

ANALISIS KONSUMSI ENERGI DAN EMISI KENDARAAN LISTRIK DAN KENDARAAN DIESEL PADA ANGKUTAN PEMADUMODA KSPN YOGYAKARTA - BOROBUDUR

Lukas Surya Primanata¹ *, Dwijoko Anusanto²

¹ Magister Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta

² Departemen Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta

*Email: 235119726@students.uajy.ac.id

Abstrak

Angkutan KSPN merupakan angkutan destinasi wisata unggulan di Indonesia salah satunya Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dengan rutenya Yogyakarta-Borobudur. Saat ini angkutan KSPN Yogyakarta – Borobudur menggunakan kendaraan diesel. Penerapan sumbu filosofi sebagai warisan tak benda UNESCO serta dorongan Kementerian Pariwisata untuk menggunakan kendaraan listrik sebagai transportasi yang mengurangi polusi udara membuat adanya ketertarikan dalam penelitian ini. Penelitian ini menggunakan metodologi berupa penelitian kuantitatif. Sumber penelitian berupa literatur jurnal, laporan perusahaan, dan dokumen pemerintahan maupun hukum yang berlaku. Hasil dari penelitian ini berupa kendaraan listrik berupa DFSK Gelora E memiliki konsumsi energi yang lebih rendah dibandingkan kendaraan diesel berupa Toyota Hiace Commuter. Kendaraan listrik bisa menghemat konsumsi energi sebanyak Rp 53.744,6 untuk sekali ritase serta Rp 165.919,59 untuk sehari operasi dengan 3 kali ritase dibandingkan kendaraan diesel. Hasil penelitian pada bidang produksi emisi CO₂ juga menunjukkan bahwa kendaraan listrik memiliki selisih produksi emisi CO₂ yang lebih rendah sebesar 25000 hingga 27000 ton CO₂eq per tahun dibandingkan kendaraan diesel. Melalui penghematan energi dan mengurangi emisi CO₂ kendaraan listrik mampu menjadi salah satu cara untuk mengurangi efek perubahan iklim diiringi dengan produksi listrik yang semakin hijau.

Kata kunci: Angkutan KSPN, Efisiensi energi, Emisi polutan, Perubahan iklim

Abstract

KSPN transportation is a leading tourist destination transportation in Indonesia, one of which is the Special Region of Yogyakarta Province with the Yogyakarta-Borobudur route. Currently, the Yogyakarta-Borobudur KSPN transportation uses diesel vehicles. The implementation of the philosophical axis as a UNESCO intangible heritage and the Ministry of Tourism's encouragement to use electric vehicles as transportation that reduces air pollution have sparked interest in this research. This research uses a quantitative research methodology. Research sources include journal literature, company reports, and applicable government and legal documents. The results of this study are that electric vehicles in the form of DFSK Gelora E have lower energy consumption than diesel vehicles in the form of Toyota Hiace Commuter. Electric vehicles can save energy consumption of IDR 53,744.6 for one trip and IDR 165,919.59 for a day of operation with 3 trips compared to diesel vehicles. The results of research in the field of CO₂ emission production also show that electric vehicles have a lower CO₂ emission production difference of 25,000 to 27,000 tons CO₂eq per year compared to diesel vehicles. By saving energy and reducing CO₂ emissions, electric vehicles can be one way to reduce the effects of climate change, accompanied by increasingly green electricity production.

Keywords: Energy efficiency, KSPN Shuttle, pollution emission, climate change

1. PENDAHULUAN

Kendaraan listrik adalah sebuah jenis transportasi darat yang mengangkut banyak penumpang dengan tenaga dari listrik. Kendaraan listrik menggunakan energi listrik dari baterai yang terletak di bagian kendaraan. Baterai kendaraan listrik diisi dengan daya listrik melalui proses pengecasan yang dilakukan di titik stasiun pengisian kendaraan listrik. Kendaraan listrik memiliki perbedaan dengan kendaraan diesel dimana kendaraan listrik menggunakan energi penggerak kendaraan dari daya listrik, sedangkan kendaraan diesel adalah kendaraan yang menggunakan mesin diesel untuk menggerakkan kendaraan. Kendaraan listrik sering dijadikan alternatif kendaraan yang lebih dibandingkan kendaraan diesel. Kendaraan listrik akhir ini sering digunakan untuk kendaraan *shuttle* suatu destinasi wisata atau angkutan umum perkotaan. Terdapat celah yang menarik dalam pengoperasian kendaraan listrik terutama untuk mendukung pariwisata Yogyakarta dan sekitarnya.

