

Fuzzy C-Means Dalam Klasifikasi Histori Data Susut Daya Pelanggan AMR Tidak Wajar Pada PT. PLN Distribusi Jakarta Raya

Widya Nita Suliyanti¹; Yessy Asri²; Efy Yosrita³; Akh. Farhan Ramadani⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Informatika, Institut Teknologi PLN, Jakarta, Indonesia

¹ yessyasri@itpln.ac.id

ABSTRACT

Power outages are a constant issue for PLN Company, particularly in Greater Jakarta distribution. Non-technical losses resulted in significant losses for PT. AMR (Automatic Meter Reading) is utilized in Greater Jakarta to read or retrieve electrical energy measurement data for each consumer locally or remotely. To measure the losses that occur, a highly optimized approach is required. In this study, the Fuzzy C-Means grouping approach is compared to the K-Means method. The minimal value of the DBI determines a group's optimization (Davies-Bouldin index). The lower the DBI value, the better the cluster for data pooling. The Fuzzy C-Means approach outperforms the K-Means method in group 2 with a DBI value of 0.54532171146831, whereas the DBI value for the K-Means method is 0.893 across the board.

Keywords: Fuzzy C-Means, Power Loss, Non-Technical Loss, AMR, DBI

ABSTRAK

Susut Daya adalah masalah konstan untuk PLN, khususnya di Distribusi Jakarta Raya. Kerugian non teknis mengakibatkan kerugian yang cukup besar bagi PLN. AMR (Automatic Meter Reading) digunakan untuk membaca atau mengambil data pengukuran energi listrik untuk setiap konsumen secara lokal maupun jarak jauh. Untuk mengukur kerugian yang terjadi, diperlukan pendekatan yang sangat optimal. Dalam penelitian ini, pendekatan pengelompokan Fuzzy C-Means dibandingkan dengan metode K-Means. Nilai minimal DBI (Davies-Bouldin Index) menentukan optimasi grup. Semakin rendah nilai DBI, semakin baik cluster untuk data pooling. Pendekatan Fuzzy C-Means mengungguli metode K-Means pada kelompok 2 dengan nilai DBI 0,54532171146831, sedangkan nilai DBI untuk metode K-Means adalah 0,893 secara keseluruhan.

Kata Kunci: Fuzzy C Means, Susut Daya, Susut Non Teknis, AMR, DBI

1. PENDAHULUAN

Dengan semakin banyaknya konsumen listrik, PLN sebagai institusi yang bergerak di bidang penyediaan energi harus mampu meningkatkan kepuasan pelanggan dengan meningkatkan kinerja secara efektif dan efisien. Rugi merupakan salah satu masalah yang dapat berdampak pada fungsi PLN. Akibatnya, teknologi kontemporer diperlukan untuk pengukuran energi listrik yang andal, yang dapat mempengaruhi pengurangan kerugian [1].

Rugi-rugi non teknis, seperti rugi daya yang disebabkan oleh kesalahan penggunaan yang tidak sah (pencurian), kalibrasi alat ukur, pembacaan alat ukur, perkabelan, dan kesalahan administrasi lainnya, merupakan salah satu penyebab yang dapat menyebabkan kerugian yang cukup besar. Semakin besar nilai losses maka semakin rendah efisiensi suatu sistem, begitu pula sebaliknya. Dirjen Ketenagalistrikan telah menetapkan target rugi distribusi PLN sebesar 6% [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] [8] [9] [10].

Sistem AMR adalah teknologi mutakhir yang dapat digunakan untuk mengukur energi listrik. Teknologi AMR dapat membaca data pengukuran energi listrik konsumen dari jarak lokal dan jauh, dan pengukuran juga dapat dilakukan pada jadwal yang telah ditentukan. Keunggulan lain dari sistem AMR ini adalah dapat digunakan untuk menghitung kerugian/keuntungan distribusi, analisis beban pelanggan, penerbitan rekening, dan perencanaan pengembangan jaringan energi [1] [11] [12] [13].

