



## Segmentasi Tunggakan Pelanggan Menggunakan Algoritma K-Means Cluster pada Perusahaan Air Minum Daerah

Syifa Chairunnissa Deliva Akbar<sup>1</sup>, Sarjon Defit<sup>2</sup>, Billy Hendrik<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Magister Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Putra Indonesia “YPTK”

<sup>2</sup>Doktor Teknologi Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Putra Indonesia “YPTK”

<sup>3</sup>Magister Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Putra Indonesia “YPTK”

[syifadelivaa@gmail.com](mailto:syifadelivaa@gmail.com) [sarjon\\_defit@upiypk.ac.id](mailto:sarjon_defit@upiypk.ac.id) [billy\\_hendrik@upiypk.ac.id](mailto:billy_hendrik@upiypk.ac.id)

### Abstract

*Perusahaan Air Minum Daerah (Perumdam) Tirta Anai is a Regional Elected Business Entity providing clean water services to customers. Based on the BPKP performance report, this company is categorized as an unhealthy BUMD. It occurs because high arrears of customers which have an impact on the company's revenue while efforts in the form of late fines have not been able to provide a deterrent effect to customers. This research was carried out with the aim of segmenting customer arrears at the Tirta Anai Regional Drinking Water Company. Segmentation is carried out using the K-Means Clustering algorithm. K-Means Clustering is a data mining algorithm used in grouping data based on its similarity in characteristics. The data in this study is sourced from the database of customers who are in arrears at the Tirta Anai Regional Drinking Water Company as of May 2025 which focuses on the Household group, with as many as 20,646 customer arrears data. From this population, samples were taken using the Slovin formula with an error rate of 5% so that 392 data were analyzed. The parameters used in analyzing this study are the number of months of customer arrears and total customer arrears. Based on the K-Means Clustering method, the customers classified based on their payment patterns. The results are divided into C0 (Low) containing 327 data, C1 (High) containing 6 data and C2 (Medium) containing 59 data. The contribution of this research has an impact on companies in taking strategies for handling customer service in managing existing connections.*

*Keywords: Data Mining, K-Means Clustering, Delinquency, Customers, Perusahaan Air Minum Daerah*

### Abstrak

Perusahaan Air Minum Daerah (Perumdam) Tirta Anai merupakan Badan Usaha Milih Daerah memberikan jasa pelayanan air bersih kepada pelanggan, namun berdasarkan laporan kinerja BPKP perusahaan ini dikategorikan sebagai BUMD kurang sehat. Salah satu faktor penyebabnya dikarenakan tingginya tunggakan pelanggan yang berdampak terhadap pendapatan perusahaan, sementara upaya berupa denda keterlambatan belum mampu memberikan efek jera kepada pelanggan. Berdasarkan hal tersebut maka, penelitian ini dilakukan bertujuan untuk melakukan segmenetasi terhadap tunggakan pelanggan pada Perusahaan Air Minum Daerah Tirta Anai. Segmentasi dilakukan dengan meneggunakan algoritma *K-Means Clustering*. *K-Means Clustering* merupakan algoritma data mining yang digunakan dalam pengelompokkan data berdasarkan kesamaan karakteristiknya. Data pada penelitian ini bersumber dari *Database* pelanggan yang melakukan tunggakan pada Perusahaan Air Minum Daerah Tirta Anai per Mei 2025 yang berfokus pada golongan Rumah Tangga, dengan sebanyak 20.646 data tunggakan pelanggan. Dari populasi tersebut diambil sampel menggunakan rumus *Slovin* dengan tingkat kesalahan 5% sehingga data yang dianalisis sebanyak 392 data. Parameter yang digunakan dalam menganalisis penelitian ini yaitu banyaknya jumlah bulan tunggakan pelanggan dan total tunggakan pelanggan. Berdasarkan metode *K-Means Clustering*, terbukti mampu mengelompokkan pelanggan berdasarkan pola tunggakannya. Hasil tersebut dibagi menjadi C0 (Rendah) berisi 327 data, C1 (Tinggi) berisikan 6 data, dan C2 (Sedang) berisikan 59

data. Kontribusi penelitian ini berdampak pada perusahaan dalam mengambil strategi terhadap penanganan pelayanan pelanggan dalam penertiban sambungan yang ada.

