

Contents list available at <https://journal.uib.ac.id/>



**JOINT**  
 (Journal of Information System and Technology)

journal homepage: <https://journal.uib.ac.id/index.php/joint/>



# Optimasi Strategi Promosi Pendidikan Menggunakan Algoritma *FP-Growth* untuk Identifikasi Wilayah Strategis

Guruh Wijaya<sup>1</sup>, Nur Qodariyah Fitriyah<sup>2</sup>, dan Yusril Izzi Arlisa Amiri<sup>3</sup>

1. Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember, Jawa Timur, Indonesia
2. Sistem Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember, Jawa Timur, Indonesia

*E-mail:* [guruh.wijaya@unmuhjember.ac.id](mailto:guruh.wijaya@unmuhjember.ac.id)<sup>1</sup>

## Abstract

*SMP Muhammadiyah 1 Jember faces challenges in attracting new students due to ineffective promotional strategies and inaccuracies in target market identification. Therefore, a more systematic and data-driven approach is required. This study applies the FP-Growth algorithm in data mining to identify strategic areas for optimizing promotional efforts. A dataset comprising 407 student records from the 2017 to 2023 academic years was collected through direct observation and documented in Excel and student master books to analyze student distribution and characteristics. The analysis was conducted using Jupyter Notebook with support thresholds of 0.1 and 0.05, along with a minimum Lift value of 1. The results yielded four association rules at a support level of 0.1 and twenty association rules at 0.05. Rule selection prioritized itemsets containing sub-district information in the antecedents to align with the school's promotional strategy. The findings indicate that the districts of Kaliwates, Patrang, and Sumpalsari have the highest potential for prospective students, suggesting that targeted promotional efforts in these areas would be most effective.*

**Keywords:** Association Rule Mining, Data Mining, FP-Growth, School Promotion

## Abstrak

SMP Muhammadiyah 1 Jember menghadapi tantangan dalam menarik siswa baru akibat promosi yang kurang efektif dan kesalahan dalam menentukan target pasar, sehingga diperlukan strategi yang lebih tepat. Dengan menerapkan algoritma *FP-Growth* dalam *data mining*, sekolah dapat mengidentifikasi daerah strategis untuk promosi yang lebih efisien dan berdampak besar. Penelitian ini mengumpulkan 407 data siswa SMP Muhammadiyah 1 Jember dari tahun ajaran 2017 hingga 2023 melalui observasi langsung, yang terdokumentasi dalam Excel dan buku induk siswa untuk menganalisis perkembangan serta karakteristik siswa. Pengujian menggunakan Jupyter Notebook dengan *support* 0,1 dan 0,05, serta *Lift* minimal 1, menghasilkan 4 *rule* asosiasi pada *support* 0,1 dan 20 *rule* asosiasi pada *support* 0,05. Seleksi dilakukan dengan memprioritaskan aturan yang memiliki *itemset* kecamatan pada *antecedent*-nya untuk mendukung strategi promosi sekolah. Hasil seleksi menunjukkan bahwa Kecamatan Kaliwates, Patrang, dan Sumpalsari merupakan wilayah dengan calon siswa potensial, sehingga promosi dapat difokuskan di daerah tersebut.

**Katakunci:** Association Rule Mining, Data Mining, FP-Growth, Promosi Sekolah

## I. PENDAHULUAN

Dalam konteks persaingan yang semakin kompetitif di sektor pendidikan, promosi sekolah memiliki peran yang krusial [1]. Keberagaman pilihan sekolah menuntut calon siswa untuk memperoleh informasi yang jelas dan menarik mengenai keunggulan yang ditawarkan oleh masing-masing institusi [2]. Strategi promosi yang efektif tidak hanya berkontribusi terhadap peningkatan kualitas sekolah, tetapi juga membangun citra positif serta meningkatkan kepercayaan masyarakat terhadap institusi pendidikan [3]. Salah satu aspek penting dalam strategi promosi adalah segmentasi pasar, yang memungkinkan sekolah untuk menyesuaikan pendekatan promosi dengan karakteristik dan kebutuhan calon siswa [4]. Sebagai contoh, jika target pasar adalah keluarga dengan tingkat ekonomi menengah ke atas, promosi dapat menyoroti fasilitas unggulan serta program pendidikan bertaraf internasional. Sebaliknya, apabila sasaran utama adalah keluarga dengan kondisi ekonomi menengah ke bawah, maka strategi promosi dapat difokuskan pada penyediaan beasiswa serta bantuan keuangan. Pemilihan target pasar yang tepat memungkinkan optimalisasi penggunaan sumber daya promosi sehingga pesan yang disampaikan menjadi lebih relevan dan berdampak signifikan [5]. Dengan kombinasi strategi promosi yang efektif dan segmentasi pasar yang terarah, institusi pendidikan dapat memperkuat daya saing mereka serta meningkatkan jumlah pendaftaran siswa secara signifikan [6].

