Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia p–ISSN: 2541-0849
e-ISSN: 2548-1398
Vol. 9, No. 10, Oktober 2024

KAJIAN ELEKTRIFIKASI ANGKUTAN UMUM (STUDI KASUS TEMAN BUS DAN FEEDER LRT MUSI EMAS)

Handoyo Wicaksono[1], Hermanto Dwiatmoko[2], Edi Nursalam[3]
Politeknik Transportasi Darat Indonesia, Indonesia[1,2,3]
Email: wicaksonohandoyo92@gmail.com[1]

Abstrak

Salah satu penyebab pemanasan global adalah gas rumah kaca (GRK). Komposisi utama pada gas rumah kaca adalah karbon dioksida (CO2), metana (CH4), dan dinitrogen oksida (N2O) yang memiliki kemampuan untuk menahan panas di atmosfer. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji potensi emisi mulai dari menghitung beban dan harga emisi serta seberapa besar potensi elektrifikasi angkutan umum di Kota Palembang. Analisis potensi elektrifikasi angkutan umum di Kota Palembang menggunakan metode Analytical Hierarchy Process (AHP), dengan 10 kriteria yang dinilai oleh 6 ahli. Perhitungan metode Analytical Hierarchy Process (AHP) dibagi menjadi 2 (dua) perhitungan yaitu perhitungan menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel dan aplikasi Expert Choice versi 11.0. Hasilnya menunjukkan potensi elektrifikasi sebesar 53,79% dengan menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel dan 53,3% dengan menggunakan aplikasi Expert Choice versi 11.0. Selain itu, terdapat 5 kriteria prioritas yaitu fitur keselamatan (19,2%), harga unit (16,8%), biaya perawatan (16,3%), kenyamanan (12,0%), dan infrastruktur pengisian (8,3%). Tantangan utama dalam elektrifikasi adalah harga unit, biaya perawatan, infrastruktur pengisian, dan waktu pengisian, di mana kendaraan berbahan bakar minyak lebih unggul pada kriteria tersebut. Oleh karena itu, pemerintah perlu meningkatkan kualitas dan kuantitas dari keempat kriteria ini untuk mendukung elektrifikasi dan meningkatkan manfaat lingkungan.

Kata kunci: Gas rumah kaca, angkutan umum, Kota Palembang, Teman Bus, Feeder LRT

Abstract

One of the primary causes of global warming is greenhouse gases (GHG). The main composition of greenhouse gases is carbon dioxide (CO2), methane (CH4), and nitrous oxide (N2O) which can retain heat in the atmosphere. The purpose of this study is to assess the potential for emissions starting from calculating the burden and price of emissions and the potential for electrification of public transportation in Palembang City. The calculation of the Analytical Hierarchy Process (AHP) method is divided into 2 (two) calculations, namely calculations using Microsoft Excel software and the Expert Choice application version 11.0. The results show an electrification potential of 53.79% using Microsoft Excel software and 53.3% using the Expert Choice application version 11.0. Apart from that, there are 5 priority criteria, namely safety features (19.2%), unit price (16.8%), maintenance costs (16.3%), comfort (12.0%), and infrastructure filling (8.3%). The main challenges in electrification are unit price, maintenance costs, charging infrastructure, and charging time, where oil-fueled vehicles are superior on these criteria. Therefore, the government needs to improve the quality and quantity of these four criteria to support electrification and increase environmental benefits.

Keywords: *Greenhouse gas, public transport, Palembang City, Teman Bus, LRT Feeder*

How to cite:	Wicaksono, et al. (2024). Kajian Elektrifikasi Angkutan Umum (Studi Kasus Teman Bus Dan Feeder Lrt Musi Emas). *Syntax Literate. (9)10.* http://dx.doi.org/10.36418/syntax-literate.v9i10
E-ISSN:	2548-1398

Pendahuluan

Penyebab utama dari pencemaran udara yaitu peningkatan komposisi gas rumah kaca di atmosfer (Ardhitama et al., 2017). Gas-gas seperti karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), dan dinitrogen oksida (N_2O) memiliki kemampuan untuk menahan panas di atmosfer, yang menyebabkan efek pemanasan global. Akumulasi gas-gas ini dalam atmosfer dapat menyebabkan perubahan iklim yang ekstrem, termasuk peningkatan suhu global, perubahan pola cuaca, dan kenaikan permukaan air laut. Terdapat 8 (delapan) negara dengan emisi gas rumah kaca terbesar di dunia antara lain Brasil, Tiongkok, Uni Eropa, India, Indonesia, Jepang, Meksiko, dan Amerika Serikat. Secara keseluruhan, negara-negara ini menyumbang dua pertiga dari total emisi gas rumah kaca tahunan global (Damassa et al., 2018). Salah satu penyebab terbesar dari perubahan iklim adalah emisi gas rumah kaca (GRK) yang berasal dari berbagai sektor, termasuk transportasi (IPCC, 2021).

Salah satu alternatif yang sedang dikembangkan adalah angkutan umum berbasis listrik. Saat ini pemerintah sedang melakukan percepatan program kendaraan bermotor listrik berbasis baterai untuk transportasi jalan melalui Peraturan Presiden Nomor 79 Tahun 2023 (Adittya & Terapan, 2024; Nugraha et al., 2024). angkutan umum berbasis listrik juga dianggap sebagai solusi yang ramah lingkungan karena menggunakan sumber energi yang lebih bersih dan terbarukan. Teman Bus Palembang dan Feeder LRT Musi Emas adalah dua sistem transportasi publik di kota Palembang, Sumatera Selatan. Teman Bus adalah sistem transportasi bus rapid transit (BRT) yang dioperasikan oleh Pemerintah Kota Palembang. Sistem ini telah dioperasikan sejak tahun 2011 dan terdiri dari beberapa jalur yang menghubungkan berbagai titik penting di kota Palembang. Angkutan umum feeder LRT Musi Emas adalah layanan transportasi publik yang digunakan untuk menghubungkan stasiun-stasiun LRT Palembang dengan beberapa titik di sekitar kota Palembang (Effendi et al., 2023). Layanan ini beroperasi sebagai feeder atau pengumpan ke stasiun LRT, sehingga memudahkan penggunaan transportasi publik bagi masyarakat yang berada di daerah-daerah yang tidak terjangkau oleh jalur LRT.

Angkutan Umum di Kota Palembang

Teman Bus Kota Palembang

Kementerian Perhubungan, melalui Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, tetap aktif menyediakan layanan angkutan massal perkotaan berbasis jalan dengan skema pembelian layanan atau *Buy The Service*, yang dikenal dengan nama Teman Bus pada tahun 2024. Strategi program BTS ini menggunakan pendekatan *Push and Pull Strategy.* Layanan ini terintegrasi dengan jaringan angkutan massal LRT yang telah ada di Palembang. Terdapat 54 (lima puluh empat) unit armada angkutan umum yang terdiri dari 15 (lima belas) unit bus besar dan 34 (tiga puluh empat) unit bus medium. Dari 34 (tiga puluh empat) unit bus medium, terdapat 5 (lima) unit yang dijadikan bus cadangan. Bus medium berkapasitas 40 penumpang dengan 20 tempat duduk dan bus besar dengan kapasitas 60 penumpang dengan 30 tempat duduk serta kursi prioritas. Jam operasional dari Teman Bus, untuk koridor 1 dan koridor 3 dimulai pukul 05.30 WIB sampai dengan 20.00 WIB sedangkan koridor 2 dan koridor 4 dimulai pukul 06.00 sampai dengan 18.00 WIB. Teman Bus di Kota Palembang melayani 4 (empat) rute trayek yaitu:

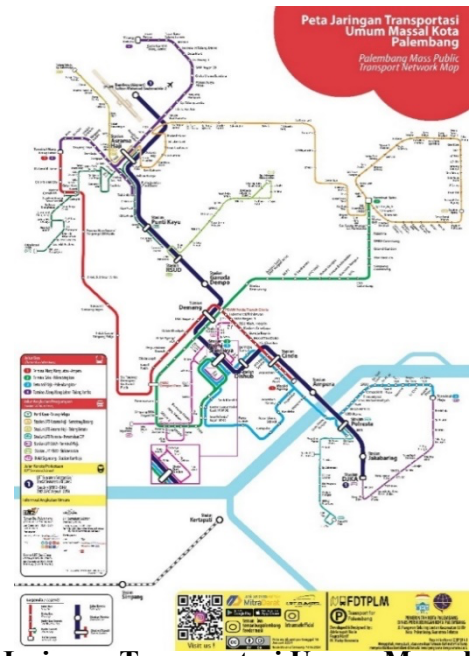
a. Koridor 1 : Terminal Alang-Alang Lebar – Ampera
b. Koridor 2 : Terminal Sako – Palembang Icon
c. Koridor 3 : Palembang Icon – Terminal Plaju
d. Koridor 4 : Terminal Alang-Alang Lebar – Talang Jambe

Feeder LRT Musi Emas

Feeder LRT Musi Emas adalah layanan pengumpan modern pertama di Palembang, dirancang untuk melayani masyarakat di daerah padat penduduk dan pinggiran kota agar dapat mengakses transportasi umum yang lebih besar, terutama LRT Sumatera Selatan. Dengan fokus pada tujuan utamanya, Feeder ini didedikasikan untuk meningkatkan penggunaan LRT dengan menyediakan aksesibilitas yang lebih baik bagi pengguna. Feeder LRT diperkenalkan pada acara Gerakan Nasional Kembali ke Angkutan umum pada 27 Februari 2022, lalu diresmikan di Griya Agung pada bulan Juni 2022, dan beroperasi pada bulan Juli 2022. Feeder LRT masih gratis/tidak bertarif karena pemerintah pusat memberikan subsidi 100% agar masyarakat Kota Palembang tertarik menggunakan angkutan umum. Terdapat 57 (lima puluh tujuh) unit armada angkutan umum dengan kapasitas angkut sebanyak 9 (sembilan) orang, yang dikerahkan untuk menunjang aksesibilitas masyarakat Kota Palembang dalam menggunakan sarana angkutan umum masal yakni *Light Rail Transit* (LRT). Dari 57 (lima puluh tujuh) unit yang dioperasikan, terdapat 51 (lima puluh satu) unit yang dioperasikan secara penuh pada jam operasional dan 6 (enam) unit digunakan sebagai sarana pengganti/cadangan. Feeder LRT Musi Emas melayani 7 (tujuh) rute trayek antara lain:

a. Talang Kelapa – Asrama Haji - Talang Buruk
b. Asrama Haji – Sematang Borang
c. Asrama Haji – Talang Betutu
d. Stasiun LRT Polresta – Perumahan OPI
e. Terminal Plaju – Stasiun LRT DJKA
f. Stasiun LRT RSUD – Sukawinatan
g. Bukit - Stadion Kamboja (via Stasiun LRT Bumi Sriwijaya)

Peta Jaringan Transportasi Umum Massal Kota Palembang dapat dilihat secara rinci pada gambar di bawah ini:

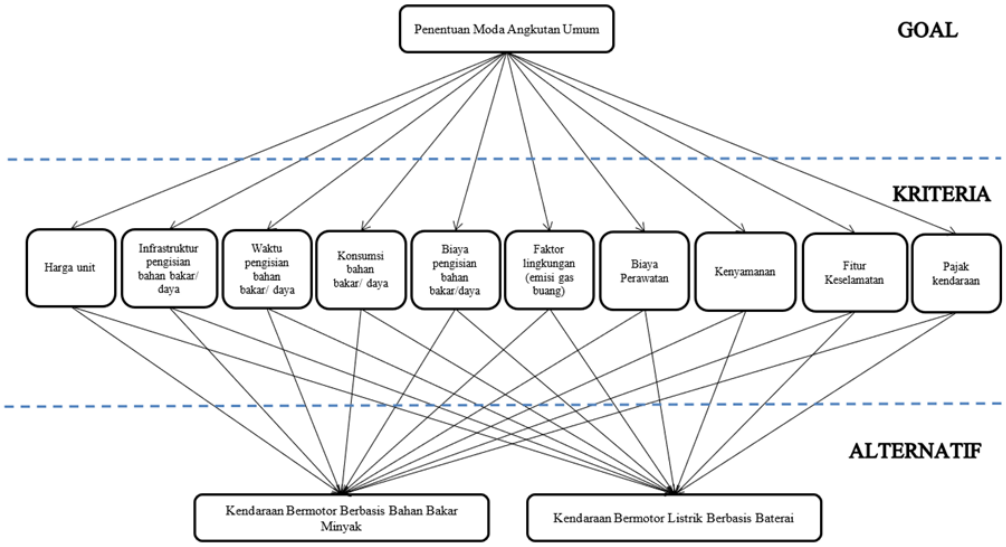


Gambar 1. Peta Jaringan Transportasi Umum Massal Kota Palembang

Metode Penelitian

Pengumpulan data dalam penelitian ini dengan cara melakukan wawancara/audiensi kepada 6 (enam) orang ahli yaitu Kepala Balai Pengelola Transportasi Darat Kelas II Sumatera Selatan, Kepala Dinas Perhubungan Provinsi Sumatera Selatan, Kepala Dinas Perhubungan Kota Palembang, Direktur PT. Trans Musi Palembang Jaya (TMPJ) selaku pengelola Teman Bus Palembang, Direktur PT. Transportasi Global Mandiri selaku pengelola Feeder LRT Musi Emas, dan Direktur PT. PLN (Persero) UP 3 Palembang.

Penelitian ini akan melakukan analisis potensi elektrifikasi angkutan umum menggunakan metode Analytical Hierarchy Process (AHP) antara kendaraan bermotor berbasis bahan bakar minyak dan kendaraan bermotor listrik berbasis baterai, dengan mempertimbangkan perspektif stakeholder di Kota Palembang berdasarkan beberapa kriteria (Pratiwi, 2020). Kriteria penilaian pada penelitian ini ditetapkan/dibatasi sebanyak 10 (sepuluh) kriteria antara lain harga unit, infrastruktur pengisian bahan bakar/daya, waktu pengisian bahan bakar/ daya, konsumsi bahan bakar/daya, biaya pengisian bahan bakar/daya, faktor lingkungan (emisi gas buang), biaya perawatan, kenyamanan, fitur keselamatan, pajak kendaraan yang akan dibandingkan antara kendaraan bermotor berbasis bahan bakar minyak dan kendaraan bermotor listrik berbasis baterai. Sedangkan alternatif moda angkutan umum ditetapkan sebanyak 2 (dua) buah yaitu kendaraan bermotor berbasis bahan bakar minyak dan kendaraan bermotor listrik berbasis baterai. Perhitungan metode Analytical Hierarchy Process (AHP) dibagi menjadi 2 (dua) perhitungan yaitu perhitungan menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel dan aplikasi Expert Choice versi 11.0 (Pratiwi, 2020). Struktur Analytical Hierarchy Process (AHP) yang didesain pada penelitian ini bisa dilihat pada gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Struktur Hierariki Penelitian
Sumber : Hasil Analisis, 2024

Hasil dan Pembahasan

Analytical Hierarchy Process (AHP), yang diterapkan melalui 2 (dua) perhitungan yaitu perhitungan menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel* dan aplikasi *Expert Choice versi 11.0*, yang memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih terstruktur dan objektif dengan membandingkan kriteria yang berbeda berdasarkan bobot dan

prioritas yang ditentukan. Dengan menggunakan *Microsoft Excel* dan Aplikasi *Expert Choice versi 11.0* sebagai alat bantu analisis, kajian ini memanfaatkan berbagai fitur untuk memodelkan dan menghitung preferensi serta kepentingan relatif dari setiap kriteria. Melalui matrix perbandingan berpasangan dan perhitungan bobot yang akurat, *Analytical Hierarchy Process (AHP)* membantu dalam menentukan alternatif yang paling layak terkait elektrifikasi angkutan umum dengan mempertimbangkan berbagai aspek yang telah ditentukan. Dalam penerapan metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)*, kombinasi *expert judgement* dari Kepala Dinas Perhubungan Kota Palembang, Kepala Dinas Perhubungan Provinsi Sumatera Selatan, dan Kepala Balai Pengelola Transportasi Darat Kelas II Sumatera Selatan sebagai regulator, serta Direktur PT. Trans Musi Palembang Jaya (TMPJ) sebagai pengelola Teman Bus Palembang, Direktur PT. Transportasi Global Mandiri sebagai pengelola Feeder LRT Musi Emas, dan Direktur PT. PLN (Persero) UP 3 Palembang menghasilkan kerangka kerja yang komprehensif dan terintegrasi

