

Cluster Pelanggan Listrik PLN UP3 Binjai Dengan Metode K-Means

Sherly Rohana¹, Relita Buaton², Kristina Annatasia³

¹²³Sistem Informasi, STMIK Kaputama Binjai

sherlyrohana04@gmail.com, bbcbuaton@gmail.com, kannatasia88@gmail.com *(tanda koresponding author)

Corresponding Author: Sherly Rohana

ABSTRACT

PLN UP3 Binjai faces challenges in understanding customer characteristics in each rayon so the service strategy is not fully effective. This study aims to group electricity user areas based on customer type and installed power so that PLN can develop a more targeted and efficient service strategy. The method used in this study is clustering with the K-Means algorithm, with customer data for 2024 from 9 rayons analyzed using the MATLAB R2014b application. Grouping is done with 3, 4 and 5 clusters. The results of grouping 3 clusters produce a variance value of 1.0890, in grouping 4 clusters it produces a variance value of 0.8047 and in grouping 5 clusters it produces a variance value of 0.6093. The results of the Grouping that has been carried out show that 5 clusters provide the most optimal results with the smallest variance value of 0.6093 which shows that the distribution of data between clusters is more homogeneous and representative. Each cluster shows a different combination pattern of rayon, installed power and customer type, which can be used as a basis for developing a more effective service strategy.

Keywords: Electricity Customers, Electricity Power, K-Means Clustering.

ABSTRAK

PLN UP3 Binjai menghadapi tantangan dalam memahami karakteristik pelanggan di setiap rayon, sehingga strategi pelayanan belum sepenuhnya efektif. Penelitian ini bertujuan untuk mengelompokkan daerah pengguna listrik berdasarkan jenis pelanggan dan daya terpasang agar PLN dapat menyusun strategi layanan yang lebih tepat sasaran dan efisien. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah clustering dengan algoritma K-Means, dengan data pelanggan tahun 2024 dari 9 rayon yang dianalisis menggunakan aplikasi MATLAB R2014b. Pengelompokan dilakukan dengan 3, 4 dan 5 cluster. Hasil pengelompokan 3 cluster menghasilkan nilai variance sebesar 1,0890, pada pengelompokan 4 cluster menghasilkan nilai variance 0,8047 dan pada pengelompokan 5 cluster menghasilkan nilai variance 0,6093. Dari hasil Pengelompokan yang telah dilakukan menunjukkan bahwa dengan 5 cluster memberikan hasil paling optimal dengan nilai variance terkecil yaitu 0,6093 yang menunjukkan sebaran data antar cluster lebih homogen dan representatif. Masing-masing cluster memperlihatkan pola kombinasi rayon, daya terpasang dan jenis pelanggan yang berbeda, yang dapat digunakan sebagai dasar penyusunan strategi pelayanan yang lebih efektif.

Kata Kunci: Pelanggan Listrik, Daya Listrik, K-Means Clustering



1. PENDAHULUAN

PT. PLN (Persero) merupakan perusahaan milik negara yang menyediakan dan mendistribusikan listrik di Indonesia. Permintaan listrik di Indonesia terus mengalami peningkatan dengan bertambahnya jumlah penduduk. Sebagai penyedia utama listrik di Indonesia PLN menyediakan berbagai jenis pelayanan seperti jenis pelanggan prabayar dan pascabayar. Tidak hanya itu PLN juga menyediakan berbagai macam jenis daya terpasang sesuai kebutuhan pelanggan. Untuk itu PLN bertanggung jawab dalam memberikan pelayanan yang berkualitas dan efisien bagi seluruh pelanggan [1].

PT PLN (Persero) UP3 Binjai merupakan unit pelaksana pelayanan pelanggan yang mendistribusikan listrik di wilayah Binjai dan beberapa wilayah di kabupaten Langkat Deli Serdang. PLN UP3 Binjai bertanggung jawab dalam pengelolaan serta penyediaan pelayanan listrik yang efisien kepada pelanggan di area tersebut. Dengan memegang 9 rayon di wilayah Binjai dan beberapa wilayah di kabupaten Langkat Deli Serdang, PLN UP3 Binjai mengalami kesulitan dalam memahami karakteristik pelanggan di berbagai daerah. Perbedaan karakteristik ini mempengaruhi PLN dalam memberikan pelayanan yang tidak efektif kepada pelanggan, yang dapat menyebabkan strategi pelayanan tidak tepat sasaran sehingga akan menimbulkan ketidakpuasan pelanggan.

Masalah ini disebabkan karena kurangnya analisis yang mendalam terhadap data pelanggan yang besar, data sering kali hanya dimanfaatkan untuk laporan rutin tanpa diolah menjadi informasi yang dapat mendukung perencanaan strategi. Selain itu, bertambahnya jumlah pelanggan, membuat PLN kesulitan dalam mengelompokkan daerah berdasarkan kebutuhan spesifik. Tanpa pengelompokan yang terstruktur potensi peningkatan kualitas pelayanan dan efisiensi alokasi sumber daya tidak dapat dimanfaatkan secara optimal. Dengan menggunakan metode clustering, PLN dapat mengelompokkan pelanggan berdasarkan karakteristik penggunaan mereka, sehingga dapat memberikan pelayanan yang sesuai dengan kebutuhan mereka.

