

Terbit online pada laman web jurnal: <http://jurnal.iaii.or.id>

JURNAL RESTI

(Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)

Vol. 3 No. 2 (2019) 304 - 312

ISSN Media Elektronik: 2580-0760

Sistem Rekomendasi Buku untuk Perpustakaan Perguruan Tinggi Berbasis *Association Rule*

Laras Dewi Adistia¹, Tubagus Mohammad Akhriza², Singgih Jatmiko³^{1,3}Universitas Gunadarma, ²STMIK Pradnya Paramita Malang¹LDAdistia@gmail.com, ²akhriza@stimata.ac.id (*corresponding author*), ³singgih@staff.gunadarma.ac.id

Abstract

One of the services in the university library is an information system to find the availability of library collections and the location of each collection shelf. But not many of these systems provide a mechanism that can recommend visitors not only about the books they want, but also other related books that may be needed. This study uses association rule mining techniques that are applied to library transaction data to identify relationships between books (titles) that attract visitors' attention. Relationships are built on interesting measurements between the titles, namely support and confidence, where support determines the combination of the most frequently borrowed book titles, while confidence produces the possibility that the title of the book will be borrowed along with other books. The pattern of book titles association with high confidence indicates that the titles are very related so it is recommended for visitors to consider borrowing along with the book they are looking for. In addition, the system can also recommend the procurement of new books and rack configurations to improve the visitor's experience when searching for books on the site. In the experiment, the precision of recommendations generated from the system reached 70%. Web applications were developed to help understand the effectiveness of the recommendation system based on association rules.

Keywords: Apriori; Association Rule; Data Mining; Library Services; Recommendation System

Abstrak

Salah satu layanan di perpustakaan perguruan tinggi adalah sistem informasi untuk menemukan ketersediaan koleksi perpustakaan dan lokasi rak dari koleksi dimaksud. Tetapi tidak banyak dari sistem ini menyediakan mekanisme yang dapat merekomendasikan pengunjung tidak hanya mengenai buku yang mereka inginkan, tetapi juga buku-buku terkait lainnya yang mungkin diperlukan. Penelitian ini menggunakan teknik penambangan aturan asosiasi (*association rule*) yang diterapkan pada data transaksi perpustakaan untuk mengidentifikasi hubungan antara buku (judul) yang menarik perhatian pengunjung. Hubungan dibangun berdasarkan pengukuran kemenarikan antara judul-judul buku, yaitu *support* dan *confidence*, di mana *support* menentukan kombinasi judul buku yang paling sering dipinjam, sementara *confidence* menghasilkan peluang bahwa suatu judul akan dipinjam bersama dengan judul-judul lainnya. Pola asosiasi judul buku dengan *confidence* tinggi menunjukkan bahwa judul tersebut sangat terkait sehingga disarankan bagi pengunjung untuk mempertimbangkan meminjamnya bersama dengan buku yang mereka cari. Selain itu, sistem juga dapat merekomendasikan pengadaan buku baru dan pengaturan rak untuk meningkatkan pengalaman pengunjung saat mencari buku di tempat. Dalam eksperimen, *precision* dari hasil sistem rekomendasi mencapai 70%. Aplikasi web dikembangkan untuk membantu memahami efektivitas sistem rekomendasi berdasarkan pada aturan asosiasi ini.

Kata kunci: Apriori; Aturan Asosiasi; Data Mining; Perpustakaan; Sistem Rekomendasi

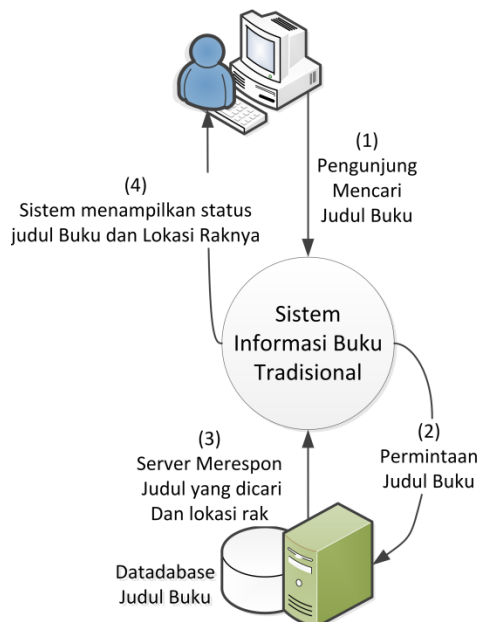
© 2019 Jurnal RESTI

1. Pendahuluan

Fungsi perpustakaan adalah bukan sebagai repositori sumber referensi semata, namun juga sarana bagi peningkatan minat baca masyarakat, yang saat ini menurun di kalangan anak muda [1]. Di lain pihak, perpustakaan saat ini telah dan terus dikembangkan agar bisa beradaptasi dengan kebutuhan masyarakat yang saat ini berada di era informasi digital. Sebagai contoh adalah pengembangan sistem rekomendasi (SR) di perpustakaan cerdas melalui pemanfaatan *Big data* [2][3], pengembangan aplikasi *mobile* [4], penggunaan media sosial [5], termasuk penelitian mengenai perilaku penggunaannya [6].

Keberadaan sistem informasi perpustakaan di perguruan tinggi dapat dirasakan telah memudahkan para pengunjung, baik mahasiswa maupun dosen, dalam mencari bahan referensi yang menjadi koleksi perpustakaan dimaksud. Sistem ini juga memudahkan staf administrasi perpustakaan dalam mengelola koleksi ini. Pengunjung perpustakaan dapat mencari status ketersediaan judul buku yang akan dipinjam melalui sistem informasi ini, yang memungkinkan mereka tidak perlu datang langsung ke rak buku tanpa mengetahui ada atau tidaknya buku itu.

Bentuk sistem informasi tradisional di suatu perpustakaan ditunjukkan pada Gambar 1, dimana pada saat pengunjung mencari judul buku melalui aplikasi sistem informasi yang ada, maka sistem merespon dengan menampilkan status ketersediaan judul buku yang dicari berikut lokasi rak buku dimaksud.