Perhitungan Metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)* menggunakan *Software Microsoft Excel*

Dalam penelitian ini, penilaian kriteria dari para ahli yang di gabung dan dikombinasikan satu sama lain dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Penilaian Antar Kriteria dari Kombinasi *Expert Judgement*

Kriteria	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
C1	1,000	3,167	4,222	3,208	2,867	2,354	1,632	1,556	1,052	3,333
C2	0,316	1,000	1,778	1,700	1,700	1,190	0,367	0,799	0,607	2,333
C3	0,237	0,563	1,000	0,889	0,756	0,589	0,267	0,513	0,249	1,111
C4	0,312	0,588	1,125	1,000	0,472	0,644	0,403	0,353	0,317	2,556
C5	0,349	0,588	1,324	2,118	1,000	0,839	0,667	0,389	0,275	2,222
C6	0,425	0,840	1,698	1,552	1,192	1,000	0,458	0,472	0,431	2,306
C7	0,613	2,727	3,750	2,483	1,500	2,182	1,000	2,667	0,472	3,083
C8	0,643	1,252	1,951	2,835	2,571	2,118	0,375	1,000	0,528	4,056
C9	0,951	1,647	4,019	3,158	3,636	2,323	2,118	1,895	1,000	5,389
C10	0,300	0,429	0,900	0,391	0,450	0,434	0,324	0,247	0,186	1,000
Total	5,14	12,80	21,77	19,33	16,14	13,67	7,61	9,89	5,12	27,39

Sumber : Hasil Analisis, 2024

Keterangan:

C1 : Harga unit
C2 : Infrastruktur pengisian bahan bakar/daya
C3 : Waktu pengisian bahan bakar/daya
C4 : Konsumsi bahan bakar/daya
C5 : Biaya pengisian bahan bakar/daya
C6 : Faktor lingkungan (emisi gas buang)
C7 : Biaya perawatan kendaraan
C8 : Kenyamanan kendaraan
C9 : Fitur Keselamatan
C10 : Pajak kendaraan

Berdasarkan hasil pengolahan data, didapatkan matriks normalisasi nilai kriteria pada tabel dibawah ini:

Tabel 2. Normalisasi Nilai Kriteria

Kriteria	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
C1	0,194	0,247	0,194	0,166	0,178	0,172	0,214	0,157	0,206	0,122
C2	0,061	0,078	0,082	0,088	0,105	0,087	0,048	0,081	0,119	0,085
C3	0,046	0,044	0,046	0,046	0,047	0,043	0,035	0,052	0,049	0,041
C4	0,061	0,046	0,052	0,052	0,029	0,047	0,053	0,036	0,062	0,093
C5	0,068	0,046	0,061	0,110	0,062	0,061	0,088	0,039	0,054	0,081
C6	0,083	0,066	0,078	0,080	0,074	0,073	0,060	0,048	0,084	0,084
C7	0,119	0,213	0,172	0,128	0,093	0,160	0,131	0,270	0,092	0,113
C8	0,125	0,098	0,090	0,147	0,159	0,155	0,049	0,101	0,103	0,148
C9	0,185	0,129	0,185	0,163	0,225	0,170	0,278	0,192	0,195	0,197
C10	0,058	0,033	0,041	0,020	0,028	0,032	0,043	0,025	0,036	0,037
Total	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Sumber : Hasil Analisis, 2024

Selanjutnya dapat kita hitung nilai prioritas dan *Eigen Value* masing-masing kriteria yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 3 Nilai Prioritas dan *Eigen Value*

Kriteria	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
Prioritas	0,185	0,083	0,045	0,053	0,067	0,073	0,149	0,117	0,192	0,035
Eigen Value	0,952	1,068	0,975	1,025	1,080	0,998	1,135	1,162	0,981	0,968

Sumber : Hasil Analisis, 2024

Setelah matrik penilaian antar kinerja dibuat dan dinormalisasikan, maka didapatkan nilai *Consistenct Index (CI)* sebesar 0,0382. Dengan menetapkan 10 (sepuluh) kriteria, berdasarkan tabel pada *Random Index (RI)* maka didapatkan nilai 1,49 sehingga menghasilkan nilai *Consistency Ratio (CR)* sebesar 0,0256. Jika nilai *Consistency Ratio (CR)* di bawah 10% maka konsistensi hirarki dapat diterima namun jika diatas 10% penilaian data judgement harus diperbaiki. Dengan nilai *Consistenct Index (CI)* sebesar 0,0382 dan *Consistency Ratio (CR)* sebesar 0,0256, sehingga penilaian data kombinasi *expert judgement* pada penelitian ini bisa dikatakan "KONSISTEN".

Berdasarkan nilai eigen masing-masing alternatif diperoleh nilai prioritas untuk keseluruhan alternatif pada tabel berikut:

Tabel 4. Hasil Prioritas Untuk Seluruh Alternatif

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
R1	0,824	0,829	0,857	0,158	0,168	0,149	0,743	0,157	0,193	0,152
R2	0,176	0,171	0,143	0,842	0,832	0,851	0,257	0,843	0,807	0,848

Sumber : Hasil Analisis, 2024

Keterangan:

R1 : Kendaraan bermotor berbasis bahan bakar minyak

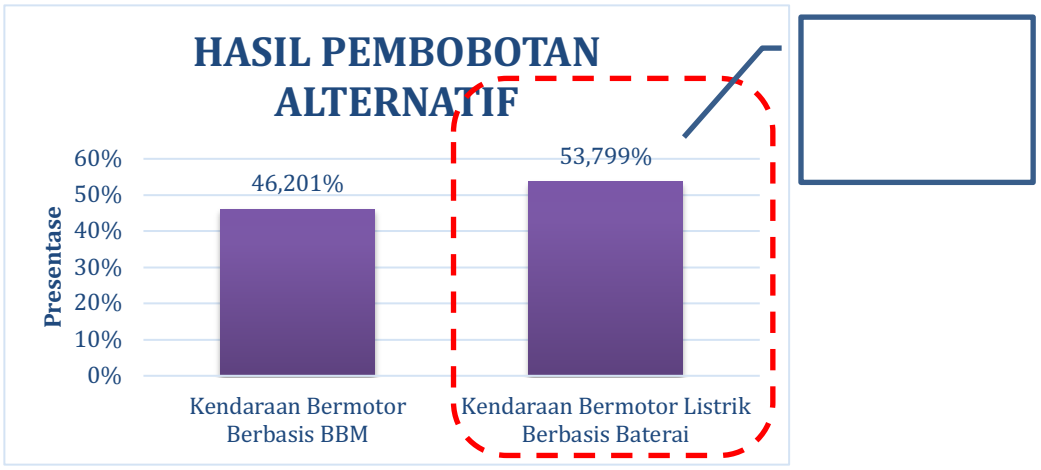
R2 : Kendaraan bermotor listrik berbasis baterai

Setelah didapatkan hasil prioritas untuk semua alternatif, maka diperoleh hasil pada tabel dibawah ini:

Tabel 5. Hasil Peringkat Untuk Semua Alternatif

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	**Skor**	**Ranking**
R1	0,152	0,069	0,038	0,008	0,011	0,011	0,111	0,018	0,037	0,005	**0,4620**	2
R2	0,033	0,014	0,006	0,045	0,056	0,062	0,038	0,099	0,155	0,030	**0,5380**	1

