PENERAPAN ALGORITMA *FP-GROWTH* DALAM MENENTUKAN KECENDERUNGAN MAHASISWA MENGAMBIL MATA KULIAH PILIHAN

Muhlis Tahir¹⁾, Noferianto Sitompul²⁾

¹⁾Program Studi Pendidikan Informatika, Fakultas Ilmu Pendidikan, Universitas Trunojoyo Madura

²⁾Program Studi Teknik Multimedia, Jurusan Manajemen Informatika, Politeknik Negeri Sambas

Email : muhlis.tahir@trunojoyo.ac.id, noferiantositompul@gmail.com

Corresponding author phone : 0811-4110-666

Abstrak

Mata Kuliah Pilihan adalah mata kuliah yang boleh dipilih oleh mahasiswa dari daftar yang disediakan perguruan tinggi. Ada perguruan tinggi yang mengizinkan mata kuliah pilihan dari program studi berbeda ada pula yang justru mewajibkan. Mata kuliah pilihan ini ada karena guna memenuhi SKS yang menjadi target dan untuk mendalami lebih lanjut mata kuliah yang memang diminati. Salah satu permasalahan yang sering dijumpai pada persoalan penilaian mata kuliah adalah banyaknya mata kuliah pilihan yang disediakan, sehingga mahasiswa bingung dalam memilih mata kuliah yang memang cocok dengan mereka. Frequent Pattern Growth (FP Growth) adalah salah satu alternatif algoritma yang dapat digunakan untuk menentukan himpunan data yang paling sering muncul (frequent itemset) dalam sebuah kumpulan data dengan algoritma FP-Growth dalam menganalisa data mata kuliah pilihan untuk mendapatkan pola kecenderungan Mahasiswa dalam memilih mata kuliah. Untuk melakukan penggalian dari data mata kuliah pilihan, penulis menggunakan sebuah algoritma yang menjadi dasar dari algoritma-algoritma yang lain yaitu frequent pattern growth (FP-Growth). Hasil yang didapatkan akan selalu berbeda dan bergantung kepada input user pada saat pembuatan aturan. Sistem pendukung keputusan ini memproses data transaksi mata kuliah mahasiswa Program Studi Pendidikan Komputer, dan menghasilkan aturan dan yang memenuhi minimum support dan minimum confidence serta yang banyak pemilihan adalah sistem pendukung keputusan, teknologi IoT, desain grafis, sistem informasi pendidikan game edukasi, pemrograman CMS, Data Mining yaitu sebesar 100%

Kata kunci: algoritma, frequent pattern growth, mata kuliah pilihan, sistem pendukung keputusan.

Abstract

Elective courses are courses that may be selected by students from a list provided by the college. There are colleges that allow elective courses from different study programs, while others are compulsory. This elective course exists because in order to meet the SKS that is the target and to further explore the subjects that are of interest. One of the problems that are often encountered in the issue of course assessment is the large number of elective courses provided, so that students are confused about choosing courses that are indeed match them. Frequent Pattern Growth (FP Growth) is an alternative algorithm that can be used to determine the most frequent itemset in a data set using the FP-Growth algorithm in analyzing data for selected subjects get the pattern of student tendencies in choosing courses. To extract data from elective courses, the author uses an algorithm that is the basis of other algorithms, namely frequent pattern growth (FP-Growth). The results obtained will always be different and depend on user input when creating rules. This decision support system processes transaction data for students in the Computer Education Study Program, and produces rules that meet the minimum support and minimum confidence and the ones that have many choices are Decision Support Systems, IoT Technology, Graphic Design, Educational Information Systems, Educational Games, CMS Programming, Data Mining is 100%

Keywords : algorithm, Frequent Pattern Growth, Elective Courses, Decision Support Systems.