SMP Muhammadiyah 1 Jember harus berkompetisi dengan sekolah sederajat juga. SMP Muhammadiyah 1 Jember adalah sekolah swasta yang berdiri sejak tahun 1966. Setiap tahun, SMP Muhammadiyah 1 Jember menerima banyak siswa baru. Bahkan, beberapa tahun terakhir, ada penurunan dalam jumlah siswa baru yang diterima. Jumlah siswa pada tahun 2019 adalah 236, pada tahun 2020 adalah 187, pada tahun 2021 adalah 148, pada tahun 2022 adalah 138, dan pada tahun 2023 adalah 126 siswa.

Untuk menarik siswa baru, SMP Muhammadiyah 1 Jember telah memperbarui infrastruktur, membuat pembelajarannya menarik, meningkatkan sumber daya manusia, dan promosi ke berbagai wilayah. Banyak upaya telah dilakukan, tetapi belum ada hasilnya. Salah satu penyebab utamanya adalah promosi yang

tidak efektif dan kesalahan dalam memilih target pasar [7]. Segala sesuatu dalam dunia bisnis harus dipertimbangkan dengan cermat. Pemasaran akan menghabiskan banyak waktu, tenaga, dan biaya jika tidak mencari area strategis dan potensial. Konsep *data mining* adalah alternatif untuk menyelesaikan masalah tersebut [8].

*Data mining* adalah proses pencarian dan analisis sejumlah besar data untuk menemukan aturan dan pola penting [9]. *Model Association Rule* adalah *model data mining* yang sering digunakan untuk mencari keterkaitan antar *itemset* [10]. Model ini sering digunakan untuk menemukan pola frekuensi tinggi dengan melakukan mekanisme perhitungan *support* dan *confidence* dari suatu hubungan item [11]. Analisis aturan eksekusi atau analisis asosiasi adalah teknik *data mining* yang digunakan untuk menemukan aturan asosiasi antar kombinasi item dengan mempertimbangkan frekuensi data [12]. Algoritma *FP-Growth* digunakan untuk memilih pola untuk mempercepat proses pengambilan keputusan set item sering sebelum menghasilkan aturan sebagai rekomendasi keputusan [13]. Algoritma *FP-Growth* adalah salah satu algoritma dalam *data mining* yang digunakan untuk menemukan aturan asosiasi antar kombinasi item dengan mempertimbangkan frekuensi data [14]. Aturan asosiasi untuk himpunan item yang sering muncul dapat digunakan untuk menunjukkan hubungan tersembunyi ini. *FP-Growth* dapat secara langsung mengekstrak set item yang sering muncul dari set data melalui mekanisme *FP-Tree* [15].

Sebagai rumusan masalah, algoritma *FP-Growth* digunakan untuk menentukan daerah strategis untuk promosi pengenalan sekolah di SMP Muhammadiyah 1 Jember.

## II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengumpulkan data melalui observasi langsung di SMP Muhammadiyah 1 Jember. Tujuan dari observasi ini adalah untuk mengumpulkan informasi tentang semua siswa yang bersekolah di sekolah tersebut dalam jangka waktu tertentu. Data yang dikumpulkan dengan sukses mencakup data siswa SMP Muhammadiyah 1 Jember dari tahun ajaran 2017–2023. Data tersebut disimpan dalam buku induk dan Excel siswa, yang mengandung berbagai informasi penting tentang profil siswa. Secara keseluruhan, ada 407 data siswa yang

diperoleh dari hasil observasi ini. Data ini diharapkan dapat memberikan gambaran mendalam tentang perkembangan dan karakteristik siswa di sekolah tersebut dalam jangka waktu yang telah ditentukan. Dengan demikian, data yang telah dimiliki akan mendukung analisis dalam penelitian ini.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Perbaikan, pemilihan, inisialisasi, dan transformasi adalah semua bentuk *preprocessing data*. *Preprocessing* membantu proses perhitungan dan perubahan format data sesuai Algoritma *FP-Growth*. Tahap pertama adalah membersihkan data, yang dilakukan secara manual dengan menghilangkan data kosong. Jadi, dari 407 data siswa, hanya tersisa 400. Dalam langkah kedua, atribut NIPD, serta penghasilan ayah dan ibu, dihapus. Karena data dan fitur ini tidak digunakan dalam penelitian ini.

