BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

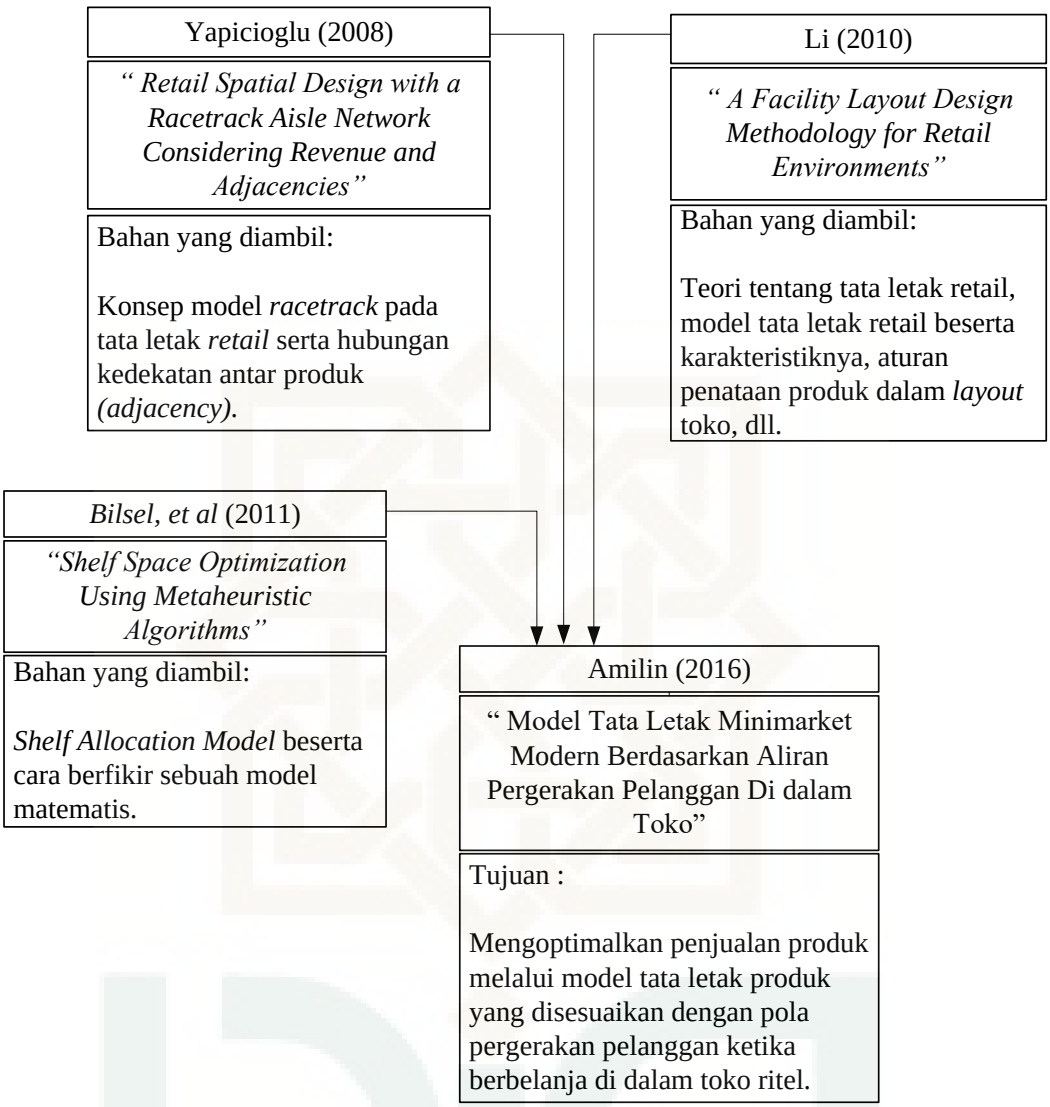
Berkaitan dengan permasalahan tata letak fasilitas pada toko ritel, terdapat beberapa penelitian terdahulu yang melakukan penelitian mengenai permasalahan tata letak yang ada di sebuah toko ritel, diantaranya adalah sebagai berikut:

Penelitian yang dilakukan oleh Yapicioglu (2008) juga membuat pengembangan model untuk mendesain toko ritel yang dapat menyelesaikan permasalahan yang ada pada toko ritel tersebut. Pada penelitian ini dibuat sebuah metode baru yang berfungsi untuk menempatkan departemen-departemen khusus pada toko ritel yang berbentuk *racetrack.* Secara spesifik, toko ritel diwajibkan untuk memiliki struktur *aisle* yang berbentuk *racetrack.* Departemen ditempatkan dalam dan diantara *racetrack. Racetrack* menyediakan jalan utama untuk konsumen dan akses ke berbagai departemen. *Aisle* dipertimbangkan tidak hanya untuk transportasi, tetapi juga untuk meningkatkan pendapatan. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengembangkan model atau beberapa model yang menangkap dugaan hasil *layout* baru yang saling berhadapan pada toko ritel. Selain itu juga untuk mengukur pembagian area *aisle* dan prosedur desain dan pengembangan solusi yang tepat.

Li (2010) telah melakukan penelitian tentang metodologi baru untuk dapat mengatasi permasalahan yang ada pada toko ritel, dimana didalamnya terdapat beberapa permasalahan yang dapat diselesaikan, diantaranya adalah masalah *block layout* yang dapat diformulasikan dengan menggunakan model *mix integer linear programming* dengan bantuan *symmetry breaking constraints* dan perumusan kembali dengan teknik linearisasi untuk dapat menyederhanakan perhitungan, sehingga solusi optimal secara keseluruhan dapat diperoleh. Kontribusi yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan menetapkan prosedur hirarki untuk mengurangi proses desain tata letak ritel. seluruh permasalahan desain *layout* dibagi kedalam sub-permasalahan untuk memotong penyelesaian masalah utama yang kompleks. Dasar hasil dari sub-masalah, akan menjadi solusi baru yang diperkenalkan untuk mengoptimasi tata letak fasilitas pada toko baru atau pada toko yang sudah ada untuk dilakukan desain ulang. Sub-permasalahannya diantaranya adalah optimisasi bentuk jalan dalam toko, alokasi departemen, penempatan departemen secara detail dengan mengunakan hubungan kedekatan antar produk. Dan program yang dikembangkan pada penlitian ini adalah menggunakan bahasa pemrograman C untuk menyusun model MILP dan diselesaikan dengan CPLEX 11.0. intinya pada penelitian ini adalah dengan mengintegrasikan struktur desain jalan, *block layout*, arti penempatan departemen, serta spesifikasi ukuran area departemen.

Penelitian tentang optimalisasi jarak rak yang diterapkan untuk mendapatkan keuntungan yang diinginkan dilakukan oleh Bilsel, *et al* (2011) ini menggunakan pendekatan algoritma metaheuristik *(Metaheuristic Algorithms).* Setelah dilakukan pengujian dengan menggunakan 20 waktu untuk menilai efisiensi dari masing-masing metode. Pada nilai rata-rata, algoritma genetika memiliki nilai yang lebih baik dibandingkan lainnya. Algoritma *tabu search* menunjukkan nilai tertinggi, akan tetapi memiliki variabilitas yang tinggi, sehingga memberi kesan bahwa *tabu search* lebih mudah sibuk pada keadaan yang maksimal.

Di bawah ini merupakan bagan posisi penelitian ini terhadap penelitian sebelumnya.



Gambar 2.1. Bagan Posisi Penelitian

2.2. Tata Letak Fasilitas

Layout atau tata letak merupakan salah satu strategi yang dapat memberikan efisiensi pada suatu operasi dalam jangka panjang. *Layout* atau tata letak yang baik memiliki dampak yang cukup berarti dari segi kapasitas, proses, fleksibilitas, biaya, kontak dengan pelanggan, serta berpengaruh pada citra perusahaan yang semakin baik. Tujuan dari tata letak itu sendiri

adalah untuk membangun tata letak yang ekonomis dalam menghadapi persaingan antar perusahaan (Heizer dan Render, 2009 : 532). Ada beberapa kategori tata letak fasilitas, diantaranya:

2.2.1. Tata Letak Pabrik

Sesuai dengan namanya, tata letak pabrik khusus dibuat untuk menata area pabrik saja. Tata letak pabrik *(plant layout)* merupakan tata cara pengaturan fasilitas yang ada di pabrik guna menunjang kelancaran proses produksi (Wignjosoebroto, 2003 : 67). Tata letak yang diatur pada sebuah pabrik bertujuan untuk meningkatkan produktivitas pabrik, mengurangi *material handling*, mempercepat proses produksi, mengurangi WIP, dan meningkatkan *benefit* perusahaan.

2.2.2. Tata Letak Kantor

Berbeda dengan tata letak pabrik, tata letak kantor lebih bertujuan untuk keamanan dan kenyamanan karyawan kantor. Meskipun juga berfungsi untuk meningkatkan produktivitas bekerja karyawan. Hal ini dilakukan dengan memberikan keleluasaan pergerakan karyawan dalam menjangkau area yang sering dilakukan dalam aktivitasnya di kantor, seperti akses menuju mesin fotokopi yang mudah.

2.2.3. Tata Letak Ritel

Berbeda dengan kedua tata letak di atas, tujuan dari tata letak ritel secara umum adalah untuk menarik konsumen datang ke toko ritel dan membeli barang yang diperdagangkan secara berkelanjutan (Utami, 2010 : 273).

2.3. Tata Letak Toko Ritel

Tata letak ritel adalah tata letak untuk toko ritel yang menjual barang secara eceran seperti *department store,* supermarket dan minimarket. Tata letak ritel harus mempertimbangkan selera dan persepsi dari konsumen, menjamin pengunjung merasa nyaman selama berada di dalam toko. Hal ini bisa terwujud melalui berbagai aspek, seperti udara yang sejuk, pencahayaan yang mencukupi, *display* yang menarik, mudah dicari, dan lain-lain. Oleh karena itu, sebuah *department store* atau supermarket perlu melakukan penataan toko yang dapat menarik dan mempermudah konsumen dalam berbelanja.

Terkait dengan penataan toko ritel yang baik, maka dibutuhkan *display* produk yang baik pula. *Display* produk merupakan penataan produk (barang dagangan) di tempat tertentu untuk menarik pelanggan dalam membeli produk yang ditawarkan (Puspitasari, 2008). Dalam melakukan penempatan produk, sebaiknya dilakukan berdasarkan pola pikir konsumen saat berbelanja. Misalnya, konsumen yang melakukan belanja bulanan, maka ia langsung mencari produk-produk yang dibutuhkan terlebih dahulu

saat memasuki toko ritel. sehingga hal ini bisa dilakukan dengan mengelompokkan jenis produk pada *display*. Contohnya mie instan yang ditempatkan bersebelahan atau berdekatan dengan kecap, saus, serta sambal. Begitu juga dengan roti, sereal, yang berdekatan dengan teh, kopi, gula, serta susu kental manis sebagai menu sarapan, dll.

Secara umum, *display* produk dapat dibagi menjadi 3, diantaranya adalah *window display*, *interior display* dan *eksterior display*. *Window display* merupakan konsep penempatan produk berada dibalik etalase atau kaca. Ini bertujuan agar menarik minat pelanggan sekaligus untuk mengamankan produk tersebut yang biasanya memiliki nilai ekonomi yang tinggi seperti baju dan tas bermerk. Selanjutnya *interior display* yang merupakan penataan barang dagangan pada area di dalam toko ritel. Ini berlaku untuk produk-produk yang sudah dikenal di masyarakat (konsumen). Sedangkan *eksterior display* merupakan penempatan barang dagangan di tempat terbuka yang mudah dijangkau pelanggan. Ini biasaya untuk produk-produk baru, promo, atau diskon yang sifatnya sementara.

Dalam proses *display* produk tentunya membutuhkan rak-rak yang digunakan sebagai alat untuk menata produk. Tidak hanya cara menata produk yang memiliki macam atau jenis, rak yang digunakan juga memiliki beberapa jenis dengan fungsi yang berbeda-beda, diantaranya:

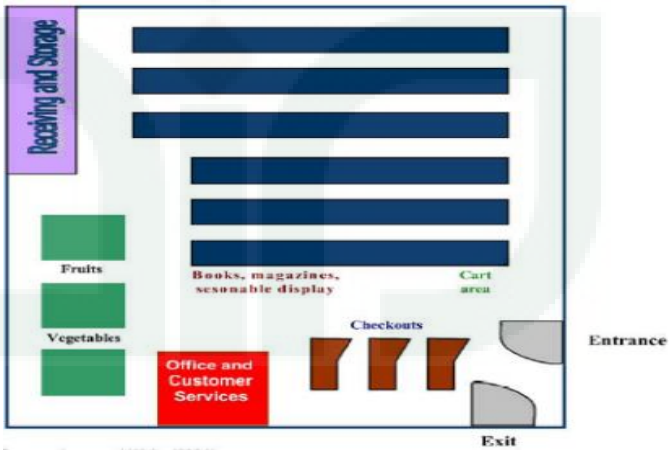
- Gondola yaitu jenis rak barang yang memiliki 2 muka yang dapat digunakan untuk menempatkan barang.

- *Single book*, yakni berupa gantungan untuk pemajangan produk seperti sikat gigi, permen, dan lain-lain.
- *End gondola* yaitu rak yang menempel pada ujung gondola dan menghadap ke arah berlainan dari gondola.
- *Wall rack* adalah rak yang menempel di dinding. Rak ini seperti gondola, akan tetapi hanya terdapat satu muka saja (Puspitasari, 2008).

2.4. Model Tata Letak Ritel

Pada toko ritel, ada beberapa *layout* yang digunakan, seperti *grid*, *freeform*, *racetrack*, serta *serpentine* (Li, 2010). Berikut adalah gambar pada masing-masing *layout*:

2.4.1. Tata Letak Berbentuk *Grid*



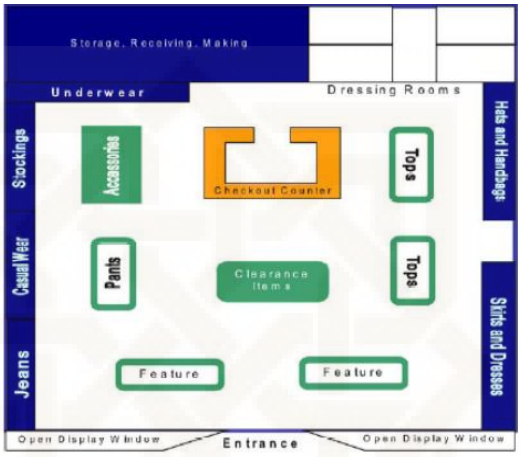
Sumber : Levy dan Weitz (2001)

Gambar 2.2. *Grid Store Layout*

Layout toko ritel bentuk *Grid* ini dengan melakukan penataan *display* dan lorong jalan yang berbentuk persegi panjang dan sejajar satu sama lain. Hal ini bertujuan untuk merencanakan perilaku

belanja, memanjakan konsumen dengan fleksibilitas dan kecepatan dalam menemukan produk yang dicari (Levy dan Weitz, 2001) dalam penelitian Li (2010).

2.4.2. Tata Letak Berbentuk *Free Form*



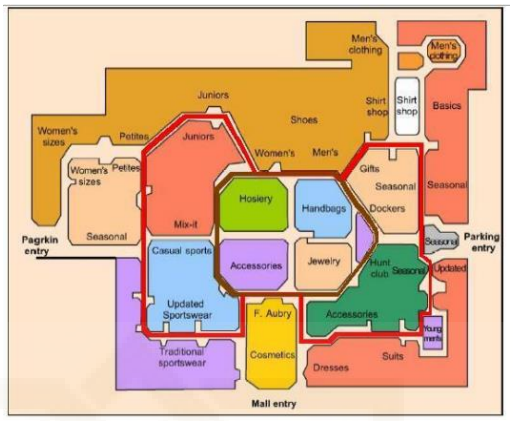
Sumber : Levy dan Weitz (2001)

Gambar 2.3. ***Freeform Store Layout***

Pada tata *layout* model *freeform* ini, *display* dan *aisle* asimetris dengan menggunakan berbagai ukuran, bentuk, dan gaya tampilan. Pola ini membuat pelanggan dapat menikmati kebebasan untuk bergerak ke segala arah dalam toko ritel. Menurut Levy dan Weitz (2001) dalam penelitian Li (2010), Tata letak model ini terbukti membuat konsumen betah dalam menghabiskan waktunya didalam toko ritel.

