

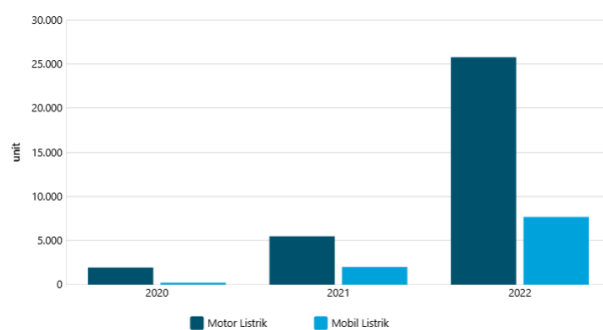
## BAB I PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Dalam beberapa dekade terakhir, perkembangan teknologi di sektor transportasi mengalami akselerasi yang cukup signifikan, terutama dalam kaitannya dengan upaya mengurangi dampak lingkungan. Kendaraan berbahan bakar fosil yang selama ini mendominasi sistem transportasi mulai dipandang sebagai isu kritis yang memerlukan perhatian khusus. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa pemanfaatan bahan bakar fosil berkontribusi terhadap berbagai permasalahan, seperti meningkatnya polusi udara, ketergantungan pada sumber daya energi yang tidak terbarukan, serta peranannya dalam mempercepat perubahan iklim melalui emisi gas rumah kaca.

Seiring meningkatnya kesadaran terhadap isu lingkungan, kendaraan listrik mulai memperoleh popularitas dan dipandang sebagai salah satu alternatif transportasi di Indonesia. Kehadiran inovasi berupa kendaraan ramah lingkungan dengan tingkat emisi rendah diharapkan mampu menekan kontribusi emisi gas rumah kaca. Berbeda dengan kendaraan berbahan bakar fosil, kendaraan berbasis listrik tidak menghasilkan emisi gas buang yang berpotensi membahayakan lingkungan (Ketahanan and Ri, 2023). Oleh karena itu, banyak negara saat ini berupaya untuk mengadopsi sekaligus mengembangkan teknologi kendaraan listrik (Electric Vehicle/EV). Hal tersebut didorong oleh keunggulan kendaraan listrik yang tidak hanya lebih efisien dalam penggunaan energi, tetapi juga menawarkan solusi dalam mengurangi emisi karbon yang menjadi ancaman serius bagi keberlanjutan lingkungan global.

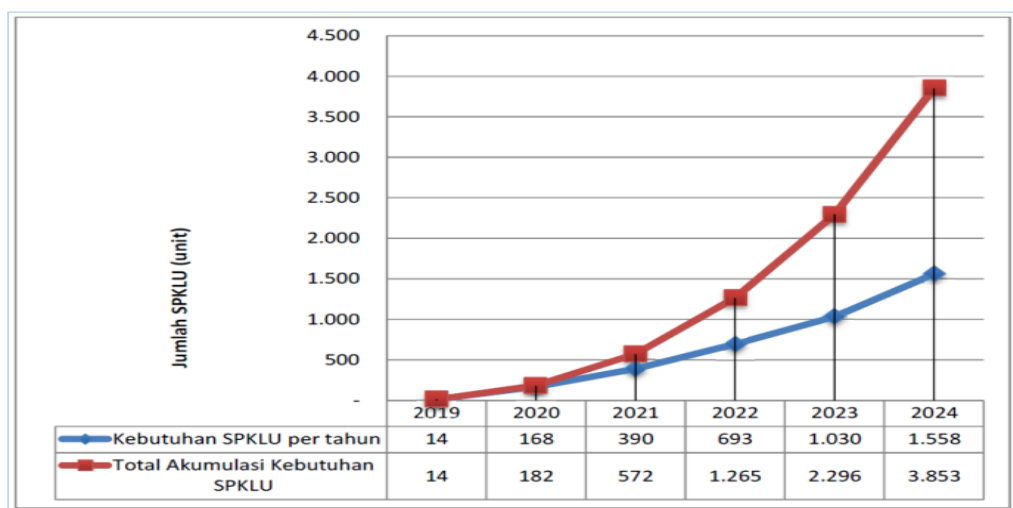
Sejalan dengan tren global, Indonesia sebagai salah satu negara dengan jumlah penduduk terbesar di dunia mulai mengadopsi teknologi kendaraan listrik sebagai langkah strategis dalam pemanfaatan energi yang lebih bersih dan berkelanjutan. Penggunaan kendaraan listrik, khususnya sepeda motor listrik, menunjukkan peningkatan yang cukup signifikan dalam dua tahun terakhir. Perkembangan tersebut dapat diamati pada Gambar 1.1 berikut (Databoks, 2023):



