

Segmentasi Lokasi Promosi Penerimaan Mahasiswa Baru Menggunakan Metode RFM dan *K-Means Clustering* *Segmentation of New Student Admission Promotion Locations Using RFM and K-Means Clustering*

Dyah Susilowati , Hairani Hairani , Indah Puji Lestari , Khairan Marzuki , Lalu Zazuli Azhar Mardedi
Universitas Bumigora, Indonesia

Informasi Artikel

Genesis Artikel:

Diterima, 03 November 2021

Direvisi, 07 Desember 2021

Disetujui, 02 Februari 2022

Kata Kunci:

Metode K-Means

Lokasi Promosi PMB

Analisis Model RFM

Keywords:

K-Means Method

PMB Promotion Location

RFM Model Analysis

ABSTRAK

Persaingan penerimaan mahasiswa baru antar kampus swasta sangat ketat untuk menarik calon mahasiswa sehingga membutuhkan strategi. Strategi Universitas Bumigora adalah mengirimkan tim promosi ke sekolah-sekolah di pulau Lombok maupun pulau Sumbawa. Permasalahan pihak Panitia Penerimaan Mahasiswa Baru selama ini adalah tidak melakukan segmentasi sekolah yang menjadi skala prioritas untuk dikunjungi agar efektif dan efisien. Tujuan penelitian ini adalah melakukan segmentasi tingkat potensial sekolah sebagai strategi untuk memilih lokasi promosi penerimaan mahasiswa baru Universitas Bumigora menggunakan analisis model RFM dan metode *K-means*. Tahapan penelitian terdiri dari persiapan data penerimaan mahasiswa baru tahun 2019 dan 2020, pra-pengolahan data, penerapan model *Recency (R)*, *Frequency (F)*, dan *Monetary (M)*, implementasi metode *K-means*, dan analisa hasil. Hasil penelitian ini adalah terbentuk 3 kluster tingkat potensial sekolah yang dapat dijadikan skala prioritas untuk lokasi promosi penerimaan mahasiswa baru Universitas Bumigora yaitu kurang potensial, potensial, dan sangat potensial. Kluster sangat potensial (C2) terdapat 28 sekolah, kluster potensial (C3) terdapat 90 sekolah, dan kluster kurang potensial (C1) terdapat 152 sekolah.

ABSTRACT

Competition for new student admissions between private campuses is very tight to attract prospective students, so a strategy is needed. Bumigora University strategy is to send a promotion team to schools on the islands of Lombok and Sumbawa. The problem is the New Student Admission committee so far is that they do not segment schools that are a priority scale to visit to be effective and efficient. The purpose of this study was to segment the potential level of schools as a strategy for selecting locations for the promotion of new student admissions at Bumigora University using RFM model analysis and the *K-means* method. The research stages consist of preparing new student admission data for 2019 and 2020, pre-processing the data, applying the *Recency (R)*, *Frequency (F)*, and *Monetary (M)* model, implementing the *K-means* method, and analyzing the results. The result of this research is that 3 clusters of potential levels of schools are formed which can be used as a priority scale for promotion of locations for new student admissions at Bumigora University, namely less potential, potential, and very potential. The very potential cluster (C2) has 28 schools, the potential cluster (C3) has 90 schools, and the less potential cluster (C1) has 152 schools.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Penulis Korespondensi:

Hairani,

Program Studi Ilmu Komputer,

Universitas Bumigora, Indonesia

Email: Hairani@universitasbumigora.ac.id

1. PENDAHULUAN

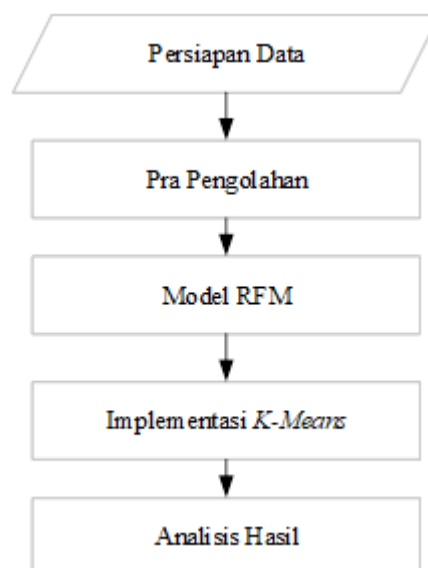
Setiap tahun Perguruan Tinggi membuka penerimaan mahasiswa baru. Penggunaan strategi promosi yang tepat oleh Perguruan Tinggi, dapat meningkatkan jumlah mahasiswa baru yang mendaftar [1]. Meningkatnya persaingan dan dampak pandemic Covid 19 mengurangi minat masyarakat untuk melanjutkan studi atau menunda melanjutkan pendidikan ke jenjang yang lebih tinggi, sehingga berdampak berkurangnya jumlah mahasiswa baru [1]. Dengan kondisi tersebut setiap kampus sangat membutuhkan strategi yang jitu agar jumlah mahasiswa yang mendaftar memenuhi target. Setiap periode penerimaan mahasiswa baru, Universitas Bumigora membentuk panitia penerimaan calon mahasiswa baru. Salah satu strategi yang digunakan untuk menarik minat calon mahasiswa adalah melakukan promosi langsung ke sekolah-sekolah di pulau Lombok maupun pulau Sumbawa. Strategi Presentasi di Sekolah, merupakan sumber informasi yang ada di setiap klaster dan memberikan kontribusi terhadap penerimaan calon mahasiswa sehingga dapat dikatakan merupakan strategi yang baik, namun membutuhkan biaya operasional yang cukup besar [2]. Agar strategi ini dapat dilakukan namun tepat sasaran sehingga dapat efisien dalam pembiayaan maka dibutuhkan metode segmentasi promosi. Permasalahannya adalah selama ini panitia PMB Universitas Bumigora melakukan kunjungan promosi ke sekolah secara incidental maupun random sehingga tidak efektif karena pendataan sekolah yang menjadi skala prioritas untuk dikunjungi belum ada.

Untuk melakukan segmentasi lokasi promosi maka digunakan metode *K-means clustering*. Metode *K-Means* merupakan metode pengelompokan antar objek dengan kesamaan karakteristik berdasarkan jumlah klaster yang ditentukan [3]. Penelitian ini menggunakan metode K-Means untuk pengelompokan tingkat potensial lokasi promosi menggunakan dataset penerimaan mahasiswa baru tahun 2019 dan 2020 yang memiliki banyak atribut. Namun metode *K-means* tidak efektif digunakan pada dataset yang memiliki atribut yang banyak [4, 5]. Oleh karena itu, model RFM dibutuhkan untuk mengurangi banyak atribut pada dataset yang digunakan kedalam 3 atribut yaitu *Recency* (R), *Frequency* (F), dan *Monetary* (M) sehingga dapat mengetahui karakteristik pelanggan [6] dan kelompok pelanggan yang berharga [7].

Solusi yang ditawarkan penelitian ini adalah menerapkan analisis model RFM dan *K-means* untuk melakukan segmentasi tingkat potensial sekolah yang dijadikan lokasi promosi penerimaan mahasiswa baru. Penelitian sebelumnya [8–17] menerapkan model RFM untuk analisis karakteristik atau *behaviour* pelanggan menggunakan data transaksi penjualan. Adapun penelitian yang melakukan segmentasi lokasi promosi kampus menggunakan metode *K-Means* sudah dilakukan oleh peneliti [18–20]. Persamaan penelitian ini dengan sebelumnya adalah menggunakan model RFM untuk analisis karakteristik pelanggan menggunakan data histori transaksi penjualan. Adapun perbedaannya adalah penelitian ini menerapkan model RFM dan metode *K-means* untuk segmentasi lokasi promosi menggunakan dataset penerimaan mahasiswa 2 tahun terakhir. Analisis model RFM digunakan untuk analisis karakteristik pelanggan atau sekolah berdasarkan data *history* penerimaan mahasiswa baru tahun 2019 dan 2020. Hasil dari analisis model RFM dilakukan pengelompokan menggunakan metode *K-means*. Adapun tujuan penelitian ini adalah segmentasi tingkat potensial sekolah sebagai strategi untuk memilih lokasi promosi penerimaan mahasiswa baru Universitas Bumigora menggunakan analisis model RFM dan metode *K-means*.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan tahapan data *mining* yang terdiri dari persiapan data, Pra-pengolahan, model RFM, metode *K-means*, dan analisis hasil seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian

2.1. Persiapan Data

Dataset yang digunakan adalah data penerimaan mahasiswa baru Universitas Bumigora tahun 2019 dan 2020 yang memiliki 19 atribut dan 2400 *instance* yang diperoleh dari PUSTIK Universitas Bumigora.

2.2. Pra Pengolahan Data

Dataset yang telah diperoleh bersifat data mentah, sehingga dibutuhkan pra pengolahan untuk menghilangkan nilai kosong pada atribut. Pada tahapan ini juga dilakukan pemilihan atribut yang dibutuhkan dari 19 atribut yang ada pada dataset.

2.3. Model RFM

Model RFM digunakan untuk mengetahui perilaku atau karakteristik pelanggan. Ada 3 atribut yang dianalisis pada model RFM yaitu *Recency* (R), *Frequency* (F), dan *Monetary* (M). Pada penelitian ini, *Recency* (R) didasarkan tahun terakhir melakukan registrasi ulang oleh siswa mewakili sekolah tertentu pada penerimaan mahasiswa baru universitas tahun 2019 dan 2020. *Frequency* (F) digunakan untuk menghitung seberapa sering sekolah memiliki siswa yang melakukan registrasi ulang pada penerimaan mahasiswa baru universitas tahun 2019 dan 2020. *Monetary* (M) digunakan untuk menghitung total siswa melakukan registrasi ulang dari sekolah tertentu pada penerimaan mahasiswa baru universitas tahun 2019 dan 2020. Adapun skor RFM dapat dihitung menggunakan persamaan 1 [9].

$$\text{Skor RFM} = ((\text{nilai Recency} * 100) + (\text{nilai Frequency} * 10) + (\text{Monetary})) \quad (1)$$

2.4. Metode K-Means Clustering

Metode *K-means* bersifat *unsupervised learning* yang digunakan untuk pengelompokan berdasarkan kesamaan karakteristiknya. Penelitian ini menggunakan metode *K-means* untuk segmentasi loyalitas sekolah yang dapat dijadikan lokasi promosi penerimaan mahasiswa baru. Adapun tahapan-tahapan metode *K-means* seperti berikut [21, 22]:

1. Menentukan jumlah kluster yang digunakan. Penelitian ini menggunakan metode elbow untuk menentukan jumlah kluster optimal.
2. Pusat kluster diinisialisasi berdasarkan jumlah klusternya.
3. Menghitung jarak antar data vektor dengan masing-masing pusat kluster menggunakan rumus *euclidian distance* 2.

$$d(x_i, y_j) = \sqrt{\sum_{k=1}^d (x_{i,k} - y_{j,k})^2} \quad (2)$$

adalah titik data ke-i, sedangkan adalah pusat kluster dari data kluster j.

4. Update pusat kluster (*centroid*) dengan menghitung rata-rata pada masing-masing kluster.
5. Ulangi dari tahap 2 jika terdapat perpindahan posisi pada kluster.

2.5. Analisis Hasil

Pada tahapan ini dilakukan analisa hasil berdasarkan hasil segmentasi yang terbentuk dari metode *K-Means* dan RFM menggunakan skor RFM. Skor RFM digunakan untuk mengukur tingkat potesial sekolah masing-masing kluster seperti sangat potensial, potensial, dan kurang potensial.