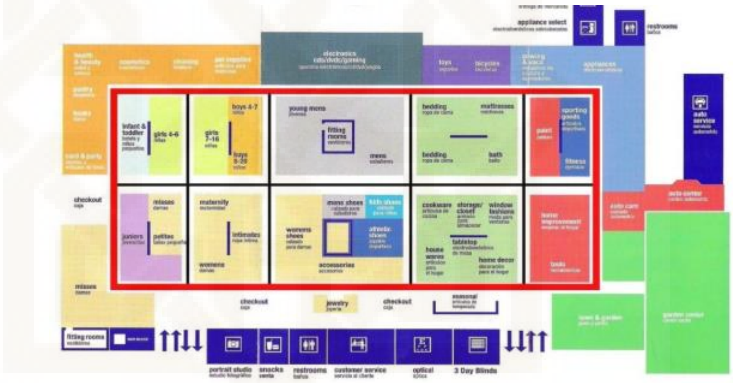
2.4.3. Tata Letak Berbentuk *Racetrack*

Berikut merupakan tampilan tata letak toko ritel berbentuk *racetrack.*



Sumber : Levy dan Weitz (2001)

Gambar 2.4. ***Racetrack Store Layout*** **I**

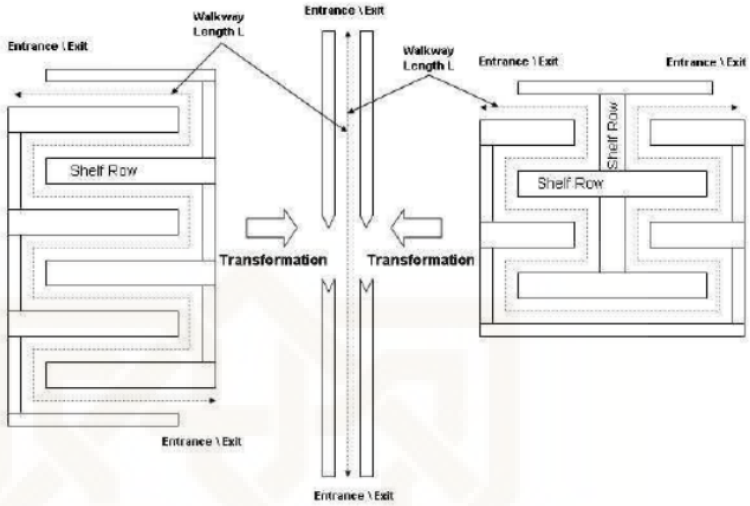


Sumber : Levy dan Weitz (2001)

Gambar 2.5. ***Racetrack Store Layout*** **II**

Gambar 2.4. dan 2.5. menunjukkan *layout* toko ritel model *racetrack.* Menurut Levy dan Weitz (2001) dalam penelitian Li (2010), Toko ritel tersebut dibagi menjadi daerah masing-masing sepanjang lingkaran (gambar 2.4.) atau persegi panjang (gambar 2.5.). Daerah atau sub-area tertentu dibangun untuk komoditi belanja tertentu. *Layout racetrack* memandu pelanggan untuk mengunjungi berbagai jenis toko ritel karena *aisles* utama memfasilitasi pelanggan untuk bergerak mengelilingi toko ritel.

2.4.4. Tata Letak Berbentuk *Serpentine*



Sumber : Levy dan Weitz (2001)

Gambar 2.6. ***Serpentine Store Layout***

Tata letak model *serpentine* dikembangan untuk menganalisis pengaturan pada toko ritel (Botsali dan Peters, 2005). Menurut Li (2010), keuntungan dari model ini adalah terdapat satu jalan untuk dapat menyusuri semua toko ritel, sehingga laba dapat dimaksimalkan dengan memperpanjang proses belanja konsumen.

Dalam proses *display* produk dalam toko ritel, terdapat aturan atau hal-hal yang perlu diperhatikan. Berikut merupakan aturan dalam penataan tata letak toko ritel.

A. Pembelian secara Impulsif dan *Adjacency*

Pembelian secara impulsif dapat dikatakan sebagai pembelian suatu barang yang tidak direncanakan sebelumnya. Biasanya, pelanggan akan berbelanja lebih banyak dari daftar belanja yang ingin dibeli. Mereka akan terus berjalan sampai menemukan sesuatu yang menarik. Mereka cenderung enggan bolak-balik

dalam mencari barang, sehingga hal ini menjadi perhatian toko ritel agar dapat merancang tata letak toko ritel-nya dengan baik.

Terkait dengan *adjacency*, peritel ingin menempatkan barang dagangannya berdasarkan hubungan kedekatan. Hal ini juga dipengaruhi oleh tujuan dari peritel itu sendiri, apakah untuk memperpendek atau memperpanjang perjalanan pelanggan. Ada beberapa metode terkait dengan permasalahan *adjacency*, diantaranya:

1. Grafik REL

   Menurut Muther (1973 : 51) pada penelitian Li (2010), Grafik REL merupakan tabel yang merangkum perkiraan keinginan untuk mencari lokasi bersebelahan satu sama lain. Akan tetapi menurut Li (2010), dalam beberapa kondisi antar dua barang atau produk tidak boleh berdekatan.

2. Teori Grafik

   Pada teori ini tidak mempertimbangkan daerah fasilitas individu karena teori grafik menganggap fasilitas sebagai satu titik, sehingga sulit untuk menerapkan model ini pada realitas yang ada.

3. *Quadratic Assignment*

   Pada permasalahan penugasan kuadrat, semua fasilitas diasumsikan memiliki ukuran yang sama dan ada *n* lokasi potensial serta *m* departemen. Tujuannya adalah untuk

menempatkan departemen pada lokasi yang potensial berdasarkan faktor kedekatan.

B. Alokasi *Shelf*

Menurut (Yang, 2001) dalam penelitian Li (2010), tahap ini merupakan permasalahan dalam mengalokasikan ruang rak dan barang secara lebih detail. Dengan menggunakan pendekatan model *integer programming* dapat membantu peritel memilih produk optimal serta dapat mengalokasikan ruang rak yang sesuai dengan kategori item produk terpilih.

2.5. Pemodelan

Model memiliki peran penting dalam proses penciptaan sesuatu yang sebelumnya belum pernah ada. Sebuah model juga dibutuhkan untuk mendukung seorang analis dalam melakukan analisis pada suatu obyek (Hanim, 2015). Untuk model itu sendiri dapat diartikan sebagai sesuatu yang dapat menggambarkan atau merepresentasikan suatu keadaan yang sebenarnya secara lebih sederhana.

Model memiliki beberapa karakteristik untuk mengukur baik tidaknya suatu model tesebut. Menurut Siregar (1991) dalam bukunya Wirabhuana (2009) mengatakan bahwa karakteristik yang baik untuk mengukur sebuah model adalah sebagai berikut:

1. Tingkat Generalisasi Tinggi

   Semakin general atau umum suatu model, maka semakin banyak pula permasalahan yang dapat diselesaikan dengan model tersebut.

2. Mekanisme Transparansi

   Dapat dijelaskan secara detail mekanisme yang digunakan untuk menyelesaikan masalah.

3. Potensial untuk Dikembangkan

   Model tersebut menarik peneliti lainnya untuk dikembangkan secara lebih lanjut.

4. Peka terhadap Perubahan Asumsi

   Menggambarkan bahwa proses pemodelan tidak pernah usai dan selalu melihat perubahan yang ada pada lingkungan.

2.5.1. Model Matematika

Model matematika adalah sebuah model yang dibuat secara matematis atau dengan bahasa matematika. Menurut soedijono (2013), pendekatan program matematika merupakan sebuah usaha untuk dapat mengoptimalkan suatu fungsi tujuan yang dapat dihitung dengan beberapa ketetapan batasan atau kendala yang tidak boleh dilanggar. Fungsi tujuan dari program matematika dibagi menjadi 2, yaitu minimasi biaya dan maksimasi keuntungan.

A. Pemrograman Linear

Menurut Aminudin (2005), Pemrograman Linear merupakan suatu model matematika untuk mendapatkan alternatif penggunaan

terbaik atas sumber-sumber yang tersedia. Pemrograman linier adalah suatu teknik yang menggunakan model matematis, dimana batasan yang ada bersifat linier, yaitu semakin besar nilai semakin besar pula hasilnya, begitu sebaliknya.

B. Pemrograman Integer

Persoalan Pemrograman Integer (IP) adalah persoalan pemrograman *(programming)* di mana pemecahan optimalnya harus menghasilkan bilangan integer (bulat), bukan pecahan.

Secara umum, Pemrograman Integer dibedakan menjadi 3, diantaranya adalah sebagai berikut:

a. Apabila semua peubah disyaratkan harus bernilai integer, maka Pemrograman Integer tersebut disebut Pemrograman Integer Murni *(pure integer programming),*
b. Apabila sebagian peubah disyaratkan harus bernilai integer, maka Pemrograman Integer tersebut disebut Pemrograman Integer Campuran *(mixed integer programming),*
c. Apabila semua peubah disyaratkan harus bernilai 0 atau 1, maka Pemrograman Integer tersebut disebut Pemrograman Integer 0-1 *(0-1 integer programming)*, (soedijono, 2013).

Selain ketiga *integer programming* di atas, Pemrograman Integer sendiri juga terbagi menjadi 2, yaitu:

a. integer linear programming

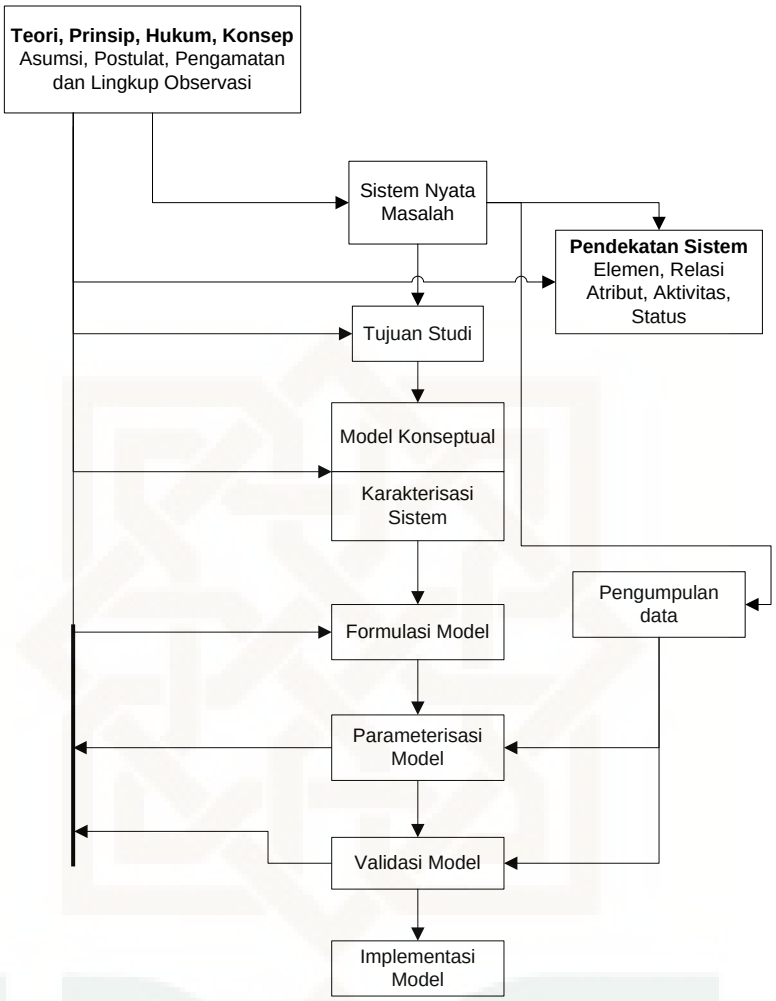
Semua *constraint* bersifat linier atau garis lurus antara *x* dengan *y*.

b. integer nonlinear programming

Apabila semua *constraint* bersifat nonlinier atau grafik tidak menunjukkan garis lurus. Contoh Pemrograman Integer nonlinier adalah *constraint* yang memiliki nilai dengan batas atas dan batas bawah (a $\leq x \leq$ b). Pemrograman ini juga dapat dicampur dengan pemrograman linier serta pemrograman non integer pada *constraint*-nya, sehingga dapat disebut sebagai *Mixed Integer Nonlinear Programming* (MINLP).

2.5.2. Pengembangan Model

Pengembangan model merupakan modifikasi suatu model yang sudah ada untuk dapat menyelesaikan permasalahan baru yang muncul yang tidak dapat diselesaikan oleh model sebelumnya. Berikut adalah proses dalam pengembangan model.



Gambar 2.7. Langkah-langkah Pengembangan Model

Sumber: Wirabhuana, 2009

Dalam menyelesaikan permasalahan dalam penelitian ini dibutuhkan suatu model yang digunakan sebagai acuan awal untuk mengembangkan model tersebut. Model yang digunakan sebagai bahan acuan yakni model optimasi ruang rak dalam toko ritel yang dibuat oleh Bilsel, *et al* (2011). Model ini merupakan model matematis yang berfungsi dalam menyelesaikan permasalahan alokasi rak, sehingga dapat memaksimalkan keuntungan. Model acuan tersebut adalah sebagai berikut:

Indeks

n	:	jumlah rak *(shelf)*
m	:	jumlah item
k	:	tipe produk *(merchandises)*
i	:	Item
j	:	tempat

Parameter

T_n	:	panjang rak (n)
a_k	:	panjang produk (k)
L_k	:	sekurang-kurangnya produk k pada rak n
U_k	:	maksimal produk k pada rak n
P_{nk}	:	keuntungan saat produk k berada pada rak n
R_{nk}	:	faktor penyimpangan elastisitas produk k terhadap rak n

Variabel Keputusan

π	:	total keuntungan

maksimasi $\pi = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} P_{Xij} \cdot R_{Xij,Xij-1}$ (1)

batasan :

$\sum_{j=1}^{m} a_{Xnj} \leq T_n$ untuk tiap n (2)

$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} \begin{cases} 1 & for\ k = X_{ij} \\ 0 & otherwise \end{cases} \leq U_k$ untuk tiap k (3)

$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} \begin{cases} 1 & for\ k = X_{ij} \\ 0 & otherwise \end{cases} \geq L_k$ untuk tiap k (4)

Model di atas merupakan model untuk mengalokasikan produk dalam rak untuk mengoptimalkan keuntungan. Sedangkan di bawah ini merupakan model untuk menempatkan departemen atau fasilitas dalam sebuah toko dengan menggunakan ABSModel 2. Model tersebut adalah sebagai berikut (Heragu, 2006):

Indeks

i, j : jenis departemen

n : jumlah departemen

Parameter

F_{ij} : aliran produk dari dept *i* ke dept *j*

x_i : jarak horizontal antara pusat dept *i* ke VRL

y_i : jarak vertikal antara pusat dept *i* ke HRL

x_j : jarak horizontal antara pusat dept *j* ke VRL

y_j : jarak vertikal antara pusat dept *j* ke HRL

Variabel Keputusan

C_{ij} : biaya perpindahan produk dari dept *i* ke dept *j*

Keterangan:

HRL : *horizontal reference line* (garis acuan horizontal)

VRL : *vertical reference line* (garis acuan vertikal)

$$\textit{Minimize} \quad \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^{n} c_{ij} f_{ij} \left(|x_i - x_j| + |y_i - y_j| \right)$$

$$\textit{Subject to} \quad |x_i - x_j| + |y_i - y_j| \geq 1 \qquad i=1,2,\ldots,n-1;\ j=i+1,\ldots,n$$

$$x_i, y_i = \textit{integer} \qquad i=1,\ldots,n$$

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Obyek Penelitian

Penelitian ini berkaitan dengan sektor ritel, terutama pada Minimarket Modern. Adapun yang menjadi obyek penelitian ini adalah model tata letak fasilitas atau produk pada toko ritel.

3.2. Pengumpulan Data

Berikut merupakan data penelitian yang dibutuhkan beserta metode yang digunakan dalam pengambilan data penelitian terkait dengan tata letak toko ritel.

Tabel 3.1. Pengumpulan data

Jenis Data	Data Penelitian	Metode Penelitian	Keterangan
Primer	Merk produk, Frekuensi antar merk produk, rak	Persepsi, data hipotetik	Diperoleh melalui persepsi peneliti yang pernah menjadi seorang konsumen toko ritel.
	Shelf Allocation Model	Studi literatur	Dimulai dengan proses mencari, menemukan, dan memahami model (*shelf allocation* dan ABSModel 2) untuk kemudian dijadikan sebagai dasar dalam pengembangan model pada kasus tata letak toko ritel.
	ABSModel 2		

	Aliran pergerakan pelanggan	Argumen, data hipotetik	Diperoleh melalui argumen peneliti yang pernah menjadi seorang konsumen toko ritel.
Sekunder	Proses berbelanja	Observasi dan pengalaman penulis	Selain diperoleh melalui observasi, proses berbelanja juga didasarkan pada pengetahuan penulis yang didapatkan berdasarkan pengalaman penulis sebagai konsumen toko ritel.
	Proses logistik toko ritel	observasi	Proses logistik didapatkan berdasarkan observasi secara langsung yang dilakukan sejak lama secara tidak sengaja dan diyakinkan dengan observasi kembali.
	Teori penataan toko ritel	Studi literatur dan observasi	Teori penataan toko ritel diperoleh melalui berbagai sumber, diantaranya buku “manajemen ritel” oleh Christina Widya Utami serta “penjualan” oleh Devi Puspitasari. Selain itu juga diamati secara langsung di minimarket.