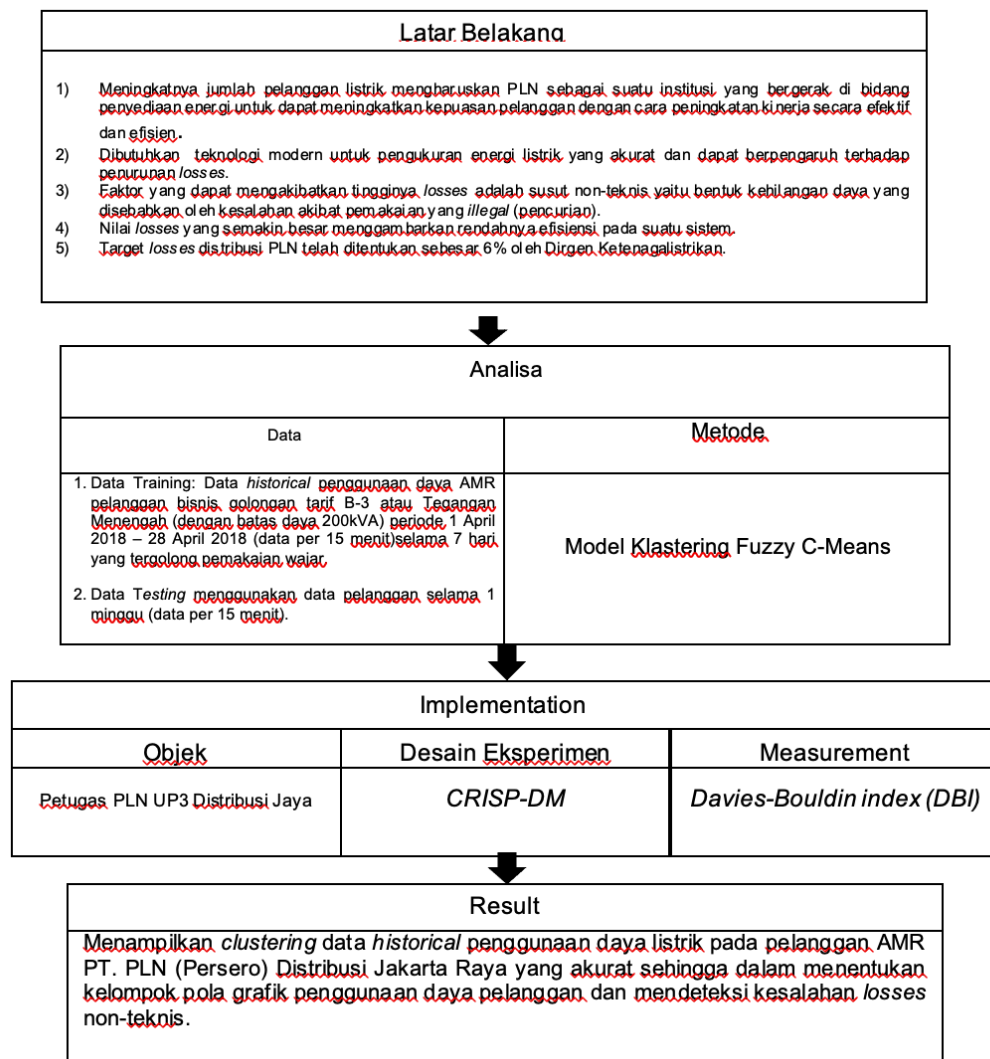
Data untuk analisis dan evaluasi penggunaan energi yang akan digunakan berasal dari pelanggan AMR perusahaan PLN Distribusi Jakarta Raya. Selanjutnya data tersebut diolah dan dibagi sesuai dengan pola *power user*. Penelitian ini menggunakan metode Data Mining dengan algoritma Fuzzy C-Means. Algoritma ini merupakan metode pengelompokan dengan model pengelompokan fuzzy sehingga data yang terbentuk dapat mewakili seluruh cluster dengan derajat keanggotaan yang memiliki rentang nilai 0 sampai 1 [14]. Penggunaan metode ini dapat digunakan untuk data kuantitatif (numerik), kualitatif (kategori), atau kombinasi keduanya [1] [11] [12] [13] [15] [20] [21] [22].

