

Pemanfaatan Algoritma FP-Growth dengan Metode *Association Rule* dalam Analisis Pola Peminjaman Buku Perpustakaan

Ahnaf Febriyan Fachri^{1*}, Muhammad Bachtyar Rosyadi²

^{1,2}Sistem Informasi, Institut Teknologi dan Bisnis Tuban, Indonesia

^{1*}ferry.sancha@gmail.com, ²bachtyar55@gmail.com

Abstrak: Perpustakaan sebagai pusat informasi memiliki peran yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan masyarakat akan berbagai sumber pengetahuan, baik dalam bentuk koleksi cetak maupun digital. Pengunjung perpustakaan memanfaatkan layanan yang tersedia untuk memperoleh informasi yang relevan sebagai pendukung kegiatan belajar, penelitian, maupun pengembangan wawasan. Seiring dengan meningkatnya jumlah koleksi dan transaksi peminjaman, pengelolaan data perpustakaan menjadi semakin kompleks sehingga diperlukan metode yang mampu mengolah data tersebut menjadi informasi yang bermanfaat dan mendukung proses pengambilan keputusan. Oleh karena itu, penelitian ini menerapkan teknik data mining menggunakan algoritma FP-Growth dengan metode *Association Rule* untuk menemukan pola hubungan antar buku yang sering dipinjam secara bersamaan. Hasil analisis diharapkan mampu memberikan pengetahuan baru mengenai kecenderungan perilaku peminjaman pengguna sehingga dapat dimanfaatkan sebagai dasar dalam pengelolaan koleksi perpustakaan secara lebih efektif dan efisien. Informasi yang diperoleh dapat membantu pihak perpustakaan dalam mengoptimalkan penataan koleksi, menyusun strategi pengadaan buku, serta memberikan rekomendasi buku yang lebih tepat sesuai kebutuhan pengguna. Selain itu, penerapan metode ini juga mendukung peningkatan efisiensi pengelolaan koleksi dan pemanfaatan data transaksi yang sebelumnya hanya berfungsi sebagai arsip menjadi sumber informasi yang bernilai. Dengan demikian, hasil penelitian diharapkan mampu meningkatkan kualitas layanan perpustakaan, memperkaya pengalaman pengguna dalam memperoleh informasi yang relevan, serta mendukung pengembangan sistem perpustakaan yang lebih efektif, adaptif, dan berbasis data sehingga mampu memberikan pelayanan yang lebih optimal kepada seluruh pengguna.

Kata Kunci: Buku Perpustakaan; Manajemen Koleksi Buku; Penambangan Data; FP-Growth; *Association Rule*;

Abstract: Libraries play a vital role as information centers in meeting the public's need for various sources of knowledge, both in printed and digital formats. Library users utilize the available services to obtain relevant information that supports learning, research, and the development of knowledge. As the number of collections and borrowing transactions continues to increase, library data management becomes more complex, creating a need for methods capable of

transforming raw data into meaningful information that supports decision-making. Therefore, this study applies a data mining approach using the FP-Growth algorithm with the Association Rule method to identify relationships among books that are frequently borrowed together. The analysis is expected to provide valuable insights into users' borrowing patterns, which can serve as a basis for improving library collection management in a more effective and efficient manner. The findings can assist libraries in optimizing the arrangement of collections, developing acquisition strategies, and providing more accurate book recommendations based on users' needs. Furthermore, this approach enhances the efficiency of collection management by converting transaction data, previously used only as archival records, into valuable knowledge. Ultimately, the results of this study are expected to improve the quality of library services, enrich users' experiences in accessing relevant information, and support the development of a more effective, adaptive, and data-driven library management system that delivers better services to all users.

Keywords: Library Books; Book Collection Management; Data Mining; FP-Growth; Association Rule;

1. PENDAHULUAN

Pengembangan koleksi di perpustakaan merupakan aspek yang sangat vital dan harus diberikan perhatian serius sebagai lembaga penyedia informasi, bertanggung jawab untuk menyediakan beragam sumber informasi, baik dalam bentuk cetak maupun elektronik [1]. Proses pengembangan koleksi ini melibatkan penilaian terhadap kebutuhan pengguna, identifikasi tren informasi terkini, dan penyesuaian strategis dengan perkembangan teknologi. Pengembangan koleksi yang efektif, perpustakaan memastikan bahwa dapat memberikan layanan informasi relevan dan mendukung keberhasilan misi penyediaan informasi bagi masyarakat.

Perpustakaan, sebagai lembaga penyimpanan dan penjaga kekayaan intelektual, merupakan suatu sistem kompleks yang bertugas mengelola dan merawat rekaman ide, pemikiran, dan pengalaman manusia [2]. Fungsi utamanya tidak hanya terbatas pada pengarsipan, tetapi juga melibatkan upaya melestarikan pengetahuan yang telah dihasilkan oleh manusia, sehingga dapat diwariskan secara berkelanjutan kepada generasi yang akan datang. Dengan demikian, perpustakaan menjadi fondasi yang vital dalam upaya mewujudkan kontinuitas dan kelangsungan perkembangan pengetahuan serta kebijaksanaan manusia melalui waktu.