Gambar 1. Sistem Informasi Buku yang Tradisional

Namun demikian, kendala yang muncul adalah meskipun sistem cukup membantu pengunjung mencari

status judul buku tetapi pada akhirnya pengunjung sering terpaku hanya pada judul buku yang mereka inginkan. Ketika buku itu tidak tersedia, tidak ada rekomendasi untuk buku-buku lain yang mungkin menarik untuk dibaca atau bahkan dibutuhkan sebagai pelengkap dari judul buku yang diinginkan. Kondisi ini dapat menyebabkan berkurangnya minat pengunjung untuk mengeksplorasi koleksi perpustakaan lainnya, dan berarti mengecilkan tujuan dan peran perpustakaan di dalam meningkatkan minat baca akademisi di perguruan tinggi. Kendala kedua adalah pengadaan judul-judul buku yang biasanya ditentukan oleh keinginan dari beberapa dosen atau mahasiswa tertentu saja; padahal keinginan ini mungkin kurang relevan dengan kebutuhan pengadaan, ditinjau dari keterkaitan antar judul-judul buku yang sering dipinjam. Kendala lainnya yaitu posisi rak buku saat ini secara tradisional disusun berdasarkan klasifikasi Dewey di mana buku dikategorikan berdasarkan subjek dan rak buku diatur dalam urutan nomor klasifikasi. Cara ini dapat menyebabkan buku yang saling berhubungan ditempatkan secara berjauhan dan dapat menurunkan pengalaman pengunjung perpustakaan ketika menjelajahi koleksi perpustakaan di tempat (*on site*).

Penelitian yang secara khusus membahas mengenai SR untuk buku dapat ditemukan di beberapa literatur. Misalnya literatur [1,7] yang menjelaskan tentang SR yang konvensional yang sering digunakan yaitu *collaborative filtering* yang menghitung jarak antara ($pengguna \times buku$) dan ($pengguna \times penulis$) berdasarkan matriks *rating* buku [8][9]. Teknik ini menggunakan *rating* kesukaan yang diberikan pembaca untuk menghasilkan rekomendasi mengenai buku-buku bagi pembaca lain yang memiliki kesukaan yang mirip [10,11]. Metode lainnya adalah *content-based filtering* dimana rekomendasi dihasilkan dari kesamaan atribut dari buku-buku yang sering dibaca oleh seseorang seperti *genre* dan penulis; Dengan demikian teknik ini tidak membutuhkan data *rating* buku dari pengguna lain namun dari histori peminjaman milik pembaca itu sendiri [7,12][13]. Gabungan dari kedua teknik dasar tersebut adalah teknik *hybrid* yang juga telah diterapkan di SR buku [7,12,14].

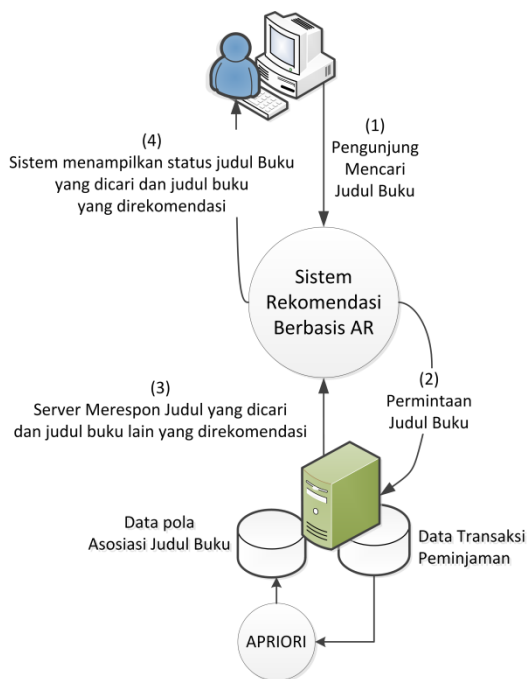
Setelah data *rating* buku dan/atau data pengguna diperoleh, SR melakukan proses pembelajaran terhadap data guna memperoleh beberapa pola yang di proses berikutnya akan direkomendasikan kepada pembaca, seperti pola *rating* [15] dan pola jenis buku yang sering dibaca [13]. Salah satu metode pembelajaran yang dapat digunakan adalah teknik *association rule* (AR) [1][7][16][17]. Referensi [7] menjelaskan bahwa ada keterkaitan yang jelas antara pola asosiasi item yang dihasilkan oleh eksploitasi AR dan SR, namun demikian pendekatan AR belum menjadi *mainstream*. Selain itu, literatur mengenai penggunaan AR pada SR buku masih terbatas pada konsep, tanpa menyediakan demonstrasi aplikasi [14][18].

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan SR buku berbasis AR yang kemudian diperluas untuk rekomendasi pengadaan judul-judul buku baru dan rekomendasi pengaturan rak buku seperti yang diungkapkan sebelumnya sebagai masalah yang dipecahkan di penelitian ini. Kontribusi lainnya adalah tersedianya demonstrasi aplikasi SR yang dapat diakses di <http://project.lamanda.biz/adis/> yang membantu menunjukkan efektifitas SR yang diusulkan dibandingkan dengan sistem pencarian judul buku tanpa SR. *Recall* dan *Precision* juga digunakan sebagai tolok ukur hasil rekomendasi SR terhadap rekomendasi beberapa pakar. Sebanyak 70,59% rekomendasi SR persis (*precision*) dengan hasil rekomendasi pakar, dengan *recall* sebesar 33,8%. Hasil *recall* menunjukkan besarnya semesta rekomendasi yang disebabkan oleh tingginya jumlah rekomendasi pakar yang cenderung bersifat subyektif; dan hal ini ditunjukkan dalam hasil eksperimen.

2. Metode Penelitian

2.1. Framework Sistem Rekomendasi yang Diusulkan

Framework dari SR yang diusulkan diberikan di Gambar 2, dimana jika dibandingkan dengan sistem yang tradisional (Gambar 1) maka perbedaan yang utama adalah adanya data pola asosiasi judul buku yang telah dibangkitkan dari data transaksi peminjaman menggunakan algoritme Apriori.



Gambar 2. Sistem Rekomendasi Buku yang Diusulkan

Data pola asosiasi ini digunakan sebagai acuan untuk melakukan rekomendasi judul-judul buku. Dari perekomendasi judul yang muncul, pustakawan dapat menganalisis judul-judul buku mana saja yang

sekiranya perlu untuk ditambahkan, baik judul baru maupun judul lama dengan penambahan stok, misalnya. Pustakawan juga dapat menganalisis posisi rak buku yang sedang berjalan selama ini, kemudian dengan dasar rekomendasi yang diberikan, posisi buku dapat diatur kembali jika diperlukan.

