

Pemodelan Segmentasi Transaksi Jual Beli Produk Menggunakan Pendekatan Model K-Means dan Subtractive Clustering Studi Kasus Survey Pada Beberapa Cabang Optik Retail

Yozika Arvio^{1*)}; Jan Everhard Riwurohi²; Erno Kurniawan Dewantara²

1. Teknik Informatika, Fakultas Telematika Energi, Institut Teknologi PLN, DKI Jakarta 11750, Indonesia
2. Universitas Budi Luhur, DKI Jakarta 12260, Indonesia

^{*)}Email: yozika@itpln.ac.id

Received: 9 Januari 2023 | Accepted: 3 Maret 2023 | Published: 25 April 2023

ABSTRACT

A professional optical retailer has several branches throughout Indonesia that offer various types of products ranging from eyeglass lenses, eyeglass frames, contact lenses, and accessories from various brands. Sales data at all retail optical branches has a fairly large volume, namely a total of 95,308 products during 2019 in which there are variations in eyewear products that are quite diverse, making it difficult to group the various types of variations for each type of eyewear product that is available. One way to classify sales data based on customer characteristics is that we can use segmentation with clustering, that is the data is grouped based on sales characteristics. The clustering process can be carried out using the K-Means Algorithm where the data used is the result of a survey on sales of eyewear products in 3 optical branches. The results of calculations using the K-means algorithm in this study obtained 3 clusters with product brand criteria, sales volume, and different prices in each branch. While the Subtractive calculation is looking for the maximum potential value that exists, so that the number of clusters produced is 1 cluster which shows the best-selling eyewear product in each branch. The final result in the form of mapping patterns of customer behavior can later be used as a strategy for providing products to be sold in the following year by decision makers.

Keywords: Segmentation, Sales, Clustering, K-Means, Subtractive Clustering

ABSTRAK

Suatu Retail optik profesional memiliki beberapa cabang di seluruh Indonesia yang menawarkan berbagai jenis produk mulai dari lensa kacamata, frame kacamata, lensa kontak dan aksesoris dari berbagai brand. Data penjualan di seluruh cabang optik retail memiliki volume yang cukup besar yaitu sejumlah 95.308 produk selama tahun 2019. Dimana di dalamnya terdapat variasi produk kacamata yang cukup beragam sehingga menyulitkan untuk melakukan pengelompokan terhadap berbagai jenis variasi untuk setiap jenis produk kacamata yang ada. Salah satu cara untuk mengelompokkan data penjualan berdasarkan karakteristik pelanggan dapat menggunakan segmentasi dengan Clustering yaitu dimana data dikelompokkan berdasarkan karakteristik penjualan. Proses clustering dapat dilakukan dengan menggunakan Algoritma K-Means dimana data yang digunakan merupakan hasil survey penjualan produk kacamata di 3 cabang optik. Hasil perhitungan menggunakan Algoritma K-means pada penelitian ini didapat sebanyak 3 cluster dengan kriteria merk produk, jumlah penjualan, dan harga yang berbeda di setiap cabangnya. Sedangkan pada perhitungan Subtractive adalah mencari nilai maksimal potensial yang ada, sehingga jumlah cluster yang dihasilkan adalah 1 cluster yang menunjukkan produk kacamata paling laris di masing-masing cabang. Hasil akhir berupa pemetaan pola perilaku pelanggan nantinya dapat digunakan sebagai strategi penyediaan produk yang akan dijual pada tahun berikutnya oleh para pengambil keputusan.

Kata kunci: Segmentasi, Penjualan, Clustering, K-Means, Subtractive Clustering

1. PENDAHULUAN

Suatu Optik group retail mempunyai 17 cabang yang berada diberbagai kota di Indonesia seperti Pekanbaru, Padang, Jakarta, Bandung, Jambi, Tanjung Pinang, Muaro Bungo serta Duri. Dengan menyasar pasar berbagai segmen masyarakat dan menawarkan berbagai jenis produk frame kacamata, lensa kontak dan aksesoris dari berbagai brand.

