



# Algoritma TOPSIS pada Sistem Customer Relationship Management UMKM untuk Pengelompokan Tipe Loyalitas Pelanggan

Intan Dzikria<sup>1</sup>, Earnestine Immanuel Andrianto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Sistem dan Teknologi Informasi, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Informatika, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Corresponding author email: [intandzikria@untag-sby.ac.id](mailto:intandzikria@untag-sby.ac.id)

**Abstract:** MSMEs play an important role in national economic growth but often face challenges in maintaining customer loyalty. This study aims to design and develop a Customer Relationship Management (CRM) system integrated with the Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) method to classify customers based on their loyalty levels. The TOPSIS calculation uses four main criteria: purchase frequency, total transactions, customer duration, and participation in loyalty programs. The implementation results show that the TOPSIS algorithm can objectively group customers into specific loyalty categories, enabling MSMEs to develop more targeted customer retention strategies. This study contributes to the implementation of decision-making technology in data-driven CRM systems for MSMEs.

**Keywords:** customer loyalty, TOPSIS, technique for order preference by similarity to ideal solution, customer relationship management

**Abstrak:** UMKM berperan penting dalam pertumbuhan ekonomi nasional, namun sering kali menghadapi tantangan dalam mempertahankan loyalitas pelanggan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem Customer Relationship Management (CRM) berbasis metode Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) guna mengelompokkan pelanggan berdasarkan tingkat loyalitas. Perhitungan TOPSIS mengacu pada empat kriteria utama, yaitu frekuensi pembelian, total transaksi, durasi menjadi pelanggan, dan partisipasi dalam program loyalitas. Hasil implementasi menunjukkan bahwa algoritma TOPSIS mampu mengelompokkan pelanggan secara objektif ke dalam kategori loyalitas tertentu, yang dapat digunakan pelaku UMKM untuk merancang strategi retensi yang lebih terarah. Penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pemanfaatan teknologi pengambilan keputusan dalam sistem CRM berbasis data untuk sektor UMKM.

**Kata kunci:** loyalitas pelanggan, TOPSIS, technique for order preference by similarity to ideal solution, manajemen hubungan pelanggan

## I. PENDAHULUAN

Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) memiliki kontribusi besar terhadap perekonomian Indonesia. Namun, mereka menghadapi tantangan besar dalam mempertahankan loyalitas pelanggan di tengah persaingan pasar yang semakin kompetitif. Loyalitas pelanggan merupakan faktor penting dalam menjaga keberlanjutan bisnis, terutama melalui pembelian berulang dan promosi dari mulut ke mulut. Sayangnya, banyak UMKM belum memiliki sistem yang terstruktur untuk mengevaluasi dan mengelola loyalitas pelanggan secara sistematis.

*Customer Relationship Management (CRM)* merupakan pendekatan strategis untuk meningkatkan hubungan jangka panjang dengan pelanggan melalui pemanfaatan data [1]. Namun, CRM memerlukan metode evaluasi yang mampu mengelompokkan pelanggan berdasarkan kriteria objektif. Salah satu metode yang sesuai adalah TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*), karena mampu memberikan pemeringkatan berdasarkan kedekatan dengan solusi ideal, tanpa memerlukan asumsi independensi antar kriteria seperti pada metode AHP [2].

Beberapa penelitian sebelumnya telah menggunakan CRM dan metode pengambilan keputusan multikriteria untuk segmentasi pelanggan, tetapi sebagian besar fokus pada perusahaan besar atau tidak mengintegrasikan langsung dengan sistem CRM berbasis *web*. Keterbatasan inilah yang menjadi celah untuk dikembangkan.