Pada keseluruhan penelitian, empat metrik digunakan: atribut kecamatan, penghasilan orang tua, sekolah awal, dan ekstrakurikuler. Untuk menentukan area mana yang dapat dipromosikan, fitur kecamatan berguna. Menurut tingkat penghasilan orang tua, daerah dengan penghasilan menengah ke atas lebih cenderung memilih sekolah swasta. Untuk menentukan sekolah swasta atau negeri mana yang paling menarik bagi SMP Muhammadiyah 1 Jember, lihat ciri-ciri sekolah awal. Atribut ekstrakurikuler membantu menentukan minat siswa di pasar target. Pada tahap ketiga, inisialisasi data dilakukan. Ini dilakukan untuk memudahkan peneliti untuk melakukan analisis data. Untuk memudahkan perhitungan, kumpulan data diubah menjadi tabel tabular pada tahap keempat.

Pada tahap implementasi dan pengujian, Algoritma *FP-Growth* diterapkan pada data sesuai dengan rumusan untuk menghasilkan aturan asosiasi dengan menggunakan variasi nilai minimum dukungan dan keyakinan. Aturan asosiasi untuk himpunan item yang sering muncul dapat digunakan untuk menunjukkan hubungan tersembunyi ini. Dalam algoritma ini, dukungan dan kepercayaan adalah dua parameter yang dipertimbangkan. Hubungan yang kuat antar item dalam aturan asosiatif

dikenal sebagai kepercayaan, karena dukungan merupakan item kombinasional dari *database*. Sebagai berikut adalah rumus untuk parameter tersebut.

$$Support(X) = \frac{Freq(X,Y)}{Total\ Transactions(N)}$$

*Confidence* dihitung setelah *support* ditentukan dan menentukan seberapa sering item Y muncul dalam transaksi yang berisi item X. Nilai kepercayaan aturan A yang diberikan B didapat dari rumus berikut.

$$Confidence(Y|X) = \frac{Freq(X,Y)}{Freq(X)}$$

Untuk membangkitkan kandidat memperoleh set item sering, algoritma *FP-Growth* perlu membangun pohon untuk mencari item sering, yang disebut *FP-Tree*. Dengan menggunakan karakteristik ini, algoritma *FP-Growth* dapat mengekstrak set item sering dari data set secara langsung. Ada tiga langkah sebagai berikut:

- Membangun *conditional pattern base*
- Membuat *conditional pattern base*
- Filter dan seleksi *Frequent item set*

Set item tak terdefinisi dikumpulkan pada tahap pertama, dan disebut sebagai set item tak terdefinisi. Tahap kedua adalah pembuatan aturan, yang bertujuan untuk membuat aturan dengan item berkeyakinan tinggi dari set item tak terdefinisi yang telah diperoleh sebelumnya. Aturan ini dikenal sebagai aturan kuat.

Pada tahap evaluasi, Algoritma *FP-Growth* digunakan untuk mengevaluasi aturan asosiasi karena tujuan penelitian adalah untuk mengoptimalkan strategi promosi pendidikan. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi wilayah strategis sehingga aturan asosiasi dapat dipilih pada bagian *antecedent*, yang hanya mengandung *itemset* "kecamatan".

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan secara langsung di SMP Muhammadiyah 1 Jember. Tujuan utama observasi ini adalah untuk mendapatkan data tentang siswa yang terdaftar selama periode waktu tertentu. Data yang dikumpulkan mencakup informasi terkait siswa dari tahun ajaran 2017–2023, yang disimpan dalam buku induk siswa dan dalam format Excel, dan

memuat berbagai detail penting tentang profil siswa. Sebanyak 407 data siswa diperoleh dari hasil observasi, yang kemudian dianalisis untuk memberikan gambaran tentang perkembangan dan karakteristik siswa selama rentang waktu yang ditetapkan. Diharapkan data ini akan memberikan gambaran yang lebih komprehensif dan berfungsi sebagai dasar yang kuat untuk mendukung penelitian ini.