2.2. Pra-Pemrosesan Data

Tahap pra-pemrosesan data adalah bagian penting dari keseluruhan proses eksploitasi data. Tahap ini bertujuan untuk mentransformasi data mentah menjadi data yang siap diolah oleh berbagai algoritme eksploitasi data yang digunakan di dalam sistem yang diusulkan. Algoritme eksploitasi AR yang digunakan adalah Apriori yang dijelaskan lebih rinci di sub-bagian berikutnya. Secara singkat dijelaskan bahwa program dari algoritme Apriori yang dikembangkan di dalam SR yang diusulkan, menerima data berbentuk file teks, dimana tiap barisnya berisi satu rekaman transaksi peminjaman. Satu rekaman terdiri atas kode-kode judul buku *unique* yang dipisahkan oleh spasi. Contoh dari rekaman transaksi di dalam data yang digunakan di penelitian ini tersedia di Gambar 3.

```
05130074 01140209
1202593
02112555 1200787
04201306
08130138 09140256 08130138 08130138
```

Gambar 3. Contoh Rekaman di Dalam Data Peminjaman

2.3. Pembelajaran Aturan Asosiasi Judul Buku

Eksploitasi AR pertama kali diusulkan di [19,20] dengan tujuan untuk mencari pola kombinasi item-item yang dibeli di suatu tempat penjualan. Pola himpunan item (*itemset*) ini saling terkait, dimana keterkaitannya atau pengelompokannya ditentukan oleh dua ukuran kemenarikan (*interestingness measure*) yaitu *support* dan *confidence*. *Support* menunjukkan frekuensi kemunculan suatu itemset di dataset, sedangkan *confidence* adalah peluang bahwa jika itemset X muncul maka Y juga muncul di dataset.

Meminjam definisi formal dari AR, diberikan sebuah dataset D dari transaksi peminjaman di perpustakaan dengan jumlah rekaman transaksi N dan I adalah himpunan semua item yaitu judul-judul buku *unique* di D ; X dan Y adalah kombinasi judul buku ($\in I$) sehingga $X, Y \subset D$. Suatu aturan (*rule*) dalam konsep AR adalah berbentuk implikasi seperti Rumus 1, dimana X disebut *antecedent* dan Y adalah *consequent*

$$X \Rightarrow Y \quad (1)$$

Support dari X dijelaskan dalam Rumus 2 yaitu jumlah transaksi t di D yang mengandung X , *relatif* terhadap N . Jika tidak dibagi dengan N , maka dinamakan *support* absolut.

$$Sup(X) = \frac{|\{t \in D; X \subseteq t\}|}{N} \quad (2)$$

Sedangkan *confidence* adalah peluang bahwa jika judul buku X dipinjam maka judul Y juga dipinjam, ditulis $Conf(X \Rightarrow Y)$ atau $Conf(XY)$, atau secara formal seperti pada Rumus 3:

$$Conf(XY) = \frac{sup(XY)}{sup(X)} \quad (3)$$

Kegiatan mengeksplorasi (*mining*) AR dari D dibagi menjadi dua sub-kegiatan [3][19] yaitu:

1. Menemukan semua himpunan judul (diwakili kode judul buku) yang paling sering muncul (*frequent itemset*), yaitu semua itemset X di D dimana $Sup(X) \geq minsup$ dan
2. Menemukan semua aturan $X \Rightarrow Y$ di D, sehingga $Sup(XY) \geq minsup$ dan $Conf(XY) \geq minconf$, where $X \cap Y = \emptyset$.

Kedua *minsup* dan *minconf* masing-masing adalah batas ambang *support* dan *confidence* minimal yang ditentukan oleh analisis data pada saat menggunakan algoritme penambangan AR, yaitu Apriori [3][19]. Pendekatan lain dari eksploitasi AR diusulkan oleh Christian Borgelt [21], yang berpendapat bahwa AR harus dicari berdasarkan kemanfaatannya, dan menurutnya, itu tercermin dari *Support antecedent*-nya [22]. Sehingga pada sub-kegiatan no. 2, persyaratan pembentukan aturan menjadi 1) $Sup(X) \geq minsup$ dan 2) $Conf(XY) \geq minconf$. Dengan pendekatan ini, jumlah aturan yang dihasilkan lebih banyak daripada syarat pembentukan AR yang orisinal.

Pembelajaran berbasis AR terhadap data transaksi peminjaman dilakukan dengan menganalisis aturan-aturan yaitu kombinasi judul-judul buku yang dihasilkan dari frekuensi dan peluang kemunculannya di masa mendatang. Pendekatan ini dilakukan bukan terhadap data *rating* judul yang dikumpulkan dari para pembaca, sehingga tidak termasuk dalam metode *collaborative filtering*. Sebaliknya, AR dieksploitasi dari data historis para pembaca dan/atau pengguna layanan pencarian buku di perpustakaan, sehingga dapat dikategorikan sebagai pendekatan *content-based filtering* berbasis model, yaitu aturan itu sendiri

```
APRIORI<sp>pola<sp>MS<sp>MC<sp>namaFileInp
ut<sp>namaFileOutput
```

Gambar 4. Sintaks Perintah Apriori

Cara kerja Apriori tidak dijelaskan di dalam artikel ini, namun dapat ditemukan secara detil di [19][23], dan programnya dapat diunduh secara gratis di [21]. Menggunakan Apriori yang diunduh, sintaks umum dari perintah di dalam program ini dapat dilihat di Gambar 4 dimana *pola* adalah jenis pola yang diinginkan yaitu *frequent itemset* atau AR, *<sp>* adalah

spasi, *MS* adalah *minsup* dan *MC* adalah *minconf*. *NamaFileInput* adalah file teks dari data transaksi peminjaman, sedangkan *namaFileOutput* adalah file teks yang berisi pola yang dihasilkan oleh program ini.