Perkembangan teknologi serta komunikasi saat ini, terdapat optik-optik yang bermunculan baik yang sudah ada dengan membuka cabang optik baru ataupun pesaing baru yang melakukan penjualan secara *online*, hal ini tentunya mempengaruhi segmen pasar atau pelanggan dari Optik Retail. Dalam rangka mengatasi hal tersebut maka suatu Optik perlu menaikkan daya beli agar tetap dapat bertahan dan bersaing dengan optik lain khususnya pada bidang penjualan [1].

Data penjualan di seluruh cabang Optik retail ini memiliki volume yang cukup besar sejumlah 95.308 produk selama tahun 2019. Dimana didalamnya terdapat 20 jenis variasi kacamata yang cukup beragam sehingga menyulitkan untuk melakukan pengelompokan terhadap berbagai jenis variasi untuk setiap jenis kacamata yang ada. Pengelompokan data penjualan diperlukan sebagai data pendukung untuk melakukan prediksi dan analisa untuk penjualan di tahun berikutnya yang berdampak pada modal yang harus dikeluarkan oleh perusahaan.

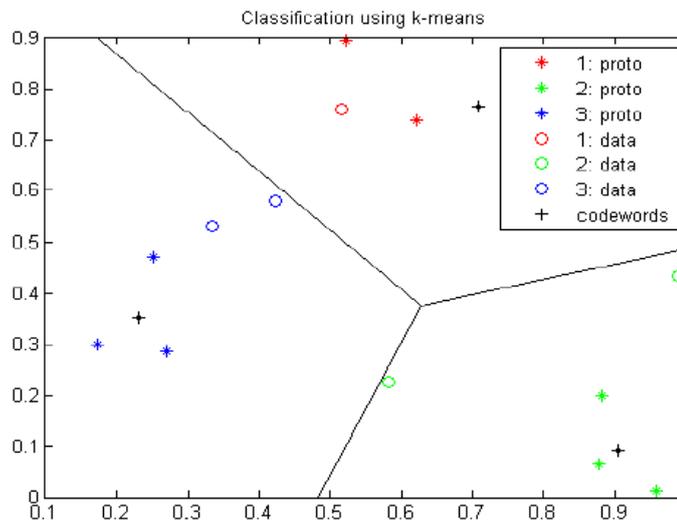
Dari beberapa jenis produk kacamata yang dijual di Optik retail tidak semua produk laku dan memiliki volume penjualan yang berbeda pada masing-masing cabang. Maka salah satu cara untuk mengelompokkan data penjualan berdasarkan karakteristik konsumen dapat menggunakan segmentasi terhadap berbagai jenisnya [2] [3] [4] [5].

Metode yang dapat digunakan untuk mengatasi hal di atas menggunakan *Clustering* [6] [7] [8] [9], dimana clustering merupakan pengelompokan data kedalam beberapa group sehingga masing-masing group mempunyai suatu persamaan yang esensial. terdapat beberapa penelitian yang sudah dilakukan diantaranya ialah [10] untuk dapat melihat penjualan yang paling banyak diminati pelanggan, manfaatnya untuk mempermudah analisis data yang besar serta mempermudah menyampaikan informasi tentang pengolahan data penjualan. Kemudian penelitian [11] dimana dilakukan analisa terhadap karakteristik konsumen pada dealer motor agar dapat memudahkan pemilihan segmentasi konsumen dengan menerapkan metode K-means.

Hasil yang didapat nantinya bisa digunakan sebagai acuan perencanaan penyediaan produk yang akan dijual pada tahun berikutnya oleh para pengambil keputusan. Dimana perencanaan penyediaan dari kacamata yang nantinya disediakan bagi pelanggan tersebut dapat mengefisiensikan jumlah modal yang harus disediakan untuk proses pembeliannya.