Tabel 1. Dataset

| No | Kecamatan       | Penghasilan Orang Tua         | Sekolah Asal   | Ekstrakurikuler             |
|----|-----------------|-------------------------------|--|-----------------------------|
| 1  | Kec. Kaliwates  | Rp. 1,000,000 - Rp. 1,999,999 | SDN JEMBER LOR 02  | Desain Grafis, Paduan Suara |
| 2  | Kec. Kaliwates  | Rp. 1,000,000 - Rp. 1,999,999 | SDN JEMBER KIDUL 02  | HW                          |
| 3  | Kec. Kaliwates  | Rp. 2,000,000 - Rp. 4,999,999 | UNIT PELAKSANA TEKNIK DAERAH (UPTD) SATUAN PENDIDIKAN SDN KEPATIHAN 01 | TS                          |
| 4  | Kec. Patrang    | Rp. 1,000,000 - Rp. 1,999,999 | SDIT HARAPAN UMAT  | Futsal                      |
| 5  | Kec. Sumbersari | Rp. 500,000 - Rp. 999,999     | SDN SUMBERSARI 01  | HW                          |
| 6  | Kec. Sumbersari | Rp. 500,000 - Rp. 999,999     | SDN SUMBERSARI 01  | TS, Futsal                  |
| 7  | Kec. Patrang    | Rp. 1,000,000 - Rp. 1,999,999 | UNIT PELAKSANA TEKNIK DAERAH (UPTD) SATUAN PENDIDIKAN SDN GEBANG 02    | TS, Paskibra                |
| 8  | Kec. Kaliwates  | Rp. 1,000,000 - Rp. 1,999,999 | SD MUHAMMADIYAH 1 JEMBER   | TS, Tari, MTK               |
| 9  | Kec. Magelang   | Rp. 2,000,000 - Rp. 4,999,999 | SDS PG BUNGAMAYANG   | TS, Desain Grafis           |
| 10 | Kec. Patrang    | Rp. 500,000 - Rp. 999,999     | UNIT PELAKSANA TEKNIK DAERAH (UPTD) SATUAN PENDIDIKAN SDN GEBANG 02    | Futsal                      |

Pra-pemrosesan data terdiri dari beberapa tahap penting, seperti pembersihan, pemilihan, inisialisasi, dan transformasi data. Tujuan dari

tahap ini adalah untuk membuat proses perhitungan lebih mudah dan untuk menyesuaikan format data untuk memenuhi algoritma *FP-Growth*. Pembersihan data adalah tahap pertama, yang dilakukan secara manual dengan menghapus data yang tidak diperlukan. Dari 407 data siswa, hanya 400 yang tersisa. Beberapa metrik, seperti NIPD, penghasilan ayah, dan ibu, dihilangkan pada tahap berikutnya karena tidak digunakan dalam penelitian ini.

Kecamatan, penghasilan orang tua, sekolah asal, dan ekstrakurikuler adalah empat karakteristik utama yang digunakan dalam analisis. Sementara atribut kecamatan menunjukkan daerah yang memiliki banyak peluang untuk berkembang, data penghasilan orang tua digunakan untuk mengetahui kecenderungan memilih sekolah swasta karena keluarga dengan penghasilan menengah ke atas lebih mungkin mempertimbangkan sekolah berbayar. Selain memanfaatkan atribut ekstrakurikuler untuk menentukan minat siswa dalam bidang target promosi, data tentang sekolah asal mereka membantu menentukan apakah mayoritas siswa berasal dari sekolah negeri atau swasta.

Data disiapkan pada tahap inisialisasi agar lebih mudah bagi peneliti untuk menganalisisnya. Kemudian, tahap transformasi dilakukan dengan mengubah dataset ke dalam format tabel tabular, yang memudahkan perhitungan selama proses analisis data.

Tidak seperti pendekatan pengembangan kandidat seperti Apriori, algoritma *FP-Growth* (*Frequent Pattern Growth*) digunakan untuk mengekstrak item sering dari dataset transaksi. Algoritma ini terdiri dari dua tahap utama: membangun *FP-Tree* dan membentuk item sering dari *FP-Tree*.

