

**MODEL MATEMATIKA ALOKASI PENYIMPANAN OBAT
DI GUDANG FARMASI UNTUK MINIMASI BIAYA
OPERASIONAL PENYIMPANAN**

SKRIPSI



Oleh :

PUTRI IHDA NUR WAHYUNI

3333200070

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
CILEGON-BANTEN
2024**

**MODEL MATEMATIKA ALOKASI PENYIMPANAN OBAT
DI GUDANG FARMASI UNTUK MINIMASI BIAYA
OPERASIONAL PENYIMPANAN**

**Skripsi ditulis untuk memenuhi sebagian persyaratan dalam mendapatkan
gelar Sarjana Teknik**



Oleh :

PUTRI IHDA NUR WAHYUNI

3333200070

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
CILEGON-BANTEN**

2024

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

NAMA : PUTRI IHDA NUR WAHYUNI
NIM : 3333200070
JURUSAN : TEKNIK INDUSTRI
JUDUL : MODEL MATEMATIKA ALOKASI PENYIMPANAN
OBAT DI GUDANG FARMASI UNTUK MINIMASI
BIAYA OPERASIONAL PENYIMPANAN

Dengan ini menyatakan bahwa penelitian dengan judul tersebut diatas adalah benar karya saya sendiri dengan arahan dari pembimbing I dan pembimbing II, serta tidak ada duplikasi dengan karya orang lain kecuali yang telah disebutkan sumbernya.

Apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam penelitian ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Cilegon, 9 Juli 2024



PUTRI IHDA NUR WAHYUNI

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

NAMA : PUTRI IHDA NUR WAHYUNI
NIM : 3333200070
JURUSAN : TEKNIK INDUSTRI
JUDUL : MODEL MATEMATIKA PENYIMPANAN OBAT DI
GUDANG FARMASI RSUD CILEGON

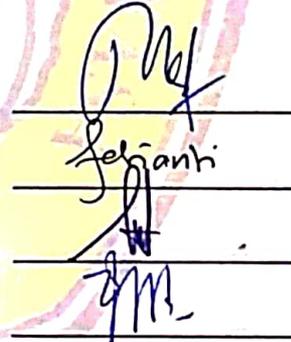
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan Diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Pada Hari : Selasa

Tanggal : 9 Juli 2024

DEWAN PENGUJI

Pembimbing 1 : Dr. M. Adha Ilhami, ST., MT.
Pembimbing 2 : Evi Febianti, ST., M.Eng.
Penguji 1 : Ade Irman S.M., S.T., M.T.
Penguji 2 : Dr. Ir. Maria Ulfah, M.T.



Handwritten signatures of the examiners: Dr. M. Adha Ilhami, Evi Febianti, Ade Irman S.M., and Dr. Ir. Maria Ulfah.

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Industri



Achmad Bahauddin S.T., M.T., Ph.D
NIP. 197812212005011002

PRAKATA

Assalamualaikum Wr. Wb.,

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, Yang Maha Pengasih, Maha Penyayang. Shalawat serta salam selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga, dan para sahabatnya. Segala puji bagi Allah, Tuhan semesta alam, yang telah melimpahkan rahmat, petunjuk, dan kekuatan sehingga penulis dapat menyelesaikan seluruh proses penulisan tugas akhir ini dengan judul “Model Matematika Alokasi Penyimpanan Obat Di Gudang Farmasi Untuk Minimasi Biaya Operasional Penyimpanan” dengan baik.

Tugas akhir ini merupakan hasil dari perjalanan panjang yang dilalui dengan memberikan seluruh waktu, tenaga, dan pikiran. Penulis menyadari adanya dukungan dan bantuan dari berbagai pihak dalam penyelesaian tugas akhir ini. Dalam kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat dan karunianya sehingga penulisan dapat menyelesaikan seluruh proses tugas akhir ini.
2. Kepada diri sendiri, yang telah berusaha dengan seluruh tenaga dan kemampuan untuk menyelesaikan tugas akhir dengan baik.
3. Kedua orang tua dan keluarga yang telah memberikan berbagai bentuk dukungan dan do'a yang tidak terputus sehingga penulis dapat menyelesaikan seluruh proses dengan lancar.
4. Bapak Dr. M. Adha Ilami, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan banyak waktu untuk memberikan arahan dan berbagai bantuan selama pengerjaan tugas akhir.
5. Bu Evi Febianti, S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam pengerjaan tugas akhir.
6. Bapak dan ibu dosen jurusan Teknik Industri, khususnya dosen komunitas Laboratorium Sistem Produksi yang telah memberikan ilmu,

motivasi, bimbingan, dan arahan selama penulis menempuh pendidikan di Teknik Industri.

7. Sabahat terdekat dan orang terkasih, Alya, Saskia, Afiifah, Inne, Belin, Zidan, Irsyad, Aru, dan Chris yang selalu memberikan dukungan penuh, motivasi, dan semangat untuk selalu memberikan usaha terbaik dalam berbagai kesempatan.
8. Teman-teman bimbingan yang telah memberikan semangat, bantuan, dan menjadi teman diskusi yang suportif selama penulis menyelesaikan tugas akhir.
9. Teman-teman Asisten Laboratorium Sistem Produksi Angkatan 2020 yang telah menemani penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
10. Teman-teman Teknik Industri angkatan 2020 yang telah menemani penulis selama menjalani pendidikan di Teknik Industri.
11. Teman-teman yang tidak bisa penulis sebutkan, yang telah mendoakan dan memberi dorongan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat beberapa kekurangan dalam tugas akhir ini, namun penulis berharap tugas akhir ini dapat memberikan manfaat untuk perkembangan keilmuan dan pihak yang membutuhkan. Penulis mengucapkan terima kasih banyak atas dukungan dan kontribusi berbagai pihak dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Cilegon, 9 Juli 2024



PUTRI IHDA NUR WAHYUNI

ABSTRAK

Putri Ihda Nur Wahyuni. MODEL MATEMATIKA ALOKASI PENYIMPANAN OBAT DI GUDANG FARMASI UNTUK MINIMASI BIAYA OPERASIONAL PENYIMPANAN. Dibimbing oleh Dr. Muhammad Adha Ilhami, S.T., M.T dan Evi Febianti S.T., M.Eng.

Obat-obatan memiliki peraturan dan cara penanganan tersendiri yang berbeda untuk setiap jenisnya. Penyimpanan obat Rumah Sakit X belum memiliki sistem operasional penyimpanan yang efektif. Sistem penyimpanan yang tidak efektif, misalnya sering terjadinya penumpukan obat di *picking area* sebelum obat didistribusikan ke *shipping area* (depo). Hal tersebut menyebabkan terhambatnya proses operasional penyimpanan dan pengiriman obat ke depo dan ruang perawatan. Dari permasalahan yang dialami oleh gudang farmasi Rumah Sakit X, diperlukan adanya perancangan alokasi penyimpanan obat yang efektif. Penelitian ini akan mengalokasikan penyimpanan obat ke dalam 3 alur penyimpanan dengan menggunakan *linear programming*. Model matematika yang dirancang akan meminimasi biaya operasional alokasi penyimpanan untuk menentukan alur penyimpanan yang efektif untuk setiap obat. Alur penyimpanan yang dihasilkan menunjukkan sejumlah 31 jenis obat dialokasikan pada *flow* 1 dan 108 jenis obat dialokasikan pada *flow* 3. Jumlah obat yang dialokasikan pada *flow* 1 yaitu sebanyak 168.776 unit obat dan pada *flow* 3 sebanyak 479.018 unit obat Total minimasi biaya yang dihasilkan untuk keseluruhan operasional alokasi penyimpanan obat yaitu sebesar Rp17,044,978,86,-.

Kata Kunci : *alokasi penyimpanan obat, linear programming, minimasi biaya*

ABSTRACT

Putri Ihda Nur Wahyuni. MATHEMATICAL MODEL FOR ALLOCATION OF MEDICATION STORAGE IN PHARMACY WAREHOUSE TO MINIMIZE OPERATIONAL STORAGE COST. Supervised by Dr. Muhammad Adha Ilhami, S.T., M.T and Evi Febianti S.T., M.Eng.

The medicines have their own regulations and handling procedures that differ for each type. The drug storage system at Hospital X does not currently have an effective operational system. This ineffective storage system, such as frequent stacking of drugs in the picking area before distribution to the shipping area (depo), hinders the operational process of storage and delivery to the depo and treatment rooms. From the issues faced by the pharmacy warehouse of Hospital X, there is a need for the design of an effective drug storage allocation. This study will allocate drug storage into 3 storage flows using linear programming. The mathematical model designed will minimize the operational costs of storage allocation to determine the effective storage flows for each drug. The storage flows generated show that 31 types of drugs are allocated to flow 1 and 108 types of drugs are allocated to flow 3. The quantity of drugs allocated to flow 1 is 168,776 units, and to flow 3 is 479,018 units. The total minimized cost generated for the entire operational drug storage allocation is Rp17,044,978.

Key words : allocation of medication storage, linear programming, cost minimization

RINGKASAN

Putri Ihda Nur Wahyuni. Model Matematika Alokasi Penyimpanan Obat Di Gudang Farmasi Untuk Minimasi Biaya Operasional Penyimpanan. Dibimbing oleh Dr. Muhammad Adha Ilhami, S.T., M.T dan Evi Febianti S.T., M.Eng.

Latar Belakang : Obat-obatan memiliki peraturan dan cara penanganan tersendiri yang berbeda untuk setiap jenisnya. Adanya perbedaan cara penanganan obat yang beragam menjadi tantangan tersendiri untuk penyedia fasilitas kesehatan untuk dapat menata dan memastikan obat tersebut disimpan dan digunakan sesuai peraturan yang telah ditetapkan. Peraturan mengenai penyimpanan obat-obatan telah ditetapkan dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 35 Tahun 2014. Rumah Sakit X merupakan salah satu penyedia fasilitas kesehatan umum yang berada di Kota Cilegon. Gudang farmasi penyimpanan obat di RS “X” secara garis besar dapat dikategorikan menjadi dua area, yaitu *reserve area* (pencadangan utama) dan *picking area* (pengambilan). Gudang penyimpanan obat yang terdapat di Rumah Sakit “X” belum memiliki sistem penyimpanan dan sistem operasional yang terstruktur dalam pengaturan aliran muatan barangnya, sehingga *reserve area* (area penyimpanan utama) dan *picking area* tidak digunakan secara efektif dan maksimal. Masalah yang seringkali dialami, antara lain penumpukan obat di *picking area*, penempatan obat yang tidak tertata rapi, dan obat tidak ditempatkan sesuai jenisnya, sehingga proses operasional pengambilan obat tidak berjalan efektif. Dari permasalahan yang ada pada gudang penyimpanan obat, dibutuhkan perancangan alokasi penyimpanan obat di gudang penyimpanan obat di Rumah Sakit “X” dengan merancang alokasi penyimpanan ke dalam tiga *flow* menggunakan *linear programming* dengan metode *branch and bound*. Alokasi penyimpanan ini akan menyusun rancangan pemilihan alokasi penyimpanan untuk setiap obat dan menunjukkan rata-rata kapasitas terpakai dari setiap ruangan area yang digunakan.

Perumusan masalah; Berdasarkan permasalahan yang terjadi, ditentukan beberapa perumusan masalah pokok, antara lain bagaimana alokasi penyimpanan obat setiap jalur penyimpanan di gudang farmasi Rumah Sakit “X”, berapa alokasi jumlah obat pada setiap jalur penyimpanan di Gudang Farmasi Rumah Sakit “X”, dan berapa total biaya operasional yang diperlukan dalam proses penerimaan sampai distribusi obat pada gudang farmasi Rumah Sakit “X”.

Tujuan penelitian; Berdasarkan rumusan masalah yang diangkat, beberapa fokus tujuan penelitian, yaitu mengetahui alokasi penyimpanan obat setiap jalur penyimpanan di gudang farmasi Rumah Sakit “X”, menghitung alokasi jumlah obat pada setiap jalur penyimpanan di Gudang Farmasi Rumah Sakit “X”, menghitung total biaya operasional yang diperlukan dalam proses penerimaan sampai distribusi obat pada Gudang Farmasi Rumah Sakit “X”.

