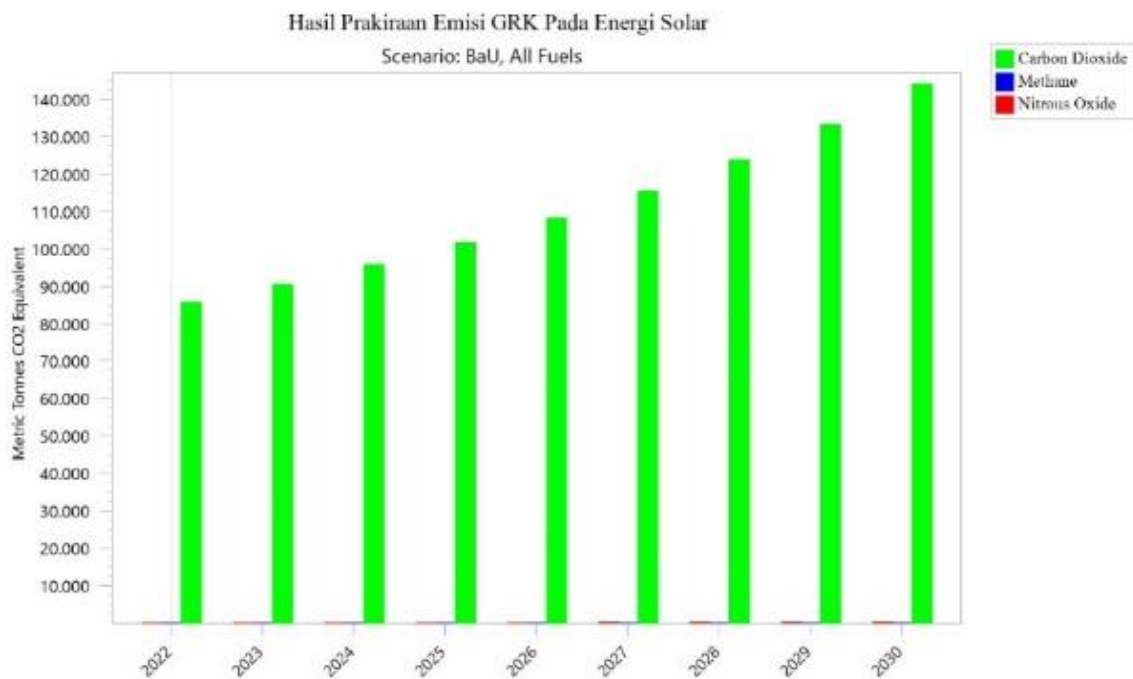
Gambar 2. Hasil Perkiraan Emisi GRK dari *Gasoline* Menggunakan Skenario BaU

b) Emisi GRK dari Solar

Tabel 6. Hasil Perkiraan Emisi GRK dari Solar Menggunakan Skenario BaU

Tahun	Biosolar			Dexlite			Pertamina Dex			Jumlah Emisi GRK MtCO ₂ e
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
2023	82.112	101	178	7.184	9	16	897	1	2	90.500
2024	86.218	106	187	7.543	9	16	942	1	2	95.025
2025	90.529	111	196	7.921	10	17	989	1	2	99.776
2026	95.055	117	206	8.317	10	18	1.038	1	2	104.765
2027	99.808	123	217	8.732	11	19	1.090	1	2	110.003
2028	104.798	129	227	9.169	11	20	1.145	1	2	115.504
2029	110.038	135	239	9.628	12	21	1.202	1	3	121.279
2030	115.540	142	251	10.109	12	22	1.262	2	3	127.343

Berdasarkan **Tabel 6** diatas dapat disimpulkan bahwa pada tahun 2023 total emisi GRK dari Solar pada tahun 2023 yaitu sebesar 90.500 MtCO₂e sedangkan pada tahun 2030 meningkat menjadi 127.343 MtCO₂e dapat dilihat pada Gambar dibawah ini merupakan diagram keluaran perkiraan emisi GRK dari *Gasoline* dengan menggunakan skenario BaU.