Dalam eksperimen digunakan *MS* = 2 dengan *MC* = 10%. *MS* = 2 adalah *support* absolut terendah yang dapat diberikan kepada Apriori, karena jika lebih rendah lagi (*MS* = 1) akan mengikutsertakan tiap transaksi itu sendiri ke dalam hasilnya sehingga mengurangi makna dari aturan yang terbentuk. Sedangkan *MC* = 10% adalah nilai yang cukup rendah; namun jika direndahkan lagi maka tentunya aturan yang dihasilkan juga memiliki tingkat keyakinan bahwa judul Y akan muncul bersama dengan X menjadi lebih kecil juga. Artinya, kurang patut untuk direkomendasikan.

Contoh hasil dari program Apriori dengan *MS* dan *MC* yang disebutkan diatas diberikan di Gambar 5. Aturan-aturan yang dihasilkan ini mengatakan bahwa *itemset* XY sering muncul bersama-sama misalnya “01140209 05130074 (2)” dengan *support* absolut dua; dan terlihat bahwa *consequent* diletakkan di sebelah kiri dari tanda <- dan *antecedent* di sebelah kanan. Aturan yang dihasilkan ini mengikuti versi Borgelt sehingga di dalam kurung terdapat dua angka, pertama adalah *support* absolut dari *antecedent* (X) dan kedua adalah *confidence* dari aturan (XY) [22]. Jika parameter *MS* dan *MC* dalam format absolut atau relatif (dalam persen), maka nilai *support* dan *confidence* yang dihasilkan mengikuti format dimaksud.

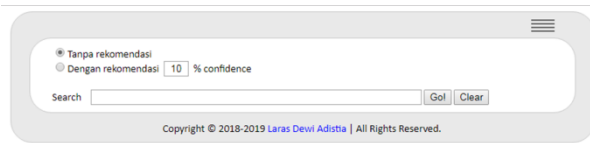
```
Frequent itemset:
01140209 (2)
05130074 (2)
06130106 (5)
01140209 05130074 (2)
09140257 05130072 (2)
Association rule:
05130074 <- 01140209 (2, 100)
01140209 <- 05130074 (2, 100)
12150311 <- 06130106 (5, 40)
01150284 <- 05130091 (4, 25)
```

Gambar 5. Contoh Hasil Apriori MS=2 MC=10%

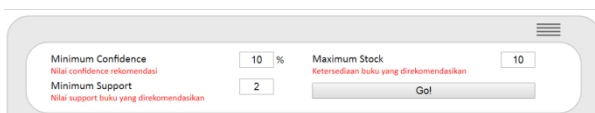
Dari hasil pembelajaran atas aturan asosiasi judul yang terbentuk, maka rekomendasi buku dapat dilakukan dengan pertimbangan (1) *antecedent* adalah judul buku yang merekomendasi, sedangkan *consequent* adalah yang direkomendasi. (2) Makin tinggi *confidence* dan *support* suatu aturan, maka semakin tinggi peringkat buku tersebut untuk direkomendasi, begitu juga sebaliknya.

2.4. Pengembangan Aplikasi Web Sistem Rekomendasi
 Untuk mendukung pembahasan mengenai performa dari SR yang diusulkan dikaitkan dengan topik permasalahan, sebuah aplikasi web untuk SR dikembangkan di kegiatan eksperimen. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah PHP dengan

basisdata MySQL. Link dari aplikasi dimaksud telah diberikan di bagian Pendahuluan. Dua menu utama SR disediakan yaitu tanpa dan dengan rekomendasi, seperti diilustrasikan Gambar 6. Hanya nilai *confidence* minimum yang perlu dimasukkan ke dalam platform web ini, sedangkan *support* tidak diperlukan karena sudah diset dengan nilai terendah yaitu dua.



Gambar 6. Opsi Search Book di Platform SR



Gambar 7. Opsi Report di Platform SR

Ikon tiga garis di atas platform, adalah menu untuk memilih opsi *search book* (Gambar 6) atau *report* (Gambar 7) yang digunakan untuk melaporkan kondisi stok dari judul-judul buku di dalam sistem informasi peminjaman. Laporan dimaksud digunakan untuk analisis pengadaan judul-judul buku. Guna mendukung analisis dalam pengadaan buku, visualisasi kondisi judul buku berdasarkan peminat (dilihat dari *support*) dan jumlah ketersediaannya diberikan di dalam laporan.

2.5. Evaluasi Performa Sistem Rekomendasi

Sistem rekomendasi yang diusulkan diujicoba menggunakan data transaksi peminjaman yang diambil secara primer dari perpustakaan sebuah sekolah tinggi bidang teknologi informasi di Indonesia. Data dimaksud setelah dilakukan pra-pemrosesan terdiri atas $N = 311$ rekaman transaksi, dan $M = 195$ judul buku unik. Evaluasi performa SR dilakukan menggunakan dua pendekatan utama. Pertama, perbandingan jumlah judul buku yang direkomendasi oleh SR dan pakar, menggunakan platform SR yang dikembangkan sebagai alat bantu pencarian judul buku yang tersimpan di data transaksi peminjaman. Kedua, evaluasi atas nilai *recall* dan *precision* dari hasil rekomendasi SR terhadap hasil rekomendasi beberapa pakar di bidang teknologi informasi di sekolah tinggi dimaksud. *Recall* dan *Precision* dihitung dengan rumus 4 dan 5 [11][24]:

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (4)$$

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \quad (5)$$

True positive (TP) adalah kejadian yang benar bahwa sekumpulan judul buku direkomendasi oleh SR juga direkomendasi dari pakar, *false positive* (FP) adalah kesalahan dalam rekomendasi ketika sekumpulan judul buku yang direkomendasikan oleh SR ternyata tidak direkomendasi oleh pakar, sedangkan *false negative* (FN)

adalah jenis kesalahan ketika sekumpulan judul tidak direkomendasi oleh SR namun mereka direkomendasikan oleh pakar. Namun perlu dicatat adalah bahwa rekomendasi para pakar juga tidak bersifat absolut, dan di dalam pembahasan hal ini dianalisis.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Rekomendasi Judul Buku