Kota Yogyakarta merupakan sebuah kota besar yang berada di Pulau Jawa. Kota Yogyakarta merupakan ibu kota dari Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, membuat daerah ini pusat dari aktivitas bisnis dan ekonomi di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Kota Yogyakarta merupakan salah satu destinasi wisata di Indonesia, karena Kota Yogyakarta memiliki berbagai destinasi wisata terutama wisata budaya dan sejarah. Destinasi wisata yang berada di Kota Yogyakarta yaitu Malioboro, Kraton Yogyakarta, Taman Sari, Taman Pintar, dan Tugu Yogyakarta. Hal tersebut membuat Kota Yogyakarta banyak dikunjungi wisatawan baik lokal maupun mancanegara.

Layanan transportasi umum yang ada di daerah Yogyakarta dan sekitarnya yaitu layanan angkutan KSPN. Angkutan KSPN adalah angkutan *shuttle* yang fokus melayani rute tempat wisata yang termasuk dalam Kawasan Strategis Pariwisata Nasional dengan titik intermoda transportasi lainnya. Beberapa rute angkutan KSPN yang terdapat di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dan sekitarnya yaitu rute Titik Nol – Borobudur, Titik Nol – Parangtritis, dan Titik Nol – Pantai Baron.

Layanan angkutan KSPN saat ini menggunakan kendaraan diesel seperti berupa Toyota Hiace atau Isuzu Elf. Layanan ini menggunakan jenis kendaraan diesel. Pemerintah melalui Inpres Nomor 7 tahun 2022 disempurnakan dalam Peraturan Menteri Pariwisata dan Ekonomi Kreatif Nomor 9 Tahun 2021 menginstruksikan pemanfaatan Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (KBLBB) pada seluruh destinasi pariwisata di Indonesia (Berliandaldo, 2022). Selain itu, Kota Yogyakarta dan Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta telah menetapkan beberapa daerah mulai dari Tugu Jogja, Malioboro, Titik Nol, dan Kraton yang termasuk dalam Sumbu Filosofi sebagai area bebas emisi untuk mendukung warisan budaya yang ditetapkan oleh UNESCO. Berdasarkan hal tersebut, peneliti tertarik untuk melihat penggunaan kendaraan listrik untuk angkutan KSPN menggantikan kendaraan diesel yang beroperasi saat ini.

Penelitian ini memiliki spesifikasi khusus meneliti terkait perbandingan kendaraan diesel dan kendaraan listrik untuk digunakan dalam layanan angkutan pepadumoda KSPN khususnya rute Titik Nol – Borobudur dalam hal efek yang ditimbulkan kepada lingkungan seperti konsumsi energi dan kadar emisi yang dihasilkan.

Beberapa penelitian lain melakukan penelitian dengan topik yang terkait seperti konsumsi energi dan selisih polutan CO₂. Penelitian analisis energi dan emisi dilakukan pada studi kasus Trans Jogja pada tahun 2019. Penelitian tersebut dilakukan pada Trans Jogja jalur 5A. Hasil dari penelitian tersebut menyebutkan besar emisi bus listrik sebesar 22,13 kgCO₂ sementara bus diesel sebesar 26,94 kg CO₂. (Rismana, 2019) Berdasarkan penelitian lain, bus listrik tidak menghasilkan emisi penyebab polusi udara dan perubahan iklim seperti CO₂, NOX, dan PM 2.5, bahkan emisi CO₂ yang bisa dikurangi oleh bus listrik hingga sebesar 50% dibandingkan bus konvensional berbahan bakar diesel (Anastasya, 2024).

Penelitian lain menjelaskan berdasarkan data dari Manajemen Fasilitas Universitas Concordia, kendaraan *shuttle* bus yang mengonsumsi 90026,21 liter bahan bakar menghasilkan emisi sebesar 241,36 ton CO₂; 0,0046 ton CH₄; 0,0198 ton N₂O. Faktor emisi yang digunakan sebesar 2,681 kg/liter untuk CO₂; 5,1 X 10⁻⁵ kg/liter untuk CH₄; dan 2,2 x 10⁻⁴ kg/liter untuk N₂O (Alamatsaz, 2024).