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa strategi ini dapat memberikan tingkat optimasi yang lebih tinggi daripada metode K-Means. K-Means mengandung kekurangan seperti perhitungan cluster yang terlalu banyak dan ketidakakuratan jika data tidak distandarisasi. [16] [17] [18] [19] [20] [23].

Hasil pengelompokan historis data konsumsi daya listrik pelanggan AMR dengan pendekatan ini dapat memberikan cluster yang akurat, memungkinkan mereka untuk menentukan grup pola grafik penggunaan daya konsumen dan menemukan kesalahan non-teknis.

2. METODE PENELITIAN

Pendekatan CRISP-DM digunakan dalam penelitian ini. Dalam penelitian ini, algoritma Fuzzy C Means dibandingkan dengan pendekatan K Means untuk mengevaluasi apakah metode memberikan kualitas cluster yang lebih akurat. Selanjutnya, penelitian ini dapat menilai pengaruh pemanfaatan pendekatan Fuzzy C-Means untuk menghasilkan pola yang tidak teratur dalam penggunaan daya oleh konsumen AMR.



Gambar 1. Kerangka Penelitian

Gambar 1 menggambarkan struktur penelitian untuk studi ini, yang mencakup banyak pelanggan AMR dan eksekutif di PT. PLN Distribusi pada 4 cluster data set paling ideal dari 2-6 cluster data set karena memiliki nilai DBI terkecil (minimum) sebesar 0,893. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas cluster yang lebih akurat atau optimal dengan membandingkan hasil nilai DBI terkecil antara algoritma Fuzzy C Means dan K Means serta mengetahui pengaruh penggunaan algoritma Fuzzy C Means terhadap menghasilkan pola grafik penyimpangan penggunaan tenaga listrik untuk pelanggan (tarif) AMR kelas bisnis. B3, dan batas daya 200 kVA) di perusahaan PLN, khususnya Distribusi Raya.

Hasil penggabungan data historis penggunaan listrik untuk pelanggan AMR menggunakan algoritma ini diprediksi akan menghasilkan cluster yang akurat, memungkinkan mereka untuk menentukan pengelompokan pola visual permintaan daya pelanggan dan menemukan kerugian non-teknis.

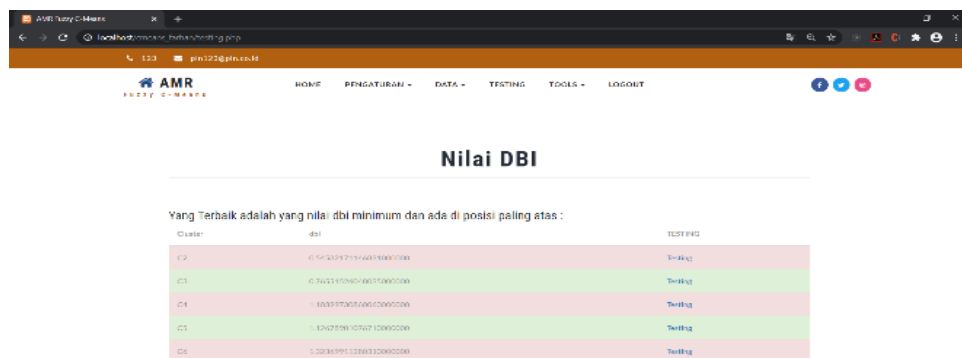
Beberapa pelanggan AMR dan petugas distribusi PLN dari Jakarta Raya mengikuti survei ini. Data diperoleh dengan menggunakan 103 titik data historis penggunaan daya AMR untuk pelanggan bisnis kelas tarif B3 Tegangan Menengah (dengan batas daya 200 kVA) selama periode 1 April

2018–28 April 2018 (data setiap 15 menit) selama 7 hari , yang diklasifikasikan sebagai penggunaan wajar. Untuk pengujian data menggunakan data pelanggan selama satu minggu (data setiap 15 menit) yang sudah melalui tahap normalisasi data. Distribusi data pelatihan dan pengujian dapat digunakan sebagai pola standar penggunaan kekuatan konsumen dan sebagai dasar untuk pengujian data dengan penggunaan yang wajar atau tidak wajar. Data dalam penelitian ini tidak dibersihkan. Hal ini dikarenakan data yang digunakan sudah dinormalisasi, sehingga penanganan terhadap data mentah tidak akan berubah.