3. HASIL DAN ANALISIS

3.1. Persiapan Data

Dataset yang digunakan adalah data penerimaan mahasiswa baru Universitas Bumigora tahun 2019 dan 2020 yang memiliki 19 atribut dan 2400 *instance* yang diperoleh dari Pustik. Adapun 19 atribut dataset-nya yaitu Nama Mahasiswa, Alamat, Kota, Provinsi, Jenis Kelamin, Agama, Golongan Darah, Kewarnegaraan, Nama Sekolah Mitra, Nama Sekolah, Nama Kejuruan, Jenis Sekolah, Jurusan Sekolah, Tahun Lulus, Jurusan, Gelombang, Status Pendaftaran, Tanggal Daftar, dan Tanggal Registrasi Ulang.

Tabel 1. Contoh Dataset Registrasi Mahasiswa Universitas Bumigora

No	Nama Mahasiswa	Nama Sekolah	...	Tanggal Daftar
1.	Ahmad Zainul Hady	MA Hamzanwadi NW Pancor	...	15 Juni 2019
2.	Nur Utami Wahdaniati	MAN 1 Kota Bima	...	27 April 2019
...
1348.	Ahya Sarahya	SMKN 6 Mataram	...	28 Agustus 2020
1349.	I Made Ananda Putra	SMKN 7 Mataram	...	5 September 2020
1350.	Elsha Meidyta	SMKN 8 Mataram	...	3 September 2020

3.2. Pra Pengolahan Data

Dataset yang telah diperoleh pada tahap sebelumnya berupa data mentah sehingga perlu dilakukan pra-pengolahan agar mudah dilakukan analisis menggunakan RFM. Pada tahapan ini dilakukan penghapusan *instance* dengan kriteria berikut ini:

1. Atribut nama sekolah dan tanggal registrasi ulang yang memiliki nilai kosong;
2. Atribut provinsi memiliki nilai selain Nusa Tenggara Barat;

Jumlah *instance* yang digunakan setelah menghapus *instance* dengan memenuhi kriteria diatas menjadi 1333 *instance* dari 270 sekolah. Proses selanjutnya adalah pemilihan atribut yang disesuaikan dengan model RFM. Adapun atribut yang digunakan adalah Nama Siswa, Nama Sekolah, Kota, Jenis Sekolah, dan Tanggal Registrasi Ulang.

3.3. Model RFM

Model RFM digunakan untuk mengetahui perilaku atau karakteristik pelanggan. Ada 3 atribut yang dianalisis pada model RFM yaitu *Recency* (R), *Frequency* (F), dan *Monetary* (M). Pada penelitian ini *Recency* (R) didasarkan tahun terakhir melakukan registrasi ulang oleh siswa mewakili sekolah tertentu pada penerimaan mahasiswa baru universitas tahun 2019 dan 2020. Jika melakukan registrasi ulang pada tahun 2020 diberikan nilai 2 dan tahun 2019 diberikan nilai 1. *Frequency* (F) digunakan untuk menghitung seberapa sering sekolah memiliki siswa yang melakukan registrasi ulang pada penerimaan mahasiswa baru universitas tahun 2019 dan 2020. Jika terdapat siswanya melakukan daftar ulang pada tahun 2019 dan 2020 diberikan nilai 2. Namun, jika registrasi ulang tahun 2019 atau 2020 saja diberikan nilai 1. *Monetary* (M) digunakan untuk menghitung total siswa melakukan registrasi ulang dari sekolah tertentu pada penerimaan mahasiswa baru universitas tahun 2019 dan 2020. Adapun kriteria konversi ke model RFM ditunjukkan pada Tabel 2. Sedangkan hasil konversi data penerimaan mahasiswa baru ke dalam atribut model RFM ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 2. Contoh Skala Konversi Nilai Model RFM

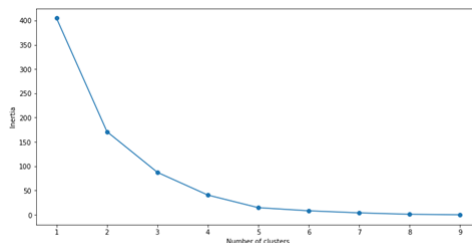
Skala	Recency (R) (Tahun Registrasi)	Frekuensi (F) (Sekolah)	Monetary (M) (Orang)
5.			$M \geq 21$
4.			$20 \leq M \leq 16$
3.			$15 \leq M \leq 11$
2.	2020	2 Kali	$10 \leq M \leq 6$
1.	2019	1 Kali	$5 \leq M \leq 1$

