

KLASIFIKASI KUALITAS REDAMAN KABEL FIBER OPTIK BERDASARKAN TERMINASI MENGUNAKAN ALGORITMA K-MEANS

Oleh:

Naufal Galfan Syah,

Arif Senja Fitriani

Progam Studi Informatika

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Juni, 2025

Pendahuluan

Dalam era digital, kebutuhan akan transmisi data yang cepat dan stabil semakin penting, dan teknologi fiber optik menjadi solusi utama dibandingkan kabel tembaga tradisional. Fiber optik memiliki keunggulan seperti kecepatan tinggi, kapasitas besar, redaman rendah, serta daya tahan terhadap lingkungan ekstrem dan interferensi elektromagnetik.

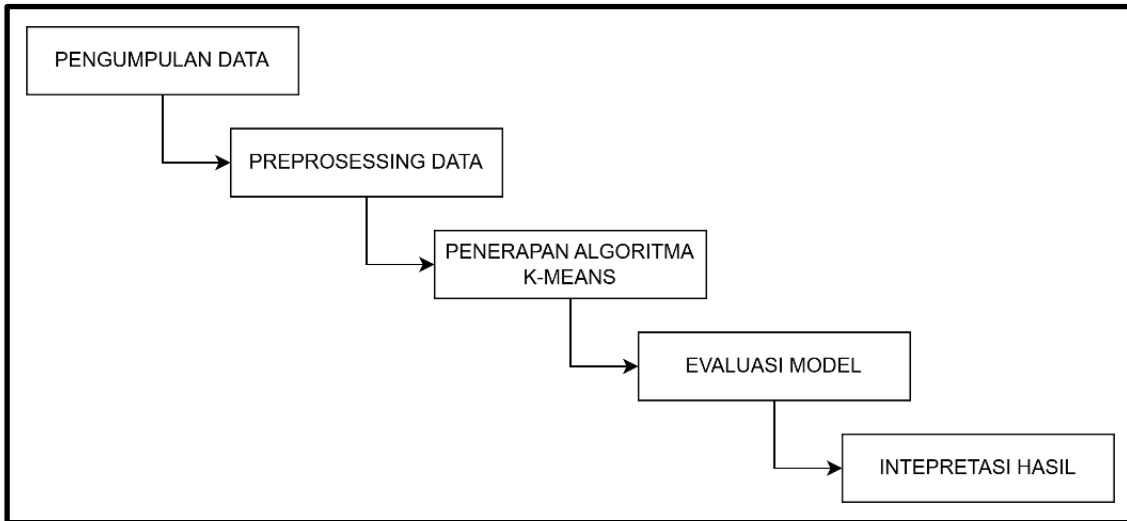
Penelitian ini bertujuan mengklasifikasikan kualitas redaman kabel fiber optik berdasarkan terminasi menggunakan algoritma K-Means. Hasil klasifikasi akan membantu mengelompokkan kualitas redaman ke dalam kategori, yang dapat mendukung pengambilan keputusan terkait pemeliharaan dan peningkatan performa jaringan fiber optik.

Pertanyaan Penelitian (Rumusan Masalah)

Bagaimana klasifikasi kualitas redaman fiber optik dengan algoritma K-Means?

Seberapa efektif algoritma K-Means dengan pendekatan seleksi fitur dibandingkan dengan semua fitur?

Metode



Tahapan Penelitian

- **Pengumpulan Data:** Menggunakan data hasil pengukuran dilapangan mengenai parameter teknis kabel fiber optik dan pada sistem monitoring.
- **Prapemrosesan Data:** Meliputi pembersihan data, seleksi fitur dan konversi menjadi numerik.
- **Implementasi Algoritma K-Means:** Menggunakan dua model berbeda, yaitu model dengan seleksi fitur dan model yang menggunakan semua fitur untuk membandingkan performanya.
- **Evaluasi Model:** Menggunakan Sum of Squared Errors (SSE) (Elbow Method) dan Silhouette Coefficient untuk mengevaluasi kualitas kluster yang dihasilkan.
- **Interpretasi Hasil:** Membandingkan performa kedua model berdasarkan evaluasi klusterisasi dan interpretasi untuk mendukung keputusan teknis.

