



Analisis Transaksi Penjualan Barang Menggunakan Metode Apriori pada UD. Ayu Tirta Manis

I Komang Dion Adi Saputra¹, I Putu Satwika², Nengah Widya Utami³
^{1,2,3}Sistem Informasi Akuntansi, STMIK Primakara, Denpasar-Bali, Indonesia
Email: ¹dionkomang14@gmail.com, ²satwika@primakara.ac.id, ³widya@primakara.ac.id

Received on 10 Desember 2021	Revised on 10 Januari 2022	Accepted on 25 Januari 2022
---------------------------------	-------------------------------	--------------------------------

Abstract

UD. Ayu Tirta Manis is a company that sells all the needs of the community, both food, drinks, infrastructure, from various basic needs and daily needs. The role of data in this UD still cannot be optimized. In fact, considering the development of the role and position of data in the current digital era is very important, data can be likened to a resource that can be explored further to produce new information or knowledge. Catching this problem, there are several solutions that can be offered in solving the problem, one of which is the use of Data Mining techniques with association techniques, one type of association is the a priori algorithm. based on the data that has been categorized, it produces a combination of the most purchased goods, namely drinks and cigarettes. The most purchased combination of goods resulted in a support value of 10% and a confidence value of 91%.

Keywords: Association, Data Mining, Apriori, FpGrowth

Abstrak

UD. Ayu Tirta Manis adalah perusahaan yang menjual segala kebutuhan masyarakat baik makanan, minuman, sarana prasarana, dari berbagai kebutuhan pokok dan kebutuhan sehari-hari. Peran data di UD ini masih belum dapat teroptimalkan. Padahal mengingat perkembangan peran dan posisi data di era digital saat ini menjadi sangat penting, data dapat diibaratkan sebuah sumber daya yang dapat digali lebih lanjut untuk menghasilkan informasi atau pengetahuan baru. Menangkap masalah tersebut, ada beberapa solusi yang dapat ditawarkan dalam penyelesaian masalah, salah satunya adalah pemanfaatan teknik Data Mining dengan teknik asosiasi, salah satu jenis asosiasi adalah algoritma apriori. Berdasarkan data yang telah dikategorikan, menghasilkan kombinasi barang yang paling banyak dibeli yaitu minuman dan rokok. Kombinasi barang yang paling banyak dibeli menghasilkan nilai support sebesar 10% dan nilai confidence sebesar 91%.

