



Penentuan Lokasi Pengisian Ulang Kendaraan Listrik untuk Distribusi Last Mile Menggunakan Set Covering Problem di Semarang

Zelania In Haryanto^{1*}, Sayyidah Maulidatul Afraah²

¹⁻² Program Studi Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia, Indonesia

Email: zelania.inha@uii.ac.id^{1*}, sayyidah.afraah@uii.ac.id²

Alamat: Jalan Kaliurang KM 14,5, Umbulmartani, Ngemplak, Sleman, 55584

Korespondensi penulis: zelania.inha@uii.ac.id

Abstract. *The increasing use of electric vehicles in last-mile logistics distribution demands efficient and strategic charging infrastructure. This study aims to determine the optimal location for electric vehicle charging stations in Semarang City using the Set Covering Problem approach. A total of 17 last-mile distribution points operated by a logistics company were analyzed based on geographic data consisting of latitude and longitude coordinates, which were then processed into a distance matrix using the Euclidean formula. The optimization model was developed under the constraint of the electric vehicle's maximum coverage radius and solved using binary linear programming. The analysis revealed that a single charging station located in Central Semarang is sufficient to cover all distribution points spread across the city. These findings reinforce the efficiency of the set covering approach in infrastructure planning and offer practical implications for logistics companies to optimize resources, minimize investment costs, and improve operational efficiency.*

Keywords: *Electric Vehicles, Last-Mile Logistics, Location Optimization, Set Covering Problem.*

Abstrak. Meningkatnya penggunaan kendaraan listrik dalam distribusi logistik last mile menuntut adanya infrastruktur pengisian ulang yang efisien dan strategis. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan lokasi optimal stasiun pengisian ulang kendaraan listrik di Kota Semarang dengan pendekatan Set Covering Problem. Sebanyak 17 titik distribusi last mile dari sebuah perusahaan logistik dianalisis berdasarkan data geografis berupa koordinat lintang dan bujur, yang kemudian diolah menjadi matriks jarak menggunakan rumus Euclidean. Pemodelan dilakukan dengan batasan radius jangkauan kendaraan listrik dan diselesaikan menggunakan metode pemrograman linear biner. Hasil analisis menunjukkan bahwa satu lokasi pengisian ulang yang berlokasi di Semarang Tengah mampu mencakup seluruh titik distribusi yang tersebar di kota tersebut. Temuan ini memperkuat efisiensi pendekatan set covering dalam perencanaan infrastruktur distribusi dan menawarkan implikasi praktis bagi perusahaan logistik untuk mengoptimalkan sumber daya, meminimalkan biaya investasi, dan meningkatkan efisiensi operasional.

Kata kunci: Kendaraan Listrik, Logistik Last Mile, Optimasi Lokasi, Set Covering Problem.

1. LATAR BELAKANG

Berdasarkan data dari World Bank pada GoodStats, emisi CO₂ pada tahun 2023 telah mencapai angka 674,5 juta ton CO₂e. Angka tersebut naik 16 kali lipat dibandingkan dengan kondisi pada setengah abad sebelumnya (GoodStats, 2025). Salah satu kontributor terbesar yang memicu terjadinya permasalahan tersebut adalah tingkat konsumsi energi dari bahan bakar minyak bumi yang digunakan oleh kendaraan bermotor (Tanwir & Hamzah, 2020). Menurut BCG (2022), penggunaan kendaraan listrik ini mampu mengurangi emisi tahunan dari gas CO₂ sebanyak 0,48 ton per kendaraan per tahun. Hal tersebut menunjukkan penggunaan kendaraan listrik sebagai mobilitas utama menjadi salah satu solusi dalam mengurangi emisi yang ada.

Ketersediaan stasiun pengisian kendaraan listrik umum (SPKLU) masih menjadi tantangan besar, terutama di area perkotaan dengan kepadatan logistik tinggi. Sebagian besar pengguna EV masih terbatas pada pengisian di rumah atau tempat kerja. Hal ini dibuktikan oleh Databoks Katadata (2025), dimana *Home Charging Station* mencapai 28356 unit, sedangkan SPKLU hanya mencapai 3233. Adanya gap tersebut menjadi hambatan utama, khususnya pada proses operasional yang membutuhkan mobilitas tinggi, seperti armada logistik berbasis EV.