2. METODE/PERANCANGAN PENELITIAN

Metode *Clustering* yang akan dibahas pada penelitian ini adalah metode *K-Means* dan *Subtractive Clustering*. Algoritma K-Means ialah salah satu algoritma yang sering digunakan di dalam teknik pengelompokan karena melibatkan pengiraan yang efisien dan tidak memerlukan banyak parameter. K-Means menggunakan k kelompok yang telah ditetapkan (k kelompok pertama sebagai centroid) dan secara beriterasi akan melalui proses pengiraan titik tengah (min) sehingga sesuatu fungsi kriteria dicapai (kelompok adalah tetap) [12]. Di dalam teknik pengelompokan, pengiraan untuk membedakan di antara kelompok dilakukan menggunakan satu algoritma yang dipanggil fungsi jarak yaitu tahap persamaan atau perbedaan [13]. Contoh perolehan titik pusat menggunakan K-Means dari sejumlah set data yang di gunakan diperoleh 3 cluster dapat di lihat dr kelompok data warna merah, biru dan hijau pada gambar 1.



Gambar 1. Contoh Perolehan Titik Pusat pada Matlab Menggunakan Metode K-Means

Pengukuran persamaan atau jarak merupakan tugas penting di dalam proses analisa pengelompokan di mana hampir semua teknik pengelompokan menggunakan pengiraan matriks jarak (atau perbedaan) [14] . Untuk mengukur jarak antar objek data, maupun objek data dengan pusat cluster dapat menggunakan beberapa persamaan berikut :

1. *Euclidean Distance*

Euclidean Distance merupakan metode perhitungan jarak yang dapat digunakan untuk mengukur jarak dari 2 buah titik dalam Euclidean space (meliputi bidang euclidean dua dimensi, tiga dimensi, bahkan lebih dari itu). Untuk mengukur tingkat kemiripan data dapat menggunakan rumus *Euclidean Distance* digunakan rumus berikut :

$$deuclidean (x,y)=\sqrt{\sum_{i=1}^n(x_i - y_i)^2} \dots\dots\dots(1)$$

dimana titik $x=x_1, x_2, \dots, x_n$ dan $y = y_1, y_2, \dots, y_n$ merupakan banyaknya n atribut (kolom)

2. *Manhattan Distance*

Manhattan Distance yang digunakan untuk mengukur jarak antara dua titik dalam ruang Euclidean. Ini dihitung dengan menambahkan jarak absolut antara setiap koordinat dari dua titik yang dibandingkan. *Manhattan Distance* menggunakan rumus sebagai berikut:

$$d(x,y)= \sum_{i=1}^n |x_i - y_i| \dots\dots\dots(2)$$

dimana x dan y adalah dua objek data yang memiliki n atribut bernilai numerik

3. *Chebyshev Distance*

Metode yang di gunakan untuk menghitung dengan mengambil nilai maksimum dari jarak absolut antara setiap koordinat dari dua titik yang dibandingkan. Berikut rumus *Chebyshev Distance* yang di gunakan :

$$d_{ij} = \max_k |x_{ik} - x_{jk}| \dots\dots\dots(3)$$

dimana

k = Dimensi Data

Pada algoritma subtractive clustering, penentuan anggota cluster berdasarkan derajat keanggotaan yang dimiliki setiap data pada setiap pusat cluster. Pada algoritma subtractive clustering