Langkah pertama dalam implementasi algoritma *FP-Growth* adalah melakukan *import library* dengan menggunakan fungsi "*fpgrowth*" dari modul "*mlxtend.frequent\_patterns*". Selanjutnya, algoritma *FP-Growth* dijalankan pada *dataset* transaksi yang dievaluasi. Parameter "*use\_colnames=True*" memastikan bahwa nama kolom asli digunakan dalam *output*, bukan indeks, dan parameter "*min\_support=0.1*" mengidentifikasi *itemset* sering yang muncul dalam setidaknya 10% dari seluruh transaksi. Setelah pemrosesan selesai, hasil ditampilkan dengan menggunakan "*res.head(100)*", yang menampilkan seratus item sering dengan nilai *support* tertinggi.

Langkah pertama dalam pembentukan aturan asosiasi adalah meng-*import* modul "*association\_rules*" dari "*mlxtend.frequent\_patterns*". Selanjutnya, metrik *lift* digunakan untuk menghitung hubungan antar item dan digunakan sebagai dasar untuk pembentukan aturan asosiasi. Ini diatur dengan "metrik=*lift*" dan parameter "*min\_threshold=1*" digunakan untuk memastikan bahwa hanya aturan dengan *lift* lebih dari 1 yang diambil, sehingga hanya asosiasi yang memiliki hubungan positif yang dianggap. Selain itu, jumlah *itemset* disesuaikan dengan ukuran *dataset* yang dianalisis dengan menggunakan "*num\_itemsets=len(df)*." Setelah proses pembentukan aturan asosiasi selesai, hasilnya disimpan dalam "*res*", yang mengandung daftar aturan asosiasi yang telah dibuat.

```

1 #fpgrowth
2 #Importing Libraries
3 from mlxtend.frequent_patterns import fpgrowth
4 #Running the fpgrowth algorithm
5 res=fpgrowth(dataset,min_support=0.1, use_colnames=True)
6 # printing top 100
7 res.head(100)

1 # importing association rules
2 # importing required module
3 from mlxtend.frequent_patterns import association_rules
4 # creating association rules
5 #res=association_rules(res, metric="lift", min_threshold=1)
6 #res=association_rules(res, metric="lift", min_threshold=1, num_itemsets=len(df))
7 res=association_rules(res, metric="lift", min_threshold=1, num_itemsets=len(df))
8 # printing association rules
9 res
    
```

Gambar 2. Script Python untuk FP-Growth

Uji dilakukan menggunakan bahasa pemrograman *Python* di dalam lingkungan *Jupyter Notebook*. Nilai parameter *support* adalah 0,1 dan 0,05, dan nilai *Lift* adalah minimal 1. Hasil uji dengan nilai *support* sebesar 0,1 menghasilkan empat *rule* asosiasi, Hasil uji dengan menggunakan nilai *support* sebesar 0,05 menghasilkan 20 buah *rule* asosiasi. Tidak semua aturan yang dibuat dapat digunakan sebagai referensi dalam rangka mendukung strategi promosi sekolah. Oleh karena itu, aturan yang telah dibentuk harus dipilih dengan memprioritaskan aturan dengan *itemset* kecamatan pada bagian *antecedent*-nya. Tabel 2 menunjukkan *rule* promosi dari hasil seleksi *rule*.

Tabel 2 berisi peraturan asosiasi yang dapat digunakan untuk promosi sekolah menunjukkan bahwa calon siswa dari Kecamatan Kaliwates, Patrang, dan Sumbersari adalah calon siswa yang potensial. Oleh karena itu, kegiatan promosi dapat difokuskan pada siswa dari ketiga kecamatan ini.

Tabel 2. Rule Promosi

| No | Antecedents       | Consequents                     | Support | Confidence |
|----|-------------------|---------------------------------|---------|------------|
| 1  | (Kec. Kaliwates)  | (Rp. 1,000,000 - Rp. 1,999,999) | 0.135   | 0.457627   |
| 2  | (Kec. Sumbersari) | (Rp. 500,000 - Rp. 999,999)     | 0.115   | 0.393162   |
| 3  | (Kec. Sumbersari) | (HW)                            | 0.0825  | 0.282051   |
| 4  | (Kec. Patrang)    | (HW)                            | 0.0875  | 0.259259   |
| 5  | (Kec. Patrang)    | (TS)                            | 0.0875  | 0.259259   |
| 6  | (Kec. Kaliwates)  | (Futsal)                        | 0.0500  | 0.169492   |