3.3. Metode Pengembangan Model

Berdasarkan data yang diambil di atas, baik melalui observasi langsung maupun studi literatur, maka selanjutnya dilakukan pengembangan

model yang sudah ada. Menurut Sekerak (2010), proses pemodelan dapat dibagi menjadi 3 fase sebagai berikut :

a. Identifikasi Situasi Model

   penelitian ini dimulai dari melakukan identifikasi proses bisnis toko ritel, meliputi proses berbelanja konsumen dan proses aliran barang (produk) oleh pengelola toko ritel. selain itu juga dilakukan identifikasi terkait aturan main dalam penyusunan rak beserta produk dalam toko ritel, baik hubungan kedekatan antar merk, posisi penempatan merk dalam rak maupun aturan lainnya.

b. Menyusun Model Matematis

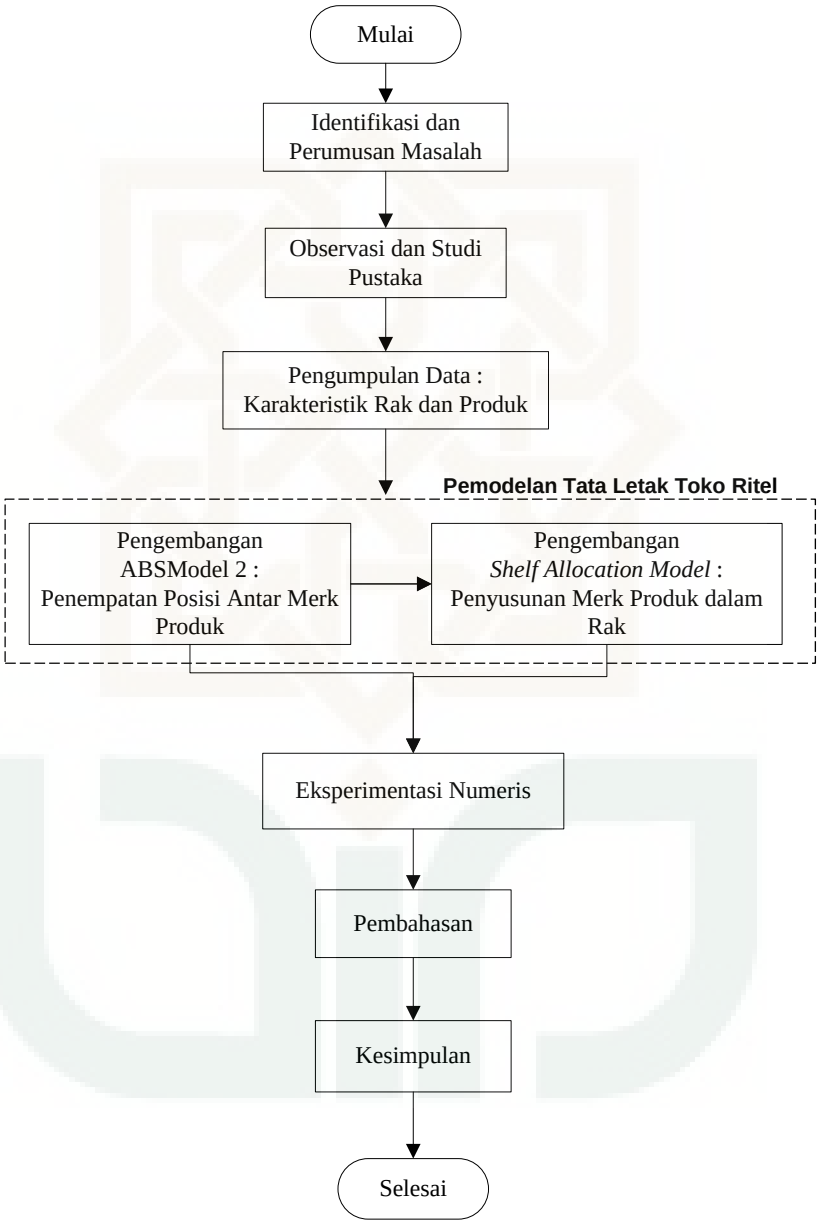
   Pada tahap ini dilakukan dengan menggunakan model yang sudah ada yakni *shelf allocation model* dan ABSModel 2. Selanjutnya dilakukan modifikasi model (pengembangan) yang disesuaikan dengan kondisi dan aturan dalam penataan toko ritel.

c. Verifikasi Model yang Dibuat

   Setelah model selesai dibuat, kemudian dilakukan pengujian dengan komputasi model. Model diberikan skenario kasus nyata yang biasa terjadi di dalam toko ritel. Verifikasi lulus apabila model dapat menyelesaikan permasalahan yang diberikan melalui skenario-skenario tersebut.

3.4. Diagram Alir Penelitian

Berikut merupakan kerangka alir penelitian yang akan dilakukan dalam pembuatan model tata letak minimarket modern.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Keterangan :

1. Identifikasi dan Perumusan Masalah

   Berawal dari pengalaman pribadi penulis serta orang lain kebanyakan yang sulit menemukan barang yang dicari ketika berada dalam toko ritel. selain itu, yang menjadi alasan adalah belum adanya penelitian mengenai model tata letak toko ritel yang dibuat berdasarkan aliran konsumen dalam toko ritel tersebut. Sehingga, penelitian ini cukup menarik bagi penulis untuk menyelesaikan permasalahan tersebut.

2. Observasi dan Studi Pustaka

   Observasi dilakukan di beberapa lokasi toko ritel untuk melihat proses bisnis serta bagaimana penataan barang dagangan yang diterapkan pada toko ritel tersebut. Selain itu, penulis juga mulai mencari, membaca, serta memahami berbagai sumber pustaka yang terkait, diantaranya mengenai model tata letak toko ritel dan teori tentang penataan toko ritel yang diambil dari penelitian orang lain, jurnal, serta buku yang berkaitan dengan toko ritel, metode, maupun perilaku konsumen.

3. Pengumpulan Data

   Untuk membuat model tata letak fasilitas toko ritel yang disesuaikan dengan pergerakan pelanggan saat berbelanja, maka data yang dibutuhkan yakni karakteristik rak dan produk yang meliputi jumlah rak, hubungan kedekatan antar merk produk serta aliran

pergerakan pelanggan. Aliran pergerakan pelanggan dapat diketahui melalui data penjualan toko ritel, karena dapat mengetahui apa saja barang yang dibeli dan secara otomatis saat pengambilan merk produk tersebut menjadi pergerakan pelanggan ketika berbelanja.

4. Pengembangan ABSModel 2

   Model pada ABSModel 2 yang digunakan dalam tata letak mesin di pabrik dan hanya terdapat 2 mesin (i, j), sehingga perlu dilakukan sedikit perubahan yang disesuaikan dengan kondisi atau pengaturan tata letak toko ritel dan kuantitas rak yang akan digunakan.

5. Pengembangan *Shelf Allocation Model*

   Shelf Allocation Model yang digunakan hanya menyelesaikan pengoptimalan merk produk yang dapat ditempatkan dalam sebuah rak, sehingga perlu sedikit pengembangan terkait karakteristik penataan merk produk dalam rak yang dapat menarik pelanggan untuk membeli, hubungan kedekatan merk produk terkait sifat bahan serta terkait dengan *safety* pengunjung.

6. Eksperimentasi Numeris

   Eksperimentasi dilakukan dengan membuat skenario-skenario aliran gerakan pelanggan untuk dilakukan pengujian terhadap model yang telah dibuat atau bisa dikatakan sebagai data hipotetik. Data tersebut selanjutnya dilakukan pengolahan dengan bantuan *software* Lingo 12.0 untuk memverifikasi kebenaran model.

7. Pembahasan

Dalam pembahasan berisi penjelasan terkait pengembangan model beserta pengujian model yang telah dilakukan dengan skenario-skenario yang diberikan.

8. Kesimpulan

Kesimpulan diperoleh melalui hasil pengembangan model, pengujian model, serta penjelasan yang diberikan dalam pembahasan, sehingga informasi tersebut dapat dijadikan sebagai dasar penarikan kesimpulan. Kesimpulan ini berisi jawaban atas permasalahan yang ingin dipecahkan yakni terkait manfaat model tata letak yang dibuat jika dibandingkan model yang sudah ada.

BAB IV

HASIL PENELITIAN

4.1. Proses Bisnis Toko Ritel

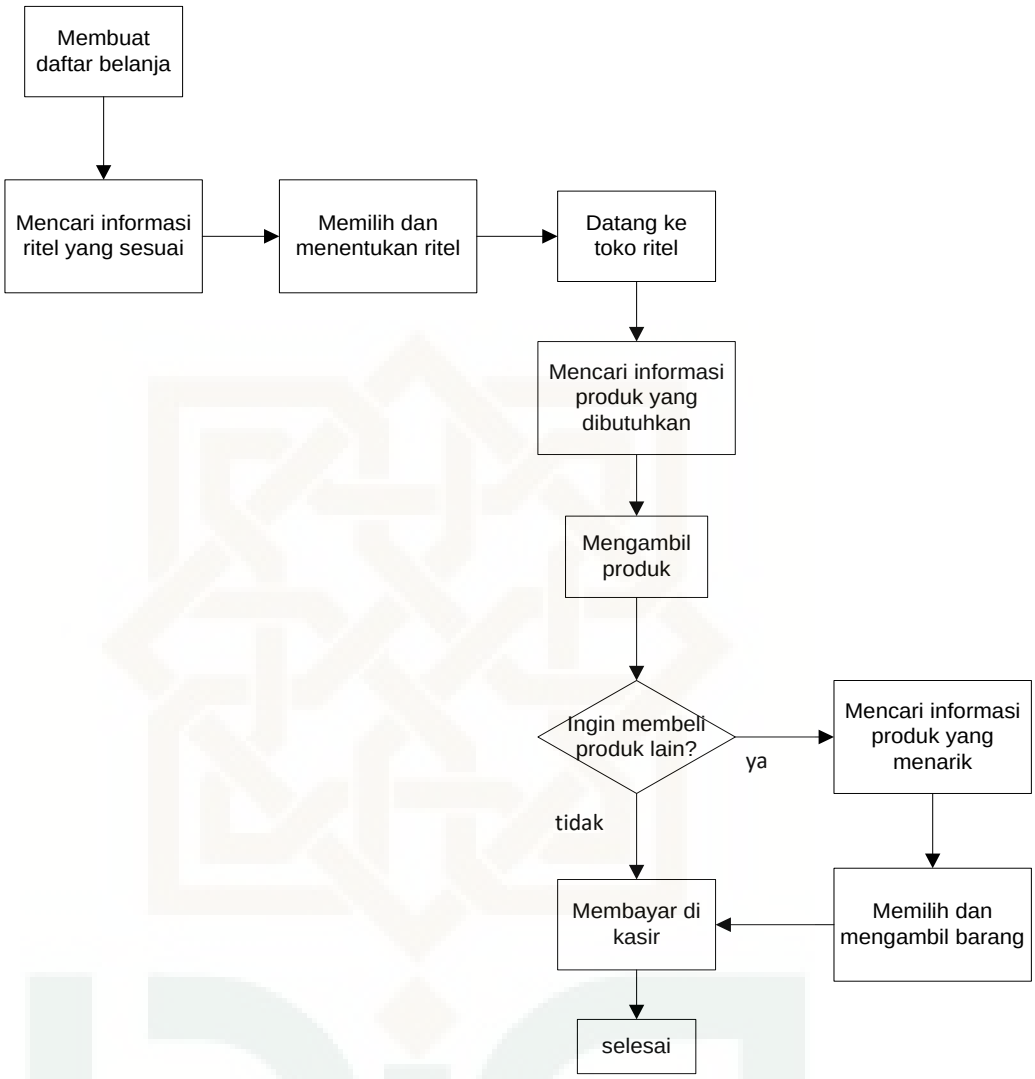
Toko ritel merupakan suatu usaha yang bergerak dibidang penjualan barang yang menghubungkan antara produsen dan atau *wholeseller* ke konsumen akhir (masyarakat). Menurut Utami (2010), Ada beberapa jenis toko ritel berdasarkan barang yang dijual serta kuantitas barang, mulai dari *hypermarket* yang merupakan toko ritel terbesar dengan variasi produk terlengkap, supermarket yang menyediakan kebutuhan sehari-hari secara lengkap serta produk non makanan yang terbatas, *department store* yang khusus menyediakan produk non kebutuhan harian, seperti pakaian, elektronik, dan lain-lain dengan variasi produk yang luas dan bermacam-macam, *convenience store* merupakan toko kebutuhan sehari-hari dan fokus pada produk makanan dan minuman, serta minimarket yang menyediakan barang kebutuhan harian.

Secara umum, toko ritel menggunakan bentuk tata letak bentuk *grid*, terutama yang menyediakan barang kebutuhan sehari-hari. Bentuk *grid* ini berupa penataan rak-rak yang memanjang yang memiliki pola sejajar dan berulang. Pada area sebelah kiri, biasanya digunakan untuk produk yang bersifat produk konsumsi, yaitu berupa makanan dan minuman, sedangkan area kanan berisi produk-produk yang bersifat non konsumsi, seperti detergen, perlengkapan mandi, minyak wangi, dll. Di area kasir, biasanya

terdapat produk-produk yang dipajang di area tersebut, seperti berbagai aneka permen, snack coklat dalam kemasan, dsb. Hal ini terjadi pada toko-toko ritel yang menjajakan produk kebutuhan sehari-hari, akan tetapi untuk toko ritel jenis *department store,* hal ini tidak ditemukan, karena jenis toko ritel yang tidak menyediakan produk seperti permen dan snack tersebut. Penempatan produk tersebut di area kasir bukan asal dalam menempatkan barang. Hal tersebut dilakukan untuk dapat menjual barang-barang tersebut tanpa direncanakan terlebih dahulu oleh konsumen (impulsif). Ini terjadi karena dalam proses mengantri untuk dilayani oleh kasir, konsumen disuguhi barang-barang yang ada di dekat kasir tersebut dan menjadi daya tarik tersediri untuk diambil (dibeli) oleh konsumen sambil menunggu untuk dilayani. Hal ini sesuai dengan tujuan dari toko ritel yang menginginkan produk yang diperdagangkan dapat menarik minat konsumen untuk membelinya melebihi kebutuhan produk yang ingin dibeli.

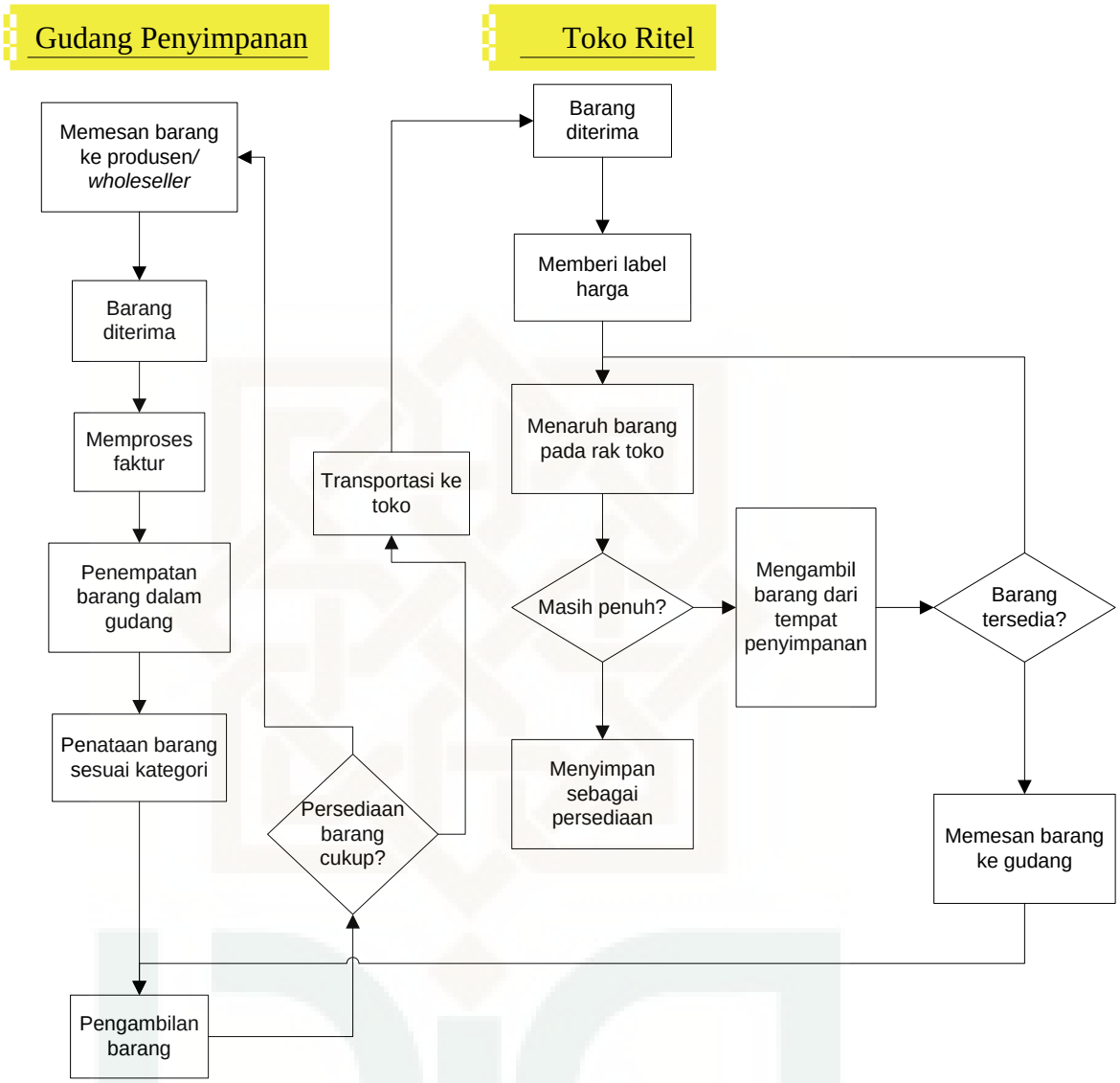
Dalam proses belanja oleh konsumen, dimulai dari konsumen datang ke toko ritel tertentu yang sebelumnya telah dilakukan proses seleksi toko ritel yang akan dikunjungi. Setelah memasuki toko ritel tersebut, konsumen mengambil keranjang atau troli sebagai tempat sementara produk yang ingin dibeli. Kemudian konsumen dapat berkeliling toko untuk memilih dan mengambil secara mandiri produk-produk dagang yang ingin dibeli yang kemudian dimasukkan kedalam keranjang atau troli belanja. Setelah selesai memilih dan menentukan produk yang akan dibeli, konsumen dapat langsung menuju kasir yaang ada untuk melakukan proses pembayaran akan

produk yang dibeli. Dalam proses pembayaran sendiri, toko ritel biasanya menyediakan pilihan cara pembayaran, diantaranya pembayaran secara *cash* (uang tunai), kartu debet, kartu kredit, hingga *voucher* belanja yang dibuat dan diedarkan oleh toko ritel tersebut. Proses perhitungan total biaya produk yang dibeli dilakukan secara terkomputerisasi juga meyakinkan konsumen akan kebenarannya, terutama bagi konsumen yang membeli barang dagangan cukup banyak dalam sekali berbelanja. Setelah proses pembayaran di kasir, barulah konsumen dapat membawa pulang barang belanjaannya ke rumah. Berikut bagan yang menggambarkan proses konsumen dalam berbelaja di toko ritel.