Hasil

Atribut Penelitian

No. Atribut	Atribut	Deskripsi
f1	fiber_length	Panjang kabel fiber optik dalam jaringan, diukur dalam meter.
f2	fiber_type	Jenis kabel fiber optik yang digunakan
f3	connector_type	Jenis connector pada kabel fiber optik
f4	olt_txpower	Daya transmisi dari Optical Line Terminal
f5	olt_rxpower	Daya yang diterima di sisi OLT, diukur dalam dBm
f6	olt_temperature	Suhu perangkat OLT, diukur dalam derajat Celsius (° C)
f7	olt_splitter	Jenis splitter pasif di sisi Optical Line Terminal (OLT)
f8	odc_splitter	Jenis splitter pasif di sisi Optical Distribution Cabinet (ODC)

No. Atribut	Atribut	Deskripsi
f9	odp_splitter	Jenis splitter pasif di sisi Optical Distribution Point (ODP)
f10	ont_txpower	Daya transmisi dari Optical Network Terminal (ONT)
f11	ont_rxpower	Daya yang diterima di sisi ONT
f12	ont_temperature	Suhu perangkat ONT
f13	wavelength	Panjang gelombang fiber optik
f14	onu_link_status	Status koneksi antara Optical Network Unit (ONU)/ONT dengan OLT
f15	spec_status	Standar kualitas redaman yang dipenuhi oleh kabel fiber optik
f16	loss	Selisih redaman dari daya transmisi OLT hingga daya terima ONT

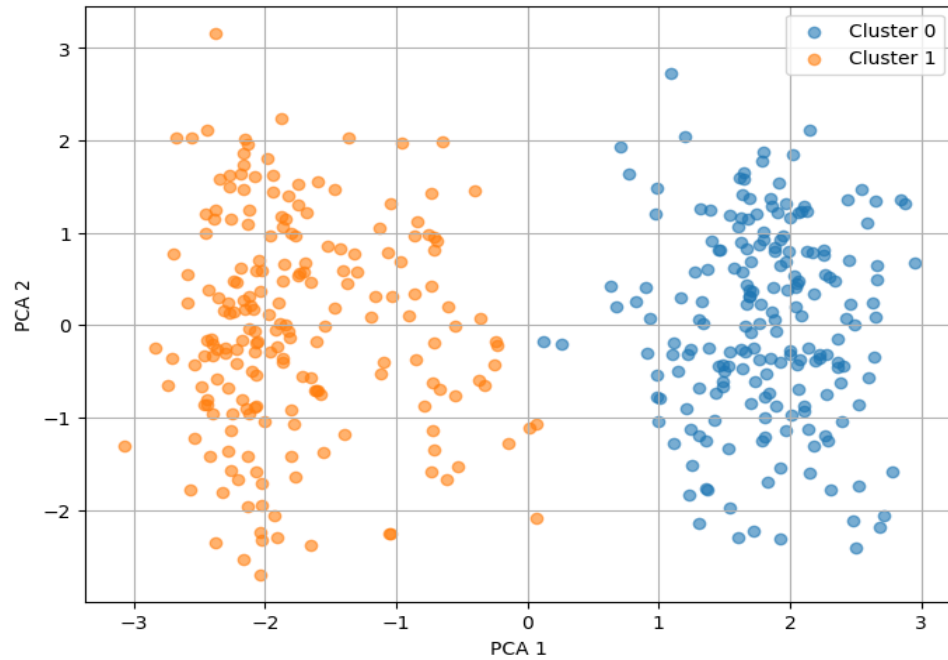
Hasil

Sample Dataset

f1	f2	f3	f4	f5	f6	f7	f8	f9	f10	f11	f12	f13	f14	f15	f16
1025	SM	SC	4,39	-31,26	37	1:2	1:4	1:8	1,96	-29,68	49	1490	ONLINE	UNSPEC	34,07
1064	SM	SC	4,11	-19,49	32	1:2	1:2	1:16	2,13	-21,38	46	1490	ONLINE	SPEC	25,49
1066	SM	SC	4,04	-23,2	38	1:2	1:2	1:8	2,22	-29,63	55	1490	ONLINE	UNSPEC	33,67
1089	SM	SC	4,27	-32,57	33	1:2	1:4	1:8	2,06	-30,64	39	1490	ONLINE	UNSPEC	34,91
1097	SM	SC	3,57	-32,38	34	1:2	1:2	1:8	2,33	-26,31	50	1490	ONLINE	UNSPEC	29,88
1100	SM	SC	4,06	-32,39	33	1:2	1:2	1:16	1,94	-30,43	53	1490	ONLINE	UNSPEC	34,49
1104	SM	SC	3,93	-18,55	36	1:2	1:4	1:16	1,78	-20,39	39	1490	ONLINE	SPEC	24,32
1107	SM	SC	4,23	-31,71	38	1:2	1:4	1:8	2,28	-29,67	41	1490	ONLINE	UNSPEC	33,9
1110	SM	SC	4,01	-31,36	33	1:2	1:2	1:16	2,06	-29,7	32	1490	ONLINE	UNSPEC	33,71