Aktivitas membaca merupakan suatu kegiatan untuk mengolah dan memahami informasi yang tertulis [3]. Tujuan dari peran perpustakaan ini adalah mewujudkan budaya membaca dan pembelajaran yang berlangsung sepanjang kehidupan. Dengan memiliki dasar hukum, seperti yang tercakup dalam undang-undang perpustakaan, diharapkan perpustakaan tidak hanya menjadi pusat pembelajaran berkelanjutan, tetapi juga menjadi tempat rekreasi ilmiah yang memperkaya pengalaman intelektual masyarakat Indonesia. Melalui keberadaannya yang terintegrasi dalam kehidupan sehari-hari, perpustakaan diharapkan dapat memberikan kontribusi positif yang signifikan terhadap peningkatan pengetahuan dan kualitas hidup masyarakat secara keseluruhan. Perpustakaan di lingkungan perguruan tinggi tidak hanya bertugas untuk memenuhi kebutuhan internal civitas akademika, melainkan juga memainkan peran penting sebagai penyedia sumber daya informasi bagi perguruan tinggi lain, komunitas peneliti, dan masyarakat umum. Fungsi tersebut sejalan dengan konsep Tri Dharma Perguruan Tinggi, yang melibatkan aspek Pendidikan, Pengajaran, Penelitian, dan Pengabdian kepada Masyarakat [4].

Dalam upaya untuk meningkatkan efektivitas pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya informasi yang dimiliki, berupaya untuk menggali potensi gudang data yang telah

tersedia. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk mengeksplorasi informasi yang dapat memberikan pandangan mendalam dan mendukung pengambilan keputusan yang lebih informatif. Inisiatif ini kemudian melahirkan sebuah ranah pengetahuan baru, yaitu *data mining*, yang fokus pada penemuan pola, hubungan, dan informasi penting lainnya dari dataset yang berukuran besar.

Dalam konteks penyediaan informasi alternatif buku direkomendasi berdasarkan analisis transaksi peminjaman buku menggunakan metode *data mining* [5]. *data mining* menjadi instrumen utama untuk mengidentifikasi pola informasi yang relevan, sehingga perpustakaan dapat meningkatkan kemampuannya dalam menyediakan pelayanan yang lebih baik kepada pengguna yang terdaftar. Seiring berjalannya waktu, diharapkan upaya ini dapat memperkaya pengalaman pengguna dalam memperoleh informasi yang tidak hanya relevan tetapi juga memiliki makna signifikan. Perpustakaan di tingkat perguruan tinggi tidak hanya menjadi pusat informasi akademis internal, tetapi juga menjadi fasilitator dalam mendukung aktivitas akademik yang melibatkan berbagai entitas di luar lingkup institusi pendidikan. Penerapan *data mining* dengan teknik *association rule* untuk menentukan penempatan optimal buku dalam perpustakaan [6]. Mempermudah proses penelusuran buku perpustakaan dengan melakukan analisis terhadap korelasi antar item dan memungkinkan perpustakaan untuk mengidentifikasi pola hubungan data dalam proses peminjaman buku.

Salah satu algoritma yang sering digunakan dalam menghasilkan *association rule* adalah FP-Growth. Algoritma ini bekerja dengan cara mengidentifikasi pola frekuensi tinggi dalam dataset dan memanfaatkan struktur pohon FP-Growth untuk optimalisasi pencarian pola asosiasi. Dengan menerapkan teknik *association rule*, perpustakaan dapat melakukan pencarian pola dalam transaksi peminjaman buku. Proses ini melibatkan analisis asosiasi antar item, memungkinkan perpustakaan untuk menggali informasi berharga tentang preferensi pengguna dan tren peminjaman. Dengan demikian, perpustakaan dapat menggunakan data ini untuk meningkatkan pengelolaan koleksi mereka, menyediakan buku yang lebih sesuai dengan kebutuhan pengguna, dan secara keseluruhan, meningkatkan kualitas layanan perpustakaan.

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan algoritma FP-Growth dengan metode Association Rule dalam menganalisis data transaksi peminjaman buku untuk menemukan pola hubungan antar buku yang sering dipinjam secara bersamaan, sehingga dapat menghasilkan informasi yang mendukung pengelolaan koleksi, strategi pengadaan, dan pemberian rekomendasi buku secara lebih efektif dan berbasis data.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan algoritma FP-Growth dengan teknik *Association Rule*. Dalam rangka memberikan landasan yang kokoh bagi penyusunan penelitian ini, diperlukan adanya kerangka kerja penelitian yang menjadi pijakan dalam tahap-tahap penyelesaian penelitian. Metodologi penelitian menjadi panduan sistematis untuk pengumpulan, analisis, dan interpretasi data, sementara kerangka kerja penelitian memberikan struktur konseptual yang mendukung kerangka pemahaman dan penalaran terhadap permasalahan yang dikaji dalam penelitian ini.



