

## KONSEP TRANSPORTASI UMUM BERKELANJUTAN : STUDI KASUS BUS LISTRIK DI YOGYAKARTA

Steven Chuadinata<sup>1</sup>, Imam Basuki<sup>2</sup>

Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya, Yogyakarta, Indonesia

\*Corresponding authors: [Steven96chuadinata@gmail.com](mailto:Steven96chuadinata@gmail.com)

**Abstrak:** Transportasi umum yang berkelanjutan menjadi salah satu fokus utama dalam upaya mitigasi perubahan iklim dan peningkatan kualitas udara di perkotaan. Studi ini mengkaji implementasi bus listrik di Yogyakarta sebagai bagian dari upaya menciptakan sistem transportasi umum yang berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dampak lingkungan, ekonomi, dan sosial dari penggunaan bus listrik, serta mengidentifikasi tantangan dan peluang dalam penerapannya. Perencanaan bus listrik di Yogyakarta dibuat untuk menggantikan bus trans Yogyakarta yang berbahan bakar BBM yang sangat meringankan emisi dengan selisih jumlah 92.046 kg CO<sub>2</sub> dan total estimasi biaya yang diperlukan dalam perencanaan bus listrik ini adalah sebesar Rp. 4.148.600.000 dengan biaya pemeliharaan tiap tahun sebesar Rp. 575.325.565,-.

Kata kunci: Bus Trans Yogya, Bus Listrik

**Abstract:** Sustainable public transportation is one of the main focuses in efforts to mitigate climate change and improve air quality in cities. This study examines the implementation of electric buses in Yogyakarta as part of efforts to create a sustainable public transportation system. This research aims to evaluate the environmental, economic and social impacts of using electric buses, as well as identifying challenges and opportunities in their implementation. The planning for electric buses in Yogyakarta was made to replace the Trans Yogyakarta buses which are fueled by fuel which greatly reduces emissions with a difference of 92.046 kgCO<sub>2</sub> and the total estimated cost required in planning this electric bus is IDR. 4.148.600.000 with annual maintenance costs of IDR. 575.325.565,-.

Keywords: Trans Yogya Bus, Electric Bus

## I. PENDAHULUAN

Transportasi merupakan salah satu aspek fundamental dalam kehidupan urban modern, berperan penting dalam mobilitas manusia dan distribusi barang. Namun, sektor transportasi juga menjadi kontributor utama terhadap polusi udara dan perubahan iklim global, terutama melalui emisi gas rumah kaca. Daerah Istimewa Yogyakarta sebagai salah satu kota terbesar di Indonesia yang sedang menghadapi tantangan polusi udara dari kendaraan transportasi. Dengan populasi yang terus bertambah dan peningkatan jumlah kendaraan bermotor, masalah kemacetan dan polusi udara semakin memburuk. Sehingga bus listrik di Yogyakarta dapat menjadi salah satu yang efektif untuk mengatasi tantangan mobilitas dan lingkungan yang dihadapi kota Yogyakarta yang di bandingkan dengan bus konvensional yang menggunakan bahan bakar BBM. Bus listrik memiliki beberapa keunggulan, termasuk emisi rendah, penggunaan energi yang lebih efisien, dan biaya operasional yang lebih rendah dalam jangka panjang.

## II. METODOLOGI

### 1. Rute Bus Listrik Penelitian

Rute bus listrik penelitian ini menggunakan rute trans jogja yang sudah beroperasi. Berdasarkan pada peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 89 Tahun 2022 Tentang Jaringan Trayek Angkutan Perkotaan, untuk trayek Trans Yoga yang dilayani sampai saat ini sejumlah 17 rute sebagai berikut :