Tabel 3. Hasil Konversi Nilai Model RFM

No	Nama Sekolah	Tahun Registrasi		Hasil Skala RFM		
		2019	2020	R	F	M
1.	MA Muallimin NW Pancor	2	0	1	1	1
2.	MAN 1 Kota Bima	2	2	2	2	2
...
268.	SMKN 6 Mataram	3	1	2	2	1
269.	SMKN 7 Mataram	3	5	2	2	2
270.	SMKN 8 Mataram	10	9	2	2	4

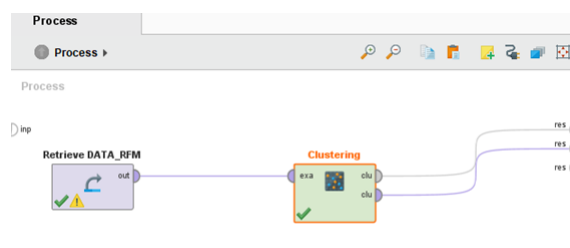
3.4. Metode K-Means Clustering

Data hasil analisis model RFM berjumlah 270 Pelanggan atau Sekolah pada tahapan sebelumnya, kemudian dilakukan pengelompokan tingkat potensial sekolah untuk dipilih sebagai lokasi promosi penerimaan mahasiswa baru Universitas Bumigora menggunakan metode *K-means*. Sebelum dilakukan pengelompokan data, terlebih dahulu menentukan jumlah kluster optimal menggunakan metode Elbow dengan bantuan python. Ada 3 kluster yang optimal digunakan penelitian ini berdasarkan metode elbow yang ditunjukkan pada Gambar 2. Proses selanjutnya adalah penentuan pusat kluster awal (*centroid*) berdasarkan jumlah kluster yang dipilih secara random menggunakan alat *rapidminer*.



Gambar 2. Hasil Pemilihan Jumlah Kluster Berbasis Metode Elbow

Proses selanjutnya adalah implementasi metode K-means untuk pengelompokan tingkat potensial sekolah yang dapat dipilih sebagai lokasi promosi penerimaan mahasiswa baru menggunakan *tools rapidminer* dengan 5 iterasi seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Metode K-Means

Adapun hasil pusat kluster akhir terbentuk pada iterasi 5 (*centroid*) menggunakan *rapidminer* ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pusat Kluster Akhir (Centroid)

Kluster	R	F	M
C1.	1.5	1	1
C2.	2	2	4.1
C3.	2	2	1.2

3.5. Analisis Hasil

Berdasarkan hasil segmentasi sekolah menggunakan metode K-means yang ditunjukkan pada Tabel 5, Kluster kedua terdiri dari 28 sekolah dalam kelompok sangat potensial, Kluster ketiga terdapat 90 sekolah kelompok potensial, dan Kluster 1 terdapat 152 sekolah kelompok kurang potensial. Kluster 2 (C2) merupakan kluster dengan skor RFM tertinggi. Sekolah pada Kluster 2 merupakan sekolah yang menjadi penyumbang calon mahasiswa Universitas Bumigora terbanyak tiap tahunnya dengan jumlah minimal 15 orang. Kluster 3 (C3) merupakan kluster dengan skor RFM tertinggi kedua. Sekolah pada Kluster 3 merupakan sekolah yang menjadi penyumbang calon mahasiswa Universitas Bumigora cukup banyak tiap tahunnya dengan jumlah minimal 5 orang dan maksimal 15 orang. Sedangkan pelanggan pada Kluster 1 (C1) merupakan sekolah dengan skor RFM terendah. Sekolah pada Kluster 1 menjadi penyumbang calon mahasiswa Universitas Bumigora dengan jumlah paling sedikit (j 5 orang).