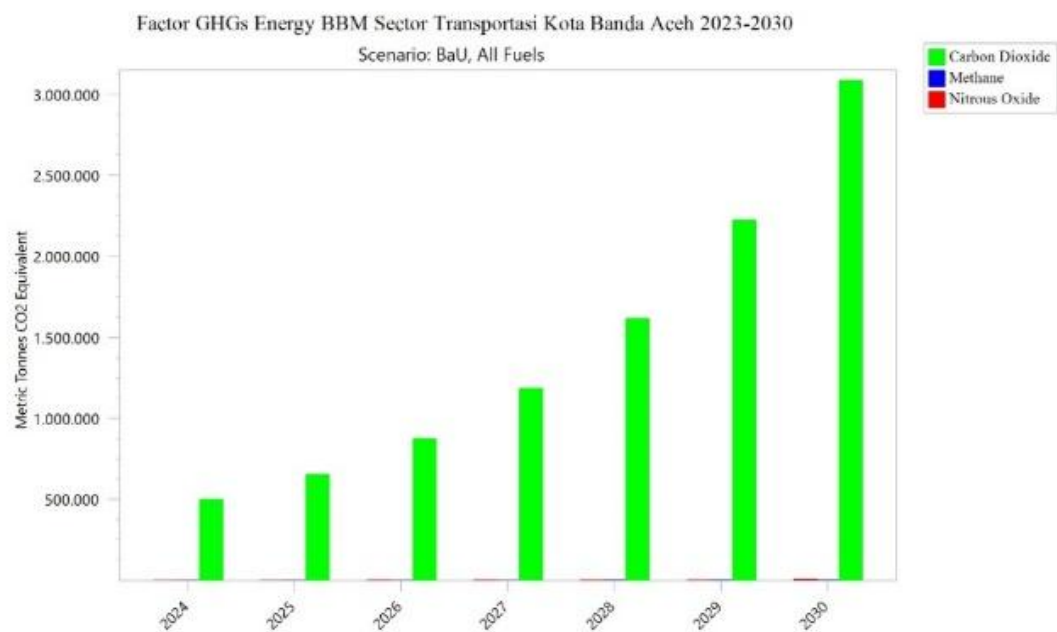
Gambar 3. Hasil Perkiraan Emisi GRK dari solar Menggunakan Skenario BaU

Emisi gas rumah kaca (GRK) dari penggunaan *Gasoline* dan solar di gabungan menjadi satu dengan menggunakan skenario BaU melalui perangkat lunak LEAP yang dihasilkan emisi dari sektor transportasi di tahun 2023 hingga 2030 di Kota Banda Aceh hasil pemodelan ini dapat dilihat pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Hasil Perkiraan Emisi GRK Kota Banda Aceh

Tahun	Emisi GRK Kota Banda Aceh (MtCO ₂ e)		
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
2023	369.672	474	838
2024	455.230	585	1.034
2025	564.518	727	1.284
2026	704.363	908	1.604
2027	883.570	1.141	2.015
2028	1.113.494	1.439	2.543
2029	1.408.781	1.823	3.220
2030	1.788.319	2.316	4.091

Berdasarkan tabel di atas bahwa emisi dari semua tiga gas naik dari tahun ke tahun. Pada tahun 2023, emisi CO₂ adalah 369.672 MtCO₂e, emisi CH₄ adalah 474 MtCO₂e, dan emisi N₂O adalah 838 MtCO₂e. Pada tahun 2030, emisi CO₂ meningkat menjadi 1.788.319 MtCO₂e, emisi CH₄ meningkat menjadi 2.316 MtCO₂e, dan emisi N₂O meningkat menjadi 4.091 MtCO₂e.