2. METODOLOGI

2.1. Metode dan pengambilan data

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode penelitian kuantitatif. Metode kuantitatif adalah metode penelitian menggunakan data berupa penghitungan, statistik, maupun data angka. Metode kuantitatif adalah metode penelitian ilmiah dengan investigasi sistematis terhadap fenomena dengan mengumpulkan data yang dapat diukur dengan Teknik statistik, matematika, atau komputasi (Karimuddin, 2022)

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data primer dan sekunder. Data primer yang digunakan yaitu data operasional angkutan pepadu moda KSPN. Data operasional angkutan pepadu moda didapatkan dari data Perusahaan DAMRI Yogyakarta tahun 2024 terkait angkutan KSPN di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dan sekitarnya. Selain itu, data primer terkait jenis kendaraan didapatkan dari situs *website* resmi perusahaan otomotif Toyota Indonesia untuk Hiace Commuter serta DFSK Indonesia untuk mobil DFSK Gelora E.

Data sekunder yang digunakan yaitu data perlengkapan teknis operasional kendaraan. Data sekunder didapatkan dari *website* resmi perusahaan otomotif, sumber literatur jurnal maupun dokumen resmi perundang-undangan yang berhubungan dengan penelitian.

Populasi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu spesifikasi kendaraan diesel dan kendaraan listrik. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kebutuhan energi atau bahan bakar yang dibutuhkan dalam operasional layanan dan emisi yang dihasilkan pada rute operasional Titik Nol – Borobudur.

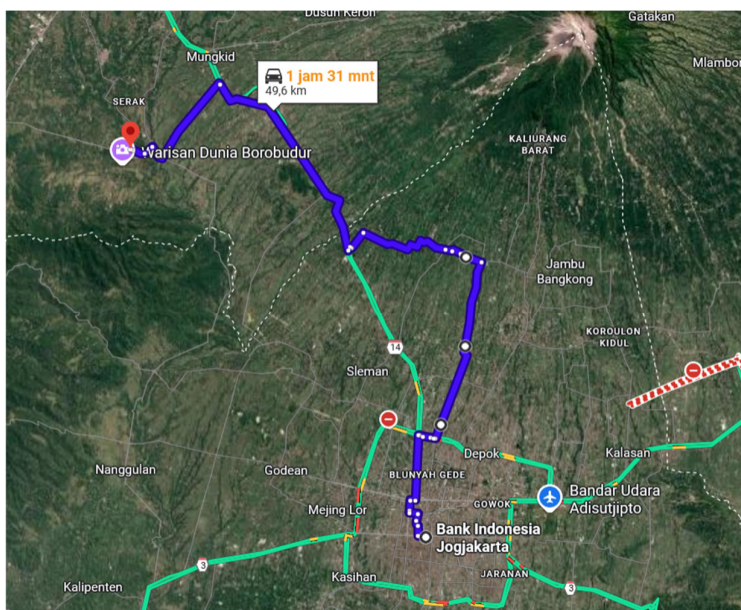
Alat penelitian yang digunakan berupa analisis dokumen seperti dokumen operasional layanan KSPN, dokumen data teknis kendaraan yang diolah dalam aplikasi Excel dan Word. Alat penelitian pendukung berupa literatur lain yang berasal dari jurnal penelitian lain untuk dianalisis.

2.2. Angkutan KSPN

Angkutan pemuat moda KSPN sebagaimana tertulis pada Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 83 Tahun 2021 adalah angkutan khusus dalam trayek yang dilaksanakan untuk melayani penumpang dari atau ke terminal, bandara, stasiun, pelabuhan menuju tempat kawasan strategis pariwisata Nasional. Angkutan pemuat moda KSPN merupakan angkutan yang menghubungkan Kawasan Strategis Pariwisata Nasional (KSPN) dengan titik moda transportasi lain di sekitar daerah pariwisata tersebut.