Menggunakan opsi *search book* tanpa rekomendasi, dengan kata kunci Algoritma, platform SR menghasilkan empat buku yang terkait dengan Algoritma, seperti pada Gambar 8. Jika sebuah judul buku kemudian diklik, misalnya *Algoritma Data Mining*, maka sistem tidak menghasilkan rekomendasi apapun (Gambar 9 Kiri). Namun jika digunakan opsi dengan rekomendasi dengan suatu *minconf* 10%, maka untuk judul *Algoritme Data Mining* (disingkat ADM), SR akan memberikan rekomendasi dua buku (Gambar 9 Kanan), yaitu *Konsep Data Mining Sistem Pendukung Keputusan* (KDMSPK), dan *Pemrograman PHP Codeigniter Black Box* (PHPCI). Hasil ini terjadi karena terdapat dua aturan yang terbentuk dari hasil Apriori yaitu sebagai berikut:

ADM \rightarrow KDMSPK (5, 40)
 ADM \rightarrow PHPCI (5, 20)

Jika kemudian buku PHPCI diklik, maka muncul empat buku yang direkomendasikan (Gambar 10), yaitu ADM, *Dasar Pemrograman Web Dinamis menggunakan PHP* (DPWDPHP) dan *Kali Linux 200% Attack* (KLA). Hasil ini muncul karena terdapat tiga aturan dimana PHPCI menjadi *antecedent*-nya yaitu:

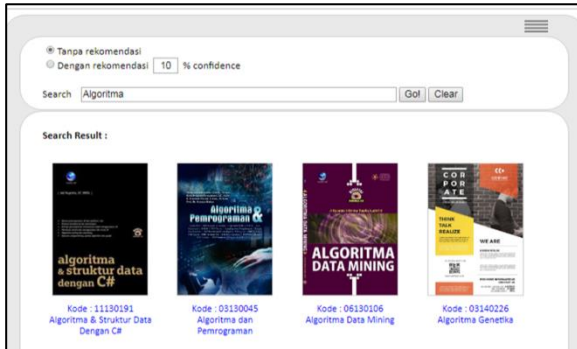
PHPCI \rightarrow DPWDPHP (4, 25)
 PHPCI \rightarrow KLA (4, 25)
 PHPCI \rightarrow ADM (4, 25)

Analisis atas nilai *support* dari *antecedent* dan *confidence* dari *consequent* di tiap hasil rekomendasi menyimpulkan beberapa hal. ADM dan PHPCI masing-masing memiliki *support* lima dan empat absolut, atau 1.6% dan 1,2% yaitu sangat kecil dari total 311 transaksi. Fakta ini merupakan panduan atas penggunaan *minsup* dan *minconf* ketika melakukan eksploitasi AR. Jika *minsup* diset terlalu besar, maka aturan-aturan yang memiliki nilai *support* kecil, dan juga *confidence* kecil tidak muncul padahal belum tentu mereka tidak berarti bagi pustakawan / analis data.

Confidence tidak bersifat komutatif, contohnya $Conf(PHPCI \rightarrow ADM)$ yang tidak sama nilainya dengan $Conf(ADM \rightarrow PHPCI)$ artinya ketika *antecedent* bernilai *support* tinggi atau populer tapi dengan *consequent* tidak sepopuler *antecedent*, maka nilai *confidence* berkurang karena pembagi dari rumus *confidence* adalah *support* dari *antecedent*; selain itu, jika $Sup(Y) < Sup(X)$, maka $Sup(XY)$ paling tinggi

adalah sama dengan $Sup(Y)$, dan ini juga menyebabkan $Conf(XY)$ mengecil nilainya. Kondisi tersebut disebabkan oleh sifat monotonik dari *frequent patterns* yaitu jika X tidak *frequent* maka semua supersetnya (semua *itemset* yang mengandung X) juga tidak *frequent* [25]. Contoh dari kondisi ini adalah dua aturan berikut dimana $Conf(KDMSPK \rightarrow ADM)$ mencapai 100% karena $Sup(KDMSPK)$ hanya dua, sedangkan $Conf(ADM \rightarrow KDMSPK) = 40\%$ saja padahal $Sup(ADM)$ mencapai lima.

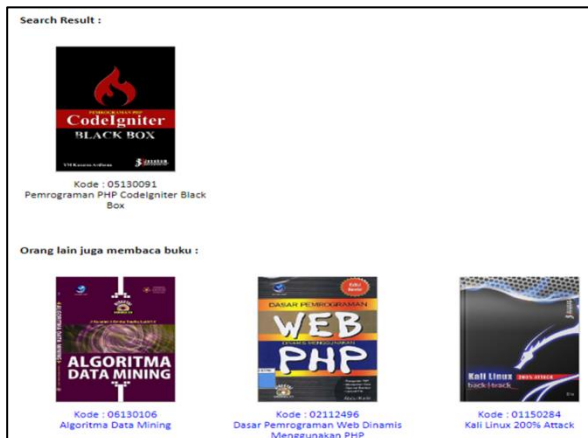
$KDMSPK \rightarrow ADM (2, 100)$
 $ADM \rightarrow KDMSPK (5, 40)$



Gambar 8. Opsi Search Book tanpa Rekomendasi



Gambar 9. Kiri: tanpa rekomendasi Kanan: dengan rekomendasi



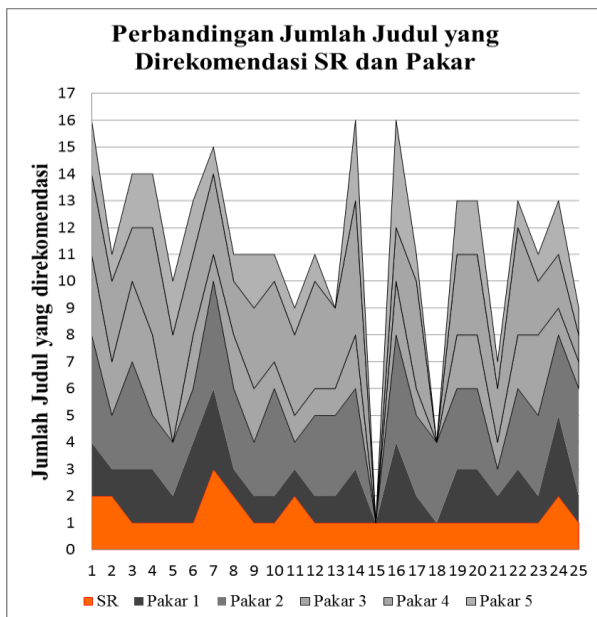
Gambar 10. Hasil Rekomendasi untuk Buku PHPCI

Evaluasi atas efektifitas performa SR yang diusulkan dikaitkan dengan hasil rekomendasi dari pakar dilakukan dengan langkah berikut: (1) pilih n judul buku dengan *support* minimal dua; (2) minta beberapa pakar untuk menyelidiki tiap buku X (dari n), apakah ada buku lainnya yang direkomendasikan untuk dipinjam bersama dengan X , jika ada maka rekomendasikan buku tersebut (max. 5 judul); (3) bandingkan hasil dari pakar dengan hasil dari SR dengan menghitung *recall* dan *precision*. Pada eksperimen, $n = 25$ dan jumlah pakar yang dilibatkan adalah lima orang dosen yang seluruhnya adalah Sarjana Komputer dan Magister di bidang sistem / teknologi informasi, serta dua orang diantaranya adalah Doktor bidang teknologi informasi.