Penelitian ini menawarkan pendekatan baru dengan merancang sistem CRM berbasis *website* yang mengintegrasikan metode TOPSIS untuk pengelompokan loyalitas pelanggan secara fleksibel, berdasarkan data simulasi. Tujuan utama dari penelitian ini adalah membangun sistem CRM yang mampu mengelompokkan pelanggan UMKM ke dalam kategori loyalitas tertentu secara objektif dan mendukung pengambilan keputusan berbasis data.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. *Customer Relationship Management*

*Customer Relationship Management* (CRM) adalah pendekatan strategis yang fokus pada membangun hubungan jangka panjang dengan pelanggan melalui integrasi strategi, proses, dan teknologi [1], [3]. CRM tidak hanya soal teknologi, tetapi juga mencakup aspek manajerial dan budaya organisasi untuk menciptakan nilai bersama. Tujuan utama CRM adalah memahami perilaku pelanggan demi meningkatkan loyalitas [4], [5]. Sistem ini mendukung personalisasi layanan, meningkatkan interaksi, dan mempermudah pengambilan keputusan berbasis data [6].

Pada UMKM, tantangan utama adalah keterbatasan sumber daya, namun kedekatan emosional antara pemilik dan pelanggan menjadi keunggulan, terutama dengan adanya teknologi CRM berbasis *cloud* dan media sosial [7]. Penelitian menunjukkan bahwa CRM berdampak positif terhadap loyalitas, kepuasan, dan retensi pelanggan [8], [9]. Sehingga, CRM penting untuk strategi bisnis UMKM agar tetap kompetitif.

### 2.2. *Loyalitas Pelanggan*

Loyalitas pelanggan mencerminkan komitmen terhadap merek melalui pembelian ulang, kesetiaan, dan rekomendasi. Loyalitas tidak hanya dibentuk oleh harga atau kualitas, tapi juga oleh pengalaman dan kedekatan emosional [10]. Terdapat 4 tahap loyalitas, seperti yang diungkapkan oleh [10], yaitu kognitif (berbasis logika), afektif (emosional), konatif (niat kuat), dan tindakan (perilaku nyata). Kepuasan dan kepercayaan adalah faktor kunci dalam membentuk loyalitas [5].

Pengalaman positif dan partisipasi aktif pelanggan dalam penciptaan nilai juga memperkuat loyalitas, terutama di era digital [11]. Bagi UMKM, pengukuran loyalitas memungkinkan perancangan strategi retensi dan *reward* yang lebih efektif. Meningkatkan retensi pelanggan sebesar 5% dapat menaikkan profit hingga 25–95% [12]. Sehingga, peningkatan loyalitas pelanggan yang dapat mendukung retensi diperlukan pada era digital melalui berbagai pendekatan digital. Misalnya dengan penerapan sistem CRM yang mampu menganalisis tingkat loyalitas pelanggan sehingga dapat mendukung pengambilan keputusan terkait hubungan dengan pelanggan oleh UMKM.

### 2.3. *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*

Algoritma TOPSIS atau *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* adalah metode pengambilan keputusan multikriteria yang dikembangkan oleh [13]. Metode ini memilih alternatif terbaik berdasarkan kedekatannya dengan solusi ideal dan jauhnya dari kondisi terburuk [2]. Langkah-langkah TOPSIS meliputi pembentukan matriks keputusan, normalisasi, pembobotan kriteria, penentuan solusi ideal, pengukuran jarak, dan perhitungan indeks preferensi [2]. Alternatif dengan nilai tertinggi dianggap paling optimal.

Keunggulan TOPSIS adalah kesederhanaannya dan kemampuannya mempertimbangkan dua arah preferensi sekaligus. Tidak seperti AHP, TOPSIS tidak memerlukan asumsi independensi antar kriteria [2]. Namun, hasil TOPSIS dapat dipengaruhi oleh subjektivitas dalam penentuan bobot. TOPSIS banyak digunakan dalam berbagai konteks, termasuk pemilihan pemasok, evaluasi teknologi, dan sistem CRM. Dalam CRM untuk UMKM, TOPSIS dapat digunakan untuk mengklasifikasikan loyalitas pelanggan berdasarkan indikator seperti frekuensi, nilai transaksi, durasi, dan partisipasi [2].