Gambar 4.1. Proses Belanja

Selain aktivitas belanja konsumen, peritel juga memiliki aktivitas tersendiri, dimana aktivitas tersebut tidak lain adalah untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Berikut bagan yang menggambarkan aktivitas logistik yang dilakukan oleh peritel.



Gambar 4.2. Proses Logistik Toko Ritel

4.2. Model Matematika

Pada penelitian ini, terdapat dua model yang digunakan untuk kemudian dimodifikasi, diantaranya ABSModel 2 dan *shelf allocation model*. Untuk model yang pertama yakni ABSModel 2 digunakan untuk menentukan jarak antar merk produk. Hal ini perlu pengembangan karena ABSModel 2 yang notabene merupakan model yang diperuntukkan pada

mesin di pabrik, sedangkan ketentuan yang ada di pabrik dan di toko *retail* berbeda.

Kemudian *shelf allocation model* digunakan untuk menentukan volume maksimal yang dapat masuk dalam rak yang sudah disesuaikan dengan posisi setiap merk produk yang dilakukan oleh pengembangan dari ABSModel 2. Model ini juga perlu pengembangan karena pada dasarnya model ini digunakan hanya untuk mengoptimalkan jumlah produk yang dapat ditempatkan dalam *space* rak yang tersedia. Sedangkan tipe dan kondisi produk yang akan ditempatkan dalam rak memiliki perlakuan yang berbeda-beda dalam proses penempatan produk.

4.2.1. Model Penataan Produk

Berikut merupakan visualisasi model penataan produk berdasarkan pengembangan dari ABSModel 2.

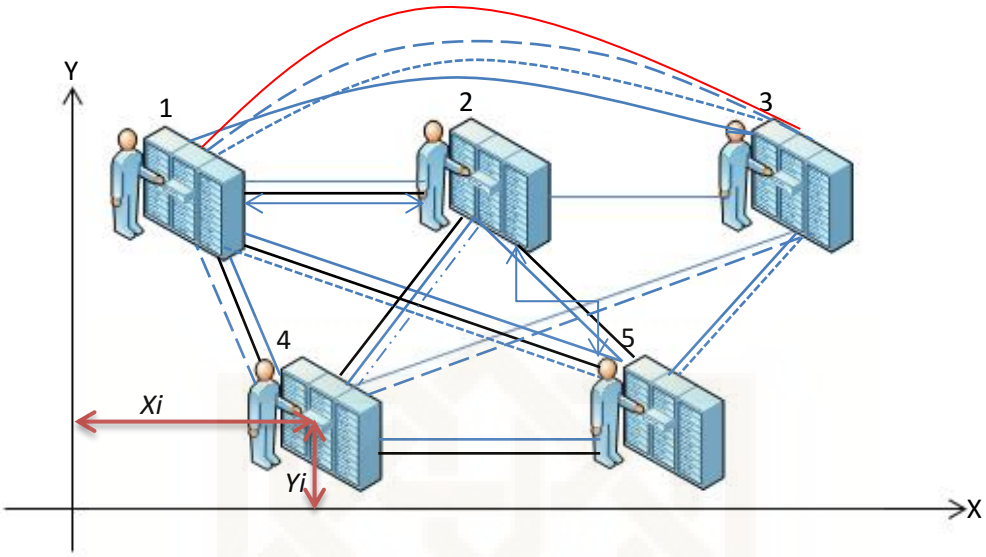
Daftar Produk berdasarkan Merk

1. Aqua 600ml
2. Pulpen Pilot
3. Indomie goreng
4. Susu SGM
5. Oreo

Daftar belanja

A	B	C	D
1. Aqua 600ml 3. indomie goreng	2. pulpen pilot 4. susu SGM	1. Aqua 600ml 2. pulpen pilot	1. Aqua 600ml 3. indomie goreng 5. Oreo

E	F	G	H
1. Aqua 600ml 2. pulpen pilot 4. susu SGM 5. Oreo	1. Aqua 600ml 3. indomie goreng 4. susu SGM	2. pulpen pilot 5. Oreo	1. Aqua 600ml 2. Pulpen Pilot 3. Indomie goreng 4. Susu SGM 5. Oreo



Gambar 4.3. Visualisasi Pengembangan ABSModel 2

Keterangan :

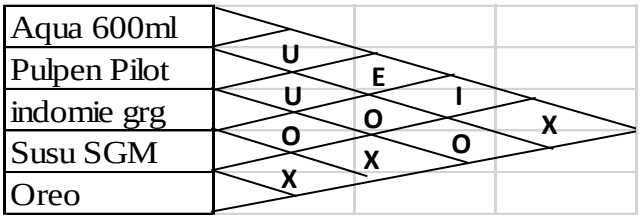
- Daftar belanja A
- Daftar belanja B
- Daftar belanja C
- Daftar belanja D
- daftar belanja E
- daftar belanja F
- daftar belanja G
- daftar belanja H

Berikut merupakan tabel frekuensi produk berdasarkan *brand* (dari ke) pada visualisasi di atas.

Tabel 4.1. Visualisasi Frekuensi Produk

	1	2	3	4	5
1		III	IV	III	III
2			I	III	III
3				II	II
4					II
5					

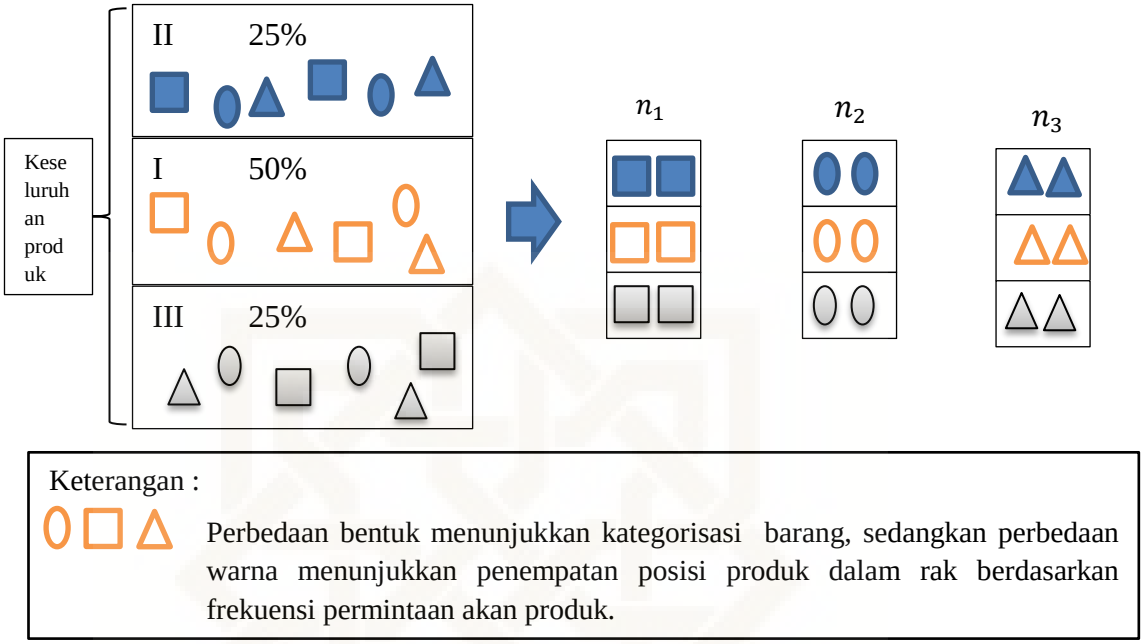
Sedangkan di bwah ini adalah tabel hubungan kedekatan antar produk atau ARC *(Activity Relationship Chart).*



Gambar 4.4. ***Activity Relationship Chart***

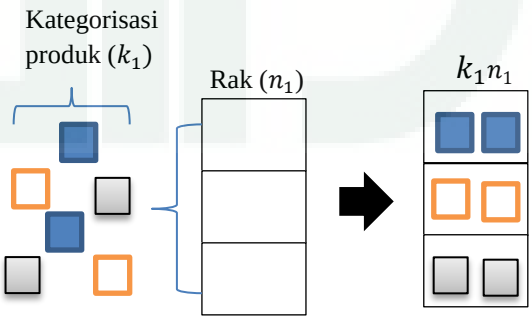
Dalam menyelesaikan permasalahan penataan produk dalam rak ini terdapat 3 cara yang dapat ditempuh. Diantaranya adalah sebagai berikut:

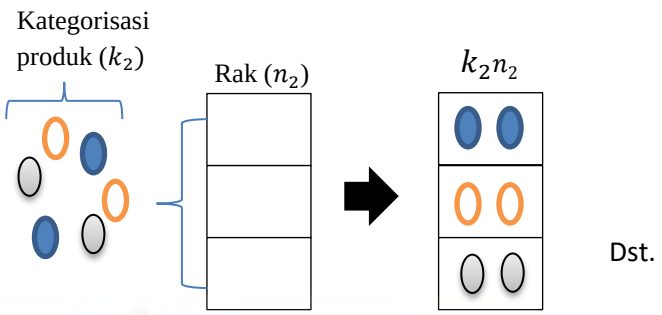
1. Seluruh produk dibagi menjadi 3 bagian berdasarkan frekuensi permintaan yang diperoleh produk tersebut. 50% produk dengan frekuensi tertinggi ditempatkan pada rak bagian tengah *(eye level),* 25% produk dengan frekuensi tinggi selanjutnya ditempatkan pada rak bagian atas, dan 25% terakhir ditempatkan pada rak bagian bawah. Selanjutnya produk yang sudah diatur posisinya dalam rak tinggal ditempatkan pada rak-rak yang sudah ada.



Gambar 4.5. Cara Pertama Penataan Produk dalam Rak

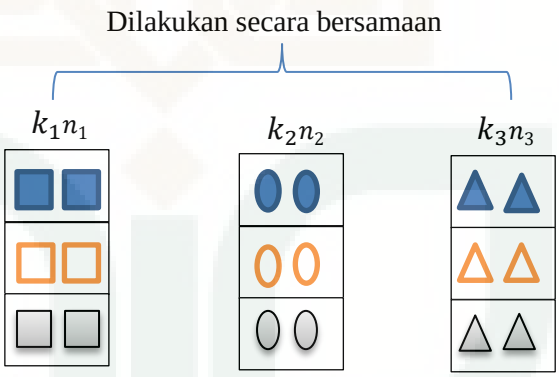
2. Produk dipilah terlebih dahulu kedalam rak-rak yang ada, kemudian dilakukan penempatan produk dalam rak (penataan) berdasarkan frekuensi permintaan produk seperti yang sudah dijelaskan di atas.





Gambar 4.6. Cara Kedua Penataan Produk dalam Rak

3. Seluruh produk dipilah dan ditempatkan dalam rak secara bersamaan, sehingga ketika penataan dilakukan, maka saat itu juga produk sudah tersusun, baik berdasarkan frekuensi, hubungan kedekatan, maupun posisi penempatan produk dalam rak.



Gambar 4.7. Cara Ketiga Penataan Produk dalam Rak

Berdasarkan keterangan di atas, maka pada penelitian ini akan dilakukan salah satu pendekatan dari 3 pendekatan yang telah dijelaskan di atas, yaitu dengan menggunakan pendekatan ke-2.

Berikut merupakan model matematis yang dikembangkan oleh penulis.

A. Model Minimasi Jarak Antar Produk *(Brand)*

Berikut adalah model yang digunakan dalam minimasi jarak antar produk *(brand)* pada proses penataan produk dalam toko ritel (minimarket).

Tabel 4.2. Indeks Model I

Indeks	Keterangan	Himpunan	Satuan
i, j	Produk ($i,j \in I$)	i,j; (1,2, ..., 8)	Produk

Tabel 4.3. Parameter Model I

Parameter	Keterangan
f_{ij}	Frekuensi aliran dari produk *i* ke produk *j*
R_{ij}= [$\frac{1}{3}$, ½, 1, 2, 3]	Nilai 1 menandakan hubungan antara produk *i* dengan produk *j* netral, semakin besar nilai, maka semakin berhubungan dan semakin kecil nilai, maka semakin bertolak belakang (tidak berhubungan).

Tabel 4.4. Variabel Keputusan Model I

Variabel Keputusan	Keterangan
x_i	Jarak horizontal antara pusat produk *i* dengan VRL
y_i	Jarak vertikal antara pusat produk *i* dengan HRL

Kata produk yang dimaksud di atas, baik pada keterangan indeks, parameter, maupun variabel keputusan merupakan setiap item produk yang memiliki *brand* atau merk tersendiri. Sehingga dalam setiap kategori produk terdapat beberapa merk produk. Contoh : dalam suatu kategori produk minuman dalam kemasan, terdapat beberapa *brand*, diantaranya frestea, vit levite, aqua, dan lain-lain. Maka f_{ij} berlaku untuk produk frestea terhadap aqua

maupun terhadap vit levite, pun juga demikian dapat digunakan pada kategori produk yang berbeda, seperti aqua dengan oreo yang notabene produk minuman dengan makanan *(snack)*, sehingga dapat mencakup keseluruhan produk. Berikut merupakan model model minimasi jarak antar produk tersebut.

Minimasi

$$\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^{n} f_{ij} \left(|x_i - x_j| + |y_i - y_j|\right) R_{ij} \qquad (1)$$

Batasan

$$|x_i - x_j| + |y_i - y_j| \geq 1 \; ; \forall i, j \in I \qquad i \neq j \qquad (2)$$

$$R_{ij} \left(|x_i - x_j| + |y_i - y_j|\right) \geq 1 \; ; \forall i, j \in I \qquad i \neq j \qquad (3)$$

$$0 \leq x_i \leq 8 \; ; \forall i \in I \qquad (4)$$

$$0 \leq y_i \leq 8 \; ; \forall i \in I \qquad (5)$$

$$x_i, y_i \; integer; \qquad (6)$$

Persamaan (1) merupakan fungsi tujuan dari model matematis tersebut yakni minimasi jarak antar produk yang diperoleh melalui perkalian antara frekuensi antar produk dengan jarak antar produk dikali dengan faktor elastisitas penyimpangan. Persamaan (2) merupakan batasan yang menentukan bahwa jarak antar produk minimal 1 satuan, sedangkan persamaan (3) untuk menegaskan bahwa produk yang harus dekat didekatkan dan yang harus jauh juga dijauhkan. Persamaan (6) meminta variabel untuk

bernilai bulat positif. Persamaan (4) dan (5) merupakan persamaan tambahan yang membatasi nilai variabel x dan y, sehingga pencarian solusi optimal dapat dilakukan secara lebih cepat. Ini dilakukan karena nilai tiap x_i dan y_i tidak terlalu penting, yang terpenting adalah jarak antar x_i dengan y_i atau nilai dari selisih antar keduanya. Nilai batasan kedua persamaan ini diperoleh melalui persamaan (6) serta batasan data produk yang digunakan. Dalam hal ini x_i dan y_i harus bernilai integer dengan total produk ada 8, sehingga batasan jarak baik secara vertical maupun horizontal dibatasi sebesar 8.

B. Model Maksimasi Kapasitas Produk

Sedangkan di bawah ini merupakan model Maksimasi Kapasitas Produk dalam toko. Seperti pada model pertama, produk yang dimaksud pada model kedua ini juga memiliki makna yang sama yakni setiap *brand* atau merk dari suatu produk.

