

Rekomendasi Pemilihan Mata Kuliah Dalam Pengisian Rencana Studi Mahasiswa Dengan Penerapan Algoritma Apriori

Ahmad Syahrul, Achmad Solichin*

Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Budi Luhur, Jakarta Selatan, Indonesia
e-mail: ahmadsyahrul1928@gmail.com, achmad.solichin@budiluhur.ac.id

Diterima: 10 September 2021 – Direvisi: 25 November 2021 – Disetujui: 26 November 2021

ABSTRACT

During the time of filling out the study plan, many Budi Luhur University students find it difficult to choose the courses to be taken in the next semester. Errors in the selection of courses can have an impact on the achievement of achievement that is not optimal, and can inhibit student graduation. The role of academic supervisors in helping students determine the taking of courses in the coming semester is very important, but in some cases, there are academic supervisors who do not have time to discuss directly with students. Therefore, in this study a system is proposed that can provide recommendations for students in taking courses when filling out study plans for the next semester. This course of recommendation making system uses the association rule mining method with a priori algorithm. The student's course history data is evaluated using an a priori algorithm to produce recommendations for choosing courses in the next semester. The trial results of this system show an average percentage of successful recommendations of 80.16% with a minimum confidence of 80%, and a minimum support of 7. With these results, this system can be used as a means of students to help make decisions in making courses at the coming semester.

Keywords: *academic, apriori algorithm, data mining, recommender systems, study plans.*

ABSTRAK

Pada masa pengisian rencana studi, banyak mahasiswa Universitas Budi Luhur merasa kesulitan dalam memilih mata kuliah yang akan diambil di semester berikutnya. Kesalahan dalam pemilihan mata kuliah dapat berdampak pada pencapaian prestasi yang tidak optimal serta dapat menghambat kelulusan mahasiswa. Peran dosen pembimbing akademik (PA) dalam membantu mahasiswa menentukan mata kuliah di semester yang akan datang sangatlah penting, tetapi pada beberapa kasus, terdapat dosen pembimbing akademik yang tidak memiliki waktu untuk berdiskusi secara langsung dengan mahasiswa. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengembangkan sebuah sistem yang dapat memberikan rekomendasi bagi mahasiswa dalam pengambilan mata kuliah pada saat mengisi rencana studi untuk semester selanjutnya. Sistem rekomendasi pemilihan mata kuliah ini menggunakan metode association rule mining dengan algoritma apriori. Data riwayat pengambilan mata kuliah mahasiswa dievaluasi menggunakan algoritma apriori untuk selanjutnya dihasilkan rekomendasi pengambilan mata kuliah di semester berikutnya. Hasil pengujian terhadap sistem menunjukkan rata-rata persentase akurasi rekomendasi rencana studi sebesar 80,16% dengan minimum confidence sebesar 80%, dan minimum support sebanyak 7. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem ini dapat membantu mahasiswa dalam melakukan pemilihan mata kuliah di semester yang akan datang.

Kata Kunci: *algoritma apriori, akademik, data mining, rencana studi, sistem rekomendasi.*

I. PENDAHULUAN

KARTU Rencana Studi (KRS) merupakan kartu yang berisi daftar mata kuliah yang ingin diambil oleh setiap mahasiswa dalam satu semester. Setiap mahasiswa harus mengisi KRS sekitar 2 (dua) bulan sebelum masa perkuliahan semester baru dimulai. Bagi fakultas dan program studi di Universitas Budi Luhur (UBL), isian KRS mahasiswa menjadi pertimbangan utama dalam penyusunan jadwal mata kuliah. Jika banyak permintaan kelas untuk suatu mata kuliah maka fakultas dan program studi akan menyediakan jadwal mata kuliah sesuai jumlah permintaan dari mahasiswa yang

diisi di KRS. Setelah mahasiswa melakukan pembayaran dan jadwal mata kuliah dikeluarkan oleh fakultas, mahasiswa dapat memilih kelompok untuk setiap mata kuliah yang dipilihnya. Pada setiap proses tersebut, mahasiswa dapat berkonsultasi dengan dosen penasehat akademik (PA) yang telah ditunjuk oleh fakultas. Seluruh rangkaian pengisian KRS juga sudah terkomputerisasi (daring).

Walaupun sudah dibantu oleh dosen PA dan tersedia panduan, masih terjadi penyusunan rencana studi bagi sebagian mahasiswa yang kurang optimal. Dosen PA yang seharusnya memberikan arahan bagi mahasiswa dalam pengisian KRS terkadang juga tidak berfungsi secara baik. Hal tersebut dapat terjadi karena mahasiswa tidak pro-aktif melakukan konsultasi dengan dosen PA atau karena kesibukan dari dosen PA itu sendiri. Kesalahan penyusunan KRS yang umumnya terjadi adalah karena mahasiswa cenderung mengikuti saran atau menyamakan dengan KRS milik temannya sesama mahasiswa.

Kesalahan dalam penyusunan rencana studi bagi mahasiswa dapat memberikan dampak yang kurang baik. Pertama, kesalahan komposisi jadwal kuliah dapat mengakibatkan prestasi akademik yang diraih mahasiswa pada suatu semester menjadi kurang optimal. Komposisi jadwal kuliah yang terdiri dari mata kuliah yang relatif sulit dikuasai dapat mengakibatkan nilai mahasiswa menurun. Kedua, penyusunan rencana studi yang kurang baik dapat menunda kelulusan mahasiswa. Program studi sudah merancang kurikulum sedemikian rupa sehingga mahasiswa dapat lulus program sarjana (strata-1) dalam waktu paling cepat 7 (tujuh) semester. Kurikulum tersaji dalam bentuk bagan mata kuliah yang mana beberapa mata kuliah memiliki keterkaitan sehingga pengambilannya harus dilakukan secara berurutan (tidak di satu semester yang sama). Kelulusan mahasiswa dapat tertunda jika ada satu atau beberapa mata kuliah yang merupakan prasyarat pengambilan mata kuliah lainnya tidak diambil sesuai rancangan kurikulum yang telah disusun oleh program studi.