Sumber : Hasil Analisis, 2024

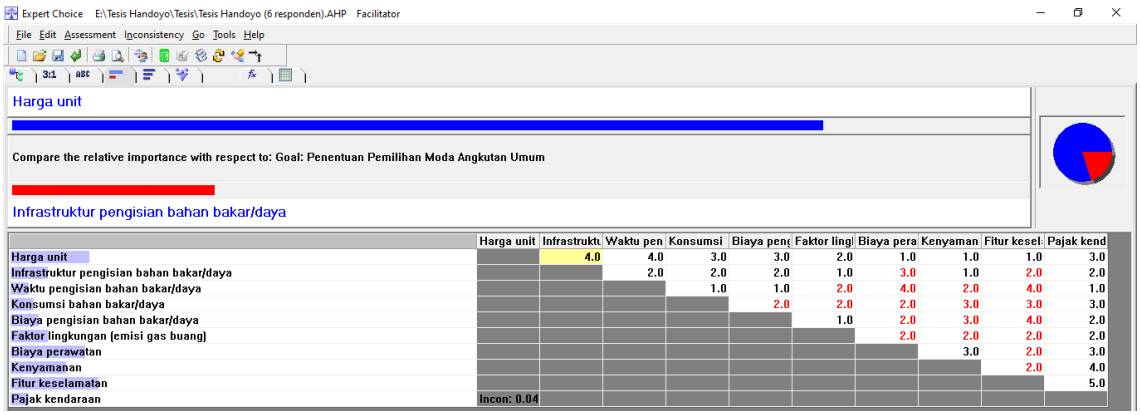


Gambar 2. Hasil Pembobotan Alternatif
Sumber : Hasil Analisis, 2024

Berdasarkan hasil perhitungan, dapat dilihat pada tabel dan gambar bahwa skor kendaraan bermotor berbasis bahan bakar minyak sebesar 46,20% dan skor kendaraan bermotor listrik berbasis baterai yaitu 53,80%. Sehingga berdasarkan penilaian kombinasi *Expert Judgement* dapat disimpulkan bahwa potensi elektrifikasi angkutan umum di Kota Palembang sebesar 53,80%.

Perhitungan Metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)* menggunakan *Aplikasi Expert Choice versi 11.0*

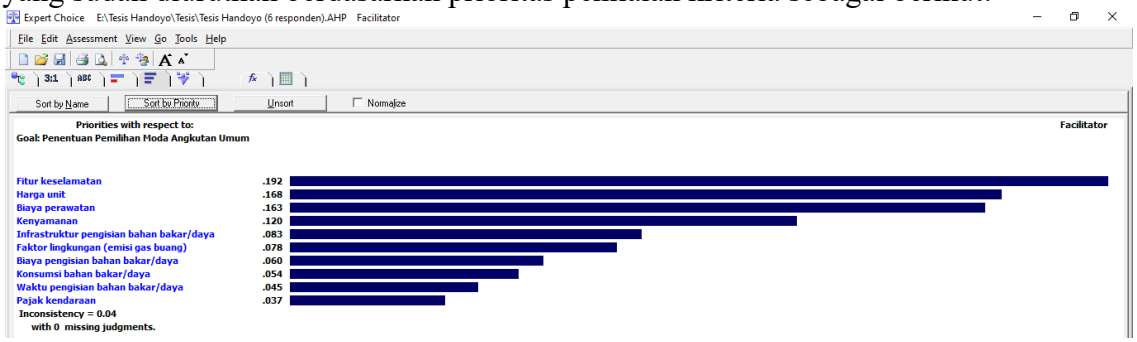
Peneliti memanfaatkan aplikasi *Expert Choice ver 11.0* sebagai peranti yang diharapkan dapat membantu mengidentifikasi potensi elektrifikasi angkutan umum di Kota Palembang. Penilaian perbandingan multi kriteria yang diberikan oleh keenam *expert* yang dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 3 Perbandingan Multi Kriteria dari Hasil Kombinasi Keenam *Expert*
Sumber : Hasil Analisis, 2024

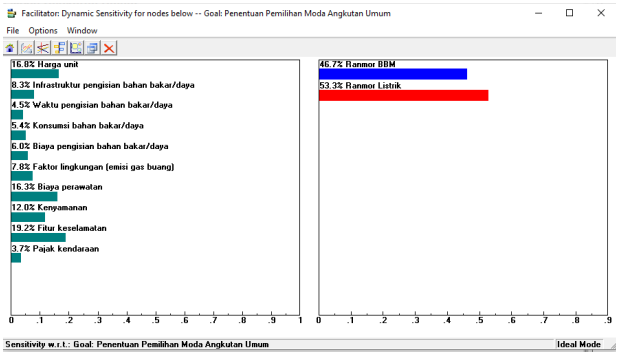
Berdasarkan gambar di atas, dapat diketahui bahwa *Consistency Ratio (CR)* sebesar 0,04 sehingga penilaian data keenam *expert* pada penelitian ini bisa dikatakan "KONSISTEN".

Selanjutnya dapat kita lihat bobot penilaian yang diberikan oleh keenam *expert* yang sudah diurutkan berdasarkan prioritas penilaian kriteria sebagai berikut:



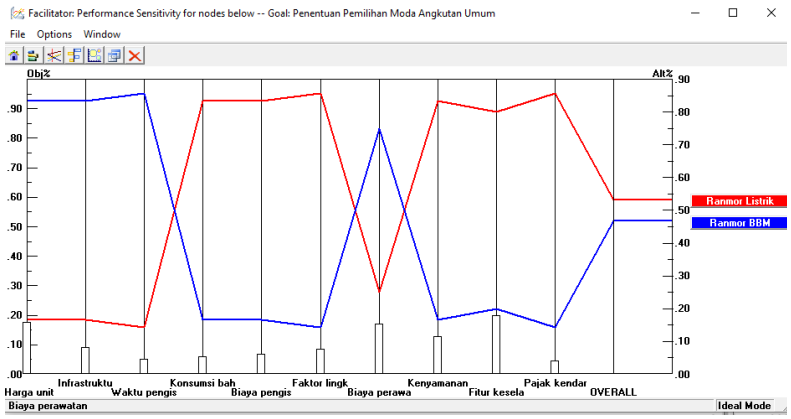
Gambar 4. Bobot Penilaian Kriteria Berdasarkan Prioritas
Sumber : Hasil Analisis, 2024

Berdasarkan gambar di atas, dapat diketahui bobot penilaian kriteria berdasarkan prioritas yang diberikan oleh keenam *expert*, dimana 5 (lima) urutan kriteria teratas yang menjadi prioritas yaitu fitur keselamatan, harga unit, biaya perawatan, kenyamanan dan infratruktur pengisian bahan bakar/daya.



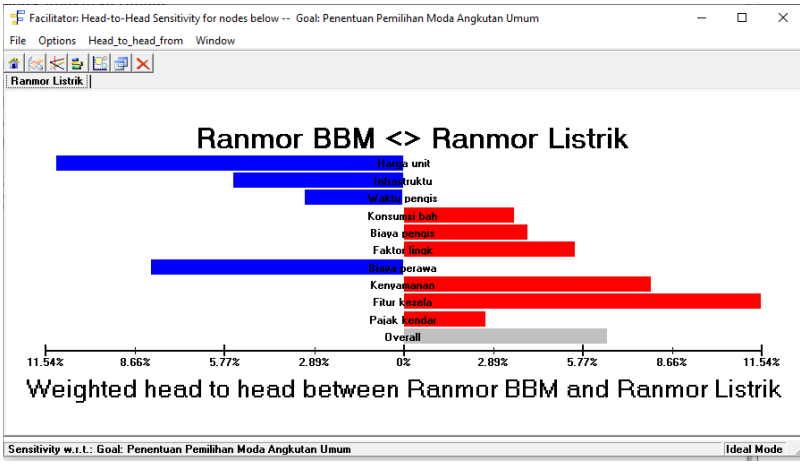
Gambar 5. *Dynamic Sensitivity*
Sumber : Hasil Analisis, 2024

Gambar di atas merupakan gambar *Dynamic Sensitivity* yang merupakan analisis yang digunakan untuk memahami bagaimana bobot kriteria secara dinamis mempengaruhi peringkat dan skor alternatif dalam pengambilan keputusan. Berdasarakan gambar diatas, dapat diketahui bahwa 3 (tiga) urutan kriteria teratas yang menjadi prioritas yaitu fitur keselamatan dengan bobot 19,2%, harga unit dengan bobot 16,8%, biaya perawatan dengan bobot 16,3%. Diketahui juga bahwa bobot kendaraan bermotor berbasis bahan bakar minyak sebesar 46,7% dan bobot kendaraan bermotor listrik berbasis baterai sebesar 53,3%.



