

Perbaikan Tata Letak Gudang dengan *Association Rule Mining* dan *Dedicated Storage Policy* di PD Andika – Indramayu

Warehouse Layout Improvement with Association Rule Mining and Dedicated Storage Policy at PD Andika – Indramayu

Fani Angelia, Santoso, Kartika Suhada

Program Studi Teknik Industri, Universitas Kristen Maranatha Bandung

E-mail: faniangeliaa@yahoo.co.,id, santoso@eng.maranatha.edu,

kartika.suhada@eng.maranatha.edu

Abstrak

PD Andika adalah perusahaan yang menjual berbagai macam produk jadi, seperti alat tulis kantor, bahan pokok, kosmetik, makanan, minuman, obat, rokok, dan kebutuhan sehari-hari lainnya. Perusahaan ini memiliki gudang penyimpanan produk yang cukup luas dan terdiri dari 2 lantai. Akan tetapi, produk-produk yang ada di dalamnya tampak kurang tertata dengan rapi, dimana area gang ditempati oleh beberapa produk sehingga tidak dapat dilalui oleh trolley dan kategori produk yang sering dibeli oleh konsumen secara bersamaan diletakkan berjauhan. Hal tersebut dikarenakan penempatan produk dilakukan secara random, sehingga menyebabkan jarak pengambilan produk lebih jauh dan total waktu yang dibutuhkan menjadi lebih lama. Di samping itu juga terjadi masalah rusaknya dus kemasan produk akibat dimakan rayap, karena dus langsung diletakkan di atas lantai tanpa alas sehingga menyebabkan lembab.

*Metode yang diusulkan untuk memperbaiki tata letak saat ini adalah *Dedicated Storage*, dimana produk diletakkan pada tempat penyimpanan yang pasti dan tidak bercampur dengan barang lainnya. Metode ini juga dikaitkan dengan *association rule mining* untuk mencari korelasi antar kategori produk dan mengetahui kategori produk yang sering dibeli bersamaan oleh pelanggan.*

Manfaat penerapan tata letak usulan dari sisi kuantitatif adalah total jarak perpindahan produk yang semula sebesar 5.436,671 m per 6 bulan berkurang menjadi 1.231,788 m atau terjadi penghematan sebesar 4.204,883m atau 77,34 %. Dari sisi kualitatif, pengambilan produk menjadi lebih mudah karena digunakannya alat material handling berupa trolley barang serta produk sudah memiliki tempat penyimpanan yang pasti sehingga memudahkan dalam penyimpanan dan pengambilan produk-produk yang dibutuhkan. Dalam upaya menghindari gangguan rayap akibat lembabnya kardus kemasan produk, diusulkan penggunaan alas berupa kardus berukuran 90 x 90 cm dengan ketebalan 2 cm yang dimiliki perusahaan.

Kata Kunci : association rule mining, dedicated storage policy, jarak perpindahan, tata letak

Abstract

*PD Andika is a company that sells various kinds of finished products, such as office stationery, staples, cosmetics, food, beverages, medicines, cigarettes, and other daily necessities. This company has a product storage warehouse that is quite large and consists of 2 floors. However, the products in it look less neatly arranged, where the aisle area is occupied by several products so that the trolley cannot pass through and the product categories that are often purchased together by consumers are located far apart. This is because the product placement is carried out randomly, causing the distance to take the product further and the total time needed to be longer. In addition, there is also a problem of damage to the product packaging boxes due to being eaten by termites, because the boxes are directly placed on the floor without a layer, causing dampness. The method proposed to improve the current layout is *Dedicated Storage*, where the product is placed in a fixed storage area and does not mix with other items. This method is also associated with *association rule mining* to find the correlations between product categories and to discover*

which product categories are often purchased together by customers.

The qualitative advantage of applying the proposed layout is that the total product handling distance from the current layout was 5,436,671 m per 6 months reduced to 1,231,788 m or there was a savings of 4,204,883m or 77.34%. From a qualitative advantage, product retrieval is easier using material handling equipment and that is trolley to make it easier to store and retrieve the products needed. In an effort to avoid termite infestation due to the dampness of the cardboard packaging products, it is suggested to use a layer in the form of cardboard measuring 90x90 cm with a thickness of 2 cm owned by the company.

Keywords : association rule mining, dedicated storage policy, displacement distance, layout

1. Pendahuluan

Semakin banyak jumlah dan jenis produk yang dimiliki suatu perusahaan, semakin perlu diterapkannya metode penyimpanan produk yang baik, agar mudah dalam penyimpanan dan pencarian produk saat dibutuhkan. Metode penyimpanan produk yang baik juga akan mencegah terjadinya kerusakan produk. PD Andika adalah distributor yang menjual berbagai macam produk jadi, seperti alat tulis kantor, bahan pokok, kosmetik, makanan, minuman, obat, rokok, dan kebutuhan sehari-hari lainnya. Perusahaan ini memiliki gudang yang terdiri dari dua lantai dan berada tepat di sebelah bangunan perusahaan tempat konsumen datang untuk membeli produk.

Permasalahan tata letak produk dalam gudang di PD Andika yang belum tertata dengan baik dikarenakan perusahaan menerapkan metode penyimpanan secara *random*. Saat ini produk-produk dengan kategori yang sering dibeli bersamaan oleh konsumen diletakkan di lokasi yang berjauhan. Hal ini menyebabkan jarak pengambilan produk-produk yang dibutuhkan menjadi jauh dan waktu yang dibutuhkan pun menjadi lebih lama. Selain itu alat *material handling* berupa *trolley* yang ada tidak dapat digunakan karena sempitnya area gang yang tersedia. Beberapa produk diletakkan di area gang sehingga gang tidak bisa dilewati oleh *trolley*. Hal ini pun menyebabkan waktu untuk penyimpanan dan pengambilan produk menjadi lebih lama, karena pegawai tidak dapat mengangkut produk sebanyak yang dapat diangkut bila menggunakan *trolley*. Di samping itu produk-produk disimpan tanpa menggunakan alas sehingga menyebabkan produk lembab. Hal ini menyebabkan terjadinya gangguan rayap yang merusak kualitas produk yang disimpan. Oleh karena itu perlu dilakukan penataan ulang tata letak produk dalam gudang serta tata cara penyimpanan produk untuk menghindari gangguan rayap. Pada penelitian ini akan dilakukan perancangan tata letak produk dalam gudang yang sebaiknya diterapkan perusahaan agar proses penyimpanan dan pengambilan produk menjadi lebih mudah dan cepat serta produk yang disimpan terhindar dari gangguan rayap.

Batasan dalam penelitian ini adalah data penjualan dan pembelian yang digunakan diambil dari data bulan Juli 2019 hingga bulan Desember 2019, sedangkan asumsi yang digunakan sebagai berikut:

1. Tidak ada penambahan produk selama penelitian berlangsung.
2. Gudang tidak mengalami perubahan luas.
3. Nilai *minimum support* dan *confidence* adalah 50% dan 60%.

Tujuan penelitian yang dilakukan sebagai berikut :

1. Mengetahui kelemahan tata letak penyimpanan produk dalam gudang yang diterapkan saat ini.
2. Mengusulkan tata letak produk dalam gudang yang sebaiknya diterapkan perusahaan.
3. Mengemukakan kelebihan tata letak produk dalam gudang yang diusulkan.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Observasi Kondisi Aktual

Observasi dilakukan untuk mengidentifikasi masalah tata letak gudang yang ada di perusahaan. Masalah tersebut antara lain belum tertatanya produk dengan baik, produk diletakkan di area gang, serta produk diletakkan di gudang tanpa menggunakan alas. Penulis juga menemukan penelitian terdahulu yang menggunakan metode *association rule mining* untuk perbaikan tata letak gudang. Penelitian yang dilakukan oleh Mafita dan Hari (2015) dengan menata ulang gudang memanfaatkan data transaksi dan terbukti ada pengurangan jarak dari kondisi tata letak aktual.

Berdasarkan permasalahan yang dihadapi PD Andika, penelitian menggunakan *association rule mining* serta *storage layout*.