**Tabel 1.** Perencanaan Rute Bus Listrik

No	Trayek	Rute	Panjang Trayek (Km)
1	1A	Terminal Prambanan – Malioboro Mall	34,8
2	1B	Terminal Condong Catur – Bandara Adisutjipto	33,5
3	2A	Terminal Condong Catur – XT Square	32,1
4	2B	Condong Catur – Terminal Ngabean	33,4
5	3A	Terminal Giwangan – Condong Catur	36,5
6	3B	Terminal Giwangan – Condong Catur	37,5
7	4A	Terimanl Giwangan – RSUP Sardjito	30,3
8	4B	Terminal Giwangan – UGM	24,4
9	5A	Terminal Jombor – Ambarukmo	24,2
10	5B	Terminal Jombor – Bandara Adi Sutjipto	30,9
11	6A	Park Gamping – Pasar Ngabean	16,5
12	6B	Park Gamping – Pasar Ngabean	16,5
13	7	Terminal Giwangan - Caturtunggal	21,7
14	8	Terminal Jombor – Masjid Jogokaryan	36,5
15	9	Terminal Giwangan – Teriminal Jombor	30,8
16	10	Park Gamping – Muja Muju	34,9
17	11	Terminal Giwangan – Condong Catur	35,6
18	12	Condong Catur – Pakem	37,2
19	13	Malioboro Mall – Godean	22



## 2. Pengumpulan data

Pengumpulan data pada penelitian ini sebagai berikut :

### a. Bus Listrik

Bus listrik yang di produksi dari berbagai perusahaan dengan mengetahui beberapa spek dan biaya yang diperlukan untuk membeli bus listrik tersebut.

### b. Infrastruktur Pengisian Bus Listrik

Peraturan yang sudah berlaku untu penempatan pengisian bus listrik yang sesuai dengan standard.

## 3. Perencanaan Biaya Operasional Kendaraan Bus

Produksi angkutan penumpang jalan raya dapat diklasifikasikan menjadi berbagai cara, sesuai dengan Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor : SK. 687/AJ.206/DRJD/2002 tentang Pedoman Teknik untuk Penyelenggaraan Angkutan Penumpang Umum di Wilayah Perkotaan dalam Trayek Tetap dan Teratur, berikut ini :

1. Produksi km
2. Produksi rit
3. Produksi penumpang orang (penumpang diangkut)
4. Produksi penumpang km (seat-km)

Perencanaan perhitungan komponen biaya operasional kendaraan bus sebagai berikut :

1. Komponen Biaya Langsung
  - a. Penyusutan Kendaraan
  - b. Bunga Modal
  - c. Gaji dan tunjangan awak kendaraan
  - d. Bahan bakar minyak
  - e. Ban
  - f. Sevice kecil
  - g. Service besar
  - h. Penambahan oli mesin
  - i. Suku cadang dan *body*
  - j. Cuci Bus
  - k. Retribusi terminal
  - l. STNK/Pajak Kendaraan
  - m. Kir
  - n. Asuransi
2. Komponen Biaya Tidak Langsung
  - a. Biaya pegawai selain awak kendaraan
  - b. Biaya pengelolaan

## 4. Analisis Kelayakan Finansial

Analisis kelayakan finansial yang digunakan dalam perencanaan ini adalah dengan menggunakan metode *Net Present Value (NPV)*, *Internal Rate of Return (IRR)*, dan juga metode *Benefit Cost Ratio (BCR)* dengan perhitungan menggunakan *software Microsoft Excel*. *Net Present Value (NPV)* menilai kelayakan finansial dengan memperhitungkan selisih nilai manfaat dan biaya sepanjang masa perencanaan. Selisih tersebut diestimasi nilai sekarangnya dengan menurunkan nilainya karena adanya *discount rate* yang akan terjadi sepanjang waktu perencanaan. Bilai nilai  $NPV > 0$  maka layak untuk dikerjakan. Rumus NPV adalah sebagai berikut :

$$\text{Net Present Value (NPV)} = \frac{\text{Cash Flow}}{(1+i\%)^n}$$

Keterangan :

- *Cash Flow* : Arus kas pada tahun berjalan
- *i* : suku bunga

- n : tahun berjalan

*Internal Rate of Return (IRR)* digunakan untuk mengevaluasi keberhasilan suatu investasi dengan memperhitungkan tingkat pengembalian yang diharapkan, IRR dilakukan dengan trial and error yang dibandingkan dengan *MARR (Minimum Attractive Rate of Return)* dimana dalam perhitungan ini MARR yang digunakan diperoleh dari suku bunga dari *BI Rate* yaitu sebesar 6%.

