

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/>



Perbandingan Kinerja Apriori dan *FP-Growth* dalam Pencarian Pola Asosiasi Pada Data Promosi Pendidikan

Zainul Arifin¹, Hardian Oktavianto², Taufiq Timur Warisaji³, Henny Wahyu Sulisty⁴
 1,2,3,4 Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember, Karimata 49, Jember, 68121, Indonesia

E-mail: zainul.arifin@unmuhjember.ac.id¹, hardian@unmuhjember.ac.id², taufiqtimur@unmuhjember.ac.id³, henny.sulisty@unmuhjember.ac.id⁴

Abstract

Data mining, especially Association Rule Mining, is used to find hidden patterns and relationships in data. Algorithms like Apriori and FP-Growth make this process faster and more efficient. In education, these techniques help schools create better promotional strategies. By understanding what students and parents prefer, schools can send the right messages and use their resources more effectively. This study compares the Apriori and FP-Growth algorithms in analyzing educational data to support the promotion of SMP Muhammadiyah 1. Both algorithms are used to find patterns in the data. The Apriori algorithm found 16 association rules, while FP-Growth found 6 rules. The Apriori results show that most prospective students come from the Kaliwates District and usually attend public elementary schools. On the other hand, FP-Growth also found that many students come from the Patrang and Sumbersari Districts. These findings can help the school focus its promotional efforts more effectively.

Keywords: *apriori, association rule mining, data mining, FP-Growth*

Abstrak

Data mining, khususnya Association Rule Mining, digunakan untuk mengidentifikasi hubungan tersembunyi dalam data dan menemukan aturan asosiasi yang bermakna, dengan algoritma seperti Apriori dan FP-Growth yang meningkatkan efisiensi dalam proses ini. Dalam konteks pendidikan, teknik ini dapat membantu sekolah dalam mengoptimalkan strategi promosi dengan menyesuaikan pesan dan penawaran berdasarkan preferensi audiens, sehingga meningkatkan efektivitas alokasi sumber daya. Dengan memanfaatkan Association Rule Mining, sekolah dapat merancang strategi berbasis data untuk menarik dan mempertahankan siswa. Pada penelitian ini akan dilakukan perbandingan penggunaan Apriori dan FP-Growth dalam mencari rule asosiasi pada data pendidikan untuk menunjang promosi sekolah SMP 1 Muhammadiyah. Algoritma Apriori dan FP-Growth dapat digunakan untuk menganalisis pola asosiasi dalam data pendidikan guna mendukung strategi promosi SMP Muhammadiyah 1. Hasil analisis menghasilkan 16 aturan asosiasi dari Apriori dan 6 aturan dari FP-Growth, Apriori menunjukkan bahwa mayoritas calon siswa berasal dari Kecamatan Kaliwates dan lebih banyak berasal dari Sekolah Dasar Negeri, sedangkan FP-Growth mengidentifikasi bahwa calon siswa potensial juga berasal dari Kecamatan Patrang dan Sumbersari, yang dapat menjadi fokus dalam promosi sekolah.

Katakunci: *apriori, association rule mining, data mining, FP-Growth*

I. PENDAHULUAN

Data mining melibatkan penggalian informasi dan pengetahuan yang tersirat, yang sebelumnya tidak diketahui, tetapi berpotensi berguna dari kumpulan data yang luas, tidak lengkap, tidak jelas, atau acak [1]. *Association rule mining* secara khusus mempunyai fokus pada pengungkapan hubungan atau relasi yang bermakna antara kumpulan item dalam suatu basis data [2]. *Association rule mining* dalam *data mining* melibatkan identifikasi hubungan tersembunyi dalam data dan menemukan aturan yang menghubungkan item individual. Teknik ini telah menjadi komponen penting dari *data mining* dan telah diterapkan secara luas di berbagai bidang dalam beberapa tahun terakhir [3]. Penambangan aturan asosiasi adalah prosedur yang digunakan untuk menemukan hubungan antara item dalam kumpulan data yang ditentukan, dimana melibatkan pencarian pola dan asosiasi di antara item-item ini [4].