2.2 Association Rule Mining

Pada penelitian ini, perbaikan tata letak gudang aktual menggunakan metode *association rule mining* dengan bantuan *Microsoft Excel*. Tahap pertama yaitu tahap *preprocessing* yang terdiri dari beberapa langkah (Han, et al, 2006) :

- *Data cleaning*
Proses *cleaning* meliputi antara lain memeriksa data yang tidak lengkap atau *missing value* dan mengurangi kerancuan/*noisy*.
- *Data integration*
Menggabungkan berbagai sumber data yang dibutuhkan atau *integration*, kualitas data yang dimiliki akan sangat menentukan kualitas dari hasil *data mining*.
- *Data selection*
Pemilihan atau seleksi data yang diperlukan dari sekumpulan sumber data sebelum tahap penggalian informasi dalam KDD dimulai.
- *Data transformation*
Data-data yang telah melalui proses *cleaning*, *integration*, dan *selection* tidak bisa langsung digunakan, tahap ini merupakan proses kreatif untuk merubah bentuk data ke dalam bentuk yang dapat dieksekusi oleh program.
- *Data mining*
Data mining adalah proses mencari pola atau informasi menarik dalam data dengan menggunakan teknik atau metode tertentu. Teknik, metode, atau algoritma dalam *data mining* sangat bervariasi.
- *Pattern evaluation*
Pola-pola yang diidentifikasi oleh program kemudian diterjemahkan ke dalam bentuk yang bisa dimengerti manusia untuk membantu dalam perencanaan strategi bisnis.

Pada prinsipnya, *association rule mining* digunakan untuk menemukan aturan asosiatif antara suatu kombinasi *item*. Pengolahan data dalam *association rule mining* dapat diselesaikan dengan berbagai algoritma, akan tetapi penulis memilih algoritma *Frequent Pattern Growth (FP-Growth)*. Menurut Han, et al (2006), *frequent Pattern Growth (FP-Growth)* adalah algoritma pencarian *frequent itemset* yang didapat dari *FP-tree* dengan menjelajahi *tree* dari bawah menuju ke atas. Algoritma *FP-Growth* merupakan pengembangan dari algoritma Apriori sehingga kekurangan dari algoritma Apriori diperbaiki di algoritma *FP-Growth*. Metode *FP-Growth* dapat dibagi menjadi 3 tahapan utama yaitu sebagai berikut :

- 1) Tahap Pembangkitan *Conditional Pattern Base*
Conditional Pattern Base merupakan subdata yang berisi *prefix path* (lintasan awal) dan *suffix pattern* (pola akhiran). Pembangkitan *conditional pattern base* didapatkan melalui *FP-Tree* yang telah dibangun sebelumnya.
- 2) Tahap Pembangkitan *Conditional FP-Tree*
Pada tahap ini, *support count* dari setiap *item* pada setiap *conditional pattern base* dijumlahkan, lalu setiap *item* yang memiliki jumlah *support count* lebih besar atau sama dengan *minimum support count* akan dibangkitkan dengan *conditional FP-Tree*.
- 3) Tahap Pencarian *Frequent Itemset*
Apabila *Conditional FP-Tree* merupakan lintasan tunggal (*single path*), maka didapatkan *frequent itemset* dengan melakukan kombinasi *item* untuk setiap *conditional FP-Tree*. Jika bukan lintasan tunggal, maka dilakukan pembangkitan *FP-Growth* secara rekursif (proses memanggil dirinya sendiri).

Dalam *association rule mining*, ada metodologi dasar yang terbagi menjadi dua tahap (Kusrini dan Emha Taufiq Luhfi, 2009) :

- a. Analisa Pola Frekuensi Tinggi
Pada tahap ini untuk mencari kombinasi *item* yang memenuhi syarat minimum dari nilai

PERBAIKAN TATA LETAK GUDANG (Fany A., dkk)

support dalam *database*. Nilai *support* sebuah *item* diperoleh dengan rumus berikut :

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

Pada rumus di atas dijelaskan bahwa nilai *support*(A) diperoleh dengan cara mencari jumlah transaksi mengandung di bagi dengan total transaksi

b. Pembentukan Aturan Asosiasi

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 dari rumus berikut:

$$\text{Confidence (A} \rightarrow \text{B)} = \frac{\text{Jumlah Transaksi Mengandung A dan B}}{\text{Jumlah Transaksi Mengandung A}} \quad (2)$$

Pada rumus di atas dijelaskan bahwa *confidence* (A, B) diperoleh dengan cara data transaksi yang mengandung A dan B dibagi dengan transaksi mengandung A.

Selain itu, penulis melakukan penentuan nilai *minimum support* dan *minimum confidence*, dalam penelitian ini adalah nilai *minimum support* sebesar 50% dan nilai *minimum confidence* sebesar 60%. Menurut Larose D,T. (2005), penentuan nilai *minimum support* dan *minimum confidence* dibebaskan sesuai dengan kebutuhan. Sebagai contoh, bila ingin menemukan data-data yang memiliki hubungan asosiasi yang kuat, *minimum support* dan *minimum confidence* bisa diberi nilai yang tinggi. Sebaliknya, bila ingin melihat banyaknya variasi data tanpa terlalu mempedulikan kuat atau tidaknya hubungan asosiasi antara datanya, nilai minimum-nya dapat diisi rendah.

2.3 Tata Letak

Menurut Santoso & Rainisa (2020), terdapat 4 prinsip area penyimpanan dalam tata letak, yaitu :

1. Popularitas (*popularity*)

Pareto 15/85 yang berarti 85 perputaran (*turnover*) dihasilkan dari 15% material yang disimpan. Untuk memaksimalkan *throughput* 15% material yang populer harus disimpan sedemikian rupa sehingga jarak perpindahan minimum.

2. Kemiripan (*similarity*)

Barang yang pada umumnya diterima dan/atau dikirim bersama sebaiknya disimpan bersama. Diterima bersama dapat berarti kemungkinan dari vendor yang sama maka harus disimpan bersama dengan penyimpanan dan metode *handling* yang mirip. Dikirim bersama dapat berarti membeli sekelompok produk atau digunakan untuk memproduksi produk yang sama juga meminimasi kesalahan pengambilan order dan meminimasi kesalahan pengiriman.

3. Ukuran (*size*)

Filosofi ukuran mengusulkan bahwa barang yang berat, *bulk*, susah untuk ditangani harus disimpan dekat dengan titik penggunaan. Barang yang berat biasanya disimpan di area dengan atap rendah dan sebaliknya barang yang ringan disimpan di area dengan atap yang tinggi.

4. Karakteristik (*characteristic*)

Karakteristik material suatu produk seringkali membutuhkan cara penanganan dan penyimpanan yang berbeda dengan ketiga prinsip yang telah dijelaskan. Karakteristik material tersebut yaitu:

– *Perishable Materials*

Produk yang mudah kedaluwarsa atau mudah busuk membutuhkan lingkungan yang terkontrol dengan baik.

– *Oddly Shaped and Crushable Items*

Produk dengan bentuk tak biasa membutuhkan penanganan yang berbeda sedangkan produk yang mudah hancur atau mudah hancur dalam keadaan tertentu.

– *Hazardous Materials*

Material seperti cat, pernis, dan bahan kimia yang mudah terbakar membutuhkan tempat penyimpanan yang terpisah.

– *Security Items*

Material atau produk yang memiliki nilai yang lebih tinggi dari yang produk lain sebaiknya ditempatkan di tempat yang terpisah dan memiliki sistem pengamanan.

– *Compatibility*

Beberapa produk tidak membutuhkan tempat penyimpanan khusus namun dapat dengan mudah menyerap dan dengan mudah terkontaminasi. Produk-produk seperti ini ditempatkan di tempat yang terpisah.

Selain itu, ada juga kebijakan lokasi penyimpanan (Tompkins et al, 2010), yaitu:

1. Kebijakan lokasi penyimpanan tertentu (*dedicated storage location policy*)
Penyimpanan *dedicated* juga dapat disebut penyimpanan slot tetap, termasuk penugasan dari lokasi penyimpanan spesifik atau penyimpanan yang sudah ditentukan untuk setiap produk yang disimpan.
2. Kebijakan lokasi penyimpanan *random* (*randomized storage location policy*)
Penyimpanan *random* didefinisikan jika beban tiba di lokasi penyimpanan maka akan ditempatkan di lokasi paling dekat dari lokasi yang mungkin.
3. Kebijakan lokasi penyimpanan tertentu dan berdasarkan kelas (*class-based dedicated storage location policy*)
Produk dibagi menjadi 3, 4 atau 5 kelas berdasarkan rasio *throughput* ke penyimpanan. Produk yang termasuk *fast movers* dimasukkan ke dalam kategori kelas 1, berikutnya adalah produk kelas 2, kemudian kelas 3, dan seterusnya.
4. Kebijakan lokasi penyimpanan berbagi (*shared storage location policy*)
Dalam usaha untuk mengurangi kebutuhan ruang penyimpanan untuk *dedicated storage*, banyak manajer *warehouse* menggunakan variasi dari *dedicated storage* dalam penugasan produk. Secara khusus, produk yang berbeda menggunakan slot penyimpanan yang sama, meskipun hanya 1 produk menempati slot saat ditempati.