$$\text{Internal Rate of Return (IRR)} = i_1 + \frac{NPV_1}{(NPV_1 - NPV_2)} (i_2 - i_1)$$

Keterangan :

- $i_1$  : tingkat diskonto dengan hasil NPV +
- $i_2$  : tingkat diskonto dengan hasil NPV -
- $NPV_1$  : *Net Present Value (NPV)* +
- $NPV_2$  : *Net Present Value (NPV)* -

*Benefit Cost Ratio (BCR)* adalah perhitungan yang membandingkan total pendapatan (*benefit*) dengan total biaya yang dikeluarkan (*cost*). *Benefit Cost Ratio (BCR)* dapat dikatakan layak apabila perbandingan *benefit* dan *cost* yang dihasilkan lebih dari atau sama dengan 1.

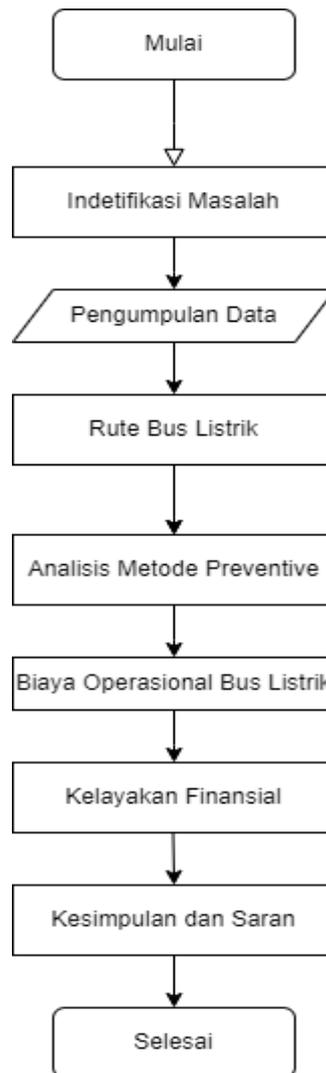
$$\text{Benefit Cost Ratio (BCR)} = \frac{PV \text{ Benefit}}{PV \text{ Cost}}$$

Keterangan :

- $PV \text{ Benefit}$  : *Present Value Benefit*
- $PV \text{ Cost}$  : *Present Value Cost*

## 5. Tahapan Analisis

Dibawah ini merupakan diagram alur dalam melaksanakan penelitian yang dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2. Diagram tahapan penelitian

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Pengumpulan Data

Berikut merupakan data-data yang digunakan :

##### A. Bus Listrik

Bus listrik yang digunakan untuk penelitian ini menggunakan produksi dari PT. Mobil Anak Bangsa (MAB) dengan Bus Listrik medium ukuran 8 meter dan menggunakan charging AC. Pengisian bus listrik menghabiskan 1 jam 30 menit untuk pengisian penuh dengan kapasitas daya tampung listrik sebesar 127,74 Kwh dan kecepatan maximal dari bus listrik yaitu 100 km/h. Biaya pembelian bus listrik medium dari PT. MAB seharga Rp. 3.363.600.00,- tanpa charger pengisian listrik.

Electric Bus MD8-E TS Medium Bus	
Specifications	
<b>GENERAL</b>	
Brand	MAB
Product Type	MD8-E TS
Product Classification	E-Bus, 8 meters, Two Step Floor
Max Speed (Km/h)	100 Km/h
Max Gradeability (gradient)	30%
Mileage Range	160Km/Charge
Charging Time	1 1/2 hours (10%-100%)
<b>DIMENSION</b>	
Wheel Base	4600mm
Length	8360mm
Width	2100mm
Height	2874mm
Overhang Fr	1890mm
Overhang Rr	1870mm
Min Ground Clearance	185mm
<b>MOTOR</b>	
Model	TZ3703SPE + 4AMT, IP/67
Type	PMSM (Permanent Magnet Synchronous Motor)
Power	160Kw (Rated) 190Kw (Peak)
Torque	624Nm (Rated) 915Nm (Peak)
<b>BATTERY</b>	
Type	LiFePo <sub>4</sub> IF 68
Specification	560 28V 228 Ah
Capacity	1277k kWh
<small>*PT. MAB reserves the right to change and/or improve the specifications</small>	