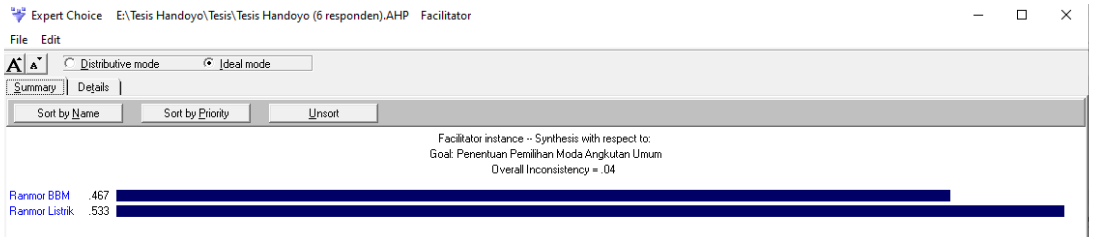
Gambar 6. *Performance Sensitivity*
Sumber : Hasil Analisis, 2024

Gambar di atas merupakan gambar *Performance Sensitivity* yang merupakan analisis yang digunakan untuk melihat bagaimana perubahan dalam bobot kriteria mempengaruhi peringkat alternatif dalam pengambilan keputusan. Ini adalah bagian penting dari proses *Analytical Hierarchy Process (AHP)* karena membantu memastikan keputusan yang diambil stabil dan *robust* (Darko et al., 2019; Khazaii & Khazaii, 2016).



Gambar 7. *Head to Head* Kriteria Antar Alternatif
Sumber : Hasil Analisis, 2024

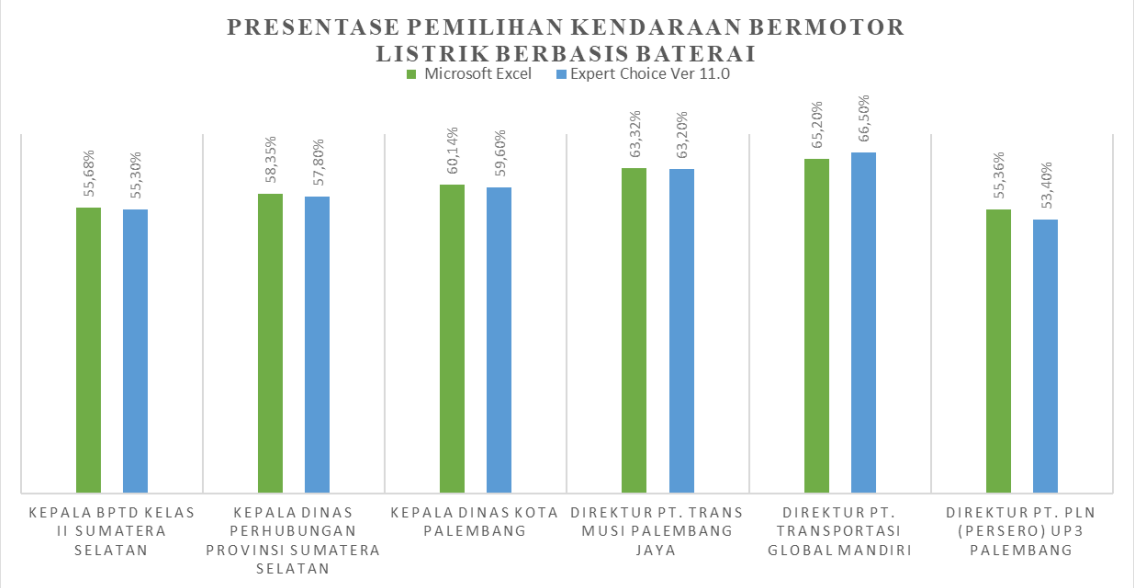
Gambar di atas merupakan gambar *Head to Head* kriteria antar alternatif yang merupakan analisis perbandingan langsung antara dua alternatif untuk setiap kriteria yang ada. Berdasarkan gambar diatas, dapat diketahui bahwa kendaraan bermotor berbasis bahan bakar minyak memiliki keunggulan pada 4 (empat) kriteria yaitu pada kriteria harga unit, infrastruktur pengisian bahan bakar/daya, waktu pengisian bahan bakar/daya dan biaya perawatan sedangkan kendaraan bermotor listrik berbasis baterai memiliki keunggulan pada 6 (enam) kriteria yaitu pada kriteria konsumsi bahan bakar/daya, biaya pengisian bahan bakar/daya, faktor lingkungan (emisi gas buang), kenyamanan, fitur keselamatan dan pajak kendaraan.



Gambar 8. Hasil Sintesis
Sumber : Hasil Analisis, 2024

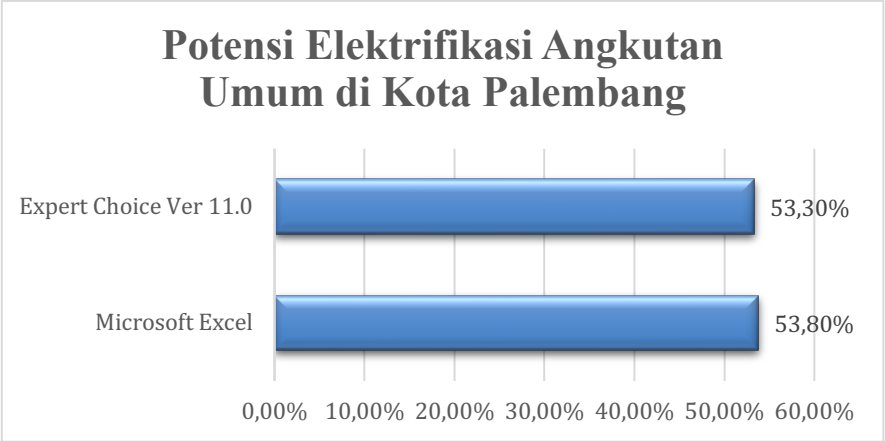
Gambar di atas merupakan gambar hasil sintesis yang merupakan tahap akhir dalam proses pengambilan keputusan yang melibatkan penggabungan semua informasi yang telah diperoleh dari analisis sebelumnya untuk menentukan pilihan terbaik. Berdasarkan gambar diatas, dapat diketahui bahwa kendaraan bermotor berbasis bahan bakar minyak memiliki bobot sebesar 46,7% dan kendaraan bermotor listrik berbasis baterai memiliki bobot sebesar 53,3%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa potensi elektrifikasi angkutan umum dari keenam *expert* sebesar 53,3% (Mubarok, 2023; Tama et al., 2023).