Tabel 4.5. Indeks Model II

Indeks	Keterangan	Himpunan	Satuan
I	Produk ($i \in I$)	i,; (1,2, ..., 8)	produk
K	Kategori produk ($k \in K$)	k; (1,2, ..., 8)	Kategori
N	Rak ($n \in N$)	n; (1,2, ..., 8)	rak

Tabel 4.6. Parameter Model II

Parameter	Keterangan	Satuan
L_i	Jumlah ketersediaan stok minimum	Unit

	produk *i*	
U_i	Jumlah ketersediaan stok maksimum produk *i*	Unit
$C_{ki} = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}$	Produk *i* yang berada pada kategori *k* bernilai 1, jika tidak bernilai 0	Biner (0,1)
e_i	Volume satu unit produk *i*	$cm^3(ml)$
S_i	Total volume produk *i*	$cm^3(ml)$
V_{nki}	Total volume produk *i* dalam kategori *k* yang masuk ke dalam rak *n*	$cm^3(ml)$
V_n	Volume rak *n*	$cm^3(ml)$

Tabel 4.7. Variabel Keputusan Model II

Variabel Keputusan	Keterangan	Satuan
Q_i	Jumlah unit produk *i*	Unit
S_i	Volume total unit produk *i*	$cm^3(ml)$
B_k	Volume kategori *k*	$cm^3(ml)$
$W_{nk} = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}$	Jika kategori produk *k* ditempatkan dalam rak *n* maka bernilai 1, jika tidak maka bernilai 0	Biner (0,1)
$Z_{nki} = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}$	Jika produk *i* dimasukkan dalam kategori *k* dan diletakkan dalam rak *n* maka bernilai 1, jika tidak maka bernilai 0	Biner (0,1)
V_{nki}	Volume total produk *i* yang berada pada kategori *k* dan ditempatkan dalam rak *n*	*ml* (V≥ 0)

Maksimasi

$$\sum_{n \in N} \sum_{k \in K} \sum_{i \in I} V_{nki} \tag{7}$$

Batasan

$$Q_i \geq L_i \; ; \forall i \in I \tag{8}$$

$$Q_i \leq U_i ; \forall i \in I \tag{9}$$

$$S_i = e_i Q_i ; \forall i \in I \tag{10}$$

$$Z_{nki} = W_{nk} C_{ki} ; \forall i \in I, \forall k \in K, \forall n \in N \tag{11}$$

$$\sum_{n \in N} W_{nk} = 1;\ \forall k \in K \tag{12}$$

$$\sum_{k \in K} W_{nk} \geq 0;\ \forall n \in N \tag{13}$$

$$\sum_{i \in I} C_{ki}\, S_i = B_k;\ \forall k \in K \tag{14}$$

$$\sum_{k \in K} W_{nk}\, B_k \leq V_n;\ \forall n \in N \tag{15}$$

$$\sum_{k \in K} \sum_{i \in I} Z_{nki} \geq 0;\ \forall i \in I, \forall k \in K, \forall n \in N \tag{16}$$

$$\sum_{k \in K} \sum_{i \in I} V_{nki} \leq V_n;\ \forall n \in N \tag{17}$$

$$V_{nki} = S_i Z_{nki};\ \forall i \in I, \forall k \in K, \forall n \in N \tag{18}$$

$$V_{nki} \geq 0;\ \forall i \in I, \forall k \in K, \forall n \in N \tag{19}$$

$$Q_i\ integer; \tag{20}$$

$$W_{nk}\ binary; \tag{21}$$

$$Z_{nki}\ binary; \tag{22}$$

Persamaan (7) merupakan fungsi tujuan dari model kedua yakni untuk memaksimalkan kapasitas produk dalam rak. Persamaan (8) dan (9) menandakan jumlah item produk harus berada diantara batas minimal dan batas maksimal. Persamaan (10) untuk menentukan volume total produk *i* dengan mengalikan volume 1 unit produk *i* dengan jumlah unit produk *i*. Persamaan (11) menentukan produk *i* dalam kategori *k* dapat masuk pada rak *n* dengan mengalikan W_{nk} dengan C_{ki}, dimana C_{ki} merupakan

hubungan antara produk *i* dengan kategori *k* yang sudah diketahui sebagai data. Persamaan (12) menerangkan bahwa setiap kategori *k* harus ditempatkan dalam satu rak. Persamaan (13) menjelaskan bahwa tidak semua rak *n* diisi oleh kategori *k.* Persamaan (14) untuk menggambarkan bahwa volume kategori *k* merupakan hasil dari perkalian antara total volume produk *i* dengan C_{ki}. Persamaan (15) merupakan batasan bahwa volume kategori *k* yang berada pada rak *n* tidak boleh melebihi volume rak *n.* Persamaan (16) menjelaskan bahwa tidak semua rak *n* diisi oleh kategori *k* dan atau produk *i.* Persamaan (17) mengartikan bahwa volume produk *i* pada kategori *k* yang diletakkan dalam rak *n* tidak boleh melebihi kapasitas rak *n*. Persamaan (18) merupakan volume produk *i* pada kategori *k* yang diletakkan dalam rak *n* diperoleh dari volume total produk *i* dengan Z_{nki}. Persamaan (19) merupakan total volume produk *i* yang masuk pada kategori *k* yang diletakkan pada rak *n* harus lebih dari atau sama dengan 0. Persamaan (20) juga menginginkan nilai integer untuk kuantitas tiap produk *i.* Sedangkan untuk persamaan (21) dan (22) menandakan bahwa variabel W_{nk} dan Z_{nki} bernilai biner (0,1).

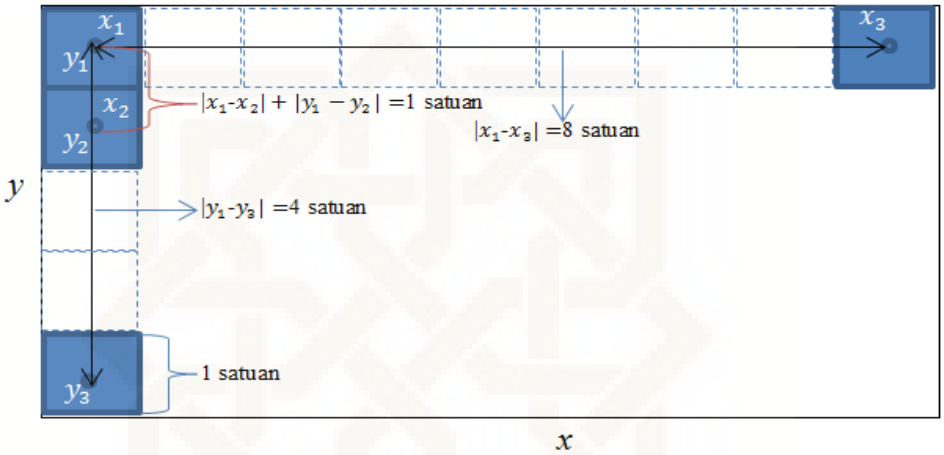
4.2.2. Ilustrasi model

Berikut merupakan ilustrasi visual model matematis yang telah disusun di atas. Ilustrasi model matematis ini bertujuan untuk

membantu dalam memahami model matematis untuk penataan rak dalam toko yang telah dikembangkan.

$$|x_i - x_j| + |y_i - y_j| \geq 1; \quad \forall i, j \in I \quad i \neq j \tag{2}$$

$$x_i, y_i \text{ integer;} \tag{6}$$

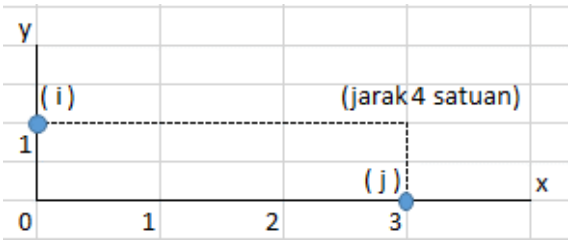


Gambar 4.8. Ilustrasi Persamaan (2) dan (6)

$$R_{ij}\,(|x_i - x_j| + |y_i - y_j|) \geq 1\ ; \forall i, j \in I \quad i \neq j \tag{3}$$

Faktor elastisitas penyimpangan (R_{ij})
3 : harus dekat
2 : lebih baik didekatkan
1 : boleh dekat atau jauh
0,5 : sebaiknya dijauhkan
0,33 : harus dijauhkan

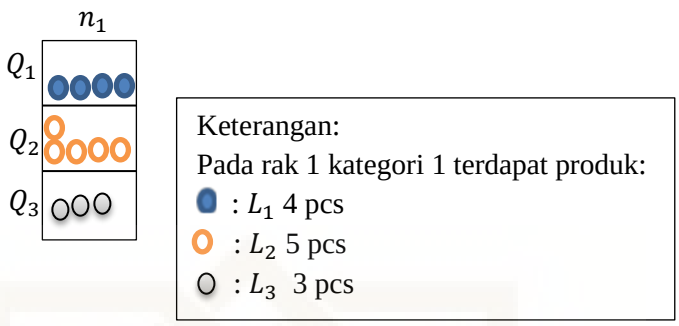
0,33 x (3+0) = 1(jarak x_i ke x_j = 3, y_i ke y_j = 0)
3 x (0+1) = 3 (jarak x_i ke x_j = 0, y_i ke y_j = 1)



Gambar 4.9. Ilustrasi Persamaan (3)

$$Q_i \geq L_i\ ; \forall i \in I \tag{8}$$

$$Q_i \; integer; \tag{20}$$

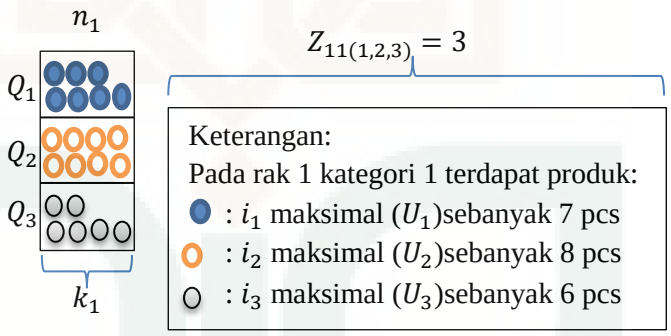


Gambar 4.10. Ilustrasi Persamaan (8) dan (20)

$$Q_i \leq U_i; \forall i \in I \tag{9}$$

$$\sum_{k \in K} \sum_{i \in I} Z_{nki} \geq 0; \; \forall i \in I, \forall k \in K, \forall n \in N \tag{16}$$

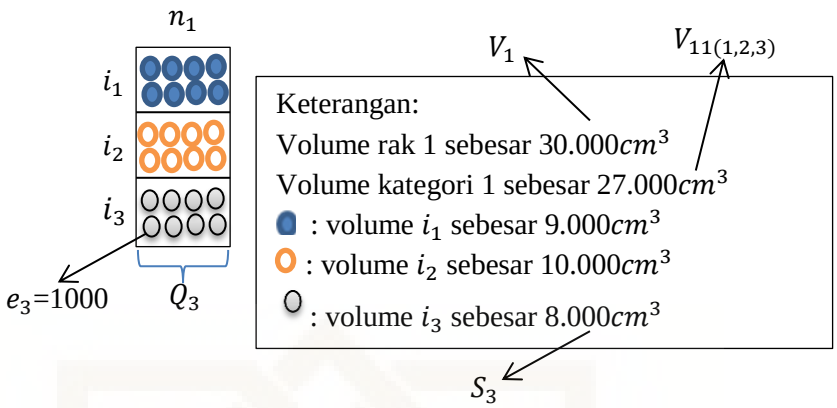
$$Z_{nki} \; binary; \tag{22}$$



Gambar 4.11. Ilustrasi Persamaan (9), (16) dan (22)

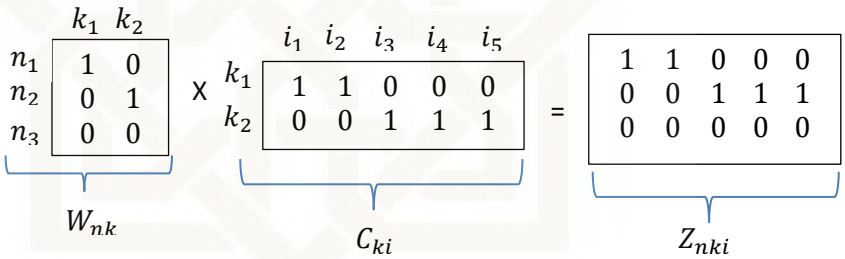
$$S_i = e_i Q_i; \forall i \in I \tag{10}$$

$$\sum_{k \in K} \sum_{i \in I} V_{nki} \leq V_n; \; \forall n \in N \tag{15}$$



Gambar 4.12. Ilustrasi Persamaan (10) dan (15)

$$Z_{nki} = W_{nk}C_{ki};\ \forall i \in I, \forall k \in K, \forall n \in N \tag{11}$$

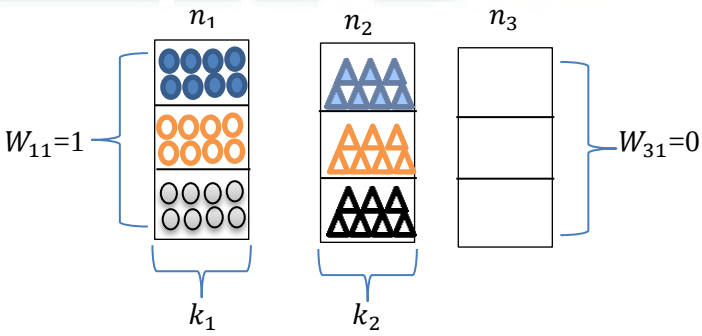


Gambar 4.13. Ilustrasi Persamaan (11)

$$\sum_{n \in N} W_{nk} = 1;\ \forall k \in K \tag{12}$$

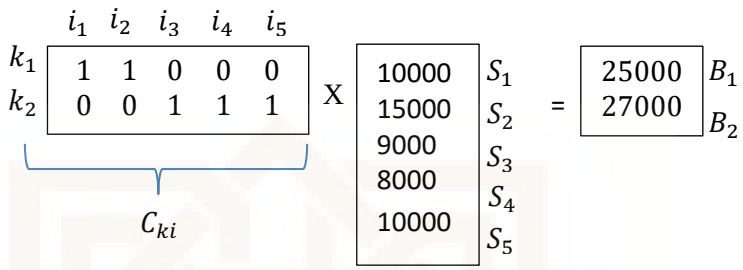
$$\sum_{k \in K} W_{nk} \geq 0;\ \forall n \in N \tag{13}$$

$$W_{nk}\ binary; \tag{21}$$



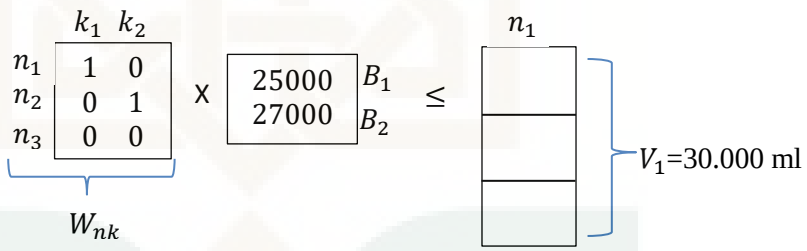
Gambar 4.14. Ilustrasi Persamaan (12), (13) dan (21)

$$\sum_{i \in I} C_{ki}\, S_i = B_k;\ \forall k \in K \tag{14}$$



Gambar 4.15. Ilustrasi Persamaan (14)

$$\sum_{k \in K} W_{nk}\, B_k \leq V_n;\ \forall n \in N \tag{15}$$



Gambar 4.16. Ilustrasi Persamaan (15)

$$V_{nki} = S_i Z_{nki};\ \forall i \in I, \forall k \in K, \forall n \in N \tag{18}$$

$$V_{nki} \geq 0;\ \forall i \in I, \forall k \in K, \forall n \in N \tag{19}$$

$$V_{nki} = \underbrace{\begin{array}{c} \begin{array}{ccccc} i_1 & i_2 & i_3 & i_4 & i_5 \end{array} \\ \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{array}}_{Z_{nki}} \text{ X } \begin{array}{cc} \begin{bmatrix} 10000 \\ 15000 \\ 9000 \\ 8000 \\ 10000 \end{bmatrix} & \begin{array}{c} S_1 \\ S_2 \\ S_3 \\ S_4 \\ S_5 \end{array} \end{array}$$

$$V_{111} = Z_{111} * S_1 = 1 * 10000 = 10000\, ml$$

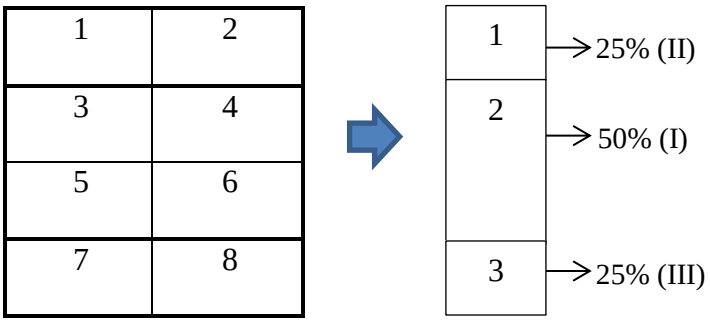
$$V_{113} = Z_{113} * S_3 = 0 * 9000 = 0\, ml$$

Gambar 4.17. Ilustrasi Persamaan (18) dan (19)

Selain ketentuan yang ada pada model matematis di atas, tata letak toko ritel dalam hal ini minimarket modern, termasuk penataan rak dan produk juga memiliki ketentuan lain yang tidak terdapat dalam model matematis. Ketentuan tersebut akan dilakukan dengan menggunakan pendekatan lain. Ketentuan tersebut diantaranya sebagai berikut:

a. Terdapat 2 macam perlakuan penataan produk dalam rak, diantaranya:
   1. Produk yang dapat ditumpuk (terwakili oleh persamaan 15)
   2. Produk yang tidak dapat ditumpuk (melalui perubahan data), yakni dengan mengubah dimensi tinggi produk dengan tinggi slot rak.