Dalam penelitian ini, data dianalisis dengan menjalankan 103 set data pelatihan melalui langkah clustering. Metode Fuzzy C Means menggunakan langkah-langkah pengelompokan [17].

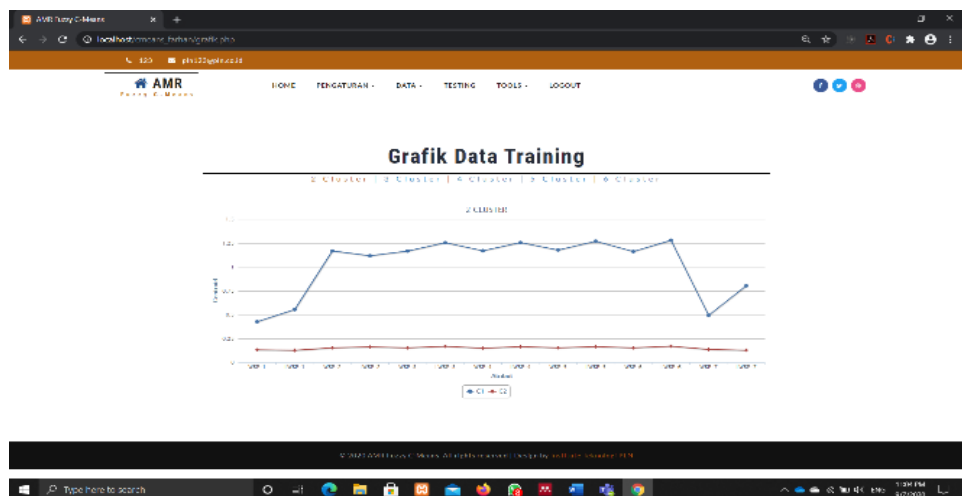
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Semakin kecil nilai DBI, maka semakin optimal sebuah set cluster. Berdasarkan perhitungan pada aplikasi, pada gambar 2 terlihat set cluster yang mempunyai nilai DBI paling minimum dengan metode *Fuzzy C-Means* adalah pada set cluster 2 yang bernilai 0.54532171146831, sedangkan set cluster yang mempunyai nilai DBI paling minimum dengan metode *K-Means* adalah pada set cluster yang bernilai 0.893 . Berdasarkan hasil perbandingan tersebut, untuk metode yang paling optimum dalam mengklaster 130 pelanggan AMR adalah dengan metode *Fuzzy C-Means*.



Cluster	dbi	TEST SET
C2	0.54532171146831000	TestSet
C3	0.76214504000000000	TestSet
C4	0.69377005000000000	TestSet
C5	1.4247596107671000000	TestSet
C6	0.00000000000000000	TestSet