TOPSIS dimulai dengan melakukan penyusunan matriks keputusan  $X=[x_{ij}]$  di mana  $x_{ij}$  merepresentasikan nilai kinerja alternatif ke- $i$  terhadap kriteria ke- $j$ . Matriks ini menjadi dasar dari



seluruh proses analisis selanjutnya. Mengingat setiap kriteria dapat memiliki satuan dan skala yang berbeda, normalisasi diperlukan agar data dapat dibandingkan secara objektif. Normalisasi dapat dilakukan menggunakan metode vektor yang ditunjukkan pada Rumus (1). Setiap elemen hasil normalisasi elemen  $r_{ij}$  dikalikan dengan bobot  $w_j$  dari masing-masing kriteria untuk memperoleh matriks keputusan berbobot  $Y=[y_{ij}]$  seperti yang ditunjukkan pada Rumus (2). Penentuan bobot  $w_j$  dapat dilakukan secara subjektif (misalnya melalui wawancara pakar) atau objektif (menggunakan metode seperti *entropy* atau AHP).

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (1)$$

$$y_{ij} = w_i * r_{ij} \quad (2)$$

Kemudian, solusi ideal positif (A+) dan negatif (A-) ditentukan berdasarkan nilai maksimum dan minimum dari masing-masing kolom pada matrix, tergantung jenis kriteria merupakan *benefit* atau *cost*. Jarak setiap alternatif terhadap solusi ideal positif dan negatif kemudian dihitung menggunakan rumus *Euclidean*. Seperti yang ditunjukkan pada Rumus (3) dan Rumus (4). Sehingga dapat dihitung nilai preferensi (*closeness coefficient*) untuk setiap alternatif dengan Rumus (5). Nilai preferensi  $C_i$  berada dalam rentang 0 hingga 1, dimana semakin mendekati 1 berarti alternatif tersebut semakin dekat dengan solusi ideal dan dipertimbangkan sebagai alternatif terbaik [13].

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_{ij} - y_i^-)^2} \quad (3)$$

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_i^+ - y_{ij})^2} \quad (4)$$

$$C_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+} \quad (5)$$

### III. METODOLOGI

#### 3.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian rekayasa perangkat lunak yang bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem *Customer Relationship Management* (CRM) berbasis algoritma TOPSIS. Pendekatan yang digunakan bersifat kuantitatif dan berbasis data simulasi, di mana tidak terdapat keterlibatan langsung dengan mitra UMKM. Penelitian difokuskan pada pengembangan sistem yang dapat mengelompokkan pelanggan berdasarkan tingkat loyalitas menggunakan empat kriteria utama.

#### 3.2. Data dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini bersifat simulatif dan dirancang untuk merepresentasikan karakteristik umum dari pelanggan UMKM. Dalam menyusun data tersebut, peneliti menggunakan empat kriteria utama sebagai dasar pemeringkatan loyalitas pelanggan, yaitu frekuensi pembelian, total nilai transaksi, durasi menjadi pelanggan, dan partisipasi dalam program loyalitas. Pemilihan kriteria tersebut tidak dilakukan secara sembarangan, melainkan mengacu pada kerangka teoritis yang telah banyak digunakan dalam studi segmentasi pelanggan. Tiga kriteria pertama merupakan bagian dari model RFM (*Recency, Frequency, Monetary*), yang telah terbukti efektif dalam mengidentifikasi pelanggan bernilai tinggi melalui pola transaksi mereka [15]. Untuk memberikan gambaran yang lebih komprehensif terhadap loyalitas jangka panjang, dimensi durasi ditambahkan sebagaimana