Penelitian terdahulu dengan menggunakan metode K-Means Clustering telah berhasil dalam menganalisis dan mengelompokkan pelanggan listrik berdasarkan daya, tarif dan jenis pelanggan menjadi 3 cluster yang menunjukkan tingkat pengguna banyak, sedang dan sedikit. Dengan ini memberikan informasi tentang pelanggan di wilayah PLN Helvetia sebagian besar adalah pelanggan rumah tangga dengan daya 1300 VA. Informasi ini dapat digunakan sebagai dasar untuk mendukung perencanaan strategi layanan pelanggan[2]. Selain itu, implementasi *K-Means* untuk mengelompokkan tunggakan listrik di Kecamatan Air Batu berdasarkan jumlah penduduk yang menunggak telah berhasil diterapkan sehingga memudahkan perusahaan dalam memilih lokasi untuk sosialisasi pentingnya membayar rekening listrik tepat waktu[3]. penerapan algoritma *K-Means Clustering* dengan mengelompokkan data keluhan pelanggan untuk meningkatkan pelayanan telah menemukan hasil keluhan tertinggi. Sehingga perusahaan akan memprioritaskan keluhan tertinggi untuk lebih ditingkatkan lagi pelayanannya[4].

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jenis Pelanggan Listrik

Dalam sistem pelayanan listrik yang diterapkan oleh PLN, pelanggan dikelompokkan berdasarkan metode penggunaan dan pembayarannya. Secara umum, jenis pelanggan PLN



dibedakan menjadi 2 (dua) kategori utama, yaitu pelanggan Prabayar dan pelanggan Pascabayar. Masing-masing jenis pelanggan ini memiliki mekanisme penggunaan dan sistem pembayaran yang berbeda, sesuai dengan kebutuhan dan preferensi pengguna. Adapun penjelasan dari masing-masing jenis pelanggan adalah sebagai berikut:

1. Pelanggan Prabayar

Pelanggan Prabayar adalah pelanggan yang harus membeli token atau pulsa listrik terlebih dahulu sebelum menggunakan listrik. Hal ini membantu pelanggan dalam mengontrol penggunaan listrik dan dapat mengurangi risiko tunggakan. Namun, ada juga kekurangan dari sistem prabayar ini yaitu seperti risiko pemadaman listrik jika token atau pulsa habis [5].

2. Pelanggan Pascabayar

Pelanggan pascabayar adalah pelanggan yang membayar listrik setelah periode penggunaan, biasanya pembayaran dilakukan setiap bulan. Sistem ini memberikan keleluasaan dalam penggunaan listrik setiap harinya tanpa batas. Tetapi hal ini justru dapat menyebabkan tagihan yang besar jika penggunaan tidak terkontrol. Pelanggan pascabayar sering kali menghadapi masalah tunggakan pembayaran dan denda keterlambatan yang dapat menjadi beban finansial [6].

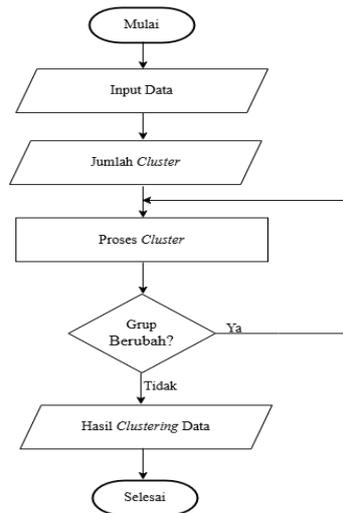
2.2 Daya Listrik

Daya listrik merupakan salah satu komponen penting dalam sistem tenaga listrik. Dalam sistem tenaga listrik, daya menunjukkan seberapa besar energi listrik yang digunakan untuk menjalankan peralatan atau melakukan suatu pekerjaan dalam satuan waktu tertentu. Daya memiliki satuan watt (W), yang merupakan perkalian dari tegangan (volt) dan arus (ampere). Untuk pelanggan rumah tangga, satuan daya yang digunakan adalah Volt-Ampere (VA), yang mencerminkan kapasitas maksimum listrik yang dapat digunakan oleh pelanggan. Semakin besar nilai VA, maka semakin besar pula jumlah peralatan listrik yang dapat digunakan secara bersamaan. PLN mengelompokkan pelanggan berdasarkan daya terpasang, atau kapasitas daya yang mereka pasang di rumah atau gedung. Ada beberapa macam tingkatan daya listrik yaitu 450 VA, 900 VA, 1.300 VA, 2.200 VA, 3.500 VA, dan >6.600 VA [7]. Pada penelitian ini daya terpasang yang digunakan dibatasi hanya menggunakan daya 900 VA dan 1.300 VA.