Metode penelitian; Penelitian ini dilakukan dengan merancang model matematika *linear programming* menggunakan metode *branch and bound* dengan optimasi menggunakan software LINGO. Model matematika yang dirancang akan menghasilkan optimasi berupa biaya minimum yang dibutuhkan untuk keseluruhan operasional penyimpanan obat. Data yang dibutuhkan dalam penelitian, yaitu data primer dan sekunder. Data primer yang dibutuhkan, yaitu data penyimpanan obat di Rumah Sakit X yang terdiri dari nama dan jumlah obat, kapasitas penyimpanan obat, dan proporsi waktu penyimpanan obat. Data sekunder didapatkan dari hasil wawancara dengan pekerja di Gudang Farmasi Rumah Sakit X mengenai waktu penanganan dan penyimpanan obat, upah pekerja, dan sistem operasional penyimpanan obat.

Hasil penelitian; Model matematika yang dirancang menghasilkan alokasi penyimpanan pada setiap *flow*. Hasil alokasi menunjukkan sejumlah 31 jenis obat dialokasikan pada *flow* 1 dan 131 jenis obat dialokasikan pada *flow* 3. Dapat diinterpretasikan dari hasil alokasi tersebut bahwa 169.286 obat dialokasikan pada *flow* 1 dan 478.498 dialokasikan pada *flow* 3 dengan rata-rata kapasitas penyimpanan di *reserve area* yang digunakan sebesar 15.09% dan *picking area* sebesar 29.94%. Biaya minimal untuk keseluruhan operasional yang dibutuhkan yaitu sebesar Rp17,044,978,86,-.

Kesimpulan; Berdasarkan keseluruhan proses optimasi yang dilakukan menunjukkan sejumlah 31 jenis obat dialokasikan pada *flow* 1 dan sejumlah 108 obat dialokasikan pada *flow* 3. Sebanyak 169.286 unit obat atau 26,13% dari jumlah keseluruhan unit obat. Pada *flow* 3, terdapat 478.498 unit obat atau 73.87% dari jumlah keseluruhan unit obat. Rata-rata kapasitas penyimpanan obat yang digunakan pada *reserve area* yaitu 10,59% dan pada *picking area* sebesar 29,92% dari keseluruhan kapasitas yang tersedia. Total minimasi biaya yang dihasilkan untuk keseluruhan operasional alokasi penyimpanan obat di gudang farmasi Rumah Sakit X yaitu sebesar Rp17,044,978,86,-.

Kata Kunci : *alokasi penyimpanan obat, linear programming, minimasi biaya*

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Sampul	i
Halaman Judul.....	ii
Pernyataan Keaslian Skripsi.....	iii
Halaman Pengesahan	iv
Prakata.....	v
Abstrak	vii
<i>Abstract</i>	viii
Ringkasan.....	ix
Daftar Isi.....	xi
Daftar Tabel	xiv
Daftar Gambar.....	xv
Daftar Lambang Dan Singkatan.....	xvi
Daftar Lampiran	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	5
1.6 Penelitian Terdahulu.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tata Letak Fasilitas.....	8
2.1.1 Tujuan Perancangan Tata Letak	8
2.1.2 Tata Letak Gudang	9
2.1.3 Alokasi Ruang Dan Pemilihan Produk.....	10
2.2 Model Matematik	12
2.3 Program Linear	13

BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Rancangan Penelitian	17
3.2	Waktu Dan Lokasi Penelitian	18
3.3	Cara Pengambilan Data	18
3.4	Alur Pemecah Masalah	18
3.4.1	<i>Flowchart</i> Pemecah Masalah	18
3.4.2	<i>Flowchart</i> Pengembangan Model	19
3.4.3	Deskripsi Pemecah Masalah	20
3.4.5	Deskripsi Pengembangan Model	22
3.6	Analisis Data	23

BAB IV HASIL PENELITIAN

4.1	Pengumpulan Data	24
4.1.1	Data Obat	24
4.1.2	Data Biaya Operasional	29
4.1.2.1	Data Biaya Penyimpanan (<i>Storing Cost</i>)	30
4.1.2.2	Data Biaya Penanganan (<i>Handling Cost</i>)	34
4.1.2.3	Data Biaya Distribusi (<i>Shipping Cost</i>)	38
4.1.3	Data Kapasitas Rata-Rata Penyimpanan Gudang Obat	41
4.2	Pengolahan Data	42
4.2.1	Alokasi Penyimpanan	42
4.2.1.1	Pengembangan Model Matematika Alokasi Produk	42
4.2.1.2	Hasil Keputusan Pemilihan <i>Flow</i> Obat	50
4.2.2	Alokasi Jumlah Obat	53
4.2.3	Total Biaya Alokasi Penyimpanan Obat	60

BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN

5.1	Keputusan Alokasi Penyimpanan	61
5.2	Interpretasi Akumulasi Alokasi Jumlah Obat	62
5.3	Biaya Operasional Alokasi Penyimpanan Obat	63

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan.....65
6.2 Saran65

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Penelitian Terdahulu	6
Tabel 2. Data Obat	24
Tabel 3. Data Biaya Penyimpanan Obat	31
Tabel 4. Biaya Penyimpanan (<i>Storing Cost</i>) Setiap <i>Flow</i>	31
Tabel 5. Data Biaya Penanganan (<i>Handling</i>) Obat	34
Tabel 6. Biaya Penanganan (<i>Handling Cost</i>) Setiap <i>Flow</i>	35
Tabel 7. Waktu Distribusi	38
Tabel 8. Biaya Distribusi (<i>Shipping Cost</i>) Obat	38
Tabel 9. Data Rata-Rata Kapasitas Gudang Obat	42
Tabel 10. Analisa Sensitivitas Model	49
Tabel 11. Keputusan Pemilihan <i>Flow</i> Obat	50
Tabel 12. Jumlah Alokasi Obat	53
Tabel 13. Interpretasi Kapasitas <i>Reserve area</i> dan <i>Picking area</i>	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. <i>Product Flow</i> Di Gudang	11
Gambar 2. Percabangan Metode <i>Branch and Bound</i>	15
Gambar 3. Alur Alokasi Penyimpanan Obat di Rumah Sakit "X"	17
Gambar 4. <i>Flowchart</i> Penelitian	19
Gambar 5. <i>Flowchart</i> Pengembangan Model	20
Gambar 6. Skema Penggunaan Proporsi Waktu Pada <i>Flow 2</i>	28
Gambar 7. Penentuan Nilai Q_i	29
Gambar 8. Skema Pembagian <i>Holding Cost</i> dan <i>Shipping Cost</i>	30
Gambar 9. <i>Flow</i> Alokasi Penyimpanan Obat RS "X"	44
Gambar 10. Verifikasi Model <i>Linear programming</i>	49
Gambar 11. Hasil Alokasi Jumlah Penyimpanan Obat	60
Gambar 12. Total Biaya Minimum Alokasi Penyimpanan	60

DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN

Lambang/Singkatan	Nama	Pemakaian Pertama Kali Pada Halaman
RS	Rumah Sakit	2
\$	Dollar	6
Rp	Rupiah	6
m ²	Meter persegi	7
cm	Centimeter	7
MKP	<i>Multiple Knapsack Problem</i>	6
I/O	<i>Input Output</i>	10
AS/RS	<i>Automated Storage/Retrievel System</i>	10
ILP	<i>Integer Linear Programming</i>	15
PILP	<i>Pure Integer Linear programming</i>	17
MILP	<i>Mixed Integer Linear programming</i>	17
UMR	Upah Minimum Regional	31
Mg	Miligram	25
MI	Mililiter	25
Inj	Injeksi	25
Gr	Gram	25
Tab	Tablet	26
Cap	Kapsul	26
Σ	Sigma	46
∀	Untuk setiap	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

Lampiran 1. Hasil Uji Sensitivitas Model



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu sektor utama penunjang kehidupan manusia yang selalu menjadi perhatian dan terus berkembang yaitu kesehatan. Perkembangan bidang kesehatan dan industri tidak lepas dari pengaruh adanya berbagai penemuan terbaru yang berhasil ditemukan dan memudahkan kehidupan manusia. Untuk menunjang berbagai kebutuhan manusia dalam aspek kesehatan ini, dibutuhkan tenaga medis yang kompeten, fasilitas yang menunjang, dan sistem penanganan yang efisien. Pihak yang terlibat dan memiliki peran besar salah satunya adalah penyedia obat-obatan yang dibutuhkan dalam berbagai tindakan medis.

Obat-obatan memiliki peraturan dan cara penanganan tersendiri yang berbeda untuk setiap jenisnya. Adanya perbedaan cara penanganan obat yang beragam menjadi tantangan tersendiri untuk penyedia fasilitas kesehatan untuk dapat menata dan memastikan obat tersebut disimpan dan digunakan sesuai peraturan yang telah ditetapkan. Selain dibutuhkan tempat penyimpanan khusus yang sesuai, obat-obatan juga memiliki tanggal kadaluarsa yang harus diperhatikan dengan teliti. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 35 Tahun 2014 menjelaskan mengenai ketentuan ruang penyimpanan sediaan farmasi, alat kesehatan, dan bahan medis habis pakai. Ruang penyimpanan harus memperhatikan kondisi sanitasi, temperatur, kelembaban, ventilasi, pemisahan untuk menjamin mutu produk dan keamanan petugas. Ruang penyimpanan harus dilengkapi dengan rak atau lemari obat, pendingin ruangan, lemari pendingin, lemari penyimpanan khusus narkotika dan psiko tropika, lemari penyimpanan obat khusus, pengukur suhu dan kartu suhu (Menteri Kesehatan Republik Indonesia, 2014).

Gudang merupakan suatu tempat yang digunakan untuk menyimpan segala macam barang keperluan, mulai dari *raw material*, barang *work in process*, *finished*

good hingga barang-barang pendukung lainnya. Gudang merupakan sarana yang digunakan untuk memaksimalkan utilitas sumber daya, kemudian memenuhi kebutuhan konsumen atau memaksimalkan pelayanan kepada dengan memperhatikan kendala sumber daya (Sentia, *et al.*, 2017). Gudang farmasi merupakan suatu lokasi yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan awal farmasi dari pemasok. Obat-obatan tersebut kemudian didistribusikan ke unit rawat inap, rawat jalan, dan rumah sakit yang membutuhkan. Gudang farmasi berperan penting dalam menjamin ketersediaan obat dan akses terhadap obat-obatan berkualitas tinggi sampai diterima oleh masyarakat.

Rumah Sakit “X” merupakan salah satu penyedia fasilitas kesehatan umum yang berada di Kota Cilegon. Rumah Sakit “X” mempunyai sistem operasional tersendiri dalam penyimpanan dan distribusi obat-obatan dari pusat penyimpanan sampai ke tenaga medis maupun pasien yang membutuhkan. Terdapat gudang penyimpanan obat pada gedung terpisah dari gedung penanganan pasien. Setiap obat-obatan yang keluar dari gudang penyimpanan harus disertai dengan surat keterangan resmi. Obat-obatan yang diminta oleh tenaga medis dipisahkan pada beberapa depo penyimpanan yang sudah ditetapkan sebelum disalurkan langsung ke ruangan-ruangan tindakan medis atau apotek yang membutuhkan (Dinas Kesehatan Kota Surabaya, 2021).

Gudang farmasi penyimpanan obat di RS “X” secara garis besar dapat dikategorikan menjadi dua area, yaitu *reserve area* (pencadangan utama) dan *picking area* (pengambilan). *Reserve area* terdiri dari lima ruangan penyimpanan, yaitu dua ruang penyimpanan obat tablet, gudang penyimpanan obat berbentuk cairan, ruang penyimpanan psikotropika, dan ruang penyimpanan obat habis pakai. Obat-obatan yang datang dari *supplier* seluruhnya disimpan pada area penyimpanan utama. Setelah adanya permintaan dari depo, obat-obatan yang dibutuhkan dipindahkan ke *picking area*.