Kata Kunci: Asosiasi, Data Mining, Apriori, FpGrowth

PENDAHULUAN

UD. Ayu Tirta Manis adalah perusahaan yang menjual segala kebutuhan masyarakat baik makanan, minuman, sarana prasarana, dari berbagai kebutuhan pokok dan kebutuhan sehari-hari. UD. Ayu Tirta Manis berlokasi di Jl. Seraya-Amed, Karangasem Bali. Sebagai perusahaan yang menyediakan kebutuhan sehari-hari, maka transaksi yang terjadi di UD. Ayu Tirta Manis tentunya bermacam-macam jenis barang yang terjual. Dengan variasi barang yang banyak menyebabkan pengelolaan data menjadi tidak mudah. Mengingat perkembangan peran dan posisi data di era digital saat ini menjadi sangat penting, data dapat diibaratkan sebuah sumber daya yang dapat digali lebih lanjut untuk menghasilkan informasi atau pengetahuan baru. Berdasarkan hasil observasi awal dengan ibu Ni Wayan Tirta selaku pemilik UD. Ayu Tirta Manis, terdapat data transaksi sebanyak 1.037 data pada periode bulan November 2020 sampai bulan Januari 2021. Data-data yang dimiliki belum dapat dimanfaatkan secara maksimal. Data tersebut hanya menjadi *record* harian yang menjadi arsip semata, belum ada penggalian informasi yang dilakukan. Pemilik usaha Ni Wayan Tirta merasa perlu dilakukan pengolahan data dengan benar agar dapat berimbas positif bagi keberlangsungan usahanya. Sejauh ini pembukuan dilakukan secara manual dan menggunakan nota, penggunaan nota juga baru dibuat jika transaksi yang dilakukan sebanyak 3 barang atau lebih. Ditambah dengan permasalahan penataan barang yang dianggap pemilik masih kurang optimal, pemilik masih sering merasa bingung dalam melakukan penataan barang yang sesuai dengan keinginan pelanggan. Terlebih situasi *pandemic* seperti saat ini, untuk tetap diminati dan mendapatkan pelanggan, maka perlu dilakukan strategi-strategi yang tepat untuk pengelolaan bisnis. Salah satu jenis strategi yang dapat diterapkan adalah dengan melakukan tata letak barang yang sesuai dengan selera dan pola pembelian konsumen di UD. Tirta Ayu Manis. Dari pengolahan data tersebut dapat dilakukan penyesuaian dengan strategi penjualan yang akan dilakukan. Menangkap masalah tersebut, ada beberapa solusi yang dapat ditawarkan dalam penyelesaian masalah, salah satunya adalah pemanfaatan teknik *Data Mining* untuk menghasilkan informasi baru yang dapat bermanfaat. *Data Mining* adalah proses mencari pola menarik dalam kumpulan data menerapkan teknik tertentu. Proses untuk menemukan hubungan dari banyak data sebuah basis data yang besar [1]. Proses dalam *Data Mining* terdapat berbagai jenis seperti klasifikasi, klustering, prediksi serta asosiasi. Berbicara kasus data penjualan pada UD. Ayu Tirta Manis akan cocok jika dilakukan penggalian lebih lanjut menggunakan *association rule*. *Association rule* berguna untuk menemukan hubungan penting antar *item* dalam setiap transaksi, hubungan tersebut dapat menandakan kuat tidaknya suatu aturan dalam asosiasi [2]. Penerapan *association rule* salah satu metode yang dapat digunakan adalah dengan metode apriori. Metode apriori adalah suatu prosedur untuk menemukan hubungan antar *item* suatu *dataset* yang telah ditentukan [3]. Metode apriori melakukan asosiasi data barang penjualan dapat menjadi cara yang dilakukan dalam menentukan kombinasi yang tepat. Proses Utama Metode Apriori untuk meningkatkan efisiensi dari pencarian *k-itemset*, dapat digunakan suatu metode tambahan yang dinamakan Apriori Property. Metode ini dapat mengurangi lingkup pencarian sehingga waktu pencarian dapat dipersingkat. Terdapat dua proses utama yang dilakukan dalam Metode Apriori yaitu, *Join* (Penggabungan), Pada proses ini setiap *item* dikombinasikan dengan *item* yang lainnya sampai tidak terbentuk kombinasi lagi. *Prune* (Pemangkasan) Pada proses ini, hasil dari *item* yang telah dikombinasikan tadi lalu dipangkas dengan menggunakan *minimum support* yang telah ditentukan oleh *user* [4]. Karena disadari atau tidak, selera konsumen dalam berbelanja sebenarnya dapat dicermati dalam bentuk pengamatan data transaksi. Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui

pola pembelian konsumen dan mengkombinasikan barang yang sering dibeli dan dapat menentukan strategi promosi yang tepat untuk perusahaan.

METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian didefinisikan sebagai kerangka atau model yang mengandung prinsip-prinsip teoritis mengenai petunjuk atau bagaimana memilih metode yang tepat dalam melaksanakan penelitian[5]. Adapun metode yang dipilih penulis dalam proses penelitian ini yaitu menggunakan metode Crisp-Dm. CRISP-DM merupakan standar proses *Data Mining* sebagai strategi pemecahan masalah secara umum dari bisnis atau unit penelitian. Pemilihan Crisp-Dm dibandingkan dengan metode pendekatan yang lain adalah keseuaian dengan tahapan yang akan dijalani pada proses asosiasi ini. Dibandingkan dengan KDD dan SEMMA, pendekatan Crisp-Dm lebih tepat dan sesuai dengan studi kasus. Dalam perkembangan *Data Mining* terdapat beberapa metodologi yang dapat digunakan antara lain, *knowledge discovery in database (KDD)*, *Sample, Explore, Modify, Model, and Access (SEMMA)* dan *cross industry standard process (Crisp-DM)* [6], [7]. Masing-masing metodologi memiliki kelebihan dan dapat digunakan sesuai dengan proses analisis yang diperlukan dan hasil yang diinginkan, hal ini dapat dilihat pada tahapan masing-masing yaitu, pada metodologi KDD memiliki tahapan *selection, preprocessing, transformation, Data Mining, dan interpretation/Evaluation*. SEMMA memiliki tahapan *sample, explore, modify, model, dan assessment*. Dan Crisp-Dm memiliki tahapan *bussines understanding, data understanding, data preparation, modelling, evaluation, dan deployment* [6]. Pada tahapan KDD berfokus pada pengolahan analisis pola dari data, penggalian data, penggalian informasi yang dibutuhkan dan proses pengembangan bisnis. SEMMA berfokus pada tugas modifikasi terhadap proyek penambahan data serta pemodelan dan dirancang untuk membantu pengguna *software SAS enterprise miner*. Sedangkan Crisp-DM lebih berfokus pada pola pemahaman proses kebutuhan bisnis pada suatu data yang kemudian melakukan pemodelan data[8].

Alur penelitian ditunjukkan pada Gambar 1. Alur penelitian merupakan tahap-tahapan kegiatan yang dilaksanakan untuk melakukan penelitian mulai dari kerangka konseptual hingga tahap akhir yaitu matriks dan pengujian kesimpulan[9]. Detail dari gambaran pada alur penelitian adalah sebagai berikut:

1) Identifikasi Masalah

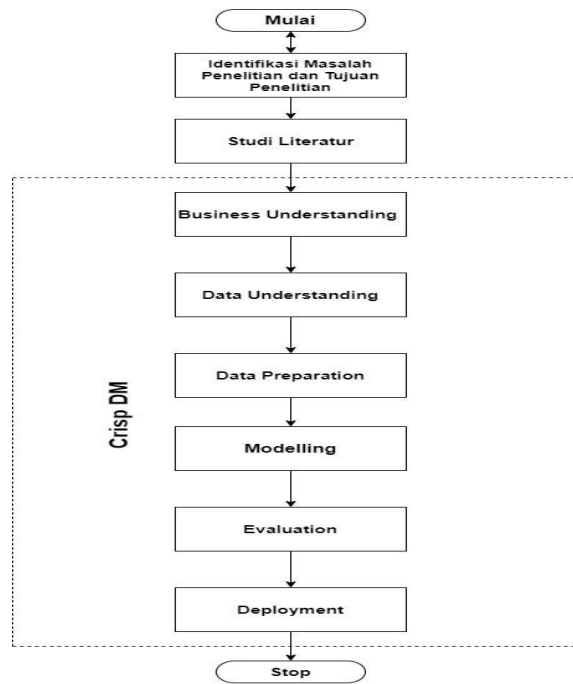
Tahapan identifikasi masalah dilakukan untuk menemukan masalah yang ada. Proses menemukan permasalahan dalam penelitian ini, dengan melakukan wawancara dan observasi pada objek penelitian, melakukan analisis awal dan dapat menentukan tujuan penelitian.

2) Studi Pustaka

Melakukan studi literatur dengan mencari referensi dari penelitian dan buku. Pencarian referensi dilakukan untuk mencari informasi dari penelitian sejenis yang pernah dilakukan sebelumnya, hal ini dapat membantu dalam perencanaan penelitian ke depannya.