2.3 K-means Clustering

K-means Clustering merupakan metode analisis data yang bertujuan mengelompokkan objek-objek ke dalam beberapa kelompok atau *Cluster* berdasarkan kesamaan karakteristik yang dimiliki. Dalam proses ini, objek-objek dalam satu *cluster* memiliki tingkat kemiripan yang lebih tinggi dibandingkan dengan objek-objek di *Cluster* lain [8]. Tujuan dari proses pengelompokan data ini adalah untuk meminimalkan nilai fungsi objektif yang telah ditetapkan, dengan cara mengurangi variasi di dalam kelompok (intra-cluster) dan meningkatkan variasi antar kelompok (inter-cluster), sehingga menghasilkan pemisahan data yang optimal [9]. Pengelompokan ini dilakukan dengan melihat kemiripan atau kedekatan antar objek menggunakan rumus jarak *Euclidean*. Jarak *Euclidean* merupakan metode tanpa parameter yang memiliki waktu komputasi cepat dan cocok digunakan dalam berbagai proses optimasi data mining, termasuk pengindeksan [10]. Berikut ini adalah Alur K-Means Clustering:





Gambar 1. Alur *K-Means Clustering*

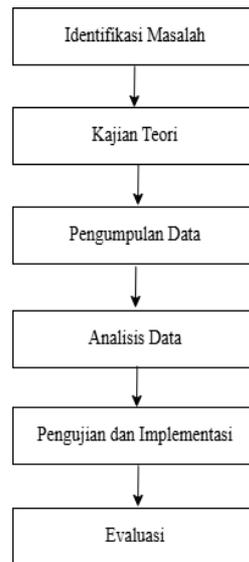
Keterangan alur *K-Means Clustering* :

- 1) Mulai.
- 2) Inputkan data yang akan dianalisis.
- 3) Menentukan jumlah *Cluster* yang akan digunakan.
- 4) Proses perhitungan nilai jarak *Euclidean Distance* pada data menggunakan persamaan $D_{ij} = \sqrt{(X1i - X1j)^2 + (X2i - X2j)^2 + (X3i - X3j)^2}$ (1)
- 5) Kemudian cek hasil nilai grup, apakah ada perubahan atau tidak, jika terjadi perubahan pada iterasi I dan II maka proses iterasi dilanjutkan hingga data hasil iterasi yang didapatkan sama dan apabila tidak terjadi perubahan grup pada iterasi I dan II maka proses iterasi selesai.
- 6) Setelah proses selesai, maka akan Mendapatkan hasil *Clustering* data.
- 7) Selesai.

3. Metode Penelitian

Metodologi penelitian merupakan langkah-langkah sistematis untuk mendapatkan data yang digunakan untuk melakukan penelitian [11]. Ada beberapa tahapan metodologi penelitian yang dilakukan untuk penelitian skripsi ini. Tahapan tersebut adalah sebagai berikut :





Gambar 2. Struktur Metodologi Penelitian

Berdasarkan struktur metodologi diatas, maka penulis membuat penjelasan sebagai berikut:

- 1) Identifikasi Masalah
Tahapan ini merupakan tahap awal yang dilakukan untuk mengidentifikasi masalah yang sedang dihadapi oleh PLN UP3 Binjai sebagai objek dari penelitian ini.
- 2) Kajian Teori
Tahapan ini merupakan tahapan mengumpulkan teori-teori yang berkaitan dengan permasalahan yang sedang dihadapi. Pada tahapan ini, teori dikumpulkan dari berbagai sumber seperti buku, jurnal, artikel dan referensi lainnya.
- 3) Pengumpulan Data
Tahapan ini merupakan tahapan mengumpulkan data penelitian, yaitu data pengguna listrik berdasarkan variabel yang diperlukan dalam pembuatan skripsi ini, yang mana lokasi penelitian ini dilakukan di PLN UP3 Binjai.
- 4) Analisis Data
Tahapan ini merupakan tahapan mengolah dan menganalisis data yang telah diperoleh dari pengumpulan data sebelumnya, sehingga data yang telah dianalisis dapat dikelompokkan ke variabel yang telah ditentukan pada penelitian ini.
- 5) Pengujian dan implementasi
Tahapan ini merupakan tahapan yang melakukan pengujian validasi dan implementasi data yang telah dianalisis sebelumnya.
- 6) Evaluasi
Tahapan ini merupakan tahapan terakhir yang dilakukan untuk mengambil kesimpulan. Dengan adanya kesimpulan maka akan diketahui hasil dari keseluruhan dan diharapkan dengan saran akan ada perbaikan-perbaikan dan manfaat bagi yang lain.

4. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah *MATLAB (Matrix Laboratory)* yang merupakan sebuah tools atau perangkat lunak yang digunakan untuk pemrograman, analisis, serta perhitungan teknis dan matematis berbasis matriks. Program ini memiliki berbagai fitur, seperti grafik visual, simulasi, dan pemrograman algoritma [12]. Adapun *Matlab* yang digunakan adalah *Matlab* versi *R2014b*.