Gambar 1. Kerangka Penelitian

2.1 Association Rule

Data *mining* merupakan proses analisis data yang menggunakan perangkat lunak khusus untuk menemukan pola dan aturan yang tersembunyi dalam himpunan data. Praktek data *mining* ini memungkinkan untuk menghasilkan keluaran yang dapat digunakan sebagai sumber pengetahuan berharga, yang pada gilirannya dapat diterapkan untuk meningkatkan kualitas pengambilan keputusan di masa depan [7]. Dalam penemuan pengetahuan dari database (*Knowledge Discovery in Database / KDD*), data *mining* menjadi pilihan utama untuk mengekstraksi informasi penting dan mengidentifikasi pola dalam data. Teknik seperti *Association Rule*, klasifikasi, pengelompokan, regresi, dan sebagainya, menjadi solusi terkenal dalam domain data *mining* [8].

Metode *Association Rule* merupakan salah satu teknik penting dalam bidang data *mining*, yang pertama kali diperkenalkan oleh Agrawal dan rekan-rekan [9]. Algoritma FP-Growth merupakan salah satu algoritma dalam metode *Association Rule* yang diperkenalkan oleh Jiawei Han, Jian Pei, dan Yiwen Yin pada tahun 2000 untuk menemukan *frequent itemset* secara efisien tanpa menghasilkan *candidate itemset* [10]. Pada tahun 2018, Annapoorna *et al* melakukan penelitian efisiensi FP-Growth dalam hal parameter kompleksitas waktu untuk pengolahan data dengan pola frekuensi dari database transaksional serta membutuhkan dua kali pemindaian database [11]. Pada tahun yang sama, Andi & Utami, menyimpulkan Algoritma FP-Growth merupakan pengembangan (*improvement*) dari algoritma Apriori yang dirancang untuk mengatasi kelemahan Apriori, terutama dalam hal kecepatan eksekusi FP-Growth mampu menemukan pola kemunculan item yang sering muncul bersama (*frequent itemset*) dalam suatu kumpulan data dengan lebih efisien [12]. Pada tahun 2019, Yang *et al*, menyimpulkan algoritma FP-Growth menunjukkan efektivitas yang lebih tinggi dalam efisiensi operasional dan presisi penambahan data yang akurat [13].

Association Rule adalah metode yang bertujuan untuk menemukan pola yang sering muncul di antara sejumlah besar transaksi. Metode ini digunakan khususnya untuk mengidentifikasi item-item yang sering dipinjam bersamaan dalam suatu periode waktu tertentu. Aturan asosiasi biasanya dirumuskan dalam bentuk "*if...then...*" atau "*jika...maka...*", yang mewakili pengetahuan yang dihasilkan dari fungsi aturan asosiasi [14]. Analisis asosiasi adalah dasar bagi sistem data mining dan tugas utamanya adalah

mencari aturan yang tidak terungkap melalui perhitungan hubungan antar dua atau lebih atribut [7]. Contoh *association rule* dari analisa pembelian keju dan tepung secara bersamaan oleh pelanggan, pemilik toko dapat mengoptimalkan penempatan barang untuk meningkatkan penjualan. Informasi ini juga memungkinkan pemilik toko untuk merancang strategi penjualan, seperti memberikan kupon diskon atau mengkombinasikan penawaran pada barang tertentu, sehingga meningkatkan daya tarik dan efektivitas promosi.

Tujuan utama *association rule* adalah untuk mengungkap jalinan dan korelasi di antara item dalam dataset, bukan hanya sebatas menyajikan kumpulan data, melainkan memberikan wawasan yang mendalam tentang kecenderungan atau pola tertentu yang mungkin tersembunyi di balik angka dan fakta. Dengan memahami hubungan ini, kita dapat mengeksplorasi dinamika yang kompleks dan mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang konteks yang melandasi setiap entitas dalam data tersebut. *Association Rule* menjadi pemandu yang efektif untuk merinci relasi yang mungkin tidak terlihat secara langsung, membantu dalam menyusun gambaran lengkap dari keseluruhan dataset.

Pada analisis asosiasi digunakan metodologi yang terdiri dari dua tahap:

1) Analisa pola frekuensi tinggi

Pada tahap analisis pola frekuensi tinggi (*frequent pattern mining*), langkah pertama melibatkan pencarian kombinasi item yang memenuhi nilai *support* minimum dalam database. Di mana adalah himpunan item yang sedang dievaluasi. Proses ini bertujuan untuk mengidentifikasi kombinasi item yang memiliki dukungan atau frekuensi kemunculan yang memadai dalam dataset, sebagai langkah awal dalam penemuan pola yang signifikan.