Angkutan Pemuat moda KSPN melayani rute di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Berdasarkan berita pada laman Departemen Perhubungan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, angkutan pemuat moda KSPN di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta hadir mulai tahun 2021 dengan pengelola DAMRI yang melayani 5 rute. Rute layanan tersebut meliputi Titik Nol – Borobudur, Titik Nol – Parangtritis, Titik Nol – Pantai Baron, Titik Nol – Tebing Breksi – Borobudur, dan Bandara YIA – Makam Imogiri. Layanan ini bertahan hingga tahun 2024. Pengelolaan angkutan pemuat moda KSPN berganti menjadi Sinar Jaya mulai Maret 2025 dengan melayani 3 rute. Berdasarkan laman resmi pemesanan tiket Sinar Jaya, rute layanan Sinar Jaya KSPN meliputi Titik Nol – Borobudur, Titik Nol – Parangtritis, dan Titik Nol – Pantai Baron.

Peta rute angkutan pemuat moda KSPN Titik Nol – Borobudur ditampilkan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Peta rute angkutan pemuat moda KSPN Titik Nol – Borobudur
Sumber : Google Maps, 2026

2.3. Jenis kendaraan

Jenis kendaraan yang digunakan dalam penelitian ini berupa kendaraan diesel dan kendaraan listrik. Kendaraan diesel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Toyota Hiace Commuter. Tipe Toyota Hiace Commuter ini dipakai untuk unit angkutan pemuat moda KSPN Titik Nol – Borobudur milik Damri. Sedangkan kendaraan listrik yang digunakan dalam penelitian ini yaitu DFSK Gelora E. Tipe DFSK Gelora E digunakan karena untuk kendaraan minibus listrik di pasar Indonesia pilihan modelnya masih terbatas, sehingga dipilih DFSK Gelora E yang dapat dibandingkan dengan kendaraan diesel karena sudah pernah dipakai untuk angkutan perkotaan listrik di Bogor.

2.4. Penghitungan emisi kendaraan

Penghitungan emisi kendaraan berfungsi untuk menghitung besar emisi yang ditimbulkan dari operasional layanan kendaraan. Emisi kendaraan diesel atau bensin timbul dari proses pembangkitan energi yang terjadi di mesin kendaraan dan menghasilkan gas buang. Emisi kendaraan listrik tidak ada dari operasional kendaraan, melainkan datang dari proses menghasilkan energi listrik yang terjadi di pembangkit listrik. Penghitungan emisi gas rumah kaca dilakukan berdasarkan konsep dari ITDP dan UK Pact dalam dokumen peta jalan elektrifikasi angkutan umum di Jabodetabek tahun 2025 (ITDP, 2025). Penghitungan emisi gas rumah kaca diperlukan beberapa parameter seperti jarak tempuh kendaraan, rata-rata konsumsi bahan bakar kendaraan diesel, rata-rata konsumsi listrik pada kendaraan listrik, jumlah kendaraan, emisi gas rumah kaca dari gas buang kendaraan konvensional, serta intensitas karbon dari grid pembangkit listrik.

Selanjutnya terdapat berbagai penghitungan emisi gas rumah kaca seperti total emisi bus konvensional dengan rumus berikut.

$$Emisi\ kendaraan\ diesel = jumlah\ kendaraan \times Emisi\ GRK\ kendaraan \times Jarak\ tempuh\ per\ tahun \quad (1)$$

Rumus yang digunakan dalam menghitung total emisi gas rumah kaca kendaraan listrik yaitu

$$Emisi\ kendaraan\ listrik = karbon\ grid \times jumlah\ kendaraan \times konsumsi\ listrik \times jarak\ tempuh \quad (2)$$

Data terkait banyak karbon grid pada pembangkit listrik didapatkan dari data produksi listrik x data emisi gas rumah kaca produksi listrik. Kedua data tersebut didapatkan dari dokumen Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik 2025 - 2034 dari Perusahaan Listrik Negara (PLN). Data dalam dokumen ini dibagi ke dalam 2 skenario terkait ekspansi PLN mengubah pembangkit listrik dengan energi konvensional menjadi pembangkit listrik dengan energi terbarukan. Skenario tersebut berupa skenario RE Base untuk perkembangan energi terbarukan secara moderat, serta skenario ARED untuk perkembangan energi terbarukan secara optimis. Berhubung lokasi perbandingan berada di layanan KSPN Yogyakarta – Borobudur maka data listrik yang digunakan diambil dari data daerah Jawa Madura Bali. Data terkait besar emisi karbon grid ditampilkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Data emisi gas rumah kaca produksi listrik