Gambar 2. Nilai DBI yang Dihasilkan



Gambar 3. Grafik Data Training

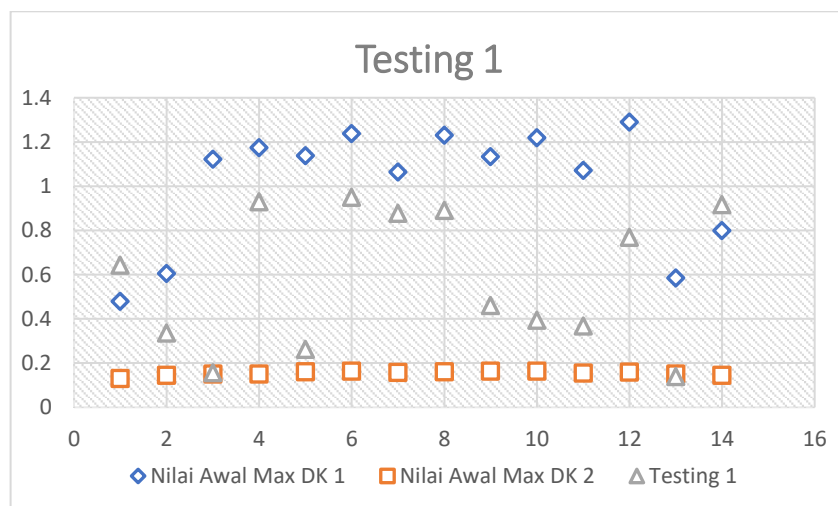
Gambar 3 menggambarkan grafik nilai centroid, atau pusat cluster, dan disajikan dari cluster set 2 sampai 6 untuk mengidentifikasi setiap pola visual untuk setiap set cluster AMR kelompok usaha Distribusi Jakarta Raya. Namun, saat menghitung data pengujian, kumpulan cluster paling optimal akan digunakan.

Tabel berikut membandingkan nilai DBI yang diperoleh dengan pendekatan Fuzzy C-Means dengan metode K-Means,

Tabel 1. Perbandingan DBI Fuzzy C-Means dan K-Means

Metode	Nilai DBI	Set Cluster Paling Optimal	Anggota Set Cluster
Fuzzy C-Means	0.54532171146831	2	3 Anggota pada Cluster 1 dan 100 Anggota pada Cluster 2.
K-Means	0.893	4	12 Anggota pada Cluster 1, 54 Anggota pada Cluster 2, 34 Anggota pada Cluster 3, dan 3 Anggota pada Cluster 4

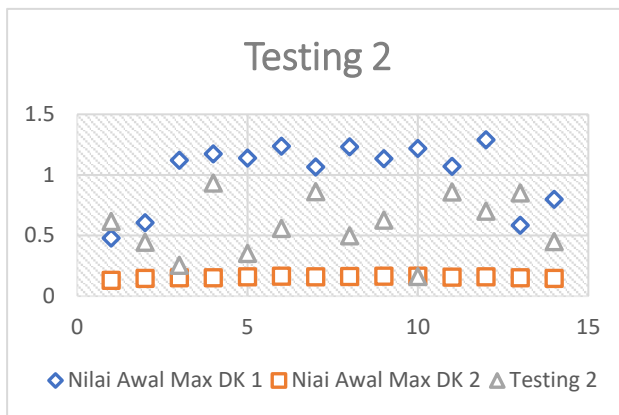
Tabel 1. menjelaskan nilai DBI minimum atau paling optimal ditentukan pada set cluster 2, maka selanjutnya ke proses testing. Proses testing ini menggunakan 3 data pelanggan yang sudah dikategorikan dengan pemakaian tidak wajar.



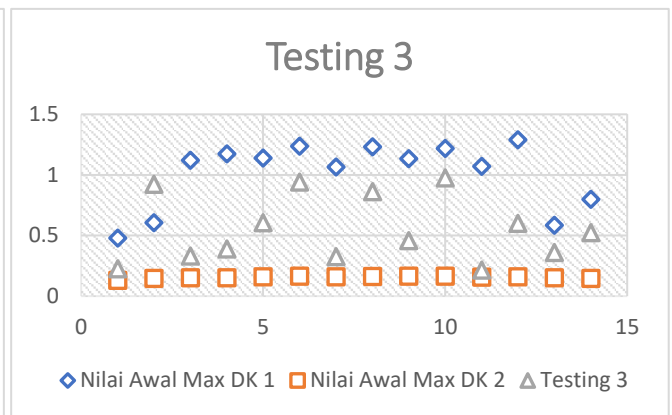
Gambar 4. Pengujian Data Testing

Gambar 4, 5 dan 6 menampilkan hasil pengujian data testing pada *Fuzzy C-Means* dilakukan di set cluster 2 dengan cara membandingkan semua nilai awal data testing dengan nilai awal pada maksimum derajat keanggotaan data training.