Pada penelitian ini, diusulkan penerapan konsep data mining untuk memberikan rekomendasi pengambilan mata kuliah bagi mahasiswa program studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Budi Luhur. Penelitian ini menerapkan metode association rule mining dengan algoritma *Apriori*. Data yang digunakan berupa data *history* pengambilan mata kuliah oleh mahasiswa beserta informasi grade dan kapan mahasiswa mengambil mata kuliah tersebut. Algoritma *apriori* dipilih karena memiliki kesederhanaan dalam memilih kombinasi item yang telah ditentukan. Algoritma *Apriori* pada metode data mining ini sangat efektif, sehingga dapat mempercepat proses menentukan kombinasi itemset [1].

Dalam beberapa tahun terakhir, penelitian di bidang data mining berkembang sangat pesat. Data mining banyak diterapkan untuk menyelesaikan berbagai permasalahan di berbagai bidang, termasuk di bidang pendidikan atau akademik. Banyak peneliti yang telah menerapkan berbagai metode data mining untuk membantu menyelesaikan permasalahan di bidang akademik antara lain untuk menganalisis kelulusan mahasiswa [2], [3], prediksi kelulusan mahasiswa [4], [5], evaluasi akademik mahasiswa [6], rekomendasi pemilihan konsentrasi program studi [1], penerimaan mahasiswa baru [7], hingga rekomendasi pemilihan mata kuliah [8]– [10].

Jika ditelaah dari sisi metode data mining yang digunakan juga cukup beragam. Untuk permasalahan yang memerlukan proses klasifikasi seperti prediksi kelulusan dan pemilihan jurusan, metode yang banyak digunakan adalah k-NN, Naïve Bayes dan C4.5 [2], [5], [11]. Sementara itu, jika permasalahan menyangkut pengambilan keputusan baik di berbagai tingkat kepentingan, metode yang banyak digunakan adalah AHP, FMADM, TOPSIS, dan SAW [9], [10], [12]. Selanjutnya, untuk permasalahan yang melibatkan proses rekomendasi, peneliti banyak menggunakan metode *association rule* seperti *Apriori* yang terkadang digabungkan dengan metode lainnya seperti *Ant Colony* dan K-means [8], [13].

Tabel 1 menyajikan rangkuman penelitian terkait penerapan data mining di bidang akademik, terutama yang terkait rekomendasi pemilihan mata kuliah atau rencana studi mahasiswa. Sebuah penelitian mengembangkan sistem pendukung keputusan pemilihan mata kuliah bagi mahasiswa dalam penyusunan rencana studi diusulkan oleh [14]. Sistem dapat memberikan rekomendasi mata kuliah menggunakan kecerdasan buatan, namun demikian pada penelitian tidak dijelaskan secara eksplisit metode kecerdasan buatan yang digunakan. Pada penelitian lainnya, digunakan algoritma *apriori* untuk menghasilkan saran pemilihan mata kuliah pilihan pada Jurusan Teknik Informatika, Universitas Telkom [13]. Algoritma *apriori* menghasilkan *rule* untuk setiap kelompok keahlian dan algoritma *ant-cycle* memberikan rekomendasi berupa aturan pemilihan mata kuliah pilihan dan *learning path* mata

TABEL 1.
 PENELITIAN TERKAIT

Peneliti	Tujuan Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
[10]	SPK penentuan mata kuliah yang diminati mahasiswa Prodi SI Universitas Islam Indragiri	AHP	Sistem dapat memberikan rekomendasi mata kuliah yang diminati berdasarkan angket mahasiswa.
[14]	SPK pemilihan mata kuliah untuk membantu penyusunan rencana studi mahasiswa Prodi Teknik Informatika USNI.	Kecerdasan buatan	Sistem dapat memberikan rekomendasi mata kuliah. Kelemahan dari paper ini adalah metode kecerdasan buatan yang digunakan tidak disebutkan secara eksplisit, sepertinya menggunakan rule-based.
[16]	SPK penentuan mata kuliah pilihan pada kurikulum berbasis KKNI	Fuzzy Sugeno	Metode fuzzy Sugeno dapat dimanfaatkan untuk menentukan mata kuliah pilihan pada kurikulum berbasis KKNI. Penelitian ini bermanfaat bagi pengelola program studi dalam penyusunan kurikulum, namun kelemahan paper ini belum diimplementasi pada keadaan sebenarnya.
[17]	Rekomendasi pemilihan konsentrasi mahasiswa bagi pengelola Jurusan Teknik Informatika UII	Fuzzy Tsukamoto	Penelitian berhasil menghasilkan rekomendasi pemilihan konsentrasi mahasiswa berdasarkan nilai mata kuliah. Pengguna sistem adalah pengelola jurusan.
[13]	Menghasilkan rekomendasi mata kuliah pilihan bagi mahasiswa Jurusan Teknik Informatika Universitas Telkom.	Association Rule dan Ant Colony	Algoritma <i>apriori</i> (association rule) menghasilkan rule untuk setiap kelompok keahlian dan algoritma ant cycle (algoritma ACO) memberikan rekomendasi berupa rule pemilihan mata kuliah pilihan dan learning path mata kuliah pilihan.
[18]	Sistem Rekomendasi Mata Kuliah	Ontologi dan User Model	Sistem dapat memberikan rekomendasi dengan akurasi 90%.
[15]	Rekomendasi mata kuliah pilihan	k-NN	Sistem dapat merekomendasikan mata kuliah pilihan dengan akurasi 98,3%. Sistem hanya merekomendasikan mata kuliah pilihan yang diambil, bukan daftar mata kuliah tiap semester.
[8]	Sistem Rekomendasi Pemilihan Mata Kuliah Peminatan pada Jurusan Teknik Informatika	K-means dan <i>Apriori</i>	Sistem dapat merekomendasikan mata kuliah pilihan sesuai peminatan mahasiswa berdasarkan rule yang dihasilkan oleh algoritma <i>Apriori</i> . Sayangnya, penelitian tidak melakukan pengujian terhadap akurasi rule yang dihasilkan.
[12]	Pengembangan SPK berbasis mobile untuk pengisian Kartu Rencana Studi pada Jurusan Pendidikan Teknik Informatika Universitas Pendidikan Ganesha	FMADM SAW	Paper mengklaim dapat menampilkan rekomendasi pengisian KRS untuk semester selanjutnya, namun tidak dijelaskan bagaimana pengujian terhadap metode dilakukan.
[9]	SPK penentuan mata kuliah pilihan pada Prodi Sistem Informasi Universitas Riau	TOPSIS	Sistem memberikan rekomendasi pengambilan mata kuliah berdasarkan 5 kriteria yang diinput oleh mahasiswa.