Tahun	RE Base	ARED
2025	221,7	212,1
2026	229,2	221,1
2027	238	229,7
2028	242,9	237,2
2029	244,4	242,3

Sumber : RUPTL 2025 – 2034 PLN

*data dalam satuan Juta ton CO₂

Data terkait besar produksi listrik pembangkit Jawa Madura Bali ditampilkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Data besar produksi listrik pembangkit Jawa Bali Madura

Tahun	Produksi Listrik
2025	251145
2026	262898
2028	289258
2029	301129

Sumber : RUPTL 2025 – 2034 PLN

*dalam satuan GWh

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Spesifikasi Kendaraan

Kendaraan diesel yang digunakan dalam angkutan KSPN yaitu Toyota Hiace Commuter. Toyota Hiace Commuter memiliki spesifikasi yang disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Data teknis Toyota Hiace Commuter

Jenis	Spesifikasi
Panjang	5380 mm
Lebar	1880 mm
Tinggi	2285 mm
Berat	3300 kg
Jumlah penumpang	13 orang
Jenis mesin	Diesel 4-stroke inline
Kode Mesin	1KD-FTV
Standar emisi	Euro 4
Daya Maksimum	136 ps / 3400 rpm
Torsi maksimum	30,6 kgm / 1200 – 2400 rpm
Transmisi	Manual
Pengereman depan	<i>ventilated disc brake with floating caliper 1 cylinder</i>
Pengereman belakang	<i>leading trailing drum brake</i>
Kapasitas bahan bakar	70 liter
Konsumsi bahan bakar	11,278 km/liter

Sumber: *website* resmi Toyota Indonesia, 2026



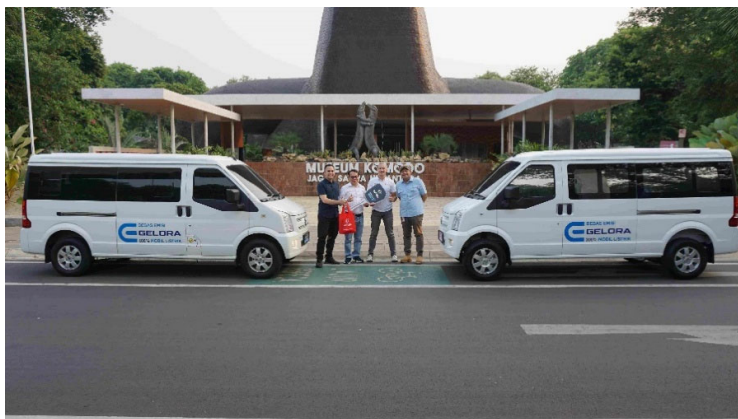
Gambar 2. Toyota Hiace Commuter
Sumber: dokumentasi pribadi

Kendaraan listrik yang digunakan dalam penelitian ini yaitu DFSK Gelora E. DFSK Gelora E Adalah sebuah produk kendaraan komersial dari DFSK yang merupakan versi lain dari DFSK Gelora yang menggunakan mesin bensin. DFSK Gelora E memiliki spesifikasi yang dijelaskan pada Tabel 4.

Tabel 4. Data teknis DFSK Gelora E

Jenis	Spesifikasi
Panjang	4500 mm
Lebar	1680 mm
Tinggi	2000 mm
Berat	2135 kg
Kapasitas penumpang	7 orang
Jenis mesin	Permanent Magnet Synchronous motor
Tenaga rata-rata	30 kWh / 3600 rpm
Tenaga maksimal	60 kWh / 9000 rpm
Torsi rata-rata	80 Nm / 200 Nm
Kecepatan maksimal	100 km / jam
Jenis baterai	Lithium Iron Phosphate (Merk CATL/Gotion)
Kapasitas Baterai	42 kWh
Besar energi tersimpan	136,6 Wh/kg
Tipe Pengisian	Pengisian cepat = CCS 2 Pengisian standar = Charger tipe 2
Durasi Pengisian	Cepat = 1,3 jam (20% - 80%) atau 2,5 jam (0% - 100%) Standar = 8 jam

Sumber: DFSK Indonesia 2026



Gambar 3. DFSK Gelora E
Sumber : DFSK Indonesia

3.2. Konsumsi Energi

Konsumsi energi bertujuan untuk melakukan perbandingan konsumsi energi yang diperlukan untuk operasional kendaraan KSPN dalam menempuh rute Titik Nol – Borobudur. Penghitungan ini bertujuan untuk melihat kendaraan diesel atau kendaraan listrik yang memiliki nilai biaya konsumsi energi yang paling hemat.