Berdasarkan beberapa penelitian, perusahaan logistik mulai menggunakan kendaraan listrik untuk mendukung strategi hijau dan efisiensi operasional, salah satunya pada pengiriman *last mile*. Menurut John & Zacherias (2015), pengiriman *last mile* adalah tahap akhir dari rantai pasokan atau tahap terakhir dari perjalanan produk sebelum sampai di depan pintu pelanggan. *Last mile delivery* menjadi segmen yang sangat cocok bagi EV karena memiliki karakteristik rute tetap, jarak pendek, dan kebutuhan operasional tinggi di area padat penduduk. Penggunaan EV dalam *last mile* memberikan manfaat seperti mengurangi emisi maupun biaya operasional (Jaller et al., 2021; Siragusa et al., 2020).

Pengiriman *last mile* memiliki mobilitas tinggi dan daya yang cukup dalam proses operasinya. Untuk mendukung efisiensi dalam penggunaan EV, kebutuhan akan ketersediaan SPKLU pada titik-titik operasional perusahaan logistik. Penentuan lokasi stasiun pengisian ulang menjadi faktor kunci dalam memastikan kontinuitas operasional dan meminimalkan risiko kehabisan daya di tengah perjalanan. Untuk menjawab tantangan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menentukan lokasi minimum dari fasilitas SPKLU untuk mendukung pengiriman *last mile* pada lokasi perusahaan logistik.

Penelitian ini menggunakan pendekatan model *Mixed-Integer Programming* (MIP) untuk menentukan lokasi optimal SPKLU, khususnya di wilayah Semarang. Pengumpulan data mencakup 17 lokasi alternatif. Lokasi-lokasi yang dipilih mewakili titik *distribution center* dari perusahaan logistik, yang memiliki peran strategis dalam jaringan distribusi, dan kelayakan sebagai infrastruktur pengisian daya kendaraan listrik.

Penelitian ini menghadirkan kontribusi baru dalam bentuk studi kasus perencanaan strategis lokasi infrastruktur pengisian daya kendaraan listrik (SPKLU) untuk kebutuhan distribusi logistik last mile di Kota Semarang. Berbeda dari penelitian sebelumnya yang umumnya berfokus pada infrastruktur publik seperti SPBU atau fasilitas milik PLN (Albana et al., 2022; Amilia et al., 2022), studi ini menyoroti perspektif sektor swasta, khususnya perusahaan logistik komersial yang tengah beradaptasi dengan tren elektrifikasi armada. Selain

itu, penelitian ini mengimplementasikan pendekatan *Set Covering Problem* (SCP) untuk mengoptimalkan jumlah dan penempatan lokasi SPKLU dengan cakupan maksimum dan biaya minimum. Model SCP telah banyak diterapkan dalam berbagai konteks penentuan fasilitas, seperti layanan medis darurat (Ahmed et al., 2024), lokasi rest area (Kakimoto & Shimakawa, 2022), serta stasiun pengisian daya (Luo & Gao, 2024), namun belum banyak digunakan dalam konteks logistik komersial berbasis kendaraan listrik di Indonesia.

2. KAJIAN TEORITIS

Kendaraan listrik merupakan salah satu penyelesaian strategis untuk mengurangi emisi karbon, polusi udara, dan ketergantungan terhadap bahan bakar fosil (Moriarty, 2022). *Electric Vehicle* (EV) menggunakan baterai sebagai sumber energi dan membutuhkan stasiun pengisian sebagai infrastruktur pendukung utama (Ofoegbu, 2025). Di Indonesia, percepatan adopsi EV telah difasilitasi melalui Peraturan Presiden Nomor 55 Tahun 2019 tentang Percepatan Program Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai.

Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU) adalah infrastruktur penting yang menyediakan fasilitas pengisian baterai bagi pengguna kendaraan listrik. Ketersediaan SPKLU menjadi penentu utama dalam keputusan masyarakat dan perusahaan untuk beralih ke EV (Prasyanti & Kartika, 2025). Pada sistem logistik *last mile*, keberadaan SPKLU berperan penting dalam memastikan kelancaran rute pengantaran serta menghindari gangguan akibat keterbatasan daya kendaraan listrik (Dimitriou et al., 2025).