Gambar 1. 1 Jumlah Kendaraan Listrik di Indonesia (2020-2022)

Sumber: (Databoks, 2023)

Melalui berbagai kebijakan dan regulasi, pemerintah telah berupaya membangun ekosistem kendaraan listrik, antara lain dengan memberikan insentif kepada produsen serta subsidi kepada masyarakat guna mendorong peralihan menuju penggunaan kendaraan listrik. Namun demikian, meskipun perkembangan kendaraan listrik di Indonesia menunjukkan kemajuan yang pesat, tantangan utama dalam implementasinya terletak pada ketersediaan infrastruktur pendukung yang memadai, khususnya Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU). Menurut (Asaad, 2020, p. 19), infrastruktur pengisian daya yang tidak merata atau belum optimal dapat menjadi hambatan signifikan bagi pertumbuhan ekosistem kendaraan listrik di Indonesia. Meskipun demikian, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.2, jumlah Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU) terus mengalami peningkatan dari tahun ke tahun, yang mencerminkan adanya perkembangan positif dalam pembangunan infrastruktur kendaraan listrik di Indonesia.



Gambar 1. 2 Pertumbuhan SPKLU dari tahun ke tahun  
Sumber: (Asaad, 2020, p. 15)

Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU) merupakan infrastruktur yang memiliki peran sangat krusial, baik pada masa kini maupun di masa mendatang. Hal ini tidak terlepas dari tren peningkatan penggunaan kendaraan listrik yang terus berkembang, baik di tingkat global maupun di Indonesia (BPS, 2020 dalam Sugieanto, 2022, p. 1).

Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU) memiliki peranan yang sangat strategis dalam menunjang operasional kendaraan listrik, karena memberikan kemudahan serta efisiensi bagi pengguna dalam melakukan pengisian ulang daya baterai. Ketersediaan SPKLU yang tidak memadai dan distribusi yang belum merata di berbagai wilayah berpotensi menurunkan minat masyarakat untuk beralih dari kendaraan berbahan bakar konvensional ke kendaraan listrik, sehingga proses transisi

menuju kendaraan ramah lingkungan menjadi lebih kompleks dan membutuhkan strategi pengembangan yang terencana. Sejalan dengan kebijakan pemerintah, antara lain melalui Peraturan Presiden Nomor 55 Tahun 2019, pengembangan ekosistem kendaraan listrik (Electric Vehicle/EV) dipandang sebagai solusi yang efektif. Dalam konteks ini, SPKLU berfungsi sebagai infrastruktur pendukung utama yang memfasilitasi pemanfaatan EV secara lebih luas di Indonesia. Oleh karena itu, upaya optimalisasi lokasi dan distribusi SPKLU menjadi faktor kunci dalam mempercepat adopsi kendaraan listrik secara nasional.

Salah satu tantangan utama dalam pengembangan infrastruktur kendaraan listrik adalah penentuan lokasi SPKLU yang strategis dan efisien sesuai dengan pola penggunaan kendaraan listrik. Pemilihan lokasi yang tidak tepat dapat menimbulkan berbagai permasalahan, termasuk risiko tinggi dalam hal pemanfaatan dan keberlanjutan operasional. Tabel 1.1 menyajikan bukti terkait permasalahan tersebut yang menunjukkan adanya level risiko yang tergolong ekstrem.