Toyota Hiace Commuter menggunakan mesin diesel. Konsumsi energi yang digunakan yaitu banyaknya kebutuhan bahan bakar minyak. Toyota Hiace Commuter menggunakan bahan bakar minyak jenis biosolar. Harga Biosolar per April tahun 2026 sebesar Rp 6.800,00 per liter. Jarak yang ditempuh layanan KSPN Titik Nol – Borobudur sejauh 98 km untuk satu ritase. Besar konsumsi bahan bakar minyak Toyota Hiace Commuter sebesar 11,278 km/liter. Berdasarkan data tersebut, maka didapatkan besar konsumsi BBM Toyota Hiace Commuter untuk sekali ritase sebesar 10,878 liter atau sebesar Rp73.970,40. Bila layanan angkutan KSPN rute Titik Nol – Borobudur dilakukan sebanyak 3 ritase per kendaraan, maka konsumsi BBM per mobil per hari sebanyak 34,1547 liter atau sebesar Rp 232.251,96.

DFSK Gelora E menggunakan mesin elektrik. Konsumsi energi yang digunakan yaitu banyaknya kebutuhan listrik. Pengecasan DFSK Gelora E menggunakan tarif listrik golongan B2 sebesar Rp1.44,70 per kWh. Jarak yang ditempuh layanan KSPN Titik Nol – Borobudur sejauh 98 km untuk satu ritase. Besar konsumsi energi DFSK Gelora E sebesar 0,1429 kWh / km. Berdasarkan data tersebut, maka didapatkan besar konsumsi listrik DFSK Gelora E untuk sekali ritase sebesar 14 kWh atau Rp 20.225,80. Bila layanan angkutan KSPN rute Titik Nol – Borobudur dilakukan sebanyak 3 ritase per kendaraan, maka konsumsi energi per mobil per hari sebanyak 45,9143 kWh atau sebesar Rp 66.332,37

Berdasarkan perhitungan konsumsi energi didapatkan bahwa DFSK Gelora E memiliki konsumsi energi yang lebih hemat dibandingkan Toyota Hiace Commuter. Selisih konsumsi energi yang dapat dihemat dari kendaraan listrik dibandingkan kendaraan diesel sebesar Rp 53.744,6 untuk sekali ritase serta Rp 165.919,59 untuk sehari operasi dengan 3 kali ritase.

3.3. Kadar Emisi

Penelitian kadar emisi bertujuan untuk melihat besar emisi yang dihasilkan dari operasional kendaraan diesel dan kendaraan listrik. Kadar emisi yang muncul berasal dari kadar emisi ketika operasional kendaraan serta kadar emisi ketika proses pembuatan energi di pembangkit listrik.

Hal-hal yang diperlukan dalam penghitungan kadar emisi gas rumah kaca yaitu terdapat beberapa parameter yang berpengaruh. Parameter tersebut berupa data jarak tempuh kendaraan per tahun, data konsumsi biosolar untuk kendaraan diesel maupun konsumsi listrik untuk kendaraan listrik, emisi gas rumah kaca per kendaraan diesel, dan intensitas karbon yang dihasilkan di grid pembangkit listrik. Data – data referensi yang membantu penghitungan ini terdapat di dokumen RUPTL PLN tahun 2025 – 2034 terkait data produksi listrik dan data emisi gas rumah kaca dalam produksi listrik; serta data ITDP mengenai panduan penghitungan emisi gas rumah kaca pada kendaraan diesel dan kendaraan listrik.