Nilai *support* suatu item dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Support (A)} = \frac{\text{Jumlah Transaksi untuk A}}{\text{Total Transaksi}} \quad (1)$$

Sedangkan nilai dari *support* 2 item diperoleh dari rumus berikut:

$$\text{Support (A, B)} = P(A \cap B) \quad (2)$$

$$P(A \cap B) = \frac{\text{Jumlah Transaksi untuk A dan B}}{\text{Total Transaksi}} \quad (3)$$

2) Pembentukan aturan *Association Rule*

Setelah mengidentifikasi semua pola frekuensi tinggi, tahap selanjutnya dalam pembentukan aturan asosiasi melibatkan pencarian aturan yang memenuhi nilai minimum untuk *confidence*. Ini dilakukan dengan menghitung nilai *confidence* dari aturan asosiatif $A \rightarrow B$, di mana A dan B adalah dua himpunan item yang memiliki hubungan asosiatif. Proses ini memberikan kerangka kerja yang solid untuk mengevaluasi sejauh mana aturan asosiasi tersebut dapat diandalkan dalam konteks dataset yang sedang dianalisis.

Nilai *Confidence* dari aturan $A \rightarrow B$, diperoleh dari rumus berikut:

$$\text{Confidence} = P(A|B) \quad (4)$$

$$P(A|B) = \frac{\text{Support (A, B)}}{\text{Support (B)}} \quad (5)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Data

Analisis terhadap data peminjaman buku yang melimpah dan kurang terstruktur mengindikasikan bahwa penyusunan sistem pengarsipan peminjaman di perpustakaan mengalami tantangan serius. Tingginya volume data dan kurangnya kerapian dalam penyimpanan data mengakibatkan kesulitan bagi pihak perpustakaan dalam upaya mengelola dan mengelompokkan buku sesuai dengan klasifikasinya yang sesungguhnya. Petugas perpustakaan, sebagai respons terhadap situasi ini, terlibat dalam kegiatan pengelompokan pencatatan peminjaman buku tanpa dilakukan klasifikasi berdasarkan jenis buku yang dipinjam oleh peminjam. Kondisi ini menciptakan kompleksitas yang signifikan ketika peminjam hendak mengembalikan buku yang telah dipinjam. Adanya banyaknya data peminjam dan buku pinjaman yang tidak terkelompok atau berserakan semakin memperumit manajemen peminjaman buku di perpustakaan. Oleh karena itu, diperlukan langkah-langkah strategis untuk merancang ulang sistem pengarsipan peminjaman yang lebih terstruktur dan efisien, sehingga dapat memfasilitasi pengelolaan data yang lebih efektif dan memberikan pengalaman peminjaman buku yang lebih lancar bagi pengunjung perpustakaan.

3.2 Pengolahan Data

Pemanfaatan data berbentuk aturan asosiasi dengan mengimplementasikan algoritma FP-Growth, untuk melakukan penambahan aturan asosiasi terhadap kumpulan data penelusuran buku. Langkah awal penelitian melibatkan akuisisi data penelusuran buku menggunakan algoritma FP-Growth (*Frequent Pattern Growth*), dipilih sebagai algoritma *data mining* yang efisien untuk mengidentifikasi pola-pola yang sering muncul dalam dataset. Algoritma ini memiliki kemampuan untuk mengekstrak aturan asosiasi yang relevan dengan kejadian yang umum dan sering terjadi. Setelah memperoleh aturan asosiasi dari data penelusuran buku dengan menggunakan FP-Growth, penelitian melanjutkan ke tahap pengolahan data menggunakan teknik *association rule*.

Contoh: Data klasifikasi dan transaksi peminjaman buku pada perpustakaan

Tabel 1. Data Klasifikasi Buku Perpustakaan

No	Klasifikasi	Jenis Buku	Kode Buku
1	0 – 99	Agama	a
2	100 – 199	Bahasa	b
3	200 – 299	Filsafat dan Psikologi	c
4	300 – 399	Kesenian dan Kreasi	d
5	400 – 499	Matematika	e
6	500 – 599	Ilmu Komputer	f
7	600 – 699	Ilmu Pengetahuan Sosial	g
8	700 – 799	Sains dan Teknologi	h
9	800 – 899	Sastra	i
10	900 – 1000	Sejarah dan Geografi	j

Pada contoh tabel klasifikasi buku perpustakaan di atas digunakan sebanyak 10 transaksi peminjaman buku, seperti dapat dilihat pada tabel di bawah:

Tabel 2. Data Transaksi Peminjaman Buku Perpustakaan

TID	Nama	Kode Buku (Yang Dipinjam)
1	Pengunjung 1	a, b
2	Pengunjung 2	b, c, d, g, h
3	Pengunjung 3	a, c, d, e, f