Gudang penyimpanan obat yang terdapat di Rumah Sakit “X” belum memiliki sistem penyimpanan dan sistem operasional yang terstruktur dalam pengaturan aliran muatan barangnya, sehingga *reserve area* (area penyimpanan utama) dan *picking area* tidak digunakan secara efektif dan maksimal. Beberapa

masalah yang seringkali dialami, antara lain penumpukan obat di *picking area*, penempatan obat yang tidak tertata rapi, dan obat tidak ditempatkan sesuai jenisnya, sehingga proses operasional pengambilan obat tidak berjalan efektif. Ketika proses pendistribusian obat dari gudang farmasi ke depo dan ruang perawatan, obat hanya diambil secara acak dan ditempatkan di *picking area* dengan tidak teratur. Akibatnya, terjadi penumpukan obat di *picking area* dalam keadaan yang berantakan dan rentan terhadap kerusakan. Beberapa masalah tersebut menyebabkan adanya kerugian, baik berupa kerugian biaya maupun material.

Dari masalah yang ada pada gudang penyimpanan obat ini dibutuhkan perancangan alokasi penyimpanan obat di gudang penyimpanan obat di Rumah Sakit “X”. Penelitian ini bertujuan untuk merancang alokasi penyimpanan obat untuk memaksimalkan penggunaan area di ruang dengan membagi sistem penyimpanan menjadi beberapa alur. Penelitian ini mengalokasikan penyimpanan obat sesuai dengan alur yang efektif, mengetahui jumlah obat yang melewati setiap alur penyimpanan, dan menghasilkan biaya operasional yang minimum menggunakan *Linear programming* dengan metode *branch and bound*. Perancangan tata letak gudang penyimpanan obat ini diharapkan dapat menciptakan sistem operasional penyimpanan yang efektif dan efisien.

Penelitian mengenai alokasi penyimpanan pada gudang pernah dilakukan oleh (Riveros, *et al.*, 2019) mengenai optimasi alokasi penyimpanan menggunakan *Linear programming* dengan metode *branch and bound*. Pada penelitian ini, alokasi penyimpanan dibagi menjadi 4 aliran barang. Hasil dari penelitian ini menyatakan rata-rata persentase alokasi penyimpanan selama 6 periode pada area *cross docking* sebesar 15,48%, pada area *reserve* 56,6%, dan pada area *shipment* sebesar 27,92%. Total biaya yang dibutuhkan untuk operasional alokasi penyimpanan gudang selama 6 bulan didapatkan sebesar \$843.345.908 (Riveros, *et al.*, 2019). Pada kasus yang terjadi di Rumah Sakit “X”, dilakukan penyesuaian mengenai jumlah aliran penyimpanan yang ada. Parameter yang digunakan disesuaikan, terdiri dari biaya penyimpanan, biaya penanganan, biaya distribusi, jumlah obat, proporsi waktu penyimpanan, dan rata-rata permintaan di setiap

periode distribusi obat. Optimasi biaya alokasi penyimpanan dilakukan dengan *software* LINGO.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan masalah yang terjadi, rumusan masalah yang terdapat pada penelitian ini, yaitu :

1. Bagaimana alokasi penyimpanan obat setiap jalur penyimpanan di gudang farmasi Rumah Sakit “X”?
2. Berapa alokasi jumlah obat pada setiap jalur penyimpanan di Gudang Farmasi Rumah Sakit “X”?
3. Berapa total biaya operasional yang diperlukan dalam proses penerimaan sampai distribusi obat pada gudang farmasi Rumah Sakit “X”?

1.3 Tujuan Penelitian

Beberapa tujuan penelitian yang mendasari penelitian ini, yaitu :

1. Mengetahui alokasi penyimpanan obat setiap jalur penyimpanan di gudang farmasi Rumah Sakit “X”
2. Menghitung alokasi jumlah obat pada setiap jalur penyimpanan di Gudang Farmasi Rumah Sakit “X”.
3. Menghitung total biaya operasional yang diperlukan dalam proses penerimaan sampai distribusi obat pada Gudang Farmasi Rumah Sakit “X”.

1.4 Batasan Masalah

Berikut terdapat beberapa batasan masalah yang berlaku pada penelitian ini, yaitu :

1. Data yang digunakan merupakan data gudang penyimpanan obat Rumah Sakit “X” periode Juli – September 2023.
2. Penelitian ini tidak membahas aspek medis secara mendalam.

1.5 Sistematika Penulisan

Berikut merupakan sistematika penulisan Bab 1 sampai dengan Bab 6 pada penelitian alokasi penyimpanan obat di gudang farmasi.

BAB I PENDAHULUAN

Bab 1 berisi mengenai uraian latar belakang yang menjadi dasar adanya penentuan rumusan masalah, tujuan penelitian, dan batasan masalah. Terdapat juga penjelasan mengenai sistematika penulisan dan penelitian terdahulu.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab II berisi mengenai teori-teori yang menjadi dasar penelitian. Teori yang ada disesuaikan dengan kebutuhan penelitian yang dapat memperkuat argumen dan menunjang penelitian.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab III berisi mengenai uraian rancangan penelitian yang akan dilakukan, deskripsi mengenai lokasi dan waktu penelitian, *flowchart* penelitian umum serta pengolahan data, dan teknik analisis data yang akan dilakukan.

BAB IV HASIL PENELITIAN

Bab IV berisi mengenai seluruh data yang dibutuhkan dalam penelitian dan seluruh proses pengolahan data yang disesuaikan dengan rumusan masalah yang ada.

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab V berisi mengenai analisa dan pembahasan dari setiap hasil pengolahan data yang telah dilakukan. Analisa ini diperkuat dengan teori yang ada serta hasil dari penelitian terdahulu.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab VI berisi mengenai kesimpulan dari keseluruhan hasil penelitian yang disesuaikan dengan tujuan penelitian. Pada bab ini juga terdapat saran yang dapat digunakan untuk mengembangkan penelitian.

1.6 Penelitian Terdahulu

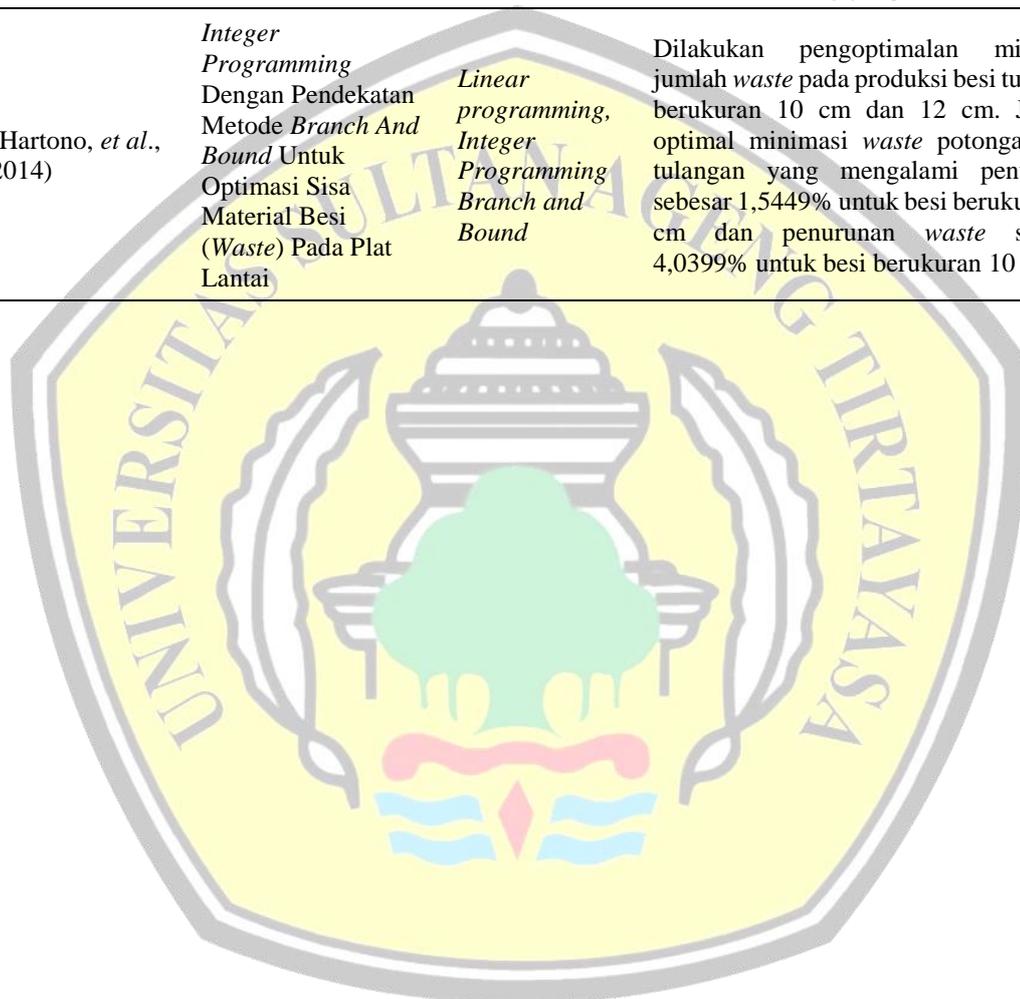
Beberapa penelitian terdahulu sebagai referensi yang mendasari penelitian ini sebagai berikut.

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

Penulis	Judul	Metode	Hasil
(Riveros, et al., 2019)	<i>Storage Allocation Optimization Model In A Colombian Company</i>	<i>Mix Integer Linear programming, Branch and Bound</i>	Rata-rata persentase alokasi penyimpanan selama 6 periode pada area <i>cross docking</i> sebesar 15,48%, pada area <i>shipment</i> sebesar 56,6%, dan pada area <i>shipment</i> sebesar 27,92%. Total biaya yang dibutuhkan untuk operasional alokasi penyimpanan gudang selama 6 bulan didapatkan sebesar \$ 843.345.908
(Parera, et al., 2022)	<i>Warehouse Space Optimization Using Linear programming Model And Goal Programming Model</i>	<i>Linear programming dan goal programming</i>	Hasil optimal dengan <i>linear programming</i> yang didapatkan jumlah produk yang harus diproduksi untuk produk AA sebanyak 10.000 unit, produk AB sebanyak 9.965 unit, produk AC sebanyak 10.000 dengan kapasitas maksimal penyimpanan sebesar 29.962 unit. Hasil optimal dengan goal programming didapatkan jumlah yang harus diproduksi untuk produk AA sebanyak 10.000 unit, produk AB sebanyak 9.950 unit, dan untuk produk AC sebanyak 9.950 unit dengan kapasitas maksimum penyimpanan sebesar 29.900 unit.
(Novitasari, et al., 2020)	<i>Rancangan Racking Selection Model Dan Desain Warehouse Untuk Meningkatkan Kapasitas Pada E-Fulfillment Center</i>	<i>Linear programming, Multiple Knapsack Problem (MKP)</i>	Pemenuhan kebutuhan <i>pallet position</i> sesuai kapasitas yaitu 4955 <i>pallet position</i> dengan mengkombinasikan beberapa jenis <i>rack</i> . Jenis <i>rack</i> yang dikombinasi yaitu <i>double deep rack</i> , <i>selective rack</i> dan <i>gravity rack</i> . Kombinasi <i>rack</i> tersebut berdampak pada meningkatnya utilisasi penggunaan gudang menjadi 71,71%, peningkatan utilisasi sebesar 17,71 %. Hasil perhitungan menggunakan <i>software LINGO</i> diperoleh persentase penggunaan jenis <i>rack</i> yaitu <i>double deep rack</i> (45 %), <i>selective rack</i> (0 %) dan <i>gravity rack</i> (55 %). Total biaya yang dikeluarkan yaitu investasi <i>rack</i> Rp 765.335.655, ongkos <i>cross aisle</i> Rp 111.772.052, dan ongkos <i>double handling</i> Rp 2.082.04. Perbandingan biaya <i>double handling</i> kondisi eksisting dan usulan sebesar 55%. Pada kondisi usulan dapat menurunkan biaya <i>double handling</i> sebesar Rp 1.759.686.