tidak ditentukan jumlah cluster yang terbentuk. Jumlah dan posisi pusat cluster yang terbentuk dipengaruhi oleh keragaman data. Selain itu juga dipengaruhi oleh nilai parameter radius , squash factor , accept ratio dan reject ratio . Jumlah dan posisi pusat cluster yang terbentuk pada algoritma subtractive clustering dipengaruhi oleh nilai parameter radius . Untuk mendapatkan clustering data yang optimal perlu diketahui nilai parameter radius yang tepat. Pada penelitian ini menggunakan metode partisi clustering sebagai nilai parameter untuk menentukan suatu titik data (calon pusat cluster) akan dipilih atau tidak sebagai pusat cluster, sehingga dapat diketahui pengaruh nilai parameter radius pada algoritma subtractive clustering dalam menghasilkan clustering. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai parameter radius tidak berpengaruh secara signifikan atau belum sepenuhnya menjamin dapat meningkatkan nilai rata-rata fuzzy silhouette, hal tersebut disebabkan pada algoritma subtractive clustering penentuan titik pusat cluster dipengaruhi oleh empat nilai parameter yaitu nilai parameter radius (r), squash factor (q), accept ratio (ar) dan reject ratio (rr).

Beberapa literatur [15][16] mengungkapkan mengenai konsep dasar tentang metode ini adalah untuk menentukan setiap titik dari masing-masing data yang memiliki densitas tinggi terhadap titik titik (data disekitarnya). Jika terdapat n data dimana data tersebut berada pada keadaan normal maka densitas titik data dapat dihitung sebagai berikut:

$$D_i = \sum_j^n \exp \left[- \frac{\| X_i - X_j \|^2}{(ra/2)^2} \right] \dots\dots\dots(4)$$

Dengan ra merupakan nilai positif yang menggambarkan jarak ke sekitaran titik pusat, setelah menghitung jarak setiap titik secara keseluruhan, maka titik yang mempunyai jarak tertinggi akan menjadi pusat cluster. Untuk berikutnya densitas berasal setiap titik disekitarnya akan dikurangi sebagai berikut :

$$D_i = D_i - D_k \sum_j^n \exp \left[- \frac{\| X_i - X_{c_k} \|^2}{(rb/2)^2} \right] \dots\dots\dots(5)$$

Dimana rb ialah konstanta positif. Berarti bahwa setiap titik yang berada di masing-masing pusat cluster akan terjadi pengurangan densitas. Hal ini dapat menyebabkan sulitnya titik tersebut dapat menjadi pusat cluster berikutnya. Nilai rb menunjukkan suatu lingkungan dimana yang mengakibatkan berkurangnya densitas pada titik-titik yang berada disekitarnya. Biasanya rb lebih besar dari ra dimana rb = squash factor * ra (squash factor biasanya = 1,5). Setelah densitas diperbaiki maka selanjutnya akan dicari pusat cluster yang berikutnya, setelah diperoleh pusat cluster berikutnya maka setiap titik akan diperbaiki densitasnya kembali, dan demikian seterusnya hingga beberapa iterasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diperoleh dari bagian IT sebagai user *system* adalah berupa data excel laporan penjualan dalam 1 tahun 2019 yang berisikan atribut kode produk, nama produk, cabang, nomor pesanan, nomor referensi, tanggal transaksi, quantity, harga, total dan nama pelanggan yang perlu di lakukan perhitungan dan pengolahan data selanjutnya menjadi bentuk data yang telah terakumulasi sehingga dapat dilakukan dengan proses *cluster*. Data yang dilakukan perhitungan adalah data penjualan produk di 2 cabang Optik Padang dan Optik cabang Pekanbaru. Total penjualan produk di

3 cabang tersebut yaitu 49.469 item yang terdiri dari produk kacamata frame, lensa, kontak lensa dan aksesoris.

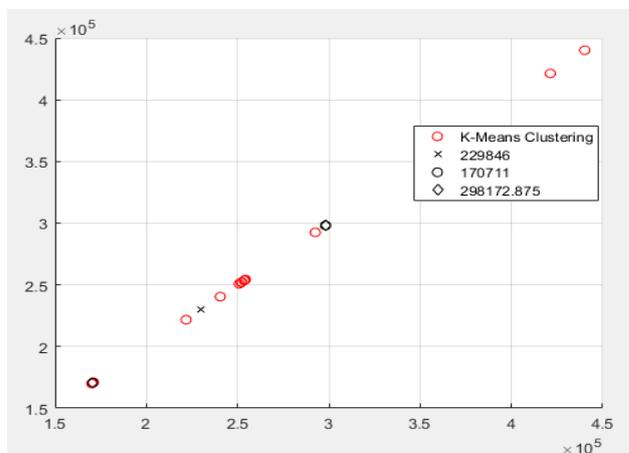
3.1. Proses Clustering Dengan Metode K-Means