kuliah pilihan. Penelitian hanya memberikan rekomendasi urutan pengambilan mata kuliah (*learning path*), tapi tidak memberikan rekomendasi pengambilan mata kuliah di semester berikutnya.

Metode *k-Nearest Neighbor* (k-NN) juga digunakan untuk mengasilkan rekomendasi mata kuliah pilihan seperti pada [15]. Sistem dapat merekomendasikan mata kuliah pilihan dengan akurasi 98,3%. Sistem hanya merekomendasikan mata kuliah pilihan yang diambil, bukan daftar mata kuliah tiap semester. Pada penelitian lainnya, diusulkan metode *apriori* yang digabungkan dengan metode klasterisasi k-means [8]. Sistem dapat merekomendasikan mata kuliah pilihan sesuai peminatan mahasiswa berdasarkan rule yang dihasilkan oleh algoritma *Apriori*. Sayangnya, penelitian tidak melakukan pengujian terhadap akurasi *rule* yang dihasilkan.

Berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan dan mempertimbangkan kondisi data serta permasalahan yang ingin diselesaikan, maka pada penelitian ini diusulkan penggunaan metode *Association rule* dengan algoritma *apriori*. Optimasi algoritma *ant colony* seperti telah dilakukan pada [13] belum diperlukan pada penelitian ini. Penelitian ini juga menghasilkan prototipe yang mengimplementasikan algoritma *apriori* untuk menyajikan rekomendasi mata kuliah bagi mahasiswa,, tidak hanya menghasilkan rekomendasi urutan pengambilan mata kuliah seperti pada [13]. Penelitian ini memiliki kontribusi praktis dalam menyelesaikan permasalahan mahasiswa yang kesulitan memilih mata kuliah di semester berikutnya. Hasil penelitian ini dapat membantu mahasiswa UBL khususnya program studi Teknik Informatika dalam mengisi rencana studi dengan optimal sehingga dapat meningkatkan prestasi akademik mahasiswa. Selain itu, hasil penelitian ini juga dapat bermanfaat bagi dosen pembimbing akademik (PA) dalam memberikan rekomendasi pengambilan mata kuliah bagi mahasiswa yang dibimbingnya.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengimplentasikan algoritma *apriori* untuk menghasilkan rekomendasi pemilihan mata



Gambar 1. Prosedur Pengisian KRS [19]

kuliah bagi mahasiswa. Algoritma mengolah data pengambilan mata kuliah mahasiswa beserta nilai *grade*-nya, untuk menghasilkan *rule-rule* yang menjadi dasar rekomendasi mata kuliah.

A. Prosedur Pemilihan Mata kuliah

Prosedur pemilihan mata kuliah di UBL berlaku bagi seluruh mahasiswa. Secara umum, pemilihan mata kuliah dibantu dengan berbagai sistem informasi dan melibatkan beberapa entitas. Gambar menyajikan prosedur pengisian KRS hingga pemilihan jadwal kuliah oleh mahasiswa [19]. Proses pemilihan diawali dengan konsultasi mahasiswa ke dosen penasehat akademik (PA) yang telah ditunjuk oleh fakultas. Dosen PA dapat memberikan rekomendasi mata kuliah apa saja yang dapat diambil oleh mahasiswa di semester berikutnya.

Selanjutnya, mahasiswa mengisi rencana studi melalui sistem informasi akademik web student. Setelah dosen PA melakukan verifikasi mata kuliah yang telah diisikan, mahasiswa dapat melakukan pembayaran kuliah melalui berbagai saluran pembayaran daring. Setelah pembayaran dilakukan, mahasiswa dapat memilih kelompok mata kuliah secara serentak pada masa pemilihan jadwal kuliah.

B. Association Rule

Data mining merupakan serangkaian proses untuk mencari nilai tambah dari suatu kumpulan data berupa pengetahuan yang selama ini tidak diketahui sebelumnya [20]. Data mining juga dapat diartikan sebagai pengekstrakan informasi baru yang diambil dari bongkahan data besar untuk membantu dalam pengambilan keputusan. Istilah data mining kadang disebut juga *knowledge discovery*. Fungsi umum data mining adalah menemukan pola pembelajaran untuk mengekstraksi dan mengidentifikasi serta menganalisis informasi berdasarkan data set yang ada. Penerapan *data mining* dengan aturan asosiasi bertujuan menemukan informasi item-item yang saling berhubungan dalam bentuk aturan atau rule.