Gambar 3. Logo Aplikasi *MATLAB*

5. Hasil Dan Pembahasan

5.1 Data Input

Data input pada sistem berupa data yang didapatkan dari hasil penelitian di PLN UP3 Binjai. Data input ditransformasikan berdasarkan nilai transformasi dari masing-masing variabel yang digunakan. Berikut ini merupakan penjelasan data yang dapat diinputkan dan variabel serta nilai transformasi yang digunakan, yaitu:

- 1) Data Input
 - Jumlah data : 1120 data
 - Variabel : X : Daerah (Rayon)
: Y : Daya Terpasang
: Z : Jenis Pelanggan
- 2) *Cluster* Pengelompokkan : 3 *cluster*, 4 *cluster*, 5 *cluster*
- 3) Nilai Transformasi

Tabel 1. Nilai Transformasi Data

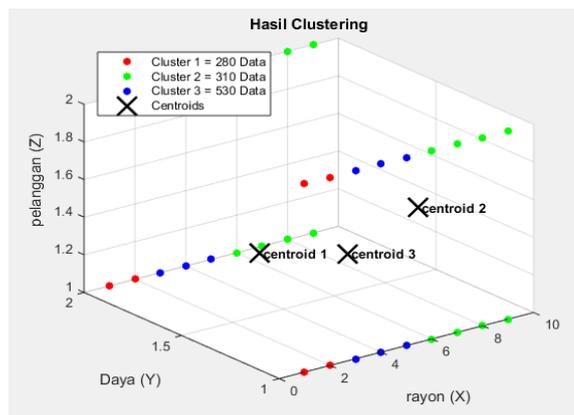
Variabel	Transformasi	Nilai Transformasi
Daerah (Rayon)	Binjai Kota	1
	Binjai Barat	2
	Binjai Timur	3
	Stabat	4
	Tanjung Pura	5
	Gebang	6
	Pangkalan Brandan	7
	Pangkalan Susu	8
	Kuala	9
Daya Terpasang	900 VA	1
	1300 VA	2
Jenis Pelanggan	Prabayar	1
	Pascabayar	2

5.2 Hasil Clustering Menggunakan Matlab

Untuk melakukan pengelompokkan berdasarkan jarak kedekatan variabel, digunakan rumus jarak *Euclidean*. Pengelompokkan dilakukan dengan 3 *Cluster*, 4 *Cluster* dan 5 *Cluster*.

1) Pengelompokkan 3 *Cluster*



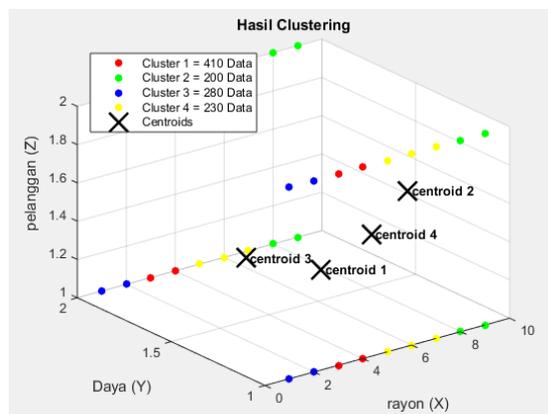


Gambar 4. Pengelompokan 3 Cluster

Berdasarkan gambar diatas, dapat diketahui bahwa:

- Pada *cluster* 1 dengan jumlah 280 data, dapat dikelompokkan berdasarkan daerah/rayon di “Binjai Kota” menggunakan daya terpasang “900 VA” dengan jenis pelanggan “Prabayar”.
- Pada *cluster* 2 dengan jumlah 310 data, dapat dikelompokkan berdasarkan daerah/rayon di “Pangkalan Susu” menggunakan daya terpasang “900 VA” dengan jenis pelanggan “Prabayar”.
- Pada *cluster* 3 dengan jumlah 530 data, dapat dikelompokkan berdasarkan daerah/rayon di “Stabat” menggunakan daya terpasang “900 VA” dengan jenis pelanggan “Prabayar”.

2) Pengelompokan 4 Cluster



Gambar 5. Pengelompokan 4 Cluster

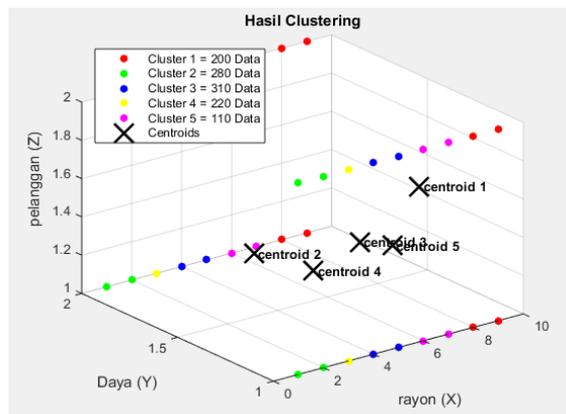
Berdasarkan gambar diatas, dapat diketahui bahwa:

- Pada *cluster* 1 dengan jumlah 410 data, dapat dikelompokkan berdasarkan daerah/rayon di “Binjai Timur” menggunakan daya terpasang “900 VA” dengan jenis pelanggan “Prabayar”.
- Pada *cluster* 2 dengan jumlah 200 data, dapat dikelompokkan berdasarkan daerah/rayon di “Kuala” menggunakan daya terpasang “900 VA” dengan jenis pelanggan “Pascabayar”.