#### IV. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Algoritma *FP-Growth* dapat diimplementasikan untuk mencari pola asosiasi pada data pendidikan untuk menjadi basis pengetahuan promosi sekolah.
2. *Conditional FP-Tree* dan *Association Rule* yang dibentuk dengan menggunakan nilai *support* 0,1 lebih sedikit daripada menggunakan nilai *support* 0,05.
3. *Rule* promosi yang merupakan hasil seleksi dari *rule* yang dibentuk *FP-Growth*, menunjukkan bahwa dari pola asosiasi yang ada, calon siswa dari Kecamatan Kaliwates, Patrang, dan Sumbersari adalah calon siswa yang potensial bagi SMP Muhammadiyah 1.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Dâmaso and J. Á. D. Lima, "Marketing the School? How Local Context Shapes School Marketing Practices," *Journal of School Choice*, vol. 14, no. 1, p. 26–48, 2019.
- [2] D. Ü. Erdil, M. Tümer, H. Nadiri and I. Aghaei, "Prioritizing Information Sources and Requirements in Students' Choice of Higher Education Destination: Using AHP Analysis," *SAGE Open*, 11(2), 2021.
- [3] D. Gonda and P. Poór, "Use of Maturity Model to Create an Effective Marketing Mix with a Focus on Educational Facilities," *Sustainability Volume 15 Issue 8*, 2023.
- [4] E. Greaves, D. Wilson and A. Nairn, "Marketing and School Choice: A Systematic Literature Review," *Review of Educational Research*, pp. 825-861, 2023.

- [5] K. Chaudhary, P. Kumar, S. Chauhan and V. Kumar, "Optimal Promotional Policy of an Innovation Diffusion Model Incorporating The Brand Image in A Segment-Specific Market," *Journal of Management Analytics Volume 9 Issue 1*, 2022.
- [6] J. Prach, A. T. Johnson and S. Ferguson, "College Choice & The Consumer: The Impact of Gender on Higher Education Enrollment," *Journal of Marketing for Higher Education Volume 34 Issue 1*, 2024.
- [7] W. M. Lim, T. W. Jee and E. C. De Run, "Strategic brand management for higher education institutions with graduate degree programs: empirical insights from the higher education marketing mix," *Journal of Strategic Marketing*, 28(3), p. 225–245, 2018.
- [8] S. Agal, P. Sharma, C. R. Mohan, P. Madan, M. V and H. S. Arri, "Using Machine Learning Algorithms to Suggest a Method for Predictive Analysis in Data Mining," in *2023 IEEE International Conference on ICT in Business Industry & Government (ICTBIG)*, 2023.
- [9] F. Hassan and S. F. Behadili, "Modeling Social Networks using Data Mining Approaches-Review," *Iraqi Journal of Science Vol 63 No 3*, 2022.
- [10] C. Fernandez-Basso, M. D. Ruiz and M. J. Martin-Bautista, "New Spark Solutions For Distributed Frequent Itemset and Association Rule Mining Algorithms," *Cluster Computing Volume 27*, p. 1217–1234, 2024.
- [11] M. Maruseac and G. Ghinita, "Precision-Enhanced Differentially-Private Mining of High-Confidence Association Rules," *IEEE Transactions on Dependable and Secure Computing Volume: 17, Issue: 6*, 2020.
- [12] M. Vives-Mestres, R. S. Kenett, S. Thió-Henestrosa and J. A. Martín-Fernández, "Measurement, Selection, and Visualization of Association Rules: A Compositional Data Perspective on Association Rules," *Quality and Reliability Engineering International Volume 38 Issue 3*, 2022.
- [13] S. Bagui, K. Devulapalli and J. Coffey, "A Heuristic Approach for Load Balancing The FP-Growth Algorithm on MapReduce," *Array Volume 7*, 2020.
- [14] B. Mohanty, M. Tripathy and S. Champati, "Performance Analysis of Association Rule Mining Algorithms: Evidence from the Retailing Industry," *Journal of Engineering Science and Technology Review Volume 16*, pp. 108 - 122, 2023.
- [15] K. A. Happawana and B. J. Diamond, "Association Rule Learning in Neuropsychological Data Analysis for Alzheimer's Disease," *Journal of Neuropsychology 16*, 2021.