Association rule merupakan salah satu metode *data mining* yang berusaha mencari aturan asosiatif yang telah memenuhi syarat yaitu support dan confidence dari suatu kumpulan data [21]. Association rule digunakan untuk mencari korelasi antara item pada sebuah data set. Mencari aturan association rule dibutuhkan dua keterkaitan, yaitu:

- Support*, adalah suatu ukuran atau persentase dalam arti kemungkinan banyaknya item dari jumlah suatu data base. Ukuran ini menentukan apakah suatu item layak untuk dicari nilai *confidence*-nya.
- Confidence* atau nilai kepastian yaitu kuatnya hubungan antara item satu dengan item lainnya dalam aturan *asosiatif*. Contohnya dalam suatu transaksi beberapa produk yang dibeli secara bersamaan yang artinya apabila konsumen membeli item X pasti perlu membeli item Y.

Kedua ukuran (*support* dan *confidence*) berguna untuk dibandingkan dengan batasan (*threshold*) yang ditentukan oleh pengguna. Teknik asosiasi menjadi terkenal karena sering digunakan untuk menganalisa

transaksi penjualan. Dan analisis asosiasi juga sering disebut dengan istilah *market basket analysis*. Langkah-langkah pada metodologi dasar analisis asosiasi terbagi menjadi dua tahap, yaitu analisis pola frekuensi dan pembentukan aturan asosiatif.

Pada tahap pertama, analisis pola frekuensi, dicari kombinasi item yang memenuhi syarat *minimum* dari nilai *support* pada *dataset*. Untuk memperoleh nilai *support* dapat menggunakan Persamaan 1. Nilai *support* dari item A merupakan pembagian dari jumlah transaksi atau data yang mengandung A dengan total data. Jika data terdiri dari 2 item atau lebih maka digunakan Persamaan 2.

$$\text{Supp}(A) = \frac{\text{Jumlah transaksi mengandung A}}{\text{Total transaksi}} \quad (1)$$

$$\text{Supp}(A \cap B) = \frac{\text{Jumlah trans mengandung A \& B}}{\text{Total transaksi}} \quad (2)$$

Suatu pola frekuensi yang dikatakan sering muncul (*frequent pattern*) apabila *support* dari pola tersebut tidak kurang dari minimum *support* yang telah didefinisikan oleh peneliti. Permasalahan mencari pola *frequent* dengan batas ambang *minimum support*, inilah yang dicoba untuk dipecahkan oleh algoritma *apriori* atau algoritma lainnya.

Selanjutnya pada tahap kedua, dilakukan pembentukan aturan asosiatif. Setelah semua pola frekuensi tinggi ditemukan, barulah dicari aturan asosiasi yang memenuhi syarat minimum untuk *confidence* dengan menghitung *confidence* aturan asosiatif $A \rightarrow B$. Nilai *confidence* dari aturan diperoleh dengan Persamaan 3.

$$\text{Conf} = P(B | A)$$

$$\text{Conf} = \frac{\text{Jumlah trans mengandung A dan B}}{\text{Jumlah transaksi mengandungn A}} \quad (3)$$

Untuk menentukan aturan asosiasi yang akan dipilih maka harus diurutkan berdasarkan *support* x *confidence*. Aturan diambil sebanyak *n* aturan memiliki hasil terbesar.

C. Algoritma Apriori

Algoritma *Apriori* merupakan salah satu algoritma klasik pada metode asosiasi atau proses *data mining*. Algoritma *apriori* digunakan untuk mengajarkan kepada komputer atau bisa dibilang dengan *machine learning* aturan dari asosiasi, mencari pola hubungan antara satu atau lebih item dalam suatu data set. Menurut [22], algoritma *apriori* adalah suatu algoritma yang digunakan untuk *mining frequent itemset* menggunakan aturan asosiasi *boolean*.

Apriori adalah algoritma yang digunakan dalam melakukan pencarian *frequent itemset* untuk mendapatkan aturan asosiasi. Sesuai dengan namanya, algoritma ini menggunakan *prior knowledge* mengenai *frequent itemset properties* yang telah diketahui sebelumnya untuk memproses informasi selanjutnya. Algoritma *apriori* terdiri dari dua tahap, yaitu penentuan semua *frequent itemsets* dan pembentukan aturan asosiasi.

- a. Mencari *Item-set* atau iterasi, pada tahap ini merupakan membaca semua data sebanyak satu kali untuk menentukan support setiap item dan menghilangkan *item-set* yang memiliki nilai kurang dari *min-support*.
- b. Mencari *Association Rule*, tahap ini adalah untuk mengetahui tingkat keyakinan dari setiap kandidat *item-set* yang telah ditentukan sebelumnya pada tahap mencari *item-set*. Jika tidak ada *item-set* yang sering muncul maka selesai.