1. PENDAHULUAN

Mata kuliah adalah suatu hal sangat penting saat ini. Mata kuliah pilihan ini dipilih berdasarkan kebutuhan mahasiswa yang tentunya juga sangat penting. Mahasiswa bisa memilih salah satu mata kuliah tersebut, pilihan ini ditentukan guna memenuhi SKS yang menjadi target

dan untuk mendalami lebih lanjut mata kuliah yang memang diminati. Mata kuliah pilihan ini juga diharapkan dapat menunjang tugas akhir dan pekerjaan mahasiswa tersebut nantinya. Oleh karena itu mahasiswa hendaknya paham mengenai syarat-syarat dalam pengambilan mata kuliah. Untuk mata kuliah pilihan, mahasiswa diberikan beberapa pilihan di setiap semester ganjil maupun semester genap, namun mahasiswa hanya perlu menyelesaikannya minimal sebanyak 10 SKS. Salah satu permasalahan yang sering dijumpai pada persoalan penilaian mata kuliah adalah banyaknya mata kuliah pilihan yang disediakan, sehingga mahasiswa bingung dalam memilih mata kuliah yang memang cocok dengan mereka. Dengan melihat pola sebelumnya yaitu kita dapat membaca pola yang mereka bentuk dari pemilihan mata kuliah pilihan akan membantu koordinator matakuliah Program Studi Pendidikan Informatika dalam hal ini. Kasus ini dapat diselesaikan dengan dibuatnya pemodelan dengan penerapan Algoritma *FP-Growth*. Karena algoritma ini merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk menentukan himpunan data yang paling sering muncul (*frequent itemset*) dalam sebuah kumpulan data. Dimana informasi mengenai *frequent itemset* dalam bentuk struktur *prefix-tree* atau sering disebut *FP-Tree*. Tidak melakukan *candidate generation* dalam proses pencarian *frequent itemset*, sehingga dapat mengurangi scan database secara berulang dalam proses mining dan dapat berlangsung lebih cepat sehingga hasilnya bisa diketahui lebih cepat juga.[1] Penelitian menggunakan algoritma ini akan membantu penyelesaian masalah yang terjadi yaitu pengambilan mata kuliah pilihan.

Pada penelitian sebelumnya sudah dikembangkan menggunakan Algoritma Apriori dengan nilai confidence 96,3%.[2] Dikarenakan faktor komputasi yang kompleks maka dari itu penulis mencoba mengembangkan dengan menggunakan metode *FP-Growth* sebagai Algoritma yang akan membantu dalam memprediksi mahasiswa dalam menentukan pengambilan keputusan untuk mata kuliah pilihan.[3][4] Algoritma *FP-Growth* ini perluasan dari Algoritma Apriori. Salah satu keunggulan Algoritma *FP-Growth* ini adalah waktu eksekusi program hanya membutuhkan yaitu 36ms.[5][6]

2. DASAR TEORI

2.1 Definisi Data

Data dapat didefinisikan sebagai bahan keterangan tentang kejadian-kejadian nyata atau fakta-fakta yang dirumuskan dalam sekelompok ambang tertentu yang tidak acak, yang menunjukkan jumlah, tindakan, atau hal.[7]

2.2 Definisi Data Mining

Data mining adalah proses yang secara otomatis menemukan informasi berguna pada data yang tersimpan dalam jumlah besar. Teknik *data mining* digunakan untuk memeriksa apakah ditemukan pola berguna yang mungkin tidak pernah diketahui dalam basis data besar. Data mining juga membantu proses pola *pattern* yang menarik pada data, atau dapat juga diartikan sebagai serangkaian proses untuk menggali nilai tambah dari suatu kumpulan data berupa pengetahuan yang selama ini tidak diketahui secara manual.[8][9][10][11][12]

2.3 Sistem Pendukung Keputusan

Sistem pendukung keputusan adalah sistem informasi alternatif yang menyediakan informasi, pemodelan, dan pemanipulasian data. Sistem itu digunakan untuk membantu seorang pengambilan keputusan dalam situasi yang semi terstruktur dan situasi yang tidak terstruktur. [13]

2.4 Algoritma *FP-Growth*

Algoritma *FP-Growth* adalah salah satu dari beberapa metodologi penambangan pola yang sering berpengaruh, di mana pola (misalnya, kumpulan item, urutan, subpohon, atau substruktur) sering terjadi jika frekuensi kemunculannya dalam database tidak kurang dari ambang minimum support yang ditentukan. Metode pertumbuhan pola (*frequent*) menambang kumpulan data dengan cara *divide-and-conquer*. Ini pertama-tama memperoleh kumpulan pola frekuensi ukuran-1, dan untuk setiap pola p , ini memperoleh database yang diproyeksikan (atau bersyarat) oleh data mengatur partisi dan menambang database yang diproyeksikan secara rekursif. Karena kumpulan data diuraikan secara progresif menjadi kumpulan kumpulan data yang diproyeksikan terkait pola yang jauh lebih kecil, metode pertumbuhan pola secara efektif mengurangi ruang pencarian dan mengarah pada efisiensi dan skalabilitas yang tinggi.