Pada tahap pengolahan tata letak, penulis menggunakan kebijakan lokasi penyimpanan tertentu (*dedicated storage location policy*) untuk memperbaiki tata letak gudang PD Andika. Menurut Francis, et al (1992), langkah-langkah penentuan lokasi penyimpanan dengan *dedicated storage*, yaitu sebagai berikut :

1. Menentukan kebutuhan ruangan (*Space requirements*)
Dengan metode *dedicated storage*, produk ditugaskan ke lokasi tertentu. Jumlah lokasi harus sebanding dengan tingkat maksimum persediaan dari semua produk yang ada. Jika gudang menyimpan beragam produk, maka ruang yang dibutuhkan setara dengan jumlah dari kebutuhan gudang maksimum dari masing-masing produk. Pendekatan yang dapat digunakan untuk menentukan ukuran gudang adalah pendekatan *service level*.
2. Menetapkan produk ke lokasi penyimpanan/pengambilan
Dengan metode *dedicated storage*, penetapan produk ke lokasi penyimpanan/pengambilan merupakan suatu usaha untuk meminimasi waktu yang dibutuhkan untuk proses penyimpanan dan pengambilan barang di gudang. Masalah penugasan dengan *dedicated storage* dinyatakan dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Minimasi } f(x) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^s \frac{T_j}{S_j} [P_{i,j} d_{i,k} X_{j,k}] \quad (3)$$

Subject to

$$\sum_{j=1}^n X_{j,k} = 1, \quad k = 1, 2, \dots, s \quad (4)$$

$$\sum_{k=1}^s X_{j,k} = S_j, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

$$X_{j,k} = (0, 1) \quad \text{untuk semua } j \text{ dan } k \quad (6)$$

Dimana :

s = jumlah lokasi penyimpanan

n = jumlah produk

m = jumlah pintu

T_j = jumlah perjalanan untuk setiap produk

PERBAIKAN TATA LETAK GUDANG (Fany A., dkk)

- S_j = kebutuhan penyimpanan untuk produk j , dinyatakan dalam jumlah slot penyimpanan
 $P_{i,j}$ = persentase perjalanan storage untuk produk j dari/ke titik *input/output* (I/O) i
 $d_{j,k}$ = jarak yang dibutuhkan untuk perjalanan antara titik I/O j dengan lokasi *storage* k
 $X_{j,k}$ = angka 1 menunjukkan jika produk j diletakkan pada lokasi k
= angka 0 menunjukkan jika produk tidak diletakkan $f(x)$ = jarak rata-rata yang ditempuh

Ketika persentase pintu dan lokasi penyimpanan/pengambilan untuk seluruh produk adalah sama, maka untuk menghasilkan solusi yang optimal digunakan ketentuan sebagai berikut:

- i. Urutkan produk berdasarkan T_j dan S_j , yaitu seperti berikut :

$$\frac{T_1}{S_1} \geq \frac{T_2}{S_2} \geq \dots \geq \frac{T_n}{S_n} \quad (7)$$

- ii. Hitung nilai f_k untuk semua lokasi penyimpanan, dimana:

$$f_k = \sum_{i=1}^m p_i d_{ik} \quad (8)$$

- iii. Alokasikan produk 1 ke lokasi storage S_1 yang memiliki nilai jarak rata-rata tempuh $f(x)$ terkecil, penugasan produk 2 ke lokasi *storage/warehouse* S_2 yang memiliki nilai f_x terkecil berikutnya, dan seterusnya.

Untuk membandingkan tata letak aktual dan usulan, perlu dihitung jarak lokasi penyimpanan produk dari pintu pada tata letak aktual serta usulan. Menurut Tompkins, et al (2010), apabila terdapat dua buah stasiun kerja/departemen i dan j yang koordinatnya ditunjukkan sebagai (x,y) dan (a,b) , maka untuk menghitung jarak antara dua titik tengah d_{ij} dapat dilakukan beberapa metode, yaitu :

- *Rectilinear Distance*

Jarak diukur sepanjang lintasan dengan menggunakan garis tegak lurus (*rectilinear*) satu dengan yang lainnya. sebagai contoh adalah material yang berpindah sepanjang gang (*aisle*) di pabrik. Rumusnya adalah :

$$d_{ij} = [x - a] + [y - b] \quad (9)$$

- *Euclidean Distance*

Jarak diukur sepanjang lintasan garis lurus antara dua buah titik. Jarak *euclidean* dapat diilustrasikan sebagai *conveyor* lurus yang memotong dua buah stasiun kerja. Rumusnya adalah sebagai berikut:

$$d_{ij} = \sqrt{[(x - a)^2 + (y - b)^2]} \quad (10)$$

- *Squared Euclidean Distance*

Jarak diukur sepanjang lintasan sebenarnya yang melintas antara dua buah titik. Sebagai contoh, pada sistem terkendali (*guided vehicle system*), kendaraan dalam perjalanannya harus mengikuti arah-arah yang sudah ditentukan pada jaringan lintasan terkendali. Oleh karena itu, jarak lintasan aliran bisa lebih panjang dibandingkan dengan *rectilinear* atau *euclidean*. Rumusnya adalah :

$$d_{ij} = (x - a)^2 + (y - b)^2 \quad (11)$$

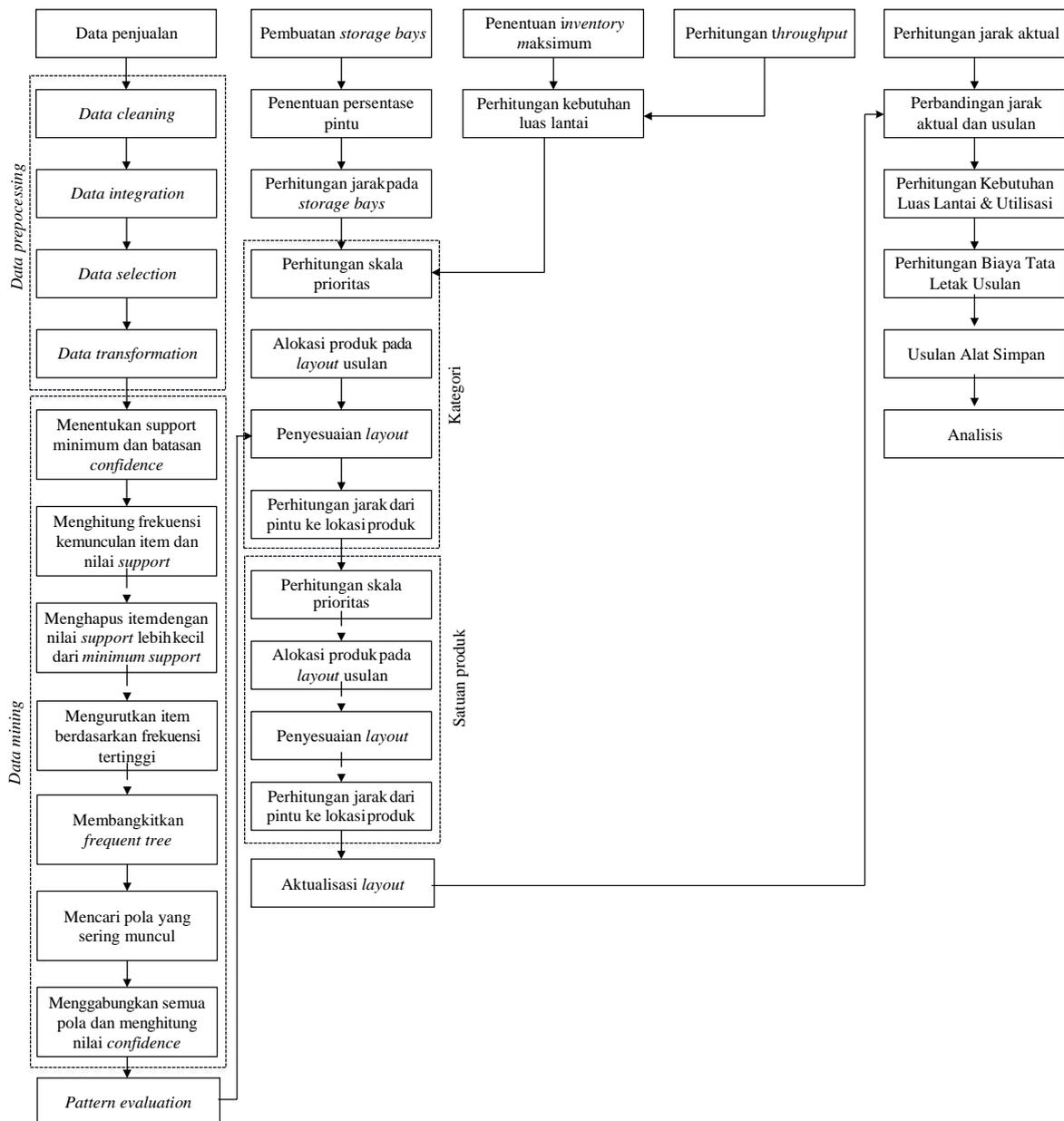
Menurut Richards (2014), aspek penting dari tata letak gudang adalah lebar lorong. Ini adalah jarak antara palet di rak yang berdekatan. Untuk memastikan keamanan, kita perlu menghitung jarak antara palet setelah diletakkan di rak. Jarak aman 100 mm dari masing-masing sisi (total 200 mm) dari palet tipikal perlu ditambahkan untuk memastikan pengambilan dan pengambilan palet yang cepat.