Tabel 1. Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

Penulis	Judul	Metode	Hasil
(Irman & Septiani, 2020)	Perancangan Tata Letak Gudang Menggunakan Kebijakan Dedicated Storage Untuk Minimasi Total Jarak Tempuh Di PT XYZ	<i>Integer Linear programming</i>	Total jarak tempuh minimum dengan kebijakan dedicated pada gudang milik PT.XYZ menghasilkan nilai minimum sebesar 12.132,4 m ² . Total jarak tempuh umumnya akan sebanding dengan besar-kecilnya biaya yang akan dikeluarkan, sehingga meminimum jarak tempuh berarti meminimumkan juga ongkos material <i>handling</i> yang dikeluarkan.
(Hartono, <i>et al.</i> , 2014)	<i>Integer Programming</i> Dengan Pendekatan Metode <i>Branch And Bound</i> Untuk Optimasi Sisa Material Besi (<i>Waste</i>) Pada Plat Lantai	<i>Linear programming, Integer Programming Branch and Bound</i>	Dilakukan pengoptimalan minimasi jumlah <i>waste</i> pada produksi besi tulangan berukuran 10 cm dan 12 cm. Jumlah optimal minimasi <i>waste</i> potongan besi tulangan yang mengalami penurunan sebesar 1,5449% untuk besi berukuran 12 cm dan penurunan <i>waste</i> sebesar 4,0399% untuk besi berukuran 10 cm.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tata Letak Fasilitas

Perancangan tata letak fasilitas merupakan teknik pengaturan fasilitas untuk menciptakan proses produksi yang efektif dan efisien (Wignjoseobroto, 2009). Perancangan tata letak sangat berpengaruh terhadap kelancaran proses produksi dari awal hingga akhir. Perancangan tata letak bertujuan untuk menghasilkan biaya angkut yang paling minimum dari setiap elemen transportasi yang terjadi pada keseluruhan proses produksi. Fasilitas pabrik tidak hanya melingkupi proses produksi, namun juga melingkupi fasilitas penyimpanan bahan baku maupun produk jadi (Sihombing, *et al.*, 2021). Menurut Wignjoseobroto (2009), perencanaan tata letak mencakup desain dan konfigurasi dari bagian-bagian, pusat kerja, dan peralatan yang membentuk proses perubahan dari bahan mentah hingga produk jadi. Perencanaan tata letak mengatur penempatan lokasi sumber daya fisik yang digunakan untuk menghasilkan suatu produk. Kegiatan merancang tata letak terdiri dari menganalisis, membentuk konsep, merancang, dan mewujudkan sistem bagi pembuatan barang atau jasa. Rancangan ini umumnya digambarkan sebagai rencana rantai, yaitu suatu susunan fasilitas fisik (perlengkapan, tanah, bangunan, dan sarana lain) untuk mengoptimalkan hubungan antara petugas pelaksana, aliran barang, aliran informasi, dan tatacara yang diperlukan untuk mencapai tujuan usaha secara sangkil, ekonomis, dan aman (Apple, 1990).

2.1.1 Tujuan Perancangan Tata Letak

Perencanaan tata letak merupakan salah satu tahapan perencanaan fasilitas yang bertujuan untuk mengembangkan suatu sistem produksi yang efektif dan efisien untuk menciptakan suatu proses produksi dengan biaya yang paling ekonomis. Tujuan perancangan tata letak yang optimum adalah tata letak yang dapat menciptakan kepuasan baik tenaga kerja maupun manajemen. Secara garis besar, tujuan perancangan fasilitas, antara lain (Dharsono, 2016) :

1. Menciptakan aliran material dan efektif dan efisien.
2. Meminimasi jarak dan waktu.
3. Menghindari penumpukan material.
4. Meminimasi biaya angkut material.

2.1.2 Tata Letak Gudang

Gudang atau *warehouse* merupakan fasilitas produksi yang digunakan untuk menyimpan persediaan logistik berupa bahan baku, produk setengah jadi, maupun produk yang dihasilkan oleh perusahaan. Perancangan tata letak gudang ini harus dilakukan untuk menghasilkan proses operasional yang baik dan dapat mempertahankan kualitas bahan baku maupun produk. Perancangan tata letak gudang juga dapat meningkatkan efektifitas dan efisiensi kegiatan operasional yang berlangsung. Beberapa faktor yang harus dipertimbangkan dalam perancangan tata letak gudang, yaitu tempat, waktu pengangkutan material, minimasi resiko, keamanan, dan manajemen (Fajri, 2021). Terdapat dua fungsi utama dalam pengadaan gudang, yaitu (Heragu, 2016) :

1. Penyimpanan sementara dan perlindungan terhadap barang atau produk.
2. Penyedia layanan yang memiliki nilai tambah, seperti pemenuhan pesanan, pengemasan barang, perbaikan, pengujian, dan inspeksi.

Terdapat beberapa kebijakan dalam pengaturan penyimpanan pada gudang, yaitu (Apple, 1990):

1. *Dedicated storage*

Metode yang sering disebut sebagai penyimpanan yang sudah tertentu dan tetap karena lokasi untuk tiap barang sudah ditentukan tempatnya. Jumlah lokasi penyimpanan untuk suatu produk harus dapat mencukupi kebutuhan ruang penyimpanan yang paling maksimal dari produk tersebut. Ruang penyimpanan yang diperlukan adalah kumulatif dari kebutuhan penyimpanan maksimal dari tiap jenis produknya jika produk yang akan disimpan lebih dari satu jenis.

2. *Share storage*

Suatu penyusunan area-area penyimpanan berdasarkan kondisi luas lantai gudang, kemudian diurutkan dari area yang paling dekat sampai area yang

terjauh dari pintu keluar-masuk I/O sehingga penempatan barang yang akan segera dikirim diletakkan pada area yang paling dekat dengan pintu I/O (*In/Out*).

3. *Random Storage*

Penempatan barang berdasarkan tempat yang paling dekat dengan lokasi input barang, implikasi kebijakan ini adalah waktu pencarian barang lebih lama. *Random storage* memerlukan sistem informasi yang baik, umumnya cara ini dilakukan pada sistem AS/RS (*Automated Storage/Retrieval System*).

4. *Class-Based Storage*

Penempatan bahan atau material berdasarkan atas kesamaan suatu jenis bahan atau material ke dalam suatu kelompok. Kelompok ini nantinya ditempatkan pada suatu lokasi khusus pada gudang. Kesamaan bahan atau material pada suatu kelompok, bisa dalam bentuk kesamaan jenis item atau kesamaan pada suatu daftar pemesanan konsumen.

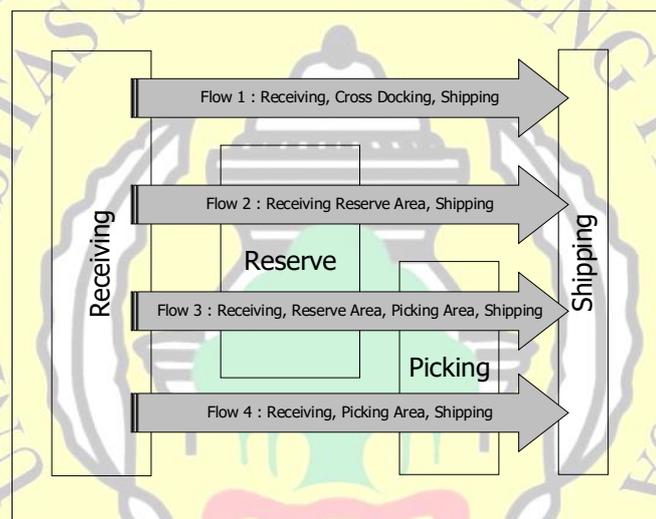
Dalam melakukan perancangan tata letak gudang, terdapat beberapa prinsip yang diterapkan dalam merancang tata letak gudang, antara lain (Purnomo, 2004):

1. Barang yang bersifat *fast moving*, sebaiknya diletakkan berdekatan dengan titik I/O.
2. Barang yang bersifat *slow moving*, sebaiknya diletakkan jauh dengan titik I/O.
3. Jalan masuk dan keluar diatur agar memudahkan keluar masuknya barang.
4. Bila kegiatan di dalam gudang sangat tinggi, sebaiknya pintu masuk dan keluar dipisahkan.
5. Sebaiknya lorong yang dilalui barang tidak berkelok-kelok.

2.1.3 Alokasi Ruang Dan Pemilihan Produk

Gudang pada umumnya dapat dibagi menjadi beberapa ruang atau area yang digunakan untuk melakukan beberapa fungsi utama gudang. Secara garis besar, gudang dapat dibagi menjadi 4 area, yaitu (Heragu, 2016):

1. Area penerimaan (*receiving*) merupakan area yang digunakan untuk menerima dan memilih barang atau produk yang datang untuk kemudian ditempatkan di dalam gudang sesuai kategori dan ketentuan yang berlaku.
2. Area pencadangan (*reserve*) merupakan area yang digunakan untuk menempatkan atau menyimpan barang atau produk sampai diperlukan untuk proses pengiriman ke pelanggan.
3. Area depan (*forward/picking*) merupakan area yang digunakan untuk menyimpan barang yang sifat pergerakannya cepat (*fast moving*) dan tidak menempati banyak ruang.
4. Area *cross docking* digunakan untuk proses muat barang yang diambil langsung dari area penerimaan dan dialirkan langsung ke pengiriman.



Gambar 1. Product Flow Di Gudang

(Sumber : Heragu, 2016)

Empat area yang digunakan di gudang dapat menghasilkan empat alur operasional penyimpanan dan pemilihan barang, diantaranya (Heragu, 2016) :

1. *Flow 1 (receiving, cross docking, shipping)*

Pada *flow 1*, setelah produk diterima dari *supplier*, produk akan langsung dipindahkan ke area pengiriman untuk selanjutnya didistribusikan kepada konsumen.

2. *Flow 2 (receiving reserve area, shipping)*

Flow 2 merupakan alur yang banyak digunakan dalam operasional gudang. Setelah produk diterima, produk disimpan dalam gudang dalam beberapa

waktu. Produk dipindahkan ke area pengiriman ketika produk akan didistribusikan sesuai permintaan konsumen.

3. *Flow 3 (receiving, reserve area, forward/picking area, shipping)*

Flow 3 juga banyak diterapkan dalam operasional gudang. Produk akan disimpan dalam beberapa waktu, kemudian akan dipindahkan ke area depan atau *picking area* untuk dilakukan beberapa kegiatan, misalnya pemeriksaan dan pengambilan pesanan cepat.

4. *Flow 4 (receiving, forward/picking area, shipping)*

Flow 4 biasanya dianggap sebagai bentuk lain dari proses *cross docking*. Bentuk operasi ini biasanya digunakan untuk mengatur pesanan cepat dalam jumlah yang besar.

2.2 Model Matematik

Pemodelan matematika merupakan proses untuk merepresentasikan sistem atau masalah di dunia nyata ke dalam pernyataan matematika. Terjemahan ide atau gagasan matematika dari suatu masalah nyata yang dihasilkan tersebut merupakan model matematika (Fatahillah, *et al.*, 2021). Model adalah representasi penyederhanaan dari sebuah realita kompleks dan mempunyai *feature* yang sama dengan tiruannya dalam melakukan pekerjaan atau menyelesaikan permasalahan. Pemodelan matematika adalah penyusunan suatu deskripsi dari beberapa perilaku dunia nyata (fenomena alam) ke dalam bagian-bagian matematika yang disebut dunia matematika.

Model matematika dapat dikatakan sebagai model yang baik jika memenuhi beberapa unsur, di antaranya sebagai berikut (Daellenbach & McNickle, 2015):

1. *Simple*, yaitu mudah dipahami oleh pengamat.
2. *Complete* atau komprehensif, yaitu melibatkan semua aspek yang signifikan dalam menentukan fungsi objektif.
3. *Easy to manipulate*, yaitu memungkinkan untuk memperoleh hasil dari model.
4. *Adaptive*, yaitu dapat menyesuaikan dengan perubahan yang terjadi pada masalah.