- c. Pada *cluster* 3 dengan jumlah 280 data, dapat dikelompokkan berdasarkan daerah/rayon di “Binjai Kota” menggunakan daya terpasang “900 VA” dengan jenis pelanggan “Prabayar”.
- d. Pada *cluster* 4 dengan jumlah 230 data, dapat dikelompokkan berdasarkan daerah/rayon di “Gebang” menggunakan daya terpasang “900 VA” dengan jenis pelanggan “Pascabayar”.

3) Pengelompokkan 5 Cluster



Gambar 6. Pengelompokkan 5 Cluster

Berdasarkan gambar diatas, dapat diketahui bahwa:

- a. Pada *cluster* 1 dengan jumlah 200 data, dapat dikelompokkan berdasarkan daerah/rayon di “Kuala” menggunakan daya terpasang “900 VA” dengan jenis pelanggan “Pascabayar”.
- b. Pada *cluster* 2 dengan jumlah 280 data, dapat dikelompokkan berdasarkan daerah/rayon di “Binjai Kota” menggunakan daya terpasang “900 VA” dengan jenis pelanggan “Prabayar”.
- c. Pada *cluster* 3 dengan jumlah 310 data, dapat dikelompokkan berdasarkan daerah/rayon di “Stabat” menggunakan daya terpasang “900 VA” dengan jenis pelanggan “Pascabayar”.
- d. Pada *cluster* 4 dengan jumlah 220 data, dapat dikelompokkan berdasarkan daerah/rayon di “Binjai Timur” menggunakan daya terpasang “900 VA” dengan jenis pelanggan “Prabayar”.
- e. Pada *cluster* 5 dengan jumlah 110 data, dapat dikelompokkan berdasarkan daerah/rayon di “Pangkalan Brandan” menggunakan daya terpasang “900 VA” dengan jenis pelanggan “Prabayar”.

5.3 Hasil Pengujian

Setelah data dikelompokkan ke dalam sebuah *cluster*, maka peneliti akan melakukan pengujian hasil *cluster*. Pengujian hasil *cluster* dilakukan untuk memastikan bahwa *cluster* tersebut memiliki kualitas yang baik dan representatif terhadap data yang ada. Dalam pengujian hasil *cluster* menggunakan *cluster analysis*, yaitu mengukur *variance* atau penyebaran titik data dalam setiap *cluster* yang dimana perhitungannya terdapat $V_{minimum}$, $V_{maksimum}$ dan *cluster variance*. Menghitung *variance* untuk setiap *cluster* menggunakan rumus sebagai berikut:



$$Variance_k = \frac{1}{nk} \sum_{i=1}^{nk} (X_i - C_k)^2$$

Dimana:

n_k : Jumlah titik data dalam *cluster*

x_i : Titik data ke-i dalam *cluster*

c_k : Centroid dari *cluster*

1) $V_{minimum}$ (Minimum Variance)

$V_{minimum}$ atau Minimum Variance adalah varians minimum dari semua *cluster* dalam suatu set data. Varians untuk setiap *cluster* dihitung terlebih dahulu, kemudian nilai varians minimum dari semua cluster diambil.

Rumus: $V_{minimum} = \min(Variance_1, Variance_2, \dots, Variance_k)$

2) $V_{maksimum}$ (Maximum Variance)

$V_{maksimum}$ atau Maximum Variance adalah varians maksimum dari semua *cluster* dalam suatu set data. Varians untuk setiap *cluster* dihitung terlebih dahulu, kemudian nilai varians minimum dari semua cluster diambil.

Rumus: $V_{maksimum} = \max(Variance_1, Variance_2, \dots, Variance_k)$

3) Cluster Variance

Cluster Variance adalah rata-rata dari semua varians *cluster* dalam suatu set data. Ini memberikan gambaran umum tentang seberapa besar penyebaran titik data dalam *cluster*.