3) Crisp DM

Metode penelitian pada *Data Mining* yang diterapkan untuk membantu dalam pengolahan dan proses penelitian ini. Proses *Data Mining* berdasarkan CRISP-DM (*Cross Industry Standard Process for Data Mining*) terdiri dari enam fase adalah sebagai berikut: [10]



Gambar 1. Alur Penelitian

- A. *Business Understanding Phase* (Fase Pemahaman Bisnis)
 - a. Penentuan tujuan proyek dan kebutuhan secara detail dalam lingkup bisnis atau unit penelitian secara keseluruhan.
 - b. Menerjemahkan tujuan dan batasan menjadi formula dari permasalahan *Data Mining*.
 - c. Menyiapkan strategi awal untuk mencapai tujuan.
- B. *Data Understanding Phase* (Fase Pemahaman Data)
 - a. Mengumpulkan data.
 - b. Menggunakan analisis penyelidikan data untuk mengenali lebih lanjut data dan pencarian pengetahuan awal.
 - c. Mengevaluasi kualitas data.
 - d. Jika diinginkan, pilih sebagian kecil kelompok data yang mungkin mengandung pola dari permasalahan.
- C. *Data Preparation Phase* (Fase Persiapan Data)
 - a. Siapkan dari data awal, kumpulkan data yang akan digunakan untuk keseluruhan fase berikutnya. Fase ini merupakan pekerjaan berat yang perlu dilaksanakan secara intensif.
 - b. Pilih kasus dan variabel yang ingin dianalisis dan yang sesuai analisis yang akan dilakukan.
 - c. Lakukan perubahan pada beberapa variabel jika dibutuhkan.
 - d. Siapkan data awal sehingga siap untuk perangkat permodelan.
- D. *Modelling Phase* (Fase Pemodelan)
 - a. Pilih dan aplikasikan teknik pemodelan yang sesuai
 - b. Kalibrasi aturan model untuk mengoptimalkan hasil.

- c. Perlu diperhatikan Bahwa beberapa teknik mungkin digunakan untuk permasalahan *Data Mining* yang sama.
 - d. Jika diperlukan, proses dapat kembali ke fase pengolahan data ke dalam bentuk yang sesuai dengan spesifikasi kebutuhan teknik *Data Mining* tertentu.
- E. *Evaluation Phase* (Fase Evaluasi)
- a. Mengevaluasi satu atau lebih model yang digunakan dalam fase pemodelan untuk mendapatkan kualitas dan efektivitas sebelum disebarkan untuk digunakan.
 - b. Menetapkan apakah terdapat model yang memenuhi tujuan pada fase awal.
 - c. Menetapkan apakah terdapat permasalahan penting dari bisnis atau penelitian yang tidak tertangani dengan baik.
 - d. Mengambil keputusan berkaitan dengan penggunaan hasil dari *Data Mining*.
- F. *Deployment Phase* (Fase penyebaran)
- a. Menggunakan model yang dihasilkan.
 - b. Contoh sederhana penyebaran: Pembuatan laporan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

BUSINESS UNDERSTANDING

Pada tahapan ini adalah tahapan awal dengan melakukan identifikasi masalah secara lebih detail, setelah proses identifikasi masalah yang didapatkan pada alur pertama, pada business understanding ini akan lebih menekankan pada objek penelitian yakni UD. Ayu Tirta Manis. Adapun masalah yang berhasil ditangkap adalah sebagai berikut : UD. Ayu Tirta Manis belum dapat mengolah data transaksi penjualan untuk dijadikan sebuah informasi yang berguna bagi perusahaan. Penempatan barang yang tidak tertata rapi. Tidak mengetahui barang yang sering dibeli oleh pelanggan. Dari permasalahan tersebut maka dapat ditentukan tujuan untuk mengetahui pola pembelian konsumen dan mengkombinasikan barang yang sering dibeli dan dapat menentukan strategi promosi yang tepat untuk perusahaan. Pada tahap ini juga ditentukan tujuan awal, dimana pemilik ingin mendapatkan hasil apriori dengan prosentase transaksi yang tinggi. Hasil pada proses ini adalah menghasilkan informasi yang penting bagi tahapan berikutnya dalam penelitian, dari masalah yang sudah berhasil diungkapkan, akan dilakukan penyelesaian sesuai dengan permasalahan dalam kasus aturan asosiasi.