Algoritma Apriori adalah algoritma fundamental yang diusulkan oleh Agrawal dan Srikant pada tahun 1994 untuk mengidentifikasi *frequent itemset* dan menghitung tingkat keyakinan untuk aturan asosiasi Boolean [5]. Algoritma ini merupakan algoritma pertama yang diperkenalkan oleh Agrawal untuk menghasilkan semua *frequent itemset* dan digunakan secara luas dalam penambangan data untuk menemukan aturan asosiasi. Algoritma *FP-Growth* merupakan pengembangan dari algoritma Apriori, yang mengatasi keterbatasannya dan menawarkan peningkatan signifikan dalam efisiensi dan skalabilitas [6]. Tidak seperti Apriori, yang memerlukan pembuatan *itemset* kandidat untuk mengidentifikasi *itemset* yang sering muncul, *FP-Growth* menghilangkan kebutuhan untuk pembuatan kandidat dengan menggunakan struktur berbasis pohon yang dikenal sebagai *FP-Tree* [7]. Pendekatan berbasis *tree* ini, dikombinasikan dengan strategi bagi-dan-kuasai, memungkinkan algoritma untuk menemukan *itemset* yang sering muncul secara efisien hanya dengan dua pemindaian basis data untuk menghitung jumlah dukungan.

Dalam lingkungan pendidikan yang kompetitif saat ini, sekolah menghadapi tantangan yang signifikan dalam mempertahankan pendaftaran siswa dan menarik siswa baru. Dengan semakin banyaknya pilihan yang tersedia bagi siswa dan

orang tua, lembaga pendidikan harus mengembangkan strategi yang secara efektif menonjolkan kekuatan mereka dan memenuhi preferensi audiens target mereka. *Association Rule Mining*, sebuah teknik penambangan data yang digunakan untuk mengungkap hubungan antara variabel dalam kumpulan data besar, memiliki potensi yang cukup besar untuk meningkatkan upaya promosi sekolah [8]. Tujuan utama promosi sekolah adalah untuk menciptakan kesadaran, menarik calon siswa, dan mempertahankan siswa yang sudah ada dengan memamerkan proposisi nilai unik lembaga [9].

Dengan menggunakan *Association Rule Mining*, sekolah dapat mengoptimalkan strategi promosi mereka dengan menyesuaikan pesan dan penawaran untuk memenuhi preferensi audiens mereka [10]. Lebih jauh lagi, *Association Rule Mining* mendukung pengambilan keputusan berdasarkan data, yang meningkatkan efisiensi dan efektivitas alokasi sumber daya [11].

II. METODE PENELITIAN

Metodologi pada penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain eksploratori untuk mengeksplorasi pola-pola tersembunyi dalam data yang berhubungan dengan faktor-faktor yang mempengaruhi keputusan pemilihan sekolah oleh orang tua dan siswa.



Gambar 1. Metode Penelitian

Terdapat empat tahap utama:

1. Pengumpulan data melalui data sekunder terkait preferensi siswa dan orang tua dalam memilih sekolah.
2. *Preprocessing*: Pembersihan dan transformasi data untuk mempersiapkan data yang dapat dianalisis, termasuk pengkodean variabel kualitatif menjadi format yang sesuai untuk penambangan data.
3. Penerapan algoritma Apriori dan *FP-Growth* untuk menggali aturan asosiasi yang mengungkap pola tersembunyi dalam data.
4. Analisis hasil untuk mengidentifikasi pola-pola yang dapat digunakan untuk

meningkatkan strategi promosi sekolah, dan membandingkan hasil antara apriori dengan *FP-Growth*.

Association Rule Mining

Association Rule Mining merupakan suatu prosedur untuk menemukan hubungan antar item dari suatu *dataset* yang telah ditentukan dan mencari serta menemukan hubungan antar item dalam suatu *dataset* [12]. Implementasi *data mining* dengan aturan asosiasi bertujuan untuk menemukan informasi item yang saling berhubungan karena berbentuk aturan [13]. Aturan asosiasi merupakan teknik *data mining* untuk menemukan aturan asosiasi di antara suatu kombinasi item [3].

Penambangan aturan asosiasi merupakan teknik yang digunakan untuk menemukan hubungan antara pola-pola tersembunyi dalam basis data besar, yang mengekstrak asosiasi, pola yang sering terjadi, atau kumpulan jumlah struktur kausal [14].