4	Pengunjung 4	a, d, e
5	Pengunjung 5	a, b, c, j
6	Pengunjung 6	a, b, c, d
7	Pengunjung 7	a, i
8	Pengunjung 8	a, b, c
9	Pengunjung 9	a, b, d
10	Pengunjung 10	b, c, e

Dari tabel 2 Data Transaksi Peminjaman Buku Perpustakaan di atas, dapat dilakukan pemetaan frekuensi kemunculan tiap item buku yang dipinjam, seperti tabel di bawah:

Tabel 3. Data Transaksi Peminjaman Buku Perpustakaan

Item (Kode Buku)	Frekuensi
a	8
b	7
c	6
d	5
e	3
f	1
g	1
h	1
i	1
j	1

Pada penelitian ini, minimum support ditetapkan sebesar 20% atau dengan support count ≥ 2 , sedangkan minimum confidence ditetapkan sebesar 60%. Minimum support tersebut menunjukkan bahwa itemset harus muncul minimal pada 2 dari 10 transaksi, sedangkan minimum confidence digunakan sebagai batas penyaringan untuk memperoleh aturan asosiasi dengan tingkat kepercayaan minimal 60%.

Setelah menjalankan proses pemindaian (scanning) data, ditemukan bahwa item yang memiliki frekuensi di atas nilai *support count* ≥ 2 , mencakup item a, b, c, d, dan e. Kelima item ini diidentifikasi sebagai yang berpotensi memberikan pengaruh dan signifikansi dalam analisis lebih lanjut. Kelima item tersebut akan dimasukkan ke dalam struktur FP-tree sebagai langkah awal dalam penambangan aturan asosiasi. Sebaliknya item lain, yakni: f, g, h, i, dan j, tidak memenuhi kriteria *support count* yang telah ditetapkan, kurang dari ≤ 2 . Karena itu, item tersebut dianggap tidak memiliki dampak yang signifikan dan dianggap dapat diabaikan atau dihapus pada tahap selanjutnya dalam penelitian ini.

Pada tabel di bawah terdapat catatan mengenai kemunculan item yang sering muncul dalam setiap transaksi dengan pengurutan berdasarkan tingkat frekuensi yang tertinggi. Penyusunan data ini bertujuan untuk memberikan gambaran visual terstruktur tentang pola frekuensi setiap item dalam konteks transaksi yang diamati.

Tabel 4. Data Transaksi Peminjaman Buku Perpustakaan

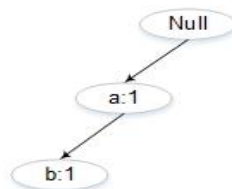
TID	Frekuensi
1	{a, b}
2	{b, c, d}
3	{a, c, d, e}
4	{a, d, e}
5	{a, b, c}

6	{a, b, c, d}
7	{a}
8	{a, b, c}
9	{a, b, d}
10	{b, c, e}

3.3 Pembangunan FP-Tree

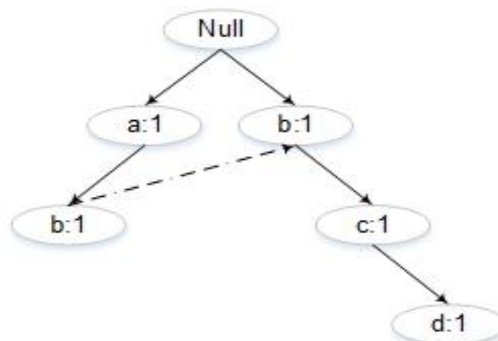
Pembentukan *Frequent Pattern Tree* (FP-tree) merupakan tahapan esensial dalam algoritma *FP-Growth* karena menghasilkan representasi data transaksi yang ringkas tanpa menghilangkan informasi mengenai frekuensi kemunculan item. Setiap transaksi yang diproses akan diintegrasikan ke dalam struktur pohon berdasarkan urutan *item* menurut nilai *support*, sehingga terbentuk jalur (*path*) yang merepresentasikan keterkaitan antar *itemset*. Proses ini memungkinkan terjadinya kompresi data melalui penggunaan *prefix* yang sama, sehingga mengurangi redundansi penyimpanan sekaligus meningkatkan efisiensi proses penambangan pola asosiasi (*association rule mining*).

Analisis pembacaan transaksi memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai distribusi data, pembentukan hubungan hierarkis antar *itemset*, serta mekanisme pembentukan pola frekuensi yang menjadi dasar proses pencarian *frequent itemset*. Setiap penambahan transaksi akan memperbarui struktur pohon sesuai dengan jalur yang telah terbentuk atau membentuk cabang baru. Mekanisme tersebut menghasilkan struktur pohon yang merepresentasikan keseluruhan transaksi secara efisien dengan tetap mempertahankan hubungan antar *item* berdasarkan frekuensi kemunculannya. Visualisasi proses pembentukan FP-tree pada setiap tahap pembacaan transaksi menjadi penting untuk menunjukkan dinamika perkembangan struktur pohon serta proses integrasi data transaksi secara bertahap. Gambar berikut menyajikan visualisasi pembentukan FP-tree berdasarkan urutan pembacaan transaksi, sehingga perkembangan struktur pohon dan proses integrasi setiap transaksi ke dalam FP-tree.