DATA UNDERSTANDING

Fase ini yang dilakukan adalah dengan mengumpulkan data atau nota transaksi penjualan yang ada sebelumnya di UD. Ayu Tirta Manis dari periode bulan November 2020 sampai bulan Januari 2021. Dengan atribut seperti nama barang yang dibeli oleh pelanggan. Adapun data yang didapatkan ditunjukkan pada Tabel 1. Dari data yang ada perlu dipilih data transaksi pada setiap waktunya, dan dilakukan tahapan data preparation. Pada tahapan berikutnya, akan dilakukan persiapan lebih lanjut pada data yang akan diolah kedalam metode asosiasi yang sudah ditentukan.

Tabel 1. Data Understanding

No	Tanggal	Barang Yang Dibeli
1	29 nov 2020	BERAS OSING 25 KG, SABUN SABUN GIV, SEDAP SOTO, NIU, SAMSU, SAMPOERNA, TELUR
2	30 nov 2020	MINYAK GORENG TANGGUNG, TEH SARIWANGI, ROTI LEGIT, BISKUIT ROMA KELAPA
3	1 des 2020	AQUA BESAR, BISKUIT ROMA KELAPA, YAKULT, JELYDRINK
4	1 des 2020	SENTRAT BABI, BERAS OSING 5 KG, BOTOL MINYAK GORENG BESAR, PEPSODENT BESAR
5	1 des 2020	MINYAK TELON BESAR, KAPAS, TISSU PASSEO, BISKUIT MARRIE SUSU, SEDAP SOTO, SEDAP GORENG
6	1 des 2020	BUNGKUS SAMPOERNA, WALANG MASS, FIX MILD, TEH PUCUK, ROTI
7	1 des 2020	MARLBORO, NIU, SUSU KENTAL MANIS, SEDAP SOTO, TEPUNG BUMBU SAJIKU, TELUR
8	1 des 2020	TEPUNG TERIGU, TEPUNG BERAS ROSE BRAND, TEPUNG KETAN ROSE BRAND, KACANG TANAH, TELUR
9	1 des 2020	MASAKO BESAR, MIWON, MINYAK GORENG BIMOLI, TERASI, TELUR,
10	1 des 2020	AQUA GELAS, KERTAS MINYAK KOTAK, MINYAK GORENG BESAR, TERASI, MIWON, TERASI, GARAM
.....		
1037	5 jan 2021	TEPUNG KUE, WINGS, BERAS OSING 5KG, MINYAK GORENG FITRI

DATA PREPARATION

Pada persiapan terhadap data ini dilakukan beberapa tahapan yakni pemetaan dari barang yang dibeli pada tabel 2.

Tabel 2. Tahapan Data Preparation

No	Barang Yang Dibeli
1	BERAS OSING 25 KG, SABUN SABUN GIV, SEDAP SOTO, NIU, SAMSU, SAMPOERNA, TELUR
2	MINYAK GORENG TANGGUNG, TEH SARIWANGI, ROTI LEGIT, BISKUIT ROMA KELAPA
3	AQUA BESAR, BISKUIT ROMA KELAPA, YAKULT, JELYDRINK
4	SENTRAT BABI, BERAS OSING 5 KG, BOTOL MINYAK GORENG BESAR, PEPSODENT BESAR
5	MINYAK TELON BESAR, KAPAS, TISSU PASSEO, BISKUIT MARRIE SUSU, SEDAP SOTO, SEDAP GORENG
6	BUNGKUS SAMPOERNA, WALANG MASS, FIX MILD, TEH PUCUK, ROTI
7	MARLBORO, NIU, SUSU KENTAL MANIS, SEDAP SOTO, TEPUNG BUMBU SAJIKU, TELUR
8	TEPUNG TERIGU, TEPUNG BERAS ROSE BRAND, TEPUNG KETAN ROSE BRAND, KACANG TANAH, TELUR
9	MASAKO BESAR, MIWON, MINYAK GORENG BIMOLI, TERASI, TELUR,
10	AQUA GELAS, KERTAS MINYAK KOTAK, MINYAK GORENG BESAR, TERASI, MIWON, TERASI, GARAM
.....	
1037	TEPUNG KUE, WINGS, BERAS OSING 5KG, MINYAK GORENG FITRI

Setelah itu, perlu dilakukan pemetaan lebih lanjut sebelum dimasukkan ke dalam aplikasi *WEKA* untuk dilakukan analisis mengenai data asosiasi ini. Pemetaan dilakukan dengan melihat item barang saja yang ada sehingga didapatkan data barang pada Tabel 3.