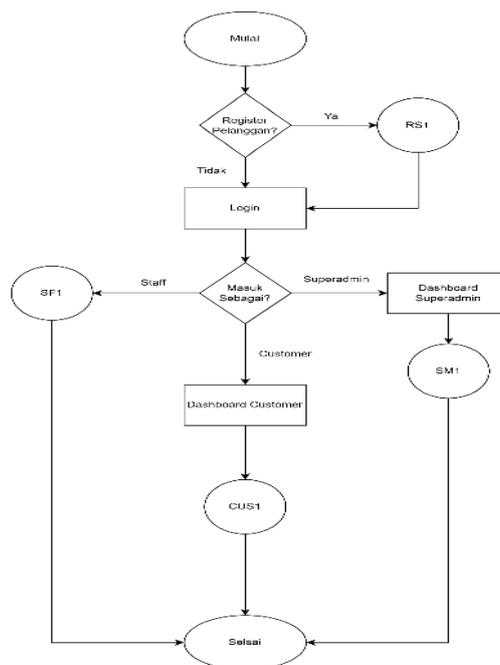
dikembangkan dalam model LRFM [16]. Sementara itu, partisipasi pelanggan dianggap penting untuk menangkap aspek keterlibatan aktif pelanggan terhadap program loyalitas, seperti reward atau keanggotaan, sebagaimana digunakan dalam sistem CRM berbasis TOPSIS [17]. Oleh karena itu, pemanfaatan keempat kriteria ini dinilai relevan dan representatif untuk mengukur loyalitas pelanggan secara menyeluruh dalam sistem CRM yang dikembangkan.

### 3.3. Tahapan Penelitian

Penelitian diawali dengan studi literatur untuk memperoleh landasan konseptual mengenai CRM, loyalitas pelanggan, dan metode TOPSIS. Setelah itu dilakukan perancangan sistem CRM berbasis *web*, dilanjutkan dengan penyusunan data simulasi pelanggan. Data tersebut digunakan untuk menguji fungsionalitas sistem dalam melakukan pemeringkatan loyalitas. Implementasi sistem dilakukan dengan mengintegrasikan algoritma TOPSIS ke dalam proses perhitungan loyalitas pelanggan. Sistem kemudian diuji menggunakan data simulasi untuk menilai apakah metode yang digunakan dapat mengelompokkan pelanggan secara objektif dan terukur.

### 3.4. Analisis Kebutuhan Sistem

Dalam sistem yang dikembangkan, kebutuhan fungsional menjadi dasar utama dalam merancang alur interaksi antara pengguna dengan sistem. Penelitian ini mengidentifikasi tiga aktor utama di dalam sistem yaitu superadmin, karyawan UMKM, dan pelanggan. Setiap aktor memiliki peran masing-masing dalam melaksanakan proses bisnis di dalam sistem CRM. Kebutuhan fungsional yang diidentifikasi dalam penelitian ini berhubungan dengan pengelolaan data pengguna serta pelanggan, pengelolaan produk, pengelolaan *reward*, proses input transaksi dan riwayatnya, perhitungan pemeringkatan loyalitas dengan algoritma TOPSIS, dan pelaporan hasil analitik loyalitas pelanggan. Alur interaksi pengguna dengan sistem ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Alur Interaksi Pengguna

### 3.5. Pengembangan Sistem

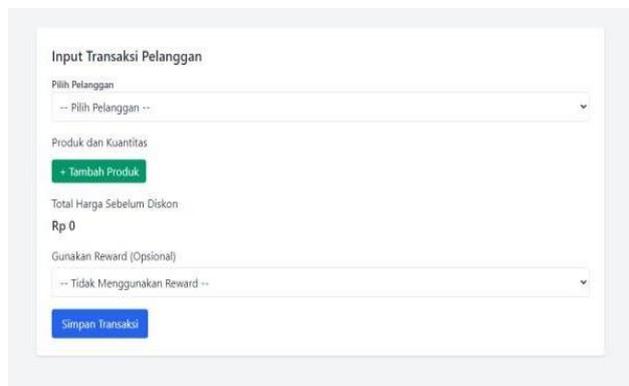
Sistem CRM dikembangkan dalam bentuk aplikasi berbasis *web* menggunakan bahasa pemrograman *PHP* dan *framework Laravel*, dengan penerapan arsitektur *Model-View-Controller (MVC)*. Perancangan antarmuka dilakukan menggunakan *Figma*, diagram proses menggunakan *Draw.IO*, dan pemodelan proses bisnis menggunakan *Bizagi Modeler*. Pengembangan sistem mengikuti model *waterfall*, dimulai dari tahap analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, hingga pemeliharaan. Setiap tahapan dilakukan secara berurutan untuk memastikan sistem dapat berfungsi sesuai kebutuhan yang telah ditentukan.