Last mile delivery adalah fase akhir dalam proses pengiriman barang dari pusat distribusi ke konsumen akhir (Shuaibu et al., 2025). Penggunaan kendaraan listrik pada segmen ini menawarkan berbagai keuntungan seperti efisiensi operasional dan pengurangan emisi karbon. Akan tetapi, tantangan utama terletak pada keterbatasan jangkauan baterai EV dan belum meratanya jaringan SPKLU yang dapat menghambat operasi dan menimbulkan kekhawatiran bagi pengemudi (Dadashzada et al., 2025).

Set Covering Problem (SCP) adalah model optimasi dalam riset operasi yang bertujuan memilih sejumlah lokasi fasilitas sedemikian rupa sehingga seluruh titik permintaan tercakup dalam radius tertentu, dengan jumlah fasilitas seminimal mungkin (García & Marín, 2019). *Set Covering Problem* membantu perencanaan memilih lokasi strategis yang mampu menjangkau sebanyak mungkin kendaraan listrik dalam jarak operasional tertentu, berdasarkan jangkauan dan efisiensi pengisian.

Berbagai penelitian di Indonesia telah mengangkat isu penentuan lokasi SPKLU maupun fasilitas terkait EV. Penelitian Albana et al. (2022) mengimplementasikan *Set Covering Location Problem* untuk penempatan SPKLU di Surabaya dengan asumsi radius cakupan 5 km. Studi ini menunjukkan efektivitas pendekatan SCP dalam menyeimbangkan efisiensi biaya dan jangkauan layanan. Di sisi lain, Nugrahadhi et al. (2024) menggunakan *gravity location model* untuk menentukan lokasi SPKLU di Surakarta dan menyarankan Banjarsari sebagai titik optimal berdasarkan pusat beban dan biaya transportasi. Khofiyah et al. (2021) menggunakan model jaringan untuk merancang lokasi stasiun penukaran dan pengisian baterai EV roda tiga. Syah et al. (2024) mengembangkan simulasi *Agent-Based Modeling* untuk menganalisis perilaku pengguna terhadap SPKLU di kawasan *sub urban city*.

Namun, belum banyak penelitian yang mengaplikasikan *Set Covering Problem* untuk penempatan SPKLU yang mendukung distribusi logistik *last mile*. Studi ini hadir untuk menjawab kebutuhan tersebut, dengan mempertimbangkan radius maksimal berdasarkan spesifikasi kendaraan.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan model pemrograman matematis untuk menentukan lokasi optimal stasiun pengisian ulang kendaraan listrik (SPKLU) pada perusahaan distribusi *last mile* di Kota Semarang. Penelitian ini bersifat studi kasus, yang didasarkan pada data spasial dari 17 titik lokasi perusahaan distribusi yang beroperasi sebagai *last mile operator*. Lokasi optimal ditentukan menggunakan pendekatan *Set Covering Problem* yang bertujuan untuk mencakup seluruh titik permintaan dengan jumlah fasilitas minimum berdasarkan jangkauan operasional kendaraan listrik.

Kendaraan yang menjadi fokus dalam penelitian ini adalah kendaraan listrik tipe LGV (*Light Goods Vehicle*) van, yaitu kendaraan niaga ringan yang saat ini mulai banyak digunakan oleh perusahaan logistik di Indonesia untuk mendukung distribusi *last mile*. Kendaraan ini memiliki jangkauan maksimum sekitar 160 km dalam kondisi penuh daya. Data primer diperoleh dari pencatatan koordinat aktual 17 titik distribusi di Kota Semarang, yang kemudian digunakan untuk membentuk matriks jarak antar titik. Dalam model ini, jarak antara dua titik dihitung menggunakan rumus jarak *Euclidean* sebagai berikut:

$$d_{ij} = \sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2}$$

dengan d_{ij} sebagai jarak antara titik calon lokasi stasiun j dan lokasi permintaan i serta x, y masing-masing mewakili koordinat geografis lokasi tersebut.