Tabel 1. 1 Ananlisis Risiko EVCS

| Tahapan     | ID Risk | Risiko                                                     | Level   |
|-------------|---------|------------------------------------------------------------|---------|
| Perencanaan | 1       | Skema bisnis/bisnis model tidak tepat                      | Ekstrem |
|             | 2       | pemilihan teknologi tidak sesuai dengan kebutuhan konsumen | Tinggi  |
|             | 3       | Ketidak tepatan pemilihan lokasi SPKLU                     | Ekstrem |

Sumber: (Asaad, 2020, p. 19)

Dalam upaya menentukan lokasi SPKLU yang optimal agar mampu memberikan manfaat maksimal bagi masyarakat, diperlukan pendekatan berbasis data (*data-driven approaches*) yang dapat mendukung analisis dan pengambilan keputusan secara lebih akurat. Dengan demikian, penyebaran SPKLU tidak terjadi secara sporadis, yang berpotensi menimbulkan ketidakseimbangan, di mana sebagian wilayah memiliki jumlah SPKLU berlebih sementara wilayah lain justru mengalami kekurangan. Kondisi ini berdampak pada menurunnya efektivitas infrastruktur, baik dari sisi pengguna yang merasa kurang nyaman akibat lokasi SPKLU yang tidak terkelola dengan baik, maupun dari sisi pengelola yang tidak dapat memaksimalkan peluang investasi karena pemanfaatan SPKLU yang rendah. Oleh karena itu, pendekatan berbasis data diperlukan untuk memahami pola penggunaan serta kebutuhan pengguna kendaraan listrik terhadap keberadaan SPKLU.

Sistem Pendukung Keputusan (SPK) merupakan suatu sistem informasi yang bersifat fleksibel, interaktif, serta dapat diadaptasi dan dikembangkan untuk menyajikan

informasi, pemodelan, serta pemrosesan data. Melalui mekanisme tersebut, SPK mampu menghasilkan berbagai alternatif solusi dan rekomendasi yang membantu manajemen dalam menangani permasalahan bersifat semi-terstruktur maupun situasi yang tidak terstruktur, di mana tidak terdapat kepastian mengenai cara terbaik dalam pengambilan keputusan (Abdul Khadir, 2014, p. 1). Sistem Pendukung Keputusan (SPK) berfungsi dengan cara menghimpun data, melakukan analisis terhadap data tersebut, serta menghasilkan rekomendasi atau alternatif keputusan yang dapat digunakan sebagai dasar dalam proses pengambilan keputusan.

Sebagaimana dijelaskan oleh Scot Morton dalam karyanya "*Sistem Pendukung Keputusan pada Teknologi Informasi*" (Yuswardi et al., 2022, p. 3), Sistem Pendukung Keputusan (SPK) merupakan sistem berbasis komputer yang bersifat interaktif dan dirancang untuk membantu pengambil keputusan dalam memanfaatkan data serta berbagai model untuk menyelesaikan permasalahan yang bersifat tidak terstruktur. Tujuan utama dari SPK adalah mendukung keseluruhan tahapan proses pengambilan keputusan, mulai dari identifikasi masalah, pemilihan data yang relevan, penentuan pendekatan yang tepat, hingga evaluasi alternatif keputusan. Dengan demikian, SPK tidak dimaksudkan untuk sepenuhnya menggantikan atau mengotomatisasi proses pengambilan keputusan, melainkan berfungsi sebagai alat bantu yang memperkuat kualitas keputusan yang dihasilkan.