Aspek penting lainnya adalah perpindahan material, dimana perpindahan diartikan sebagai perpindahan, pengangkatan menyerah-terimakan dan penyimpanan material atau barang (Apple, 1990). Menurut Bowersox, et al (2002), penanganan bahan (*material handling*) merupakan kunci kegiatan logistik yang tidak bisa diabaikan. Menurut Warman (2012), memindahkan barang dari sesuatu tempat, berhenti di tempat lain kemudian berpindah lagi adalah persoalan yang umum terjadi sebagai akibat dari adanya kebutuhan.

Produk yang dipindahkan akan menimbulkan ongkos dalam perpindahan yaitu yang biasanya disebut dengan ongkos *material handling*. Menurut Sotalaksana (1997), ongkos *material handling* adalah suatu ongkos yang muncul akibat adanya aktivitas material dari satu mesin ke mesin lain atau satu departemen ke departemen lain yang besarnya ditentukan sampai dengan titik tertentu. Tujuan ongkos *material handling* yaitu untuk memelihara atau mengembangkan kualitas produk, meminimalkan kerusakan dan memberikan perlindungan pada material.

3. Metodologi Penelitian

Berikut ini merupakan bagan metodologi pengolahan data yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 : Bagan Pengolahan Data

Sebelum melakukan pencarian pola, data yang digunakan harus melalui beberapa proses (*preprocessing*) terlebih dahulu agar dapat meningkatkan kualitas data, konsistensi dan dapat mempermudah proses *data mining*. Tahap *preprocessing* terdiri dari *data cleaning*, *data integration*, *data selection* dan *data transformation*. *Data cleaning* dilakukan untuk melengkapi kekurangan data (*missing values*) seperti menambahkan atribut baru yang tidak ada pada data awal serta

PERBAIKAN TATA LETAK GUDANG (Fany A., dkk)

menghilangkan kerancuan (*noisy*) seperti mengurutkan data berdasarkan nomor transaksi agar memudahkan dalam pembacaan. *Data integration* dilakukan dengan mengumpulkan data dari berbagai sumber yang ada. Pada tahap *data selection*, atribut data pada data penjualan yang sesuai dengan kebutuhan untuk mencari pola akan dipilih (*selection*). Sedangkan pada tahap *data transformation*, bentuk dari data awal diubah sesuai dengan yang diperlukan saja, seperti menghapus atribut-atribut yang tidak digunakan dalam pengolahan data agar memudahkan dalam pengerjaan.

Sebelum data diolah, dilakukan penentuan nilai minimum *support* dan batasan *confidence* untuk menentukan data mana saja yang bisa diolah untuk proses selanjutnya. Data transaksi yang sudah melalui tahap *preprocessing* akan dihitung nilai frekuensinya dan akan dihapus *item* yang memiliki nilai *support* di bawah nilai minimum *support*. Selanjutnya dibentuklah *frequent tree* untuk mencari pola yang sering muncul dalam keseluruhan transaksi. Pola yang didapat akan dihitung nilai *confidence*-nya sehingga terbentuk pola pembelian konsumen yang diterjemahkan kembali ke dalam bahasa yang mudah dipahami pada tahap *pattern evaluation*.

Untuk pembuatan tata letak usulan, pola pembelian konsumen tersebut digunakan untuk menentukan jenis produk mana saja yang harus diletakkan berdekatan pada tahap penyesuaian tata letak berdasarkan kategori. Hasil pengolahan tata letak usulan akan dibuktikan melalui perbandingan jarak tata letak aktual dan usulan. Serta ada juga pengusulan alat simpan agar produk lebih awet dan tidak mudah rusak.

4. Pembahasan

4.1 Pencarian Data Mining

4.1.1 Data Preprocessing

1) Data Cleaning

Sebelum proses data mining dapat dilakukan, perlu adanya proses *cleaning data*. Pada tahap ini ditambahkan atribut kategori karena atribut tersebut yang akan dijadikan acuan pencarian pola seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 : Data Penjualan Setelah Tahap *Data Cleaning*

No Transaksi	No Item	Keterangan	Kategori	Quantity	Harga Jual	Total
TJ00000001	KAPAPM2	Kapal Api Mix (renceng)	BP	1,00	10.000	10.000
TJ00000001	TESEBI	Terigu Segitiga Biru@kg(pcs)	BP	1,00	9.500	9.500
TJ00000002	BEN1151	Bendera Kotak 115ml (pcs)	MN	2,00	2.500	5.000
TJ00000002	8998989501125	GG Merah12 (bks)	RK	2,00	12.000	24.000
TJ00000002	8998989100120	Gudang Garam Filter (BKS)	RK	2,00	16.200	32.400
TJ00000002	8998989121163	Korea sabun Glow Yuzu 85gr	UN	2,00	14.350	28.700
TJ00000002	PLKRENC	Pegelinu Komplit (PLK)	OB	1,00	20.000	20.000
TJ00000002	8998898101447	Tolak Angin Cair dewasa (12)	OB	1,00	30.000	30.000
TJ00000003	DS122	Djarum Super 12 (slop)	RK	1,00	157.000	157.000
TJ00000003	LEMIN	Le Minerale 600ml (24) DUS	MN	4,00	39.000	156.000

2) Data Integration

Pada tahap ini berbagai sumber data yang menunjang penelitian digabungkan (*integration*). Akan tetapi dalam penelitian ini hanya didapatkan data dari satu sumber, sehingga tahap ini tidak dilakukan dalam penelitian.

3) Data Selection

Atribut yang dipilih penulis dalam pencarian pola asosiasi adalah atribut kategori yang telah ditambahkan pada tahap *data cleaning*. Pada *data selection* biasanya ada pemilihan beberapa kategori dengan dengan jumlah transaksi terbesar agar kategori yang diperhatikan tidak terlalu banyak, tetapi pada penelitian ini karena hanya ada 11 kategori maka tahap ini dapat dihilangkan.

4) Data Transformation

Pada tahap ini, tabel data penjualan akan diubah bentuknya sesuai dengan data yang diperlukan untuk diolah. Dalam hal ini, hanya diperlukan atribut no. transaksi dan kategori saja, sehingga atribut yang lainnya dapat dihilangkan. Selain itu, data penjualan diubah bentuknya menjadi bentuk matriks seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 : Data Penjualan dalam Bentuk Matriks

No Transaksi	Kategori									
	MN	RK	UN	OB						
TJ00000002	MN	RK	UN	OB						
TJ00000003	RK	MN								
TJ00000005	BP	MN	MK	AP	SMU	UN				
TJ00000006	AP	MN								
TJ00000007	BP	RK	MN	SMU	MK					
TJ00000008	BP	MN	MK							
TJ00000009	BP	AP	RK	MK						
TJ00000010	RK	MN	MK	BP	UN	SMU	AP	OB		
TJ00000011	BP	SMU	MK	UN						
TJ00000013	RK	MN	MK	SMU	BP	AP	OB	UN	KS	
TJ00000017	BP	RK	SMU	AP						
TJ00000020	MN	BP	UN	MK	SMU	AP	ATK	OB		
TJ00000021	RK	RK	MK							
TJ00000022	OB	RK	MK	MK						
TJ00000023	MN	RK	BP	MK	UN					

4.1.2 Data Mining

Data mining yang dilakukan penulis menggunakan metode *frequent pattern growth* untuk menentukan kategori mana saja yang sering muncul bersamaan (*frequent itemset*). Penulis menentukan nilai *minimum support* sebesar 50% dan nilai *minimum confidence* sebesar 60%. Untuk menghitung nilai *support*, diperlukan perhitungan frekuensi munculnya setiap kategori terlebih dahulu. Berikut ini adalah hasil perhitungan frekuensi dan nilai *support* untuk setiap kategori yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3 : Perhitungan Nilai Support

Kategori	Frekuensi	Support	% Support
AP	2.092	0,352	35,2%
ATK	334	0,056	5,6%
BP	4.537	0,763	76,3%
JS	2	0,000	0,0%
KS	797	0,134	13,4%
MK	3.327	0,560	56,0%
MN	4.262	0,717	71,7%
OB	2.112	0,355	35,5%
RK	3.305	0,556	55,6%
SMU	2.501	0,421	42,1%
UN	1.368	0,230	23,0%