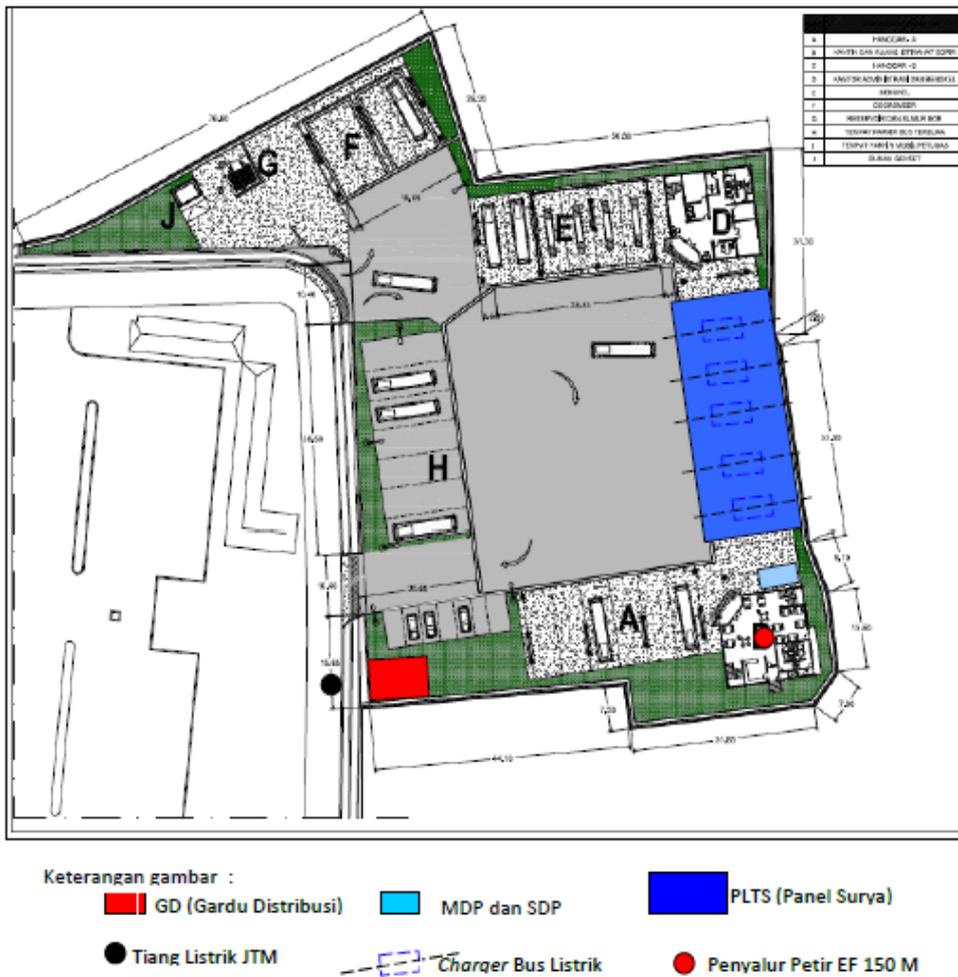


PT. MOBIL ANAK BANGSA  
Sahid Sudirman Center, 19th floor,  
Jl. Jenderal Sudirman Kav.86, Jakarta Pusat, DKI Jakarta, (10220)  
+6221 - 27889293  
e-mail: sales@mabindonesia.com  
www.mabindonesia.com

Gambar 3. Bus Listrik PT. MAB

## B. Infrastruktur Pengisian Bus Listrik

Lahan yang digunakan untuk penempatan fasilitas penyedia daya listrik seperti gardu distribusi, LVCB (*Low Break Voltage Circuit Breaker*), MDP (*Main Distribution Panel*), SDP (*Sub Distribution Panel*) maupun Jaringan Distribusi Tegangan Menengah (JTM) untuk penyaluran energi listrik dari Gardu Distribusi sampai ke beban listrik (charger dan beban penerangan maupun tenaga). Adapun tata letak komponen yang bisa dibuat perencanaanari sebagai berikut :