Penerapan metode k-means Clustering pada 3 cabang optik dengan perhitungan jarak setiap objek ke masing-masing centroid di lakukan dengan menggunakan Euclidean Distance, Manhattan Distance dan Chebysev Distance. Dimana pada proses perhitungan ini, mengambil dataset jumlah cluster sebanyak 3 Cluster. Cluster yang akan dibentuk terdiri 3 kriteria yaitu :

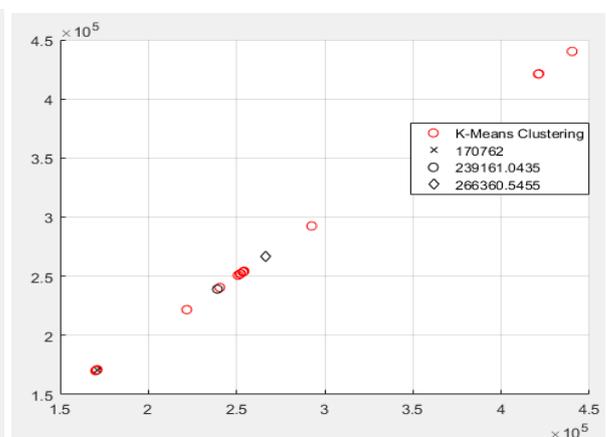
Tabel 1. Kriteria Cluster

Cluster	Kriteria
C1	Merk Frame Kacamata
C2	Jumlah Penjualan
C3	Harga

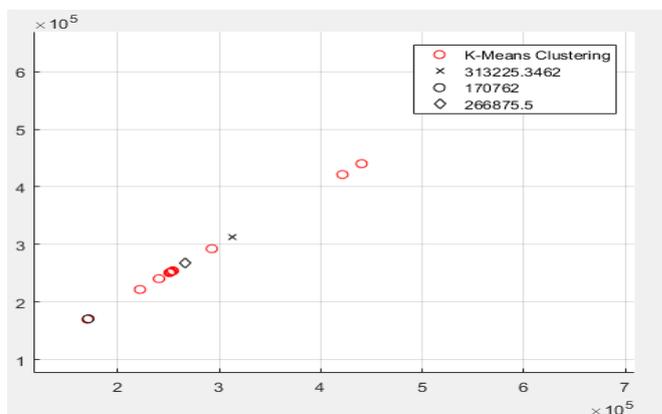
Berikut gambar pola persebaran data dan centroid pada produk frame kacamata di 3 cabang optik menggunakan aplikasi matlab:



Gambar 2. Pola persebaran data dan letak centroid metode k-means di cabang Optik Padang I



Gambar 3. Pola persebaran data dan letak centroid metode k-means di cabang Optik Padang II



Gambar 4. Pola persebaran data dan letak centroid metode k-means di Optik cabang Pekanbaru

Pada gambar 2,3,4 dapat dilihat pola sebaran data dan letak centroid dengan jumlah cluster yang terbentuk yaitu 3 cluster. Dengan data sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil *Clustering* Cabang Optik Padang I

Cluster	Kriteria	Jumlah Anggota	Anggota
C1	Merk Frame Kacamata	11	4eyes, Rayban, Boss, Burberry B-2247f, Bvista 81155-Violet,Calvinklein Jeans Ckj526, Carrera 8830-Brown, Prada, Gucci , Elle Tomford
C2	Jumlah Penjualan	19	Adidas, Asics, Baca , Badiya Frame Besi, Billabong 14365, Braun Buffel, Bvlgarri 2175-Prp, Bvrberry 8355-Blk/Svr, Carlos 1002-Brown, Cartelo 6780, Cath Kidston Ck-1065-C954, Versace, Micico, Tagheur, Guess, Hummer, Swarovski, Ted Baker
C3	Harga	5	Aigner, Bonia, Carolina Herrera Vhe-781, C-Cola 18218-Blk/Svr, Nike