Model matematis *Set Covering Location Problem* yang digunakan adalah sebagai berikut:

Fungsi Objektif:

$$\text{Minimize } \sum_{j \in J} x_j$$

Kendala:

$$\sum_{j \in N_i} x_j \geq 1 \quad \forall i \in I$$

$$x_j \in \{0,1\} \quad \forall i \in I$$

Di mana I merupakan himpunan lokasi permintaan (titik-titik perusahaan last mile), J adalah himpunan calon lokasi SPKLU (pada kasus ini diasumsikan dapat dipilih dari titik-titik tersebut), dan x_j adalah variabel biner yang menunjukkan apakah lokasi j dipilih sebagai SPKLU (1) atau tidak (0). Himpunan N_i merepresentasikan semua lokasi j yang berada dalam radius jangkauan operasional kendaraan dari titik i .

Model diimplementasikan dalam bahasa pemrograman *Python* menggunakan pustaka *Pulp* untuk menyelesaikan persoalan *integer programming*. Hasil dari model ini memberikan lokasi-lokasi optimal dari 17 kandidat sebagai titik SPKLU, yang dapat menjangkau seluruh permintaan dengan efisien, mengurangi risiko keterlambatan akibat kehabisan daya, dan mendukung percepatan transisi penggunaan kendaraan listrik dalam logistik *last mile*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perhitungan Jarak dan Pembentukan Distance Matrix

Penelitian ini dilakukan pada salah satu perusahaan logistik yang beroperasi dengan armada kendaraan listrik di Kota Semarang. Tujuan utama penelitian adalah menentukan lokasi optimal untuk pendirian stasiun pengisian ulang kendaraan listrik (*Electric Vehicle Charging Station*) agar dapat mencakup seluruh *distribution center* (DC) pada perusahaan yang tersebar di 17 lokasi. Pemilihan lokasi optimal menjadi krusial karena kendaraan listrik (EV) memiliki keterbatasan jarak tempuh, sehingga perusahaan harus memastikan seluruh *distribution center* (DC) berada dalam jangkauan stasiun pengisian ulang. Tabel 1 berikut menunjukkan sebagian data titik DC beserta koordinat geografisnya.

Tabel 1 Data Koordinat Distribution Center

No	Nama Distribution Center	Latitude	Longitude
1	Siliwangi (Semarang Barat)	-6.9805	110.3753
2	Banyumanik	-7.0613	110.4194
3	Candisari	-7.0053	110.4148
4	Gajahmungkur	-7.0065	110.3971
5	Gayamsari	-6.9868	110.4520

Hubungan antar lokasi ditentukan melalui perhitungan jarak *Euclidean* yang dihitung berdasarkan koordinat geografis (lintang dan bujur) dari masing-masing titik distribusi. Perhitungan ini penting untuk membentuk distance matrix, yakni matriks jarak antar titik distribution center yang digunakan sebagai input dalam pemodelan optimasi penentuan lokasi stasiun pengisian ulang kendaraan listrik. Tabel 2 berikut menunjukkan sebagian hasil perhitungan jarak antar titik menggunakan rumus *Euclidean*.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Jarak *Euclidean* Antar Titik

Lokasi	1	2	3	4	5
1	0	18.4	10.4	6.0	10.0
2	17.2	0	10.5	13.2	16.9
3	10.4	10.5	0	3.5	4.5
4	6.0	13.2	3.5	0	6.8
5	10.0	16.9	4.5	6.8	0

2. Pemodelan Optimasi dengan Set Covering Problem

Model yang digunakan dalam studi ini adalah *Set Covering Problem* (SCP), dengan tujuan untuk meminimalkan jumlah stasiun pengisian ulang yang diperlukan agar seluruh titik distribusi tercakup dalam radius tertentu (160 km). Model diimplementasikan menggunakan bahasa *Python* dengan pustaka *PuLP*.