Aturan asosiasi adalah aturan atau kaidah tertentu yang menyatakan korelasi antara tingkat kemunculan beberapa atribut dalam suatu *database*. Bentuk umum Aturan Asosiasi adalah:

$$A_1 \dots A_n \rightarrow B$$

Pentingnya suatu *rule* asosiatif dapat diketahui dari dua parameter yaitu *support* dan *confidence*. *Support* (nilai *support*) merupakan presentase gabungan item dalam *database*. Sedangkan *Confidence* (nilai kepastian) merupakan kuatnya hubungan antar item dalam *rule* asosiasi. Nilai *support* suatu item diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut.

$$\text{Support}(A \cap B) = \frac{\text{number of transactions containing } A \text{ and } B}{\text{total number of transactions overall}} \times 100\%$$
$$\text{Confidence}(A|B) = \frac{\text{number of transactions containing } A \text{ and } B}{\text{number of transactions containing } A} \times 100\%$$

Apriori

Algoritma Apriori merupakan algoritma dasar yang diusulkan oleh Agrawal & Srikant pada tahun 1994 untuk penentuan *frequent itemset* untuk aturan asosiasi Boolean. Algoritma apriori termasuk jenis aturan asosiasi dalam penambangan data. Algoritma apriori dibagi menjadi beberapa tahap yang terdiri dari (1) pembentukan kandidat item, (2) perhitungan *support* dari setiap kandidat *k-itemset*, (3) pengaturan pola frekuensi tinggi dan (4) jika

tidak ada pola frekuensi tinggi baru yang diperoleh maka seluruh proses dihentikan. Jika tidak, maka *k* ditambah satu dan kembali ke tahap 1.

Langkah - langkah:

1. Pertama, *dataset* digunakan untuk menemukan semua item yang sering muncul dalam *database*.
2. Kedua, kumpulan item yang sering muncul dan batasan suatu nilai *confidence* minimum digunakan untuk menghasilkan aturan.

FP-Growth

Algoritma *FP-Growth* merupakan pengembangan dari algoritma Apriori, kekurangan dari algoritma Apriori diperbaiki oleh algoritma *FP-Growth*. Dalam Apriori diperlukan *generate candidate* untuk mendapatkan *frequent itemset*, namun pada algoritma *FP-Growth generate candidate* tidak dilakukan karena *FP-Growth* menggunakan konsep *tree development* dalam mencari *frequent itemset*. Hal inilah yang menyebabkan algoritma *FP-Growth* lebih cepat dibandingkan dengan algoritma Apriori.

Algoritma *FP-growth* menghasilkan kumpulan data yang sering muncul dari *FP Tree* dengan menavigasi dalam pendekatan *bottom-up*. Metode ini mengurangi jumlah total kumpulan data pengguna dengan menghasilkan tipe *database* yang dipadatkan dalam bentuk *FP Tree*. Informasi yang sering muncul ini memungkinkan penemuan kumpulan data yang sering muncul secara efektif. Ini adalah pendekatan dua langkah dan lebih cepat daripada algoritma *association rule mining* lainnya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan observasi langsung di SMP Muhammadiyah 1 Jember. Hasil observasi yaitu diperolehnya data siswa SMP Muhammadiyah 1 Jember dari tahun 2017-2023 dengan format Excel dan buku induk siswa sejumlah 407 data siswa. Data merupakan sekunder terkait preferensi siswa dan orang tua dalam memilih institusi pendidikan SMP Muhammadiyah 1 Jember. Atribut data mencakup:

1. NIPD
2. Kecamatan
3. Penghasilan Ayah

4. Penghasilan Ibu
5. Penghasilan Orang Tua
6. Sekolah Asal
7. Ekstrakurikuler

Pada tahap awal, proses pembersihan data dilakukan secara manual dengan mengidentifikasi dan menghapus data yang tidak lengkap atau kosong. Langkah ini bertujuan untuk memastikan kualitas data yang akan dianalisis tetap valid dan reliabel. Setelah proses pembersihan, jumlah data yang digunakan dalam penelitian ini berkurang dari 407 menjadi 400 data siswa yang memenuhi kriteria kelengkapan informasi.