Daftar parameter dan besarnya ditampilkan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Parameter penghitungan kadar emisi

Parameter	Nilai	Keterangan
Jarak Tempuh	35770	Jarak tempuh x 365 hari
Rata-rata konsumsi BBM	11,278	km/liter
Faktor emisi biosolar	74,1	kg CO ₂ / TJ (<i>draft</i> IPCC)
Faktor emisi biosolar B30	3,004	gCO ₂ eq / liter (ITDP 2025)
Emisi GRK Hiace	0,266359284	gCO ₂ eq / km
Populasi unit	5	unit
Rata-rata konsumsi kWh	0,1429	kWh / km

Data emisi gas rumah kaca kendaraan diesel berupa Toyota Hiace Commuter didapatkan dari faktor emisi biosolar B30 (data dari analisis tim ITDP tahun 2025 dalam penelitian peta jalan elektrifikasi angkutan pengumpan di Jabodetabek) dikali dengan data konsumsi bahan bakar rata-rata Toyota Hiace. Faktor emisi biosolar didapatkan dari data pada *draft* IPCC terkait petunjuk teknis penghitungan emisi gas rumah kaca di sektor industri tahun 2012, serta data dari analisis tim ITDP tahun 2025 dalam pembuatan peta jalan elektrifikasi angkutan pengumpan di Jabodetabek. Jumlah populasi unit sebanyak 5 unit merupakan jumlah kendaraan baik dalam konsep semuanya menggunakan kendaraan diesel maupun semuanya menggunakan kendaraan listrik.

Langkah berikutnya yaitu menghitung data intensitas karbon grid pembangkit. Penghitungan berdasarkan jangka tahun ke tahun karena terdapat rencana besar dari PLN untuk mengurangi kapasitas pembangkit listrik bertenaga yang tidak terbaharui. Terdapat dua skenario yang digunakan dalam data emisi gas rumah kaca untuk produksi listrik, yaitu skenario RE Base untuk data yang lebih logis berdasarkan skenario moderat, serta skenario ARED untuk skenario yang optimis dalam pengurangan kapasitas pembangkit listrik tenaga yang tidak terbaharui. Penghitungan dilakukan dengan rumus:

$$\text{Karbon Grid} = \frac{\text{Emisi gas rumah kaca} \times 1000}{\text{Produksi listrik}} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \text{Karbon grid} &= \text{kg CO}_2 / \text{kWh} \\ \text{Emisi gas rumah kaca} &= \text{Juta ton CO}_2 \\ \text{Produksi listrik} &= \text{GWh} \end{aligned}$$

Hasil dari penghitungan ditampilkan dalam Tabel 6 untuk skenario RE Base dan Tabel 7 untuk skenario ARED.

Tabel 6. Penghitungan karbon grid skenario RE Base

Tahun	Produksi listrik	Emisi GRK	Karbon Grid
2025	251145	221,7	0,882756973
2026	262898	229,2	0,87182101
2027	274805	238	0,866068667
2028	289258	242,9	0,83973477
2029	301129	244,4	0,811612299

Tabel 7. Penghitungan karbon grid skenario ARED

Tahun	Produksi Listrik	Emisi GRK	Karbon Grid
2025	251145	212,1	0,844532043
2026	262898	221,1	0,841010582
2028	289258	237,2	0,820029178
2029	301129	242,3	0,804638544

Langkah berikutnya yaitu menghitung total emisi gas rumah kaca baik dari kendaraan diesel maupun kendaraan listrik. Berikutnya dapat menghitung selisih emisi kendaraan diesel dan kendaraan listrik. Rumus yang digunakan untuk menghitung total emisi gas rumah kaca kendaraan diesel yaitu:

$$\text{Emisi kendaraan diesel} = \text{jumlah kendaraan} \times \text{Emisi GRK kendaraan} \times \text{Jarak tempuh per tahun} \quad (4)$$

Rumus yang digunakan dalam menghitung total emisi gas rumah kaca kendaraan listrik yaitu

$$\text{Emisi kendaraan listrik} = \text{karbon grid} \times \text{jumlah kendaraan} \times \text{konsumsi listrik} \times \text{jarak tempuh} \quad (5)$$

Berikut ini hasil penghitungan total emisi gas rumah kaca dan selisihnya antara kendaraan listrik dan kendaraan diesel baik skenario RE Base dan skenario ARED. Skenario RE Base ditunjukkan dalam Tabel 8 sedangkan skenario ARED ditampilkan dalam Tabel 9.