## IV. HASIL PENELITIAN

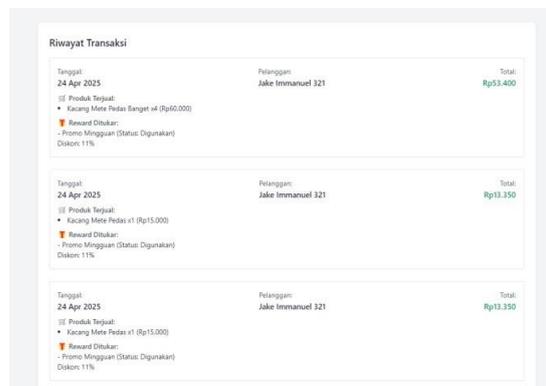
### 4.1. Implementasi

Tahap implementasi dilakukan menggunakan *Laravel*. Sistem dibangun berdasarkan kebutuhan fungsional yang telah dianalisis sebelumnya dan alur interaksi pengguna. Gambar 2a menunjukkan proses penukaran *reward* oleh pelanggan yang kemudian divalidasi oleh pegawai UMKM seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2b.

Modul transaksi mendukung input data dinamis, di mana *Staff* dapat memilih produk dan mencatat kuantitas. Semua perhitungan subtotal dilakukan otomatis. Metode *TOPSIS* diintegrasikan untuk menentukan tingkat loyalitas pelanggan. Proses mencakup pengambilan data, normalisasi, perhitungan preferensi, dan pembagian ke dalam kategori loyalitas.



Gambar 2a.



Gambar 2b.

Gambar 2 Implementasi Sistem : (2a) antarmuka penukaran reward (2b) antarmuka validasi reward

### 4.2. Perhitungan Algoritma TOPSIS

Perhitungan ini bertujuan untuk mengelompokkan pelanggan berdasarkan tingkat loyalitas dengan menerapkan metode *TOPSIS* terhadap data transaksi yang tersedia. Empat kriteria yang digunakan adalah frekuensi pembelian ( $K_1$ ), total transaksi ( $K_2$ ), durasi menjadi pelanggan ( $K_3$ ), dan partisipasi dalam program loyalitas ( $K_4$ ). Bobot masing-masing kriteria ditetapkan sebagai berikut:  $K_1 = 0.30$ ,  $K_2 = 0.35$ ,  $K_3 = 0.20$ , dan  $K_4 = 0.15$ . Pembobotan ini dapat ditentukan secara subjektif oleh UMKM, tergantung kondisi bobot kriteria yang diinginkan. Langkah pertama dalam proses perhitungan dengan menggunakan algoritma *TOPSIS* adalah menyusun matriks keputusan dari data awal pelanggan sebagaimana disajikan pada Tabel 1. Normalisasi matriks keputusan kemudian dilakukan menggunakan Rumus (1) dengan hasil normalisasi ditunjukkan pada Tabel 2.