Tabel 5. Hasil Pusat Kluster

Kluster	Jumlah Pelanggan	Average R	Average F	Average M	Skor RFM	Rangking
C1.	152	1.5	1	1	161	3
C2.	28	2	2	4.1	224.1	1
C3.	90	2	2	1.2	221.1	2

Berdasarkan hasil segmentasi sekolah pada Tabel 5, dapat dijabarkan persebaran lokasi sekolah yang termasuk kelompok sangat potensial, potensial, dan kurang potensial berdasarkan wilayah dan jenis sekolah untuk memudahkan pengambilan keputusan. Penelitian ini menggunakan 10 wilayah atau kabupaten yang terdapat pada Provinsi Nusa Tenggara Barat yaitu Kota Mataram, Lombok Barat, Lombok Timur, Lombok Utara, Lombok Tengah, Sumbawa Besar, Sumbawa Barat, Dompu, Kabupaten Bima, dan

Kota Bima. Sedangkan jenis sekolah terbagi menjadi 6 yaitu SMA Negeri, SMA Swasta, SMK Negeri, SMK Swasta, MA Negeri, dan MA Swasta. Adapun hasil persebaran lokasi sekolah berdasarkan wilayah dan jenis sekolah ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Persebaran Pengelompokan Sekolah Berdasarkan Wilayah dan Tipe Sekolah

Wilayah	Tipe Sekolah	Hasil Klaster		
		C1 (Kurang Potensial)	C2 (Sangat Potensial)	C3 (Potensial)
Kota Mataram	SMA Negeri	0	7	1
	SMA Swasta	7	1	1
	SMK Negeri	1	5	3
	SMK Swasta	2	0	2
	MA Negeri	0	2	0
	MA Swasta	1	0	0
Kabupaten Lombok Barat	SMA Negeri	5	3	5
	SMA Swasta	4	0	0
	SMK Negeri	2	2	4
	SMK Swasta	4	0	1
	MA Negeri	1	0	0
	MA Swasta	14	0	7
Kabupaten Lombok Tengah	SMA Negeri	4	1	8
	SMA Swasta	4	0	0
	SMK Negeri	2	0	5
	SMK Swasta	6	0	1
	MA Negeri	1	0	2
	MA Swasta	14	0	1
Kabupaten Lombok Timur	SMA Negeri	4	2	9
	SMA Swasta	1	0	0
	SMK Negeri	5	2	2
	SMK Swasta	5	0	0
	MA Negeri	0	0	1
	MA Swasta	7	0	1
Kabupaten Lombok Utara	SMA Negeri	1	3	1
	SMA Swasta	0	0	0
	SMK Negeri	1	0	2
	SMK Swasta	0	0	0
	MA Negeri	0	0	0
	MA Swasta	3	0	1
Kabupaten Sumbawa Besar	SMA Negeri	7	0	4
	SMA Swasta	0	0	1
	SMK Negeri	1	0	5
	SMK Swasta	0	0	0
	MA Negeri	0	0	0
	MA Swasta	2	0	0
Kabupaten Sumbawa Barat	SMA Negeri	2	0	3
	SMA Swasta	0	0	0
	SMK Negeri	3	0	1
	SMK Swasta	0	0	0
	MA Negeri	0	0	0
	MA Swasta	1	0	0
Kabupaten Sumbawa Dompu	SMA Negeri	8	0	4
	SMA Swasta	0	0	0
	SMK Negeri	1	0	2
	SMK Swasta	1	0	1
	MA Negeri	1	0	0
	MA Swasta	1	0	0
Kabupaten Sumbawa Bima	SMA Negeri	9	0	5
	SMA Swasta	2	0	0
	SMK Negeri	5	0	1
	SMK Swasta	1	0	0
	MA Negeri	0	0	0
	MA Swasta	4	0	0
Kota Bima	SMA Negeri	1	0	2
	SMA Swasta	3	0	0
	SMK Negeri	0	0	1
	SMK Swasta	0	0	0
	MA Negeri	0	0	2
	MA Swasta	0	0	0