Contoh perhitungan kategori AP:

$$\begin{aligned}
 \text{Support (AP)} &= \frac{\text{Jumlah Transaksi Mengandung AP}}{\text{Total Transaksi}} \\
 &= \frac{2.092}{5.945} \\
 &= 0,352
 \end{aligned}$$

Kategori yang memiliki nilai *support* lebih kecil dari nilai *minimum support* akan dihilangkan dan tidak akan digunakan pada tahap selanjutnya. Setelah ditentukan kategori terpilih, data penjualan akan diubah dalam bentuk matriks dan diurutkan berdasarkan frekuensi kategori yang paling tinggi seperti terlihat pada Tabel 4

Tabel 6 : Perhitungan Nilai *Confidence*

No	Jika	Maka	% <i>Support</i>	<i>Confidence</i>	% <i>Confidence</i>
1	MN	BP	71,69%	0,914	91,4%
2	BP	MN	76,32%	0,831	83,1%
3	MK	MN	55,96%	0,691	69,1%
4	MN	MK	71,69%	0,518	51,8%
5	MK	BP	55,96%	0,673	67,3%
6	BP	MK	76,32%	0,459	45,9%
7	RK	MK	55,59%	0,425	42,5%
8	MK	RK	55,96%	0,483	48,3%
9	RK	MN	55,59%	0,579	57,9%
10	MN	RK	71,69%	0,494	49,4%
11	RK	BP	55,59%	0,571	57,1%
12	BP	RK	76,32%	0,443	44,3%

Contoh perhitungan No 1 :

$$\begin{aligned}
 \text{Confidence (MN} \rightarrow \text{BP)} &= \frac{\text{Jumlah Transaksi Mengandung MN dan BP}}{\text{Jumlah Transaksi Mengandung MN}} \\
 &= \frac{3.913}{4.279} \\
 &= 0,914
 \end{aligned}$$

4.1.3 *Pattern Evaluation*

Kategori yang memiliki nilai *confidence* di bawah *minimum confidence* akan dihilangkan. Selanjutnya dilakukan penerjemahan data ke dalam bahasa yang lebih mudah dipahami. Nilai *support* juga ditunjukkan untuk mengetahui frekuensi kemunculan setiap kategori yang dibeli konsumen dari keseluruhan transaksi.

1. MN → BP

Artinya adalah jika pelanggan membeli produk pada kategori MN (minuman), maka pelanggan juga akan membeli produk pada kategori BP (bahan pokok) dengan nilai *support* 71,69% dan nilai *confidence* 91,45%.

2. BP → MN

Artinya adalah jika pelanggan membeli produk pada kategori BP (bahan pokok), maka pelanggan juga akan membeli produk pada kategori MN (minuman) dengan nilai *support* 76,32% dan nilai *confidence* 83,08%.

3. MK → MN

Artinya adalah jika pelanggan membeli produk pada kategori MK (makanan), maka pelanggan juga akan membeli produk pada kategori MN (minuman) dengan nilai *support* 55,96% dan nilai *confidence* 69,08%.

4. MK → BP

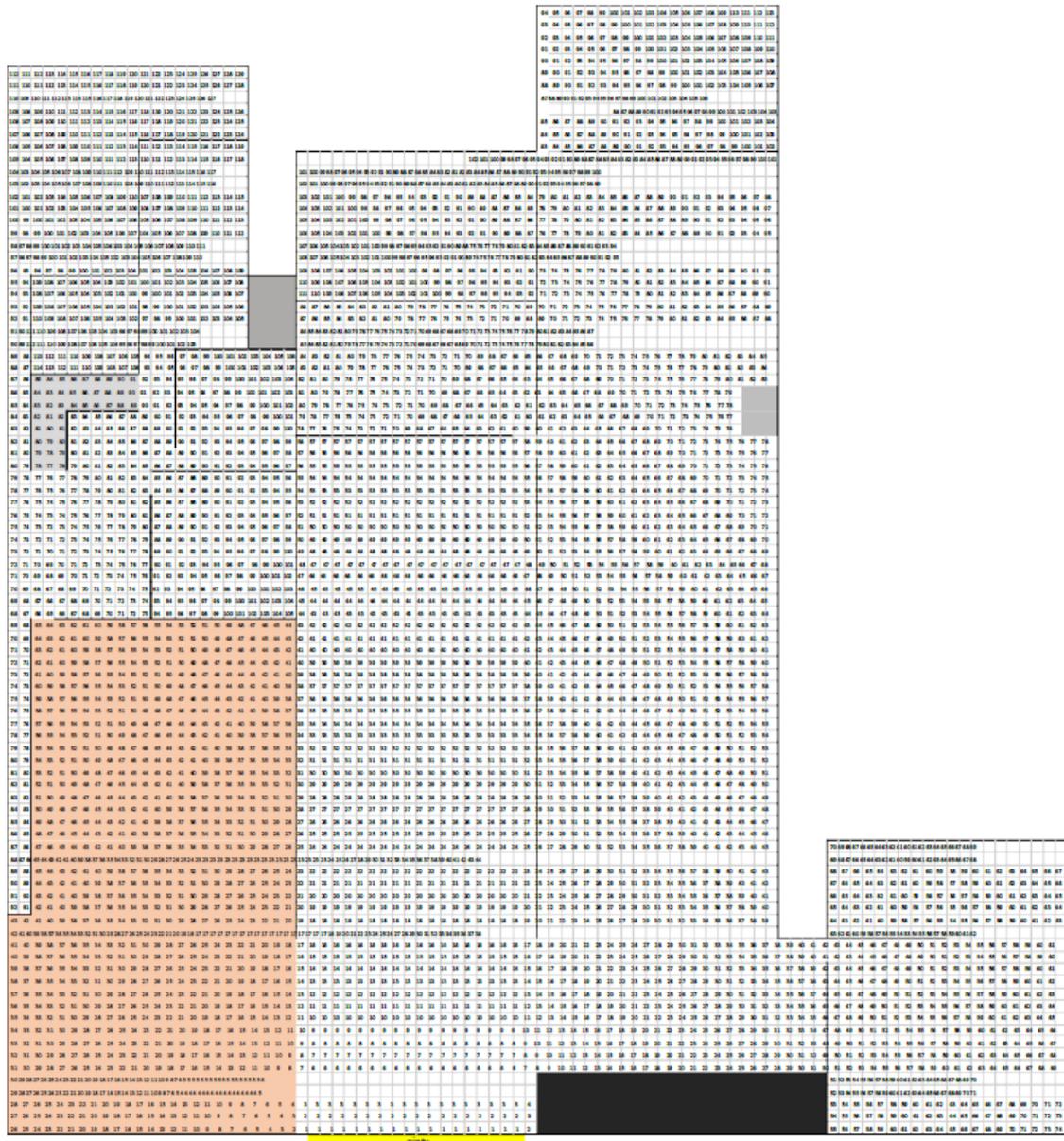
Artinya adalah jika pelanggan membeli produk pada kategori MK (makanan), maka pelanggan juga akan membeli produk pada kategori BP (bahan pokok) dengan nilai *support* 55,96% dan nilai *confidence* 67,3%.

4.2 *Pembuatan Tata Letak Usulan*

Pembuatan tata letak usulan menggunakan metode *dedicated storage* dengan prinsip *popularity*, *similarity*, *size*, dan *characteristic* yang didapatkan pada tahap pencarian *data mining*. Prinsip *popularity* dilihat berdasarkan produk yang sering keluar-masuk gudang seperti produk dengan kategori MN. Prinsip *similarity* dilihat berdasarkan hasil *data mining*, seperti kategori BP dan MN yang sering dibeli bersamaan oleh konsumen. Sedangkan untuk prinsip *size* dan *characteristic* dilihat berdasarkan produk yang kecil dan ringan seperti popok bayi diletakkan di lantai 2.

a. Pembuatan *storage bays* dan perhitungan jarak

PERBAIKAN TATA LETAK GUDANG (Fany A., dkk)



Gambar 3 : Storage Bays Lantai 1

Pembuatan *storage bays* dilakukan untuk mengetahui jumlah lokasi penyimpanan produk dengan mencari ukuran terkecil dari tata letak aktual dan ukuran alat simpan yaitu 0,3 m x 0,3 m. Selanjutnya, dihitunglah jarak pada setiap kotak yang ada di *storage bays* dengan mengalikan persentase pintu dengan jarak pada setiap kotak.

b. Perhitungan Luas Lantai

Perhitungan luas lantai perlu dihitung terlebih dahulu untuk masing-masing produk. Produk-produk dengan tipe yang sama namun beda variasi, seperti misalnya Susu Bendera kotak dengan rasa coklat dan *strawberry*, akan digabungkan penyimpanannya dalam satu alat simpan, sehingga perhitungan kebutuhan luas lantainya digabungkan. Berikut ini contoh hasil perhitungan luas lantainya pada Tabel 7.