5. *Easy to communicate*, yaitu mudah untuk diterapkan, diperbaharui dan diubah sesuai situasi.
6. *Appropriate*, yaitu menghasilkan output yang sesuai dan output tersebut berada dalam horizon waktu yang masuk akal.

2.3 Program Linear

Program linear merupakan teknik pemecahan masalah matematis, dimana teknik ini dilakukan untuk meminimalkan atau memaksimalkan *output* dengan menentukan batasan-batasan yang berlaku dalam suatu permasalahan (Indah & Sari, 2019). Program linear yaitu metode optimasi dari hubungan linear yang meliputi fungsi tujuan dan batasan-batasan tertentu sehingga didapatkan nilai optimal. Program linear bisa digunakan dalam perencanaan kegiatan untuk memecahkan masalah pengalokasian keterbatasan sumber daya secara optimal (Nurmayanti & Sudrajat, 2021). Program linier merupakan suatu model matematika untuk mendapatkan alternatif penggunaan terbaik atas sumber-sumber yang tersedia. Linear yang artinya garis lurus mengacu pada formulasi yang digunakan pada permasalahan berbentuk linear, garis lurus, atau berbanding lurus, sedangkan program yaitu sebuah alat yang digunakan untuk menyelesaikan sesuatu (Al Muzakki & Astuti, 2021). Program linier mempunyai beberapa karakteristik umum, diantaranya (Hartono, *et al.*, 2014) :

1. Fungsi tujuan untuk memaksimumkan dan meminimumkan.
2. Terdapat fungsi batasan.
3. Variabel-variabel keputusan untuk mengukur tingkatan aktivitas.
4. Fungsi batasan dan fungsi tujuan memiliki hubungan yang linear.

Pada umumnya, bentuk dari program linear sebagai berikut (Al Muzakki & Astuti, 2021).

1. Fungsi tujuan

Maksimumkan :

$$z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n \quad (1)$$

2. Fungsi pembatas

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n \leq b_1 \quad (2)$$

$$a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2n}X_n \geq b_2 \quad (3)$$

$$a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + a_{mn}X_n = b_m \quad (4)$$

$$X_n \geq 0 \quad (5)$$

Keterangan :

X_j = Jenis kegiatan (variabel keputusan)

a_{mn} = Kebutuhan sumberdaya m untuk menghasilkan kegiatan j

b_m = Jumlah sumberdaya m yang tersedia

C_1 = Kenaikan nilai fungsi tujuan jika ada pertambahan aktifitas j

Terdapat beberapa metode untuk mendapatkan solusi dari *linear programming*, diantaranya (Zuserain, *et al.*, 2021):

1. Metode Grafik

Metode grafik adalah salah satu metode mencari solusi optimal model linear. Metode ini hanya bisa digunakan untuk model dengan 2 variabel keputusan untuk memberikan grafik 2 dimensi.

2. Metode Simpleks

Metode simpleks merupakan metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan program linear dengan jumlah variabel keputusan lebih dari dua. Metode simpleks merupakan salah satu penyelesaian dari program linear dengan proses mencari solusinya dengan menggunakan jalur iterasi yaitu penentuan titik layak dari tujuan yang ingin dicapai dengan bantuan tabel hingga didapatkan solusi yang optimal (Anti & Sudrajat, 2021). Metode ini merupakan teknik yang paling berhasil dikembangkan untuk memecahkan persoalan program linier yang mempunyai jumlah variabel keputusan dan pembatas yang besar (Indah & Sari, 2019).

3. Metode *Cutting Plane*

Metode *cutting plane* adalah teknik yang digunakan dalam optimasi linear untuk menyelesaikan masalah *integer linear programming* (ILP). Metode ini melibatkan iterasi yang terus-menerus dalam menambahkan batasan baru yang disebut *cut* untuk mengeliminasi solusi yang tidak integer.

4. Metode *Branch and Bound*

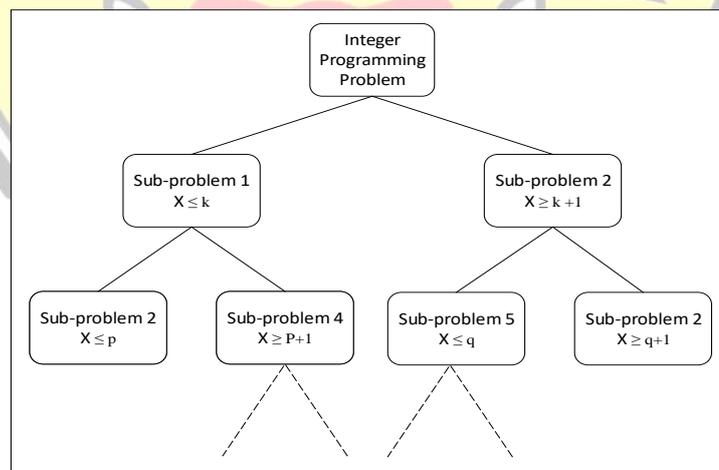
Algoritma *Branch and Bound* penggunaan batas (*bound*) untuk fungsi yang dioptimalkan dikombinasikan dengan nilai solusi terbaik yang ada memungkinkan algoritma untuk mencari bagian-bagian dari sejumlah solusi. Algoritma *Branch and Bound* digunakan untuk meminimalkan masalah, oleh karena itu algoritma ini terdiri dari tiga komponen, yaitu fungsi pembatas, strategi seleksi dan aturan pencabangan (Wulandari, 2020). Metode ini merupakan salah satu metode untuk menghasilkan penyelesaian optimal program linier yang menghasilkan variabel-variabel keputusan bilangan bulat (Hartono, *et al.*, 2014). Secara garis besar, terdapat dua konsep dasar yang berlaku pada algoritma *branch and bound*, yaitu (Setiawan, *et al.*, 2022):

1. *Branching*

Proses membagi permasalahan menjadi beberapa sub masalah yang menjurus ke penyelesaian.

2. *Bounding*

Tahapan mencari atau menghitung batas nilai teratas dan batas nilai terbawah untuk solusi optimal pada sub masalah yang menjurus ke solusi.



Gambar 2. Percabangan Metode *Branch and Bound*
(Sumber : Hartono, *et al.*, 2014)

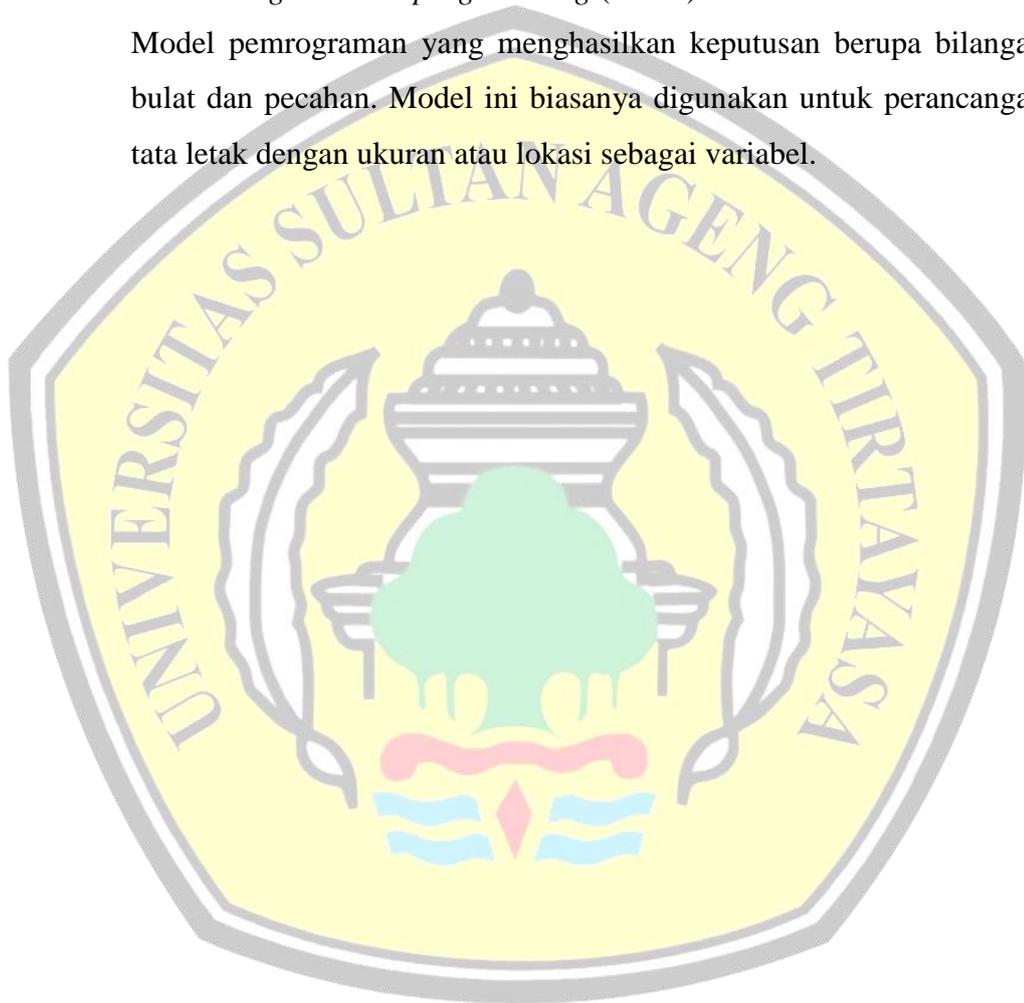
Terdapat beberapa jenis-jenis *integer linear programming*, yaitu :

1. *Pure Integer Linear programming* (PILP)

Model pemrograman yang menghasilkan solusi variabel keputusan berupa bilangan bulat. Biasanya bernilai 0 atau 1, yang merupakan keputusan yang dapat diartikan sebagai terlaksana atau tidak terlaksana.

2. *Mixed Integer Linear programming* (MILP)

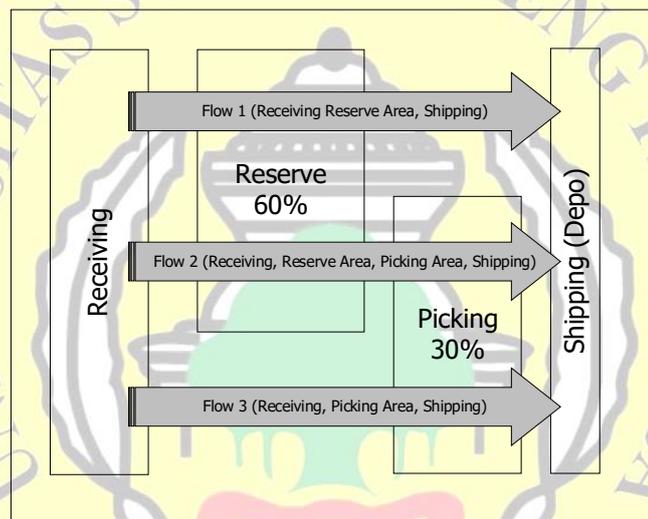
Model pemrograman yang menghasilkan keputusan berupa bilangan bulat dan pecahan. Model ini biasanya digunakan untuk perancangan tata letak dengan ukuran atau lokasi sebagai variabel.



BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk merancang model tata letak penyimpanan dan alur penempatan obat di gudang farmasi Rumah Sakit "X". Rancangan alokasi penyimpanan obat dilakukan untuk menempatkan obat ke dalam alur yang sesuai, untuk menghindari kesalahan pengambilan obat, meminimasi jumlah obat yang kadaluarsa, dan membuat sistem pengambilan obat di gudang menjadi efektif.