Gambar 4. Hasil Perkiraan Emisi GRK Kota Banda Aceh

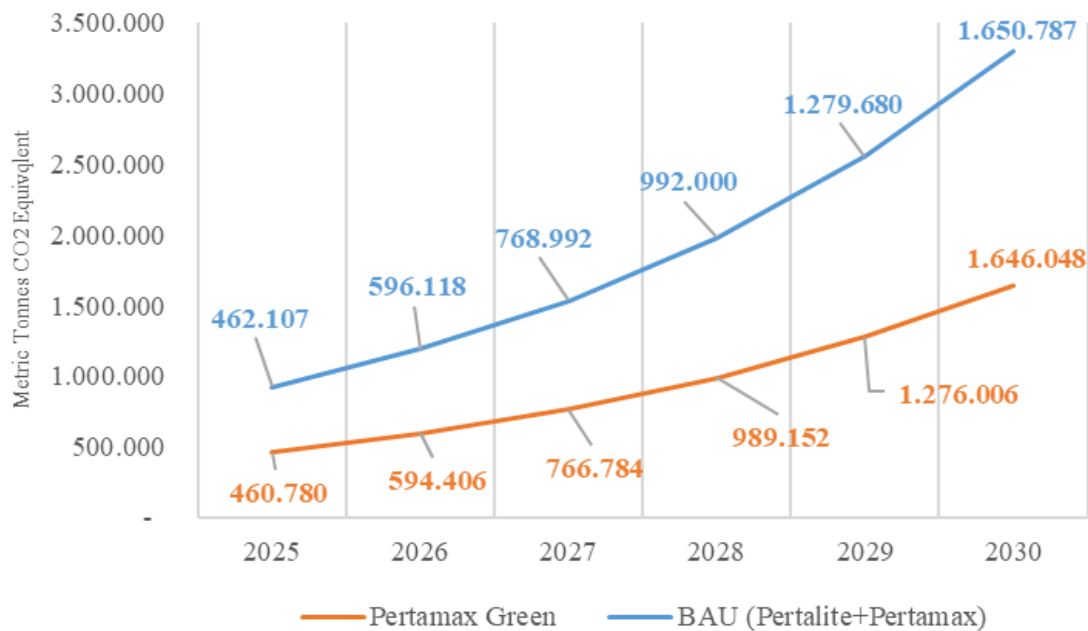
3.3.1. Emisi GRK Menggunakan Skenario *Pertamax Green*

Pertamax Green merupakan bahan bakar minyak (BBM) dengan RON 92 yang rencanakan oleh pemerintah bahwa penggunaan BBM subsidi yaitu *pertalite* RON 90 akan diganti dengan *Pertamax Green* mengacu pada peraturan Menteri KLHK nomor 20 tahun 2017, minimal bensin dijual di Indonesia harus beroktan 91 (Habib, 2023). Oleh karena itu pada emisi gas rumah kaca (GRK) pada perangkat lunak LEAP di skenario *Pertamax Green* pada faktor emisi dari RON 90 diganti dengan faktor emisi RON 92.

Tabel 8. Hasil dari Skenario BaU dan *Pertamax Green*

Tahun	Permintaan Energi (SBM)	Emisi GRK MtCO ₂ e		Selisih
		BAU (<i>Pertalite</i> + <i>Pertamax</i>)	<i>Pertamax Green</i>	
2025	1.143.674	462.107	460.780	1.327
2026	1.475.339	596.118	594.406	1.711
2027	1.903.188	768.992	766.784	2.208
2028	2.455.112	992.000	989.152	2.848
2029	3.167.095	1.279.680	1.276.006	3.674
2030	4.085.553	1.650.787	1.646.048	4.739

Berdasarkan pada **Tabel 8** membandingkan emisi gas rumah kaca (GRK) antara skenario *Busines as Usual* (BaU) dan skenario *Pertamax Green* di asumsikan dari tahun 2025 hingga 2030. Skenario BaU mewakili emisi GRK yang diharapkan jika tidak ada perubahan, sedangkan skenario *Pertamax Green* mewakili alternatif yang lebih ramah lingkungan. **Tabel 8** menunjukkan bahwa skenario *Pertamax Green* menghasilkan emisi GRK yang lebih rendah dibandingkan skenario BaU untuk setiap tahun, dengan perbedaan yang meningkat dari 1.327 MtCO₂e pada tahun 2024 hingga 4.739 MtCO₂e pada tahun 2030.



Gambar 5. Perbandingan dari Skenario BaU dan *Pertamax Green*

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan hasil prakiraan menggunakan LEAP dengan skenario BaU, dapat disimpulkan bahwa permintaan BBM di sektor transportasi darat Kota Banda Aceh akan meningkat signifikan dari tahun 2023 hingga 2030, dengan permintaan *Gasoline* naik dari 694.204 SBM menjadi 4.126.820 SBM, dan Solar dari 211.765 SBM menjadi 297.974 SBM, yang berdampak pada peningkatan emisi GRK, terutama CO₂, dari 369.672 MtCO₂e menjadi 1.788.319 MtCO₂e, serta N₂O dan CH₄, yang diperkirakan meningkat sesuai skenario *Business As Usual* (BaU), sementara skenario *Pertamax Green* menunjukkan emisi BBM *Pertalite* dan *Pertamax* meningkat dari 460.780 MtCO₂e menjadi 1.646.048 MtCO₂e pada tahun 2030.