Gambar 5. Infrastruktur Pengisian Bus Listrik

Bus listrik menggunakan energi sebesar 0.85 kwh per kilometer. PLN menjual listrik di stasiun pengisian dengan harga Rp. 1.650 per kwh, kalau membeli listrik curah sebesar Rp. 770 per kwh. Adapun perkiraan perhitungan pembelian dan pemasangan SPKL *Charger* (Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik) untuk satu lokasi adalah :

- 1) Pengadaan SPKL : Rp. 650.000.000
- 2) Pembangunan *Charging Station* : Rp. 135.000.000

### C. Perencanaann Biaya Operasional Bus Listrik

Perencanaan biaya operasional bus listrik sebagai berikut :

Tabel 2 Perencanaan Biaya Operasional Bus Listrik 2024

REKAPITULASI BIAYA TIDAK LANGSUNG	Perencanaan BOK BUS LISTRIK TRANSJOGJA 2024	
	BOK (Kilometer tempuh @250 km / hari)	BOK (Per Kilometer)
Biaya Penyusutan	Rp 755,865	Rp 3,023.44
Bunga Bank	Rp 354,312	Rp 1,417.22
Pajak Kendaraan	Rp 10,602,338	Rp 116.19
Asuransi Kendaraan	Rp 60,583,613	Rp 663.92
Biaya Keur Bus	Rp -	Rp -
Biaya Asuransi Penumpang	Rp 954,475	Rp 10.44
Biaya Awak Bus	Rp 126,050	Rp 504.21
Iuran Organda	Rp 95,813	Rp 1.02
Biaya Izin Trayek	Rp 28,288	Rp 0.32
Biaya Retribusi Terminal	Rp 58,647,288	Rp 642.72
Biaya Pengawai Kantor	Rp 150,957,613	Rp 1,654.32
Pajak Bumi dan Bangunan	Rp -	Rp -
Sewa Bangunan Kantor	Rp -	Rp -
<b>Total</b>	<b>Rp 283,105,652</b>	<b>Rp 8,033.81</b>

REKAPITULASI BIAYA LANGSUNG PER Tahun	Biaya per tahun	
	BOK Terpisah (Kilometer tempuh @250 km / hari)	BOK Terpisah (Kilometer)
Biaya TTL Layanan Khusus	Rp 70,262,500	Rp 770.04
Biaya Ban	Rp 30,112,500	Rp 330.04
Biaya Pemeliharaan/Reparasi Kendaraan	Rp 56,616,063	Rp 620.42
Biaya Pengelolaan	Rp 1,590,488	Rp 17.42
Jasa Keuntungan Perusahaan & Overhead	Rp 102,348,738	Rp 1,121.62
Pajak Perusahaan	Rp 31,289,625	Rp 342.92
<b>Total</b>	<b>Rp 292,219,913</b>	<b>Rp 3,202.46</b>
<b>Sub Total</b>	<b>Rp 575,325,565</b>	<b>Rp 11,236.31</b>

## E. Analisis Kelayakan Finansial

Hasil perhitungan lengkap analisis kelayakan finansial diuraikan pada lembar lampiran dan diperoleh kesimpulan bahwa Net Present Value (NPV) tersebut memperoleh hasil akhir sebesar Rp 1.187.517.469 dengan waktu pengembalian investasi (Payback Period) diantara tahun ke 36 dan tahun ke 37. Selanjutnya hasil Internal Rate of Return (IRR) yang diperoleh dari analisis ini adalah sebesar 6,5052% dimana nilai IRR tersebut lebih besar dari MARR yaitu 6% sehingga dapat disimpulkan bahwa analisis tersebut layak untuk dikerjakan. Kemudian dalam analisis Benefit Cost Ratio (BCR) diperoleh hasil 1,2539 dimana dapat dikatakan layak karena lebih besar dari 1.