Hasil uji sistem dari ketiga data testing pada metode *Fuzzy C-Means* menunjukkan bahwa penggunaan daya pelanggan tidak wajar.



Gambar 5. Testing 2



Gambar 6. Testing 3

Karena nilai awal *data testing* pada setiap cluster lebih besar dari nilai awal derajat keanggotaan maksimum data training. Hasil data pengujian dalam format PDF ini dimaksudkan untuk memudahkan petugas Sub Bagian Sistem Distribusi Efisiensi, Pengukuran, dan Mutu (EPM) dalam membuat laporan P2TL, seperti terlihat pada Gambar 7.

doc15.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

File Edit View Sign Window Help

Home Tools doc15.pdf 1 / 1 112%

Dibuat Oleh: Farhan

CETAK DATA TESTING

Tanggal: 21 Aug 2020

No	C	Tanggal	WBP 1	LWBP 1	WBP 2	LWBP 2	WBP 3	LWBP 3	WBP 4	LWBP 4	WBP 5	LWBP 5	WBP 6	LWBP 6	WBP 7	LWBP 7	Analisa
1	C2	21 Aug 2020 16:23:38	0.643	0.357	0.157	0.843	0.263	0.737	0.876	0.124	0.875	0.385	0.369	0.770	0.548	0.917	Pemakaian Tidak Wajar
2	C2	21 Aug 2020 16:23:50	0.616	0.444	0.256	0.633	0.353	0.575	0.853	0.499	0.627	0.163	0.861	0.702	0.853	0.450	Pemakaian Tidak Wajar
3	C2	21 Aug 2020 16:23:57	0.226	0.923	0.332	0.389	0.607	0.942	0.326	0.863	0.450	0.977	0.215	0.600	0.361	0.524	Pemakaian Tidak Wajar

Gambar 7. Laporan P2TL

4. KESIMPULAN

Berdasarkan temuan penyelidikan, kesimpulan berikut dapat diambil:

1. Pengelompokan data historis daya untuk pelanggan AMR (Automatic Meter Reading) kelas bisnis (tarif B-3 atau tegangan menengah, batas daya lebih besar dari 200 kVA) di PT. PLN (Persero) Distribusi Jabodetabek dibangun agar dapat digunakan untuk mengetahui hasil pengelompokan daya pelanggan berdasarkan optimasi set cluster pada penggunaan daya dan

dapat digunakan sebagai laporan P2TL. Berdasarkan temuan clustering pemanfaatan cluster set 2-6, nilai DBI terkecil (minimum) ditentukan pada set cluster 2 dengan nilai 0,54532171146831 dan memberikan dua pola visual penggunaan daya dengan anggota di cluster 1 berjumlah tiga pelanggan dan cluster 2 berjumlah 100 pelanggan. Penelitian sebelumnya oleh Tupamahu (2018) menghasilkan clustering set cluster 2-6, dengan nilai DBI terkecil (minimum) terdapat pada cluster 4 set dengan nilai 0,893 dan menghasilkan 4 pola grafik penggunaan daya dengan perolehan anggota di cluster 1 sebanyak 12 pelanggan, cluster 2 sebanyak 54 pelanggan, cluster 3 sebanyak 34 pelanggan, dan cluster 4 sebanyak 3 pelanggan. Berdasarkan perbandingan tersebut, pendekatan Fuzzy C-Means mengungguli metode K-Means.