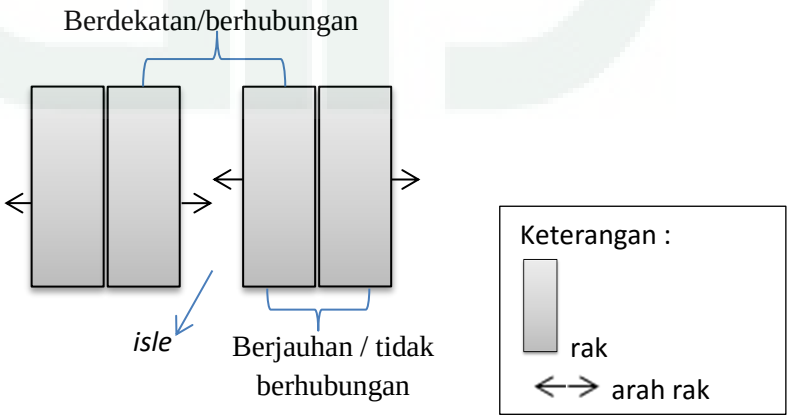
b. Produk yang memiliki frekuensi permintaan tertinggi ditempatkan pada posisi 3, 4, 5, dan 6 dalam rak. Sedangkan produk dengan frekuensi permintaan terendah ditempatkan pada posisi 7 dan 8.



Gambar 4.18. Ilustrasi Penempatan Produk

c. Ketentuan penataan rak dalam minimarket modern adalah sebagai berikut:

1. Penataan rak dalam minimarket dilakukan dengan cara berhadap-hadapan maupun bertolak belakang (membelakangi).
2. Rak yang berhadap-hadapan dipisah dengan menggunakan *isles.*
3. Lebar *isles* diasumsikan 1 satuan jarak.
4. Jarak antar rak ditentukan berdasarkan panjang jalur *isles* yang dilewati.



Gambar 4.19. Ilustrasi Penempatan Rak dengan Pertimbangan *Aisles*

Ketentuan-ketentuan yang tidak termasuk dalam model matematis tersebut akan diselesaikan dengan menggunakan pendekatan algoritma dan atau pendekatan berbasis data.

4.2.3. Model Komputasi

Dalam proses pembuatan model komputasi, dibutuhkan perangkat lunak komputer *(software)* Lingo, dalam hal ini menggunakan Lingo 12.0 yang selanjutnya dapat membantu dalam pengolahan data hipotetik yang berfungsi sebagai eksperimentasi model komputasi tersebut.

Berdasarkan buku panduan *Lingo User's Guide* (2009), terdapat tiga bagian dalam perumusan *source code* pada Lingo, yaitu SETS, DATA, serta perumusan model fungsi tujuan beserta *constraint*-nya.

A. Model Komputasi Minimasi Jarak Antar *Brand* Produk

Berikut ini adalah bagian SETS yang digunakan dalam eksperimentasi model matematis tersebut.

```
SETS:
PRODUK/P1..P8/: X, Y;

PARAMETER(PRODUK,PRODUK): FREKUENSI, R;
ENDSETS
```

Pada set indeks di atas menunjukkan bahwa produk terdiri dari 8 jenis produk, yaitu P1 sampai P8. Pada indeks produk terdapat parameter yang terkait, diantaranya *x*, *y* yang merupakan jarak produk dengan titik acuan, baik secara vertikal *(x)* maupun horizontal *(y)* sekaligus sebagai variabel keputusan.

Parameter frekuensi antar produk F_{ij} dan R_{ij} (faktor elastisitas penyimpangan) memiliki indeks yang sama yaitu *i,j* (produk).

Selanjutnya bagian DATA, yaitu sebagai berikut:

```
DATA:
FREKUENSI = @OLE('D:\Book4.xlsx', 'Fij');
R = @OLE('D:\Book4.xlsx', 'Rij');
ENDDATA
```

Data di atas diantaranya frekuensi antar produk (F_{ij}) dan faktor penyimpang elastisitas (R_{ij}) antar produk. Semua data tersebut berupa matriks yang terdiri dari 8 kolom dan 8 baris yang berisi data produk untuk keduanya (kolom dan baris). *Source code* data di atas menunjukkan bahwa frekuensi beserta R diletakkan pada Ms. Excel yang selanjutnya dipanggil oleh Lingo untuk diproses.

Kemudian yang terakhir adalah model matematis, yaitu fungsi tujuan beserta kendala-kendalanya yang sudah diubah menjadi bahasa program Lingo sebagai berikut:

Persamaan 1 (Fungsi Tujuan)

```
MIN = @SUM(PRODUK(I):@SUM(PRODUK(J)|J#GT#1 #AND#
      I#NE#J:FREKUENSI(I,J)*(@ABS(X(I)-
      X(J))+@ABS(Y(I)-Y(J)))*R(I,J)));
```

Batasan:
Persamaan 2

```
@FOR(PRODUK(I):@FOR(PRODUK(J)|J#GT#1 #AND# I#NE#J:
    @ABS(X(I)-X(J))+@ABS(Y(I)-Y(J))>= 1));
```

Persamaan 3

```
@FOR(PRODUK(I):@FOR(PRODUK(J)|J#GT#1 #AND# I#NE#J:
    R(I,J)*(@ABS(X(I)-X(J))+@ABS(Y(I)-Y(J)))>= 1));
```

Persamaan 4

```
@FOR(PRODUK(I):X(I)>= 0);
@FOR(PRODUK(I):X(I)<= 8);
```

Persamaan 5

```
@FOR(PRODUK(I):Y(I)>= 0);
@FOR(PRODUK(I):Y(I)<= 8);
```

Persamaan 6

```
@FOR(PRODUK(I):@GIN(X));
@FOR(PRODUK(I):@GIN(Y));
```

Setelah semua model komputasi dimasukkan kedalam *software* Lingo 12.0, selanjutnya diakhiri dengan perintah `END`. Kemudian klik *solve* pada Lingo untuk mengetahui hasil perhitungan yang dilakukan oleh *software* Lingo 12.0.

B. Model Komputasi Maksimasi Kapasitas Produk

Sedangkan di bawah ini merupakan bagian SETS yang digunakan dalam eksperimentasi model matematis tersebut.

```
SETS:
PRODUK/P1..P8/: BATAS_A, BATAS_B, VOLUME_P, Q, S;
KATEGORI/Minuman, Snack, Mie, Sarapan, Alat_tulis,
Kakus, Makanan_bayi, Detergen/: B;
RAK/R1..R8/: VOLUME_R;

PARAMETER(KATEGORI,PRODUK): C;

VAR_KEP1(RAK,KATEGORI): W;
VAR_KEP4(RAK,KATEGORI,PRODUK): Z;
VAR_KEP5(RAK,KATEGORI,PRODUK): V;
ENDSETS
```

Pada set indeks di atas menunjukkan bahwa produk memiliki parameter batas atas jumlah produk (U_i), batas bawah (L_i), volume produk (e_i), kuantitas produk (Q_i), serta volume total tiap jenis produk (S_i). Kemudian indeks kategori terdapat 8 himpunan yang meliputi minuman, snack, sampai pada detergen

yang didalamnya terdapat parameter volume pada tiap kategori (B_k). Selanjutnya ada rak yang terdiri dari 8 rak dari R1 hingga R8, sedangkan parameter yang terkait adalah volume rak itu sendiri (V_n). Parameter C_{ki} menggambarkan hubungan antara produk i dengan kategori k atau penempatan produk i ke kategori k dalam bentuk matriks dan bernilai biner.

Set variabel keputusan W_{nk} menginginkan nilai biner untuk menempatkan suatu kategori k dalam satu rak n, serta Z_{nki} untuk menempatkan produk i dalam suatu rak n tentunya yang sesuai dengan kategori k. Variabel keputusan yang terakhir adalah V_{nki} untuk menentukan volume produk pada tiap rak.

Selanjutnya adalah bagian DATA, yaitu sebagai berikut:

```
DATA:
BATAS_B = @OLE('D:\Book4.xlsx', 'Li');
BATAS_A = @OLE('D:\Book4.xlsx', 'Ui');
VOLUME_P = @OLE('D:\Book4.xlsx', 'Ei');
VOLUME_R = @OLE('D:\Book4.xlsx', 'V_RAK');
C = @OLE('D:\Book4.xlsx', 'Cki');
ENDDATA
```

Data di atas diantaranya batas atas (U_i) dan batas bawah (L_i), volume produk, volume rak, serta penempatan produk i pada kategori k (C_{ki}). Terakhir fungsi tujuan beserta konstrainnya adalah sebagai berikut:

Persamaan 7 (Fungsi Tujuan)

```
MAX   =   @SUM(RAK(N):@SUM(KATEGORI(K):@SUM(PRODUK(I):
          V(N,K,I))));
```

Batasan:
Persamaan 8

```
@FOR(PRODUK(I):Q(I)>= BATAS_B(I));
```

Persamaan 9

```
@FOR(PRODUK(I):Q(I)<= BATAS_A(I));
```

Persamaan 10

```
@FOR(PRODUK(I):S(I)= VOLUME_P(I)*Q(I));
```

Persamaan 11

```
@FOR(RAK(N):@FOR(KATEGORI(K):@FOR(PRODUK(I):
    Z(N,K,I)= W(N,K)*C(K,I))));
```

Persamaan 12

```
@FOR(KATEGORI(K):@SUM(RAK(N):W(N,K))= 1);
```

Persamaan 13

```
@FOR(RAK(N):
    @SUM(KATEGORI(K):W(N,K))>= 0);
```

Persamaan 14

```
@FOR(KATEGORI(K):
    @SUM(PRODUK(I):C(K,I)*S(I))= B(K));
```

Persamaan 15

```
@FOR(RAK(N):
    @SUM(KATEGORI(K):W(N,K)*B(K))<= VOLUME_R(N));
```

Persamaan 16

```
@FOR(RAK(N):@FOR(KATEGORI(K):@FOR(PRODUK(I):
     @SUM(KATEGORI(K):@SUM(PRODUK(I):Z(N,K,I)))>=
     0)));
```

Persamaan 17

```
@FOR(RAK(N):
    @SUM(KATEGORI(K):@SUM(PRODUK(I):V(N,K,I)))<=
VOLUME_R(N));
```

Persamaan 18

```
@FOR(RAK(N):@FOR(KATEGORI(K):@FOR(PRODUK(I):
    V(N,K,I)= S(I)*Z(N,K,I))));
```

Persamaan 19

```
@FOR(PRODUK(I):@GIN(Q));
```

Persamaan 20

```
@FOR(VAR_KEP1(N,K):@BIN(W));
```

Persamaan 21

```
@FOR(VAR_KEP4(N,K,I):@BIN(Z));
```

Persamaan 22

```
@FOR(VAR_KEP5(N,K,I):V >= 0);
```

Setelah semua model matematis dimasukkan kedalam *software* Lingo 12.0, selanjutnya diakhiri dengan perintah END. Kemudian klik *solve* pada Lingo untuk mengetahui hasil perhitungan yang dilakukan oleh *software* Lingo 12.0.

4.3. Eksperimentasi Numeris

Proses eksperimentasi model komputasi di atas membutuhkan data yang sesuai dan dapat digunakan untuk melakukan pengujian dengan eksperimentasi numeris model di atas. Data-data yang diperlukan diantaranya data produk yang digunakan, pembagian kategori produk berdasarkan data produk. Selain itu dibutuhkan batas atas dan batas bawah kuantitas produk, dimensi produk (p, l, t), volume produk, frekuensi pembelian antar produk, nilai faktor elastisitas penyimpangan, serta kuantitas dan volume rak.

Data yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk melakukan eksperimentasi model komputasi tata letak produk dalam minimarket beserta penentuan volume produk yang dapat diletakkan dalam rak menggunakan bantuan *software* Lingo 12.0. Data yang diperoleh merupakan data hipotetik dan hasil yang diperoleh dari perhitungan Lingo akan digunakan untuk mendesain tata letak produk yang ada di dalam minimarket.

4.3.1. Data Hipotetik

Di bawah ini merupakan data yang digunakan dalam proses pengujian atau eksperimentasi model matematis (model komputasi dalam Lingo).

A. Data Model Minimasi Jarak Antar *Brand* Produk

Berikut data yang terkait dengan model yang pertama, yaitu minimasi jarak antar *brand* produk.

Tabel 4.8. Frekuensi Antar *Brand* Produk

Produk	aqua 600ml	pilus garuda	sedaap goreng	sariroti	sidu 38 hal	pepsodent pasta	attack easy	SGM eksplor
aqua 600ml	0	18	9	19	1	5	5	8
pilus garuda	18	0	24	16	1	9	5	7
sedaap goring	9	24	0	20	1	8	9	5
Sariroti	19	16	18	0	1	14	7	17
sidu 38 hal	1	1	1	1	0	1	1	1
pepsodent pasta	5	9	8	14	1	0	23	10
attack easy	5	5	9	7	1	23	0	2
SGM eksplor	8	7	5	17	1	10	2	0

Untuk memperoleh frekuensi antar produk (*brand* produk) pada studi kasus di lapangan salah satunya bisa diperoleh melalui struk belanja setiap konsumen. Frekuensi yang digunakan pada tabel di atas adalah hubungan antara 2 produk yang berbeda, sehingga apabila terdapat konsumen yang membeli lebih dari 2, maka tetap dibuat frekuensi antara 2 produk. Misalnya ada konsumen membeli produk A, B, dan C, maka frekuensi yang

terjadi adalah AB, AC, dan BC. Akan tetapi frekuensi tidak berlalu apabila konsumen hanya membeli 1 item atau 1 *brand* produk saja.

Data hipotetik ini dipilih karena pada kenyataannya produk dari minimarket yang ada memiliki jumlah produk ratusan hingga ribuan apabila dilihat dari sisi setiap merk produk yang ada pada minimarket tersebut. Dengan banyaknya data yang ada dilapangan, *Software* yang digunakan untuk membantu proses pencarian nilai yaitu Lingo 12.0 tidak *support* atau tidak mumpuni dalam mengakomodasi data dan permasalahan yang ada, sehingga data kami sederhanakan menjadi seperti yang ada pada tabel di atas.

Tabel 4.9. Faktor Elastisitas Penyimpangan Antar Produk *(Brand)*

produk	aqua 600ml	pilus garuda	sedaap goreng	sariroti	sidu 38 hal	pepsodent pasta	attack easy	SGM eksplor
aqua 600ml	0	3	2	3	1	0.5	0.33	2
pilus garuda	3	0	3	3	1	0.5	0.33	2
sedaap goring	2	3	0	3	1	0.5	0.33	2
Sariroti	3	3	3	0	1	0.5	0.33	3
sidu 38 hal	1	1	1	1	0	1	1	1
pepsodent pasta	0.5	0.5	0.5	0.5	1	0	3	0.5
attack easy	0.33	0.33	0.33	0.33	1	3	0	0.33
SGM eksplor	2	2	2	3	1	0.33	0.33	0

Pada tabel di atas baik tabel 4.8. maupun 4.9. terdapat 8 produk dalam hal ini *brand* produk yang berbeda-beda. Satu produk (*brand* produk) tersebut mewakili kategori produk

tertentu, sehingga dapat mengakomodir kategorisasi produk maupun produk itu sendiri.

B. Data Model Maksimasi Kapasitas Produk

Sedangkan di bawah ini merupakan data yang terkait dengan model penempatan beserta kapasitas dari produk.

Tabel 4.10. Volume Produk (cm^3)

Produk	aqua 600ml	pilus garuda	sedaap goreng	sariroti	sidu 38 hal	pepsodent pasta	attack easy	SGM eksplor
panjang	6	15	15	20	16	22	15	15
lebar	6	4	5	8	21	4	4	5
tinggi	50	15	11	10	6	4	50	50
volume	1800	900	825	1600	2016	352	3000	3750

Pada dasarnya yang digunakan sebagai data adalah volume dari setiap *brand* produk saja, akan tetapi volume produk yang digunakan sebagai data bukanlah volume murni produk, akan tetapi volume produk yang dimensinya telah diubah sedemikian rupa, sehingga dimensi dan bentuk produk dianggap sama, yaitu berbentuk kubus dan atau balok yang memungkinkan produk dianggap tidak memiliki celah saat dilakukan *display* produk, sehingga tidak ada volume semu yang kenyataannya tidak dapat ditempati oleh suatu produk. Selain itu, faktor jenis produk yang tidak dapat ditumpuk juga menyebabkan adanya ruang kosong pada area atas dari setiap bagian atau slot rak, sehingga dalam volume, tinggi setiap produk disamakan dengan tinggi dari tiap slot rak.