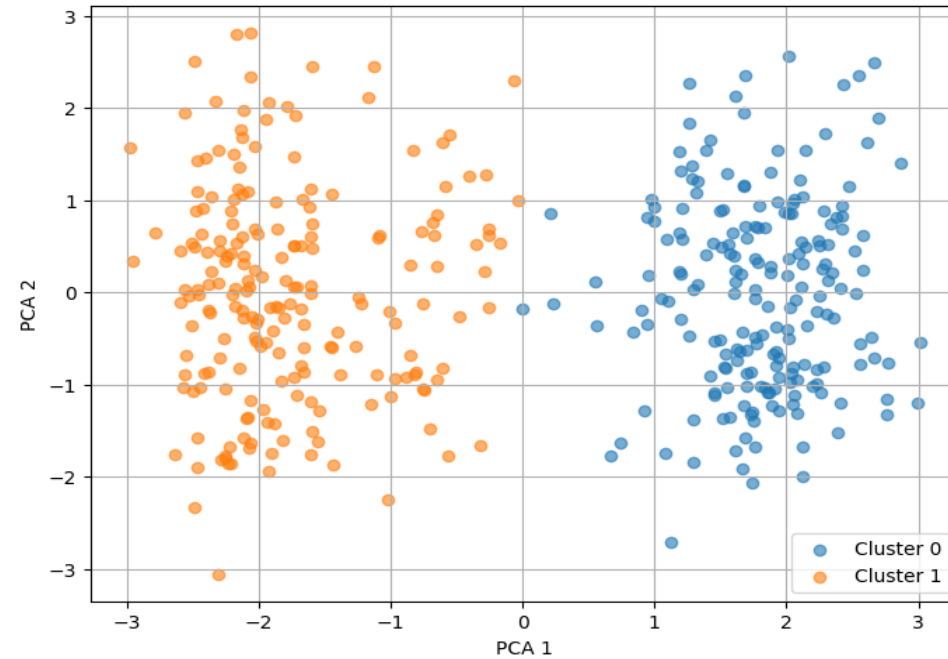
Hasil

Visualisasi 2D Kluster - Model 1



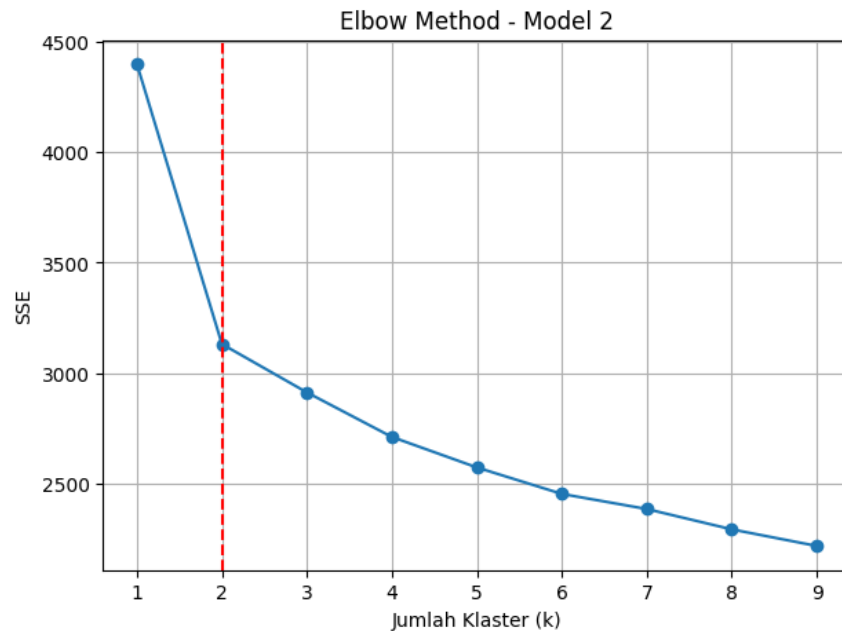
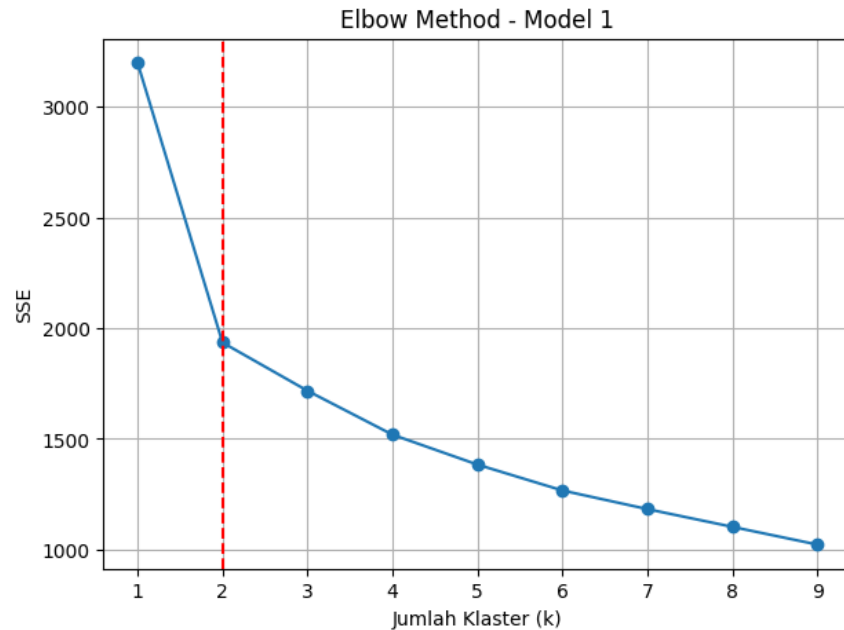
	count
cluster_model1	
0	197
1	203