Tabel 8. Selisih gas rumah kaca skenario RE Base

Selisih GRK Kendaraan (ton CO ₂ eq)	2025	2026	2027	2028	2029
Total emisi kendaraan diesel	47638,36	47638,36	47638,36	47638,36	47638,36
Total emisi grid pembangkit	22561,21	22281,71	22134,69	21461,66	20742,92
Selisih	25077,15	25356,65	25503,67	26176,7	26895,44

Tabel 9. Selisih gas rumah kaca skenario ARED

Selisih GRK Kendaraan (ton CO ₂ eq)	2025	2026	2027	2028	2029
Total emisi kendaraan diesel	47638,36	47638,36	47638,36	47638,36	47638,36
Total emisi grid pembangkit	21584,27	21494,27	21362,77	20958,03	20564,68
Selisih	26054,09	26144,09	26275,59	26680,33	27073,68

Berdasarkan data analisis emisi gas rumah kaca, dihasilkan bahwa emisi kendaraan listrik lebih rendah daripada emisi kendaraan diesel, meskipun sumber energi pembangkit listrik masih banyak yang menggunakan sumber dari energi yang tidak terbarukan seperti batu bara, minyak bumi, maupun gas alam. Besar selisih emisi gas rumah kaca berkisar 25000 hingga 27000 ton CO₂eq per tahun.

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian ini yaitu kendaraan listrik berupa DFSK Gelora E memiliki konsumsi energi yang lebih rendah dibandingkan kendaraan diesel berupa Toyota Hiace Commuter. Kendaraan listrik bisa menghemat konsumsi energi sebanyak Rp 53.744,6 untuk sekali ritase serta Rp 165.919,59 untuk sehari operasi dengan 3 kali ritase.

Hasil penelitian pada bidang produksi emisi CO₂ juga menunjukkan bahwa kendaraan listrik berupa DFSK Gelora E memiliki produksi emisi CO₂ yang lebih rendah dibandingkan kendaraan diesel berupa Toyota Hiace Commuter. Kendaraan listrik bisa memiliki selisih penurunan kadar emisi sebesar 25000 hingga 27000 ton CO₂eq per tahun.

Melalui penghematan energi dan emisi yang berkurang, maka penerapan kendaraan listrik dapat membantu memperbaiki lingkungan dan mengurangi efek perubahan iklim. Melalui upaya mengurangi efek perubahan iklim maka dapat ikut serta mengurangi terjadinya bencana atau kejadian alam yang ekstrem seperti banjir dan tanah longsor.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, K., Jannah, M., Aiman, U., Hasda, S., Fadilla, Z., Taqwin, Masita, Ardiawan, K. N., & Sari, M. E. (2022). *Metodologi Penelitian Kuantitatif* (N. Saputra, Ed.). Yayasan Penerbit Muhammad Zaini. <http://penerbitzaini.com>
- Alamatsaz, K., Quesnel, F., & Eicker, U. (2024). Enhancing Electric Shuttle Bus Efficiency: A Case Study on Timetabling and Scheduling Optimization. *Energies*, 17(13). <https://doi.org/10.3390/en17133149>

- Anastasya, R., & Putri, S. B. (2024). SDGs 7: Efektivitas Program Penggunaan Bus Listrik Guna Mendorong Transportasi Publik Ramah Lingkungan. *Journal of Environmental Economics and Sustainability*, 1(3), 13. <https://doi.org/10.47134/jees.v1i3.343>
- Badan Pengkajian Kebijakan Iklim dan Mutu Industri. (2017). Draft Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca di Sektor Industri
- Berliandaldo, M., & Prasetio, A. (2022). Analisa Hukum atas Kebijakan Pengembangan dan Pemanfaatan Kendaraan Bermotor Listrik pada Sektor Pariwisata Indonesia. *Sanskara Hukum Dan HAM*, 01(02), 1–12. <https://doi.org/10.58812/shh.v1i02.55>
- Institute for Transportation and Development Policy (ITDP) Indonesia. (2025). *Peta Jalan Elektrifikasi Angkutan Pengumpan di Jabodetabek*.
- Peraturan Menteri Perhubungan RI Nomor PM 83 Tahun 2021. *Penyelenggaraan Angkutan Penumpang Umum pada Kawasan Strategis Nasional*
- Peraturan Presiden RI Nomor 22 Tahun 2017. *Rencana Umum Energi Nasional 2017*
- Perusahaan Listrik Negara. (2025). *Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL)*.
- Rismana, A., Budiarto, R., & Harto, A. W. 2019. Analisis Energi dan Emisi CO2 Rencana Bus Listrik di Yogyakarta. *Jurnal Otomasi Kontrol dan Instrumentasi*, 11(1), 1–13. <https://doi.org/10.5614/joki.2019.11.1.1>