Tabel 4.11. Batas Atas dan Bawah Kuantitas Produk *(Brand)*

Produk	aqua 600ml	pilus garuda	sedaap goreng	sariroti	sidu 38 hal	pepsodent pasta	attack easy	SGM eksplor
Batas Bawah	25	30	30	30	10	25	20	20
Batas Atas	35	40	40	40	20	35	30	30

Tabel 4.12. Matriks Posisi Produk *(Brand)* terhadap Kategori

Produk / Kategori	aqua 600ml	pilus garuda	sedaap goreng	sariroti	sidu 38 hal	pepsodent pasta	attack easy	SGM eksplor
Minuman	1	0	0	0	0	0	0	0
Snack	0	1	0	0	0	0	0	0
Mie Instan	0	0	1	0	0	0	0	0
Menu sarapan	0	0	0	1	0	0	0	0
Alat Tulis	0	0	0	0	1	0	0	0
Kakus	0	0	0	0	0	1	0	0
Mknn Bayi	0	0	0	0	0	0	1	0
Detergen	0	0	0	0	0	0	0	1

Tabel 4.13. Volume Rak (cm^3)

Rak	A	B	C	D	E	F	G	H
Panjang	20	30	30	30	30	50	50	50
Lebar	30	30	30	30	30	30	30	30
Tinggi	30	50	50	50	50	50	50	50
Volume	18000	45000	45000	45000	45000	75000	75000	75000

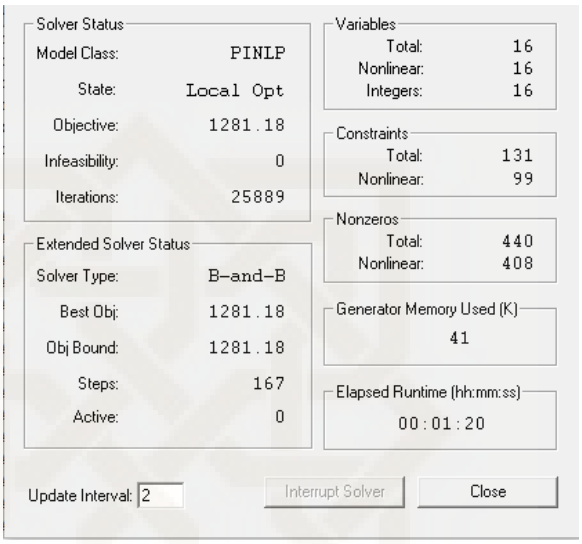
4.3.2. Hasil Eksperimentasi Model

Berikut adalah hasil eksperimentasi model yang telah dibentuk.

A. Eksperimentasi Model Minimasi Jarak Antar *Brand* Produk

Proses penyelesian dari permasalahan penentuan posisi antar produk *(brand)* dalam minimarket dengan menggunakan

data di atas dan dilakukan dengan bantuan *software* Lingo 12.0. Hasil eksperimentasi untuk model Minimasi Jarak Antar Produk dengan data tersebut di atas adalah sebagai berikut:



Gambar 4.20. *Solver Status* Lingo Model I

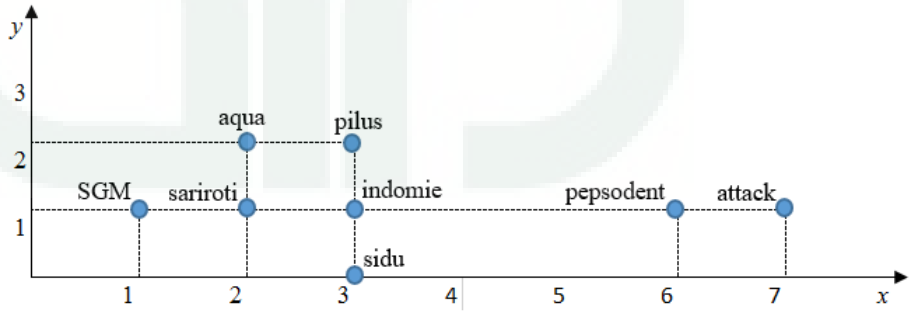
Pada gambar 4.20. menunjukkan model yang pertama yaitu minimasi jarak antar produk merupakan model yang berbentuk *Pure Integer Non Linear Programming* (PINLP). Data pada model tersebut menunjukkan bahwa model dapat menemukan nilai optimalnya dengan total nilai jarak antar produk adalah sebesar 1.294,76 satuan dengan jumlah iterasi sebanyak 25.889 kali. Proses *running program* pada model ini selama 1 menit 20 detik (00:01:20) menggunakan *hardware* processor Intel® Core™ i3-4030U CPU @1.90 GHz (4CPUs) dengan RAM 2048 MB dan *Operating System* Windows 10 Pro 64-bit.

Berikut merupakan nilai variabel keputusan yang didapat, baik x_i maupun y_i.

```
Model Class:                                    PINLP

Total variables:                     16
Nonlinear variables:                 16
Integer variables:                   16

Total constraints:                  131
Nonlinear constraints:               99

Total nonzeros:                     440
Nonlinear nonzeros:                 408

                                              Variable           Value
                                                X( P1)        2.000000
                                                X( P2)        3.000000
                                                X( P3)        3.000000
                                                X( P4)        2.000000
                                                X( P5)        3.000000
                                                X( P6)        6.000000
                                                X( P7)        7.000000
                                                X( P8)        1.000000
                                                Y( P1)        2.000000
                                                Y( P2)        2.000000
                                                Y( P3)        1.000000
                                                Y( P4)        1.000000
                                                Y( P5)        0.000000
                                                Y( P6)        1.000000
                                                Y( P7)        1.000000
                                                Y( P8)        1.000000
```

Gambar 4.21. Variabel Keputusan x_i dan y_i

Dari gambar di atas menunjukkan bahwa nilai variabel keputusan untuk x_1 sampai x_8 berturut-turut adalah 2, 3, 3, 2, 3, 6, 7, dan 1. Sedangkan untuk nilai variabel keputusan untuk y_1 sampai y_8 berturut-turut adalah 2, 2, 1, 1, 0, 1, 1, serta 1. Berikut grafik visualisasi penempatan produk berdasarkan hasil tersebut.

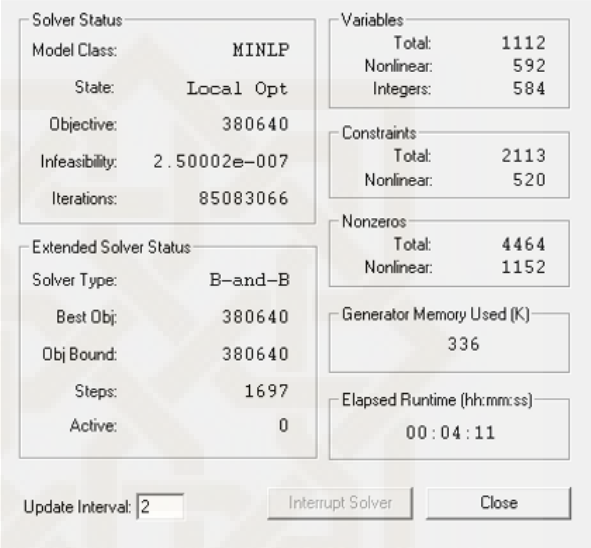


Gambar 4.22. Grafik Visualisasi Posisi Produk

B. Eksperimentasi Model Maksimasi Kapasitas Produk

Proses penyelesian dari permasalahan penempatan produk beserta kapasitasnya dalam rak minimarket dengan

menggunakan data hipotetik dan dilakukan dengan bantuan *software* Lingo 12.0. Hasil eksperimentasi untuk model penempatan produk beserta kapasitasnya dalam rak minimarket adalah sebagai berikut:



Gambar 4.23. *Solver Status* Lingo Model II

Pada gambar tersebut menunjukkan bahwa Model II yaitu maksimasi kapasitas produk merupakan model yang berbentuk *Mix Integer Non Linear Programming* (MINLP). Data pada model tersebut menunjukkan bahwa model dapat menemukan nilai optimalnya dengan total nilai volume produk yang dapat dimasukkan kedalam rak adalah sebesar 380.640 *ml* dengan jumlah iterasi sebanyak 85.083.066 kali. Proses *running program* pada model ini selama 4 menit 11 detik (00:04:11) menggunakan *hardware* dan *software* yang sama pada proses penyelesaian eksperimentasi Model I.

Di bawah ini merupakan variabel keputusan yang didapatkan dari proses *running program* Lingo 12.0.

```
JUMLAH PRODUK 1 ADALAH SEBANYAK 25 PCS
JUMLAH PRODUK 2 ADALAH SEBANYAK 40 PCS
JUMLAH PRODUK 3 ADALAH SEBANYAK 40 PCS
JUMLAH PRODUK 4 ADALAH SEBANYAK 40 PCS
JUMLAH PRODUK 5 ADALAH SEBANYAK 20 PCS
JUMLAH PRODUK 6 ADALAH SEBANYAK 35 PCS
JUMLAH PRODUK 7 ADALAH SEBANYAK 25 PCS
JUMLAH PRODUK 8 ADALAH SEBANYAK 20 PCS
VOLUME TOTAL PRODUK 1 ADALAH 1800 x 25 = 45000.00000025
VOLUME TOTAL PRODUK 2 ADALAH 900 x 40 = 36000
VOLUME TOTAL PRODUK 3 ADALAH 825 x 40 = 33000
VOLUME TOTAL PRODUK 4 ADALAH 1600 x 40 = 64000
VOLUME TOTAL PRODUK 5 ADALAH 2016 x 20 = 40320
VOLUME TOTAL PRODUK 6 ADALAH 352 x 35 = 12320
VOLUME TOTAL PRODUK 7 ADALAH 3000 x 25 = 75000
VOLUME TOTAL PRODUK 8 ADALAH 3750 x 20 = 75000.00000025
PRODUK 6  PADA KATEGORI 6 DITEMPATKAN DALAM RAK 1
PRODUK 3  PADA KATEGORI 3 DITEMPATKAN DALAM RAK 2
PRODUK 5  PADA KATEGORI 5 DITEMPATKAN DALAM RAK 3
PRODUK 2  PADA KATEGORI 2 DITEMPATKAN DALAM RAK 4
PRODUK 1  PADA KATEGORI 1 DITEMPATKAN DALAM RAK 5
PRODUK 4  PADA KATEGORI 4 DITEMPATKAN DALAM RAK 6
PRODUK 8  PADA KATEGORI 8 DITEMPATKAN DALAM RAK 7
PRODUK 7  PADA KATEGORI 7 DITEMPATKAN DALAM RAK 8
VOLUME PRODUK 6  PADA KATEGORI 6 YANG DITEMPATKAN DALAM RAK 1 ADALAH SEBESAR 12320.00000025
VOLUME PRODUK 3  PADA KATEGORI 3 YANG DITEMPATKAN DALAM RAK 2 ADALAH SEBESAR 33000
VOLUME PRODUK 5  PADA KATEGORI 5 YANG DITEMPATKAN DALAM RAK 3 ADALAH SEBESAR 40320.00000025
VOLUME PRODUK 2  PADA KATEGORI 2 YANG DITEMPATKAN DALAM RAK 4 ADALAH SEBESAR 36000.00000025
VOLUME PRODUK 1  PADA KATEGORI 1 YANG DITEMPATKAN DALAM RAK 5 ADALAH SEBESAR 45000.00000025
VOLUME PRODUK 4  PADA KATEGORI 4 YANG DITEMPATKAN DALAM RAK 6 ADALAH SEBESAR 64000.00000025
VOLUME PRODUK 8  PADA KATEGORI 8 YANG DITEMPATKAN DALAM RAK 7 ADALAH SEBESAR 75000
VOLUME PRODUK 7  PADA KATEGORI 7 YANG DITEMPATKAN DALAM RAK 8 ADALAH SEBESAR 75000
  Model Class:                                MINLP

  Total variables:                     1112
  Nonlinear variables:                  592
  Integer variables:                    584

  Total constraints:                   2113
  Nonlinear constraints:                520

  Total nonzeros:                      4464
  Nonlinear nonzeros:                  1152
```

Gambar 4.24. Variabel Keputusan Q_i; S_i; Z_{nki} dan V_{nki}

Dari gambar tersebut di atas, dapat dilihat bahwa hasil dari pengolahan data untuk variabel keputusan kuantitas produk pertama (aqua) hingga produk kedelapan (susu balita SGM) adalah 25, 40, 40, 40, 20, 35, 25, serta 20 *pcs*. Terkait dengan volume total produk diperoleh melalui perkalian antara volume satuan produk dengan kuantitas produk yang telah didapatkan di atas, sehingga volume total produk pertama (aqua) sampai produk terakhir (susu balita SGM) adalah sebagai berikut:

- Aqua (1.800 x 25) = 45.000 *ml*
- Pilus (900 x 40) = 36.000 *ml*
- Indomie (825 x 40) = 33.000 *ml*
- Sariroti (1.600 x 40) = 64.000 *ml*
- Sidu (2016 x 20) = 40.320 *ml*
- Pepsodent (352 x 35) = 12.320 *ml*
- Attack (3.000 x 25) = 75.000 *ml*
- SGM (3750 x 20) = 75.000 *ml*

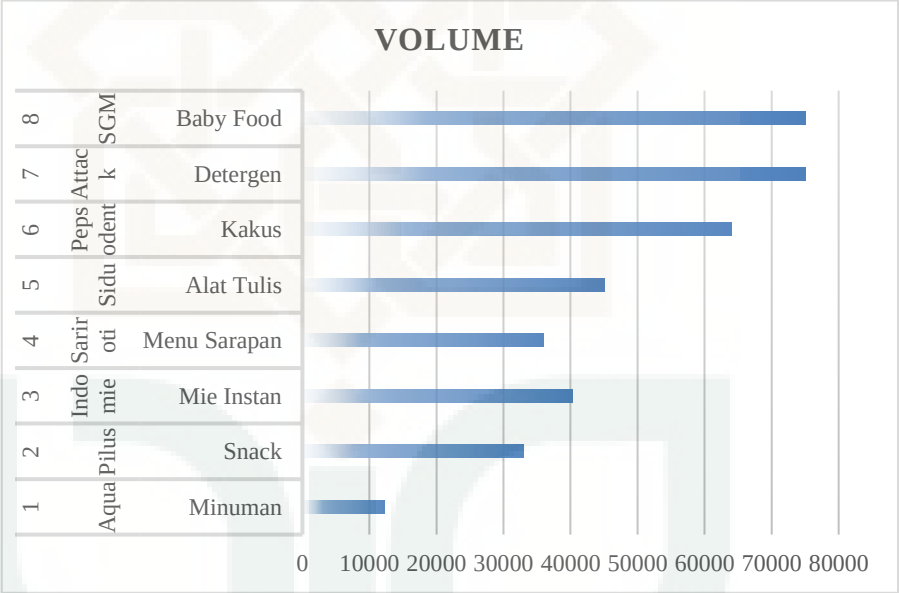
Dari hasil tersebut, maka total volume produk secara keseluruhan adalah sebesar 380.640 *ml* atau 380,64 liter. Selain kuantitas dan volume produk, pada model ini juga terdapat variabel keputusan yang lain, yaitu Z_{nki} dan V_{nki}. Z_{nki} merupakan variabel yang menunjukkan bahwa setiap produk *(brand)* yang temasuk dalam suatu kategori tertentu hanya dapat dimasukkan kedalam satu rak saja, sehingga setiap rak akan mendapatkan produk *(brand)* yang berbeda-beda (tidak ada *brand* produk yang sama). Hasil variabel keputusan yang diperoleh diwujudkan dalam sebuah *gant chart* sebagai berikut:

Tabel 4.14. *Gant Chart* Nilai Z_{nki}

No.	Produk *(Brand)*	Kategori	Rak							
			R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
1.	Aqua	Minuman								
2.	Pilus	Snack								
3.	Indomie	Mie Instan								
4.	Sariroti	Menu Sarapan								
5.	Sidu	Alat Tulis								

6.	Pepsodent	Kakus								
7.	Attack	Detergen								
8.	SGM	*Baby Food*								

Variabel keputusan yang terakhir adalah V_{nki}. V_{nki} merupakan suatu variabel yang menyatakan tentang jumlah volume produk *i* pada kategori *k* dan ditempatkan dalam rak *n*. berikut grafik histogram terkait dengan volume produk yang didapatkan.



Gambar 4.25. Grafik Variabel Keputusan V_{nki}

Sedangkan di bawah ini merupakan tabel hasil volume tiap *brand* produk beserta total volume produk secara keseluruhan.

Tabel 4.15. Hasil Volume Produk

No.	Produk *(brand)*	Kategori	Volume
1	Aqua	Minuman	12320
2	Pilus	Snack	33000
3	Indomie	Mie Instan	40320

4	Sariroti	Menu Sarapan	36000
5	Sidu	Alat Tulis	45000
6	Pepsodent	Kakus	64000
7	Attack	Detergen	75000
8	SGM	*Baby Food*	75000
Jumlah			380640

4.4. Pembahasan

4.4.1. Keputusan Tata Letak Produk dalam Minimarket

Setelah dilakukan eksperimentasi model dengan data hipotetik menggunakan bantuan *software* Lingo 12.0, maka hasil dari *running program* tersebut berupa angka-angka koordinat x dan y. Hasil perolehan angka koordinat tersebut didapatkan melalui model awal yang memiliki fungsi tujuan untuk minimasi jarak antar produk *(brand)* pada penataan produk dalam minimarket di atas. Dalam meminimasi jarak antar *brand* produk perlu adanya faktor-faktor yang mempengaruhinya, diantaranya frekuensi antar *brand* produk F_{ij} serta faktor elastisitas penyimpangan R_{ij}. Semakin tinggi frekuensi, maka memaksa nilai jarak antar *brand* produk semakin dekat. Sedangkan ketika frekuensi kecil, maka jarak antar *brand* berusaha untuk tetap dekat, meskipun tidak sedekat produk dengan frekuensi tinggi. Untuk mengatasi faktor *brand* produk yang harus berjauhan meskipun memiliki frekuensi tinggi, maka dibutuhkan faktor elastisitas penyimpangan yaitu untuk menjaga jarak aman antar *brand* terkait dengan aturan tata letak produk yang harus

dijauhkan karena faktor kesehatan akibat paparan senyawa kimia pada produk tertentu, meskipun frekuensi antar *brand* tersebut tinggi.