Penerapan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) dalam pemetaan distribusi SPKLU dapat memberikan kemudahan bagi perusahaan pengembang dalam mengambil keputusan yang lebih terinformasi melalui perencanaan yang komprehensif sebelum pemangku kepentingan menentukan lokasi pemasangan maupun penambahan SPKLU. Aksesibilitas sistem yang dapat dijalankan secara daring melalui internet juga semakin memfasilitasi para pemangku kepentingan dalam proses penentuan lokasi strategis, sehingga keputusan yang diambil menjadi lebih tepat sasaran dan efektif.

Salah satu metode analisis data yang dapat dimanfaatkan untuk menganalisis sekaligus memetakan distribusi SPKLU adalah algoritma *K-Means*. Algoritma ini termasuk ke dalam teknik *machine learning* yang berfungsi untuk melakukan *clustering* atau pengelompokan data. Secara definisi, *K-Means* merupakan algoritma klasterisasi yang mengelompokkan data berdasarkan kedekatannya dengan titik pusat klaster (*centroid*) terdekat (Oktavia et al., 2020, p. 156). Dalam konteks pemetaan SPKLU, algoritma *K-Means* dapat dimanfaatkan untuk mengelompokkan lokasi SPKLU berdasarkan data transaksi maupun data aktual, sehingga mampu mendukung proses pengambilan keputusan yang lebih tepat dalam pengembangan infrastruktur kendaraan listrik. Mekanisme kerja algoritma ini meliputi beberapa tahapan, yaitu: menentukan

jumlah klaster ( $K$ ) yang akan dibentuk, memilih secara acak  $K$  titik awal sebagai pusat klaster (*centroid*), menghitung jarak setiap data terhadap masing-masing *centroid* kemudian mengelompokkan data ke dalam klaster terdekat, memperbarui posisi *centroid* berdasarkan rata-rata data pada setiap klaster, serta mengulangi proses perhitungan jarak dan pembaruan *centroid* hingga posisi *centroid* tidak lagi berubah atau jumlah iterasi yang ditentukan telah tercapai.

Untuk mendukung penerapan metode *K-Means*, diperlukan evaluasi hasil klasterisasi, salah satunya dengan menggunakan metode *Silhouette Coefficient*. Metode ini berfungsi untuk menentukan jumlah klaster yang optimal sekaligus mengevaluasi konsistensi dan kualitas pengelompokan data. *Silhouette Coefficient* menghitung nilai koefisien untuk setiap titik data yang merepresentasikan tingkat kesesuaian suatu titik dengan klasternya sendiri (kohesi) dibandingkan dengan kedekatannya terhadap klaster lain (pemisahan). Nilai koefisien tersebut kemudian dirata-ratakan untuk memperoleh skor siluet secara keseluruhan. Rentang nilai *Silhouette Coefficient* berada pada interval  $[-1, 1]$ , di mana nilai yang mendekati 1 menunjukkan bahwa objek sesuai dengan klasternya dan memiliki pemisahan yang jelas dari klaster lain. Sebaliknya, nilai mendekati 0 mengindikasikan adanya tumpang tindih antar klaster, sementara nilai negatif menandakan bahwa objek lebih sesuai berada pada klaster lain. Dengan demikian, skor siluet yang tinggi menunjukkan konfigurasi klasterisasi yang baik, sedangkan skor yang rendah atau negatif dapat mengindikasikan jumlah klaster yang terlalu banyak maupun terlalu sedikit (Rousseeuw, 1987, p. 56).

Penelitian sebelumnya juga menjadi referensi untuk penelitian ini dengan judul **“PENERAPAN ALGORITMA K-MEANS UNTUK PEMETAAN PENERIMAAN BANTUAN KESEJAHTERAAN MASYARAKAT DI KOTA BATAM”** (Azwanti and Putria, 2023). Pada penelitian ini, studi kasus difokuskan pada penerimaan bantuan kesejahteraan masyarakat di Kota Batam. Dalam proses evaluasi kelayakan penerima bantuan, analisis dilakukan dengan mempertimbangkan lima kriteria, yaitu tingkat pendidikan, jenis pekerjaan, jumlah tanggungan, tingkat pendapatan, serta kepemilikan rumah. Proses pengolahan data menggunakan metode *K-Means* menghasilkan nilai akhir yang merupakan hasil pengelompokan seluruh data, kemudian dibagi ke dalam lima klaster, yaitu prioritas layak 1, prioritas layak 2, prioritas layak 3, prioritas layak 4, dan prioritas layak 5. Hasil tersebut digunakan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan untuk menentukan kelompok masyarakat yang diprioritaskan sebagai penerima bantuan kesejahteraan.