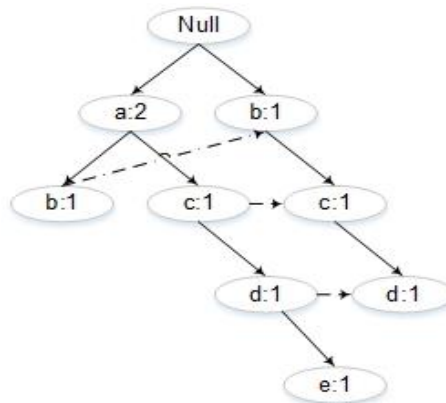
Gambar 2. Hasil pembentukan FP-Tree setelah pembacaan TID 1

Pada gambar 2 di atas menjelaskan bahwa TID 1 dengan frekuensi {a, b}, sehingga membentuk jalur Null → a:1 → b:1 pada FP-Tree.



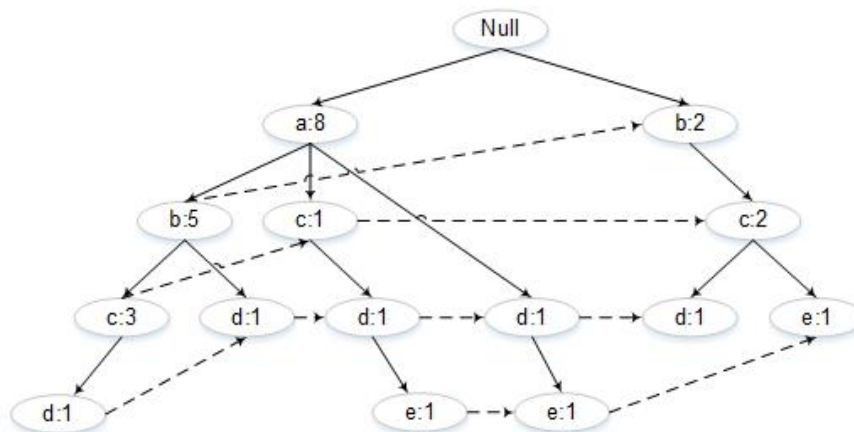
Gambar 3. Hasil pembentukan FP-Tree setelah pembacaan TID 2

Pada gambar 3 di atas menjelaskan bahwa TID 2 dengan frekuensi {b, c, d} membentuk jalur $\text{Null} \rightarrow b:1 \rightarrow c:1 \rightarrow d:1$ pada FP-Tree. Sementara itu terdapat dua lintasan yang diawali oleh item b, yaitu lintasan $a:1 \rightarrow b:1$ dan lintasan $b:1 \rightarrow c:1 \rightarrow d:1$. Node dengan item yang sama pada cabang berbeda dihubungkan menggunakan node-link yang ditunjukkan dengan garis putus-putus. Mekanisme ini memungkinkan FP-Growth menelusuri seluruh kemunculan item yang sama secara efisien



Gambar 4. Hasil pembentukan FP-Tree setelah pembacaan TID 3

Pada gambar 4 di atas menjelaskan bahwa TID 3 dengan frekuensi {a, c, d, e} membentuk jalur $\text{Null} \rightarrow a:2 \rightarrow c:1 \rightarrow d:1 \rightarrow e:1$ pada FP-Tree. simpul a:2 menunjukkan bahwa item a telah muncul sebanyak dua kali pada lintasan yang memiliki prefix yang sama. Node dengan item yang sama pada cabang berbeda dihubungkan menggunakan node-link yang ditunjukkan dengan garis putus-putus.



Gambar 5. Hasil pembentukan FP-Tree setelah pembacaan TID 10

Dari 10 transaksi data dengan 5 jenis item yang disajikan dalam tabel di atas serta pembentukan FP-Tree seperti pada Gambar 2 hingga 5 dapat menjelaskan tahap pembentukan FP-Tree pada setiap Transaksi ID (TID). Proses iterasi simpul pada FP-Tree mencakup identitas suatu item dan *counter support* yang berperan dalam menghitung frekuensi kemunculan item tersebut dalam setiap lintasan transaksi. Proses ini memungkinkan penciptaan struktur pohon yang merepresentasikan pola-pola frekuensi

kemunculan item dalam dataset. Setiap simpul FP-Tree mencerminkan item yang relevan dan *counter support* yang mencatat tingkat frekuensi.