Berdasarkan hasil analisis data, potensi elektrifikasi angkutan umum di Kota Palembang dengan metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)* dari 6 (enam) ahli dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 9. Perbandingan Potensi Elektrifikasi Angkutan Umum di Kota Palembang dari Para Ahli
Sumber : Hasil Analisis, 2024

Berdasarkan dari gambar di atas, dapat diketahui bahwa potensi elektrifikasi angkutan umum di Kota Palembang mencapai lebih dari 50%. Dan setelah penilaian dari para ahli dikombinasikan maka didapatkan potensi elektrifikasi angkutan umum sebesar 53,80% dengan menggunakan *Software Microsoft Excel* dan 53,30% dengan menggunakan Aplikasi *Expert Choice ver 11.0* sebagaimana dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 10. Potensi Elektrifikasi Angkutan Umum di Kota Palembang
Sumber : Hasil Analisis, 2024

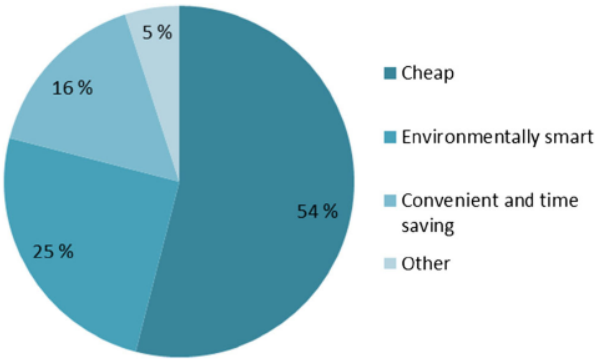
Terdapat 3 (tiga) kriteria yang menjadi prioritas utama sebagai pertimbangan sebelum memutuskan untuk membeli kendaraan bermotor yaitu fitur keselamatan dengan bobot 19,2%, harga unit dengan bobot 16,8%, biaya perawatan dengan bobot 16,3%. Kendaraan bermotor berbasis bahan bakar minyak memiliki keunggulan pada 4 (empat) kriteria yaitu pada kriteria harga unit, infrastruktur pengisian bahan bakar/daya, waktu pengisian bahan bakar/daya dan biaya perawatan sedangkan kendaraan bermotor listrik berbasis baterai memiliki keunggulan pada 6 (enam) kriteria yaitu pada kriteria konsumsi bahan bakar/daya, biaya pengisian bahan bakar/daya, faktor lingkungan (emisi gas buang), kenyamanan, fitur keselamatan dan pajak kendaraan. Keunggulan ini tentunya harus terus ditingkatkan kualitasnya untuk mempercepat adopsi kendaraan bermotor listrik berbasis baterai di Indonesia.

Berdasarkan tantangan dari 4 (empat) kriteria di atas, maka seiring dengan berkembangnya teknologi dan kesadaran akan pentingnya keberlanjutan lingkungan, pemerintah sebagai regulator mempunyai tanggung jawab dan harus mengambil langkah konkret untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas dari 4 (empat) kriteria tersebut. Dengan tantangan yang ada, pemerintah telah menerbitkan Peraturan Presiden Nomor 55 Tahun 2019 tentang Percepatan Program Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (*Battery Electric Vehicle*) untuk Transportasi Jalan sebagaimana telah di ubah terakhir kali dengan Peraturan Presiden Nomor 79 Tahun 2023.

Dari segi harga unit, peraturan di atas mengatur tentang pemberian insentif untuk kendaraan listrik yang dapat berupa insentif pajak, subsidi pembelian, keringanan biaya pengisian listrik di SPKLU dan keringanan bea masuk. Insentif ini bertujuan untuk menurunkan harga jual kendaraan listrik sehingga lebih terjangkau bagi konsumen, mendorong adopsi yang lebih luas, dan mempercepat pengembangan industri kendaraan listrik di Indonesia. Dalam hal pemberian insentif, pemerintah Indonesia harus hati-hati, melakukan kajian dan pengawasan dalam implementasi kebijakan ini.

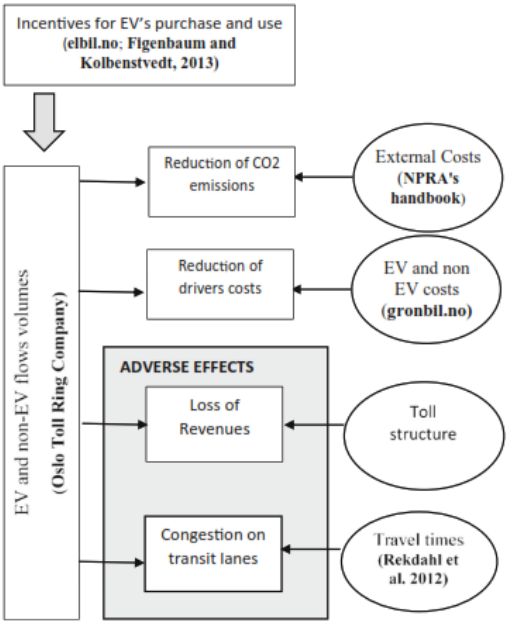
Studi kasus yang dapat dipertimbangkan yaitu penerapan pemberian insentif kendaaraan lisrtik di Norwegia khususnya di Kota Oslo. Pemerintahnya memberikan berbagai insentif besar seperti pembebasan pajak, pembebasan bea pembelian, pembebasan biaya tol, pembebasan biaya parkir, dan izin menggunakan akses jalur transit. Jika dikonversikan ke dalam nilai ekonomi, insentif-insentif ini menghasilkan penghematan besar dan telah mendorong masyarakat Norwegia untuk membeli dan menggunakan kendaraan listrik dalam jumlah besar. Dengan memberikan insentif yang

besar kepada warganya agar beralih kek kendaraan listrik berbasis baterai, hal ini berdampak dengan harga unit mobil listrik menjadi jauh lebih murah.



Gambar 12. Alasan Masyarakat Norwegia Membeli Kendaraan Listrik
Sumber : Aasness and Odeck 2015

Berdasarkan gambar di atas, kita dapat melihat bahwa alasan sebagian besar masyarakat Norwegia membeli kendaraan listrik karena harga unit kendaraannya yang murah. Dengan harga unit mobil yang murah maka masyarakat menjadikannya sebagai alat transportasi utama untuk menunjang mobilisasi mereka.



Gambar 13. Ilustrasi Dampak Pemberian Insentif Kendaraan Listrik di Norwegia
Sumber : Aasness and Odeck 2015

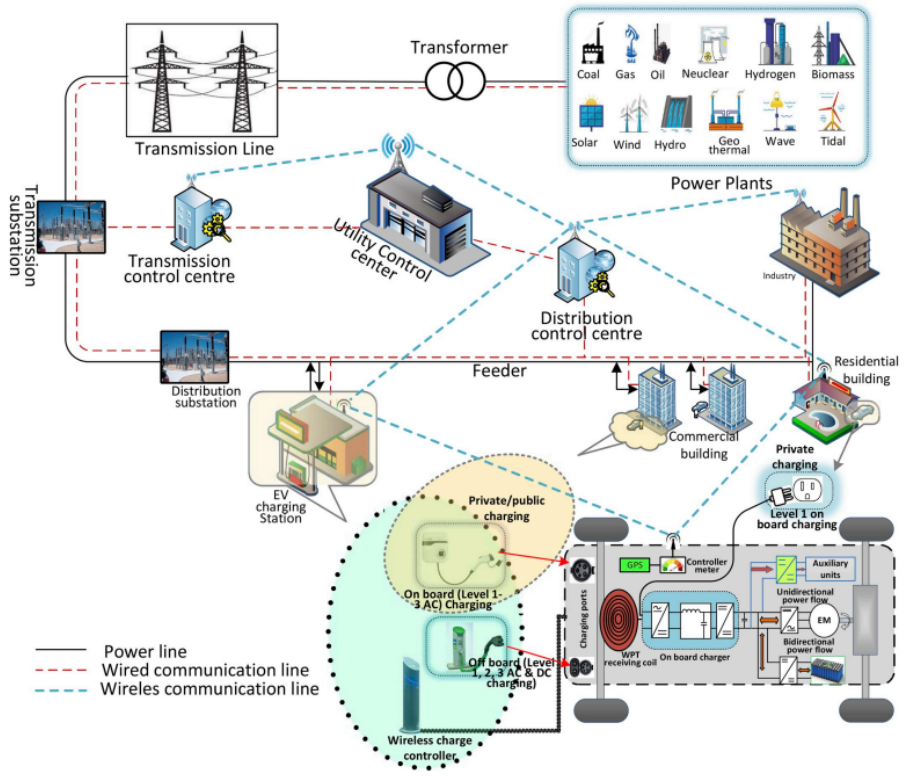
Berdasarkan gambar di atas, terdapat dampak positif dari pemberian insentif dari pemerintah antara lain pengurangan emisi karbon dan pengurangan biaya yang harus dikeluarkan oleh pengemudi. Selain dampak positif diatas, terdapat juga beberapa dampak buruk dari pemberian insentif yaitu hilangnya pendapatan dari tol dan kemacetan yang terus terjadi di akses jalur transit. Dan dampak buruk yang paling signifikan adalah pembebasan biaya tol, yang menyebabkan kehilangan pendapatan tol dalam jumlah yang besar.