Perbedaan antara penelitian terdahulu dengan penelitian yang akan dilakukan terletak pada fokus permasalahannya. Jika penelitian sebelumnya lebih

menitikberatkan pada kasus evaluasi kelayakan penerima bantuan kesejahteraan masyarakat, maka penelitian ini diarahkan pada pemetaan wilayah penyebaran Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU) di Jakarta. Analisis dilakukan dengan menggunakan lima (lima) kriteria utama, yaitu jumlah kilowatt, jumlah transaksi, jumlah daya terpakai, jumlah charger, dan jumlah konektor. Berdasarkan uraian tersebut, maka penelitian ini mengambil judul **“PENERAPAN ALGORITMA K-MEANS UNTUK PEMETAAN WILAYAH PENYEBARAN STASIUN PENGISIAN KENDARAAN LISTRIK UMUM (SPKLU) di KOTA JAKARTA”**.

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang telah dipaparkan, penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan suatu keluaran yang dapat mendukung perusahaan pengembang SPKLU dalam menentukan strategi perluasan distribusi jaringan SPKLU di Indonesia, khususnya di wilayah Jakarta, dengan tingkat akurasi yang lebih baik. Dari sisi manajerial, penelitian ini juga diharapkan memberikan gambaran yang lebih menyeluruh bagi para pemangku kepentingan dalam merancang arah pengembangan infrastruktur kendaraan listrik di Indonesia. Dengan memanfaatkan data aktual serta pendekatan analisis berbasis machine learning, proses pengambilan keputusan dapat dilakukan secara lebih objektif dan terukur, sehingga berpotensi meningkatkan efektivitas investasi, ketepatan sasaran dalam pembangunan SPKLU, sekaligus mengurangi risiko terjadinya pemborosan sumber daya.

## **B. Permasalahan**

Dalam beberapa tahun terakhir, adopsi kendaraan listrik mengalami peningkatan signifikan sebagai bagian dari strategi global untuk mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil sekaligus menekan tingkat emisi karbon. Meski demikian, laju pertumbuhan kendaraan listrik tersebut belum sepenuhnya diiringi dengan ketersediaan infrastruktur pendukung yang memadai, khususnya terkait dengan distribusi Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU).

Saat ini, penentuan lokasi pembangunan SPKLU masih banyak bergantung pada metode konvensional, misalnya kedekatan dengan pusat perbelanjaan atau jalur transportasi utama, tanpa memperhatikan analisis data yang lebih komprehensif mengenai pola penggunaan kendaraan listrik. Kondisi tersebut menyebabkan terjadinya ketimpangan pemanfaatan, di mana beberapa titik SPKLU mengalami antrean panjang dengan beban tinggi, sementara titik lainnya justru kurang digunakan secara optimal. Ketidakmerataan ini bukan hanya menimbulkan ketidaknyamanan bagi pengguna, tetapi juga berpotensi memperlambat percepatan adopsi kendaraan listrik di masyarakat.

Pada tabel 1.2 dapat dilihat data rekapitulasi SPKLU berdasarkan wilayah sebaran SPKLU di kota Jakarta periode bulan Januari 2021 sampai April 2025.