Gambar 3. Alur Alokasi Penyimpanan Obat di Rumah Sakit "X"

Penelitian ini membagi alur alokasi penyimpanan obat dibagi menjadi tiga alur sebagai berikut :

1. *Flow 1 : Receiving, Reserve, Shipping (depo)*
2. *Flow 2 : Receiving, Reserve, Picking, Shipping (depo)*
3. *Flow 3 : Receiving, Picking, Shipping (depo)*

Penelitian ini merancang pembagian alokasi penyimpanan obat ke setiap alur yang ada. Pembagian alokasi penyimpanan ditentukan dari biaya paling kecil yang dihasilkan dari setiap alur. *Reserve area* terdiri dari beberapa ruangan yang telah diatur suhu penyimpanannya sesuai dengan ketentuan penyimpanan obat, sedangkan untuk *picking area* ditetapkan bersuhu ruang. Pемindahan obat dari

receiving area ke dalam gudang (*reserve/picking area*) dilakukan dalam satuan box, sedangkan pemindahan dari dalam gudang ke luar gudang (*shipping area*) atau antara area penyimpanan dilakukan dalam satuan unit.

3.2 Waktu Dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Gudang Farmasi Rumah Sakit “X”. Gudang Farmasi Rumah Sakit “X” berlokasi di Kota Cilegon, Banten. Penelitian dilakukan selama 3 bulan, yaitu pada bulan Maret – Mei 2024.

3.3 Cara Pengambilan Data

Pada penelitian ini dibutuhkan beberapa data yang menunjang. Data tersebut dibagi dalam 2 jenis, yaitu :

1. Data primer

Data primer merupakan data yang didapatkan dari pengamatan langsung dari lokasi penelitian. Data primer yang diperlukan dalam penelitian ini, antara lain data produk obat, kategori penyimpanan obat, luas ruangan, biaya penyimpanan, biaya penanganan, dan proporsi waktu penanganan obat.

2. Data sekunder

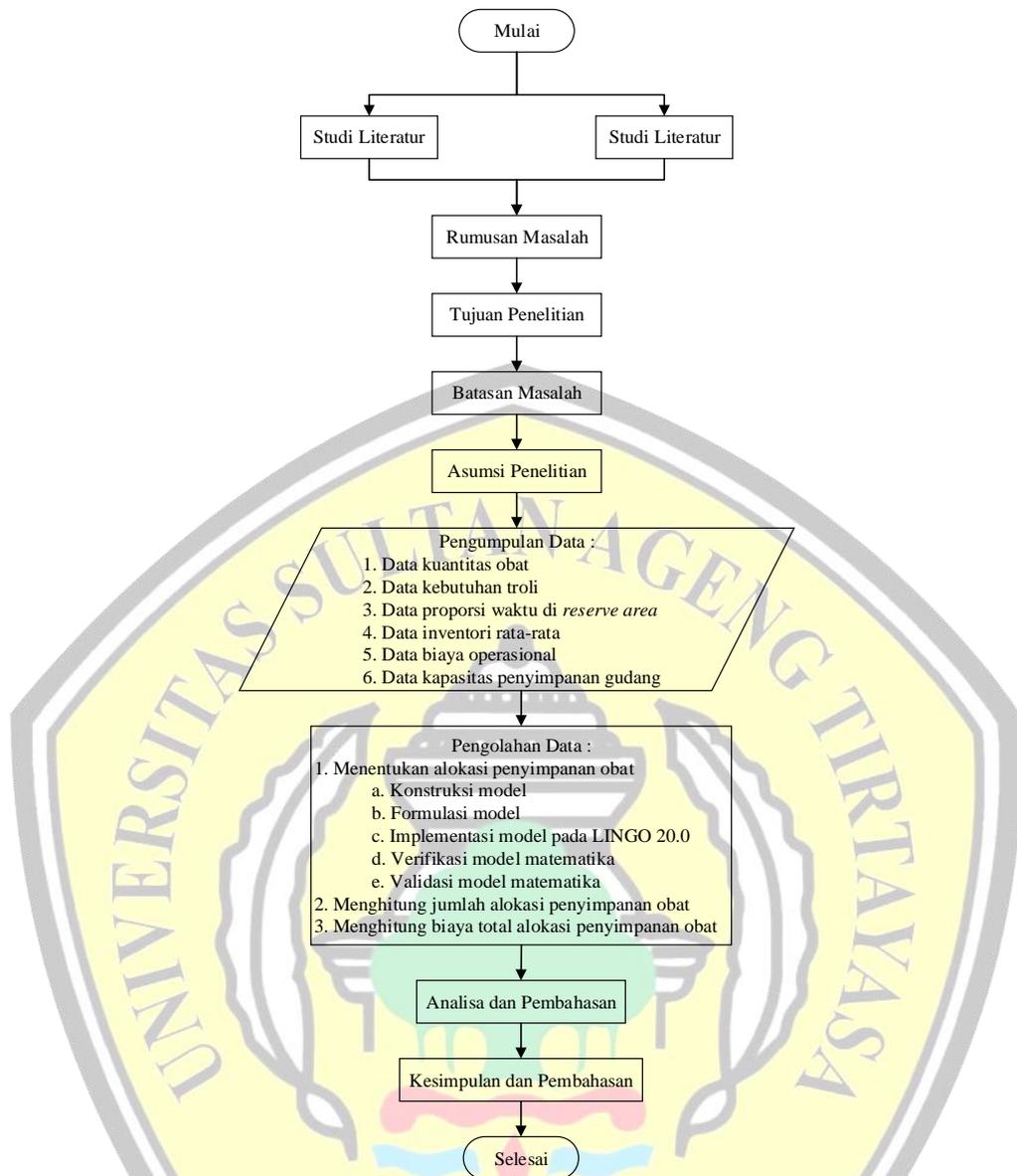
Pada penelitian ini dilakukan pengumpulan data sekunder. Data sekunder yang dibutuhkan berupa profil instansi, proses operasional yang dilakukan, dan informasi lainnya tentang instansi.

3.4 Alur Pemecah Masalah

Alur pemecah masalah pada penelitian ini terdiri dari *flowchart* pemecah masalah, *flowchart* pengembangan mode, dan deskripsi dari setiap *flowchart*. Berikut merupakan alur pemecah masalah pada penelitian ini.

3.4.1 *Flowchart* Pemecah Masalah

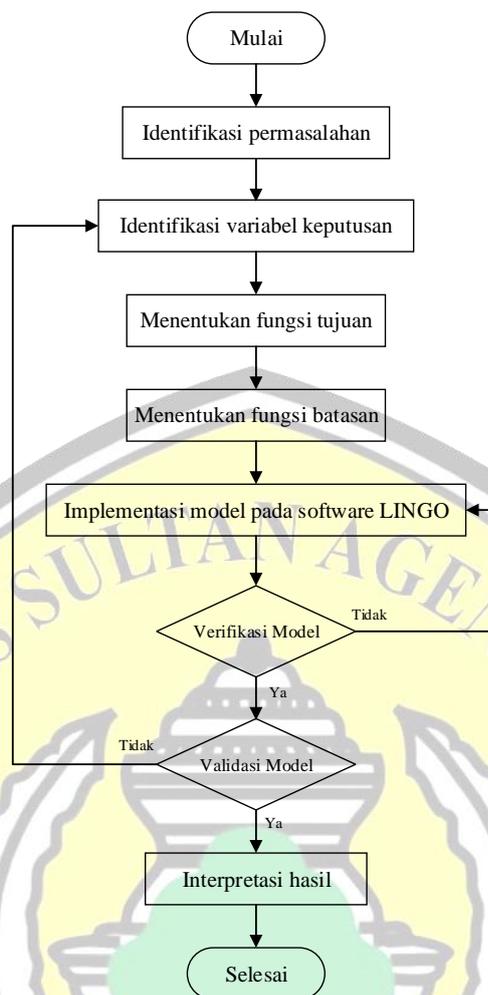
Adapun alur penelitian perancangan alokasi penyimpanan obat di gudang farmasi Rumah Sakit “X” sebagai berikut.



Gambar 4. Flowchart Penelitian

3.4.2 Flowchart Pengembangan Model

Alur penelitian perancangan alokasi penyimpanan obat di gudang farmasi Rumah Sakit “X” sebagai berikut.



Gambar 5. Flowchart Pengembangan Model

3.4.3 Deskripsi Pemecah Masalah

Penjelasan mengenai setiap tahapan pada alur pemecah masalah penelitian, sebagai berikut.

1. Mulai

Tahapan ini merupakan tahapan paling awal pada penelitian. Tahapan ini dilakukan berbagai persiapan untuk berjalannya penelitian.

2. Studi Lapangan

Pada tahapan ini, dilakukan observasi untuk mengetahui permasalahan yang terjadi di lapangan. Permasalahan yang dipilih untuk dibahas nanti yang akan menjadi pokok penelitian.

3. Studi Literatur

Pada tahapan ini dilakukan riset mengenai teori-teori penunjang penelitian. Bersamaan dengan berlangsungnya studi lapangan, studi literatur ini dilakukan untuk menguatkan teori dan alasan untuk melakukan penelitian berdasarkan hasil riset atau penelitian terdahulu.

4. Rumusan Masalah

Pada tahapan ini dilakukan penentuan terhadap masalah yang akan dibahas dalam penelitian. Pokok masalah yang dipilih yaitu perancangan tata letak obat di gudang farmasi Rumah Sakit "X".

5. Tujuan Penelitian

Penentuan tujuan penelitian dilakukan agar penelitian dapat berjalan dengan target yang jelas dan memberikan manfaat.

6. Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang dibutuhkan. Data yang produk obat, kategori penyimpanan obat, luas ruangan, biaya penyimpanan, biaya penanganan, proporsi waktu penanganan obat, serta profil instansi.

7. Pengolahan Data

Pada tahapan ini dilakukan pengolahan data yang didapatkan untuk mendapatkan jawaban dari permasalahan yang ada. Pengolahan data pada penelitian ini dilakukan mulai dari penentuan bobot produk (obat), perhitungan frekuensi *input* dan *output* produk, perhitungan jarak perpindahan produk, dan optimasi menggunakan *software* LINGO.

8. Analisis dan Pembahasan

Pada tahapan ini dilakukan analisis terhadap hasil pengolahan data. Selain berdasarkan hasil data yang didapatkan, pada tahapan ini juga dilakukan peninjauan kembali terhadap teori-teori pendukung dan penelitian terdahulu yang dapat menjadi acuan pada penelitian ini.

9. Kesimpulan dan Saran

Setelah dilakukan analisis dan didapatkan hasil pembahasannya, tahapan selanjutnya yaitu penarikan kesimpulan berdasarkan hasil

analisis yang dilakukan. Kesimpulan ini harus menjawab setiap poin pada perumusan dan tujuan penelitian.

10. Selesai

Setelah semua tahapan dilakukan dan kesimpulan sudah didapatkan, maka penelitian dianggap telah selesai.

3.4.5 Deskripsi Pengembangan Model

Penjelasan dari setiap langkah mengenai alur pengembangan model, sebagai berikut.

1. Mulai

Tahapan ini merupakan tahapan paling awal pada penelitian. Pada tahapan ini dilakukan pemetaan model berdasarkan permasalahan yang terjadi

2. Identifikasi permasalahan

Pada tahap ini dilakukan identifikasi terhadap permasalahan yang terjadi. Identifikasi dilakukan terhadap setiap asumsi, batasan, dan kendala yang menjadi dasar perancangan model yang sesuai.

3. Identifikasi variabel keputusan

Pada tahapan ini dilakukan pembentukan variabel keputusan untuk mendapatkan solusi optimal yang diharapkan. Variabel keputusan yang didapatkan dari penelitian ini adalah keputusan alokasi penyimpanan obat ke dalam setiap alur yang ada.

4. Menentukan Fungsi Tujuan

Pada penelitian ini, fungsi tujuan yang ingin dicapai yaitu biaya minimal dari pengalokasian penyimpanan obat yang terdiri dari akumulasi biaya penyimpanan, biaya penanganan, dan biaya distribusi obat.

5. Menentukan Fungsi Batasan

Fungsi batasan pada penelitian ini terdiri dari delapan fungsi batasan. Fungsi batasan yang dirancang secara garis besar bertujuan untuk membatasi alokasi barang pada satu alur, memastikan barang yang masuk tidak melebihi kapasitas ruangan, dan pembagian area penyimpanan tidak melebihi kapasitas keseluruhan ruangan.