Rumus cluster variance :

$$ClusterVariance = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k Variance_k$$

4) Hasil Pengujian 3 Cluster, 4 Cluster dan 5 Cluster

Tabel 2. Hasil Pengujian 3 Cluster, 4 Cluster dan 5 Cluster

Cluster	Centroid	Variance	V_{min}	V_{maks}	Cluster Variance
3	1,4286;	0,7002	0,4998	1,0998	1,0890
	1,2893; 1,4821				
	7,9032;	1,5868	0,3455	4,3517	
	1,3194; 1,4839				
3,8113;	0,9800	0,2718	2,4284		
1,1472; 1,4632					
4	3,4634;	0,6197	0,4095	1,3511	0,8047
	1,1512; 1,4146				
	8,6000;	0,7179	0,4921	1,0721	
	1,3600; 1,5500				
1,4286;	0,7002	0,4998	1,0998		
1,2893; 1,4821					



	5,7826; 1,1870; 1,5000	1,1808	0,3322	2,3930	
	8,6000; 1,3600; 1,5500	0,7179	0,4921	1,0721	
	1,4286; 1,2893; 1,4821	0,7002	0,4998	1,0998	
5	4,3871; 1,1226; 1,5161	0,5945	0,3990	1,4118	0,6093
	3,0000; 1,1818; 1,3864	0,3858	0,1824	1,0460	
	6,6364; 1,2455; 1,3636	0,6480	0,3247	1,3793	

Berdasarkan tabel di atas, dapat dilihat bahwa:

1. Pengujian 3 Cluster

- Cluster 1 memiliki nilai *variance* rata-rata terendah yaitu 0,7002 yang menandakan bahwa data dalam cluster ini relatif lebih homogen dibandingkan dengan cluster lainnya. V_{min} sebesar 0,4998 dan V_{maks} 1,0998 menunjukkan bahwa penyebaran data dalam cluster ini lebih sempit.
- Cluster 2 memiliki nilai *variance* rata-rata tertinggi yaitu 1,5868 yang menunjukkan bahwa data dalam cluster ini memiliki variasi yang lebih besar dibandingkan dengan cluster lainnya. V_{min} sebesar 0,3455 dan V_{maks} 4,3517 juga menunjukkan rentang penyebaran data yang luas, yang menandakan adanya heterogenitas yang tinggi dalam cluster ini.
- Cluster 3 memiliki nilai *variance* rata-rata 0,9800 yang menunjukkan bahwa lebih rendah dibandingkan Cluster 2, tetapi lebih tinggi dibandingkan Cluster 1. V_{min} sebesar 0,2718 dan V_{maks} 2,4284 menunjukkan bahwa meskipun cluster ini memiliki beberapa titik data yang cukup bervariasi, sebagian besar data berada dalam rentang penyebaran yang sedang dan cenderung stabil.

Pada pengujian hasil 3 *cluster*, memiliki nilai *cluster variance* yaitu 1,0890 yang menunjukkan tingkat penyebaran data antar *cluster* cukup tinggi .

2. Pengujian 4 Cluster

- Cluster 1 memiliki nilai *variance* terendah yaitu 0,6197, menandakan bahwa data dalam cluster ini tersebar dekat dengan centroid dan cukup seragam. V_{min} 0,4095 dan V_{maks} 1,3511 yang menunjukkan bahwa penyebaran data dalam cluster ini cukup sempit.
- Cluster 2 memiliki nilai *variance* 0,7179 sedikit lebih tinggi dari Cluster 1. Meskipun demikian, nilai ini masih menunjukkan bahwa data dalam cluster relatif homogen. Nilai V_{min} sebesar 0,4921 dan V_{maks} 1,0721 menunjukkan bahwa variasi antar data dalam cluster ini relatif kecil, sehingga kualitas pengelompokan tetap baik.
- Cluster 3 memiliki nilai *variance* 0,7002 yang menunjukkan bahwa karakteristik sebaran datanya tetap homogen dan stabil. Nilai V_{min} sebesar 0,4998 dan V_{maks} 1,0998 menunjukkan bahwa sebaran data dalam cluster ini tidak terlalu jauh dari pusat cluster, sehingga mendukung terbentuknya pengelompokan yang baik dan konsisten.
- Cluster 4 menunjukkan nilai *variance* tertinggi sebesar 1,1808 yang menunjukkan bahwa data dalam cluster ini cukup bervariasi dan tersebar luas. Nilai V_{min} sebesar



0,3322 dan V_{maks} sebesar 2,3930 yang menunjukkan adanya data yang jauh dari centroid.

Pada pengujian hasil 4 *cluster*, memiliki nilai *cluster variance* adalah 0,8047, lebih baik dibandingkan dengan pengujian 3 cluster. Ini menunjukkan peningkatan homogenitas antar cluster.