Selain itu, karena banyak kendaraan listrik memiliki jarak tempuh yang terbatas, kebijakan ini mendorong rumah tangga untuk membeli mobil kedua, yang pada gilirannya meningkatkan penggunaan mobil pribadi dan mengurangi ketergantungan pada angkutan umum serta bersepeda. (Aasness & Odeck, 2015). Oleh karena itu pemerintah harus lebih selektif dalam pemberian insentif pada kendaraan listrik berbasis baterai

Dari segi infrastruktur pengisian bahan bakar/daya dan waktu pengisian bahan bakar/daya, peraturan di atas mengatur pengembangan infrastruktur pengisian daya yang tentunya akan mempengaruhi kecepatan pengisian daya, termasuk pedoman teknis untuk pembangunan Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU), spesifikasi alat dan teknologi yang digunakan, serta penentuan lokasi strategis agar SPKLU dapat diakses secara luas. Selain itu, peraturan ini memberikan insentif bagi pihak swasta dan pemerintah daerah untuk berinvestasi dalam pengadaan infrastruktur pengisian daya, seperti pengurangan pajak dan pembebasan biaya tertentu, guna mendorong pembangunan SPKLU yang lebih cepat dan memadai. Dalam proses percepatan program kendaraan bermotor listrik berbasis baterai, akan disediakan stasiun pengisian (*charging stastion)* di Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU), Stasiun Pengisian Bahan Bakar Gas (SPBG), kantor Pemerintah Pusat dan Pemerintah Daerah, tempat perbelanjaan, parkiran umum di pinggir jalan raya. Tujuan utama dari peraturan ini adalah menciptakan ekosistem yang mendukung pertumbuhan kendaraan listrik, mengurangi ketergantungan pada bahan bakar minyak, serta mendukung upaya pemerintah dalam menurunkan emisi karbon dan meningkatkan keberlanjutan lingkungan.

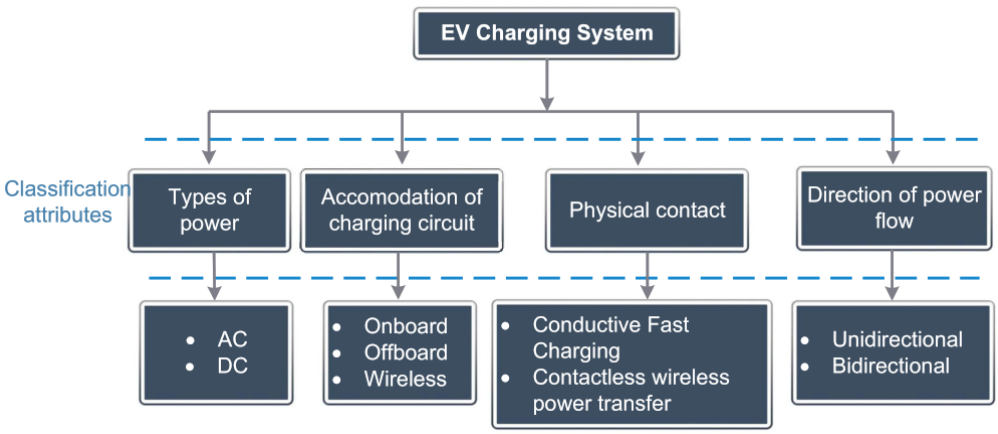
Berdasarkan data sekunder yang diberikan oleh PT. PLN (Persero) UP3 Palembang, saat ini jumlah SPKLU di Kota Palembang tersebar di 14 (empat belas) lokasi dengan total dispenser sebanyak 16 (enam belas) unit. Dari 14 (empat belas) lokasi, hanya 8 (delapan) lokasi yang statusnya bisa digunakan sedangkan 7 (tujuh) lokasi belum bisa digunakan dan masih dalam status *offline.*

Berdasarkan beberapa referensi, peningkatan popularitas kendaraan listrik menyebabkan pertumbuhan jumlah stasiun pengisian daya yang memiliki dampak signifikan pada jaringan listrik. Berbagai strategi pengisian daya dan metode integrasi jaringan sedang dikembangkan untuk mengurangi dampak negatif pengisian daya kendaraan listrik dan untuk meningkatkan manfaat integrasi dengan jaringan listrik. Keseluruhan infrastruktur pengisian daya kendaraan bermotor listrik berbaasis baterai mencakup infrastruktur daya serta infrastruktur kontrol dan komunikasi. Sistem kontrol dan komunikasi merupakan elemen penting untuk pemantauan dan pengendalian pengisian daya kendaraan listrik berbasis baterai secara real-time yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 14. Skema Infrastruktur Pengisian Daya *Electric Vehicle*
Sumber : Das et al. 2020

Berdasarkan gambar diatas, kita dapat mengetahui alur distribusi tenaga listrik mulai dari pembangkit listrik hingga dapat digunakan masyarakat untuk mengisi kendaraan bermotor listirk berbasis baterai mereka.



Gambar 15. Klasifikasi Infrastruktur Pengisian *Electric Vehicle*
Sumber : Das et al. 2020

Klasifikasi Infrastruktur Pengisian *Electric Vehicle (EV)* meliputi jenis daya, akomodasi sirkuit pengisian, kontak fisik, dan arah aliran daya, yang masing-masing memainkan peran penting dalam efisiensi, kecepatan, dan fleksibilitas pengisian daya kendaraan listrik. Jenis daya terdiri dari AC yang umum digunakan di rumah dan DC untuk pengisian cepat di stasiun publik. Akomodasi sirkuit pengisian mencakup sistem

onboard yang mengubah AC menjadi DC, *offboard* yang langsung mengalirkan DC, dan pengisian nirkabel menggunakan induksi elektromagnetik. Kontak fisik meliputi pengisian cepat konduktif dengan kabel dan pengisian tanpa kontak menggunakan induksi atau resonansi magnetik. Arah aliran daya bisa unidirectional, dari sumber ke baterai, atau bidirectional, memungkinkan aliran daya kembali ke jaringan atau rumah, mendukung konsep *Vehicle-to-Grid (V2G)* atau *Vehicle-to-Home (V2H)*. Klasifikasi ini menunjukkan bagaimana infrastruktur pengisian *Electric Vehicle (EV)* dirancang untuk memenuhi berbagai kebutuhan pengisian, dari rumah hingga stasiun pengisian cepat, serta peningkatan efisiensi dan fleksibilitas.

Dalam pengembangan infrastruktur pengisian daya, studi kasus yang dapat dipertimbangkan yaitu penerapan penguatan infrastruktur pengisian daya di Norwegia. Norwegia memiliki salah satu tingkat penetrasi kendaraan listrik tertinggi di dunia dimana tahun 2020, kendaraan bermotor listrik berbasis baterai mengusai 54,3% total penjualan semua mobil baru di Norwegia. Pemerintah di negara tersebut membuat sebuah program yang menargetkan Kota Oslo menjadi kota yang secara ekslusif berisi kendaraan listrik pada tahun 2024. Sistem pengisian daya untuk kendaraan listrik umumnya dilakukan di stasiun pengisian baterai, di mana pengisian dilakukan dengan menghubungkan kabel pengisi daya ke mobil listrik. Namun, di Kota Oslo terdapat inovasi pengisian daya nirkabel (*wireless charging*) untuk kendaraan listrik yang memungkinkan pengisian daya tanpa perlu menggunakan kabel. Norwegia menjadi negara pertama di dunia yang menerapkan teknologoi *wireless charger* untuk kendaraan listrik disana (EpicVice, 2022).