Berikut adalah skrip program yang digunakan:

```

from pulp import *

df = pd.read_excel(file_path, sheet_name='Sheet1',
header=None)

distance_matrix_df = df.iloc[1:, 1:].astype(float)
distance_matrix = distance_matrix_df.values.tolist()

print("\n Matriks Jarak (km) antara 17 lokasi:")

display(distance_matrix_df)

Location = list(range(len(distance_matrix)))

radius = 160

prob = LpProblem("Minimum_Charging_Stations", LpMinimize)
x = LpVariable.dicts("x", Location, cat=LpBinary)

prob += lpSum(x[i] for i in Location)

for i in Location:
    prob += lpSum(x[j] for j in Location if
distance_matrix[i][j] <= radius) >= 1

prob.solve()

print("Lokasi yang dipilih sebagai stasiun pengisian:")

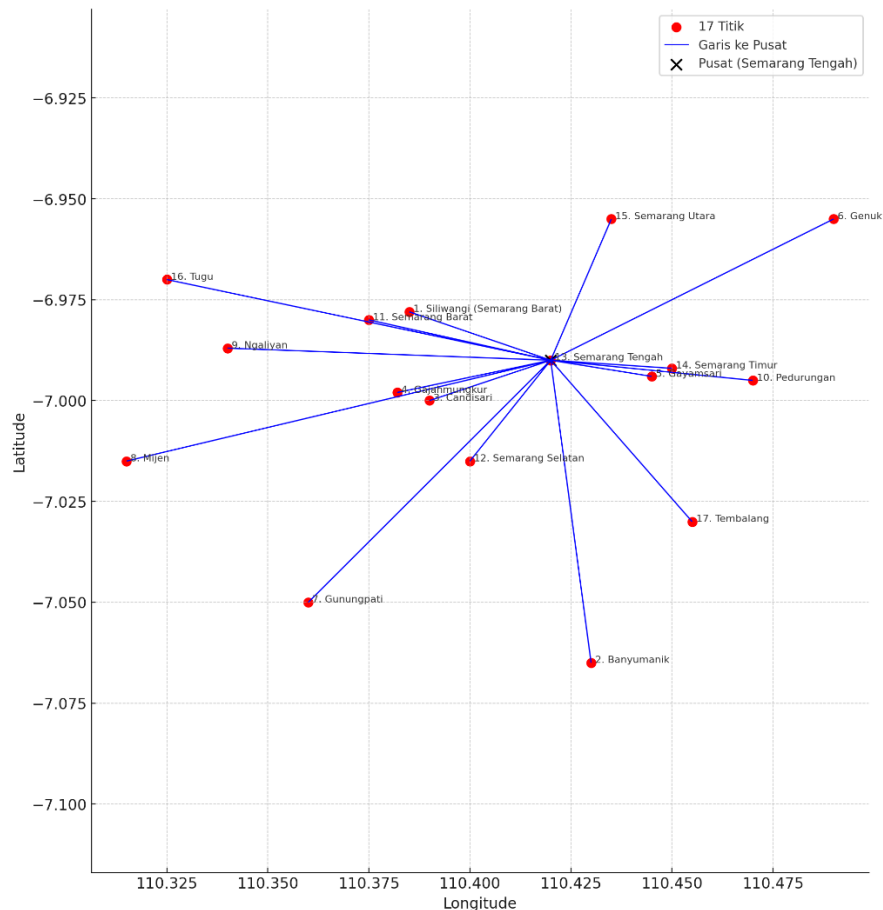
for i in Location:
    if value(x[i]) == 1:
        print(f"Lokasi {i+1} dipilih")

```

a. Hasil Pemodelan Set Covering Problem

Dari hasil pemodelan menggunakan pendekatan *Set Covering Problem*, diperoleh bahwa hanya satu titik lokasi yang optimal untuk menjangkau seluruh 17 distribution center (DC) yang tersebar di Kota Semarang, yaitu di wilayah Semarang Tengah. Titik ini terpilih karena secara geografis berada di posisi yang cukup sentral sehingga memiliki jarak terdekat yang merata ke seluruh lokasi lain. Berdasarkan *distance matrix* yang dibentuk dari perhitungan *Euclidean* menggunakan data koordinat lintang dan bujur masing-masing titik, diketahui bahwa Semarang Tengah memiliki keunggulan dalam hal keterjangkauan,

efisiensi rute, dan ketersediaan akses jalan utama. Dengan radius jangkauan kendaraan listrik yang digunakan dalam perusahaan tidak melebihi batasan yang telah ditentukan, seluruh titik distribusi dapat tercakup dari satu lokasi tersebut. Visualisasi hasil ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 1 Lokasi Titik Distribusi dan Titik Pengisian Terpilih

Gambaran 1 dari hasil pemodelan juga menunjukkan bahwa satu titik lokasi di Semarang Tengah memiliki jangkauan efektif ke seluruh titik lainnya. Peta visual berikut mengilustrasikan hubungan antar 17 titik dengan garis penghubung ke titik pusat Semarang Tengah, sebagai representasi dari cakupan distribusi yang optimal.