Tabel 1. 2 Data Penggunaan SPKLU di Kota Jakarta (Jan 2021 – Apr 2025)

| No  | Nama                                  | Kapasitas (Kw) | Jumlah /Daya | Jumlah Transaksi | Jumlah Charger | Jumlah Connector |
|-----|---------------------------------------|----------------|--------------|------------------|----------------|------------------|
| 1   | SPKLU PLN UID JAKARTA RAYA            | 200            | 810624       | 32640            | 4              | 10               |
| 2   | SPKLU PLN UP3 Bulungan                | 200            | 399048       | 13780            | 2              | 5                |
| 3   | SPKLU PLN UP3 LENTENG AGUNG           | 7              | 64008        | 2987             | 3              | 4                |
| 4   | SPKLU PLN UP3 CENGKARENG              | 7              | 24           | 5                | 2              | 2                |
| 5   | SPKLU GUDANG PLN UP3 PONDOK GEDE      | 22             | 8            | 2                | 1              | 1                |
| 6   | SPKLU POSKO YANTEK KAPUK              | 22             | 76           | 17               | 2              | 2                |
| 7   | SPKLU Ruko Sentra Niaga Kalimalang    | 22             | 84           | 5                | 2              | 2                |
| 8   | SPKLU TOMANG TOL                      | 22             | 0            | 0                | 1              | 1                |
| 9   | SPKLU GEDUNG CYBER-1                  | 22             | 0            | 0                | 3              | 3                |
| 10  | SPKLU PT SPE                          | 22             | 0            | 0                | 2              | 2                |
| 11  | SPKLU PLN UP3 CEMPAKA PUTIH           | 7              | 218886       | 9573             | 4              | 6                |
| 12  | SPKLU PLN UP3 BANDENGAN               | 60             | 205076       | 8849             | 2              | 4                |
| 13  | SPKLU Bandara Halim Perdana Kusuma    | 200            | 249187       | 7142             | 1              | 2                |
| ... | ...                                   | ...            | ...          | ...              | ...            | ...              |
| 218 | SPKLU CLUSTER DAMAR                   | 22             | 0            | 0                | 3              | 3                |
| 219 | SPKLU EVCITY Apartemen Pantai Mutiara | 120            | 0            | 0                | 3              | 5                |

Sumber: Perusahaan Pengembang SPKLU

Berdasarkan data penggunaan SPKLU di wilayah Jakarta, terlihat adanya ketimpangan yang cukup signifikan antara stasiun dengan tingkat aktivitas yang sangat tinggi dan masif digunakan dengan stasiun lain yang justru sama sekali tidak dimanfaatkan. Beberapa titik SPKLU, seperti yang berada di PLN UID Jakarta Raya dan PLN UP3 Bulungan, menunjukkan transaksi yang tinggi dengan pemakaian daya mencapai puluhan hingga ratusan ribu kWh. Sebaliknya, masih terdapat sejumlah titik SPKLU khususnya yang berlokasi di apartemen, kampus, maupun perkantoran yang sama sekali tidak mencatat transaksi ataupun pemakaian daya, meskipun secara fisik telah dilengkapi dengan charger, konektor, dan standar fasilitas lainnya. Fakta ini

mengindikasikan bahwa penetapan lokasi SPKLU saat ini belum sepenuhnya mempertimbangkan kebutuhan riil di lapangan, sehingga distribusinya belum efektif sesuai dengan pola penggunaan kendaraan listrik masyarakat.

Fakta tersebut menunjukkan bahwa pembangunan SPKLU berpotensi menjadi tidak efektif apabila tidak didukung dengan pendekatan berbasis data. Terdapat SPKLU dengan kapasitas besar, misalnya hingga 120 kW, tetapi tidak mencatat aktivitas penggunaan sama sekali. Sebaliknya, ada SPKLU dengan kapasitas relatif kecil, sekitar 7 kW, yang justru sangat aktif digunakan. Kondisi ini menegaskan bahwa penentuan lokasi SPKLU lebih membutuhkan strategi penyesuaian tempat yang tepat dibandingkan hanya berfokus pada kapasitas teknis semata.