Gambar 17. Ilustrasi Penerapan *Wireless Charger* di Norwegia
Sumber : EpicVice, 2022

Berdasarkan gambar di atas, kita bisa melihat bahwa kendaraan bermotor listrik berbasis baterai bisa mengisi daya selama digunakan di ruas jalan yang mempunyai *wireles charger* di bawah permuakan jalan tanpa harus mengisi daya di stasiun pengisian daya. Dan tempat parkir juga dibekali infrastruktur yang sama sehingga selama kendaraan parkir di tempat yang disediakan maka kendaraan bermotor listrik berbasis baterai tersebut akan melakukan pengisian daya secara otomatis. Dengan inovasi seperti

ini maka waktu pengisian daya tidak lagi menjadi suatu hal perlu dikhawatirkan sehingga membuat kenyaman tersendiri bagi masyarakat pengguna kendaraan bermotor listrik berbasis baterai.

Dari segi biaya perawatan, peraturan di atas belum secara spesifik mengatur biaya perawatan kendaraan listrik, terutama komponen baterai. Harga unit sebuah kendaraan listrik sangat bergantung pada kualitas baterai yang digunakan. Komponen baterai pada kendaraan listrik berbasis baterai mempunyai masa pakai dengan rentan waktu 8 hingga 15 tahun. Jika masa pakai baterai sudah tercapai maka akan direkomendasikan untuk dilakukan penggantian. Dalam konferensi *ASEAN Battery and Electric Vehicle Technology Conference (ABEVTC)* di Nusa Dua, Bali, Indonesia melalui *National Center for Sustainable Transportation Technology (NCSTT)* telah menjalin kontrak dengan empat negara lainnya yaitu Malaysia, Singapura, Filipina, dan Thailand untuk pengembangan teknologi baterai kendaraan listrik yang melibatkan 6 (enam) asosiasi (Aqidawati, 2022), termasuk *NanoMalaysia Berhad, Singapore Battery Consortium (SBC), Thailand Energy Storage Technology Association (TESTA), Electric Vehicle Association of the Philippines (EVAP)*, serta dua lembaga nasional, *NCSTT* dan *National Battery Research Institute (NBRI)*. Kolaborasi ini diharapkan dapat menghasilkan standar yang seragam di kawasan ASEAN, sehingga baterai yang dikembangkan dapat dipertukarkan dan digunakan pada kendaraan-kendaraan sejenis. (Tempo.co, 2023)

Dengan langkah-langkah ini, kendaraan listrik berbasis baterai dapat semakin bersaing dan menjadi alternatif yang lebih menarik bagi masyarakat. Dan pada akhirnya, diharapkan peraturan ini juga membawa berbagai manfaat makro dari segi lingkungan bagi masyarakat antara lain:

1) Pengurangan emisi dan peningkatan kualitas udara
   Hal ini secara langsung berkontribusi pada peningkatan kualitas udara, khususnya di area perkotaan, yang pada akhirnya diharapkan dapat mengurangi risiko kesehatan akibat polusi udara dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat.
2) Efisiensi energi dan pengurangan ketergantungan pada energi fosil
   Ketergantungan pada minyak bumi berkurang, mengurangi dampak lingkungan dari ekstraksi dan pemrosesan minyak. Selain itu, transisi ini mendorong penggunaan sumber energi yang lebih bersih dan terbarukan serta dapat memperkuat ketahanan energi nasional.
3) Peningkatan investasi dan penelitian dalam energi terbarukan
   Hal ini akan mendorong peningkatan investasi dalam teknologi energi terbarukan Selain itu, kebijakan ini juga memicu penelitian dan pengembangan teknologi yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah berdasarkan hasil penelitian, didapatkan hasil perhitungan potensi elektrifikasi angkutan umum dengan metode Analytical Hierarchy Process (AHP) di Kota Palembang yaitu sebesar 53,80% dengan menggunakan Software Microsoft Excel dan 53,30% dengan menggunakan Aplikasi Expert Choice ver 11.0. Hasil analisis menunjukkan tiga prioritas utama dalam membeli kendaraan bermotor: fitur keselamatan (19,2%), harga unit (16,8%), dan biaya perawatan (16,3%). Kendaraan listrik berbasis baterai unggul dalam konsumsi energi, biaya pengisian, emisi, kenyamanan, fitur keselamatan, dan pajak, sementara kendaraan berbahan bakar minyak lebih unggul dalam harga unit, infrastruktur, waktu pengisian, dan biaya perawatan. Tantangan adopsi kendaraan listrik di Palembang mencakup harga,

infrastruktur, waktu pengisian, dan biaya perawatan, yang diharapkan dapat diatasi dengan Peraturan Presiden Nomor 55 Tahun 2019 tentang Percepatan Program Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai sebagaimana telah di ubah terakhir kali dengan Peraturan Presiden Nomor 79 Tahun 2023 yang diharapkan akan mendatangkan manfaat bagi seluruh masyarakat.

BIBLIOGRAFI

Aasness, M. A., & Odeck, J. (2015). The increase of electric vehicle usage in Norway—incentives and adverse effects. *European Transport Research Review*, *7*(4). https://doi.org/10.1007/s12544-015-0182-4

Adittya, A. P., & Terapan, M. E. (2024). Kebijakan Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (KBLBB) dalam Transisi Energi di Indonesia. *Jurnal Analisis Kebijakan Ekonomi*.

Aqidawati, E. F. (2022). *Pengembangan Model Pengukuran Kesiapan dan Penilaian Manfaat Ekonomi Implementasi Standar Sistem Baterai Swap Kendaraan Listrik di Indonesia*. UNS (Sebelas Maret University).

Ardhitama, A., Siregar, Y. I., & Nofrizal. (2017). Analisis Pengaruh Konsentrasi Gas Rumah Kaca Terhadap Kenaikan Suhu Udara di Kota Pekanbaru dan Kota Padang. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, *11*(1), 35–43.

Damassa, T., Fransen, T., Haya, B., Ge, M., Jeczka, K. P., & Ross, K. (2018). Menginterpretasikan INDC: Menilai Transparansi Target Emisi Gas Rumah Kaca Pasca-2020 Dari 8 Negara Penyumbang Emisi Terbesar. *World Resources Institute*, 1–11.

Darko, A., Chan, A. P. C., Ameyaw, E. E., Owusu, E. K., Pärn, E., & Edwards, D. J. (2019). Review of application of analytic hierarchy process (AHP) in construction. *International Journal of Construction Management*, *19*(5), 436–452.

Das, H. S., Rahman, M. M., Li, S., & Tan, C. W. (2020). Electric vehicles standards, charging infrastructure, and impact on grid integration: A technological review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *120*(November). https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109618

Effendi, A., Agustien, M., & Kadarsah, E. (2023). Analysis of Operational Costs and Amount of Musi Emas LRT Feeder Transportation Rates in Palembang. *Riwayat: Educational Journal of History and Humanities*, *6*(4), 2552–2558.

EpicVice. (2022). *Di Norwegia, Ngecas Mobil Listrik Bisa Sambil Jalan | Masa Depan*.

IPCC. (2021). Synthesis Report of the Ipcc Sixth Assessment Report (Ar6). *European University Institute*, *2*, 2–5.

Khazaii, J., & Khazaii, J. (2016). Analytical hierarchy process (AHP). *Advanced Decision Making for HVAC Engineers: Creating Energy Efficient Smart Buildings*, 73–85.

Mubarok, D. A. M. (2023). *Desain dan Implementasi Sistem Konversi Motor Bensin menjadi Motor Listrik Padakendaraan Roda Dua*. Universitas Islam Indonesia.

Nugraha, C., Permadi, G. S., & Ruslina, E. (2024). Telaah kebijakan pemerintah tentang pertambangan dan percepatan kendaraan listrik. *Green Governance: Exploring Politics, Social Justice, and the Environment*, *1*(1), 24–31.

Pratiwi, H. (2020). Metode Analytical Hierarchy Process. *Res. Gate, No. May*, 1–33.

Tama, I. P., Novareza, O., Hardiningtyas, D., Yuniarti, R., & Nuzula, N. F. (2023). *Potensi Masa Depan Elektrifikasi Kendaraan Bermotor di Indonesia: Sebuah Analisis Strategis Rantai Pasok*. Universitas Brawijaya Press.

Copyright holder:
Handoyo Wicaksono, Hermanto Dwiatmoko, Edi Nursalam (2024)

First publication right:
Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia

This article is licensed under:

