

Algoritma Apriori untuk Menampilkan Korelasi Nilai Akademik dengan Kelulusan Mahasiswa: Data Mining

Apriori Algorithm in Describing the Correlation Between Academic Data and Student Graduation: Data Mining

S L Br Ginting^{1*}, S A Purba², I D Sumitra³

^{1,2}Program Studi Sistem Komputer, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Komputer Indonesia
Jl. Dipati Ukur No. 112 - 116, Bandung, Indonesia 40132

³Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Komputer Indonesia
Jl. Dipati Ukur No. 112 - 116, Bandung, Indonesia 40132

*email: selvia.lorena@email.unikom.ac.id

ABSTRACT – The number of student data that increases every year certainly results in data accumulation in universities. A data processing technique is needed hence the data that accumulates is not difficult to analyze. This research was conducted to analyze the relationship between student academic data and graduation categories. Varied processing techniques need to be adjusted to the needs of data analysis, the method used in this research is the Apriori algorithm, which is the Association algorithm that uses knowledge of the frequency of previously known attributes to process further information. This research is carried out by utilizing academic data and student graduation data, namely by finding the percentage of the relationship between the value of student courses to graduation categories using data mining. Graduation categories are measured from the length of study students and GPA, while the academic data used is the value of student courses. The information displayed is a value of support (Support Value) and confidence (Certainty Value).

Keywords – Data Mining; Association; Apriori Algorithm; Support and Confidence

ABSTRAK – Jumlah data mahasiswa yang bertambah setiap tahun tentu mengakibatkan penumpukan data di perguruan tinggi. Dibutuhkan suatu teknik pengolahan data agar data yang menumpuk tidak sulit untuk dianalisa. Riset ini dilakukan untuk menganalisis hubungan antara data akademik mahasiswa dengan kategori kelulusan. Teknik pengolahan yang bervariasi perlu disesuaikan dengan kebutuhan analisis data, metode yang digunakan dalam riset ini adalah algoritma Apriori, yaitu algoritma Asosiasi yang menggunakan pengetahuan frekuensi atribut yang telah diketahui sebelumnya untuk memproses informasi selanjutnya. Riset ini dilakukan dengan memanfaatkan data akademik dan data kelulusan mahasiswa, yaitu dengan mencari persentase hubungan antara nilai mata kuliah mahasiswa terhadap kategori kelulusan menggunakan data mining. Kategori kelulusan diukur dari lama studi mahasiswa dan IPK, sedangkan data akademik yang digunakan adalah nilai mata kuliah mahasiswa. Informasi yang ditampilkan berupa nilai support (Nilai Penunjang) dan confidence (Nilai Kepastian).

Kata Kunci – Data Mining, Asosiasi, Algoritma Apriori, Support dan Confidence

1. PENDAHULUAN

Jumlah data mahasiswa di perguruan tinggi pasti bertambah setiap tahunnya. Salah satu akibat dari pertumbuhan data ini adalah tumpukan data, yang apabila tidak dikelola dengan benar akan menjadikan informasi yang tersedia menjadi sulit

dipahami, padahal data-data tersebut tentu saja sangat bermanfaat apabila disajikan dengan lebih sederhana dan memadai dengan cara penyajian yang akurat dari waktu ke waktu.

Pemanfaatan data dalam mengambil suatu keputusan, tentu saja tidak lengkap dengan hanya memanfaatkan data-data operasional saja, hal ini

karena data-data operasional tidak cukup memadai untuk menampilkan informasi yang dibutuhkan. Oleh karena itu dibutuhkan suatu algoritma untuk menganalisis data agar potensi-potensi informasi yang ada dapat digali dan tumpukan data tersebut dikelola menjadi informasi yang bermanfaat yaitu data mining.

Data mining adalah metode penting untuk meningkatkan efisiensi dalam menemukan informasi baru atau tersembunyi yang berguna, valid dan mudah dipahami dari basis data yang sangat besar. Data Mining adalah proses analisis data dari berbagai sudut pandang dan meringkas data tersebut ke dalam format informasi identik yang bermanfaat dan dapat digunakan untuk memprediksi tren di masa depan [1], [2].

Setiap perguruan tinggi dituntut untuk meningkatkan kualitasnya, hal ini tentu saja harus disertai dengan sumber daya manusia yang berkualitas, juga didukung baik oleh sarana dan prasarana yang menunjang sehingga mahasiswa diharapkan bisa lulus tepat waktu. Di UNIKOM khususnya di Jurusan Sistem Komputer, tingkat kelulusan mahasiswa masih terbilang rendah dengan Indeks Prestasi yang juga terbilang kecil, dengan masa studi lebih dari 5 tahun dari yang dijadwalkan yaitu 4 tahun. Oleh karena itu dengan memanfaatkan data akademik dan data kelulusan mahasiswa, penulis mengimplementasikan data mining untuk membuat suatu aplikasi, yaitu teknik asosiasi dengan algoritma apriori. Diharapkan dengan adanya aplikasi ini Jurusan Sistem Komputer baik sekretariat, dosen maupun mahasiswa dapat mengambil solusi atau kebijakan yang lebih baik dalam proses evaluasi pembelajaran, sehingga dapat meningkatkan tingkat kelulusan mahasiswa dan kualitas Jurusan Sistem Komputer [3], [4].

2. METODE DAAN BAHAN

Data mining merupakan suatu cara yang pada dasarnya digunakan untuk memperoleh pengetahuan dari suatu gudang data. Data mining digunakan sebagai proses ekstraksi sebuah informasi atau pola yang menarik, atau tidak diketahui sebelumnya yang mungkin bermanfaat dari data yang berada di dalam database yang besar. Proses ini merupakan analisa semi-otomatis yang menggunakan teknik statistika, matematika, dan kecerdasan buatan [1], [2].

Asosiasi atau Association Rule merupakan suatu aturan yang memberikan informasi dalam bentuk hubungan "if-then" atau "jika-maka" yang dihitung berdasarkan database dan sifatnya probabilistik. Ide dari aturan ini adalah untuk mencari hubungan antara data dan mencari semua kemungkinan yang

paling mungkin (most likely). Misalnya suatu cara yang dikembangkan oleh War-Mart, yaitu dengan menganalisis data belanja di gudang data, dan menemukan bahwa pembeli laki-laki yang membeli popok cenderung membeli bir, berdasarkan data tersebut Wal-Mart kemudian menempatkan popok dan bir secara berdekatan dan ternyata penjualan bir meningkat. Dari contoh dapat dilihat aturan asosiasi dengan istilah antecedent yaitu popok mewakili bagian "jika" dan consequent yaitu bir mewakili bagian "maka" [5], [6].

Algoritma Apriori pertama kali diusulkan oleh Agrawal dan Srikan pada tahun 1994 untuk menemukan frequent itemsets pada aturan asosiasi Boolean. Algoritma Apriori biasanya digunakan dalam memecahkan permasalahan association rule mining, yaitu dengan mencari seluruh aturan apriori dalam suatu himpunan itemset dan mengolah data tersebut sehingga himpunan item-item transaksi dapat memenuhi minimum support dan confidence. Hal ini sesuai dengan [5] bahwa Algoritma Apriori merupakan algoritma yang digunakan untuk melakukan pencarian frequent itemset dengan menggunakan teknik association rule.

Pada algoritma Apriori cara menentukan kandidat yang mungkin muncul yaitu dengan mencari kombinasi antar item yang memenuhi nilai minimum support dan nilai minimum confidence. Support adalah nilai penunjang atau persentase kombinasi item dalam database [5], [6].

Nilai Support dapat diperoleh dengan Rumus [6]:

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

Sedangkan confidence merupakan nilai kepastian: kuatnya hubungan antar-item dalam aturan asosiasi.. Nilai Confidence dapat ditemukan, setelah pola frekuensi tinggi sebuah item ditemukan. Rumus untuk menghitung nilai confidence adalah sebagai berikut [6]:

"Jika A maka B" = (A \square B) maka:

$$Confidence\ P(B|A) = \frac{\sum\ transaksi\ mengandung\ A\ dan\ B}{\sum\ Transaksi\ mengandung\ A} \quad (2)$$

Ide utama algoritma ini adalah dengan memeriksa kombinasi item (frequent itemset) yang dapat menjadi nilai syarat minimum support dalam basis data. Frequent itemset mengisyaratkan himpunan itemset yang frekuensi kemunculannya lebih dari nilai minimum yang ditetapkan (Φ). Misalkan $\Phi = 2$, maka semua itemsets yang frekuensinya kelihatan lebih dari atau sama dengan 2 kali disebut frequent. Himpunan dari frequent k-

itemset dilambangkan dengan Fk. Selanjutnya aturan asosiasi dibangun dari nilai itemset yang bias memenuhi minimum nilai confidence dalam basis data [7]-[15].

Algoritma metode Apriori dapat dilihat dengan cara sebagai berikut [6], [12], [15]:

```

L1 = {frequent itemset with one element}
for (k=2; Lk-1≠∅; k++)
{
Ck = apriori-gen(Lk-1); //pembuatan
kandidat
//baru
for all transactions t
{
C't = subset(Ck, t); //kandidat yang
//tampil pada t
for all candidates c ∈ C't do
c.count ++;
}
Lk = { c ∈ C't | c.count ≥ minsup}
}
return ∪kLk
    
```

di mana:

- L = himpunan frequent itemset
- minsup = minimum support
- C = himpunan kandidat itemset
- c = kandidat itemset
- t = transaksi

Berikut contoh proses mining untuk dapat mengetahui korelasi antara tingkat kelulusan dengan nilai matakuliah adalah seperti pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Transformasi Data

KATEGORI	KETERANGAN
A1	Masa Studi 4 tahun atau kurang dari 4 tahun dan IPK 3,50 - 4,00
A2	Masa Studi 4 tahun atau kurang dari 4 tahun dan IPK 2,75 - 3,49
A3	Masa Studi 4 tahun atau kurang dari 4 tahun dan IPK 2,00 - 2,74
B1	Masa Studi lebih dari 4 tahun dan IPK 3,50 - 4,00
B2	Masa Studi lebih dari 4 tahun dan IPK 2,75 - 3,49
B3	Masa Studi lebih dari 4 tahun dan IPK 2,00 - 2,74

Tabel diatas merupakan tabel transformasi data yang akan digunakan dalam proses asosiasi seperti pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Data Awal

NIM	Kategori Kelulusan	Nilai Algoritma Pemrograman I
1020xxx1	A2	B(AP)
1020xxx2	A2	B(AP)
1020xxx3	A1	A(AP)
1020xxx4	A1	A(AP)
1020xxx5	B2	A(AP)
1020xxx6	A1	A(AP)
1020xxx7	B2	B(AP)
1020xxx8	B2	D(AP)
1020xxx9	B2	E(AP)
1020xx10	B2	E(AP)
1020xx11	B2	E(AP)
1020xx12	B2	E(AP)
1020xx13	B2	D(AP)
1020xx14	B2	A(AP)
1020xx15	B1	C(AP)

Kandidat pertama (C1) didapatkan dari data awal diatas seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Kandidat Pertama (C1)

Itemset	Count
A1	3
A2	2
B1	1
B2	9
A(AP)	5
B(AP)	3
C(AP)	1
D(AP)	2
E(AP)	4

Jika *Threshold* = 3 ditetapkan, maka kandidat berikutnya yang nilainya kurang dari 3 akan dihapus. Sehingga hasil yang didapatkan seperti Tabel 4 (L1).

Tabel 4. Hasil yang Didapat Setelah *Threshold* Ditetapkan (L1)

Itemset	Count
A1	3
B2	9
A(AP)	5
B(AP)	3
E(AP)	4

Dari Tabel 4 diatas didapat kandidat kedua yaitu (C2) seperti pada Tabel 5 berikut:

Tabel 5. Kandidat Kedua (C2)

Itemset	Count
A1, A	3
A1,B	0
A1,E	0
B2,A	2
B2,B	1
B2,E	4

Setelah ditetapkan nilai *threshold* yang baru menghasilkan data seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil kedua (L2)

Itemset	Count
A1, A	3
B2, E	4

Dari Tabel 6 diatas dapat diambil informasi sebagai berikut:

$$\text{Support A1, A} = \text{count (A1,A)}/\text{jumlah transaksi} = 3/15$$

$$\text{Support B2, E} = \text{count (B2, E)}/\text{jumlah transaksi} = 4/15$$

$$\text{Confidence A1, A} = \text{count (A1, A)}/\text{count (A1)} = 3/3$$

$$\text{Confidence B2, E} = \text{count (B2, E)}/\text{count (B2)} = 4/9$$

Dari Pengujian Aplikasi diatas dapat ditemukan proses *mining* hubungan tingkat kelulusan dengan nilai Algoritma Pemrograman mahasiswa dengan menggunakan *threshold* 3 dihasilkan korelasi A1, A nilai *supportnya* 3/15 dengan nilai *confidence* 3/3 dan hubungan antara B2, E nilai *supportnya* adalah 4/15 dengan nilai *confidence* 4/9.

3. PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Sistem yang sudah diimplementasikan selanjutnya diuji, pengujian terhadap aplikasi yang dibuat ini bertujuan apakah aplikasi *data mining* ini berhasil diimplementasikan atau tidak untuk menghitung tingkat kelulusan mahasiswa Sistem Komputer. Pengujian terjadi dalam dua proses yaitu

1. Pengujian *database* mahasiswa dengan menggunakan kombinasi mata kuliah sebagai bahan uji.
2. Pengujian *database* mahasiswa dengan menggunakan *threshold* yang berbeda dalam proses uji.

Proses pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja sebuah metode dalam pemecahan suatu

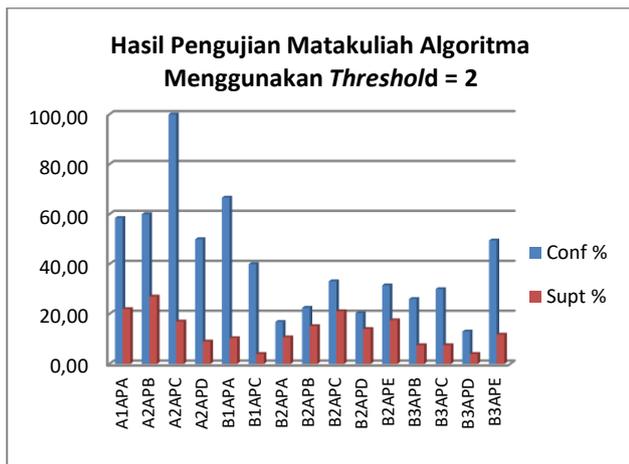
permasalahan. Dalam tugas akhir ini akan dicari hubungan kategori kelulusan dengan nilai mata kuliah. Kategori Kelulusan merupakan kombinasi masa studi dan IPK mahasiswa, sedangkan atribut yang digunakan merupakan nilai mata kuliah yang sudah dijelaskan sebelumnya.

Dari kategori kelulusan dan atribut nilai tersebut maka langkah pertama yang dilakukan dalam proses asosiasi adalah menghitung setiap *itemset* yang terdapat dalam database, kemudian jumlah *itemset* tersebut akan diberikan nilai batasan minimum yang disebut dengan *threshold*, setelah itu akan dilakukan proses asosiasi dengan mengkombinasikan setiap data yang memenuhi *threshold*, dan kemudian data yang sudah dikombinasikan akan *dithreshold* lagi, data yang jumlahnya sama atau lebih dari *threshold* akan dihitung kembali dan dikombinasikan. Proses tersebut akan terus berulang selama data tersebut masih bisa dikombinasikan dan masih memenuhi *threshold*.

Output yang dihasilkan dalam proses asosiasi ini berupa persentase *confidence* (atau nilai keyakinan) dan persentase *support* (nilai pengunjung atau persentase kombinasi sebuah *item* dalam *database*). Pengujian dilakukan dengan menggunakan *threshold* yang berbeda.

a. Pengujian Database Menggunakan Matakuliah Algoritma Pemrograman Angkatan 2001-2009

Pengujian database ini dilakukan menggunakan nilai satu mata kuliah yang diujikan dengan menggunakan *threshold* yang sama dengan tujuan dapat mengetahui nilai *threshold* dan hubungan kategori kelulusan dengan nilai mata kuliah yang terbaik. Gambar 1 merupakan hasil proses pengujian aplikasi menggunakan mata kuliah Algoritma Pemrograman dengan *threshold*=2, data yang digunakan merupakan *database* angkatan 2001-2009, dengan hasil seperti pada grafik berikut, dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil Pengujian Menggunakan Mata Kuliah Algoritma Pemrograman dengan Threshold = 2