D. Penerapan Metode Apriori

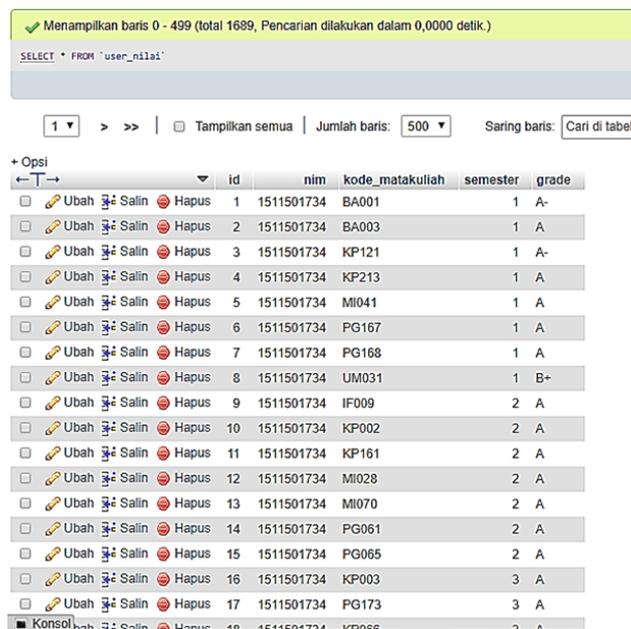
Penelitian ini mengimplementasikan metode *apriori* untuk menghasilkan rekomendasi mata kuliah yang harus diambil oleh seorang mahasiswa. Data set yang digunakan berupa data nilai mata kuliah beserta informasi semester pengambilan dari mata kuliah tersebut. Gambar 2 menyajikan alur kerja penerapan metode *apriori* yang dilakukan pada penelitian ini.

TABEL 2.
CUPLIKAN DATA ASLI

NIM	Kode	Grade	Semester
1511501254	KP161	A	2
1511501254	MI028	A	2
1511501254	MI070	A-	2
1511500868	MI028	A	2
1511500868	MI070	B-	2
....

TABEL 3.
CONTOH DATASET YANG SUDAH DIOLAH

NIM	ITEM
N001	KP011.A, KP342.A, KP371.A, KP369.A, MI073.B+, MI113.A, PG119.A
N002	KS001.A, KP011.A, KP047.A, KP342.A, KP369.A, KP371.A, MI073.A
N003	UM031.A, KP011.A, KP047.A, KP164.A-, KP342.A, KP369.A, KP371.A
N004	KP011.A, KP047.A, KP342.A, KP369.A, KP371.B+, MI073.B+, MI113.B
N005	KP342.A, KP371.B, KP369.B, KP011.B+, UM013.A
....



Gambar 2. Penyimpanan dataset di pangkalan data MySQL

Tampilan awal yang disediakan adalah *user* memasukkan *data* berupa mata kuliah, grade serta semester yang sudah diambil sebelumnya. Bertujuan ketika proses rekomendasi, mata kuliah yang sudah diambil tidak ditampilkan kembali. Jika *user* sudah memiliki *data set*, maka dapat memproses rekomendasi. Pada proses *apriori*, data yang digunakan berupa data mata kuliah, grade, serta semester yang diambil dari *database*. Dari data tersebut kemudian dicari tiap iterasinya sesuai dengan frekuensi yang ditentukan sebelumnya pada *min-support*, dan membuang item yang kurang dari *min-support*. Selanjutnya mencari aturan asosiasi yang didapat berdasarkan *item-set*, dari hasil akhir *item-set* dan telah di-asosiasi kemudian dicari berdasarkan nilai *min confidence* yang ditentukan sebelumnya.

Proses terakhir yaitu menentukan rekomendasi mata kuliah berdasarkan dari hasil akhir proses *apriori*. Selanjutnya diperiksa kembali dengan data *user*, untuk seleksi mata kuliah yang sudah diambil tidak direkomendasikan kembali. Proses rekomendasi dilakukan pada saat pembentukan rule sudah didapat dan menyaring kembali dengan data dari *user* yang sudah dicapai sebelumnya. Jika mata kuliah yang sudah dicapai maka tidak akan direkomendasikan kembali pada sistem. Mata kuliah yang telah dicapai oleh *user* selanjutnya masuk ke dalam aturan. Misal seorang mahasiswa telah mengambil mata kuliah A dan B, maka *user* akan mendapatkan rekomendasi mata kuliah C. Sistem rekomendasi ini membaca kebiasaan mahasiswa dalam mengambil mata kuliah persemesternya.

#	NIM	Kode	Matakuliah	Semester	Grade
1	1511502419	BA001	Bahasa Indonesia	1	A
2	1511500827	BA001	Bahasa Indonesia	1	A
3	1511500868	BA001	Bahasa Indonesia	1	A
4	1511502310	BA001	Bahasa Indonesia	1	A
5	1511503383	BA001	Bahasa Indonesia	1	B+
6	1511503524	BA001	Bahasa Indonesia	1	B+
7	1511503466	BA001	Bahasa Indonesia	1	A-
8	1511503581	BA001	Bahasa Indonesia	1	B+

Gambar 3. Menu pengaturan data set

#	Kode	Mata Kuliah	SKS
1	MI070	Matrik dan Trasformasi Linier	3
2	KP161	Sistem Digital	3
3	IF009	Interaksi Manusia dan Komputer	2

Gambar 4. Proses rekomendasi mata kuliah

E. Dataset

Tahap ini merupakan tahap untuk mempersiapkan data sebelum diproses kedalam algoritma, dan preprocessing untuk menghilangkan *noise* serta mereduksi ukuran data agar lebih sesuai dengan kebutuhan sistem. Tabel 2 menyajikan cuplikan data asli yang menjadi masukan pada penelitian ini. Seluruh data asli atau data masukan disimpan dalam pangkalan data MySQL seperti terlihat pada Gambar 3.