Visualisasi 2D Kluster - Model 2



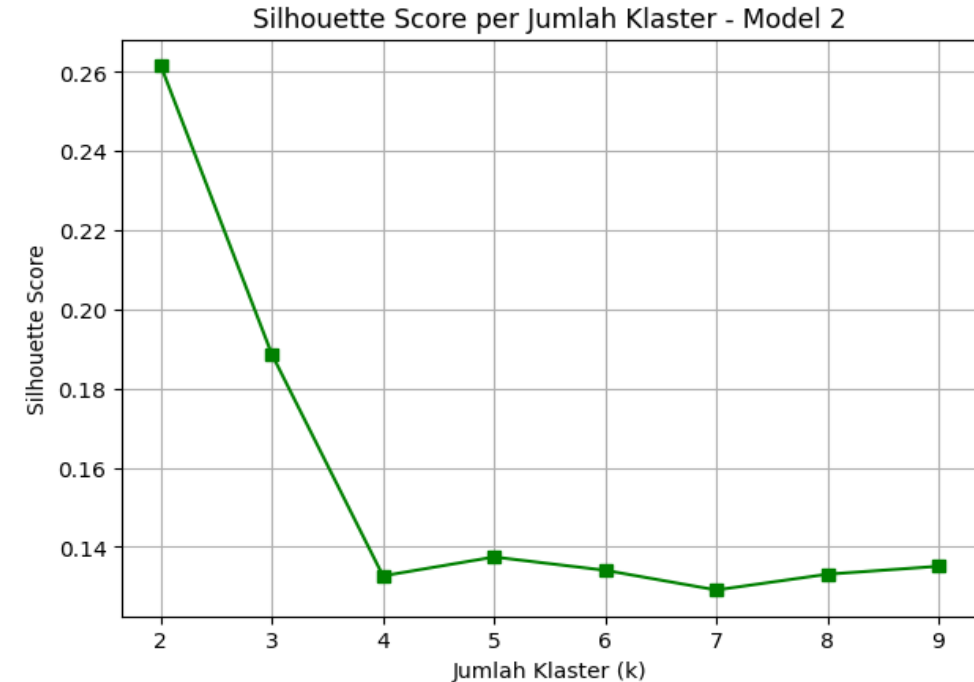
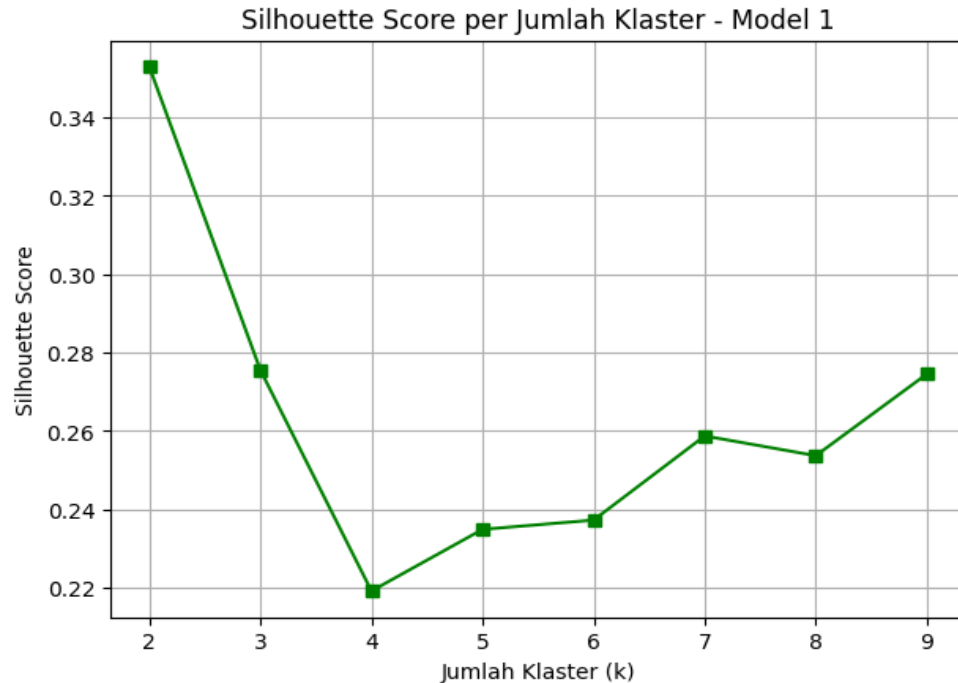
	count
cluster_model2	
0	198
1	202

Hasil



Evaluasi menggunakan metode **Elbow Method** menunjukkan bahwa jumlah kluster optimal untuk kedua model adalah **k=2**. Nilai SSE untuk model pertama adalah **1935.5**, sedangkan model kedua memiliki SSE lebih tinggi, yaitu **3130.93**. Grafik menunjukkan penurunan tajam hingga k=2, diikuti oleh penurunan yang lebih lambat dan landai. Menegaskan bahwa dua kluster merupakan pilihan paling optimal untuk klasifikasi ini.

Hasil



Evaluasi dengan metode **Silhouette Coefficient** menunjukkan bahwa jumlah kluster optimal adalah **k=2** untuk kedua model. Namun, model pertama memiliki nilai Silhouette Coefficient lebih tinggi (**0.3529**) dibandingkan model kedua (**0.2616**). Hal ini menandakan bahwa model pertama menghasilkan pemisahan kluster yang lebih baik.

Pembahasan

Penelitian ini berhasil mengklasifikasikan model klasifikasi kualitas redaman fiber optic menggunakan algoritma **K-Means**. Hasil distribusi klaster pada kedua model menunjukkan keseimbangan yang baik, yaitu:

- **Model Pertama:** Klaster 0 sebanyak **197 data**, Klaster 1 sebanyak **203 data**.
- **Model Kedua:** Klaster 0 sebanyak **198 data**, Klaster 1 sebanyak **202 data**.

Meski demikian, **model pertama** memiliki performa lebih unggul karena hasil dari evaluasi lebih baik. Dengan Interpretasi hasil:

- **Klaster 0:** Redaman tinggi (berpotensi mengganggu kualitas layanan).
- **Klaster 1:** Redaman rendah atau normal.

Hasil ini berguna untuk pengambilan keputusan teknis dalam pemeliharaan jaringan fiber optik agar performa tetap optimal.