**Tabel 1.** Matriks keputusan data awal pelanggan

Pelanggan	Frekuensi	Transaksi	Durasi	Partisipasi
A	10	2,500,000	24	8
B	8	1,800,000	18	6
C	12	3,200,000	30	10
D	9	1,400,000	12	4
E	7	2,100,000	20	7
F	11	1,700,000	27	7

**Tabel 2.** Normalisasi matriks keputusan

Pelanggan	Norm Frekuensi	Norm Transaksi	Norm Durasi	Norm Partisipasi
A	0.423	0.464	0.433	0.451
B	0.338	0.334	0.325	0.339
C	0.508	0.594	0.541	0.564
D	0.381	0.360	0.216	0.226
E	0.296	0.390	0.361	0.395
F	0.465	0.316	0.487	0.395

Hasil normalisasi selanjutnya dikalikan dengan bobot kriteria yang telah ditentukan menggunakan Rumus (2). Tabel 3 menunjukkan hasil matrix ternormalisasi terbobot. Solusi ideal positif ( $A^+$ ) dan solusi ideal negatif ( $A^-$ ) diperoleh dari nilai maksimum dan minimum pada masing-masing kriteria, yang ditunjukkan pada Tabel 3 dengan tanda bintang. Jarak setiap alternatif terhadap  $A^+$  dan  $A^-$  menggunakan Rumus (3) dan Rumus (4). Sehingga dapat dihitung nilai preferensi ( $C_i$ ) menggunakan Rumus (5). Hasil perhitungan jarak terhadap solusi ideal ditunjukkan pada Tabel 4.

**Tabel 3.** Normalisasi matriks keputusan Terbobot

Pelanggan	Weighted Frekuensi	Weighted Transaksi	Weighted Durasi	Weighted Partisipasi
A	0.127	0.163	0.087	0.068
B	0.102	0.117	0.065	0.051
C	0.152 *	0.208 *	0.108 *	0.085 *
D	0.114	0.091 **	0.043 **	0.034 **
E	0.089 **	0.137	0.072	0.059
F	0.139	0.111	0.097	0.059

Catatan : \*  $A^+$  ; \*\*  $A^-$

**Tabel 4.** Perhitungan jarak terhadap Solusi Ideal

Pelanggan	D+	D-	Nilai Preferensi $C_i$
A	0.059	0.098	0.624
B	0.118	0.039	0.253
C	0	0.157	1
D	0.148	0.025	0.146
E	0.105	0.059	0.361
F	0.102	0.081	0.442

Pada penelitian ini, nilai preferensi ( $C_i$ ) yang digunakan sebagai dasar pengelompokan pelanggan ke dalam empat tingkat loyalitas, yaitu *Platinum* ( $C_i \geq 0.85$ ), *Gold* ( $0.70 \leq C_i < 0.85$ ), *Silver* ( $0.50 \leq C_i < 0.70$ ), dan *Bronze* ( $C_i < 0.50$ ). Sehingga dapat diketahui bahwa terdapat 1 pelanggan dengan katagori loyalitas *platinum*, 1 pelanggan dengan katagori loyalitas *silver*, dan 4 pelanggan dengan katagori loyalitas *bronze*. Informasi katagorisasi loyalitas pelanggan tersebut dapat dimanfaatkan untuk



menyusun strategi retensi oleh UMKM dan pemberian penghargaan atau *rewards* kepada pelanggan secara lebih terarah.

## V. KESIMPULAN

Penelitian ini mengembangkan sistem *Customer Relationship Management* (CRM) berbasis algoritma TOPSIS untuk mengelompokkan pelanggan berdasarkan tingkat loyalitas. Empat kriteria utama digunakan dalam proses pemeringkatan, yaitu frekuensi pembelian, total transaksi, durasi menjadi pelanggan, dan partisipasi dalam program loyalitas. Hasil simulasi menunjukkan bahwa metode TOPSIS mampu memetakan pelanggan ke dalam kategori loyalitas seperti *Platinum*, *Silver*, dan *Bronze* secara objektif dan terukur.

Penerapan pendekatan multikriteria ini terbukti efektif dalam mendukung evaluasi loyalitas pelanggan dan dapat menjadi acuan bagi UMKM dalam merancang strategi retensi. Penelitian ini memberikan kontribusi akademis dalam pemanfaatan TOPSIS untuk segmentasi pelanggan dan membuka peluang pengembangan sistem lebih lanjut dengan kriteria tambahan atau integrasi teknologi CRM berbasis data historis.