Hasil dari perbandingan jumlah judul buku yang direkomendasi oleh para pakar dengan yang direkomendasi SR diberikan di *chart* berbentuk area bertumpuk pada Gambar 11. Area paling bawah (*orange*) mewakili hasil SR, dan semua area *chart* (skala abu-abu) di atasnya adalah hasil Pakar 1 s.d. 5. Jika rekomendasi pakar sama dengan SR maka bentuk area *chart* mereka identik dengan *chart* SR. “Palung” yang terlihat pada judul no. 16 menunjukkan tidak adanya rekomendasi dari pakar pada judul itu yaitu *Kali Linux 200% Attack*.

Terlihat dengan cukup jelas bahwa rekomendasi antar pakar sendiri berbeda-beda dan menunjukkan adanya subyektifitas yang berasal dari pendapat pribadi dan pengalaman masing-masing pakar. Mereka juga mungkin menilai hubungan antar judul buku dari kesamaan kata yang ada pada judul, misalnya *Android*, padahal di dalam data peminjaman, buku-buku bertema *Android* belum tentu selalu dipinjam bersama-sama. Misalnya judul No. 1, yaitu *Android Pemrograman Aplikasi Mobile SmartPhone & Tablet PC Berbasis Android* (disingkat AMS), hasil SR mengatakan ada dua buku yang merekomendasi judul ini yaitu *Mudah Membuat Aplikasi Android* dan *From Zero to a Pro Pemrograman Aplikasi Android*; sementara Pakar 1 s.d. 5 mengatakan ada dua, empat, tiga, tiga dan dua judul buku. Gambar 11.

Rekomendasi mengenai judul-judul buku yang berkaitan dengan dengan judul ini juga berbeda antara pakar satu dengan lainnya. Semua pakar setuju dengan hasil SR mengenai dua buku tersebut yang merekomendasi judul AMS; namun di antara mereka juga menyebutkan judul lainnya untuk direkomendasikan, misalnya *Pemrograman GUI Swing Java dengan NetBeans 5*. Perbedaan ini menunjukkan bahwa rekomendasi pakar tidak seragam sehingga tidak selalu bisa dijadikan acuan.



Gambar 11. Perbandingan Jumlah Judul Rekomendasi SR dan Pakar

Contoh lain adalah tidak seorang pakar pun berpendapat bahwa PHPCI memiliki kaitan dengan KLA, namun demikian SR merekomendasikan KLA untuk dipinjam bersama dengan PHPCI, karena peluang keduanya dipinjam bersama adalah 25%; terlepas dari (masih) kecilnya nilai ini sehingga munculnya kedua judul ini bersama-sama saat ini dapat dianggap suatu kebetulan. Namun dari sisi analisis berbasis AR, fenomena ini dapat menjadi indikasi bahwa di masa mendatang boleh jadi keduanya makin saling berkaitan erat karena CI saat ini semakin populer diajarkan di perguruan tinggi IT di Indonesia, begitu juga dengan minat mahasiswa pada kegiatan *hacking*. Ini adalah contoh *insight* yang tersembunyi dari pola asosiasi yang selama ini mungkin belum terungkap dari data transaksi peminjaman.

Di lain kasus, menurut SR, buku *Pengantar Teknologi Informasi* direkomendasikan untuk dipinjam bersama dengan *Cloud Computing* namun ternyata hanya satu pakar berpendapat sama; pakar lainnya mengusulkan untuk juga meminjam buku *Pengenalan Sistem Informasi, Kolaborasi SQL dan ERD, atau Konsep Data Mining vs Sistem Pendukung Keputusan*. Hasil rekomendasi yang berbeda ini diduga dilatar-belakangi oleh keahlian dan pengalaman mengajar / meneliti dari masing-masing pakar yang berbeda-beda juga, sehingga ketika memberikan perkuliahan yang terkait dengan *Pengantar Teknologi Informasi* misalnya, mereka cenderung memperkaya materi perkuliahan dimaksud dengan bidang keahlian mereka masing-masing yang beragam juga.

Evaluasi atas performa SR juga diukur menggunakan nilai TP, FP dan FN dengan suatu ketetapan bahwa TP adalah judul-judul yang direkomendasi oleh SR dan setidaknya juga oleh satu orang pakar, FP adalah judul

yang direkomendasi SR namun tidak termasuk yang direkomendasi pakar, sedangkan FN adalah judul yang direkomendasi oleh pakar namun tidak oleh SR.

Untuk perhitungan *recall* dan *precision* dari hasil eksperimen demi alasan kesetaraan (*fairness*), jumlah judul yang direkomendasi pakar ditetapkan maksimum sama dengan dua karena maksimum judul yang direkomendasi oleh SR juga adalah dua. Hasil observasi memperoleh TP = 24, FP = 10, dan FN = 47 sehingga:

$$Recall = \frac{24}{24 + 47} = 33,80\%$$

$$Precision = \frac{24}{24 + 10} = 70,59\%$$

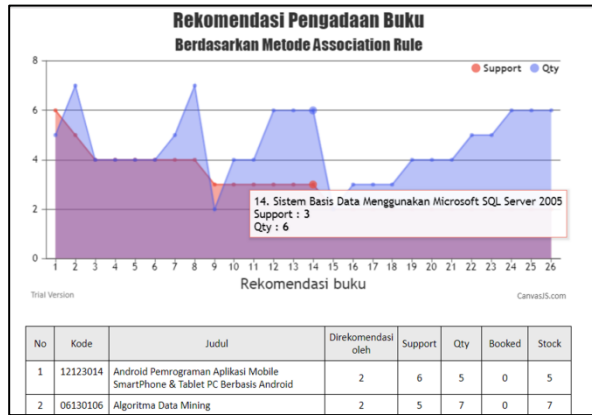
Nilai *precision* yang tinggi disebabkan oleh tidak banyaknya jumlah judul buku yang direkomendasi oleh SR yang mana hal ini merupakan hasil eksploitasi AR terhadap data peminjaman. Total judul buku hasil rekomendasi SR adalah 34 judul dan sebanyak 24 judul sesuai dengan rekomendasi pakar, sehingga menghasilkan *precision* sebesar 70,59%. Sebaliknya, hampir semua rekomendasi dari pakar berjumlah dua judul untuk tiap-tiap judul buku, sehingga menyebabkan semesta judul yang direkomendasi oleh SR dan pakar membesar, yaitu sebanyak 71 judul, sementara hanya 24 judul hasil rekomendasi SR yang cocok dan menyebabkan kecilnya nilai *recall* yaitu 33,80%. Jika digunakan nilai tengah harmonic atau *F-Measure* yaitu $F = \frac{2 * Recall * Precision}{Recall + Precision}$ maka diperoleh $F = 45,71\%$ yang menunjukkan kualitas keseluruhan dari rekomendasi yang dihasilkan, terhadap semesta rekomendasi [24]. Nilai *F* ini mungkin tidak terlalu tinggi, namun analisis dapat mempertimbangkan latar belakang dari hasil *recall* dan *precision* seperti yang dijelaskan sebelumnya dalam menggambarkan kualitas rekomendasi yang dihasilkan oleh SR berbasis AR [12].

Secara umum, kedua hasil uji performa baik dari aspek jumlah judul yang direkomendasi SR dan pakar, serta dari aspek *recall* dan *precision* menyimpulkan bahwa keutamaan dari SR berbasis AR yang diusulkan adalah terletak pada *support* dan *confidence* yang merupakan *interestingness measure* yang berbasis statistika [26], sehingga pengelompokan judul dan sekaligus rekomendasi judul yang dihasilkan memiliki landasan matematis yang lebih kokoh daripada metode rekomendasi konvensional yang mengandalkan pendapat para pakar secara manual yang cenderung subyektif.

3.2. Rekomendasi Pengadaan Buku

Aturan asosiasi buku yang dihasilkan SR digunakan untuk memberikan rekomendasi untuk pengadaan buku; dan untuk mempermudah analisis, platform SR dengan opsi *report* digunakan (Gambar 12). Angka 1

pada legenda dari *chart* berkorespondensi dengan nomor 1 pada tabel di bawahnya. Untuk lebih jelas, konten dari tabel dimaksud diberikan di Tabel 1 yang berisi 10 contoh judul buku. Di sebelah kanan kolom judul adalah kolom *Direkomendasikan oleh* yang berisi jumlah buku lain yang merekomendasikan judul dimaksud. Kolom *Qty* berisi jumlah eksemplar dari judul tersebut, *Booked* menunjukkan jumlah eksemplar yang dipinjam dan $Stock = Qty - Booked$.



Gambar 12. Grafik hubungan *support* dan *quantity* judul buku

Proses rekomendasi dapat dilakukan dengan mengacu pada visualisasi yang menggambarkan hubungan antara *support* dan jumlah (*Qty*) eksemplar dari tiap judul buku, dimana *support* diurutkan dari nilai tertinggi ke terendah. Jika *support*, yaitu frekuensi peminjaman buku, tinggi dan *Qty*-nya lebih rendah dari *support* maka *Qty* dari judul buku tersebut perlu ditambah, misalnya judul *Android Pemrograman Aplikasi Mobile SmartPhone & Tablet PC Berbasis Android* dengan *support* enam dan *Qty* lima. Jumlah buku yang merekomendasikan suatu judul dapat dijadikan pertimbangan untuk pengadaan judul dimaksud karena judul ini secara intuisi akan lebih cepat terpinjam dibandingkan dengan buku yang tidak direkomendasikan. Pengetahuan mengenai buku-buku yang berasosiasi ini dapat diketahui secara efektif dan instan dari sistem pencarian buku yang dilengkapi SR. Sebaliknya, sistem informasi buku yang tradisional tidak dapat menemukan hubungan asosiasi ini secara efektif dan efisien dari sisi waktu.

Tabel 1. Contoh Judul Buku di Platform SR

No	Judul	Direkomen. Oleh	Support
1	Android Pemrograman Aplikasi Mobile SmartPhone & Tablet PC Berbasis Android	2	6
2	Algoritma Data Mining	2	5
3	Mudah Membuat Aplikasi Android	1	4
4	Analisis dan Desain Sistem Informasi	1	4
5	Pengantar Teknologi Informasi	1	4
6	Rekayasa Perangkat Lunak	2	4

7	Pemrograman PHP CodeIgniter Black Box Perancangan dan Implementasi Sistem Basis Data	3	4
8	Kolaborasi SQL & ERD dalam Implementasi Database	2	4
9	Pengenalan Sistem Informasi Edisi Revisi	1	3
10		1	3

3.3. Rekomendasi Pengaturan Lokasi Buku

Pemanfaatan atas informasi mengenai judul-judul buku yang berasosiasi di dalam AR dapat diperluas untuk merekomendasikan pengaturan rak buku di perpustakaan. Hal ini sejalan dengan tujuan awal dari AR yaitu memahami pola peminjaman buku, kemudian melakukan pengaturan pada lokasi judul-judul buku yang terkait termasuk posisi raknya [19], tentu tanpa harus mengurangi peranan teknik pengkatalogan yang sudah mentradisi di perpustakaan. Jika diketahui bahwa buku tentang Pemrograman PHP ada kaitannya dengan *Kali Linux 200% Hacking*, maka dapat disarankan untuk meletakkan jenis buku ini yaitu pemrograman dan keamanan komputer saling berdekatan. Perubahan lokasi ini dapat segera diikuti oleh pemutakhiran data lokasi rak buku di dalam sistem informasi, tujuannya agar pengunjung yang mencari lokasi buku langsung memperoleh informasi terbaru mengenai hal ini.