A. Tata Letak Produk *(Brand)* Murni Hasil Eksperimentasi

Berdasarkan hal tersebut, maka di bawah ini merupakan gambar visualisasi tata letak produk dalam toko disesuaikan dengan hasil *running program* Lingo 12.0 seutuhnya.

Gambar 4.26. *Layout* Tata Letak Produk Sesuai Hasil *Running Program*

Akan tetapi yang harus diingat adalah bahwa model tersebut hanya memerintahkan untuk penentuan jarak antar produk, sehingga posisi produk tidak harus pada posisi yang sama. Selain itu juga terdapat faktor-faktor lain yang akan menentukan tata letak produk dalam toko, seperti posisi rak yang berdekatan akan tetapi bertolak belakang posisinya menjadikan hal tersebut tidak serta-merta menjadi berdekatan, jarak dihitung berdasarkan panjang lintasan (*isles*), dan lain-lain. Hal-hal tersebut yang menyebabkan nilai yang dihasilkan

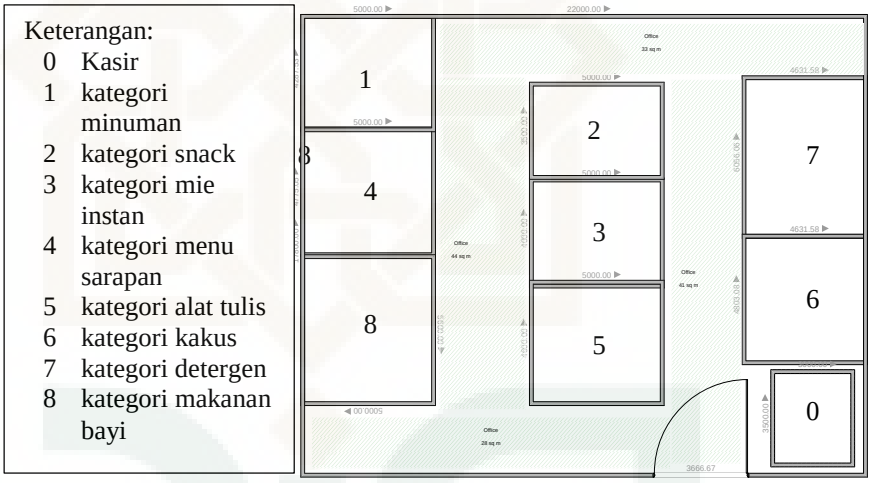
dari proses *running program* harus diolah kembali sedemikian rupa, sehingga dapat diproses dan diwujudkan dalam bentuk tata letak produk dalam toko yang dapat direalisasikan. Pada proses eksperimentasi kali ini hanya menggunakan data hipotetik yang cukup sedikit. Ini dikarenakan *running process* yang membutuhkan waktu yang sangat lama apabila menggunakan data yang cukup banyak atau sesuai dengan kondisi yang ada dilapangan (minimarket). Hal ini tentu sangat tidak efektif karena harus menunggu *running process* berjam-jam tanpa ada kepastian hasil yang jelas atau boleh dikatakan tidak dapat mengakomodasi data dan permasalahan yang ingin dicapai. Oleh karena itu, dilakukan penyederhanaan data menjadi 8 produk *(brand)* dengan tidak mengurangi jumlah kategori produk yang telah ditetapkan, sehingga dapat dikatakan bahwa setiap *brand* poduk mewakili satu kategori produk.

Apabila posisi produk disesuaikan dengan kondisi minimarket, baik dari segi bentuk minimarket maupun tujuan atau visi misi minimarket, tentunya penataan produk didalamnya juga harus menyesuaikan dengan hal tersebut. Sehingga *layout* tata letak produk di atas menjadi tidak berguna. Oleh karena itu, dibutuhkan modifikasi *layout* tata letak produk yang sesuai dengan hasil koordinat serta sesuai

dengan kondisi nyata pada minimarket itu sendiri, tentunya dengan mengikuti model tata letak toko ritel yang sudah ada, diantaranya adalah model *grid, free form, racetrack,* serta *serpentine.*

B. Tata Letak Produk Menyesuaikan Model *Grid*

Di bawah ini merupakan *layout* tata letak produk apabila disesuaikan dengan model *grid* dengan beberapa aturan penataan produk dalam minimarket.



Gambar 4.27. *Layout* Tata Letak Produk sesuai dengan Model *Grid*

Cara untuk mendapatkan tata letak seperti di atas, ada beberapa kaidah atau aturan yang harus dilakukan atau dipatuhi, diantaranya adalah sebagai berikut.

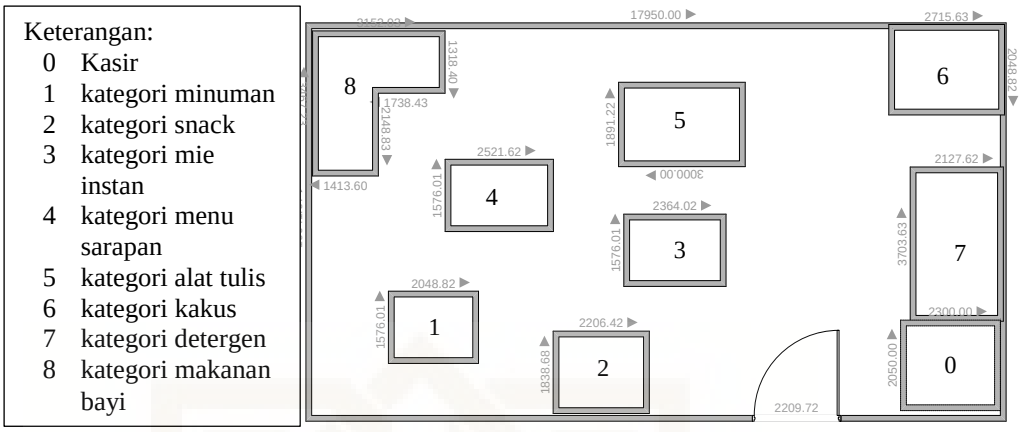
1. Produk harus ditempatkan dengan cara berdampingan, berhadap-hadapan dan memanjang.
2. Bentuk pola yang sama hingga ujung toko, sehingga membentuk pola yang sejajar.

3. Produk yang ditempatkan menempel di dinding, maka menggunakan rak jenis *wall rack*, dalam hal ini adalah produk 1, 4, 6, 7, dan 8.
4. Produk yang ditempatkan pada tengah toko (selain dinding) menggunakan rak jenis gondola, yaitu pada produk 2, 3, dan 5.
5. Pada ujung gondola dipasang rak yang disebut *end gondola*, sehingga sepanjang *isles* pengunjung dapat menemukan produk yang dipajang.

Tata letak model *grid* ini dirasa cocok untuk ritel minimarket yang menyediakan barang kebutuhan sehari-hari. Selain dapat menampung banyak barang, model ini juga memungkinkan pelanggan untuk menelusuri area minimarket tersebut.

C. Tata Letak Produk Menyesuaikan Model *Free Form*

Berikut merupakan *layout* tata letak produk apabila disesuaikan dengan model *free from* dengan beberapa aturan penataan produk pada minimarket.



Gambar 4.28. ***Layout*** **Tata Letak Produk sesuai dengan Model** ***Free Form***

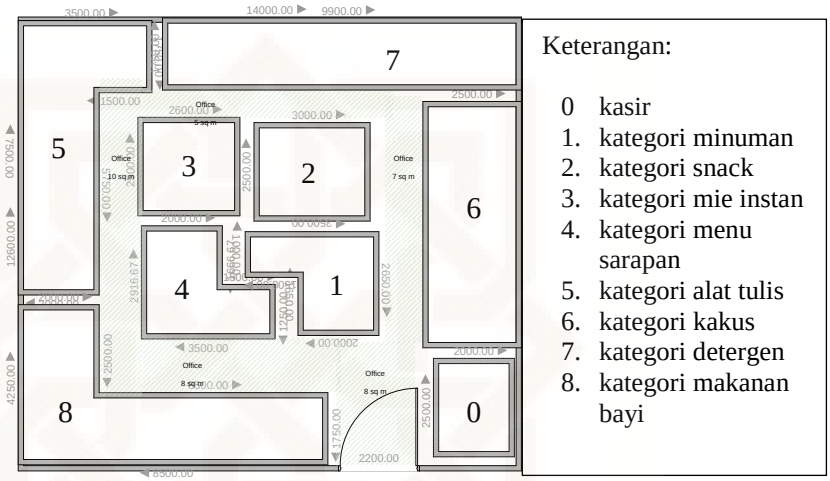
Untuk memperoleh tata letak seperti di atas, ada beberapa kaidah yang harus dipenuhi, diantaranya:

1. Setiap produk ditempatkan secara bebas dalam toko ritel.
2. Setiap kategori produk dalam satu rak ditempatkan pada area tertentu yang tidak berdampingan atau bersinggungan dengan kategori produk lainnya.
3. Dalam proses tata letak produk harus dapat memenuhi unsur mobilitas pelanggan.
4. Produk juga harus dapat dilihat secara keseluruhan dari awal pelanggan memasuki area toko ritel tersebut.

Dari sifat *layout* seperti di atas, maka produk kebutuhan sehari-hari yang notabene memiliki jenis produk yang banyak dengan kapasitas toko ritel (minimarket) yang tidak terlalu besar tidak cocok untuk menggunakan model tata letak *free form* ini.

D. Tata Letak Produk Menyesuaikan Model *Racetrack*

Di bawah ini merupakan *layout* tata letak produk apabila disesuaikan dengan model *Racetrack* dengan beberapa aturan penataan produk dalam toko ritel (minimarket).



Gambar 4.29. *Layout* Tata Letak Produk sesuai dengan Model *Racetrack*

Untuk memperoleh tata letak model *racetrack* di atas, ada beberapa hal yang harus diperhatikan, yaitu:

1. Produk ditempatkan sedemikian rupa, sehingga memungkinkan untuk ditempatkan *isles* utama yang membentuk *loop*.
2. Selain *isle* utama, juga harus didukung dengan *isles* cabang untuk memasuki area-area atau kategori tertentu dalam toko ritel.

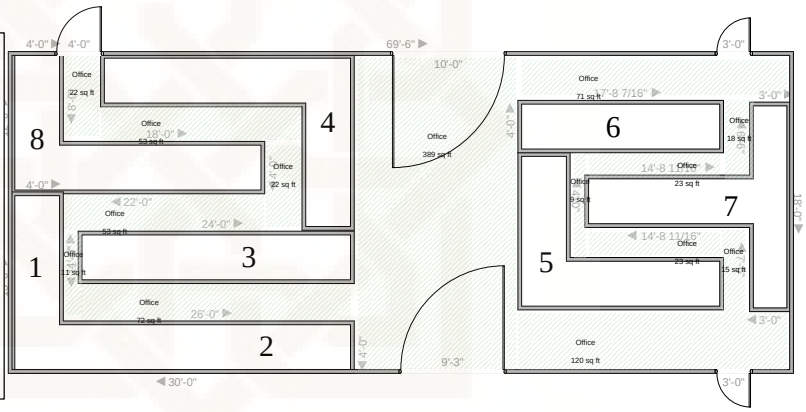
Berbeda dengan model *free form*, model ini tidak terlalu memberikan keleluasaan pelanggan untuk menuju area yang diinginkan secara lebih cepat karena adanya *isle* utama yang

menjadi lintasan pelanggan dalam berbelanja. Sehingga model ini juga tidak cocok digunakan pada toko ritel jenis minimarket.

E. Tata Letak Produk Menyesuaikan Model *Serpentine*

Sedangkan berikut ini adalah *layout* tata letak produk apabila disesuaikan dengan model *Serpentine* dengan beberapa aturan penataan produk dalam toko ritel.

Keterangan:
1 kategori minuman
2 kategori snack
3 kategori mie instan
4 kategori menu sarapan
5 kategori alat tulis
6 kategori kakus
7 kategori detergen
8 kategori makanan bayi



Gambar 4.30. *Layout* Tata Letak Produk sesuai dengan Model *Serpentine*

Untuk memperoleh tata letak seperti di atas, ada beberapa kaidah yang harus dipenuhi, diantaranya:

1. Semua produk terbagi atas 2 area yang terpisah oleh *isle* yang luas.
2. Setiap area memungkinkan pelanggan untuk menyusuri seluruh area sampai selesai.
3. Setiap produk atau kategori dalam satu area diletakkan secara bersinggungan, sehingga tidak memungkinkan pelanggan untuk dapat keluar area sebelum

menyelesaikan perjalanannya ke semua kategori dalam satu area.

Berdasarkan hal tersebut di atas, maka model *serpentine* ini lebih cocok digunakan untuk ritel yang berbasis grosir atau pergudangan. Karena pelanggan akan dengan senang hati menyusuri area yang ada untuk mendapatkan produk-produk yang akan dibeli dalam partai besar.

4.4.2. Total Volume Produk terhadap Rak

Hasil volume produk dipeeroleh melalui model yang kedua, yaitu dengan fungsi tujuan memaksimalkan volume produk terhadap rak. Pada model ini diikuti dengan kendala atau *constraint* sejumlah 15 *constraint*. Masing-masing *constraint* memiliki fungsi yang berbeda-beda dan saling berkaitan. Seperti *constraint* ke-4, 5, dan 6. Pada *constraint* ke-5 menandakan bahwa setiap kategori harus ditempatkan dalam 1 rak. Sedangkan *constraint* ke-6 mengatakan bahwa ada kalanya rak tidak ditempati oleh suatu kategori tertentu. Ini terjadi apabila rak yang disediakan (data) melebihi kategori yang digunakan. *Constraint* ini berbentuk biner (0,1) yang menyatakan bahwa nilai 1 untuk kategori *k* ditempatkan dalam rak *n*, dan 0 untuk tidak ditempatkan. Sehingga apabila terdapat 8 kategori dan 8 rak, maka masing-masing kategori dapat dimasukkan kedalam rak yang berbeda serta tidak ada rak yang tersisa, hal ini sesuai dengan hasil yang diperoleh. Sedangkan pada *constraint* ke-4 pada model kedua

ini untuk menyatakan bahwa nilai produk *i* pada kategori *k* ditempatkan pada rak *n*. Hal ini diperoleh melalui perkalian antara hubungan kategori *k* yang ditempatkan pada rak *n* dengan produk *i* yang masuk pada kategori *k*. Hubungan antara produk dengan rak ini juga berupa bilangan biner yang sudah ditentukan sebagai data. Selain itu juga terdapat *constraint* lainnya yang berhubungan, seperti pada *constraint* ke-10 dan 11. *Constraint* ke-11 menyatakan bahwa volume produk *i* pada kategori *k* dan ditempatkan dalam rak *n* diperoleh melalui *constraint* ke-4 diatas dikalikan dengan total volume produk *i* yang telah diketahui kapasitas produknya. Hal ini juga sesuai dengan hasil yang diperoleh.

Selain itu, volume juga dipengaruhi oleh sifat-sifat produk yang berbeda-beda, seperti produk yang dapat ditumpuk, produk yang tidak dapat ditumpuk, serta desain produk yang tidak rata, sehingga ada rongga yang kosong apabila produk disejajarkan. Hal ini diatasi dengan modifikasi data yang digunakan. Modifikasi yang dilakukan adalah bahwa semua produk dianggap berbentuk balok dan atau kubus. Hal ini dimaksudkan agar rongga-rongga yang ada disela-sela produk tidak terakumulasi menjadi suatu ruang kosong yang dapat ditempati oleh suatu produk, padahal kenyataannya tidak dapat ditempati oleh produk. Sedangkan produk yang bersifat tidak dapat ditumpuk dilakukan perubahan pada tinggi produk dengan tinggi rak, sehingga seolah-olah produk memenuhi area rak.

Berdasarkan data hipotetik terkait dengan volume rak yang dibuat berbeda-beda, maka diperoleh hasil bahwa produk pada kategori 6 (kakus) ditempatkan pada rak 1, kategori 3 pada rak 2, kategori 5 pada rak 3, kategori 2 pada rak 4, kategori 1 pada rak 5, kategori 4 pada rak 6, kategori 8 pada rak 7, serta kategori 7 pada rak 8. Hal ini disebabkan oleh fungsi tujuan yang menginginkan untuk memaksimalkan volume produk dalam rak, sehingga masing-masing kategori akan menyesuaikan diri antara volume total produk yang dimiliki dengan kapasitas rak yang tersedia, sehingga hasil tersebut meminimasi ruang kosong pada rak, tentunya volume total produk berada diantara jumlah minimum dan maksimum produk yang diperbolehkan. Apabila volume rak disamakan, maka penempatan produk pada rak manapun tidak akan menjadi masalah, kecuali terdapat kategori produk yang memiliki kapasitas volume minimum melebihi kapasitas rak yang tersedia, maka sistem akan menjadi *error* atau *infeasible*.