Tabel 3. Hasil *Clustering* Cabang Optik Padang II

Cluster	Kriteria	Jumlah Anggota	Anggota
C1	Merk Frame Kacamata	1	BONIA
C2	Jumlah Penjualan	10	4eyes, Boss, Burberry B-2247f , Bvista 81155-Violet, Bvlgarri 2175-Prp, Cartier, C-Cola 18218-Blk/Svr, Prada, Gucci, Hummer
C3	Harga	24	Adidas, Aigner, Rayban, Asics, Baca, Badiya, Frame Besi, Billabong 14365, Braun Buffel, Bvrberry 8355-Blk/Svr, Calvinklein Jeans Ckj526, Carlos 1002-Brown, Carolina Herrera Vhe-781, Carrera 8830-Brown, Cath Kidston Ck-1065-C954, Versace, Micico, Tagheur, Guess, Elle, Swarovski, Nike, Ted Baker, Tomford

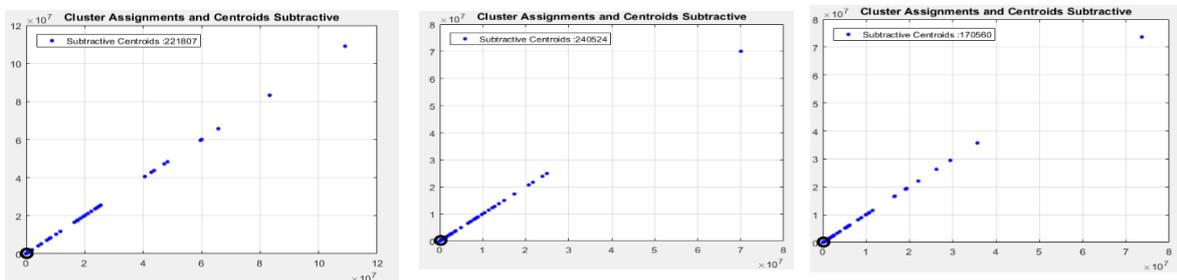
Tabel 4. Hasil *Clustering* Cabang Optik Pekanbaru

Cluster	Kriteria	Jumlah Anggota	Anggota
C1	Merk Frame Kacamata	3	Bonia, Bvista 81155-Violet, Nike
C2	Jumlah Penjualan	18	Adidas, Asics, Baca, Badiya, Frame Besi, Billabong 14365, Besi 0006-Blk/Blue,

			Bvrberry 8355-Blk/Svr, Carlos 1002-Brown, Carrera 8830-Brown, Challiol 6799, Cath Kidston Ck-1065-C954, Versace, Micico, Tagheur, Guess, Elle, Swarovski
C3	Harga	14	4eyes, Aigner, Rayban, Boss, Burberry B-2247f, Bvlgarri 2175-Prp, Calvin Klein Jeans Ckj526, Carolina Herrera Vhe-781, C-Cola 18218-Blk/Svr, Prada, Gucci, Hummer, Ted Baker, Tomford

Proses Clustering Dengan Metode Subtractive Clustering

Pada langkah akhir algoritma *subtractive* adalah mencari nilai maksimal potensial yang ada, sehingga jumlah cluster yang dihasilkan di matlab selalu 1 cluster. yang menunjukkan produk kacamata paling laris di masing-masing cabang.