Data mentah yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 1689 data yang diperoleh dari riwayat studi mahasiswa Program Studi Teknik Informatika angkatan 2015 yang sudah lulus di tahun 2020. Dari data mentah yang didapat, selanjutnya dilakukan pengolahan data awal terlebih dahulu. Hal ini bertujuan untuk mengelompokan data berdasarkan semesternya dengan kode dan grade sebagai sebuah item. Tabel 3 menyajikan contoh dataset yang telah diolah dan siap diproses.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Prototipe Sistem Rekomendasi

Penelitian ini menghasilkan sebuah prototipe sistem rekomendasi mata kuliah menggunakan algoritma *apriori*. Sistem rekomendasi dibangun berbasis web menggunakan teknologi berlisensi terbuka yaitu PHP dan MySQL. Pada tampilan awal, pengguna akan diminta melakukan login ke sistem menggunakan username dan password yang telah terdaftar. Setelah melakukan login, terdapat dua menu utama yaitu menu “Data Set” untuk pengaturan data yang digunakan dalam proses rekomendasi, dan menu “Recommendation Process” yang digunakan untuk menghasilkan rekomendasi mata kuliah. Gambar 4 menampilkan menu pengaturan data set yang hanya dapat dilakukan oleh pengguna level admin.

Gambar 5 menyajikan proses rekomendasi mata kuliah yang dilakukan oleh pengguna. Rekomendasi mata kuliah diperoleh dengan terlebih dahulu mengisi nilai minimum confidence, minimum support dan semester keberapa. Setelah ditekan tombol “Submit” maka sistem akan menampilkan daftar mata kuliah yang direkomendasikan untuk diambil oleh mahasiswa.

B. Pengujian Algoritma Apriori

Pada tahap ini peneliti menganalisa dan mengelompokan data berdasarkan semesternya untuk mempermudah dalam proses rekomendasi. Tahap ini pengujian ini bertujuan untuk mengetahui akurasi hasil rekomendasi mata kuliah yang telah dihasilkan oleh sistem.

Peneliti membuat tabel pengujian data yang diambil dari sampel 5 NIM berbeda, dan setiap NIM diuji sebanyak 3 kali untuk mengukur tingkat akurasi hasil rekomendasi. Setiap NIM diuji dengan 3 (tiga) skenario yaitu (1) data masukan adalah mata kuliah yang telah diambil di semester 1 dan 2 untuk merekomendasikan mata kuliah semester 3, (2) data masukan semester 1, 2 dan 3 untuk merekomendasikan mata kuliah semester 4, dan (3) data masukan semester 1, 2, 3, dan 4 untuk menghasilkan rekomendasi mata kuliah semester 5.

Nilai akurasi untuk setiap pengujian dihitung dengan memperbandingkan mata kuliah hasil rekomendasi sistem dengan mata kuliah yang sebenarnya (telah diambil oleh mahasiswa). Pengujian pada penelitian ini digunakan min confidence = 80%, dan min support = 7. Persamaan 4 digunakan untuk menghitung akurasi setiap pengujian, sementara itu untuk menghitung nilai rata-rata dari keseluruhan pengujian, digunakan Persamaan 5.

$$\text{Akurasi} = \frac{\sum \text{data benar}}{\sum \text{seluruh data}} \times 100\% \quad (4)$$

$$\text{Rerata Akurasi} = \frac{\sum \text{akurasi}}{\sum \text{data percobaan}} \times 100\% \quad (5)$$

Tabel 4 menyajikan hasil pengujian nilai akurasi yang dilakukan terhadap sistem rekomendasi. Dari data yang telah diuji, menghasilkan nilai rata-rata akurasi keseluruhan sistem sebesar 80,16%. Sementara itu, jika dilihat dari hasil pengujian untuk setiap skenario, ternyata pengujian dengan data masukan yang lebih sedikit memiliki rata-rata akurasi yang lebih tinggi. Nilai akurasi menurun seiring banyaknya data masukan. Hasil pengujian membuktikan bahwa sistem rekomendasi mata kuliah dapat membantu dalam menentukan mata kuliah yang harus diambil mahasiswa untuk suatu semester. Dari data aturan asosiasi yang dihasilkan terdapat mata kuliah wajib dan pilihan tertentu yang diambil mahasiswa.

C. Pembahasan

Tujuan utama dari penelitian adalah mengembangkan sebuah sistem rekomendasi pemilihan mata kuliah bagi mahasiswa Universitas Budi Luhur, khususnya Program Studi Teknik Informatika. Sistem rekomendasi yang dikembangkan menggunakan algoritma apriori mampu menyajikan rekomendasi pengambilan mata kuliah dengan akurasi ketepatan hingga 80,16%. Dengan sistem tersebut, mahasiswa dapat memasukkan daftar mata kuliah yang sudah diambil di semester sebelumnya dan selanjutnya sistem akan melakukan perhitungan dan menghasilkan rekomendasi mata kuliah yang dapat diambil untuk semester yang akan datang.

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, sistem rekomendasi menggunakan metode apriori mampu memberikan saran pengambilan mata kuliah dengan cukup baik. Hal tersebut terlihat dari hasil rata-rata akurasi yang mencapai 80,16%. Walaupun demikian, tentunya nilai akurasi tersebut dapat ditingkatkan di masa mendatang. Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, penelitian ini memiliki kelebihan dan keunggulan. Berbeda dari penelitian oleh [9], [10], [12], penelitian ini mampu memberikan rekomendasi berdasarkan data history pengambilan mata kuliah, sehingga mahasiswa tidak perlu memasukkan kriteria atau parameter tertentu. Selanjutnya, jika dibandingkan dengan penelitian oleh [13], [16], penelitian ini lebih baik karena tidak hanya memberikan rekomendasi mata kuliah pilihan.