6. Implementasi Model Pada *Software* LINGO

Pada tahapan ini dilakukan implementasi keseluruhan dari setiap asumsi, batasan, dan tujuan yang sudah dirancang ke dalam penulisan model pada *software* LINGO.

7. Verifikasi Model

Verifikasi model dilakukan untuk memastikan model yang dirancang dapat berjalan dan mendapatkan hasil yang sesuai. Verifikasi model dapat dikatakan berhasil jika tidak terdapat *error* pada saat model dijalankan oleh sistem *software* LINGO 20.0.

8. Validasi Model

Validasi model dilakukan untuk memastikan model yang dibuat dapat memberikan hasil yang akurat sesuai dengan perubahan parameter yang berlaku. Jika terdapat kesalahan pada proses validasi mode, maka perlu dilakukan perancangan ulang pada tahap penentuan variabel keputusan.

9. Interpretasi Hasil

Setelah dipastikan model berjalan sesuai dan mendapatkan hasil yang akurat, selanjutnya dilakukan proses interpretasi terhadap hasil yang didapatkan sesuai dengan metode yang dilakukan.

10. Selesai

Setelah semua tahapan dilakukan dan kesimpulan sudah didapatkan, maka pengembangan model dianggap selesai.

3.6 Analisis Data

Pada penelitian ini dilakukan beberapa analisa dari data yang telah diperoleh. Analisa dilakukan terhadap setiap variabel untuk mendapatkan hasil seperti berupa jawaban dari rumusan masalah yang telah ditetapkan. Pada penelitian ini dilakukan analisis terhadap hasil alokasi penyimpanan yang dihasilkan, jumlah alokasi obat pada setiap alur, dan biaya minimal yang dihasilkan dari keseluruhan alokasi penyimpanan. Analisis pada penelitian ini didasarkan dari hasil optimasi oleh *software* LINGO 20.0 di gudang farmasi Rumah Sakit “X” agar proses operasional gudang berjalan dengan efektif dan efisien.

BAB IV

HASIL PENELITIAN

4.1 Pengumpulan Data

Data-data yang diperlukan dalam penelitian, yaitu data jenis obat, jumlah kuantitas setiap jenis obat, proporsi waktu, inventori rata-rata, kapasitas penyimpanan gudang, biaya penanganan penyimpanan (*storing*), biaya penanganan (*handling*), dan biaya distribusi (*shipping*). Berikut merupakan rincian data yang diperlukan pada penelitian.

4.1.1 Data Obat

Daftar data mengenai obat-obatan terdiri dari nama obat, jumlah, jumlah troli yang digunakan, proporsi waktu, dan jumlah rata-rata inventori yang dapat ditampung di gudang untuk setiap obat. Berikut daftar produk obat yang ada pada gudang farmasi Rumah Sakit “X” pada periode Juli – September 2023.

Tabel 2. Data Obat

No	Nama Obat	Jumlah (unit)	Troli (Unit)	Proporsi Waktu di Reserve (pada J2)	Inventori Rata-rata (Qi) (unit)
1	Amiodaron Iv Injeksi	90	1	0.9	45
2	Asam Traneksamat Inj 250 Mg/5 MI	3370	1	0.9	1685
3	Bactesyn Inj 0,75 Gr	200	1	0.9	100
4	Calcii Gluconas Inj 100 Mg/MI	552	1	0.9	276
5	Cefazolin Inj 1 Gr	250	1	0.9	125
6	D40% 25 MI Otsu	199	1	0.9	100
7	Dexamethason Inj 5 Mg/MI	2100	1	0.9	1050
8	Dobutamin Inj 50 Mg/MI	80	1	0.9	40
9	Epinephrine 0,1% Inj	200	1	0.9	100
10	Farbivent Ampul 2.5 MI	5790	1	0.9	2895
11	Hemapro 3000 Inj	150	1	0.9	75
12	Heparin Inj 5000 Iu/MI	350	1	0.9	175
13	Imipenem Cilastatin 1gr Inj	955	1	0.9	478
14	Ketorolac 30 Mg/MI Inj	7690	1	0.9	3845
15	Methylprednisolon 125 Mg Inj	1910	1	0.9	955
16	Nicardipine Hcl Inj 10 Mg/10 MI	150	1	0.9	75
17	Novomix 30 Flexpen	95	1	0.9	48
18	Novorapid Flex Pen Box	360	1	0.9	180
19	Oxytocin Inj 10iu/MI	700	1	0.9	350

Tabel 2. Data Obat (Lanjutan)

No	Nama Obat	Jumlah (unit)	Troli (Unit)	Proporsi Waktu di Reserve (pada J2)	Inventori Rata-rata (Qi) (unit)
20	Ranitidine Inj 50 Mg/2 Ml	5500	1	0.9	2750
21	Renogen 3.000 Iu/ 1 Ml Inj	260	1	0.9	130
22	Sansulin Log G Inj 100 Iu/Ml	360	1	0.9	180
23	Sansulin Rapid Dispopen 100 U/Ml	250	1	0.9	125
24	Sikzonoate Inj 25 Mg/Ml	10	1	0.9	5
25	Tetagam P. Prefilled Syringe 1 Ml	185	1	0.9	93
26	Tramadol 100 Mg Inj	400	1	0.9	200
27	Tramadol Inj 50 Mg/Ml	30	1	0.9	15
28	Albuminar 25% 100 Ml	49	1	0.7	25
29	Aminoleban 500 Ml	70	1	0.5	35
30	Aminosteril Infant 6%	280	1	0.5	140
31	Amiodarone 200 Mg Tab	230	1	0.4	115
32	Amitriptyline 25 Mg Tab	3500	1	0.4	1750
33	Amlodipine 10 Mg Tab	14010	1	0.4	7005
34	Amoxicillin 500 Mg Tab	6000	1	0.4	3000
35	Antasida Doen Syr	61	1	0.7	31
36	Antasida Doen Tab	2400	1	0.4	1200
37	Aqua Pro Injeksi 25 Ml	9843	1	0.7	4922
38	Aricept Evess 10 Mg	588	1	0.4	294
39	Aripiprazole Fast Melting 10 Mg Tab	3520	1	0.4	1760
40	Asam Folat 1 Mg Tab	28100	3	0.4	14050
41	Asam Mefenamat 500 Mg	19100	2	0.4	9550
42	Asam Traneksamat 500 Mg Tab	4900	1	0.4	2450
43	Asam Valproat 250 Mg/5 Ml	288	1	0.7	144
44	Azithromycin 500 Mg Tab	1200	1	0.4	600
45	Betahistin 6 Mg Tab	5300	1	0.4	2650
46	Candesartan 16 Mg Ogb Tab	10340	1	0.4	5170
47	Candesartan 8 Mg Ogb Tab	9120	1	0.4	4560
48	Cefixime 200 Mg Cap	12570	1	0.4	6285
49	Cefixime Syr 100 Mg/5 Ml	462	1	0.7	231
50	Cetirizine 10 Mg Tab	29880	1	0.4	14940
51	Cilostazol 100 Mg Tab	300	1	0.4	150
52	Clindamycin 300 Mg Cap	1400	1	0.4	700
53	Clobetasol 0.05% Salep	20	1	0.7	10
54	Clopidogrel 75 Mg Tab	21800	1	0.4	10900
55	Curcuma Blister	13000	1	0.4	6500
56	D10% 500 Ml Ogb	599	1	0.7	300
57	Dexamethason 0,5 Mg Tab	2700	1	0.4	1350
58	Digoxin Tab 0,25 Mg	17700	1	0.4	8850
59	Domperidon 10 Mg Tab	5000	1	0.4	2500
60	Domperidon Syr 5 Mg/5 Ml	181	1	0.7	91
61	Eperisone 50 Mg Tab	7000	1	0.4	3500
62	Fenofibrat 100 Mg Cap	200	1	0.4	100
63	Fenofibrat 300 Mg Cap	300	1	0.4	150

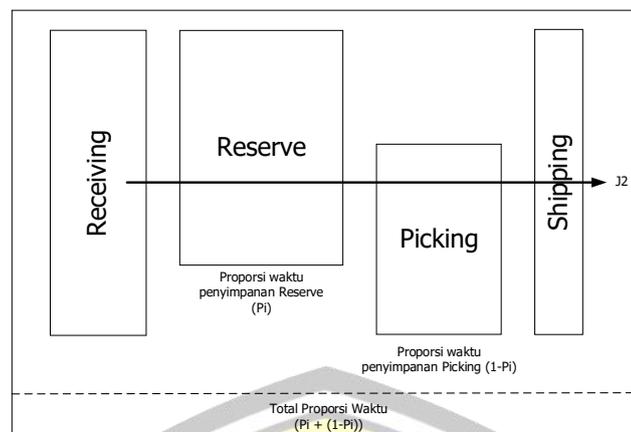
Tabel 2. Data Obat (Lanjutan)

No	Nama Obat	Jumlah (unit)	Troli (Unit)	Proporsi Waktu di Reserve (pada J2)	Inventori Rata-rata (Qi) (unit)
64	Fluconazole Infus 2 Mg/MI	68	1	0.7	34
65	Furosemide 40 Mg Tab	35000	1	0.4	17500
66	Futrolit Infus	1560	2	0.7	780
67	Gabapentin 300 Mg Tab	8850	1	0.4	4425
68	Glimepiride 2 Mg Tab	3200	1	0.4	1600
69	Glimepiride 3 Mg Tab	700	1	0.4	350
70	Glimepiride 4 Mg Tab	1100	1	0.4	550
71	Gliquidon 30 Mg Tab	8300	1	0.4	4150
72	Hepachol Kapsul	650	1	0.4	325
73	Hydrocortisone 2,5% 5 Gr Cr	96	1	0.7	48
74	Hydromal Inf 500 MI	49	1	0.5	25
75	Ibuprofen 200 Mg Tab	2800	1	0.4	1400
76	Ibuprofen 400 Mg Tab	1900	1	0.4	950
77	Inbumin Fc 250 Mg Tab	4080	1	0.4	2040
78	Infusan D10 500ml	24	1	0.5	12
79	Infusan M20 (Manitol) 500ml	48	1	0.7	24
80	Infusan Nacl 100 MI	1155	2	0.5	578
81	Infusan Nacl Sanbe 1000 MI	546	1	0.5	273
82	Infusan Nacl Sanbe 500 MI	4872	2	0.7	2436
83	Infusan Ring As 500 MI	1428	1	0.5	714
84	Infusan RI Sanbe	5516	3	0.5	2758
85	Ka-En 1b 500 MI	240	1	0.7	120
86	Kalxetin 10 Mg Kaps	990	1	0.4	495
87	Kcl 25 MI	1080	1	0.7	540
88	Kidmin 200 MI Softbag	10	1	0.5	5
89	Ksr 600 Mg Tab	5000	1	0.4	2500
90	Lansoprazole 30 Mg Cap	30900	1	0.4	15450
91	Laxadine Syr 60 MI	35	1	0.7	18
92	Leparson	1200	1	0.4	600
93	Levofloxacin 500 Mg Tab	3360	1	0.4	1680
94	Levofloxacin Hemihydrate 0,5% Tm	140	1	0.7	70
95	Lidocain Hcl Spray	1	1	0.7	1
96	Loperamide 2 Mg Tab	2100	1	0.4	1050
97	Lorazepam 2 Mg Tab	300	1	0.4	150
98	Mecobalamine 500 Cap	5700	1	0.4	2850
99	Metformin 500 Mg Tab	20400	1	0.4	10200
100	Methylergometrine 0,125 Mg Tab	60	1	0.4	30
101	Methylprednisolone 16 Mg Tab	4500	1	0.4	2250
102	Methylprednisolone 8 Mg Tab	5500	1	0.4	2750
103	Metronidazol Inf 5 Mg/MI	1680	1	0.7	840
104	Metronidazole 500 Mg Tab	2900	1	0.4	1450
105	Mgso4 20% 25 ML	130	1	0.7	65
106	Miconazole 2% 10 Gr Cr	77	1	0.4	39
107	Moxifloxacin Eye Drop	225	1	0.7	113