Pembahasan

- Model dengan seleksi fitur menghasilkan kualitas kluster lebih baik.
- SSE yang rendah menunjukkan kedekatan data dalam kluster yang optimal.
- Silhouette Coefficient tinggi menunjukkan pemisahan antar kluster yang jelas.
- Klusterisasi efektif membedakan kondisi jaringan redaman tinggi dan rendah.

Simpulan

Penelitian ini berhasil menerapkan algoritma **K-Means** untuk klasifikasi kualitas redaman jaringan fiber optik dengan dua pendekatan, yaitu **dengan dan tanpa seleksi fitur**. Dari 400 data yang digunakan, model pertama dengan seleksi fitur menunjukkan performa terbaik, yaitu:

- **SSE**: 1935.5 (lebih rendah)
- **Silhouette Coefficient**: 0.3529 (lebih tinggi)

Hasil ini menunjukkan bahwa **seleksi fitur** meningkatkan kualitas klasifikasi. Kluster yang terbentuk dikategorikan ke dalam kondisi redaman rendah (normal) dan redaman tinggi (berpotensi gangguan), yang bermanfaat untuk pengambilan keputusan teknis dalam pemeliharaan jaringan.

Pada penelitian selanjutnya disarankan mengeksplorasi algoritma clustering lain seperti DBSCAN atau Hierarchical Clustering, menambah jumlah dan variasi data untuk generalisasi yang lebih baik, menerapkan teknik reduksi dimensi (Principal Component Analysis/PCA) guna optimalisasi seleksi fitur.

Temuan Penting Penelitian

Pemilihan fitur secara tepat meningkatkan kualitas klasifikasi secara signifikan.

Algoritma K-Means terbukti efektif dalam pengelompokan otomatis kualitas redaman fiber optik.

Manfaat Penelitian

Membantu penyedia layanan jaringan fiber optik dalam deteksi dini kondisi redaman tinggi.

Mempermudah pengambilan keputusan pemeliharaan jaringan.

Berpotensi dikembangkan sebagai sistem monitoring otomatis jaringan fiber optik.

Referensi

- [1] P. Yusman, D. U. Dari, D. Al Farabi, and R. Ardana, “ANALISIS MANAGEMENT DAN REDAMAN FIBER OPTIC PADA PT . JALUR NET INFOTEK,” *BHAKTI NAGORI J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 4, pp. 31–37, 2024, doi: 10.36378/bhakti_nagori.v4i1.3886.
- [2] Muhammad Ridhwan and Lela Nurpulaela, “Analisis Penggunaan Jaringan Fiber Optik Di Area Kawasan Bijb Kertajati,” *J. Ilm. Wahana Pendidik.*, vol. 9, no. 14, pp. 467–479, 2023.
- [3] M. A. Rahmatulloh, D. Hanto, M. Yantidewi, Agitta Rianaris, and R.A. Firdaus, “Analisis Redaman Fiber Optik dengan Menggunakan Pemodelan Software Optisystem,” *J. Kolaboratif Sains*, vol. 6, no. 7, pp. 630–639, 2023, doi: 10.56338/jks.v6i7.3795.
- [4] M. Nurwahidah, U. A. Ahmad, R. E. Saputra, and P. Y. Pangestu, “Analisis Jarak Jangkauan Jaringan Fiber To The Home (Ftth) dengan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (Gpon) Berdasarkan Link Power Budget,” *Pros. Semin. Nas. Tek. Elektro dan Inform.*, vol. 8, no. September, pp. 203–207, 2021.
- [5] D. Setiawan, O. Yuliani, P. Studi Teknik Elektro, and F. Teknologi dan Industri ITNY, “Triple Play (3P) Di Kirana Garden Residence Yogyakarta,” *Jmte*, vol. 04, no. 02, pp. 20–29, 2023.
- [6] I. M. Zukri, “Analisis Pengaruh Penggunaan Passive Splitter Pada Optical Distribution Point (Odp) Terhadap Kinerja Jaringan Di Rumah Pelanggan,” *J. Ilm. Poli Rekayasa*, vol. 18, no. 1, p. 32, 2022, doi: 10.30630/jipr.18.1.249.
- [7] M. N. Ikhsanto and A. Setiawan, “Jaringan Akses Fiber To The Home (FTTH) Dengan Teknologi Gigabyte Passive Optical Network (GPON) PT. Telkom Kota Metro,” *J. Comput. Sci. Inf. Syst. J-Cosys*, vol. 4, no. 1, pp. 57–63, 2024, doi: 10.53514/jco.v4i1.497.
- [8] Suwandi, Y. Akbar, and D. I. Mulyana, “Optimasi Gigabit Passive Optical Network dan Algoritma Naïve Bayes dalam Analisis Jaringan FTTH,” *J. JTIK (Jurnal Teknol. Inf. dan Komunikasi)*, vol. 9, no. 1, pp. 186–192, Nov. 2024, doi: 10.35870/jtik.v9i1.3058.
- [9] H. Liu, J. Chen, J. Dy, and Y. Fu, “Transforming Complex Problems Into K-Means Solutions,” *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 45, no. 7, pp. 9149–9168, 2023, doi: 10.1109/TPAMI.2023.3237667.
- [10] S. M. Miraftabzadeh, C. G. Colombo, M. Longo, and F. Foiadelli, “K-Means and Alternative Clustering Methods in Modern Power Systems,” *IEEE Access*, vol. 11, no. September, pp. 119596–119633, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3327640.
- [11] A. Yudhistira 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.