3. Interpretasi dan Implikasi

Pemilihan satu titik lokasi pengisian ulang kendaraan listrik memberikan beberapa konsekuensi yang penting untuk dipertimbangkan. Dari sisi pendekatan metode, hasil ini menunjukkan bahwa model *set covering problem* mampu mengidentifikasi solusi yang efisien dalam konteks distribusi perkotaan dengan keterbatasan jarak tempuh kendaraan. Titik yang dipilih mampu mencakup seluruh jaringan distribusi tanpa perlu membuka banyak fasilitas

baru, sehingga menghindari pemborosan sumber daya. Dari sisi implementasi di lapangan, penempatan satu titik pengisian yang strategis, dalam hal ini di Semarang Tengah, memungkinkan perusahaan untuk menyederhanakan sistem operasionalnya. Biaya pembangunan infrastruktur dapat ditekan karena tidak perlu membangun banyak titik pengisian. Selain itu, aktivitas pengisian kendaraan menjadi lebih mudah dipantau dan dikelola, terutama jika perusahaan menggunakan sistem pengaturan armada terpusat. Pendekatan ini juga memberikan fleksibilitas lebih dalam pengaturan jadwal pengiriman karena titik pengisian berada dekat dengan pusat distribusi utama

5. KESIMPULAN DAN SARAN

a. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil menentukan lokasi optimal pengisian ulang kendaraan listrik untuk mendukung operasional distribusi *last mile* di Kota Semarang dengan menggunakan pendekatan *Set Covering Problem*. Berdasarkan hasil pemodelan dan analisis data spasial, diperoleh bahwa satu titik pengisian ulang yang berlokasi di Semarang Tengah sudah mampu mencakup seluruh titik distribusi yang tersebar di berbagai kecamatan di kota tersebut. Hasil ini menunjukkan bahwa cakupan layanan dapat dioptimalkan dengan meminimalkan jumlah fasilitas yang dibutuhkan, tanpa mengorbankan aksesibilitas. Pendekatan ini secara teoritis menegaskan keandalan model matematis dalam pengambilan keputusan strategis, serta secara praktis menunjukkan potensi efisiensi biaya dan operasional yang signifikan bagi perusahaan logistik.

b. Saran

Berdasarkan temuan tersebut, disarankan agar perusahaan mempertimbangkan pendekatan ilmiah berbasis pemodelan spasial dalam perencanaan lokasi fasilitas, khususnya pada sektor logistik ramah lingkungan yang sedang berkembang. Penelitian ini juga membuka ruang eksplorasi lebih lanjut untuk mempertimbangkan parameter tambahan seperti kepadatan lalu lintas, waktu tempuh aktual, serta variasi permintaan distribusi pada jam-jam tertentu untuk meningkatkan akurasi model. Keterbatasan penelitian ini terletak pada asumsi jarak Euclidean yang belum mempertimbangkan kondisi jalan secara real-time, serta pada pemakaian satu parameter cakupan (radius) yang bersifat statis. Penelitian selanjutnya dapat mengintegrasikan pendekatan berbasis waktu tempuh menggunakan data GIS dinamis atau mengembangkan model multi-lokasi dengan mempertimbangkan kriteria biaya dan lingkungan secara bersamaan.