Tabel 7. Perhitungan Luas Lantai

No	No Item	Kategori	Inventory Maks Satuan Terkecil	Isi Dalam Satuan Barang Datang	Inventory Maks Dalam Satuan Barang Datang	Inventory Maks Dalam Satuan Barang Datang Gabungan	Dimensi Kedadangan Produk (cm)			Berat Barang Datang (kg)	Satuan Barang Datang	Alat Simpan	Tinggi Tumpukan Maks (cm)	Dimensi Alat Simpan (cm)			Kapasitas Alat Simpan Volume			Kapasitas Alat Simpan Berat			Terpilih	Jumlah Alat Simpan		Luas Lantai (cm ²)	Allowance 30% (cm ²)	Total Luas Lantai (cm ²)
							p	l	t					p	l	t	h	v	total	kap max	dec	Round down		dec	Round up			
4	ABCSUS3	MN	614	12	52	52	39,0	19,5	20,0	4	Dus	Kardus	200	90	90	2	8	9	72	750	214	214	72	1	1	8.100	2.430	10.530
5	ABCWIN2	MN	737	15	50	50	38,0	26,0	16,0	3	Dus	Kardus	200	90	90	2	6	12	72	750	259	259	72	1	1	8.100	2.430	10.530
14	BEN1153	MN	3.020	36	84	140	23,0	34,7	7,8	2	Dus	Kardus	200	90	90	2	6	25	150	750	326	326	150	1	1	8.100	2.430	10.530
15	BENK115S	MN	1.998	36	56																							
6	ADECK	MN	1.172	24	49	49	26,3	40,2	14,0	9	Dus	Kardus	200	90	90	2	6	14	84	700	81	81	81	1	1	8.100	2.430	10.530
7	ADEMS	MN	591	24	25	25	25,0	36,5	23,0	4	Dus	Kardus	200	90	90	2	6	8	48	750	170	170	48	1	1	8.100	2.430	10.530
25	CHABF	AP	320	48	7	7	35,3	16,9	26,3	7	Dus	Kardus	200	90	90	2	10	7	70	750	113	113	70	0	1	8.100	2.430	10.530
36	EMW2P	AP	224	24	10	10	54,0	19,3	38,7	7	Dus	Kardus	200	90	90	2	4	5	20	750	106	105	20	1	1	8.100	2.430	10.530
18	BFSC2	AP	315	24	14	14	54,4	39,4	44,7	6	Dus	Kardus	200	90	90	2	2	4	8	750	125	125	8	2	2	16.200	4.860	21.060
24	CFE20030	MK	919	30	31	31	31,0	35,0	30,0	2	Dus	Kardus	200	90	90	2	4	6	24	750	493	493	24	1	2	16.200	4.860	21.060
26	CHIFF	MK	671	40	17	17	33,0	54,0	33,0	1	Dus	Kardus	200	90	90	2	2	6	12	750	517	517	12	1	2	16.200	4.860	21.060
43	GULAKU1	BP	216	24	9	14	42,3	30,3	22,5	25	Dus	Kardus	200	90	90	2	4	8	32	750	30	30	30	0	1	8.100	2.430	10.530
44	GULATE1	BP	108	24	5																							
74	LIFREL1	AP	82	48	2	2	52,0	29,0	39,0	7	Dus	Kardus	200	90	90	2	3	5	15	750	104	104	15	0	1	8.100	2.430	10.530
75	LIFREM1	AP	248	48	6	6	51,0	28,0	38,0	7	Dus	Kardus	200	90	90	2	3	5	15	750	107	107	15	0	1	8.100	2.430	10.530
110	PULP24	MN	609	24	26	26	50,0	30,0	15,0	7	Dus	Kardus	200	90	90	2	3	13	39	750	115	115	39	1	1	8.100	2.430	10.530
111	PULPY8	MN	124	12	11	11	17,5	24,5	18,3	4	Dus	Kardus	200	90	90	2	15	10	150	750	182	182	150	0	1	8.100	2.430	10.530
49	INDOAB3	MK	782	40	20	99	20,0	33,5	24,0	4	Dus	Kardus	200	90	90	2	8	8	64	750	214	214	64	2	2	16.200	4.860	21.060
48	INDGOS3	MK	1.902	40	48																							
50	INDSM	MK	596	40	15																							
51	INDSPA3	MK	638	40	16																							
64	KOTPCA	MN	161	12	14	76	37,5	21,5	18,2	3	Dus	Kardus	200	90	90	2	8	10	80	750	284	284	80	1	1	8.100	2.430	10.530
68	KTOR	SMU	280	10	28																							
160	TOPWHITE	MN	334	10	34																							
72	LARBAK3	MN	4.002	24	167	167	27,0	40,5	12,0	8	Dus	Kardus	200	90	90	2	6	16	96	750	88	88	88	2	2	16.200	4.860	21.060
71	LAR2003	MN	1.700	48	36	36	28,3	37,0	20,0	11	Dus	Kardus	200	90	90	2	6	9	54	750	67	67	54	1	1	8.100	2.430	10.530
82	MAPL1	AP	2.710	120	23	23	44,0	30,0	42,0	7	Dus	Kardus	200	90	90	2	6	4	24	750	107	107	24	1	1	8.100	2.430	10.530
96	MPSL1	AP	2.102	120	18	18	43,0	29,0	41,0	7	Dus	Kardus	200	90	90	2	6	4	24	750	107	107	24	1	1	8.100	2.430	10.530
94	MMPS1	AP	648	120	6	6	42,0	28,0	40,0	7	Dus	Kardus	200	90	90	2	6	4	24	750	107	107	24	0	1	8.100	2.430	10.530
95	MPPXL	AP	1.123	120	10	10	45,0	31,0	43,0	7	Dus	Kardus	200	90	90	2	4	4	16	750	107	107	16	1	1	8.100	2.430	10.530
79	MAFI122	RK	3.228	100	33	33	30,5	39,9	27,5	4	Dus	Kardus	200	90	90	2	4	7	28	750	188	187	28	1	2	16.200	4.860	21.060
83	MARFBL1	RK	3.290	100	33	33	50,0	25,0	57,0	5	Dus	Kardus	200	90	90	2	3	3	9	750	158	157	9	4	4	32.400	9.720	42.120
91	MISSUA3	SMU	4.581	24	191	254	38,0	20,0	23,0	3	Dus	Kardus	200	90	90	2	8	8	64	750	235	234	64	4	4	32.400	9.720	42.120
92	MISSUG3	SMU	1.010	24	43																							
93	MISSUK3	SMU	467	24	20																							

c. Perhitungan Skala Prioritas

Perhitungan skala prioritas berdasarkan pada prinsip *popularity*, *similarity*, *size*, dan *characteristic* yang dikelompokkan berdasarkan kategori dan produknya. Perusahaan memiliki keterbatasan lahan pada lantai 1, maka perusahaan menetapkan produk yang diletakkan di lantai 2 adalah produk yang ringan. Produk ringan yaitu produk yang memiliki berat maksimal 5 kg. Berikut ini adalah hasil perhitungan skala prioritas yang dapat dilihat pada Tabel 8.