Referensi

- [12] C. Shi, B. Wei, S. Wei, W. Wang, H. Liu, and J. Liu, "A quantitative discriminant method of elbow point for the optimal number of clusters in clustering algorithm," *Eurasip J. Wirel. Commun. Netw.*, vol. 2021, no. 1, 2021, doi: 10.1186/s13638-021-01910-w.
- [13] D. M. Putri, A. S. Imananda, and N. Prisanta, "Penggunaan Algoritma K-Means dan K-Medoids untuk Pengembangan Strategi Promosi Penerimaan Mahasiswa Baru," *SMATIKA J.*, vol. 14, no. 02, pp. 388–398, Dec. 2024, doi: 10.32664/smatika.v14i02.1474.
- [14] R. Sharma and S. Arora, "Analysis of K-Means Clustering Algorithm," *Int. J. Eng. Res. Technol.*, vol. 11, no. 06, pp. 150–153, 2022, doi: 10.17577/IJERTV11IS060047.
- [15] R. Cohn and E. Holm, "Unsupervised Machine Learning Via Transfer Learning and k-Means Clustering to Classify Materials Image Data," *Integr. Mater. Manuf. Innov.*, vol. 10, no. 2, pp. 231–244, 2021, doi: 10.1007/s40192-021-00205-8.
- [16] A. Pegado-Bardayo, A. Lorenzo-Espejo, J. Muñuzuri, and A. Escudero-Santana, "A review of unsupervised k-value selection techniques in clustering algorithms," *J. Ind. Eng. Manag.*, vol. 17, no. 3, p. 641, 2024, doi: 10.3926/jiem.6791.
- [17] B. Adi Nugroho, A. Endang Jayati, and P. Muliandi, "Analisa Kualitas Jaringan Akses Indihome Berdasarkan Teknologi Msan Dan Gpon Di Sto Majapahit," *Tek. Elektro*, pp. 1–6, 2021.
- [18] R. D. Dana, D. Soilihudin, R. H. Silalahi, D. . Kurnia, and U. Hayati, "Competency test clustering through the application of Principal Component Analysis (PCA) and the K-Means algorithm," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1088, no. 1, p. 012038, 2021, doi: 10.1088/1757-899x/1088/1/012038.
- [19] C. Fan, M. Chen, X. Wang, J. Wang, and B. Huang, "A Review on Data Preprocessing Techniques Toward Efficient and Reliable Knowledge Discovery From Building Operational Data," *Front. Energy Res.*, vol. 9, no. March, pp. 1–17, 2021, doi: 10.3389/fenrg.2021.652801.
- [20] S. M. Javidan, A. Banakar, K. A. Vakilian, and Y. Ampatzidis, "Diagnosis of grape leaf diseases using automatic K-means clustering and machine learning," *Smart Agric. Technol.*, vol. 3, no. March 2022, 2023, doi: 10.1016/j.atech.2022.100081.
- [21] E. U. Oti, M. O. Olusola, F. C. Eze, and S. U. Enogwe, "Comprehensive Review of K-Means Clustering Algorithms," *Int. J. Adv. Sci. Res. Eng.*, vol. 07, no. 08, pp. 64–69, 2021, doi: 10.31695/ijasre.2021.34050.
- [22] A. A. Aldino, D. Darwis, A. T. Prastowo, and C. Sujana, "Implementation of K-Means Algorithm for Clustering Corn Planting Feasibility Area in South Lampung Regency," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1751, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1751/1/012038.