3.4 Penerapan FP-Tree

Penerapan FP-Tree dilakukan setelah proses pembangunan FP-Tree dari sekumpulan data transaksi. Algoritma FP-Growth memadukan tiga langkah krusial teknik pembangkitan yang mengonseptualisasikan sebuah pendekatan yang strategis untuk mengekstrak pola-pola informasi dari kumpulan data transaksi, tahapan pembangkitan FP-Tree ini melibatkan:

1) Pembangkitan *Conditional Pattern Base*

Conditional Pattern Base merupakan suatu sub database yang menampung informasi mengenai lintasan *prefix* (*prefix path*) dan pola akhiran (*suffix pattern*). Sub database ini terbentuk sebagai hasil dari proses strukturisasi data pada FP-tree yang sebelumnya telah dibangun. Dalam konteks ini, lintasan *prefix* mencerminkan jejak suatu itemset dalam suatu transaksi, sementara pola akhiran mengacu pada itemset yang terjadi setelah lintasan *prefix*. Pemahaman mendalam terhadap *Conditional Pattern Base* sangat penting untuk analisis lebih lanjut dalam rangka penemuan pola yang memiliki relevansi signifikan dalam dataset transaksi. *Conditional Pattern Base* terlihat seperti tabel 6.

2) Pembangkitan *Conditional FP-Tree*

Pada tahap ini, dilakukan penjumlahan *support count* untuk setiap item *conditional pattern base*. Setiap item yang memiliki jumlah *support count* yang memenuhi syarat, yaitu lebih besar atau sama dengan minimum *support count* akan dihasilkan dan dimasukkan ke dalam struktur *conditional FP-tree* yang bertujuan untuk menyaring item-item yang memenuhi tingkat dukungan yang telah ditentukan, sehingga hanya item-item frekuensi kemunculan tinggi yang akan dipertimbangkan dalam langkah-langkah selanjutnya dari analisis data.

3) Pencarian *Frequent itemset*

Frequent-pattern tree berperan sebagai arsitektur penyaring dalam pencarian pola data, membantu mengidentifikasi *itemset* yang sering muncul. Tidak hanya itu, ia juga menggubah pola kondisional, membuka jendela ke dalam esensi tersembunyi dari kerumitan data [15]. Algoritma FP-Growth mengidentifikasi *frequent itemset* yang memiliki suatu *suffix* tertentu melalui penerapan metode *divide and conquer*, di mana masalah utama dibagi menjadi sub masalah yang lebih kecil. Pendekatan ini memungkinkan penanganan efisien terhadap kompleksitas analisis, karena memungkinkan fokus pada elemen-elemen yang relevan dan mendalam ke dalam pola-pola frekuensi. Proses pemecahan masalah ini memberikan landasan struktural yang kokoh untuk memetakan pola-pola kemunculan *itemset* secara lebih sistematis dan terorganisir.

Untuk menentukan semua *frequent itemset* mulai dari yang item terkecil hingga yang terbesar dilakukan dengan melakukan pengecekan pemenuhan minimum *support count* ≥ 2 . Hasil dari *frequent itemset* dari data transaksi, dapat dilihat seperti tabel di bawah:

Tabel 5. Hasil Frequent Itemset

Suffix	Frequent Itemset
e	{e}, {d,e}, {a,d,e}, {c,e}, {a,e}
d	{d}, {c,d}, {b,c,d}, {a,c,d}, {b,d}, {a,b,d}, {a,d}
c	{c}, {b,c}, {a,b,c}, {a,c}
b	{b}, {a,b}
a	{a}

Namun, karena penelitian ini menggunakan dataset simulasi dengan jumlah transaksi yang terbatas, penerapan hasil aturan asosiasi dalam pengelolaan koleksi masih bersifat rekomendatif dan memerlukan validasi menggunakan data transaksi riil dengan jumlah yang lebih besar sebelum digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan operasional perpustakaan.

4. KESIMPULAN

Penerapan algoritma FP-Growth dengan teknik Association Rule terbukti mampu mengoptimalkan pengelolaan koleksi buku perpustakaan melalui identifikasi pola peminjaman yang sering terjadi, sehingga menghasilkan aturan asosiasi yang dapat dimanfaatkan oleh pengelola dalam menyusun tata letak koleksi, merencanakan pengadaan buku, dan meningkatkan kualitas layanan perpustakaan. Selain memberikan manfaat bagi pengelola, hasil analisis juga dapat membantu pengunjung dalam menemukan buku-buku yang relevan berdasarkan pola peminjaman sebelumnya, sehingga mendukung eksplorasi bacaan yang lebih efektif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma FP-Growth merupakan pendekatan yang efektif dalam menganalisis transaksi peminjaman buku melalui pembentukan pola asosiasi yang dipengaruhi oleh nilai minimum support dan minimum confidence, sehingga mampu mengungkap hubungan antar buku yang memiliki tingkat keterkaitan yang signifikan. Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki keterbatasan karena menggunakan dataset simulasi dengan jumlah transaksi yang relatif terbatas, sehingga pola asosiasi yang dihasilkan belum sepenuhnya merepresentasikan perilaku peminjaman pada perpustakaan secara umum. Selain itu, evaluasi waktu komputasi maupun perbandingan performa dengan algoritma lain, seperti Apriori, belum dilakukan sehingga efektivitas metode belum dapat dievaluasi secara komprehensif. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan menggunakan data transaksi riil dengan jumlah yang lebih besar dan periode pengamatan yang lebih panjang, serta melakukan perbandingan dengan algoritma lain untuk memperoleh pola asosiasi yang lebih representatif sekaligus mengevaluasi kinerja algoritma secara lebih menyeluruh.