Kata kunci: Data Mining, K-Means Clustering, Tunggakan, Pelanggan, Perusahaan Air Minum Daerah

## 1. Pendahuluan

Perusahaan Umum Daerah (Perumdam) Air Minum merupakan perusahaan Badan Usaha Milik Daerah yang diatur dalam Undang-Undang No.5 Tahun 1962 yang memberikan jasa pelayanan air bersih kepada pelanggan [1]. Perumdam Tirta Anai Kabupaten Padang Pariaman berdiri pada 1982, memiliki 21 kantor unit yang tersebar se-kabupaten Padang Pariaman, kantor unit ini bertujuan untuk pengontrolan, pengendalian, dan pengawasan terhadap pelanggan yang terdaftar sebagai konsumen Perumdam Air Minum Tirta Anai [2]. Meskipun telah adanya kantor unit yang berfokus kepada pelanggan yang mencakup suatu wilayah, nyatanya Perumdam Air Minum Tirta Anai mendapatkan kategori BUMD yang kurang sehat menurut laporan kinerja yang dilakukan oleh BPKP. Permasalahan yang terjadi disebabkan karena banyaknya sambungan liar, utang yang tidak terbayarkan, dan SDM yang kurang memadai kompetensinya.

Setelah ditinjau lebih lanjut, pendapatan Perumdam Air Minum Tirta Anai kurang dari DRD (Daftar Rekening Ditagih) yang dilaporkan perbulannya. Hal ini disebabkan karena tunggakan yang dilakukan terus menerus oleh pelanggan dari berbagai golongan. Meminimalisir tunggakan yang dilakukan oleh pelanggan, Perumdam Air Minum Tirta Anai telah menerapkan sanksi berupa denda bagi keterlambatan pembayaran[3]. Sanksi yang dilakukan tetap berjalan tetapi tidak memiliki efek jera terhadap pelanggan[4]. Oleh karena itu, diperlukannya sebuah analisis terhadap pola tunggakan pelanggan agar dapat dilakukannya pendekatan-pendekatan sebagai strategi untuk tindakan penertiban sambungan terhadap pelanggan yang menunggak[5].

Penelitian terdahulu yang berhubungan dengan penelitian ini menghasilkan Penagihan utang oleh PDAM cabang Tirtanadi Berastagi tidak efektif. Hal ini tercermin dari rasio perputaran utang pada tahun 2018 mencapai 3,58 level terendah dalam empat tahun terakhir[6]. Penelitian sejenis menyebutkan mengatasi tunggakan dengan menggunakan pendekatan terpadu ternyata sangat membantu sehingga dapat diketahui penyebab, strategi dan cara mengatasi tunggakan yang dilakukan oleh masyarakat[7]. Penelitian lain menjelaskan bahwa sistem mampu menampilkan ayat dalam kelompok yang sesuai dengan kata kunci[8]. Penelitian sejenis lainnya juga berhasil mengelompokkan menjadi 3 *cluster*, yaitu *cluster* 0 berjumlah 59 orang, *cluster* 1 berjumlah 94 orang, dan *cluster* 2 berjumlah 1 siswa[9].

Konsep yang digunakan dalam penelitian ini adalah *data mining* yang berfokus pada *clustering*. *Data mining* berfungsi untuk menemukan pola atau informasi bermakna dari data dalam jumlah besar[10]. Tujuan utama data mining adalah menemukan hubungan, tren, atau pola tersembunyi yang dapat mendukung pengambilan keputusan. Salah satu teknik yang banyak digunakan dalam data mining adalah clustering, yaitu *metode* pengelompokan data ke dalam beberapa kelompok (*cluster*) berdasarkan kemiripan karakteristik tanpa adanya label kelas sebelumnya[11]. Menggunakan teknik *clustering*, data yang mirip akan berada dalam satu kelompok, sedangkan data yang berbeda akan berada di kelompok lain.