2. Penggunaan metode Fuzzy C-Means dalam clustering data historis pelanggan daya AMR (Automatic Meter Reading) kelas bisnis (tarif B-3 atau tegangan menengah, batas daya di atas 200 kVA) di PT. PLN (Persero) Distribusi Jabodetabek memerlukan penggunaan perangkat yang tepat karena proses perhitungan memakan waktu dan tenaga. Perbedaan jumlah iterasi yang dihasilkan dari iterasi di setiap set cluster antara FCM dan K-Means dapat diperhatikan. Cluster 2 di FCM menghasilkan 24 iterasi sedangkan K-Means menghasilkan 2 iterasi, Cluster 3 di FCM menghasilkan 25 iterasi sedangkan K-Means menghasilkan 2 iterasi, Cluster 4 di FCM menghasilkan 37 iterasi sedangkan K-Means menghasilkan 2 iterasi, Cluster 5 di FCM menghasilkan 54 iterasi sedangkan K-Means menghasilkan 2 iterasi, dan Cluster 6 di FCM menghasilkan 54 iterasi sedangkan K-Means menghasilkan 2 iterasi, dan Cluster 6 di FCM menghasilkan 66 iterasi sedangkan K-Means menghasilkan 2 iterasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agustina, E., & Amalia, A. F. (2017). Penurunan Susut Non Teknis Pada Jaringan Distribusi Menggunakan Sistem Automatic Meter Reading Di PT. PLN (Persero). *Jurnal Teknik Mesin*, 5(4), 37. <https://doi.org/10.22441/jtm.v5i4.1223>
- [2] Desmira, Aribowo, D., & Anggraini, Ri. (2018). Analisis Pelanggaran Pemakaian Tenaga Listrik Pada Pelanggan Tegangan Menengah 20 Kv di PT. PLN Distribusi Banten Area Cikupa. *Jurnal PROSISKO: Jurnal Pengembangan Riset dan Observasi Sistem Komputer*, Vol 5(2). 2018.
- [3] Heriyanto, A. (2016). Studi Kasus Kinerja AMR (Automatic Meter Reading) Pada Pelanggan Potensial Daya 41.5 KVA – 200 KVA Di Situbondo. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Jember*, 1. <http://digilib.unmuhjember.ac.id/files/disk1/64/umj-1x-adiherian-3198-1-artikel-1.pdf>.
- [4] Lestari, R. D. W. I. (2019). Analisis pengaruh ketidakseimbangan beban transformator 3 phase terhadap susut daya pada jaringan distribusi pt. pln (persero) ulp manahan. *Electronic Theses and Dissertation Universitas Muhamadyah Surakarta*. 2020.
- [5] Marniati, Y. (2018). Evaluasi Susut Daya Penyulang Cendana 20 kV Pada Gardu Induk Bungaran Dengan ETAP 12.6. *Jurnal Teknik Elektro ITP*, 7(1), 79–92. <https://doi.org/10.21063/jte.2018.3133712>
- [6] Sukamdani, A., & Tri, R. (2019). Studi Susut Daya Pada Saluran Distribusi PT. PLN (Persero) Area Pelayanan dan Jaringan (APJ) Surabaya Selatan Dengan Beban Pelanggan Jaringan Tegangan rendah. *Jurnal Teknik Elektro*, 08(01), 33–38.