Konsep dari *FP-Growth* ini adalah pembangkitan tree dalam pencarian dari frequent itemsets. Hal inilah yang akan menyebabkan algoritma *FP-Growth* lebih cepat dari algoritma Apriori. Dengan menggunakan FPTree, algoritma *FP-Growth* dapat langsung mengekstraksi frequent itemset dari *FPTree*.

Frequent Pattern Tree adalah struktur mirip pohon yang dibuat dengan kumpulan item awal dari database. Tujuan dari pohon *FP* adalah untuk menambang pola yang paling sering. Setiap node dari pohon *FP* mewakili sebuah item dari kumpulan item. Node root mewakili null sedangkan node yang lebih rendah mewakili itemsets. Asosiasi node dengan node bawah yang merupakan itemset dengan itemsets lainnya dipertahankan saat membentuk pohon. Berikut Metode *FP-Growth* sebagai berikut :

- Langkah pertama adalah memindai database untuk menemukan kejadian dari itemsets dalam database. Langkah ini sama dengan langkah pertama Apriori. Hitungan 1-itemset dalam database disebut support count atau frekuensi 1-itemset.
- Langkah kedua adalah membuat pohon *FP*. Untuk ini, buat akar pohon. Akar diwakili oleh null.
- Langkah selanjutnya adalah memindai database lagi dan memeriksa transaksi. Periksa transaksi pertama dan cari tahu kumpulan item di dalamnya. Itemet dengan jumlah maksimal diambil di atas, itemset berikutnya dengan jumlah yang lebih rendah, dan seterusnya. Ini berarti bahwa cabang dari pohon tersebut dibangun dengan kumpulan item transaksi dalam urutan hitungan menurun.
- Transaksi selanjutnya dalam database diperiksa. Itemets diurutkan dalam urutan hitungan menurun. Jika ada itemset dari transaksi ini yang sudah ada di cabang lain (misalnya dalam transaksi pertama), maka cabang transaksi ini akan berbagi awalan yang sama ke root.
- Juga, jumlah itemset bertambah seperti yang terjadi dalam transaksi. Node umum dan jumlah node baru bertambah 1 saat dibuat dan ditautkan sesuai dengan transaksi.
- Langkah selanjutnya adalah menambang Pohon *FP* yang dibuat. Untuk ini, node terendah diperiksa terlebih dahulu bersama dengan link dari node terendah. Node terendah mewakili panjang pola frekuensi 1. Dari sini, lintasi jalur di Pohon *FP*. Jalur atau jalur ini disebut basis pola bersyarat.
- Buat Pohon *FP* Bersyarat, yang dibentuk oleh jumlah kumpulan item di jalur. Itemet yang memenuhi ambang dukungan dipertimbangkan dalam Pohon *FP* Bersyarat.
- Pola Frekuensi dihasilkan dari Pohon *FP* Bersyarat. [14] [15]

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Data Mining dengan Algoritma *FP-Growth*

Dengan algoritma *FP-Growth* penulis dalam menganalisa data mata kuliah pilihan untuk mendapatkan pola kecenderungan Mahasiswa dalam memilih mata kuliah. Untuk melakukan penggalian dari data mata kuliah pilihan, penulis menggunakan sebuah algoritma yang menjadi dasar dari penggunaan algoritma yang lain yaitu *FP-Growth*. Frekuensi kemunculan tiap *item* dari data yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 1. *Frequent Pattern Pattern Growth (FP-Growth)*

No	Itemset Mata Kuliah	Frekuensi
1	Data mining	11
2	Desain Grafis	3
3	Sistem Informasi Pendidikan	3
4	Teknologi IoT	3
5	Pengolahan Citra Digital	6
6	Pemrograman CMS	4