*Metode K-Means* merupakan metode *unsupervised learning* yang mengelompokkan data berdasarkan kemiripan karakteristik[12]. Metode ini dapat mengelompokkan pola tunggakan pelanggan berdasarkan jumlah bulan tunggakan dan banyaknya jumlah tunggakan. *Algoritma* ini bekerja dengan cara menentukan jumlah *cluster* (*k*) terlebih dahulu, lalu memilih titik pusat *cluster* (*centroid*) secara awal. Setiap data kemudian dihitung jaraknya terhadap *centroid* menggunakan rumus jarak, misalnya *Euclidean Distance*, untuk menentukan *cluster* yang paling dekat. Setelah semua data terkelompok, *centroid* akan diperbarui dengan menghitung rata-rata posisi data dalam masing-masing *cluster*[13]. Proses ini diulang secara iteratif hingga tidak ada lagi perubahan posisi *centroid* [14], sehingga hasil pengelompokan dianggap stabil atau *konvergen*. *K-Means* banyak digunakan karena sederhana, cepat, dan efektif dalam menemukan pola pada data berukuran besar[15]

Riwayat penelitian terdahulu dari performa metode *K-Means Clustering* dalam menyelesaikan masalah mengenai segmentasi pembiayaan untuk memprediksi tingkat kredit yang di kelompokkan menjadi 2 kluster, kluster 0 dengan risiko kredit macet rendah dan kluster 1 dengan risiko kredit macet tinggi [16]. Penelitian lainnya mampu mengelompokkan data tunggakan pembayaran kredit mobil, group 1 terdapat 7 data, group 2 terdapat 8 data, dan group 3 terdapat 5 data[17]

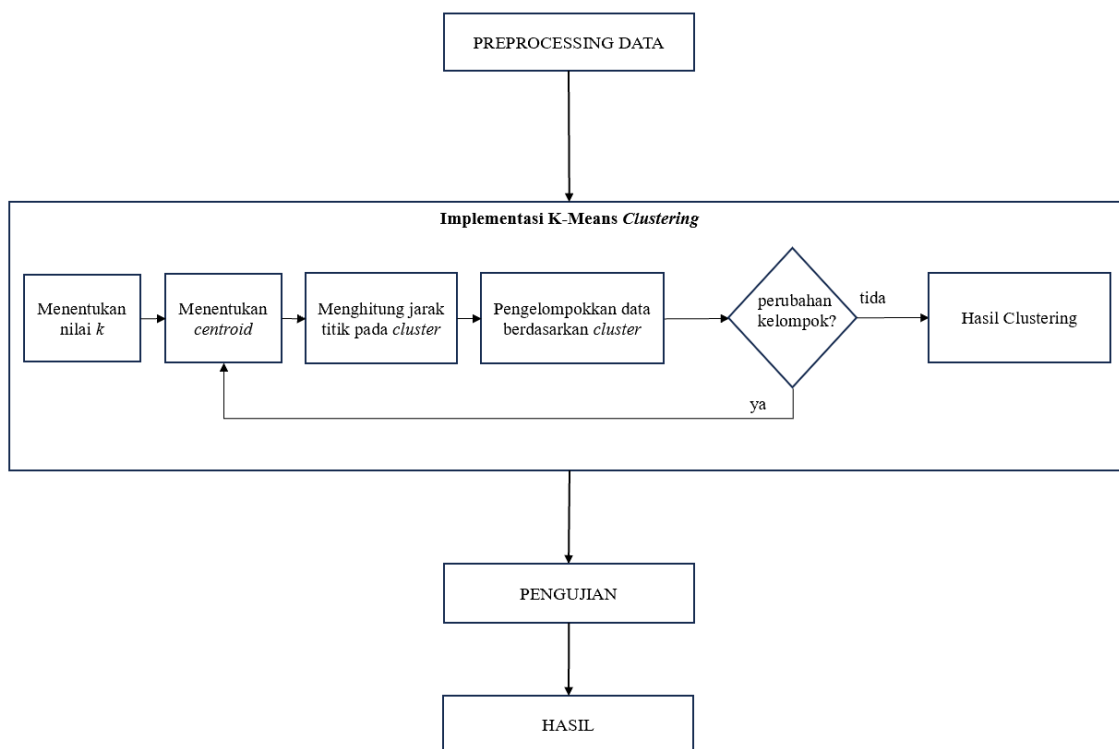
Penelitian lainnya yang menggunakan metode *K-Means Clustering* dalam menyelesaikan masalah pengelompokan saham pada sektor energi menghasilkan 4 kluster, kluster 1 memiliki nilai *RoE* negatif dan *Debt Equity Ratio* lebih dari 100%, kluster 2 berisikan saham dengan *Dividen Yield* yang tinggi, kluster 3 merupakan kelas dengan *dividen* 0 dan *dividen* dengan *presentase* yang kecil, sedangkan kluster 4 dengan *Debt Equity Ratio*

