

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik memiliki peran penting dalam mendukung kegiatan rumah tangga, ekonomi, pemerintahan, dan pelayanan publik. Pertumbuhan ekonomi serta peningkatan kepadatan penduduk turut mendorong kebutuhan energi listrik di Indonesia, sehingga penyediaan dan pengelolaannya memerlukan dukungan data yang memadai (Alnavis dkk., 2024). Keterkaitan penggunaan energi listrik dengan aktivitas ekonomi juga menunjukkan bahwa data kelistrikan perlu dianalisis secara terukur agar perbedaan karakteristik antarwilayah dapat dipahami dengan lebih baik (Maisarah dkk., 2024).

Di DKI Jakarta, pelayanan kelistrikan dilaksanakan melalui sejumlah Unit Pelayanan Pelanggan (ULP) yang memiliki karakteristik data berbeda. Perbedaan tersebut dapat diamati melalui daya terpasang, produksi listrik, dan jumlah pelanggan pada setiap ULP. Daya terpasang menunjukkan kapasitas daya yang tercatat, produksi listrik menunjukkan jumlah energi listrik yang diproduksi selama periode pengamatan, sedangkan jumlah pelanggan menggambarkan cakupan pelanggan yang tercatat pada masing-masing unit. Ketiga variabel tersebut memiliki satuan dan rentang nilai berbeda, tetapi secara bersama-sama dapat digunakan untuk membentuk gambaran profil ULP. Dalam penelitian ini, produksi listrik tidak disamakan secara langsung dengan konsumsi pelanggan, tingkat utilisasi, maupun efisiensi operasional.

Data setiap ULP belum secara langsung menunjukkan kelompok unit yang mempunyai karakteristik serupa. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan berbasis data untuk mengenali pola kedekatan berdasarkan kombinasi ketiga variabel. Penelitian mengenai pendistribusian listrik menunjukkan bahwa metode *clustering* dapat digunakan untuk mengelompokkan data kelistrikan berdasarkan kemiripan karakteristiknya (Mulyadi dkk., 2024). Penerapan *K-Means* pada data konsumen listrik juga menunjukkan bahwa algoritma tersebut dapat membentuk kelompok tanpa memerlukan label kelas awal (Okereke dkk., 2023). Temuan tersebut menjadi dasar bahwa *clustering* relevan digunakan untuk menganalisis variasi data kelistrikan pada tingkat ULP.

K-Means Clustering dipilih karena bekerja dengan menempatkan data ke dalam *cluster* berdasarkan jarak terdekat terhadap *centroid*. Metode ini sesuai untuk data numerik dan memiliki

tahapan yang relatif sederhana, tetapi hasilnya tetap dipengaruhi oleh skala variabel, pemilihan jumlah *cluster*, dan pola penyebaran data (Alasali & Ortakci, 2024a; Annas & Wahab, 2023a). Oleh sebab itu, ketiga variabel dinormalisasi menggunakan *Min-Max Scaling*, sedangkan jumlah *cluster* ditentukan melalui pertimbangan *Elbow Method* dan *Silhouette Coefficient*.

Melalui penerapan metode *K-Means Clustering*, diharapkan dapat diperoleh segmentasi Unit Pelayanan Pelanggan (ULP) yang lebih akurat berdasarkan daya terpasang dan produksi listrik. Hasil segmentasi ini dapat memberikan gambaran mengenai karakteristik masing-masing wilayah, sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan yang lebih tepat, khususnya dalam perencanaan distribusi energi listrik dan optimalisasi pelayanan.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini mengelompokkan 16 ULP di DKI Jakarta menggunakan data tahun 2022 berdasarkan daya terpasang, produksi listrik, dan jumlah pelanggan. Unit Pelayanan Pelanggan (ULP) pada dasarnya telah dibentuk sebagai unit kerja berdasarkan pembagian wilayah dan struktur administratif PLN. Oleh karena itu, segmentasi dalam penelitian ini tidak dimaksudkan untuk menggantikan atau mengubah pembagian ULP yang telah berlaku. Kebutuhan yang dijawab adalah kebutuhan analitis, yaitu memperoleh pemetaan ULP berdasarkan kemiripan daya terpasang, produksi listrik, dan jumlah pelanggan secara bersamaan. Data awal hanya menyajikan nilai pada setiap ULP dan belum menunjukkan ULP mana yang memiliki profil relatif serupa apabila ketiga variabel tersebut dipertimbangkan secara simultan.

Dalam konteks tersebut, segmentasi diperlukan sebagai alat bantu analisis awal ketika pengelola membutuhkan perbandingan antar-ULP yang memiliki karakteristik sejenis. Hasil pengelompokan dapat menyederhanakan 16 ULP menjadi beberapa profil sehingga proses perbandingan dan penentuan kebutuhan analisis lanjutan dapat dilakukan secara lebih terarah. Namun, karena penelitian ini tidak melakukan validasi kebutuhan secara langsung kepada pihak PLN, segmentasi yang dihasilkan tidak dinyatakan sebagai kebutuhan resmi atau sebagai dasar langsung pengambilan keputusan operasional PLN.