Berdasarkan Tabel 6, sekolah dalam kelompok sangat potensial untuk dilakukan promosi penerimaan mahasiswa baru didominasi wilayah mataram 15 sekolah, Lombok barat 5 sekolah, Lombok timur 4 sekolah, Lombok utara 3 sekolah, dan Lombok tengah 1 sekolah. Adapun berdasarkan tipe sekolah dalam kelompok sangat potensial didominasi 16 SMA Negeri, 9 SMK Negeri, 2 MA Negeri, dan 1 SMA Swasta. Sekolah dalam kelompok potensial untuk dilakukan promosi penerimaan mahasiswa baru didominasi wilayah Lombok Barat dan Lombok Tengah masing-masing 17 sekolah, Lombok Timur 13 sekolah, Sumbawa Besar 10 sekolah, Kota Mataram dan Dompu masing-masing 7 sekolah, Kab. Bima 6 sekolah, Kota Bima 5 sekolah, Lombok Utara dan Sumbawa Barat masing-masing 4 sekolah. Berdasarkan jenis sekolah dalam kelompok potensial didominasi 42 SMA Negeri, 26 SMK Negeri, 10 MA Swasta, 5 MA Negeri, 5 SMK Swasta, dan 2 SMA Swasta.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan pada penelitian ini adalah terbentuk 3 kluster tingkat potensial sekolah yang dapat dijadikan skala prioritas untuk lokasi promosi penerimaan mahasiswa baru Universitas Bumigora yaitu kurang potensial, potensial, dan sangat potensial. Kluster sangat potensial (C2) memiliki 28 sekolah, kluster potensial (C3) memiliki 90 sekolah, dan kluster kurang potensial (C1) memiliki 152 sekolah. Saran penelitian selanjutnya dapat menggunakan metode pengelompokan selain *K-Means* seperti *fuzzy K-Means* dan *hierarchical clustering*.

REFERENSI

- [1] B. Indrawati, "Tantangan dan Peluang Pendidikan Tinggi Dalam Masa dan Pasca Pandemi Covid-19," *Jurnal Kajian Ilmiah*, vol. 1, no. 1, pp. 39–48, 2020.
- [2] S. Rony, "Penerapan Data Mining Menggunakan Algoritma K-Means Clustering untuk Menentukan Strategi Promosi Mahasiswa Baru (Studi Kasus : Politeknik Lp3i Jakarta)," *Jurnal Lentera Ict*, vol. 3, no. 1, pp. 76–92, 2016.
- [3] R. Gustriansyah, N. Suhandi, and F. Antony, "Clustering Optimization in RFM Analysis Based on K-Means," *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, vol. 18, no. 1, pp. 470–477, 2019.
- [4] B. Dash, D. Mishra, A. Rath, and M. Acharya, "A Hybridized K-means Clustering Approach for High Dimensional Dataset," *International Journal of Engineering, Science and Technology*, vol. 2, no. 2, pp. 59–66, 2010.
- [5] P. Hall, J. Marron, and Neeman Amnon, "Geometric Representation of High Dimension, Low Sample Size Data," *Journal Royal Statstical Society*, vol. 67, no. 3, pp. 427–444, 2005.
- [6] H.-H. Zhao, X.-C. Luo, R. Ma, and X. Lu, "An Extended Regularized K-Means Clustering Approach for High-Dimensional Customer Segmentation with Correlated Variables," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 48 405–48 412, 2021.
- [7] Y.-H. Hu and T.-W. Yeh, "Discovering Valuable Frequent Patterns Based on RFM Analysis Without Customer Identification Information," *Knowledge-Based Systems*, vol. 61, pp. 76–88, may 2014.
- [8] A. Wibowo and A. R. Handoko, "Segmentasi Pelanggan Ritel Produk Farmasi Obat Menggunakan Metode Data Mining Klasifikasi dengan Analisis Recency Frequency Monetary (RFM) Termodifikasi," *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 7, no. 3, pp. 573–580, 2020.
- [9] B. Basri, W. Gata, and R. Risnandar, "Analisis Loyalitas Pelanggan Berbasis Model Recency, Frequency, dan Monetary (RFM) dan Decision Tree pada PT. Solo," *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 7, no. 5, pp. 943–950, oct 2020.
- [10] S. Monalisa, P. Nadya, and R. Novita, "Analysis for Customer Lifetime Value Categorization with RFM Model," in *Procedia Computer Science*, vol. 161. Elsevier B.V., 2019, pp. 834–840.
- [11] S. Monalisa, "Segmentasi Perilaku Pembelian Pelanggan Berdasarkan Model RFM dengan Metode K-Means," *Jurnal Sistem Informasi*, vol. 2, no. 1, pp. 9–15, 2018.
- [12] F. Hadi, M. Mustakim, D. O. Rahmadia, F. H. Nugraha, N. P. Bulan, and S. Monalisa, "Penerapan K-Means Clustering Berdasarkan RFM Mofek Sebagai Pemetaan dan Pendukung Strategi Pengelolaan Pelanggan (Studi Kasus: PT. Herbal Penawar Alwahidah Indonesia Pekanbaru)," *Jurnal Sains dan Teknologi Industri*, vol. 15, no. 1, pp. 69–76, 2017.
- [13] M. A. S. Putra, S. Monalisa, J. Julhandri, and I. Khoiru, "Penerapan Algoritma Fuzzy C-Means Menggunakan Model RFM dalam Klasterisasi Pelanggan pada Toko Kue Feandra Cake," *Jurnal Ilmiah Rekayasa dan Manajemen Sistem Informasi*, vol. 6, no. 1, pp. 64–69, feb 2020.
- [14] N. Puspitasari, J. A. Widians, and N. B. Setiawan, "Customer Segmentation Using Bisecting K-Means Algorithm Based on Recency, Frequency, and Monetary (RFM) Model," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 8, no. 2, pp. 78–83, 2020.