bernilai negatif[18]. Selanjutnya *K-Means Clustering* juga berhasil mengelompokkan data transaksi dengan menghasilkan 3 klaster, klaster 0 berisikan 88 items yang dikategorikan laku terjual, klaster 1 berisikan 26 items yang dikategorikan tidak laku terjual, dan klaster 2 dengan 46 items dengan kategori kurang laku terjual[19].

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, maka penelitian ini akan melakukan pengelompokkan data tunggakan pelanggan pada Perumdam Tirta Anai. Proses pengelompokkan dikembangkan menggunakan metode algoritma *K-Means Clustering*. *K-Means Clustering* dapat mengelompokkan data berdasarkan kesamaan karakteristik data. Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah terbentuknya klaster pola tunggakan pelanggan berdasarkan jumlah bulan dan jumlah tunggakan. Penelitian ini berkontribusi membantu perusahaan dalam merancang strategi tindakan penertiban sambungan.

## 2. Metode Penelitian

Metodologi penelitian adalah proses sistematis yang digunakan untuk mengumpulkan, menganalisis, dan menginterpretasikan data dalam menjawab pertanyaan penelitian. Penelitian ini mengadopsi pendekatan dengan model kualitatif dengan menyajikan perhitungan matematis dalam penyelesaian sebuah masalah. Adapun tahapan penelitian tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Kerja Penelitian

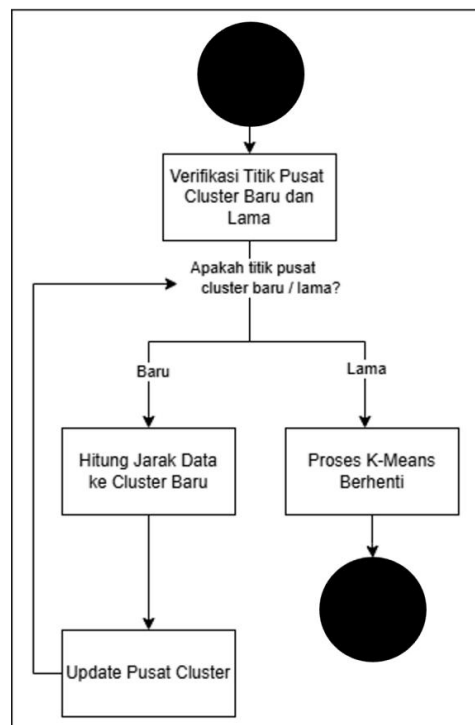
Gambar 1. Menjelaskan tahapan penelitian yang dimulai dari *preprocessing* data, yaitu proses pembersihan, transformasi, dan penyesuaian data agar sesuai dengan kebutuhan analisis[20]. Setelah dilakukannya *preprocessing* data dilakukan pengimplementasikan data dengan menggunakan metode *K-Means Clustering*. Proses implementasi *K-Means Clustering* meliputi penentuan nilai K, penentuan *centroid*, menghitung jarak titik pada *cluster*, pengelompokkan data berdasarkan *cluster*. Jika terjadi perubahan kelompok maka proses K-Means dilakukan kembali mulai dari menentukan *centroid*, jika tidak terjadi perubahan kelompok data maka hasil *clustering* telah *konvergen* dan dinyatakan selesai. Setelah proses *K-Means Clustering* telah selesai, tahap selanjutnya yaitu pengujian, mengevaluasi hasil *clustering* dengan melihat karakteristik setiap *cluster*. Sehingga didapatkannya hasil berupa segmentasi pola tunggakan pelanggan.