Tabel 3. Kategori Barang

No	Kategori barang
1	Rokok
2	Minuman
3	Snack
4	Detergen
5	Bumbu
6	Tepung
7	Kopi
8	Mie
9	Minuman Saset
10	Perlengkapan mandi
.....	
15	Bahan kue

Sebelum mendapatkan data diatas perlu dilakukan pemetaan dan pengelompokan data dari data transaksi dan juga menghindari duplikasi nama barang yang sama. Data diambil dari data transaksi.

MODELLING

Pada fase Modelling atau pemodelan data yaitu data yang sudah dalam bentuk *CSV* dimasukkan ke tools *WEKA*. Data kemudian disimpan dalam format *arff* untuk dapat lebih optimal dalam pengolahan data.

```

Associator output
Relation:  D:\TAREAL-weka.filters.unsupervised.attribute.ReplaceMissingValues-weka.filters.unsupervised.attribute.F
Instances:  1048
Attributes:  5
            B1
            B2
            B3
            B4
            B5

=== Associator model (full training set) ===

Apriori
-----
Minimum support: 0.1 (105 instances)
Minimum metric <Confidence>: 0.9
Number of cycles performed: 18

Generated sets of large itemsets:

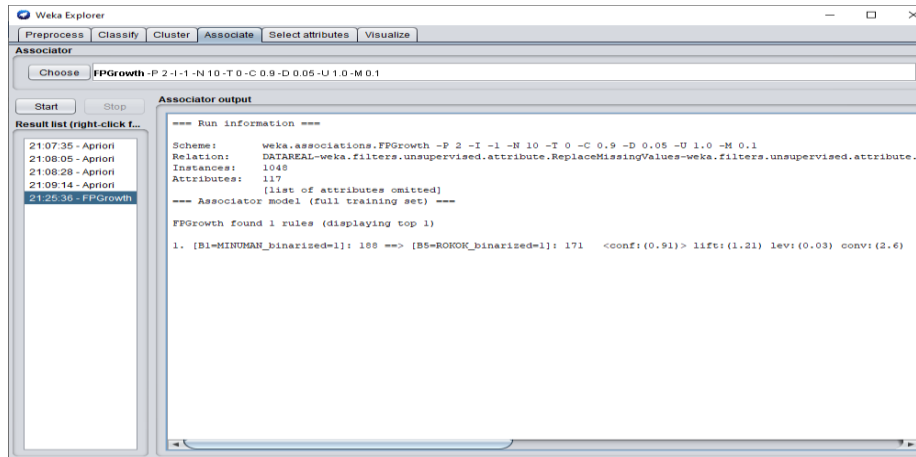
Size of set of large itemsets L(1): 7
Size of set of large itemsets L(2): 3

Best rules found:

1. B1=MINUMAN 188 ==> B5=ROKOK 171   <conf: (0.91)> lift: (1.21) lev: (0.03) [29] conv: (2.6)
  
```

Gambar 2. Hasil Apriori

Dari penerapan algoritma apriori dengan menggunakan nilai *support* 10% dan nilai *confidence* 90% *best rule* yang dihasilkan adalah ketika membeli minuman maka membeli rokok.



Gambar 3. Hasil FP-Grwoth

Sedangkan hasil yang diperoleh menggunakan *FP-Growth* dengan nilai *support* 10% dan nilai *confidence* 90%, didapatkan hasil yang sama yaitu ketika membeli minuman maka membeli rokok.