TABEL 4.
 HASIL PENGUJIAN AKURASI SISTEM REKOMENDASI

NIM	Data Ma- sukan	Rekomendasi untuk Semes- ter	Mata kuliah Sebenarnya	Mata kuliah Rekomendasi	Akurasi (%)
N001	1, 2	3	{KP003, KP047, KP066, KP130, MI031, PG066, PG173, UM019, UM046}	{PG173, KP066, PG066, KP003, UM019, UM021, MI031, UM046, KP130}	88,89
N001	1,2,3	4	{KP011, KP342, KP369, KP371, MI073, MI113, PG119, UM013, UM016, UM021}	{UM013, KP369, KP011, PG119, UM038, KP371, MI073, KP342, UM016}	88,89
N001	1,2,3,4	5	{KP043, KP045, KP181, KP225, KP229, KP343, KP370, KP372, UM038}	{KP229, KP343, KP045, KP043, KP181, PG181, PG176, KP225, KS001, PG175}	60,00
N002	1,2	3	{KP003, KP047, MI031, KP066, KP130, UM021, UM019, UM046, PG066, PG173}	{PG173, KP066, PG066, KP003, UM019, UM021, MI031, UM046, KP130}	100,00
N002	1,2,3	4	{KP342, KP371, KP369, KP011, UM013, MI057, MI073, UM016, MI113, UM038}	{UM013, KP369, KP011, PG119, UM038, KP371, MI073, KP342, UM016}	88,89
N002	1,2,3,4	5	{KP343, KP043, KP045, PG119, KP372, KP370, KP164, KP229, KP376}	{KP229, KP343, KP045, KP043, KP181, PG181, PG176, KP225, KS001, PG175}	40,00
N003	1,2	3	{KP003, PG173, KP066, KP130, MI031, KP047, UM046, PG066, MI073, UM016}	{PG173, KP066, PG066, KP003, UM019, UM021, MI031, UM046, KP130}	66,67
N003	1,2,3	4	{BA013, KP342, MI057, KP011, KP371, KP369, MI113, PG119, KP215}	{UM013, KP369, KP011, PG119, UM038, KP371, KP342}	71,42
N003	1,2,3,4	5	{KP343, KP043, KP045, KP164, KP181, PG181, PG176, PG175, UM013}	{KP229, KP343, KP045, KP043, KP181, PG181, PG176, KP225, KS001, PG175}	70,00
N004	1,2	3	{KP003, KP047, KP066, KP130, MI031, PG066, PG173, UM019, UM021, UM046}	{PG173, KP066, PG066, KP003, UM019, UM021, MI031, UM046, KP130}	100,00
N004	1,2,3	4	{KP011, KP342, KP369, KP371, MI073, MI113, PG119, UM013, UM016, UM038}	{UM013, KP369, KP011, PG119, UM038, KP371, MI073, KP342, UM016}	100,00
N004	1,2,3,4	5	{KP043, KP045, KP164, KP181, KP225, KP229, KP343, PG175, PG181}	{KP229, KP343, KP045, KP043, KP181, PG181, PG176, KP225, KS001, PG175}	80,00
N005	1,2	3	{KP003, KP066, KP130, KP047, UM021, UM019, UM046, PG066, PG173}	{PG173, KP066, PG066, KP003, UM019, UM021, MI031, UM046, KP130}	88,89
N005	1,2,3	4	{KP342, KP371, KP369, KP011, UM013, MI057, MI073, UM016, MI113, UM038}	{UM013, KP369, KP011, PG119, UM038, KP371, MI073, KP342, UM016}	88,89
N005	1,2,3,4	5	{KP343, KP045, PG119, KP229, KP043, PG176, KP164, PG181, PG175}	{KP229, KP343, KP045, KP043, KP181, PG181, PG176, KP225, KS001, PG175}	70,00
Rata - rata					80,16

IV. KESIMPULAN

Setelah membahas dan mengkaji hasil uji coba terhadap sistem rekomendasi mata kuliah yang dihasilkan pada penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa algoritma *a priori* berhasil diterapkan untuk menyelesaikan masalah rekomendasi pemilihan mata kuliah pada Program Studi Teknik Informatika Universitas Budi Luhur. Aturan asosiasi yang dihasilkan algoritma ini berupa mata kuliah wajib dan mata kuliah pilihan yang telah diambil mahasiswa.

Pada proses pembentukan rule, semakin kecil nilai confidence, maka jumlah rule yang dihasilkan akan semakin banyak. Sistem mampu menampilkan korelasi satu item dan item lainnya dengan memenuhi nilai minimum *support* dan minimum *confidence* yang diinginkan. Pengujian terhadap akurasi sistem rekomendasi menunjukkan bahwa sistem dapat menyajikan rekomendasi mata kuliah dengan nilai rata-rata akurasi sebesar 80,16%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem rekomendasi berhasil diterapkan dengan baik. Namun demikian, tingkat akurasi dapat ditingkatkan di penelitian lanjutan dengan menerapkan beberapa metode dan algoritma optimasi.