## 2.1 K-Means Clustering

*Clustering* atau pengelompokan merupakan hal yang sangat penting dalam sebuah data. *Clustering* dapat membagi objek dengan parameter sejenis baik itu bentuk, entitas, ketepatan ataupun unit kedalam jumlah kelompok yang dapat berupa group, bagian ataupun kategori [21]

K-means merupakan salah satu algoritma dalam data mining yang bisa digunakan untuk melakukan *clustering* suatu data [22]. Algoritma ini membangun model melalui beberapa iterasi dan akan berhenti saat model tersebut telah terpusat atau berkumpul. Metode pengelompokan *K-Means Clustering* didasarkan atas klasifikasi karakteristik objek sesuai dengan parameter-parameter yang telah di tentukan terlebih dahulu, algoritma *K-Means Clustering* memiliki tingkat akurasi yang cukup tinggi terhadap ukuran dari objek karena memiliki tingkat efisien dan keterukuran yang lebih baik [11]

Metode *K-Means* bersifat unsupervised learning yang digunakan untuk pengelompokan berdasarkan kesamaan karakteristiknya [20]. *K-Means* merupakan algoritma yang digunakan ke dalam suatu pengelompokan secara membagi yang memisahkan data ke dalam kelompok yang berbeda-beda [23]. Tahapan algoritma *K-Means* dapat dilihat pada Gambar 2.[24]



Gambar 2 Tahapan K-Means Clustering

Pada Gambar 2 menjelaskan bahwa algoritma *K-Means* dimulai dengan melakukan verifikasi terhadap titik pusat *cluster* Baru dan Lama. Tahapan ini memastikan apakah terdapat perubahan posisi *centroid* dibandingkan dengan iterasi sebelumnya, jika posisi *centroid* berubah maka langkah selanjutnya yaitu menghitung jarak data ke *cluster* baru. Proses ini berulang hingga titik pusat *cluster* baru sama dengan titik pusaat yang lama atau tidak berpindah. Apabila telah berada pada posisi tersebutm maka algoritma *K-Means Clustering* telah mencapai hasil yang *konvergen* dan proses *clustering* diberhentikan.

## 3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini menghasilkan pengelomppokkan tunggakan pelanggan berdasarkan jumlah rekening dan banyaknya total tunggakan menggunakan metode algoritma *K-Means Clustering*. Hasil dari pengelompokan

akan diakukannya analisis dan cara-cara pendekatan kepada pelanggan dengan tujuan merancang strategi tindakan dalam penertiban sambilan. Data yang diambil merupakan data tunggakan pelanggan pada Perumdam Tirta Anai per Mei 2025. Fokus penelitian yang digunakan adalah pelanggan dengan golongan rumah tangga. Hal ini dilakukan karena pelanggan Perumda Tirta Anai per Mei 2025 memiliki 39.569 pelanggan aktif. Total dari pelanggan dengan golongan Rumah Tangga berjumlah 37.604. Sehingga persentase pelanggan dengan golongan rumah tangga per Mei 2025 yaitu 95%. Dikarenakan data golongan Rumah Tangga memiliki persentase yang tinggi dibandingkan golongan lainnya, data inilah yang menjadi fokus utama dalam penelitian ini. Data tunggakan pelanggan golongan Rumah Tangga per Mei 2025 sebanyak 20.646, diambil sampel dengan menggunakan rumus *Slovin* dengan tingkat kesalahan 5% sehingga data yang digunakan sebanyak 392 data. Data yang dilakukan proses *K-Means Clustering* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Dataset Penelitian

NOSAMB	JML REK	JUMLAH
0111xxxx	3	Rp 139.980
0112xxxx	44	Rp 2.474.320
0112xxxx	52	Rp 2.448.200
0121xxxx	4	Rp 236.320
0132xxxx	1	Rp 39.100
.....	.....	.....
2016xxxx	9	Rp 453.900
2016xxxx	1	Rp 39.100
2016xxxx	7	Rp 347.700
2111xxxx	1	Rp 39.100
2112xxxx	1	Rp 39.100