Dampak dari kondisi ini cukup signifikan. Di satu sisi, SPKLU yang aktif digunakan di lokasi strategis memberikan manfaat ekonomi melalui pendapatan dari transaksi pengisian serta mendukung percepatan adopsi kendaraan listrik yang berkontribusi pada pengurangan emisi karbon dan peningkatan kualitas lingkungan. Namun, di sisi lain, SPKLU yang tidak termanfaatkan menyebabkan pemborosan investasi dan biaya operasional yang tidak memberikan hasil, sehingga mengurangi efisiensi penggunaan sumber daya. Ketidakefektifan dalam penentuan lokasi juga dapat menimbulkan ketidakpuasan pengguna dan memperlambat perkembangan ekosistem kendaraan listrik secara keseluruhan.

Oleh karena itu, dalam konteks permasalahan ini dibutuhkan penerapan metode data mining, salah satunya K-Means Clustering, untuk mengelompokkan wilayah berdasarkan pola penggunaan aktual. Hasil dari analisis klustering tersebut dapat dijadikan landasan dalam pengambilan keputusan terkait perencanaan dan pengembangan infrastruktur SPKLU agar lebih efisien, tepat sasaran, serta berkelanjutan. Melalui penelitian ini diharapkan diperoleh informasi yang relevan dan bermanfaat bagi pemangku kebijakan, penyedia maupun operator SPKLU, serta pihak-pihak terkait lainnya. Dengan demikian, implementasi algoritma K-Means dalam analisis ini diharapkan mampu memberikan kontribusi nyata terhadap penguatan ekosistem kendaraan listrik di wilayah Jakarta.

## **1. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, terdapat beberapa aspek utama yang menjadi fokus penelitian ini:

1. Wilayah penyebaran SPKLU yang belum akurat.
2. Belum efektifnya sistem pemetaan wilayah penyebaran SPKLU.



## **2. Rumusan Masalah**

### **a. Pernyataan Masalah**

Berdasarkan identifikasi masalah, maka dapat ditetapkan bahwa pokok permasalahannya yaitu belum akurat dan belum efektif dalam proses pemetaan wilayah penyebaran SPKLU di Jakarta.

### **b. Pertanyaan Penelitian**

Berdasarkan permasalahan yang telah diidentifikasi, penelitian ini mengajukan beberapa pertanyaan utama:

1. Bagaimana penerapan algoritma K-Means pada pemetaan wilayah penyebaran SPKLU di Jakarta?
2. Seberapa akurat dan efektif penerapan algoritma K-Means pada pemetaan wilayah penyebaran SPKLU di Jakarta?

## **C. Maksud dan Tujuan Penelitian**

Maksud dilakukannya penelitian ini adalah untuk menerapkan metode K-Means pada pemetaan wilayah penyebaran SPKLU di Jakarta yang lebih tepat.

Adapun tujuan penelitian ini dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan hasil pemetaan lokasi SPKLU yang lebih akurat.
2. Mendapatkan proses yang lebih efektif pada pemetaan wilayah penyebaran SPKLU di Jakarta.
3. Mengukur tingkat keakuratan dan keefektifitasan penerapan algoritma K-Means pada pemetaan wilayah penyebaran SPKLU di Jakarta.
4. Membuat prototype aplikasi penerapan metode K-Means untuk pemetaan wilayah penyebaran SPKLU.

## **D. Spesifikasi Hasil yang diharapkan**

Berdasarkan hasil analisis dan penerapan algoritma K-Means, spesifikasi hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penerapan algoritma K-Means Clustering dapat menghasilkan pemetaan wilayah penyebaran SPKLU menjadi 3 (Tiga) kluster dengan kategori tinggi, sedang dan rendah.
2. Sistem yang dikembangkan dapat mempermudah pengelola dalam menentukan lokasi baru SPKLU berdasarkan data transaksi dan data aktual.
3. Sistem dapat membantu memetakan wilayah penyebaran SPKLU di Jakarta.
4. Model pemetaan berbasis data ini dapat dijadikan sebagai referensi bagi pengambil kebijakan dalam perencanaan infrastruktur kendaraan listrik di masa depan.