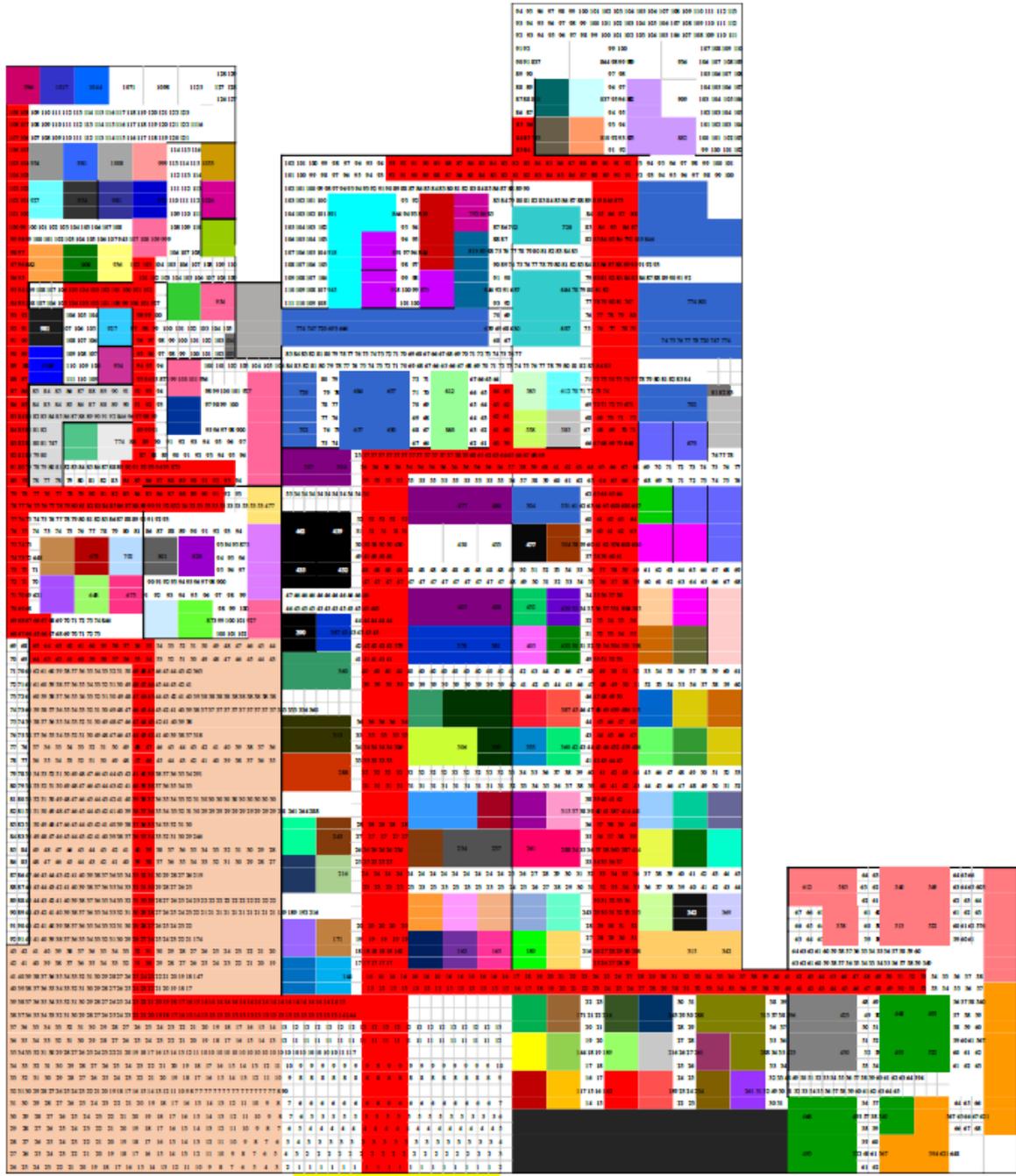
PERBAIKAN TATA LETAK GUDANG (Fany A., dkk)

Tabel 8. Perhitungan Skala Prioritas

No	No Item	Kategori	Total Luas Lantai (cm ²)	Dimensi Alat Simpan (cm)		Storage Bays	S	T	T/S	Total T/S (Kategori)	Rank Total T/S (Kategori)	Total T/S (Produk)	Rank Total T/S (Produk)	Warna
				P	L									
25	CHABF	AP	8.100	90	90	8.100	1	63	63	856	6	63	5	
36	EMW2P		8.100	90	90	8.100	1	40	40			40	9	
18	BFSC2		16.200	90	90	8.100	2	41	20,5			20,5	17	
74	LIFREL1		8.100	90	90	8.100	1	32	32			32	13	
75	LIFREM1		8.100	90	90	8.100	1	31	31			31	14	
82	MAPL1		8.100	90	90	8.100	1	36	36			36	12	
96	MPSL1		8.100	90	90	8.100	1	47	47			47	7	
94	MMPS1		8.100	90	90	8.100	1	25	25			25	15	
95	MPPXL		8.100	90	90	8.100	1	21	21			21	16	
184	SUN220		8.100	90	90	8.100	1	80	80			80	3	
149	SWPL1		8.100	90	90	8.100	1	36	36			36	11	
133	SFPS1		8.100	90	90	8.100	1	44	44			44	8	
181	BERAS50		48.600	90	90	8.100	6	63	11			11	19	
186	CONFI		8.100	90	90	8.100	1	36	36			36	10	
34	DOW25		8.100	90	90	8.100	1	107	107			107	1	
66	KSELE		24.300	90	90	8.100	3	42	14			14	18	
179	KORDUR		8.100	90	90	8.100	1	70	70			70	4	
65	KSASM		8.100	90	90	8.100	1	84	84			84	2	
73	LAURI		8.100	90	90	8.100	1	59	59			59	6	

d. Alokasi Produk pada Tata Letak Gudang Usulan

Alokasi ini dilakukan berdasarkan kategori terlebih dahulu dan dilakukan penyesuaian tata letak berdasarkan kategori dengan mengaitkan pola yang didapatkan pada data mining. Setelah itu, dilakukan alokasi per-satuan produk. Alokasi produk dilakukan dengan memilih jarak terpendek. Berikut ini adalah hasilnya pada Gambar 4.



Gambar 4 : Alokasi Produk Lantai 1

4.3 Perbandingan Jarak Perpindahan pada Tata Letak Saat ini dan Usulan

Perbandingan total jarak perpindahan produk pada tata letak saat ini dan tata letak usulan disajikan dalam Tabel 9.

Tabel 9 : Perbandingan Jarak

Tata Letak	Jarak (m)	Selisih (m)	Persentase
Saat Ini	5.436,671	4.204,883	77,343%
Usulan	1.231,788		

Dari Tabel 9 terlihat bahwa total jarak perpindahan produk pada tata letak usulan relatif lebih pendek dibandingkan dengan total jarak perpindahan produk pada tata letak saat ini.

4.4 Perhitungan Kebutuhan Luas Lantai dan Utilisasi

Kebutuhan luas lantai total terdiri dari luas lantai produk, luas gang, dan luas toko. Perbandingan kebutuhan luas lantai dan utilisasi lahan antara tata letak saat ini dan usulan dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10 : Perhitungan Kebutuhan Luas Lantai dan Utilisasi

Tata Letak	Kebutuhan Luas (m ²)	Luas Tersedia (m ²)	Utilisasi
Saat Ini	495,080	579,51	85,431%
Usulan	516,526		89,132%

Contoh perhitungan utilisasi tata letak saat ini :

$$\begin{aligned}
 \text{Utilisasi} &= \frac{\text{kebutuhan luas}}{\text{luas tersedia}} \times 100\% \\
 &= \frac{495,080}{579,51} \times 100\% \\
 &= 85,431\%
 \end{aligned}$$

Dari Tabel 10 terlihat bahwa utilisasi lantai gudang yang tersedia saat ini pada tata letak usulan lebih tinggi dibandingkan dengan pada tata letak saat ini.

4.5 Usulan Alat Simpan

Perusahaan sudah merencanakan untuk menggunakan alat simpan baru, sehingga penulis mengusulkan untuk menggunakan alas kardus berukuran 90 x 90 cm dengan tinggi 2 cm. Alasan penggunaan kardus karena perusahaan memiliki banyak stok kardus tidak terpakai, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai alat simpan tanpa harus mengeluarkan biaya lagi untuk membeli alat simpan baru.

4.6 Analisis

4.6.1 Tata Letak Saat Ini

Produk yang datang akan ditempatkan secara *random*, sehingga produk dengan merek yang sama dapat berada di beberapa tempat yang berbeda. Selain itu, kategori produk yang sering dibeli secara bersamaan diletakkan berjauhan yang membuat para pekerja harus menempuh jarak yang panjang. Dalam peletakkan satuan produk kategori minuman, terlihat juga pada skala prioritas bahwa prioritas pertama adalah produk kopi Top, tetapi produk tersebut diletakkan di bagian belakang dan jauh dari pintu yang membuat pegawai harus menempuh jarak yang cukup jauh.

Produk dalam kemasan dus juga langsung diletakkan di lantai tanpa adanya alat penyimpanan yang dapat menyebabkan resiko dus menjadi lembab dan rusak menjadi lebih tinggi. Selain itu, pada tata letak saat ini ukuran gang berbeda-beda dan sempit yang menyebabkan *trolley* tidak dapat dipakai, sehingga produk dibawa oleh pegawai tanpa alat *material handling*.

4.6.2 Tata Letak Usulan

Tata letak usulan disusun berdasarkan metode *dedicated storage* dengan memperhatikan ukuran, kemiripan, kepopuleran, dan karakteristik produk. Produk disusun berdasarkan kategori yang telah ditetapkan perusahaan dengan melihat pola pembelian pelanggan. Kategori produk yang sering dibeli bersamaan diletakkan bersebelahan agar mempermudah proses pengambilan produk, sehingga jarak tempuhnya juga menjadi lebih pendek.