Pada Tabel 1 Berisikan Nosamb yang merupakan ID masing-masing pelanggan, JML REK adalah banyaknya jumlah bulan tunggakan dan JUMLAH merupakan total tunggakan pelanggan dalam rupiah. Proses *K-Means Clustering* akan berfokus pada JML REK dan JUMLAH saja. *Clustering* ditentukan menjadi 3, yaitu Tunggakan Rendah, Tunggakan Sedang, dan Tunggakan Tinggi. Titik *Centroid* awal dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Titik Awal Centroid

Centroid	JML REK	JUMLAH
C0	32	Rp1.780.180
C1	70	Rp6.065.280
C2	72	Rp17.002.060

Titik *centroid* awal yang dapat dilihat pada Tabel 2. merupakan C0 dengan jumlah rekening sebanyak 32 bulan dan tunggakan berjumlah Rp1.780.180, C1 dengan jumlah rekening 70 bulan dan tunggakan berjumlah Rp6.065.280, sedangkan C2 dengan jumlah rekening 72 dengan jumlah tunggakan Rp17.002.060. Proses ini dilakukan hingga iterasi ke-4, berikut adalah tabel perubahan setiap iterasi yang dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3. Perubahan Keanggotaan Setiap Iterasi

Iterasi Ke	Jumlah Anggota		
	C0	C1	C2
Iterasi ke-1	62 anggota	324 anggota	6 anggota
Iterasi ke-2	60 anggota	326 anggota	6 anggota
Iterasi ke-3	59 anggota	327 anggota	6 anggota
Iterasi ke-4	59 anggota	327 anggota	6 anggota

Pada Tabel 3. terlihat perubahan keanggotaan masing-masing *cluster* dari iterasi 1 hingga iterasi ke-4, yang mana pada iterasi ke-4 tidak mengalami perubahan titik centroid sehingga data yang proses telah berakhir. Berikut adalah anggota masing-masing *cluster*

- a. *Cluster 0*: merupakan *cluster* dengan tunggakan Sedang, yang akan dilakukan berupa Memberikan surat peringatan resmi dan batas waktu pelunasan, monitoring secara berkala dan penangihan intensif.
- b. *Cluster 1*: merupakan *cluster* dengan tunggakan rendah, yang akan dilakukan berupa pendekatan persuasif dan edukasi melalui sosialisasi, monitoring berkala agar pelanggan tetap membayar tepat waktu.
- c. *Cluster 2*: merupakan *cluster* dengan tunggakan tinggi, yang akan dilakukan berupa penagihan intensif oleh tim, melakukan tindakan hukum atau keputusan permanen jika pelanggan tidak melakukan pembayaran.

#### 4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil menerapkan algoritma *K-Means Clustering* untuk melakukan segmentasi tunggakan pelanggan pada Perumdam Tirta Anai. Dari total 20.646 data tunggakan pelanggan golongan rumah tangga per Mei 2025, diambil sampel sebanyak 392 data menggunakan rumus *Slovin* dengan tingkat kesalahan 5%. Analisis menggunakan parameter jumlah bulan tunggakan dan total tunggakan menunjukkan bahwa metode *K-Means* mampu mengelompokkan data menjadi tiga *cluster*, yaitu *cluster* rendah (327 pelanggan), *cluster* sedang (59 pelanggan), dan *cluster* tinggi (6 pelanggan). Hasil segmentasi ini memberikan kontribusi penting bagi perusahaan dalam merancang strategi penanganan pelanggan, khususnya dalam upaya menekan tingkat tunggakan yang berdampak langsung terhadap pendapatan. Dengan adanya pembagian kelompok tunggakan, Perumdam Tirta Anai dapat menentukan strategi yang lebih tepat, mulai dari pendekatan persuasif dan edukasi pada pelanggan dengan tunggakan rendah, monitoring intensif pada pelanggan dengan tunggakan sedang, hingga tindakan tegas berupa penagihan intensif atau keputusan sambungan pada pelanggan dengan tunggakan tinggi. Dengan demikian, penelitian ini memberikan solusi berbasis analisis data yang dapat mendukung perusahaan dalam meningkatkan efektivitas penertiban sambungan dan memperbaiki kinerja keuangan.