DAFTAR REFERENSI

- Ahmed, A.-B., Badi, I., & Bouraima, M. B. (2024). Combined location set covering model and multi-criteria decision analysis for emergency medical service assessment. *Spectrum of Engineering and Management Sciences*, 2(1), 110–121.
- Albana, A. S., Muzakki, A. R., & Fauzi, M. D. (2022). The optimal location of EV charging stations at Surabaya using the location set covering problem. In *2022 International Conference on Technology and Policy in Energy and Electric Power (ICT-PEP)* (pp. 95–99).
- Amilia, N., Palinrungi, Z., Vanany, I., & Arief, M. (2022). Designing an optimized electric vehicle charging station infrastructure for urban area: A case study from Indonesia. In *2022 IEEE 25th International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC)* (pp. 2812–2817).
- BCG. (2022). *Electrifying Indonesia Two-Wheeler Industry*. November.
- Dadashzada, I., Garza-Reyes, J. A., Roy Ghatak, R., & Gonzalez-Aleu, F. (2025). An investigation into the major barriers to the adoption of electric vehicles in last-mile deliveries for sustainable transport. *The International Journal of Logistics Management*, 36(3), 906–938.
- Dimitriou, P., Nikolopoulou, A., & Gkiotsalitis, K. (2025). An exact approach for the charging station location selection problem in urban freight transport. *Operational Research*, 25(2), 1–32.
- García, S., & Marín, A. (2019). Covering location problems. In *Location Science* (pp. 99–119).
- GoodStats. (2025). Emisi karbon di Indonesia terus meningkat.
- Jaller, M., Pineda, L., Ambrose, H., & Kendall, A. (2021). Empirical analysis of the role of incentives in zero-emission last-mile deliveries in California. *Journal of Cleaner Production*, 317, 128353.
- John, B. G., & Zacherias, S. (2015). The challenges of last mile delivery in Indian ecommerce scenario.
- Kakimoto, Y., & Shimakawa, Y. (2022). Rest-area location model for time-driven demands to the expend buffer time of freight vehicles. *International Journal of Innovative Computing, Information and Control*, 18(1), 15–28.
- Katadata. (2025). Ini jumlah infrastruktur kendaraan listrik pada 2024. <https://databoks.katadata.co.id/transportasi-logistik/statistik/67ad5a23516d4/ini-jumlah-infrastruktur-kendaraan-listrik-pada-2024>

- Khofiyah, N. A., Putri, A. V. A., & Sutopo, W. (2021). Location optimization charging station of three-wheel electric vehicle: A case study. In *Proceedings of the 11th Annual International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Singapore* (pp. 7–11).
- Luo, H., & Gao, P. (2024). Intercultural learning through Chinese-American telecollaboration: Results of a song sharing project. *Computer Assisted Language Learning*, 37(1–2), 85–113. <https://doi.org/10.1080/09588221.2022.2026405>
- Moriarty, P. (2022). Electric vehicles can have only a minor role in reducing transport's energy and environmental challenges. *AIMS Energy*, 10(1), 131–148.
- Nugrahadi, B., Trisna Devi, A. O., Amalia, N. V., & Primasanti, Y. (2024). Determining the location of charging station facilities in Surakarta City using gravity location models. *Jurnal PASTI (Penelitian Dan Aplikasi Sistem Dan Teknik Industri)*, 18(1), 20. <https://doi.org/10.22441/pasti.2024.v18i1.003>
- Ofoegbu, E. O. (2025). State of charge (SOC) estimation in electric vehicle (EV) battery management systems using ensemble methods and neural networks. *Journal of Energy Storage*, 114, 115833.
- Prasyanti, M. D., & Kartika, A. W. (2025). Urgensi pembentukan undang-undang khusus kendaraan bermotor listrik berbasis baterai (KBLBB) sebagai upaya pencegahan terhadap praktik pencemaran lingkungan di Indonesia. *Jurnal Hukum Samudra Keadilan*, 20(1), 89–108.
- Shuaibu, A. S., Mahmoud, A. S., & Sheltami, T. R. (2025). A review of last-mile delivery optimization: Strategies, technologies, drone integration, and future trends. *Drones*, 9(3), 158.
- Siragusa, C., Tumino, A., Mangiaracina, R., & Perego, A. (2020). Electric vehicles performing last-mile delivery in B2C e-commerce: An economic and environmental assessment. *International Journal of Sustainable Transportation*. <https://doi.org/10.1080/15568318.2020.1847367>
- Syah, D. S. H., Hadi, P. O., Zamzami, Z., & Hariyanto, N. (2024). Analysis of public electric vehicle charging station placement at suburban areas using agent-based modelling. In *2024 6th International Conference on Power Engineering and Renewable Energy (ICPERE)* (pp. 1–6).
- Tanwir, N. S., & Hamzah, M. I. (2020). Predicting purchase intention of hybrid electric vehicles: Evidence from an emerging economy. *World Electric Vehicle Journal*, 11(2). <https://doi.org/10.3390/WEVJ11020035>