7	Realitas Virtual	5
8	Game Edukasi	6
9	Sistem Keamanan Jaringan	2

Dari tabel 1 di atas dapat dijelaskan tahapan penggalian mata kuliah pilihan. Di jelaskan bahwa muncul 11 kali mata kuliah data mining, 6 kali mata kuliah pengolah citra digital, 5 kali mata kuliah realitas virtual, 4 kali mata kuliah pemrograman *CMS*, 3 kali mata kuliah desain grafis, sistem informasi pendidikan, teknologi *IoT* dan 2 kali sistem keamanan jaringan. Kemudian setiap item mata kuliah diubah ke bentuk huruf. Dimana huruf A item mata kuliah data mining, huruf B untuk mata kuliah desain grafis, begitu seterusnya sampai pada huruf I untuk item mata kuliah sistem keamanan jaringan. Berdasarkan data yang diperoleh maka kombinasi pemilihan 9 mata kuliah tersebut dilanjutkan dengan pembentukan *FP Tree* seperti tabel 2 berikut :

Tabel 2. *Pembentukan FP-Tree*

No	Dataset Pemilihan Mata Kuliah		
1	{A,E,F}	9	{F,E,A}
2	{E,H,I}	10	{D,B,A,H}
3	{A,B,C}	11	{A,G,H}
4	{A,D,B,G}	12	{F,G}
5	{D,E,A}	13	{E,A,H}
6	{C,G}	14	{A,H,G}
7	{A,B}	15	{I,A,H}
8	{E,F}		

Dari tabel 2 di atas pembentukan *FP-Tree* sesuai dengan data yang ada, di dapat 15 kombinasi antar mata kuliah yang dipilih oleh mahasiswa. Data kombinasi inilah yang akan digunakan untuk menentukan tahapan berikutnya dalam algoritma *FP-Growth* yaitu *conditional pattern base*.

3.2 Penerapan *FP-Growth*

Untuk menerapkan algoritma *FP-Growth* pada data mata kuliah pilihan maka proses pertama yang akan di lakukan adalah mencari *frequent itemset* dengan membuat pola *FP-Tree*. Selanjutnya pola tersebut terbentuk maka kita harus menentukan *Conditional Pattern Base*, kedua mencari pola *Conditional FP-Tree* dan terakhir pola *Frequent Itemset*. Dari ketiga hal tersebut maka kita akan membangkitkan *FP-Tree* maka didapatkan pola *Conditional Pattern Base* sebagai berikut :

Tabel 3. *Conditional Pattern Base*

Suffix	Conditional Pattern Base
i	{(E, A1), (A, H1)}
h	{(E1), (A, B, D4), (A, E1)}
g	{(A, B, D1), (A2), (F1), (C1)}
f	{(A, E2), (E1)}
e	{(A3), (D1)}
d	{(A, B2)}
c	{(A, E2)}
b	{(A4)}

a

Dalam proses pencarian dengan *Conditional FP-Tree* kita akan menjumlahkan *support count* yang dengan *support count* yang lebih besar kita akan membangkitkan dengan *conditional FP-tre*, berikut hasilnya :

Tabel 4. Conditional FP-Tree

Conditional FP-Tree
{(E, A1), (A, H1)}
{(E1), (A, B, D4), (A, E1)}
{(a, B, D1), (A2), (F1), (C1)}
{(A, E2), (E1)}
{(A3), (D1)}
{(A, B2)}
{(A, E2)}
{(A4)}

Setelah mendapatkan pola *Conditional FP-tree* selanjutnya kita akan mencari pola dari *Frequent Itemset*. Dimana tahap ini mencari kita *single path* kemudian digabungkan dengan *item* yang ada pada *Conditional FP-Tree*. Berikut Tabel hasil dari *Frequent Itemset*:

Tabel 5. Frequent Item Set

Frequent Itemset
(H, I2)
(E,H):2,(A,H):5,(B,H):4,(D,H):4
(A,G):3
(A,F):2,(E,F):3
(A,E):3
(A,D):2,(B,D):2
(A,C):2,(B,C):2
(A,B):4

Jika *minimum support* 40% dan *minimum confidence* 60%, maka terbentuk *strong association rule*-nya dapat dilihat pada table berikut ini:

Tabel 6. Strong Association Rule

Item A	Item B	Support	Confidence
Sistem Pendukung Keputusan	Data Mining	16,55%	100%
Pemrograman CMS	Desain Grafis	46%	87,5%
Data Mining, Pengolahan Citra Digital	Data Mining	25%	60%
Realitas Virtual, Game Edukasi	Sistem Informasi Pendidikan	16,55%	80%
Sistem Keamanan Jaringan	Teknologi IoT	16,55%	78%
Data mining	Pengolahan Citra Digital	16,55%	78%
Sistem Informasi Pendidikan, Game Edukasi	Desain Grafis	16,55%	78%
Teknologi IoT, Sistem Keamanan Jaringan	Realitas Virtual	25%	100%
Desain Grafis	Teknologi IoT	16,55%	100%
Teknologi IoT, Sistem Informasi Pendidikan	Game Edukasi, Pemrograman CMS	16,55%	100%

Sehingga apabila dibaca nilai support dan confidence yang salah ditentukan sebagai berikut:

1. Jika memilih mata kuliah Sistem Pendukung keputusan maka juga akan memilih Data Mining dengan nilai support sebesar 16,55% dan nilai confidence 100%.
2. Jika memilih mata kuliah Pemrograman CMS Digital maka juga akan memilih mata kuliah Desain Grafis dengan nilai support sebesar 46% dan confidence 87,5%.
3. Jika memilih mata kuliah Data Mining dan Pengolahan Citra Digital maka juga akan memilih Data Mining dengan nilai support 25% dan nilai confidence 60%.
4. Jika memilih mata kuliah Realitas Virtual dan Game Edukasi maka juga akan memilih Sistem Informasi Pendidikan dengan nilai 16,55% dan nilai confidence 80%.
5. Jika memilih mata kuliah Sistem Keamanan Jaringan maka juga akan memilih Teknologi IoT dengan nilai 16,55% dan nilai confidence 78%.
6. Jika memilih mata kuliah Data Mining maka juga akan memilih Pengolahan Citra Digital dengan nilai 16,55% dan nilai confidence 78%.
7. Jika memilih mata kuliah Teknologi IoT, Sistem Keamanan Jaringan maka juga akan memilih Realitas Virtual dengan nilai 25% dan nilai confidence 100%.
8. Jika memilih mata kuliah Desain Grafis, Sistem Keamanan Jaringan maka juga akan memilih Teknologi IoT dengan nilai 16,55% dan nilai confidence 100%.
9. Jika memilih mata kuliah Teknologi IoT, Sistem Informasi Pendidikan, Sistem Keamanan Jaringan maka juga akan memilih Game Edukasi, Pemrograman CMS dengan nilai 16,55% dan nilai confidence 100%.

4. PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Pengujian algoritma *fp-growth* dalam sistem pendukung keputusan untuk menentukan kecenderungan mahasiswa mengambil mata kuliah pilihan, dimana Algoritma *FP-Growth* ini sebagai proses utama yang terbentuk dari *Association Rule* dimulai dengan membuat kandidat yang disebut dengan itemset dan membentuk *FP-Tree*, kemudian menentukan *Conditional Pattern Base*, *Conditional FP-Tree* dan Frequent Itemset. *Lift Ratio* adalah parameter penting selain *support* dan *confidence* dalam *association rule*. *Lift Ratio* mengukur seberapa penting *rule* yang telah terbentuk berdasarkan nilai *support* dan *confidence*.

Gambar 1. Desain Pengujian Proses menghubungkan *FP-Growth* dengan Menggunakan Rapidminer

Pada gambar 1 diatas, Pengujian dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan software Rapidminer Studio 9.9.0 yang desain pengujiannya dapat terlihat pada Gambar 1. Pada bagian pengujian ini data mata kuliah yang sudah dibuat pada sistem excel, sebelum melakukan data yang akan diuji, maka akan dilakukan mempersiapkan data pemilihan mata kuliah yang berjumlah 200 kemudian data dimasukkan dalam software Rapidminer. Untuk kemudian diuji apakah hasil proses *FP-Growth* pada sistem sama dengan hasil pada software Rapidminer. Hasil pengujian pada sistem terdapat pada Gambar 2. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa hasil pada software Rapidminer menghasilkan rule yang sama dengan hasil pada sistem yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.