4. Kesimpulan

Sistem rekomendasi buku berbasis AR mampu memberikan rekomendasi buku dengan tingkat kepercayaan yang bisa dipertimbangkan karena aturan asosiasi judul-judul buku dibangun atas dasar hubungan statistika dan landasan matematis yang kuat. Aturan dimaksud dapat digunakan untuk rekomendasi pengadaan judul buku, dengan didukung oleh ketersediaan data mengenai jumlah eksemplar buku dan jumlah buku yang merekomendasikan judul dimaksud. Hasil rekomendasi dapat diperluas untuk pengaturan ulang lokasi buku di dalam perpustakaan yang bertujuan untuk meningkatkan pengalaman pengunjung ketika berada di situs perpustakaan. Sebagai saran, karena ketepatan hasil rekomendasi tergantung dari kualitas AR yang dihasilkan, maka untuk itu, jumlah rekaman di data transaksi peminjaman juga perlu untuk diperbanyak.

Daftar Rujukan

- [1] Alharthi, H., Inkpen, D., and Szpakowicz, S., 2017, A Survey of Book Recommender Systems, *J. Intell. Inf. Syst.*, **51**(1), pp. 139–160.
- [2] Simović, A., 2018, A Big Data Smart Library Recommender System for an Educational Institution, *Libr. Hi Tech*, **36**(3), pp. 498–523.
- [3] Yi, K., Chen, T., and Cong, G., 2018, Library Personalized Recommendation Service Method Based on Improved Association Rules, *Libr. Hi Tech*, **36**(3), pp. 443–457.
- [4] Mansouri, A., and Soleymani Asl, N., 2019, Assessing Mobile Application Components in Providing Library Services,

- Electron. Libr.*, **37**(1), pp. 49–66.
- [5] Wei, Q., and Yang, Y., 2017, WeChat Library: A New Mode of Mobile Library Service, *Electron. Libr.*, **35**(1), pp. 198–208.
- [6] Wang, X., Yang, M., Li, J., and Wang, N., 2018, Factors of Mobile Library User Behavioral Intention from the Perspective of Information Ecology, *Electron. Libr.*, **36**(4), pp. 705–720.
- [7] Isinkaye, F. O., 2015, Recommendation Systems : Principles , Methods and Evaluation, *Egypt. Informatics J.*, **16**, pp. 261–273.
- [8] Vaz, P.C., Martins de Matos, D., & Martins, B., 2012, Improving a Hybrid Literary Book Recommendation System through Author Ranking, *12th ACM/IEEE-CS Joint Conference on Digital Libraries*, pp. 387–388.
- [9] Vaz, P.C., Ribeiro, R., & Martins de Matos, D., 2013, Understanding Temporal Dynamics of Ratings in the Book Recommendation Scenario, *2013 International Conference on Information Systems and Design of Communication*, pp. 11–15.
- [10] Sarwar, B., Karypis, G., Konstan, J., and Riedl, J., 2001, Item-Based Collaborative Filtering Recommendation Algorithms, *Proceedings of the 10th ...*, pp. 285–295.
- [11] Amatriain, X., Jaimes, A., Oliver, N., and Pujol, J. M., 2011, *Data Mining Methods for Recommender Systems*.
- [12] Mooney, R. J., and Roy, L., 2000, Content-Based Book Recommending Using Learning for Text Categorization, pp. 195–204.
- [13] Wang, D., Liang, Y., Xu, D., Feng, X., and Guan, R., 2018, Knowledge-Based Systems A Content-Based Recommender System for Computer Science Publications, *Knowledge-Based Syst.*, **157**(May), pp. 1–9.
- [14] Mathew, P., Kuriakose, B., and Hegde, V., 2016, Book Recommendation System through Content Based and Collaborative Filtering Method, *Proceedings of 2016 International Conference on Data Mining and Advanced Computing, SAPIENCE 2016*.
- [15] Vaz, P.C., Ribeiro, R., & Martins de Matos, D., 2013, No Title, *2013 International Conference on Information Systems and Design of Communication*, pp. 11–15.
- [16] Raut, B. S., Thakare, V. M., and Sherekar, S. S., 2017, Book Recommendation System, *Int. Innov. Res. Sci. Technol.*
- [17] Jomsri, P., 2014, Book Recommendation System for Digital Library Based on User Profiles by Using Association Rule, *4th International Conference on Innovative Computing Technology, INTECH 2014 and 3rd International Conference on Future Generation Communication Technologies, FGCT 2014*.
- [18] Rajpurkar, S., Bhatt, D., & Malhotra, P., 2015, Book Recommendation System, *IJIRST–International J. Innov. Res. Sci. Technol.*, **1**(11), pp. 314–316.
- [19] Agrawal, R., and Srikant, R., 1994, Fast Algorithms for Mining Association Rules, *he 20th Int. Conf. Very Large Data Bases*.
- [20] Agrawal, R., Imieliński, T., and Swami, A., 1993, Mining Association Rules between Sets of Items in Large Databases, *ACM SIGMOD Rec.*
- [21] Borgelt, C., 2019, Christian Borgelt’s Web Pages, *Apriori - Assoc. Rule Induction / Freq. Item Set Min.*, p. <http://www.borgelt.net/apriori.html>.
- [22] Borgelt, C., 2017, Find Frequent Item Sets and Association Rules with the Apriori Algorithm, p. <http://www.borgelt.net/doc/apriori/apriori.html#su>.
- [23] Borgelt, C., 2012, Frequent Item Set Mining, *Wiley Interdiscip. Rev. Data Min. Knowl. Discov.*
- [24] Powers, D. M. W., 2011, Evaluation: From Precision, Recall and F-Factor to ROC, Informedness, Markedness & Correlation, *J. Mach. Learn. Technol.*
- [25] Akhriza, T. M., Ma, Y., and Li, J., 2017, Revealing the Gap Between Skills of Students and the Evolving Skills Required by the Industry of Information and Communication Technology, *Int. J. Softw. Eng. Knowl. Eng.*, **27**(05), pp. 675–698.
- [26] Ju, C., Bao, F., Xu, C., and Fu, X., 2015, A Novel Method of Interestingness Measures for Association Rules Mining Based on Profit, *Discret. Dyn. Nat. Soc.*