-
- [7] Sukrisna, W. R., Elektro, S. T., Teknik, F., Surabaya, U. N., Elektro, D. T., Teknik, F., & Surabaya, U. (2017). Menggunakan Metode Sensitivitas Dan Feed Forward Neural Network Berdasarkan Faktor Losses. *Jurnal Teknik Elektro*, 9(1).
- [8] Suripto, S. (2017). Calculation of 20 kV Distribution Network Energy Losses and Minimizing Effort Using Network Reconfiguration in Region of PT PLN (Persero) UPJ Bantul. *Journal of Electrical Technology UMY*, 1(2), 75–83. <https://doi.org/10.18196/jet.1210>
- [9] Susanto, B., Jumnahdi, M., Sunanda, W., Seminar, P., Penelitian, N., & Masyarakat, P. P. (2018). Konsumsi Energi Listrik Pelanggan Pada PLN UP3 Bangka. 2–5.
- [10] Tanjung, A. R., Zain, A., & Susanto, H. (2019). Analisa Penurunan Susut Non Teknis Dengan AMR PLN (Studi Kasus PT. Tjokro Bersaudara Bontang Kaltim). *Jurnal Sinergi Jurusan Teknik Mesin*, 17(1), 1. <https://doi.org/10.31963/sinergi.v17i1.1586>
- [11] Monica, W. D., Novello, M. R., & Audita, D. (2017). Aplikasi Pelayanan Target Operasi Pelanggan Automatic Meter Reading (AMR) pada PT . PLN (Persero) WS2JB Area Palembang Berbasis Mobile. 3(1), 4–9.
- [12] Sunaya, I. G. A. M., Wardana, I. N. K., & Sukarma, I. N. (2017). A Web-based Automatic Meter Reading for Electric Power Monitoring. 1–5.
- [13] Wiratama, F. I., Syaifuddin, M., Wibowo, I. K., Ardilla, F., & Purnomo, A. (2019). Gas billing system based on automatic meter reading on diaphragm gas meter with email notification. *International Electronics Symposium on Knowledge Creation and Intelligent Computing, IES-KCIC 2018 - Proceedings*, 395–402. <https://doi.org/10.1109/KCIC.2018.8628521>
- [14] Prasaja, J. D., & Handoko, S. (2015). Fuzzy Clustering Pada Proyeksi Kebutuhan Energi Listrik Di Indonesia Sampai Tahun 2025. 1–8.
- [15] Prahastono, I., King, D. J., Ozveren, C. S., & Bradley, D. (2008). Electricity load profile classification using fuzzy c-means method. *Proceedings of the Universities Power Engineering Conference*. <https://doi.org/10.1109/UPEC.2008.4651527>
- [16] Syarif, R., Furqon, M. T., & Adinugroho, S. (2018). Perbandingan Algoritme K-Means Dengan Algoritme Fuzzy C Means (FCM) Dalam Clustering Moda Transportasi Berbasis GPS. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer (J-PTIIK) Universitas Brawijaya*, 2(10), 4107–4115.
- [17] Agustina, N., & Prihandoko. (2018). Perbandingan Algoritma K-Means Dengan Algoritma Fuzzy C-Means Untuk Clustering Tingkat Kedisiplinan Kinerja Karyawan. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 2(3), 621–626. <https://doi.org/https://doi.org/10.29207/resti.v2i3.492> “Energy harvesting optimization for built-in power replacement of electronic multisensory architecture.”
- [18] Febrianti, F., Hafiyusholeh, M., & Asyhar, A. H. (2016). Perbandingan Pengklusteran Data Iris Menggunakan Metode K-Means Dan Fuzzy C-Means. *Jurnal Matematika “MANTIK,”* 2(1), 7. <https://doi.org/10.15642/mantik.2016.2.1.7-13>
- [19] Asri, Y., Palupiningsih, P., Haryono, & Reviansya, R. M. (2019). Clustering the basic human category indicator levels in Banten region. *Journal of Physics: Conference Series*, 1218(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1218/1/012034>
- [20] Wiharja, U. (2017). Analisa Deteksi Ketidaknormalan Meter Elektronik. *Jurnal Ilmiah Elektrokrisna*, 6(1), 89–96.
- [21] Binilang, R. B., Tumaliang, H., Lisi, F., & Elektro-ft, J. T. (2017). Studi Analisa Rugi Daya Pada Saluran Distribusi Primer 20 kV Di Kota Tahuna. *E-Journal Teknik Elektro Dan Komputer*, 6(2), 69–78.

- [22] Muchtar, H., & Sopian, Y. (2017). Studi Verifikasi Sistem Ketidakseimbangan Beban Pada Jaringan Tegangan Rendah Menggunakan Alat Phb – Sr (Peralatan Hubung Bagi Sambungan Rumah) Di Wilayah Pln Area Cempaka Putih. *Elektum*, 14(1), 1. <https://doi.org/10.24853/elektum.14.1.1-8>
- [23] Widiyanto, M. T. A. C. (2019). Perbandingan Validitas Fuzzy Clustering pada Fuzzy C-Means Dan Particle Swarms Optimazation (PSO) pada Pengelompokan Kelas. *JISKa*, 4(1), 22–37.