Di dalam setiap kategori diperhatikan juga frekuensi keluar masuk produk, semakin sering suatu produk keluar dan masuk perusahaan maka produk tersebut akan diletakkan pada jarak terpendek dan terdekat dengan pintu. Dari sisi karakteristik, perusahaan menetapkan produk yang ringan akan diletakkan di lantai 2 karena adanya keterbatasan lahan pada lantai 1.

Penulis juga mengusulkan untuk menggunakan alas dus berukuran 90 cm x 90 cm sebagai alat simpan untuk menghindari resiko dus rusak. Lebar gang utama adalah 120 cm sedangkan lebar gang kecil adalah 60 cm. Menurut Richards (2014), ukuran *allowance* untuk gang pada umumnya adalah 10 cm. Akan tetapi, pada kasus ini penulis hanya menambahkan *allowance* pada gang utama sebesar 9 cm dan *allowance* untuk gang kecil sebesar 7 cm karena adanya keterbatasan lahan.

Gang utama dibuat 2 arah karena gang utama adalah jalur yang paling sibuk dibandingkan gang kecil, sehingga dibutuhkan ukuran gang yang cukup untuk 2 arah. Sedangkan gang kecil dibuat hanya 1 arah karena jalur tersebut tidak terlalu padat seperti gang utama dan terbatasnya lahan yang ada juga tidak cukup untuk dibuat 2 arah. Selain itu, *trolley* juga dapat melakukan manuver pada gang utama maupun gang kecil.

4.6.3 Perbandingan Antara Tata Letak Saat Ini dan Usulan

Perbandingan antara tata letak saat ini dan usulan dapat dibandingkan secara kualitatif dan kuantitatif. Untuk perbandingan secara kuantitatif dilakukan dengan membandingkan perpindahan jarak dan utilisasi lahan seperti yang diperlihatkan pada Tabel 11.

Tabel 11 : Perbandingan Secara Kuantitatif

Tata Letak	Jarak (m)	Utilisasi
Saat Ini	5436,671	85,431%
Usulan	1231,788	89,132%

Dari Tabel 11, terlihat bahwa perpindahan jarak pada tata letak usulan menjadi lebih kecil karena dalam pembuatan tata letak usulan, diperhatikan frekuensi produk. Jika frekuensi suatu produk tinggi, maka akan diletakkan pada jarak terdekat dengan pintu. Utilisasi lahan pada tata letak usulan lebih besar karena mempertimbangkan gang sehingga pengambilan maupun penyimpanan produk menjadi lebih mudah. Untuk perbandingan secara kualitatif dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12 : Perbandingan Secara Kualitatif

Tata Letak	Penyimpanan Produk	Pengambilan dan Penyimpanan Produk	Ukuran Gang	Manuver pada Gang	Alat Material Handling	Ketinggian Penyimpanan Produk Maksimal
Saat Ini	Tidak Pasti	Sulit	1 Arah	Bisa	Tidak Ada	Tidak Ada
Usulan	Pasti	Mudah	2 Arah	Tidak Bisa	<i>Trolley</i>	200 cm

Dari Tabel 12 terlihat bahwa penyimpanan produk pada tata letak usulan adalah pasti, dimana setiap produk memiliki tempat penyimpanannya sendiri, sehingga produk tidak akan bercampur satu dengan yang lainnya. Oleh karena itu, pengambilan dan penyimpanan produk menjadi lebih mudah pula. Selain itu, gang dapat dilewati oleh 2 arah dan *trolley* dapat melakukan manuver karena tata letak usulan mempertimbangkan gang untuk pengambilan dan penyimpanan produk. Alat *material handling* juga dapat digunakan karena ukuran gang sudah menyesuaikan dengan dimensi *trolley*, sehingga bisa melewati gang tersebut. Ketinggian penyimpanan produk maksimal ditentukan agar pekerja mudah dalam pengambilan dan penyimpanan produk.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Kelemahan yang ada pada tata letak produk dalam gudang saat ini antara lain: produk yang sama diletakkan di berbagai tempat berbeda karena tidak adanya lokasi penyimpanan yang pasti, penempatan produk di area gang, dan produk yang sering dibeli bersamaan tidak diletakkan berdekatan. Hal-hal tersebut dikarenakan metode *random* yang diterapkan perusahaan, sehingga menyebabkan jarak perpindahan produk menjadi besar, yaitu sebesar 5.436,671 meter. Di samping itu penempatan produk dalam kemasan dus yang langsung di atas lantai menyebabkan terjadinya kerusakan akibat gangguan rayap.
2. Metode yang digunakan adalah metode *dedicated storage* dengan menerapkan prinsip *popularity, size, similarity* dan *characteristic*. Total jarak perpindahan produk sebesar 1.231,788 m. Selain itu diusulkan pula penggunaan kardus sebagai alas untuk menghindari lembabnya produk yang disimpan, sehingga terhindar dari gangguan rayap.
3. Kelebihan tata letak usulan dibandingkan dengan tata letak saat ini dari segi kuantitatif adalah

PERBAIKAN TATA LETAK GUDANG (Fany A., dkk)

penghematan jarak perpindahan produk sebesar 4.204,883 meter atau 77,343%. Dari segi kualitatif, pengambilan dan peletakan produk dapat dilakukan dengan mudah karena produk sudah memiliki tempat yang pasti dan produk yang sering dibeli konsumen secara bersamaan diletakkan berdekatan.

5.2 Saran

5.2.1 Saran untuk Perusahaan

Beberapa saran yang dapat diberikan untuk perusahaan dalam menerapkan tata letak usulan adalah:

1. Melakukan perubahan tata letak di hari libur pekerja, sehingga tidak mengganggu kegiatan produksi.
2. Memanfaatkan dus-dus yang sudah dimiliki perusahaan saat ini untuk alas produk, sehingga tidak perlu membeli.

5.2.2 Saran untuk Penelitian Selanjutnya

Beberapa saran yang dapat diberikan untuk penelitian lanjutan yang dapat dilakukan yaitu :

1. Sebaiknya perhitungan jarak lokasi penyimpanan produk aktual menggunakan titik pusat sesuai dengan ukuran lokasi penyimpanan masing-masing produk, karena pada penelitian ini tidak diketahui pusat lokasi penyimpanan tiap produk sehingga penulis menggunakan titik pusat produk sesuai dengan tata letak produk ketika penulis datang ke perusahaan, bukan berdasarkan lokasi penyimpanannya.
2. Produk dapat dikelompokkan menggunakan kelompok kategori yang baru, tidak menggunakan 11 kategori yang sudah ada di perusahaan saat ini.
3. Mencoba kombinasi nilai *minimum support* dan *confidence* yang lain agar pola asosiasi yang didapatkan bisa lebih banyak, sehingga hasilnya akan lebih baik.

Daftar Pustaka

- Apple, James M. (1990), *Tata Letak Pabrik dan Pемindahan Bahan*. Bandung, Penerbit ITB.
- Bowersox, D.J., et al. (2013), *Supply Chain Logistics Management. 4th edition*. Singapore, McGraw- Hill.
- Francis, R. L., et al. (1992), *Facility Layout and Location : An Analytical Approach. 2nd edition*. New Jersey, Prentice Hall, Inc.
- Hadiguna, R. A dan Heri Setiawan (2008), *Tata Letak Pabrik*, Yogyakarta, Andi.
- Han, Jiawei dkk. (2006), *Data Mining : Concepts and Techniques*, Morgan Kaufmann.
- Kusrini dan Emha Taufiq Luhfi (2009), *Algoritma Data Mining*, Yogyakarta, Penerbit ANDI.
- Larose D, T. (2005), *Discovering Knowledge in Data An Introduction to Data Mining. 4th edition*. New Jersey, Jhon Wiley & Sons Inc.
- Mafita, A. H. dan Hari, P. (2015), *Perancangan Tata Letak Gudang Produk Jadi Menggunakan Association Rule Mining di PT. Supratik Suryamas Yogyakarta*, Jurnal PASTI, Vol. IX, No. 2, Hal. 117-128.
- Richards, Gwynne (2014), *Warehouse Management: A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs in the Modern Warehouse. 2nd edition*. United States : Kogan Page.
- Santoso dan Rainisa M. Heryanto (2020), *Perancangan Tata Letak Fasilitas*, Bandung, Penerbit Alfabeta.
- Sutalaksana, Iftikar Z. (1997). *Teknik Tata Cara Kerja*, Bandung, Institut Teknologi Bandung.

Tompkins, James A., et al. (2010), *Facilities Planning*, 4th edition, John Wiley & Sons.

Warman, John (2012), *Manajemen Pergudangan. Edisi Ketujuh*, Jakarta, PT Puka Sinar Harapan.

Wignjosoebroto, Sritomo (2009), *Tata Letak Pabrik dan Pемindahan Bahan*, Surabaya, Guna Widya.