Referensi

- [23] Z. Ning, J. Chen, J. Huang, U. J. Sabo, Z. Yuan, and Z. Dai, “WeDIV – An improved k-means clustering algorithm with a weighted distance and a novel internal validation index,” *Egypt. Informatics J.*, vol. 23, no. 4, pp. 133–144, 2022, doi: 10.1016/j.eij.2022.09.002.
- [24] L. P. Refialy, H. Maitimu, and M. S. Pesulima, “Perbaikan Kinerja Clustering K-Means pada Data Ekonomi Nelayan dengan Perhitungan Sum of Square Error (SSE) dan Optimasi nilai K cluster,” *Techno.Com*, vol. 20, no. 2, pp. 321–329, 2021, doi: 10.33633/tc.v20i2.4572.
- [25] J. Wala, H. Herman, R. Umar, and S. Suwanti, “Heart Disease Clustering Modeling Using a Combination of the K-Means Clustering Algorithm and the Elbow Method,” *Sci. J. Informatics*, vol. 11, no. 4, pp. 903–914, Dec. 2024, doi: 10.15294/sji.v11i4.14096.
- [26] W. B. Syamhuri, M. T. Furqon, and C. Dewi, “Pengelompokan Film Berdasarkan Alur Cerita menggunakan Metode Self Organizing Maps dan Silhouette Coefficient,” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 6, no. 12, pp. 5898–5904, 2022, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [27] S. Suraya, M. Sholeh, and U. Lestari, “Evaluation of Data Clustering Accuracy using K-Means Algorithm,” *Int. J. Multidiscip. Approach Res. Sci.*, vol. 2, no. 01, pp. 385–396, 2023, doi: 10.59653/ijmars.v2i01.504.
- [28] A. S. Ritonga and I. Muhandhis, “Clustering Data Tweet E-Commerce Menggunakan Metode K-Means (Studi Kasus Akun Twitter Blibli Indonesia),” *Smatika J.*, vol. 12, no. 01, pp. 75–84, 2022, doi: 10.32664/smatika.v12i01.665.
- [29] T. Seyam *et al.*, “Next-Generation K-Means Clustering: Mojo-Driven Performance for Big Data,” *Int. J. Intell. Inf. Syst.*, vol. 14, no. 1, pp. 7–19, Mar. 2025, doi: 10.11648/j.ijis.20251401.12.
- [30] V. No, D. Prasetyawan, A. Mulyanto, and R. Gatra, “Edumatic : Jurnal Pendidikan Informatika Pemetaan Lintasan Karir Alumni Berdasarkan Analisis Cluster : Kombinasi K-Means dan Reduksi Dimensi Autoencoder,” *Edumatic J. Pendidik. Inform.*, vol. 9, no. 1, pp. 198–207, 2025, doi: 10.29408/edumatic.v9i1.29713.
- [31] M. A. Amri, A. A. N. Risal, M. F. Bakri, and D. F. Suriyanto, “Mini-Batch K-Means Clustering Untuk Pengelompokan Kemandirian Daerah Di Sulawesi Selatan,” *J. Inform. Polinema*, vol. 11, no. 2, pp. 235–244, Feb. 2025, doi: 10.33795/jip.v11i2.6871.
- [32] D. Hartama and M. Anjelita, “Analysis of Silhouette Coefficient Evaluation with Euclidean Distance in the Clustering Method (Case Study: Number of Public Schools in Indonesia),” *J. Mantik*, vol. 6, no. 3, pp. 3667–3677, 2022, [Online]. Available: <https://iocscience.org/ejournal/index.php/mantik/article/view/3318>
- [33] H. Mulyani, R. A. Setiawan, and H. Fathi, “Optimization of K Value in Clustering Using Silhouette Score (Case Study: Mall Customers Data),” *J. Inf. Technol. Its Util.*, vol. 6, no. 2, pp. 45–50, 2023, doi: 10.56873/jitu.6.2.5243.