Daftar Pustaka

- Aritenang, W. (2019). *Isu Lingkungan dan Perubahan Iklim Pada Transportasi (Udara, Laut, Darat, dan Kereta Api)* (E. Warsidi, Ed.). ITB Press.
- Badan Pusat Statistik. (2020). *Kota Banda Aceh Dalam Angka 2020. Faktor Emisi Bahan Bakar Minyak (BBM) dan Batubara Nasional* (2023). Kementrian ESDM.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). *IPCC Guidelines For National Greenhouse Gas Inventories. Chapter 3: Mobile Combustion*
- Habib, H. (2023, 4 September). *Ikuti Aturan KLHK, Mulai 2024 Pertamina Hanya Jual 3 Jenis BBM*. Diakses pada Tanggal 15 Februari 2024, dari <https://ketik.co.id/berita/ikuti-aturan-klhk-mulai-2024-pertamina-hanya-jual-3-jenis-bbm>.
- Heaps, C. 2023. LEAP (Low Emission Analysis Platform). <https://www.sei.org/projects-and-tools/tools/leap-long-range-energy-alternatives-planning-system/>. Diakses pada 8 Maret 2023.
- Kurnia, A., & Sudarti. (2021). Efek Rumah Kaca Oleh Kendaraan Bermotor. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains*, 4(2).

- Prismulanda, S. (2022). Analisis Prakiraan Kebutuhan Bahan Bakar Minyak Transportasi Darat Dengan Menggunakan Skenario BAU Serta Kajian Emisi CO₂ yang Dihasilkan. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Pekanbaru.
- Purnomoasri, R. D., & Handayani, D. (2022). Analisis dan Mitigasi Emisi Gas Buang Akibat Transportasi (Studi Kasus Kabupaten Magetan). *ENVIRO: Journal of Tropical Environmental Research*, 24(1), 29. <https://doi.org/10.20961/enviro.v24i1.65043>
- Pemerintah Kota Banda Aceh. (2020). *Rencana Aksi Daerah (RAD) Gas Rumah Kaca Kota Banda Aceh 2020-2025*.
- Rochman, M.N., & Humaidah, N. (2023). Evaluasi Potensi Emisi Gas Rumah Kaca di Peternakan Sapi Perah kecamatan Pujon Kabupaten Malang. *Dinamika Rekasatwa*, 6(2), 282.
- Susanto, E., Winarno, dan D., & Artikel, S. (2020). Penerapan Peraga Mesin Diesel Untuk Meningkatkan Komponen Mesin Diesel Pada Prakti Motor Bensin dan Diesel. *Journal of Mechanical Engineering Learning*, 9(1), 21–26.
- Tiarani, V. L., Sutrisno, E., & Huboyo, H. S. (2016). Kajian Beban Emisi Pencemar Udara (TSP, NO_x, SO₂, HC, CO) dan Gas Rumah Kaca (CO₂, CH₄, N₂O) Sektor transportasi Darat Kota Yogyakarta Dengan Metode TIER 1 Dan TIER 2. *Teknik Lingkungan*, 5(1), 1–10.
- Wahyudi, J. (2019). Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) dari Pembakaran Terbuka Sampah Rumah Tangga Menggunakan Model IPCC. *Jurnal Litbang*, 1, 65–76.
- Wahyuni, H., & Suranto, S. (2021). Dampak Deforestasi Hutan Skala Besar terhadap Perubahan Iklim di Indonesia. *JlIP: Jurnal Ilmiah Ilmu Pemerintahan*, 6(1), 148–162. <https://doi.org/10.14710/jljp.v6i1.10083>.
- Wicaksono, H.B., & Hadiyanto, H. (2023). Pemodelan Proyeksi Supply and Demand Energi di Kota Semarang Tahun 2020-2030 Menggunakan Perangkat Lumak Low-Emission Analysis Platform (LEAP). *Jurnal Energi*.