Tabel 1. Dataset

No	NPMD	Kecamatan	Penghasilan Ayah	Penghasilan Ibu	Penghasilan Orang Tua	Sekolah Asal	Ekstrakurikuler
1	4760	Kecc. Kaliwa	Rp. 1,000,000	Tidak Berpenghasilan	Rp. 1,000,000	SDN JEMBER LOR 02	Desain Grafis, Paduan Suara
2	4761	Kecc. Kaliwa	Rp. 1,000,000	Tidak Berpenghasilan	Rp. 1,000,000	SDN JEMBER KIDUL 02	HW
3	4821	Kecc. Kaliliwa	Rp. 2,000,000	Tidak Berpenghasilan	Rp. 2,000,000	UNIT PELAKSANA TEKNIS DAERAH (UPTD) SATUAN PENDIDIKAN SDN KEPATIHAN 01	TS
4	4762	Kecc. Patra	Rp. 1,000,000	Tidak Berpenghasilan	Rp. 1,000,000	SDIT HARAPAN UMAT	Futsal
5	4863	Kecc. Sumbersari	Rp. 500,000	Tidak Berpenghasilan	Rp. 500,000	SDN SUMBERSARI 01	HW
6	4766	Kecc. Sumbersari	Rp. 500,000	Tidak Berpenghasilan	Rp. 500,000	SDN SUMBERSARI 01	TS, Futsal
7	4768	Kecc. Patra	Rp. 1,000,000	Tidak Berpenghasilan	Rp. 1,000,000	UNIT PELAKSANA TEKNIS DAERAH (UPTD) SATUAN	TS, Paskibra

			Rp. 9,999	Tidak Berpenghasilan	Rp. 9,999	PENDIDIKAN SDN GEBANG 02	
8	4767	Kecc. Kaliwa	Rp. 1,000,000	Tidak Berpenghasilan	Rp. 1,000,000	SD MUHAMMADIYAH 1 JEMBER	TS, Tari, MTK
9	4765	Kecc. Mangan	Rp. 2,000,000	Tidak Berpenghasilan	Rp. 2,000,000	SDS PG BUNGAMAYAN G	TS, Desain Grafis
10	4818	Kecc. Patra	Rp. 500,000	Tidak Berpenghasilan	Rp. 500,000	UNIT PELAKSANA TEKNIS DAERAH (UPTD) SATUAN PENDIDIKAN SDN GEBANG 02	Futsal

Preprocessing

Pada tahap *preprocessing*, dilakukan seleksi data dengan menghapus beberapa atribut yang tidak relevan dengan tujuan penelitian, yaitu NIPD, penghasilan ayah, dan penghasilan ibu. Penghapusan atribut ini bertujuan untuk menyederhanakan analisis serta memastikan bahwa hanya variabel yang memiliki keterkaitan langsung dengan penelitian yang digunakan. Setelah proses seleksi, data yang digunakan dalam analisis terdiri dari atribut kecamatan, penghasilan orang tua, sekolah asal, dan partisipasi dalam kegiatan ekstrakurikuler.

Tabel 2. Data Hasil Seleksi

No	Kecamatan	Penghasilan Orang Tua	Sekolah Asal	Ekstrakurikuler
1	Kecc. Kalis	Rp. 1,000,000 - Rp. 1,999,999	SDN JEMBER LOR 02	Desain Grafis, Paduan Suara
2	Kecc. Kalis	Rp. 1,000,000 - Rp. 1,999,999	SDN JEMBER KIDUL 02	HW
3	Kecc. Kalis	Rp. 2,000,000 - Rp. 4,999,999	UNIT PELAKSANA TEKNIS DAERAH (UPTD) SATUAN PENDIDIKAN SDN KEPATIHAN 01	TS
4	Kecc. Patra	Rp. 1,000,000 - Rp. 1,999,999	SDIT HARAPAN UMAT	Futsal
5	Kecc. Sumbersari	Rp. 500,000 - Rp. 999,999	SDN SUMBERSARI 01	HW
6	Kecc. 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 TEKNIS 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. Patrang	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 TEKNIS DAERAH (UPTD) SATUAN PENDIDIKAN SDN GEBANG 02	Futsal

Atribut tersebut dipilih karena masing-masing memiliki relevansi dalam mendukung analisis strategi promosi sekolah. Atribut kecamatan digunakan untuk mengidentifikasi daerah yang memiliki potensi sebagai target promosi. Atribut penghasilan orang tua berfungsi sebagai indikator kemampuan ekonomi dalam membayar biaya pendidikan, di mana daerah dengan penghasilan menengah ke atas cenderung memiliki daya beli lebih tinggi untuk memilih sekolah swasta. Selanjutnya, atribut sekolah asal dianalisis untuk mengetahui apakah siswa yang berminat mendaftar di SMP Muhammadiyah 1 Jember lebih banyak berasal dari sekolah negeri atau swasta. Selain itu, atribut ekstrakurikuler digunakan untuk memahami minat siswa di wilayah target, sehingga sekolah dapat menyesuaikan strategi promosi berdasarkan preferensi mereka.