Tabel 3 Hasil Analisis Kelayakan Finansial

No	Analisis	Hasil	Keterangan
1	Net Present Value (NPV)	Rp 1.187.517.469	Positif (Layak)
2	Internal Rate of Return (IRR)	6,5052%	>6% (Layak)
3	Benefit Cost Ratio (BCR)	1,2539	>1 (Layak)

## IV KESIMPULAN

Perencanaan infrastruktur pengisian daya listrik baterai bus listrik dapat menggunakan alternative 1 karena pengisian bisa dilakukan sekaligus 2 bus dan tidak mengeluarkan biaya yang banyak untuk lahan parkir pengisian. Dari hasil perhitungan biaya operasional kendaraan bus listrik per tahun sebesar Rp. 575.325.565,- dan biaya pembelian bus listrik sebesar Rp. 3.363.600.000 ,- di luar biaya pengadaan SPKL sebesar Rp. 650.000.000,- dan biaya pembangunan pengisian Rp. 135.000.000,-. Dari hasil estimasi pengeluaran dan pendapatan yang diperoleh analisis kelayakan finansial dengan menggunakan Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), dan Benefit Cost Ratio (BCR). NPV dari kelayakan finansial diperoleh hasil sebesar Rp 1.187.517.469,-. Dalam perhitungan IRR pada kelayakan finansial diperoleh hasil 6,5052% tersebut dapat dikatakan layak karena lebih besar dari MARR yaitu 6%. Selanjutnya dalam perhitungan BCR pada analisis kelayakan finansial diperoleh hasil 1,2539 dimana hasil analisis tersebut juga dapat dikatakan layak karena lebih besar dari satu.

## REFERENSI

1. Badan Pusat Statistik Provinsi D.I Yogyakarta. (2023). Badan Pusat Statistik Yogyakarta Dalam Angka. lvi + 704 halaman.
2. Direktorat Jenderal Perhubungan Darat. (2002). Surat Keputusan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat Nomor 687 Tahun 2002 Tentang Pedoman Teknis Penyelenggaraan Angkutan Penumpang Umum di Wilayah Perkotaan Dalam Trayek Tetap dan Teratur. Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Darat, SK.687/AJ.206/DRJD/2002, 2–69.
3. Dinas Perhubungan Yogyakarta (2021). Laporan Tahunan Transportasi Yogyakarta.
4. Dinas Perhubungan Yogyakarta. (2024). Diakses pada tanggal 16 Januari 2024 dari akses : [dishub.jogjaprov.go.id/trans-jogja](http://dishub.jogjaprov.go.id/trans-jogja)
5. ELKA, V. A. (2010). Evaluasi Kinerja Bus Trans Jogja. 2(3).
6. Intergovernmental Panel on Climate Change. (2014). Climate Change 2014 : Mitigation of Climate Change.
7. Faizal, M., Feng, S. Y., Zureel, M. F., Sinidol, B. E., Wong, D., & Jian, G. K. (2019). A review on challenges and opportunities of electric vehicles (EVs). *Journal of Mechanical Engineering Research and Developments*, 42(4), 130–137. <https://doi.org/10.26480/jmerd.04.2019.130.137>
8. Grenier, A. A. (2016). Sustainable Transport – Problems and Solutions, William R. BLACK, The Guilford Press, 2010, 299 pages, ISBN : 1606234854. *Téoros: Revue de Recherche En Tourisme*, 32(2), 127. <https://doi.org/10.7202/1036603ar>
9. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2020). Laporan Emisi Gas Rumah Kaca Indonesia, Jakarta.
10. Kurniawan, G. P., Shalikhah, S. Z., Shofiati, H., Azizah, N. N., & Mochtar, M. (2021). Analisis Permasalahan Transportasi di Perkotaan: Studi Kasus pada Kawasan Perkotaan Yogyakarta. *Jurnal Tana Mana*, 2(1), 44–49. <https://doi.org/10.33648/jtm.v2i1.119>
11. MILLER, J., KHAN, T., YANG, Z., SEN ARIJIT KOHLIND, & SUMATI KOHL, S. (2021). Decarbonizing road transport by 2050. ZEV, Transition Council, December.
12. Muziansyah, D., Sulistyorini, R., & Sebayang, S. (2015). Model Emisi Gas Buangan Kendaraan Bermotor Akibat Aktivitas Transportasi (Studi Kasus: Terminal Pasar Bawah Ramayana Koita Bandar Lampung). *Jrsdd*, 3(1), 57–70.
13. Nurfadillah, Sani, K. R., & Wahid, A. (2023). Kebijakan Transportasi Publik dalam Meningkatkan Pelayanan Terhadap Masyarakat: Studi Kasus Penggunaan Transjogja. *Sawala : Jurnal Administrasi Negara*, 11(1), 54–66. <https://doi.org/10.30656/sawala.v11i1.5834>
14. Herlianto, P.D. (2009). Studi Kelayakan Bisnis. Graha Ilmu Yogyakarta.
15. Prastyo, Y.T., et.a.;. (2020). Analysis of Air Pollution Levels Due to Vehicle Emissions in the City of Yogyakarta, Indonesia. *IOP Conferences Series : Earth and Environment Science*.
16. Peraturan Menteri ESDM No. 13. (2020). Peraturan Menteri ESDM Republik Indonesia Nomor PM 13 Tahun 2020 Tentang Penyediaan Infrastruktur Pengisian Listrik Untuk

- Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (KBLBB).
17. Peraturan Pemerintah No. 23. (2014). Tentang Kegiatan Usaha Penyediaan Tenaga Listrik.
  18. Peraturan Pemerintah No. 30. (2021). Tentang Penyelenggaraan Bidang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan.
  19. Peraturan Presiden No. 55. (2019). Peraturan Presiden Tentang Percepatan Program Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (Battery Electric Vehicle) untuk Transportasi Jalan.
  20. PM No. 15. (2019). Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 15 Tahun 2019 Tentang Penyelenggaraan Angkutan Orang Dengan Kendaraan Bermotor Umum Dalam Trayek. PM 15 Tahun 2019, 13.
  21. Primastuti, N. A., & Puspitasari, A. Y. (2022). Studi Literature : Penerapan Green Transportation Untuk Mewujudkan Kota Hijau Dan Berkelanjutan. *Jurnal Kajian Ruang*, 1(1), 62. <https://doi.org/10.30659/jkr.v1i1.19980>
  22. PT. PLN (PERSERO). (2021). Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PT PLN (Persero) 2021-2030. Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik 2021-2030, 2019–2028.
  23. Setiawan, I. C. (2019). Automotive Experiences. *Automotive Experiences*, 2(1), 8.
  24. Silaban, R. S. (2023). *Media Ilmiah Teknik Sipil* , Volume 11 , Nomor 1 , Januari 2023 : 58-67 *Media Ilmiah Teknik Sipil* , Volume 11 , Nomor 1 , Januari 2023 : 58-67. 11(1), 58–67.
  25. Swilling, M. (2019). The Age of Sustainability. *The Age of Sustainability*. <https://doi.org/10.4324/9780429057823>
  26. Tamin, O. Z. (2007). Menuju Terciptanya Sistem Transportasi Berkelanjutan di Kota-Kota Besar di Indonesia. *Jurnal Transportasi*, 7(2), 87–104.
  27. Thoriq Maulana, M., Hilmi Habibullah, M., Sunandar, Sholihah, N., Ainul Rifqi L. P., M., & Fahrudin, F. (2015). Laporan Akhir Laporan Akhir. *Laporan Akhir*, 1(201310200311137), 78–79.
  28. Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan
  29. Undang-Undang Nomor 6 Tahun 2023 Tentang Cipta Kerja
  30. Tata, A., Irnawaty, I., & Cavaruddin, C. (2017). Studi Karakteristik Agregat Pasir Pantai Mangoli, Sosowomo dan Loto dalam Komposisi Beton. *Techno: Jurnal Penelitian*, 6(02), 04-11.
  31. Ahmad, B., Taufiq, M., & Umar, S. H. (2023). An overview of microplastics in the marine ecosystem of North Maluku.