Evaluation

Tahapan evaluasi yang dilakukan dengan melihat dari hasil apriori dan dibandingkan dengan tujuan awal apakah sudah tercapai. Target diawal untuk mendapatkan kombinasi barang menggunakan metode apriori didapatkan dengan hasil minuman dan rokok dengan nilai *confidence* 91% dan nilai *support* 10%. Tahapan evaluasi ini juga dilihat dengan memainkan nilai *support* dan *confidence* yang ada di dalam aplikasi *WEKA*.

Deployment

Tahapan pembuatan laporan hasil dari algoritma apriori, pada tahap deployment, kombinasi yang didapatkan menggunakan metode apriori adalah minuman dan Rokok dengan nilai *confidence* 91% dan nilai *support* 10%. Pada kombinasi antara item minuman dan rokok dengan menggunakan nilai *confidence* 30% dan nilai *support* 10% menghasilkan *rule* pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Kombinasi minuman dan rokok

Aturan	Support	Confidence
Jika membeli rokok Sampoerna maka membeli minuman Teh	10%	59%
Jika membeli rokok Sampoerna maka membeli Bear Brand	10%	53%
Jika membeli rokok Asatu maka membeli Bear Brand	10%	45%
Jika membeli rokok Asatu maka membeli minuman Teh	10%	42%

Dari hasil tersebut perlu dilakukan penataan penempatan minuman dan rokok secara berdekatan. Selain itu diperlukan perubahan *layout* untuk memudahkan pelanggan dalam menemukan barang yang ingin dibeli. Sehingga pemerataan penjualan dapat tercapai.

KESIMPULAN

Kombinasi barang yang paling banyak dibeli hasil dari penerapan algoritma apriori menghasilkan kombinasi yang banyak dibeli yaitu minuman dan rokok. Kombinasi barang yang paling banyak dibeli didapatkan pada nilai support sebesar 10% dan nilai confidence sebesar 91%. Dari penelitian yang dilakukan, didapatkan metode FP-Growth dapat menghasilkan rule yang sama dengan apriori.

Adapun pengembangan penelitian selanjutnya dapat menggunakan jumlah data yang lebih besar untuk menghasilkan pola yang lebih variatif serta hasil analisis penelitian ini dapat dikembangkan dalam sebuah sistem informasi atau aplikasi

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Hasan, "Menggunakan Algoritma Naive Bayes Berbasis," vol. 9, pp. 317–324, 2017.
- [2] D. Nofriansyah, "Algoritma Data Mining dan Pengujiannya," *Andi Offset*, vol. 2, pp. 1–140, 2014.
- [3] D. A. Nurdin, "penerapan data mining untuk menganalisis penjualan barang dengan pada supermarket sejahtera lhokseumawe," vol. 6, no. 1, pp. 134–155, 2015.
- [4] F. A. Hermawati, *Data Mining*. Yogyakarta: Andi, 2013.
- [5] A. Manzilati, *Metodologi Penelitian Kualitatif: Paradigma, Metode, dan Aplikasi*. Malang: UB Media, 2017.
- [6] A. Azevedo and M. F. Santos, "KDD, semma and CRISP-DM: A parallel overview," *MCCSIS'08 - IADIS Multi Conf. Comput. Sci. Inf. Syst. Proc. Informatics 2008 Data Min. 2008*, no. January 2008, pp. 182–185, 2008.
- [7] U. Shafique and H. Qaiser, "A Comparative Study of Data Mining Process Models (KDD , CRISP-DM and SEMMA)," *Int. J. Innov. Sci. Res.*, vol. 12, no. 1, pp. 217–222, 2014, [Online]. Available: <http://www.ijisr.issr-journals.org/>.
- [8] U. Ependi and A. Putra, "Solusi Prediksi Persediaan Barang dengan Menggunakan Algoritma Apriori (Studi Kasus: Regional Part Depo Auto 2000 Palembang)," *J. Edukasi dan Penelit. Inform.*, vol. 5, no. 2, p. 139, 2019, doi: 10.26418/jp.v5i2.32648.
- [9] Dimas Agung Trisliatanto, *Metode Penelitian*. Andi, 2020.
- [10] D. T. Larose, *Discovering Knowledge in Data.pdf*. 2005.