## REFERENSI

- [1] A. Payne and P. Frow, ‘A Strategic Framework for Customer Relationship Management’, *Journal of Marketing*, vol. 69, no. 4, pp. 167–176, 2005, doi: 10.1509/jmkg.2005.69.4.167.
- [2] H.-S. Shih, H.-J. Shyr, and E. S. Lee, ‘An extension of TOPSIS for group decision making’, *Mathematical and Computer Modelling*, vol. 45, no. 7–8, pp. 801–813, Apr. 2007, doi: 10.1016/j.mcm.2006.03.023.
- [3] F. Buttle, *Customer Relationship Management*, 1st ed. London, U.K.: Routledge, 2008. doi: 10.4324/9780080949611.
- [4] R. S. Swift, *Accelerating Customer Relationships*. Prentice Hall, 2001.
- [5] P. Kotler and K. L. Keller, *Marketing Management*, 15th ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson, 2016
- [6] W. Reinartz, M. Krafft, and W. D. Hoyer, ‘The Customer Relationship Management Process: Its Measurement and Impact on Performance’, *Journal of Marketing Research*, vol. XLI, pp. 294–305, 2004.
- [7] G. Zontanos and A. R. Anderson, ‘Relationships, marketing and small business: an exploration of links in theory and practice’, *Qualitative Market Research: An International Journal*, vol. 7, no. 3, pp. 228–236, Sep. 2004, doi: 10.1108/13522750410540236.
- [8] A. S. Dick and K. Basu, ‘Customer Loyalty: Toward an Integrated Conceptual Framework’, *Journal of the Academy of Marketing Science*, vol. 22, no. 2, pp. 99–113, Mar. 1994, doi: 10.1177/0092070394222001.
- [9] P. C. Verhoef, ‘Understanding the Effect of Customer Relationship Management Efforts on Customer Retention and Customer Share Development’, *Journal of Marketing*, vol. 67, no. 4, pp. 30–45, 2003.
- [10] R. L. Oliver, *Satisfaction: A behavioral perspective on the consumer*, 2nd ed. McGraw-Hill, 2014.
- [11] R. J. Brodie, L. D. Hollebeck, B. Jurić, and A. Ilić, ‘Customer Engagement: Conceptual Domain, Fundamental Propositions, and Implications for Research’, *Journal of Service Research*, vol. 14, no. 3, pp. 252–271, 2011, doi: 10.1177/1094670511411703.
- [12] F. F. Reichheld and T. Teal, *The Loyalty Effect: The Hidden Force Behind Growth, Profits, and Lasting Value*. Boston, MA: Harvard Business Review Press, 2001.
- [13] C. L. Hwang and K. Yoon, *Multiple attribute decision making: Methods and applications*. Springer, 1981.



**SENADA**  
Seminar Nasional Sains Data

Seminar Nasional Sains Data 2025 (SENADA 2025)  
UPN “Veteran” Jawa Timur

E-ISSN 2808-5841  
P-ISSN 2808-7283

- [14]I. Dzikria and A. Rizal, ‘Rancang Bangun Sistem Pemesanan Mandiri Restoran Berbasis Progressive Web Apps’, *Jurnal Sistim Informasi dan Teknologi*, vol. 5, no. 1, pp. 135–144, 2023.
- [15]A. Supangat and Y. Mulyani, “Customer loyalty analysis using RFM and K-means clustering for online souvenirs,” *Jurnal Sistem Informasi*, vol. 12, no. 1, pp. 45–53, 2023.
- [16]J. Siagian, R. Silitonga, and H. Sipayung, “E-commerce customer segmentation using K-means algorithm and length, recency, frequency, monetary model,” *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Informasi Terapan*, vol. 7, no. 2, pp. 154–163, 2021.
- [17]M. Ikhsan, R. Ramadhan, and A. Rakhmat, “Customer relationship management to retain customers with the TOPSIS method,” *Journal of Computer Science and Information Technology*, vol. 2, no. 1, pp. 28–35, 2023.