Gambar 5. Pola persebaran data dan letak centroid metode subtractive

Berikut data Produk kacamata paling laris di 3 cabang Optik menggunakan perhitungan Subtractive Clustering:

Cabang Optik	Produk	Anggota Cluster	Titik Pusat Cluster
Optik Cabang Padang I		Guess	240566
Optik Cabang Pekanbaru	Frame	Nike	240571
Optik Cabang Padang II		Guess	240566
Optik Cabang Padang I		FSV ORMA 1.5 CRIZAL ALIZE	300001
Optik Cabang Pekanbaru	Lensa	FSV ORMA 1.5 CRIZAL ALIZE	300001
Optik Cabang Padang II		RX. KRYPTOK MC KACA PGX	272480
Optik Cabang Padang I		REFRESH C 15 ML (TETES MATA)	221636
Optik Cabang Pekanbaru	Aksesoris	a+ REWETTER 10 ML (TETES MATA)	221635
Optik Cabang Padang II		SOLUTION X2 60 ML	221678
Optik Cabang Padang I	Contact Lens	ACUVUE CLEAR (MONTHLY)	221634

Optik Cabang Pekanbaru	X2 GLAM	221745
Optik Cabang Padang II	LEINZ CONTACT (YEARLY)	210962

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil cluster dan analisa terhadap penjualan produk kacamata selama 1 tahun di cabang Optik Padang I, II dan cabang Pekanbaru maka diperoleh kesimpulan yaitu proses pengelompokan data penjualan produk kacamata dapat dilakukan dengan menggunakan 2 metode *Clustering* yaitu dengan metode K-Means dan *Subtractive*, dimana pada metode K-Means jumlah *cluster* dapat ditentukan sesuai dengan permintaan pengguna. Semakin banyak jumlah *cluster* yang terbentuk maka semakin sedikit anggota himpunan *cluster* yang terbentuk, semakin sedikit jumlah *cluster* yang dibentuk maka semakin banyak anggota himpunan *cluster*nya. Hasil anggota himpunan *cluster* yang terbentuk dapat menjadi strategi dalam penyediaan produk kacamata yang akan dijual. Dengan menggunakan metode K-Means dan *Subtractive Clustering* dapat dikelompokkan dengan jelas tipe – tipe produk kacamata yang diminati oleh pelanggan pada setiap cabang optik sehingga penyediaan setiap jenis produk kacamata yang sesuai dengan minat pelanggan selalu tersedia. Saran untuk penelitian lebih lanjut dan penyempurnaan terhadap penelitian *Clustering* data penjual produk kacamata ini adalah dapat mengurutkan titik pusat *cluster* mulai dari yang paling tinggi hingga paling rendah agar pengguna dapat berinteraksi lebih mudah saat pembuatan laporan hasil akhir, jika dimungkinkan laporan hasil *cluster* selama 1 tahun tersebut dapat dicetak langsung dari system dan dapat di tambahkan 1 *variable* pendukung lagi yaitu jumlah stok produk penjualan yang sebelumnya tidak dimasukkan ke dalam data penjualan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Institusi yang sudah memberikan dukungan terhadap pelaksanaan penelitian dan penulisan jurnal ini serta penulis mengucapkan terima kasih kepada Instansi Optik Retail yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Puspitasari, “Pengaruh Modal Kerja Dan Penjualan Terhadap Laba Bersih Pada Perusahaan Food and Beverages Yang Terdaftar Di Bursa Efek Indonesia Periode 2011-2015,” *Almana J. Manaj. Dan Bisnis*, vol. 02, no. 01, pp. 100–113, 2017, [Online]. Available: <http://journal.unla.ac.id/index.php/almana/article/view/367>
- [2] A. V. Angelie, “Segmentasi Pelanggan Menggunakan Clustering K-Means Dan Model Rfm (Studi Kasus : Pt . Bina Adidaya Surabaya),” *Its*, 2017.
- [3] K. Riset *et al.*, “Implementasi K-Means Clustering Dalam Pengelompokan Penjualan Pada Produk Muhammad Ihza Ifwansah,” 2018.
- [4] I. Sangadji, Y. Arvio, and Indrianto, “Dynamic Segmentation of Behavior Patterns Based On Quantity Value Movement Using Fuzzy Subtractive Clustering Method,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 974, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1742-6596/974/1/012009.
- [5] Y. Arvio, I. B. Sangadji, H. Sikumbang, and M. D. Anjarwati, “Pendekatan Implementasi Model Subtractive Clustering Dalam Memetakan Dan Klasifikasi Data Perilaku Konsumen Listrik Tegangan Rendah Studi Kasus : Pelanggan PT PLN (Persero) UP3 Cengkareng,” *Petir*, vol. 12, no. 2, pp. 251–261, 2019, doi: 10.33322/petir.v12i2.553.
- [6] Sri Kusumadewi; Hari Purnomo, *Aplikasi logika fuzzy untuk pendukung keputusan / Sri Kusumadewi, Hari Purnomo*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2004.