AssociationRules	
AssociationRules	
[Sistem Pendukung Keputusan] --> [Data Mining] (Confidence: 1.000)	
[Pemrograman CMS] --> [Desain Grafis] (Confidence: 0.875)	
[Data Mining, Pengolahan Citra Digital] --> [Data Mining] (Confidence: 0.600)	
[Realitas Virtual, Game Edukasi] --> [Sistem Informasi Pendidikan] (Confidence: 0.800)	
[Sistem Keamanan Jaringan] --> [Teknologi IoT] (Confidence: 0.780)	
[Data mining] --> [Pengolahan Citra Digital] (Confidence: 0.780)	
[Sistem Informasi Pendidikan, Game Edukasi] --> [Desain Grafis] (Confidence: 0.780)	
[Teknologi IoT, Sistem Keamanan Jaringan] --> [Realitas Virtual] (Confidence: 1.000)	
[Desain Grafis] --> [Teknologi IoT] (Confidence: 1.000)	
[Teknologi IoT, Sistem Informasi Pendidikan] --> [Game Edukasi, Pemrograman CMS] (Confidence: 1.000)	

Gambar 2. Hasil Perhitungan Association Rule

Dengan menggunakan Rapidminer kita dapat menghasilkan 9 rules yang didapatkan dengan hasil perhitungan lift ratio. *Lift Ratio* merupakan nilai yang menunjukkan kevalidan proses tersebut terbentuk dan memberikan informasi apakah benar matakuliah dipilih secara bersamaan. Pada gambar diatas kita bisa melihat hasil *Text View* dari *Association Rule* dan dari gambar diatas kita dapat melihat relasi antara itemset A dan B saling berhubungan yang dapat dilihat pada tabel 6.

5. KESIMPULAN

Dari kesimpulan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan berdasarkan pembahasan implementasi data mining terhadap pemilihan mata kuliah dengan menggunakan algoritma FP-Growth adalah :

1. Hasil pemilihan mata kuliah yang paling banyak peminatan yang akan dipilih oleh Mahasiswa bisa diketahui dengan menggunakan metode algoritma *FP-Growth*. Mata Kuliah yang memenuhi minimum support dan minimum confidence serta yang banyak pemilihan adalah sistem pendukung keputusan, teknologi *IoT*, desain grafis, sistem informasi pendidikan, Game Edukasi, Pemrograman *CMS*, *data mining*.
2. Dengan penerapan metode dengan algoritma *FP-Growth* ini kedalam aplikasi untuk analisis pola pemilihan mata kuliah sangat bermanfaat bagi Program Studi Pendidikan Informatika karena dengan aplikasi ini kita dapat mengetahui mata kuliah man yang banyak akan diambil atau diminati oleh Mahasiswa.

Implementasi algoritma *FP-Growth* pada aplikasi *RapidMiner* dimulai dari menginput data mata kuliah yang akan menjadi sumber data pada *Ms.Excel*, kemudian data akan diproses menggunakan aplikasi *RapidMiner*, lalu akan membentuk *support* dan *confidence*, dan terakhir akan menghasilkan *strong rule association*.

1. Perlu melakukan pengujian menggunakan *algoritma deep learning* dengan menambahkan Pengujian Parameter dengan metode *hyperparameter* jika data dan fitur yang akan digunakan banyak.
2. Salah satu teknik yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *RapidMiner*, selain itu bisa juga menggunakan aplikasi *Data Mining* yang lainnya seperti *WEKA*. Dalam pembagian mata kuliah harus sesuai dengan kebutuhan program studi dan jenis, agar lebih jelas dan akurat dalam pengolahan data, hal ini berguna untuk memudahkan mahasiswa dalam pemilihan mata kuliah.

Daftar Pustaka

- [1] A. Maulana and A. A. Fajrin, "Penerapan Data Mining Untuk Analisis Pola Pembelian Konsumen Dengan Algoritma Fp-Growth Pada Data Transaksi Penjualan Spare Part Motor," *Klik - Kumpul. J. Ilmu Komput.*, vol. 5, no. 1, p. 27, 2018, doi: 10.20527/klik.v5i1.100.