3. Pengujian 5 Cluster

- a. Cluster 1 memiliki nilai *variance* 0,7179 tergolong rendah dan menunjukkan bahwa data cukup kompak dan tidak menyebar terlalu jauh dari centroid. Nilai V_{min} sebesar 0,4921 dan V_{maks} 1,0721 menunjukkan bahwa rentang sebaran data berada dalam kisaran yang relatif stabil sehingga mendukung terbentuknya cluster yang seragam.
- b. Cluster 2 memiliki nilai *variance* sebesar 0,7002 menunjukkan bahwa struktur cluster ini konsisten dan penyebaran data yang merata. Nilai V_{min} 0,4998 dan V_{maks} 1,0998 menunjukkan bahwa data dalam cluster ini tidak terlalu menyebar luas dan tetap berada dalam rentang distribusi yang baik di sekitar centroid.
- c. Cluster 3 memiliki nilai *variance* 0,5945 yang tergolong rendah dan menunjukkan bahwa data dalam cluster ini cukup homogen. Nilai V_{min} sebesar 0,3990 dan V_{maks} 1,4118 menunjukkan bahwa sebagian besar data berada dekat dengan centroid, meskipun terdapat beberapa data dengan sebaran yang sedikit lebih lebar. Secara keseluruhan, cluster ini tetap mencerminkan pengelompokan yang baik dan stabil, meskipun bukan yang paling optimal.
- d. Cluster 4 memiliki nilai *variance* terendah yaitu 0,3858. Ini menunjukkan bahwa data dalam cluster ini sangat rapat dan seragam. Nilai V_{min} sebesar 0,1824 dan V_{maks} 1,0460 menunjukkan bahwa hampir semua data terkonsentrasi di sekitar centroid tanpa adanya penyimpangan besar.
- e. Cluster 5 memiliki nilai *variance* sebesar 0,6480 menunjukkan sedikit lebih tinggi dari Cluster 4 dan 3, namun masih tergolong rendah. Nilai V_{min} 0,3247 dan V_{maks} 1,3793 menunjukkan bahwa penyebaran data tetap terkendali dan tidak terlalu jauh dari centroid, sehingga cluster ini tetap menunjukkan kualitas pengelompokan yang baik.

Pada pengujian hasil 5 *cluster*, memiliki nilai *cluster variance* adalah **0,6093** yang merupakan nilai terendah dibandingkan pengujian 3 dan 4 cluster. Hal ini menunjukkan bahwa pengujian 5 cluster adalah yang paling optimal, dengan distribusi data antar cluster paling homogen dan penyimpangan data paling minimal.

6. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan untuk mengelompokkan daerah pengguna listrik berdasarkan jenis pelanggan dan daya terpasang dengan menggunakan algoritma K-Means Clustering pada studi kasus PLN UP3 Binjai, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengelompokan daerah pengguna listrik di PT PLN (Persero) UP3 Binjai berdasarkan jenis pelanggan dan daya terpasang telah berhasil dilakukan menggunakan algoritma K-Means Clustering. Data pelanggan tahun 2024 dari 9 rayon dianalisis dengan variabel daya terpasang (900 VA, 1300 VA) dan jenis pelanggan (prabayar dan pascabayar). Pengelompokan dilakukan dengan 3 cluster, 4 cluster dan 5 cluster menggunakan aplikasi MATLAB R2014b.
2. Pengelompokan data dengan 3 cluster menghasilkan cluster 1: 280 data pelanggan di rayon Binjai Kota menggunakan daya terpasang 900 VA dengan jenis pelanggan



- Prabayar. Cluster 2: 310 data pelanggan di rayon Pangkalan Susu menggunakan daya terpasang 900 VA dengan jenis pelanggan Prabayar. Cluster 3: 530 data pelanggan di rayon Stabat menggunakan daya terpasang 900 VA dengan jenis pelanggan Prabayar.
3. Pengelompokkan data dengan 4 cluster menghasilkan cluster 1: 410 data pelanggan di rayon Binjai Timur menggunakan daya terpasang 900 VA dengan jenis pelanggan Prabayar. Cluster 2: 200 data pelanggan di rayon Kuala menggunakan daya terpasang 900 VA dengan jenis pelanggan Pascabayar. Cluster 3: 280 data pelanggan di rayon Binjai Kota menggunakan daya terpasang 900 VA dengan jenis pelanggan Prabayar. Cluster 4: 230 data pelanggan di rayon Gebang menggunakan daya terpasang 900 VA dengan jenis pelanggan Pascabayar.
 4. Pengelompokkan data dengan 5 cluster menghasilkan cluster 1: 200 data pelanggan di rayon Kuala menggunakan daya terpasang 900 VA dengan jenis pelanggan Pascabayar. Cluster 2: 280 data pelanggan di rayon Binjai Kota menggunakan daya terpasang 900 VA dengan jenis pelanggan Prabayar. Cluster 3: 310 data pelanggan di rayon Stabat menggunakan daya terpasang 900 VA dengan jenis pelanggan Pascabayar. Cluster 4: 220 data pelanggan di rayon Binjai Timur menggunakan daya terpasang 900 VA dengan jenis pelanggan Prabayar. Cluster 5: 110 data pelanggan di rayon Pangkalan Brandan menggunakan daya terpasang 900 VA dengan jenis pelanggan Prabayar.
 5. Berdasarkan hasil tersebut, dapat dianalisa bahwa pelanggan PLN UP3 Binjai cenderung menggunakan daya terpasang 900 VA dengan jenis pelanggan prabayar, terutama di rayon Binjai Kota, Binjai Timur dan Pangkalan Brandan. Sementara itu, pelanggan pascabayar lebih banyak ditemukan di rayon Kuala dan Stabat. Hal ini dapat menjadi acuan bagi PLN UP3 Binjai dalam menyusun strategi pelayanan sesuai dengan karakteristik pelanggan tiap rayon.
 6. Berdasarkan pengujian hasil yang dilakukan dengan 3, 4 dan 5 Cluster dapat disimpulkan bahwa pengelompokkan dengan 5 cluster adalah yang paling optimal karena memiliki nilai cluster variance terendah yaitu 0,6093 yang berarti menunjukkan pengelompokkan paling kompak secara keseluruhan dibandingkan pengujian 3 dan 4 cluster.