#### Daftar Rujukan

- [1] A. F. Anwar, M. R., Nisa, F. L., & Utami, "Analisis Pengaruh Kesadaran Pelanggan Dan Kualitas Layanan Terhadap Tunggakan Pembayaran Air Di PDAM Surabaya," *J. Ilm. Wahana Pendidik.*, vol. 24, no. 7, pp. 28–42, 2024.
- [2] T. Hidayat and M. A. Putra, "Pelayanan Umum di Kantor Camat Koto Parik Gadang Diatch Kabupaten Solok Selatan," *J. Pengabd. Masy. Bangsa.*, vol. 1, no. 12, pp. 3729–3735, 2024, doi: 10.59837/jpmba.v1i12.728.
- [3] S. S. Mutiara, "Analisis Penyebab Tunggakan Pembayaran Rekening Air Pelanggan pada Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Sari Binjai," *Ekon. Bisnis Manaj. dan Akunt.*, vol. 183, no. 2, pp. 153–164, 2023.
- [4] A. Awaluddin, S. Mardjuni, and L. Setiawan, "Peran Kualitas Layanan, Kepuasan Pelanggan Dan Perilaku Pelanggan Terhadap Tunggakan Tagihan Listrik," *Indones. J. Bus. Manag.*, vol. 6, no. 1, pp. 31–39, 2023, doi: 10.35965/jbm.v6i1.3866.
- [5] D. A. Widodo and N. Nurbayti, "Pengurangan Ketidakpastian Desk Collection dalam Penagihan Tunggakan Nasabah PayLater," *WACANA J. Ilm. Ilmu Komun.*, vol. 23, no. 2, pp. 415–427, 2024, doi: 10.32509/wacana.v23i2.4558.
- [6] N. Nurhayati, S. Pohan, and M. Nursidin, "Analisis Pengendalian Piutang Tak Tertagih Terhadap Tunggakan Pembayaran Rekening Air Pelanggan Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirtanadi Cabang Berastagi," *Worksh. J. Akunt.*, vol. 3, no. 1, pp. 52–62, 2023, doi: 10.46576/wjs.v3i1.4026.
- [7] Amyra Zhahra Lubis, Muthia Rizti, and Annio Indah Lestari Nasution, "Kinerja Bisnis PTPLN (Persero) ULP Medan Timur : Mengatasi Tunggakan Melalui Pendekatan Terpadu," *J. Penelit. Ekon. Manaj. dan Bisnis*, vol. 3, no. 1, pp. 185–190, 2023, doi: 10.55606/jekombis.v3i1.3077.
- [8] M. Robani and A. Widodo, "Algoritma K-Means Clustering Untuk Pengelompokan Ayat Al Quran Pada Terjemahan Bahasa Indonesia," *J. Sist. Inf. Bisnis*, vol. 6, no. 2, p. 164, 2016, doi: 10.21456/vol6iss2pp164-176.
- [9] A. Yudistira and R. Andika, "Pengelompokan Data Nilai Siswa Menggunakan Metode K-Means Clustering," *J. Artif. Intell. Technol. Inf.*, vol. 1, no. 1, pp. 20–28, 2023, doi: 10.58602/jaiti.v1i1.22.