Gambar 1 diatas merupakan grafik hubungan kategori kelulusan dengan nilai mata kuliah Algoritma Pemrograman, dari gambar tersebut dapat disimpulkan bahwa proses *mining* hubungan kategori kelulusan dengan nilai mata kuliah Algoritma Pemrograman dengan nilai C, mempunyai keyakinan 100 % lulus pada kategori A2 dengan nilai *support* pada *database* sebesar 17% , pada kategori B2 dengan nilai keyakinan 33,13% dengan nilai *support* 21,13% serta pada kategori B3 dengan nilai keyakinan sebesar 30% dari 7,50% *support* dalam *database*. Dari gambar dapat diketahui bahwa dengan nilai C, maka peluang mahasiswa akan lulus pada kategori B2 akan lebih tinggi dengan nilai *support* dalam *database* sebesar 21, 13%. Selain itu pada gambar dapat dilihat juga bahwa mahasiswa akan lulus pada kategori A1 hanya jika mendapatkan nilai A pada mata kuliah Algoritma Pemrograman dengan nilai keyakinan 58,50% dengan 22% *support* dalam *database*.

b. Pengujian Database Menggunakan Matakuliah Bahasa Rakitan Angkatan 2001-2009

Pengujian berikut ini dilakukan yaitu dengan cara menggunakan nilai satu mata kuliah yang diujikan dengan menggunakan *threshold* yang sama dengan tujuan dapat mengetahui nilai *threshold* dan hubungan kategori kelulusan dengan nilai mata kuliah yang terbaik. Gambar 2 merupakan hasil proses pengujian aplikasi menggunakan mata kuliah Bahasa Rakitan dengan *threshold* =2, data yang digunakan merupakan *database* angkatan 2001-2009, dengan informasi seperti grafik berikut, dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil Pengujian Menggunakan Mata Kuliah Bahasa Rakitan dengan Threshold = 2

Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa mahasiswa dapat lulus pada kategori kelulusan A1 dengan nilai mata kuliah Bahasa Rakitan A atau B dengan nilai keyakinan 100%, tetapi dapat dilihat bahwa nilai A mendapatkan *support* yang lebih besar dari nilai B yaitu sebesar 17% dari proses *database*. Selain itu dari gambar juga dapat dilihat pada kategori B2 mahasiswa dapat lulus dengan semua nilai, tetapi nilai C mendapatkan *support* yang lebih besar dalam *database* yaitu sebesar 16%.

c. Pengujian Database Menggunakan Satu Matakuliah dengan threshold = 2

Pengujian berikut ini dilakukan menggunakan nilai satu mata kuliah yang diujikan dengan menggunakan *threshold* yang sama dengan tujuan dapat mengetahui nilai *threshold* dan nilai mata kuliah yang terbaik. Gambar 3 merupakan hasil proses pengujian aplikasi menggunakan *threshold* = 2, data yang digunakan merupakan *database* angkatan 2009, dengan hasil sebagai berikut:

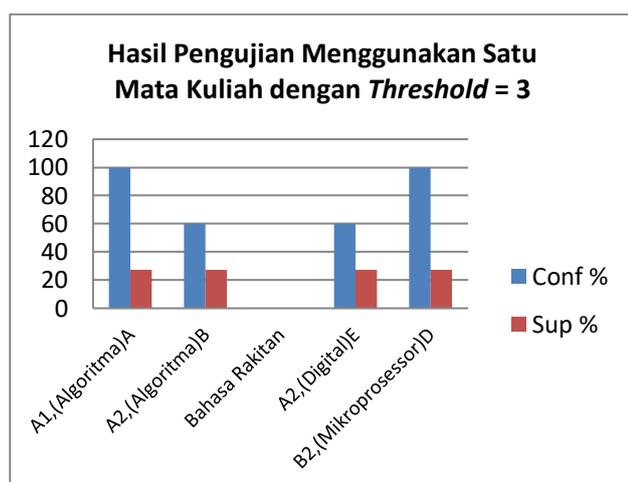


Gambar 3. Hasil Pengujian Menggunakan Satu Mata Kuliah dengan Threshold = 2

Dari gambar 3 dapat disimpulkan bahwa proses *mining* hubungan tingkat kelulusan dengan nilai A pada Algoritma Pemrograman mahasiswa dengan kategori A1 menggunakan *threshold* = 2 menghasilkan nilai *confidence* atau keyakinan 100% dengan nilai *support* 27,27 % dari seluruh proses database. Dari hasil gambar diatas juga dapat dilihat bahwa nilai Algoritma Pemrograman mempunyai persentase yang lebih kuat untuk lulus di kategori A1 dibandingkan dengan mata kuliah lainnya.

d. Pengujian Database Menggunakan Satu Mata kuliah dengan *Threshold* = 3

Pengujian berikut dilakukan menggunakan nilai satu mata kuliah yang diujikan dengan menggunakan *threshold* yang sama dengan tujuan dapat mengetahui nilai *threshold* dan nilai mata kuliah yang terbaik. Gambar 4 merupakan hasil proses pengujian aplikasi menggunakan *threshold* = 3, data yang digunakan merupakan *database* angkatan 2009, dengan hasil sebagai berikut:



Gambar 4. Hasil Pengujian Menggunakan Satu Mata Kuliah dengan *Threshold* = 3

Dari gambar 4 dapat disimpulkan bahwa proses *mining* hubungan tingkat kelulusan dengan nilai A pada Algoritma Pemrograman mahasiswa dengan kategori A1 menggunakan *threshold* = 3 menghasilkan nilai *confidence* atau keyakinan 100% dengan nilai *support* atau jumlah proses dari seluruh database sebanyak 27,27 %. Dari hasil gambar diatas juga dapat dilihat bahwa mahasiswa juga akan lulus pada kategori B2 atau lebih dari 4 tahun jika nilai Sistem Mikroprosesor adalah D dengan nilai keyakinan 100% dan nilai *support* 27,27 % jumlah proses dari seluruh *database*. Dalam Gambar 4, Nilai Bahasa Rakitan tidak memenuhi *threshold*, hal ini bisa terjadi karena nilai *threshold* yang terlalu tinggi atau data yang kurang memadai, sehingga kombinasi

nilai dalam mata kuliah bahasa rakitan tidak memenuhi nilai *threshold*.

e. Pengujian Database Menggunakan Kombinasi Matakuliah dengan *Threshold* = 2

Pengujian ini dilakukan dengan cara menggunakan kombinasi 1-4 matakuliah dengan tujuan dapat mengambil kombinasi yang terbaik dengan tingkat keberhasilan yang tinggi untuk mengetahui persentase nilai *confidence* dan *support* dari kategori kelulusan dan nilai mahasiswa.

Gambar 5 berikut menunjukkan hasil pengujian aplikasi *data mining* dengan melakukan kombinasi mata kuliah dengan *threshold* = 2.



Gambar 5. Hasil Proses *Mining* untuk Kombinasi Mata Kuliah Menggunakan *Threshold* = 2

Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa kombinasi dari 2-4 mata kuliah mempunyai hasil yang sama, hal ini bisa terjadi karena jumlah data yang kurang memadai, dan kurangnya variasi data sehingga kombinasi yang dilakukan tidak memenuhi *threshold*. Oleh karena itu untuk menguji algoritma Apriori dengan kombinasi mata kuliah dibutuhkan data yang lebih besar.

Dari pengujian aplikasi pada proses tiga dan empat di atas dapat dilihat bahwa dengan mengubah nilai *threshold* akan menghasilkan kombinasi yang bervariasi. Jadi, ukuran nilai *threshold* yang besar belum tentu menjadi nilai *threshold* dengan tingkat keberhasilan yang tinggi dan menjadi nilai terbaik dalam pengujian database, begitupun juga sebaliknya. Nilai *threshold* yang terbaik dapat dipengaruhi oleh jumlah dan kombinasi data yang digunakan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian aplikasi dan pembahasan, dapat ditarik kesimpulan bahwa ada hubungan antara kategori kelulusan dengan nilai mata kuliah berdasarkan proses asosiasi dan kombinasi data. Kemudian berdasarkan *training* dan pengujian *database* dapat disimpulkan jumlah data *training* (jumlah data dalam *database*) dapat mempengaruhi persentase kecocokan atau keakurasian *datamining*. Pada pengujian aplikasi dapat dilihat bahwa jika mengubah nilai *threshold*, akan dihasilkan kombinasi yang bervariasi. Nilai *threshold* yang besar belum tentu menjadi nilai *threshold* terbaik, dengan tingkat keberhasilan yang tinggi dan demikian juga sebaliknya. Nilai *threshold* yang terbaik dapat dipengaruhi oleh jumlah data dan jumlah kombinasi data yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Agrawal, T. Imielinski, and A.N. Swami, "Mining Association Rules between Sets of Items in Large Databases," in *Proc. ACM SIGMOD Int'l Conf. Management of Data*, 1993, vol.22, no.2, pp. 207-216.
- [2] M. Pratibha, M. Megha and P. Sharada, "Data Mining using Association rule based on APRIORI algorithm and improved approach with illustration. Department of Master of Computer Application," *Int. J of Latest Trends in Eng. and Tech (IJLTET)*, vol.3, issue 2, 2013.
- [3] Ginting, S.L.B., Zarman, W., and Darmawan, A., "Teknik Data Mining untuk Memprediksi Masa Studi Mahasiswa Menggunakan Algoritma K-Nearest Neighborhood," *Jur. Komputika*, vol.3, no.2, pp. 29-34, 2014.
- [4] Huda, N. M., *Aplikasi Data Mining Untuk Menampilkan Informasi Tingkat Kelulusan Mahasiswa*, Diss, Fakultas Mipa, Universitas Diponegoro, 2010.
- [5] Erwin, "Analisis Market Basket dengan Algoritma Apriori dan FP-Growth", *Jur. Generik* Vol.4 No2, 2009.
- [6] Gunadi, Goldie & Sensuse, Indra D, 2012. "Penerapan metode data mining market basket Analysis terhadap data penjualan produk buku Dengan menggunakan algoritma apriori dan Frequent pattern growth (fp-growth): Studi kasus percetakan pt. Gramedia," *Jur. Telematika MKom*, vol.4, no.1, 2012.
- [7] J. Han, J. Pei, and M. Kamber, *Data Mining concepts and techniques*. Elsevier, 2011.
- [8] Liao, His. S., Pei, C.H., and Yuan, P. Y., "Data mining techniques and applications - A decade review from 2000 to 2011," *Int. J. Expert System with*, vol. 39 no.12, pp.11303-11311, 2012.
- [9] Karyawati. E and Winarko, "Class Association Rule pada Metode Associative Classification," *IJCCS*, vol. 5 no. 3, 2011.
- [10] Liu, B., Hsu, W., and Ma, Y., "Integrating Classification and Association Rule Mining," In *Proc. of the Int. Conf. on Knowl. Disc. and D. Mining*, pp.24-25, 1998.
- [11] Agrawal, R. and Srikant, R., "Fast Algorithms for Mining Association Rule," in *Proc. of the 20th Int. Conf. on Very Large Data Base*, Morgan Kaufmann, Santiago, vol. 12, no. 15, pp. 487-499, 1994
- [12] Wu, X., et al, "Top 10 Algorithms in Data Mining," *Knowledge and Information Systems*, vol. 14, no. 1, pp. 1-37, 2007
- [13] Rao, S., Gupta, R., "Implementing Improved Algorithm Over APRIORI Data Mining Association Rule Algorithm," *Int. J of Computer Science and Technology*, pp. 489-493, 2012.
- [14] Anshu, C. and Raghuvanshi, C.S., "An algorithm for frequent pattern mining based on Apriori", *IJCSE) International Journal on Computer Science and Engineering*, vol.2 no.04, pp.942-947, 2010.
- [15] Listriani, D., Setyaningrum, A.H. and Eka, F., "Penerapan Metode Asosiasi Menggunakan Algoritma Apriori Pada Aplikasi Analisa Pola Belanja Konsumen (Studi Kasus Toko Buku Gramedia Bintaro)", *J. Teknik Informatika*, vol.9 no.2, 2016.