Hasil penelitian diarahkan untuk memberikan gambaran eksploratif mengenai profil kelompok ULP, bukan untuk menilai kinerja teknis atau menetapkan kebijakan operasional secara langsung. Analisis ini dilakukan secara sistematis melalui pengolahan terstruktur. Penelitian ini berjudul **“Analisis Segmentasi Unit Pelayanan Pelanggan Listrik Berdasarkan Daya**

Terpasang, Produksi Listrik, dan Jumlah Pelanggan Menggunakan Metode K-Means Clustering di DKI Jakarta.”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana penerapan metode *K-Means Clustering* dalam melakukan segmentasi Unit Pelayanan Pelanggan (ULP) di DKI Jakarta berdasarkan daya terpasang, produksi listrik, dan jumlah pelanggan?
2. Bagaimana karakteristik dan kualitas *cluster* Unit Pelayanan Pelanggan (ULP) yang terbentuk berdasarkan hasil pemodelan *K-Means Clustering*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditetapkan, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menerapkan metode K-Means Clustering untuk melakukan segmentasi Unit Pelayanan Pelanggan (ULP) di DKI Jakarta berdasarkan daya terpasang, produksi listrik, dan jumlah pelanggan.
2. Menganalisis karakteristik dan kualitas cluster Unit Pelayanan Pelanggan (ULP) yang terbentuk berdasarkan hasil pemodelan K-Means Clustering.

1.4 Manfaat Penelitian

Secara praktis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran awal mengenai perbedaan karakteristik Unit Pelayanan Pelanggan (ULP) di DKI Jakarta berdasarkan daya terpasang, produksi listrik, dan jumlah pelanggan. Hasil segmentasi dapat membantu menyajikan ULP ke dalam kelompok yang memiliki kemiripan profil data, sehingga memudahkan proses perbandingan dan identifikasi kelompok yang memerlukan analisis lebih lanjut. Meskipun demikian, hasil pengelompokan tidak digunakan secara langsung untuk menetapkan prioritas anggaran, kebutuhan personel, risiko gangguan, maupun kebijakan operasional karena penelitian ini belum menggunakan variabel teknis dan manajerial yang mendukung penilaian tersebut.

Bagi PLN, segmentasi yang dihasilkan dapat digunakan sebagai alat bantu analisis awal apabila diperlukan pemetaan dan perbandingan Unit Pelayanan Pelanggan berdasarkan kemiripan

daya terpasang, produksi listrik, dan jumlah pelanggan. Melalui pengelompokan tersebut, ULP dapat dibandingkan dengan unit lain yang memiliki profil data relatif serupa, bukan hanya berdasarkan peringkat pada satu variabel. Hasilnya juga dapat membantu menentukan kelompok ULP yang memerlukan pemeriksaan lebih lanjut. Namun, manfaat tersebut masih bersifat eksploratif dan belum dapat digunakan secara langsung untuk menetapkan prioritas anggaran, kebutuhan personel, penambahan kapasitas, risiko gangguan, maupun kebijakan operasional karena penelitian belum menggunakan variabel teknis dan manajerial serta belum melakukan validasi langsung dengan pihak PLN.

Selanjutnya, secara akademis penelitian ini diharapkan dapat menambah referensi mengenai penerapan metode *K-Means Clustering* sebagai bagian dari *unsupervised learning* pada data kelistrikan tingkat ULP. Penelitian ini juga dapat menjadi acuan bagi penelitian selanjutnya yang ingin mengembangkan analisis segmentasi dengan menggunakan data beberapa periode, menambahkan variabel seperti jenis pelanggan, konsumsi per pelanggan, beban puncak, tingkat gangguan, kondisi jaringan, atau membandingkan hasilnya dengan metode *clustering* lainnya. Dengan demikian, penelitian ini dapat mendukung pengembangan kajian segmentasi data kelistrikan yang lebih lengkap dan memiliki dasar analisis yang lebih kuat.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Untuk menjaga fokus penelitian agar tetap sesuai dengan tujuan dan proses analisis yang dilakukan, ruang lingkup penelitian ditetapkan sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan terhadap 16 Unit Pelayanan Pelanggan (ULP) yang berada di wilayah DKI Jakarta. Baris DKI Jakarta yang terdapat pada dataset tidak digunakan sebagai objek analisis karena merupakan nilai agregat seluruh wilayah dan bukan satu unit pelayanan.
2. Data yang digunakan merupakan data sekunder tahun 2022 yang diperoleh dari dua dataset, yaitu “Jumlah Pelanggan Listrik Menurut Unit Pelayanan Pelanggan di Provinsi DKI Jakarta, 2022” dan “Daya Terpasang, Produksi, dan Distribusi Listrik PT PLN (Persero) pada Cabang/Ranting PLN Menurut Unit Pelayanan Pelanggan di Provinsi DKI Jakarta, 2022”.