Analisis Perbandingan Kinerja

Perbandingan kinerja algoritma apriori dan *FP-Growth* menunjukkan hasil yang berbeda. Rule yang dibentuk pada Apriori lebih banyak dibandingkan dengan *rule* yang dibentuk menggunakan *FP-Growth*.

Tabel 3. Rule Promosi Apriori

No	Rule	Support	Confidence
1	['Kec. Kaliwates', 'Desain Grafis'] -> ['SEKOLAH DASAR NEGERI']	2.0 %	100.0 %
2	['TS', 'Rp. 500,000 - Rp. 999,999', 'Kec. Sumbersari'] -> ['SEKOLAH DASAR NEGERI']	2.2 %	100.0 %
3	['Kec. Tempurejo'] -> ['SEKOLAH DASAR NEGERI']	1.2 %	100.0 %
4	['Kec. Kaliwates', 'English'] -> ['SEKOLAH DASAR NEGERI']	1.2 %	100.0 %
5	['Kec. Patrang', 'English'] -> ['Rp. 1,000,000 - Rp. 1,999,999']	1.0 %	100.0 %
6	['Kec. Sumbersari', 'Paskibra'] -> ['SEKOLAH DASAR NEGERI']	1.0 %	100.0 %
7	['Kec. Kaliwates', 'English'] -> ['Rp. 1,000,000 - Rp. 1,999,999']	1.0 %	100.0 %

8	['Kec. Sumbersari', 'English'] -> ['SEKOLAH DASAR SWASTA']	1.0 %	100.0 %
9	['Rp. 500,000 - Rp. 999,999', 'Kec. Tempurejo'] -> ['SEKOLAH DASAR NEGERI']	1.0 %	100.0 %
10	['Kec. Kaliwates', 'Desain Grafis', 'Futsal'] -> ['SEKOLAH DASAR NEGERI']	1.0 %	100.0 %
11	['SEKOLAH DASAR NEGERI', 'Kec. Kaliwates', 'Desain Grafis'] -> ['Futsal']	1.0 %	100.0 %
12	['Rp. 500,000 - Rp. 999,999', 'Kec. Kaliwates', 'English'] -> ['SEKOLAH DASAR NEGERI']	1.0 %	100.0 %
13	['Rp. 1,000,000 - Rp. 1,999,999', 'Kec. Kaliwates', 'Desain Grafis'] -> ['SEKOLAH DASAR NEGERI']	1.2 %	100.0 %
14	['Rp. 1,000,000 - Rp. 1,999,999', 'Kec. Patrang', 'Desain Grafis'] -> ['SEKOLAH DASAR NEGERI']	1.2 %	100.0 %
15	['Rp. 1,000,000 - Rp. 1,999,999', 'Kec. Kaliwates', 'Futsal'] -> ['SEKOLAH DASAR NEGERI']	1.5 %	100.0 %
16	['TS', 'Kec. Sumbersari', 'Rp. 0 - Rp. 499,999'] -> ['SEKOLAH DASAR NEGERI']	1.2 %	100.0 %

Terbentuk 16 buah *rule* asosiasi yang dapat dijadikan acuan untuk promosi dan kesemua *rule* tersebut mempunyai *confidence* 100%. Dari tabel 4 juga dapat kita ketahui bahwa dari ke-16 buah *rule* asosiasi, Kecamatan Kaliwates muncul 8 kali, Kecamatan Sumbersari muncul 4 kali, Kecamatan Tempurejo dan Kecamatan Patrang masing – masing muncul 2 kali, yang menunjukkan bahwa tempat tinggal atau domisili siswa lebih banyak berasal dari Kecamatan Kaliwates. *Itemset* ‘SEKOLAH DASAR NEGERI’ muncul 12 kali yang menunjukkan bahwa asal sekolah siswa lebih banyak berasal dari Sekolah Dasar Negeri daripada berasal dari Sekolah Dasar Swasta.