- [15] J. Jamal and D. Yanto, "Analisis RFM dan Algoritma K-Means untuk Clustering Loyalitas Customer," *Energy*, vol. 9, no. 1, pp. 1–8, 2019.
- [16] B. E. Adiana, I. Soesanti, and A. E. Permanasari, "Analisis Segmentasi Pelanggan Menggunakan Kombinasi Rfm Model dan Teknik Clustering," *Jurnal Terapan Teknologi Informasi*, vol. 2, no. 1, pp. 23–32, 2018.
- [17] M. Dachyar, F. M. Esperanca, and R. Nurcahyo, "Loyalty Improvement of Indonesian Local Brand Fashion Customer Based on Customer Lifetime Value (CLV) Segmentation," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, sep 2019, pp. 1–8.
- [18] R. Budiman and R. Anto, "Penerapan Data Mining untuk Menentukan Lokasi Promosi Penerimaan Mahasiswa Baru pada Universitas Banten Jaya (Metode K-Means Clustering)," *Jurnal ProTekInfo*, vol. 6, no. 1, pp. 6–14, 2019.
- [19] I. Mahmud, A. D. Indriyanti, and I. Lazulfa, "Penerapan Algoritma K-Means Clustering Sebagai Strategi Promosi Penerimaan Mahasiswa Baru pada Universitas Hasyim Asy'ari Jombang," *Inovate*, vol. 4, no. 2, pp. 20–27, 2020.
- [20] M. Tonggiroh and M. T. Jufri, "Data Mining Strategi Promosi pada Universitas Yapis Papua Menggunakan Algoritma K-Means Clustering," in *Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Komunikasi (SEMNASITIK) X*, vol. 8, 2018, pp. 587–594.
- [21] S. H. Shihab, S. Afroge, and S. Z. Mishu, "RFM Based Market Segmentation Approach Using Advanced K-means and Agglomerative Clustering: A Comparative Study," in *2nd International Conference on Electrical, Computer and Communication Engineering, ECCE 2019*. IEEE, 2019, pp. 1–4.
- [22] G. S. Nugraha, H. Hairani, and R. F. P. Ardi, "Aplikasi Pemetaan Kualitas Pendidikan Di Indonesia Menggunakan Metode K-Means," *MATRIK : Jurnal Manajemen, Teknik Informatika dan Rekayasa Komputer*, vol. 17, no. 2, pp. 13–23, 2018.