5. REFERENCES

- [1] Suharti, "Pengembangan Koleksi Untuk Memenuhi Kebutuhan Informasi Di Direktorat Perpustakaan Universitas Islam Indonesia," *Bul. Perpust.*, vol. 57, pp. 55–72, 2017.
- [2] R. N. Rahayu, "Covid-19 dan Perpustakaan: Sebuah Literature Review," *Media Pustak.*, vol. 28, no. 1, pp. 49–60, 2021, doi: 10.37014/medpus.v28i1.992.
- [3] A. S. R. Harsono, A. Fuady, and K. Saddhono, "Pengaruh Strategi Know Want To Learn (KWL) Dan Minat Membaca Terhadap Kemampuan Membaca Intensif Siswa SMP Negeri Di Temanggung," *Basastra J. Penelit. Bahasa, Sastra Indones. dan Pengajarannya*, vol. 1, no. 3, pp. 53–64, 2012.
- [4] P. Suharso, I. P. Arifiyana, and M. D. Wasdiana, "Layanan Perpustakaan Perguruan Tinggi dalam Menghadapi Pandemi Covid-19," *Anuva J. Kaji. Budaya, Perpustakaan, dan Inf.*, vol. 4, no. 2, pp. 271–286, 2020, doi: 10.14710/anuva.4.2.271-286.
- [5] D. Y. Hardiyanti, H. Novianti, and A. Rifai, "Penerapan Algoritma Fp-Growth Pada Sistem," *J. Comput. Eng. Syst. Sci.*, vol. 3, no. 1, pp. 75–77, 2018.
- [6] R. Yanto and H. Di Kesuma, "Pemanfaatan Data Mining Untuk Penempatan Buku Di Perpustakaan Menggunakan Metode Association Rule," *JATISI (Jurnal Tek. Inform. dan Sist. Informasi)*, vol. 4, no. 1, pp. 1–10, 2017, doi: 10.35957/jatisi.v4i1.83.
- [7] R. A. Johan, R. Himilda, and N. Auliza, "Penerapan Metode Association Rule Untuk Strategi Penjualan Menggunakan Algoritma Apriori," *J. Tek. Inform.*, vol. 2, no. 2, pp. 1–7, 2019, doi: 10.52046/j-tifa.v2i2.268.
- [8] M. Kaushik, R. Sharma, S. A. Peious, M. Shahin, S. Ben Yahia, and D. Draheim, "A

Systematic Assessment of Numerical Association Rule Mining Methods," *SN Comput. Sci.*, vol. 2, no. 5, 2021, doi: 10.1007/s42979-021-00725-2.

- [9] R. Agrawal, T. Imieliński, and A. Swami, "Mining association rules between sets of items in large databases," in *Proceedings of the 1993 ACM SIGMOD international conference on Management of data*, New York, NY, USA: ACM, Jun. 1993, pp. 207–216.
- [10] J. Han, J. Pei, and Y. Yin, "Mining frequent patterns without candidate generation," *SIGMOD Rec. (ACM Spec. Interes. Gr. Manag. Data)*, vol. 29, no. 2, pp. 1–12, 2000, doi: 10.1145/335191.335372.
- [11] V. Annapoorna, M. Rama Krishna Murty, J. S. V. S. Hari Priyanka, and S. Chittineni, "Comparative analysis of frequent pattern mining for large data using FP-Tree and CP-Tree methods," *Adv. Intell. Syst. Comput.*, vol. 701, pp. 59–67, 2018, doi: 10.1007/978-981-10-7563-6_7.
- [12] T. Andi and E. Utami, "Association rule algorithm with FP growth for book search," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 434, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1757-899X/434/1/012035.
- [13] X. Yang, X. Lin, and X. Lin, "Application of Apriori and FP-growth algorithms in soft examination data analysis," *J. Intell. Fuzzy Syst.*, vol. 37, no. 1, pp. 425–432, 2019, doi: 10.3233/JIFS-179097.
- [14] F. S. Sasonoputri and R. Wahyusari, "Penerapan Algoritma Apriori Untuk Menemukan Pola Peminjaman Buku Di Perpustakaan," *Simetris*, vol. 16, no. 1, p. 23, 2022.
- [15] A. Bhandari, A. Gupta, and D. Das, "Improvised apriori algorithm using frequent pattern tree for real time applications in data mining," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 46, no. Ict 2014, pp. 644–651, 2015, doi: 10.1016/j.procs.2015.02.115.