- [2] R. N. Afifuddin and D. Nurjanah, "Sistem Rekomendasi Pemilihan Mata kuliah Peminatan Menggunakan Algoritma K- means dan Apriori (studi kasus : Jurusan S1 Teknik Informatika Fakultas Informatika)," vol. 6, no. 1, pp. 2359–2367, 2019.
- [3] A. Rahayu, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Mata Kuliah Pilihan Dengan Metode Topsis Topsis," *e-conversion - Propos. a Clust. Excell.*, 2016.
- [4] I. P. P. Iswara, F. Farhan, W. Kumara, and A. A. Supianto, "Rekomendasi Pengambilan Mata Kuliah Pilihan Untuk Mahasiswa Sistem Informasi Menggunakan Algoritme Decision Tree," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 6, no. 3, pp. 341–348, 2019, doi: 10.25126/jtiik.2019.6892.
- [5] M. Kadafi, "Penerapan Algoritma FP-GROWTH untuk Menemukan Pola Peminjaman Buku Perpustakaan UIN Raden Fatah Palembang," *Matics*, vol. 10, no. 2, p. 52, 2019, doi: 10.18860/mat.v10i2.5628.
- [6] H. D. & A. B. P. Permatasari, "Pengembangan Sistem Pendukung Keputusan Untuk Mengetahui Kecendrungan Seorang Mahasiswa Dalam Mengambil Mata Kuliah Pilihan Dalam Lingkup Pendidikan Teknik Informatika Dan Komputer Menggunakan Algoritma Apriori.," *PINTER*, vol. 4, no. 2, pp. 27-31, 2020.
- [7] D. H. M. K. Sembiring and N. S.M.Kom, "Sistem Informasi Jumlah Angkatan Kerja Menggunakan Visual Basic Pada Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Langkat," *J. KAPUTAMA*, vol. 5, no. 2, pp. 13–19, 2012, [Online]. Available: <http://penelitian.kaputama.ac.id/images/sampledData/File/Jurnal/Jurnal2012/JURNAL7.pdf>.
- [8] M. Tahir, T. Badriyah, and I. Syarif, "Classification Algorithms of Maternal Risk Detection For Preeclampsia With Hypertension During Pregnancy Using Particle Swarm Optimization," *Emit. Int. J. Eng. Technol.*, vol. 6, no. 2, pp. 236–253, 2018, doi: 10.24003/emitter.v6i2.287.
- [9] N. Sakinah, E. Buulolo, and N. Sitompul, "Kelayakan Keluarga Penerima Raskin (Studi Kasus : Kantor Kelurahan Bantan Timur)," *J. Pelita Inform.*, vol. 7, no. 3, pp. 313–318, 2019.
- [10] A. Putra, Z. A. Matondang, N. Sitompul, I. Pendahuluan, and A. Prediksi, "Implementasi Algoritma Rough Set Dalam Memprediksi Kecerdasan Anak," *J. Pelita Inform.*, vol. 7, no. 2, pp. 149–156, 2018.
- [11] T. Novianto and A. Azis, "Aplikasi Data Mining Menggunakan Metode Decision Tree Untuk Menampilkan Laporan Hasil Nilai Akhir Mahasiswa (Studi Kasus Di Fakultas Teknik Umsurabaya)," *J. Ilm. NERO*, vol. 1, no. 3, pp. 198–203, 2015.
- [12] S. Fitriani, T. Informatika, F. Teknik, and U. M. Sidoarjo, "Penerapan Data Mining Menggunakan Metode Klasifikasi Naïve Bayes untuk Memprediksi Partisipasi Pemilihan Gubernur," *J. Teor. dan Apl. Mat.*, vol. 3, no. 2, pp. 98–104, 2019.
- [13] R. Sidabutar, M. Mesran, and N. Sitompul, "Sistem Pendukung Keputusan Seleksi Calon Taruna Pramugara Pada Aerospace Training Centre Menerapkan Metode Promethee Ii," *KOMIK (Konferensi Nas. Teknol. Inf. dan Komputer)*, vol. 2, no. 1, pp. 130–137, 2018, doi: 10.30865/komik.v2i1.919.
- [14] F. Kurnia, S. Monalisa, and I. Fahmi, "Penerapan Algoritma Fp-Growth dalam Menentukan Pola Kecelakaan Lalu Lintas," pp. 90–96, 2017.
- [15] R. Nurul Arifin, "Implementasi Algoritma Frequent Pattern Growth (FP-GROWTH) Menentukan Asosiasi Antar Produk (Study Kasus Nadia Mart)," *Dok. Karya Ilm.*, pp. 0–1, 2015.