DAFTAR PUSTAKA

- A. F. Fajri, "Implementasi Algoritma *Apriori* Dalam Menentukan Program Studi Yang Diambil Mahasiswa," *J. Iptek Terap.*, vol. 10, no. 2, hal. 81–85, 2016.
- A. Solichin, "Comparison of Decision Tree, Naïve Bayes and K- Nearest Neighbors for Predicting Thesis Graduation," in *The 6th International Conference on Electrical Engineering, Computer Science and Informatics (EECSI 2019)*, 2019.
- S. Lorena, W. Zarnan, dan I. Hamidah, "Analisis Dan Penerapan Algoritma C4.5 Dalam Data Mining Untuk Memprediksi Masa Studi Mahasiswa Berdasarkan Data Nilai Akademik," *Pros. Semin. Nas. Apl. Sains dan Teknol.*, no. November, hal. 263–272, 2014.
- A. G. Novianti dan D. Prasetyo, "Penerapan algoritma k-nearest neighbor (k-*nn*) untuk prediksi waktu kelulusan mahasiswa," in *Seminar Nasional APTIKOM*, 2017, hal. 108–113.
- S. Salmu dan A. Solichin, "Prediksi Tingkat Kelulusan Mahasiswa Tepat Waktu Menggunakan Naïve Bayes : Studi Kasus UIN Syarif Hidayatullah Jakarta," in *Seminar Nasional Multidisiplin Ilmu (SENMI) 2017*, 2017, hal. 701–709.
- M. Ridwan, H. Suyono, dan M. Sarosa, "Penerapan Data Mining Untuk Evaluasi Kinerja Akademik Mahasiswa Menggunakan Algoritma Naive Bayes Classifier," *Eeccis*, vol. 7, no. 1, hal. 59–64, 2013.
- F. Yunita, "Penerapan Data Mining Menggunakan Algoritma K-Means Clustering Pada Penerimaan Mahasiswa Baru (Studi Kasus : Universitas Islam Indragiri)," *J. Sist.*, vol. 7, no. 3, hal. 238–249, 2018.
- R. N. Affuddin dan D. Nurjanah, "Sistem Rekomendasi Pemilihan Mata kuliah Peminatan Menggunakan Algoritma K- means dan Apriori (Studi Kasus: Jurusan S1 Teknik Informatika Fakultas Informatika)," *E-Proceeding Eng.*, vol. 6, no. 1, hal. 2359–2367, 2019.
- Sukamto, A. Fitriansyah, dan R. P. Pratama, "Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Matakuliah Pilihan Menggunakan Metode TOPSIS (Studi Kasus : Prodi S1 Sistem Informasi FMIPA Universitas Riau)," *J. Teknol. Inf. Komun. Digit. Zo.*, vol. 11, no. 1, hal. 43–58, 2020.
- L. Costaner, "Sistem Pengambilan Keputusan Mata Kuliah Yang Diminati Mahasiswa (Studi Kasus: Prodi Sistem Informasi Fakultas Teknik Dan Ilmu Komputer – UNISI)," *J. Sist.*, vol. 4, no. 3, hal. 35–43, 2015.
- A. P. Fadillah, "Penerapan Metode CRISP-DM untuk Prediksi Kelulusan Studi Mahasiswa Menempuh Mata Kuliah (Studi Kasus Universitas XYZ)," *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 1, no. 3, hal. 260–269, 2015.
- A. A. G. P. Ajiwerdhi, M. W. A. Kesiman, dan I. M. A. Wirawan, "Pengembangan sistem pendukung keputusan berbasis mobile untuk pengisian Kartu Rencana Studi dengan Fuzzy Multi-Attribute Decision Making (FMADM) metode Simple Additive Weighting (SAW) di Jurusan Pendidikan Teknik Informatika Universitas Pendidikan Ganesha," *J. Pendidik. Tek. Inform.*, vol. 1, no. 2, hal. 153–165, 2012.
- A. R. Khoerullah, D. Nurjanah, dan A. Romadhony, "Sistem Rekomendasi Mata Kuliah Pilihan Menggunakan Association Rule dan Ant Colony Optimization (Studi Kasus Mata Kuliah di Jurusan Teknik Informatika Universitas Telkom)," *E-Proceeding Eng.*, vol. 6, no. 2, hal. 9597–9617, 2019.
- B. I. Saputra dan I. Sumadikarta, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Matakuliah untuk Penyusunan Formulir Rencana Studi (Studi Kasus: Kampus A Universitas Satya Negara Indonesia Program Studi Teknik Informatika)," *J. Ilm. Fak. Tek. LIMIT'S*, vol. 12, no. 1, hal. 27–44, 2016.
- M. D. Irawan, "Sistem Pendukung Keputusan Menentukan Matakuliah Pilihan pada Kurikulum Berbasis KKNI Menggunakan Metode Fuzzy Sugeno," *J. Media Infotama*, vol. 13, no. 1, hal. 27–35, 2017.
- A. Z. Rakhman, H. N. Wulandari, G. Maheswara, dan S. Kusumadewi, "Fuzzy Inference System dengan Metode Tsukamoto sebagai Pemberi Saran Pemilihan Konsentrasi (Studi Kasus: Jurusan Teknik Informatika UII)," in *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI) 2012*, 2012, hal. 15–16.
- R. H. M. Amin dan D. Nurjanah, "Sistem Rekomendasi Mata Kuliah Berbasis Ontologi Mata Kuliah dan User Model," *E-Proceeding Eng.*, vol. 6, no. 2, hal. 9585–9596, 2019.
- I. Taufik, Y. A. Gerhana, A. I. Ramdani, dan M. Irfan, "Implementation K-nearest neighbour for student expertise recommendation system," in *4th Annual Applied Science and Engineering Conference*, 2019, hal. 1–5.
- BAAK, "Pengisian KRS Online Semester Genap 2015/2016," baik.budiluhur.ac.id, 2015. [Daring]. Tersedia pada: <http://baik.budiluhur.ac.id/2015/11/pengisian-krs-online-semester-genap-20152016/>.
- A. Eko dan M. R. Ratih, "Penggunaan Algoritma Fp-Growth Untuk Menemukan Aturan Asosiasi Pada Data Transaksi Penjualan Obat Di Apotek (Studi Kasus : Apotek Uad)," *J. Sarj. Tek. Inform.*, vol. 2, hal. 130–139, 2014.
- S. Kurniawan, W. Gata, dan H. Wiyana, "Analisis Algoritma Fp-Growth Untuk Rekomendasi Produk Pada Data Retail Penjualan Produk Kosmetik (Studi Kasus : Mt Shop Kelapa Gading)," hal. 61–69, 2018.
- J. Han dan M. Kamber, *Data mining: Concepts and Techniques*, 2nd editio. Elsevier, 2006.