- [7] Y. Syahra, M. Syahril, and Y. Y, “Implementasi Data Mining Dengan Menggunakan Algoritma Fuzzy Subtractive Clustering Dalam Pengelompokan Nilai Untuk Menentukan Minat Belajar Siswa Smp Primbana Medan,” *J. SAINTIKOM (Jurnal Sains Manaj. Inform. dan Komputer)*, vol. 17, no. 1, p. 54, 2019, doi: 10.53513/jis.v17i1.113.
- [8] I. D. Widodo, “Fuzzy subtractive clustering based prediction model for brand association analysis,” *MATEC Web Conf.*, vol. 154, pp. 0–5, 2018, doi: 10.1051/mateconf/201815401082.
- [9] N. R. Hikmiyah, R. R. A. Siregar, B. Prayitno, D. T. Kusuma, and N. G. Pahiyanti, “Metode Fuzzy Subtractive Clustering Dalam Pengelompokkan Penggunaan Energi Listrik Rumah Tangga,” *Petir*, vol. 14, no. 2, pp. 269–279, 2021, doi: 10.33322/petir.v14i2.1448.
- [10] J. Ternando Jabat, “Penerapan Data Mining Pada Penjualan Produk Retail Menggunakan Metode Clustering,” *J. Pelita Inform.*, vol. 8, no. 1, pp. 365–371, 2019.
- [11] Sulistyowati, B. E. Ketherin, A. A. Arifiyanti, and A. Sodik, “Analisa Segmentasi Konsumen Menggunakan Algoritma K-Means Clustering,” *Semin. Nas. Sains dan Teknol. Terap. VI 2018*, pp. 51–58, 2018.
- [12] D. T. Kusuma and N. Agani, “Prototipe Komparasi Model Clustering Menggunakan Metode K-Means Dan FCM Untuk Menentukan Strategi Promosi : Study Kasus Sekolah Tinggi Teknik-PLN Jakarta,” *J. TICOM*, vol. 3, no. 3, p. 93460, 2015, [Online]. Available: <https://www.neliti.com/id/publications/93460/>
- [13] A. Singh, A. Yadav, and A. Rana, “K-means with Three different Distance Metrics,” *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 67, no. 10, pp. 13–17, 2013, doi: 10.5120/11430-6785.
- [14] M. Nishom, “Perbandingan Akurasi Euclidean Distance, Minkowski Distance, dan Manhattan Distance pada Algoritma K-Means Clustering berbasis Chi-Square,” *J. Inform. J. Pengemb. IT*, vol. 4, no. 1, pp. 20–24, 2019, doi: 10.30591/jpit.v4i1.1253.
- [15] A. K. Lohani, N. Goel, and K. Bhatia, “Takagi–Sugeno fuzzy inference system for modeling stage–discharge relationship,” *J. Hydrol.*, vol. 331, pp. 146–160, Nov. 2006, doi: 10.1016/j.jhydrol.2006.05.007.
- [16] SRI KUSUMADEWI, *ANALISIS & DESAIN SISTEM FUZZY*, 1st ed. Yogyakarta, 2022.