3. Variabel yang digunakan dalam proses pengelompokan terdiri atas daya terpasang dalam satuan kVA, produksi listrik dalam satuan kWh, dan jumlah pelanggan pada setiap ULP. Adapun variabel listrik terjual dan listrik yang dipakai sendiri tidak digunakan karena berada di luar fokus penelitian.
4. Proses analisis dilakukan dengan menggabungkan kedua dataset berdasarkan nama ULP, memeriksa kelengkapan dan konsistensi data, serta melakukan normalisasi menggunakan metode Min-Max Scaling agar ketiga variabel memiliki rentang nilai yang sebanding.
5. Pengelompokan data dilakukan menggunakan algoritma K-Means Clustering dengan bantuan bahasa pemrograman Python melalui Google Colab. Penentuan jumlah cluster dilakukan dengan mempertimbangkan hasil Elbow Method dan Silhouette Coefficient, kemudian model akhir dibentuk menggunakan tiga cluster.
6. Hasil penelitian dibatasi pada segmentasi karakteristik ULP berdasarkan daya terpasang, produksi listrik, dan jumlah pelanggan pada tahun 2022. Hasil pengelompokan digunakan sebagai informasi eksploratif dan tidak digunakan secara langsung untuk menilai kinerja teknis, tingkat efisiensi, risiko gangguan, maupun menetapkan kebijakan operasional pada masing-masing ULP.

1.6 Kebaruan

Penelitian sebelumnya oleh (Okereke dkk., 2023) menerapkan metode *K-Means Clustering* untuk mengelompokkan konsumen listrik rumah tangga berdasarkan pola konsumsi yang diperoleh dari fitur temporal data *smart meter*. Sementara itu, (Mulyadi dkk., 2024) menerapkan algoritma *Mini Batch K-Means* untuk mengelompokkan data pendistribusian listrik pada tingkat provinsi dengan menggunakan data berdasarkan kelompok pengguna listrik. Kedua penelitian tersebut menunjukkan bahwa metode *clustering* dapat digunakan untuk menemukan kelompok data kelistrikan, tetapi objek, tingkat analisis, variabel, dan cakupan datanya berbeda dengan penelitian ini.

Kebaruan penelitian ini terletak pada penerapan *K-Means Clustering* untuk melakukan segmentasi pada tingkat Unit Pelayanan Pelanggan di DKI Jakarta melalui penggabungan dua dataset tahun 2022. Pengelompokan dilakukan terhadap 16 ULP berdasarkan tiga variabel, yaitu daya terpasang, produksi listrik, dan jumlah pelanggan. Kombinasi ketiga variabel tersebut

digunakan untuk membentuk profil ULP berdasarkan kapasitas daya yang tercatat, produksi listrik, serta cakupan jumlah pelanggan pada setiap unit pelayanan.

Selain itu, penelitian ini menerapkan *Min-Max Scaling* untuk menyamakan rentang ketiga variabel serta menggunakan *Elbow Method* dan *Silhouette Coefficient* secara bersama-sama dalam mempertimbangkan jumlah *cluster*. Hasil pengelompokan kemudian disajikan melalui nilai *centroid*, anggota kelompok, karakteristik setiap *cluster*, dan kualitas keanggotaan data. Dengan demikian, kebaruan penelitian tidak terletak pada penciptaan algoritma baru, melainkan pada kombinasi objek penelitian, penggabungan sumber data, pemilihan tiga variabel, dan penerapan proses evaluasi pada tingkat ULP di DKI Jakarta.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan penelitian ini adalah berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta ruang lingkup dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini mengulas penelitian-penelitian terdahulu yang relevan dengan topik penelitian, serta teori-teori dasar yang mendukung dan menjadi landasan dalam penyusunan skripsi.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode penelitian yang digunakan, meliputi lokasi dan waktu penelitian, desain penelitian, teknik pengumpulan data, teknik analisis data, serta tahapan proses analisis yang ditempuh untuk menjawab rumusan masalah.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil pengolahan data sesuai metode yang telah ditentukan. Hasil penelitian dipaparkan untuk menjawab rumusan masalah, kemudian dilanjutkan dengan pembahasan yang menjelaskan temuan secara rinci dan mendalam.

BAB V PENUTUP

Bab terakhir berisi kesimpulan penelitian yang merangkum jawaban atas rumusan masalah, serta saran-saran yang dapat dijadikan masukan bagi pihak terkait maupun penelitian selanjutnya.