## **E. Signifikansi Penelitian & Pengembangan**

Penelitian ini memiliki signifikansi dalam mendukung pengembangan strategi optimalisasi penyebaran Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU) dengan pendekatan berbasis data. Dengan menerapkan algoritma K-Means Clustering, penelitian ini berkontribusi dalam meningkatkan efektivitas perencanaan dan ekspansi infrastruktur kendaraan listrik di Jakarta.

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini meliputi:

1. Manfaat teoritis penelitian ini yaitu memberikan sumbangan ilmu pengetahuan tentang penerapan metode K-Means pada pemetaan wilayah penyebaran SPKLU.
2. Manfaat praktis penelitian ini yaitu membantu pengelola SPKLU dalam mengoptimalkan distribusi infrastruktur.
3. Manfaat kebijakan penelitian ini yaitu dapat menjadi acuan bagi perusahaan pengembang SPKLU dalam menetapkan strategi pengembangan infrastruktur kendaraan listrik.

## **F. Asumsi dan Keterbatasan**

Dalam penelitian ini, terdapat beberapa asumsi baik dari sisi sistem yang dikembangkan maupun metode yang digunakan, asumsi dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data yang digunakan dalam penelitian ini mencakup data frekuensi penggunaan dan data aktual dari SPKLU yang telah beroperasi di kota Jakarta.
2. Algoritma K-Means Clustering dapat menghasilkan pemetaan wilayah penyebaran SPKLU dengan akurat.

Dalam penelitian ini, terdapat beberapa keterbatasan baik dari sisi sistem yang dikembangkan maupun metode yang digunakan adapun keterbatasannya adalah

1. Penelitian ini hanya menggunakan metode *K-Means Clustering*, sehingga tidak membandingkan hasil dengan metode klusterisasi lainnya.
2. Data yang digunakan bergantung pada ketersediaan dan keakuratan data dari perusahaan pengembang SPKLU di Jakarta.
3. Penelitian ini dilakukan hanya sebagai rekomendasi tanpa dilakukan implementasi secara langsung di lapangan.
4. Penelitian ini tidak mempertimbangkan faktor biaya operasional dan investasi dalam pembangunan SPKLU baru.

## **G. Definisi Istilah dan Definisi Operasional**

Berikut definisi istilah dan definisi operasional di dalam penelitian dan pengembangan ini yaitu sebagai berikut:

### **1. Definisi Istilah**

- (a) Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU) merupakan fasilitas yang digunakan untuk mengisi daya kendaraan listrik.
- (b) K-Means *clustering* adalah algoritma *unsupervised learning* yang digunakan untuk memetakan wilayah penyebaran SPKLU berdasarkan data penggunaan dan data aktual.
- (c) *Silhouette coefficient* adalah metrik yang digunakan untuk menilai kualitas pengelompokan data atau clustering.
- (d) Frekuensi penggunaan merupakan jumlah kunjungan atau pemakaian SPKLU dalam periode tertentu.
- (e) Daya terpakai ialah jumlah energi listrik yang digunakan oleh kendaraan listrik saat mengisi daya.
- (f) Data aktual merupakan data jumlah kapasitas kilowatt, jumlah *charger* dan jumlah konektor.

### **2. Definisi Operasional**

- (a) Jumlah kapasitas Kilowatt (Kw) merupakan kekuatan listrik yang bisa dikasih SPKLU buat ngecas mobil listrik.
- (b) Jumlah *charger* merupakan jumlah alat ngecas yang ada di satu SPKLU.
- (c) Jumlah konektor merupakan jumlah colokan di tiap charger buat nyambung ke mobil.