- [10] A. Nur Khormarudin *et al.*, “Teknik Data Mining: Algoritma K-Means Clustering,” *J. Lebesgue J. Ilm. Pendidik. Mat. Mat. dan Stat.*, vol. 1, no. 2, pp. 116–123, 2022, [Online]. Available: <https://djournals.com/klik%0Ahttps://ilmukomputer.org/category/datamining/>
- [11] A. Pratama, M. D. Irawan, and S. D. Andriana, “Implementation of K-Means Clustering in Recognizing Crime Hotspots and Traffic Issues Through GIS,” *J. Comput. Networks, Archit. High Perform. Comput.*, vol. 6, no. 2, pp. 771–782, 2024, doi: 10.47709/cnahpc.v6i2.3771.
- [12] Y. D. Darmi and A. Setiawan, “Penerapan Metode Clustering K-Means Dalam Pengelompokan Penjualan Produk,” *J. Media Infotama*, vol. 12, no. 2, pp. 148–157, 2017, doi: 10.37676/jmi.v12i2.418.
- [13] Selfi Melisa, S. Defit, and R. Sovia, “Penerapan Algoritma K-Means Clustering untuk Optimalisasi Persediaan Liquid Vape Berdasarkan Data Penjualan,” *J. KomtekInfo*, vol. 12, pp. 38–45, 2025, doi: 10.35134/komtekinfo.v12i1.620.
- [14] G. S. Maruli Andi, “Visualisasi Serta Efektivitas Colour Clustering dengan K-Means dan Bee Algorithm,” *J. Comput. Inf. Syst. (J-CIS)*, vol. 8, no. 1, pp. 13–30, 2025, [Online]. Available: <https://doi.org/10.31605/jcis.v8i1>
- [15] R. A. Indraputra and R. Fitriana, “K-Means Clustering Data COVID-19,” *J. Tek. Ind.*, vol. 10, no. 3, pp. 275–282, 2020, [Online]. Available: <https://www.trijurnal.lemlit.trisakti.ac.id/index.php/tekin/article/view/8428/6033>
- [16] S. Ocktavia and W. T. Atmojo, “Analisis Segmentasi Pelanggan Pembiayaan Berdasarkan Demografi Untuk Memprediksi Tingkat Kredit Menggunakan Algoritma K-Means,” *J. Inform. Teknol. dan Sains*, vol. 7, no. 1, pp. 394–402, 2025, doi: 10.51401/jinteks.v7i1.5582.
- [17] J. B. Sembiring, H. Manurung, and A. Sihombing, “Pengelompokan Data Tunggalan Pembayaran Kredit Mobil Menggunakan Metode Clustering (Studi Kasus: Cv Citra Kencana Mobil),” *J. Manaj. Inform. Jayakarta*, vol. 3, no. July, pp. 275–291, 2023, [Online]. Available: <http://journal.stmikjayakarta.ac.id/index.php/JMIJayakarta>
- [18] A. Srimurdianti, Sukamto, W. Setiawan, E. Esyudha, and Pratama, “JEPIN (Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika) Data Mining untuk Pengelompokan Saham pada Sektor Energi dengan Metode K-Means,” vol. 9, no. 1, pp. 76–81, 2023, [Online]. Available: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jepin/article/viewFile/62509/75676597024>
- [19] N. Afiasari, N. Suarna, and N. Rahaningsih, “Implementasi Data Mining Transaksi Penjualan Menggunakan Algoritma Clustering dengan Metode K-Means E-commerce K-Means melakukan analisis penerapan Data Mining dalam mengelompokkan jumlah,” vol. 9, pp. 100–110, 2023.
- [20] A. Agung, A. Daniswara, I. Kadek, and D. Nuryana, “Data Preprocessing Patterns in the Assessment of Teacher Education Program Students,” *J. Informatics Comput. Sci.*, vol. 05, pp. 97–100, 2023.
- [21] U. T. Suryadi and Y. Supriatna, “Cluster 2 = 169,” vol. 22, no. April, p. 111, 2019.
- [22] Y. Istianto and S. 'Uyun, “Klasifikasi Kebutuhan Jumlah Produk Makanan Customer Menggunakan K-Means Clustering dengan Optimasi Pusat Awal Cluster Algoritma Genetika,” *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 8, no. 5, p. 861, 2021, doi: 10.25126/jtiik.2021842990.
- [23] A. Aditya Nugroho and P. Paduloh, “Analisis Clustering Kasus Covid – 19 di Indonesia Menggunakan Algoritma K-Means,” *J. Eng. Environmental Energy Sci.*, vol. 2, no. 2, pp. 111–118, 2024, doi: 10.31599/epng886.
- [24] M. A. K-means, I. Prabujaya, F. Ibrahim, A. A. Muin, and S. Wahyuni, “Sistem Klasterisasi Data Rekam Medis pada Puskesmas Kampili,” vol. 1, no. 2, pp. 106–120, 2025.