REFERENSI

- [1] T. L. Kaunang, J. J. Tinangon, and V. Z. Tirayoh, "Analysis of Management Control System Implementation To Improve Company Performance At PT. State Electricity Company (Persero) South Manado Customer Service Unit," *J. EMBA*, vol. 9, no. 1, pp. 1146–1154, 2021.
- [2] I. Fajar Batubara and F. Zibrani Lubis, "Clustering Data Pelanggan Pln Helvetia Menggunakan Metode K-Means Cluster," *J. Multidisiplin Saintek*, vol. 2, no. 1, pp. 71–80, 2023, [Online]. Available: <https://ejournal.warunayama.org/koehesi>
- [3] N. Rahmadani and E. Kurniawan, "Implementasi Metode K-Means Clustering Tunggal Rekening Listrik pada PT. PLN (Persero) Gardu Induk Kisaran," *J-SISKO TECH (Jurnal Teknol. Sist. Inf. dan Sist. Komput. TGD)*, vol. 3, no. 1, p. 103, 2020, doi: 10.53513/jsk.v3i1.201.
- [4] S. Dwi Darmawan, D. R. Agushinta, P. Pascasarjana Magister Sistem Informasi, S. Informasi, and F. Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, "Penerapan Algoritma K-Means Clustering Studi Kasus: Data Keluhan Pelanggan PT. PLN (Persero)," *J. Inf. Syst. Applied, Manag. Account. Res.*, vol. 6, no. 2, pp. 327–340, 2022, doi: 10.52362/jisamar.v6i2.761.
- [5] Liza Mutia and Arnida Wahyuni Lubis, "Analisis Sistem Informasi Akuntansi Pendapatan Penerimaan Kas Listrik Prabayar Pada PT Ajamu Faadhilah Agung," *J. Ris. Akunt.*, vol. 1, no. 4, pp. 88–98, 2023, doi: 10.54066/jura-itb.v1i4.842.
- [6] W. Silalahi, D. Purba, J. Jamaluddin, and M. Silalahi, "Analisis Sistem Informasi Akuntansi Pendapatan Listrik Pascabayar Pada Perusahaan Listrik Negara (Persero) Area Rantapratap," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 10, no. 2, 2022, doi: 10.23960/jitet.v10i2.2439.
- [7] P. Harahap and M. Adam, "Efisiensi Daya Listrik Pada Dispenser Dengan Jenis Merk Yang Berbeda Menggunakan Inverter," *Resist. (Elektronika Kendali Telekomun. Tenaga List. Komputer)*, vol. 4, no. 1, p. 37, 2021, doi: 10.24853/resistor.4.1.37-42.
- [8] T. Jelita, R. Buaton, M. Simajuntak, and S. Kaputama, "Pengelompokan Bidang Usaha Terhadap Bantuan Produktif Usaha Mikro (BPUM) Berdasarkan Wilayah Deli Serdang Menggunakan Metode Clustering K-Means (Studi Kasus: Dinas Koperasi Dan UMKM Kabupaten Deli Serdang)," *J. Comput. Sci. Inf. Technol. E-ISSN*, vol. 3, no. 2, p. 50, 2023.
- [9] S. Sundari, R. Buaton, and R. Saragih, "Seminar Nasional Informatika (SENATIKA) Prosiding SENATIKA 2021 Clustering Kepuasan Layanan Pengguna Bus Trans Binjai Dengan Metode Cluster Data Mining Studi Kasus Dinas Perhubungan Kota Binjai," *Pros. Senat. 2021*, no. 5, pp. 86–100, 2021.



Lisensi

Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

- [10] R. Buaton, "Analisis Clustering Stunting Dengan Distance Euclid," *Method. J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 10, no. 1, pp. 42–48, 2024, doi: 10.46880/mtk.v10i1.2811.
- [11] D. Firmansyah and Dede, "Teknik Pengambilan Sampel Umum dalam Metodologi Penelitian: Literature Review," *J. Ilm. Pendidik. Holistik*, vol. 1, no. 2, pp. 85–114, 2022, doi: 10.55927/jiph.v1i2.937.
- [12] T. Febrianti and E. Harahap, "Penggunaan Aplikasi MATLAB Dalam Pembelajaran Program Linear," *J. Mat.*, vol. 20, no. 1, pp. 1–7, 2021.



Lisensi

Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.