Tabel 4. Rule Promosi *FP-Growth*

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

Tabel 4 berisikan *rule* asosiasi yang dapat kita manfaatkan untuk promosi sekolah, dapat kita ketahui bahwa secara daerah atau yang dalam hal ini diinterpretasikan oleh *itemset* ‘Kecamatan’, maka untuk calon siswa dari Kecamatan Kaliwates, Patrang, dan Sumbersari adalah calon siswa yang potensial sehingga kegiatan promosi dapat lebih fokus pada ketiga kecamatan ini.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis hasil uji yang telah dilakukan, maka dalam penelitian ini terdapat beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Algoritma Apriori dan *FP-Growth* dapat diimplementasikan untuk mencari pola asosiasi pada data pendidikan untuk menjadi basis pengetahuan promosi sekolah SMP 1 Muhammadiyah.
2. Terbentuk 16 buah *rule* asosiasi dari Apriori dan 6 buah *rule* asosiasi dari *FP-Growth* yang dapat dijadikan acuan untuk promosi sekolah SMP Muhammadiyah 1.
3. *Rule* promosi yang dibentuk Apriori menunjukkan bahwa calon siswa lebih banyak berasal dari Kecamatan Kaliwates dan asal sekolah siswa lebih banyak berasal dari Sekolah Dasar Negeri daripada berasal dari Sekolah Dasar Swasta.
4. *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 Sumpalsari adalah calon siswa yang potensial bagi SMP Muhammadiyah 1.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sarra, "Data Mining and Knowledge Discovery. Preliminaries for a Critical Examination of the Data Driven Society," *Global Jurist*, vol. 20, no. 1, p. 20190016, 2020.
- [2] Acar, G. Sariyer, V. Jain and B. Ramtiyal, "Discovering Hidden Associations among Environmental Disclosure Themes Using Data Mining Approaches," *Sustainability*, 2023.
- [3] Mudumba and M. F. Kabir, "Mine-First Association Rule Mining: An Integration Of Independent Frequent Patterns In Distributed Environments," *Decision Analytics Journal Volume 10*, 2024.
- [4] Rosliadewi, Y. Nurfaizal, R. Waluyo and M. Imron, "Analysis of Transaction Data for Modeling the Pattern of Goods Purchase Supporting Goods Location," *Journal of Applied Data Sciences 1(2)*, pp. 65-75, 2020.
- [5] Hodijah and U. T. Setijohatmo, "Analysis Of Frequent Itemset Generation Based On Trie Data Structure In Apriori Algorithm," *TELKOMNIKA*, 19(5), pp. 1553-1564, 2021.
- [6] Essam, M. A. Abdel-Fattah and L. Abdelhamid, "Towards Enhancing the Performance of Parallel FP-Growth on Spark," *IEEE Access Volume 10*, 2022.
- [7] E. H. Benelhadj, M. M. Deye and Y. Slimani, "Signature-based Tree for Finding Frequent Itemsets," *Journal of Communications Software and Systems*, vol. 19, no. 1, pp. 70-80, 2023.
- [8] Shamseen, M. M. Zanjireh, M. Bahaghighat and Q. Xin, "Developing A Parallel Classifier For Mining In Big Data Sets," *IJUM Engineering Journal Vol. 22 No.2*, 2021.
- [9] Rosyidah, Matin and U. Rosyidi, "Internationalization in Higher Education: University's Effective Promotion Strategies in Building International Trust," *European Journal Of Educational Research*, 2020.
- [10] P. B. Saputra, S. A. Rahayu and T. Hariguna, "Market Basket Analysis Using FP-Growth Algorithm to Design Marketing Strategy by Determining Consumer Purchasing Patterns," *Journal of Applied Data Science vol.4 No.1*, 2023.
- [11] H. Avizenna, "Applying the Apriori Algorithm to Analyze and Optimize Medical Device Inventory Management," *Journal of Applied Data Science Vol.3 No.4*, 2022.
- [12] A. Zakur, S. B. Mirashrafi and L. R. Flaih, "A Comparative Study on Association Rule Mining Algorithms on the Hospital Infection Control Dataset," *Bahgdad Science Journal Vol.20 No.5*, 2023.
- [13] Naresh and R. Suguna, "Implementation Of Dynamic And Fast Mining Algorithms On Incremental Datasets To Discover Qualitative Rules," *Applied Computer Science Vol. 17 No. 3*, 2021.
- [14] B. and S. G., "Privacy Preserving Association Rule Hiding Using Border Based Approach," *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science Vol. 23 No. 2*, 2021.