Tabel 2. Data Obat (Lanjutan)

No	Nama Obat	Jumlah (unit)	Troli (Unit)	Proporsi Waktu di <i>Reserve</i> (pada J2)	Inventori Rata-rata (Qi) (unit)
108	Nacl 100 MI Piggyback	3200	1	0.7	1600
109	Nacl 500 MI Ogb	6268	7	0.7	3134
110	Natrium Diklofenak 50 Mg Tab	21900	1	0.4	10950
111	Nitrokaf Retard 2,5 Mg Kaps	9700	1	0.4	4850
112	Nystatin Drop 100.000 Iu/MI	130	1	0.7	65
113	Omeprazole 20 Mg Cap	12700	2	0.4	6350
114	Ondancetron 4 Mg Tab	1800	1	0.4	900
115	Ondancetron 8 Mg Tab	2130	1	0.4	1065
116	Paracetamol 500 Mg Blister	40800	1	0.4	20400
117	Paracetamol Drop 60 Mg/0.6 MI	61	1	0.4	31
118	Permethrine 5% Cr 10 Gr	180	1	0.4	90
119	Propranolol 10 Mg Tab	3400	1	0.4	1700
120	Propylthiouracyl 100 Mg	700	1	0.4	350
121	Ramipril 2,5 Mg Tab	2200	1	0.4	1100
122	Ringer Laktat Ogb	5580	4	0.7	2790
123	Salbutamol 2 Mg Tab	10200	1	0.4	5100
124	Simvastatin 10 Mg Tab	1300	1	0.4	650
125	Simvastatin 20 Mg Tab	4500	1	0.4	2250
126	Spironolacton 25 Mg Tab	30400	1	0.4	15200
127	Sucralfate Susp 500 Mg/5 MI	1634	1	0.7	817
128	Sulfadiazine Silver 1% Cr 35 Gr	32	1	0.4	16
129	Tablet Tambah Darah	20410	1	0.4	10205
130	Theobron	7320	1	0.4	3660
131	Timolol Maleate Eye Drops 5 Mg/MI	20	1	0.7	10
132	Tridex 27b	1108	1	0.5	554
133	Tridex Plain	1854	1	0.5	927
134	Ursodeoxycholic Acid 250 Mg Cap	5490	1	0.4	2745
135	Vit A 100.000 Ui	100	1	0.4	50
136	Vit A 200.000 Ui	500	1	0.4	250
137	Vit B Complex	14800	1	0.4	7400
138	Vit C 50 Mg Tab	3500	1	0.4	1750
139	Vit K 10 Mg Tab	1200	1	0.4	600

Tabel 2 berisi mengenai data produk obat pada periode pemesanan Juli – September 2023. Data tersebut berisi mengenai jenis nama obat, jumlah troli yang dibutuhkan, proporsi waktu obat di *reserve area*, dan data kuantitas inventori rata-rata obat. Terdapat 139 jenis obat dengan jumlah terbanyak yaitu 40800 unit dan jumlah terkecil yaitu 1 obat.



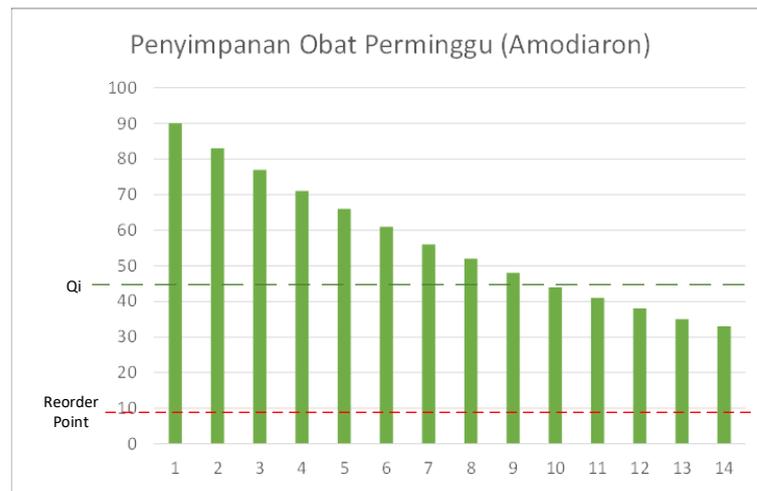
Gambar 6. Skema Penggunaan Proporsi Waktu Pada Flow 2

Proporsi waktu menunjukkan perkiraan proporsi waktu yang dihabiskan obat di *reserve area* jika obat dialokasikan pada *flow 2*. Karena pada *flow 2*, obat mengalami perpindahan dari *reserve area* ke *picking area*. Proporsi waktu ini dapat diasumsikan dari ketentuan suhu ruangan penyimpanan obat.

Kuantitas rata-rata inventori ditentukan menyesuaikan dengan teori *Economic Order Quantity* (EOQ), dimana pada teori tersebut terdapat persamaan berikut.

$$Q_i = \sqrt{\frac{2D_i\lambda_i}{rP_i}} \quad (6)$$

Persamaan 6 dapat digunakan untuk menentukan jumlah pesanan optimal Q_i , serta waktu rata-rata yang dihabiskan suatu produk di inventori. Misalnya, karena waktu antara dua pengisian barang di gudang berturut-turut adalah $\frac{Q_i}{A_i}$, waktu penyimpanan rata-rata per satuan produk adalah $T_i = \frac{0,5Q_i}{A_i}$. Dapat dikatakan bahwa $0,5Q_i = A_i T_i$ merupakan perkiraan yang bisa digunakan pada fungsi objektif untuk yang meminimalkan total biaya penanganan beban rata-rata setiap produk yang ditugaskan ke area masing-masing dan biaya penyimpanan yang sesuai (Heragu, 2016). Penerapan nilai Q_i pada penelitian ini dapat digambarkan sebagai berikut.

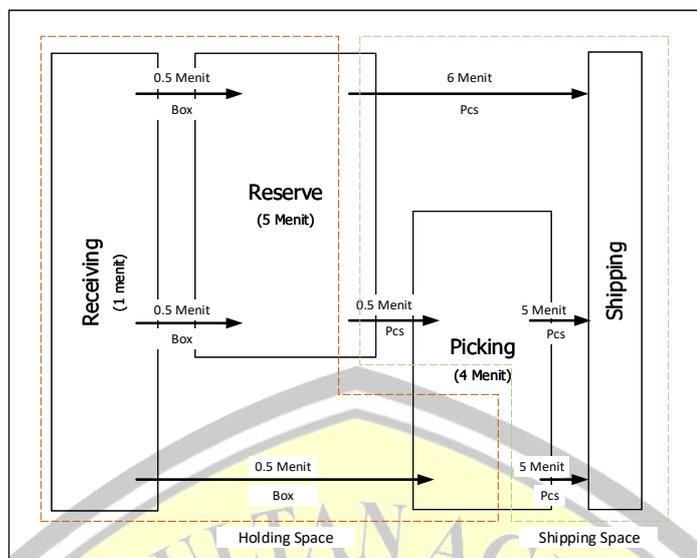


Gambar 7. Penentuan Nilai Qi

Gambar 7 dapat diketahui bahwa nilai Qi dalam penelitian ini sudah merupakan konversi rata-rata penyimpanan produk obat ($\frac{Q_i}{2}$) yang ada di gudang. Nilai Qi yang terdapat dalam Tabel 3 merupakan nilai Qi yang sudah disesuaikan dengan jumlah atau *demand* rata-rata produk obat per minggu. *Demand* perminggu ditetapkan berdasarkan permintaan obat per minggu dari depo atau ruang perawatan.

4.1.2 Data Biaya Operasional

Biaya operasional gudang farmasi rumah sakit “X” dibagi menjadi tiga data, yaitu data biaya penyimpanan (*storing cost*), biaya penanganan obat (*handling cost*), dan biaya distribusi obat (*shipping cost*). Biaya penyimpanan dapat didefinisikan sebagai biaya yang dikeluarkan untuk menyimpan obat dalam gudang per menit penyimpanan. Biaya penanganan obat mencakup biaya yang digunakan untuk memindahkan dan mengatur obat di penyimpanan, sejak obat datang dari *supplier* ke dalam gudang dalam satuan box per menit. Biaya distribusi dapat diartikan sebagai biaya yang digunakan untuk melakukan pemindahan obat dari *reserve area* ke *picking area* atau dari *reserve area* ke *shipping* (depo dan ruang perawatan) dalam satuan unit per menit. Berikut merupakan gambaran pembagian biaya penanganan dan biaya distribusi obat.



Gambar 8. Skema Pembagian *Holding Cost* dan *Shipping Cost*

Gambar 8 menunjukkan gambaran perpindahan obat dari *receiving* sampai ke *shipping area* untuk setiap *flow* dengan keterangan satuan pemindahan obat dan satuan waktu yang digunakan. Waktu pemindahan dan penempatan obat diasumsikan dari rata-rata waktu pemindahan dan penempatan obat yang dilakukan di Rumah Sakit X. Perpindahan dan penempatan obat dari *receiving* area ke dalam gudang dilakukan dalam satuan box dengan troli sebagai *material handling*. Satuan box digunakan karena pada kasus yang terjadi, ketika barang datang dari supplier dan ditempatkan ke dalam gudang, obat yang dipindahkan masih dalam box. Perpindahan obat di dalam gudang sampai ke *shipping area* dilakukan dalam satuan unit. Pada perpindahan obat antar area gudang atau ke luar gudang dilakukan dalam satuan unit karena permintaan dari depo atau ruang perawatan, obat yang dikirimkan sudah sesuai dalam jumlah yang diminta dalam satuan unit.

4.1.2.1 Data Biaya Penyimpanan (*Storing Cost*)

Berikut merupakan biaya penyimpanan produk obat yang ada pada gudang farmasi Rumah Sakit “X” pada periode Juli sampai September 2023.

Tabel 3. Data Biaya Penyimpanan Obat

<i>Storing Cost</i>	Rp	500,000.00	/bulan
	Rp	16,666.67	/hari
	Rp	694.44	/jam
	Rp	11.57	/menit

Tabel 3 merupakan tabel yang berisi informasi mengenai biaya penyimpanan obat. Biaya penyimpanan disajikan dalam data perbulan, hari, jam, hingga menit. Data yang digunakan dalam perhitungan, yaitu biaya penyimpanan obat per menit. Adapun biaya penyimpanan obat untuk setiap *flow* penyimpanan, sebagai berikut.

Tabel 4. Biaya Penyimpanan (*Storing Cost*) Setiap *Flow*

<i>Storing Cost</i>	<i>Flow 1</i>	<i>Flow 2</i>	<i>Flow 3</i>
1	Rp 2,592.59	Rp 2,592.59	Rp 2,592.59
2	Rp 69.24	Rp 69.24	Rp 69.24
3	Rp 1,166.67	Rp 1,166.67	Rp 1,166.67
4	Rp 422.71	Rp 422.71	Rp 422.71
5	Rp 933.33	Rp 933.33	Rp 933.33
6	Rp 1,166.67	Rp 1,166.67	Rp 1,166.67
7	Rp 111.11	Rp 111.11	Rp 111.11
8	Rp 2,916.67	Rp 2,916.67	Rp 2,916.67
9	Rp 1,166.67	Rp 1,166.67	Rp 1,166.67
10	Rp 40.30	Rp 40.30	Rp 40.30
11	Rp 1,555.56	Rp 1,555.56	Rp 1,555.56
12	Rp 666.67	Rp 666.67	Rp 666.67
13	Rp 244.07	Rp 244.07	Rp 244.07
14	Rp 30.34	Rp 30.34	Rp 30.34
15	Rp 122.16	Rp 122.16	Rp 122.16
16	Rp 1,555.56	Rp 1,555.56	Rp 1,555.56
17	Rp 2,430.56	Rp 2,430.56	Rp 2,430.56
18	Rp 648.15	Rp 648.15	Rp 648.15
19	Rp 333.33	Rp 333.33	Rp 333.33
20	Rp 42.42	Rp 42.42	Rp 42.42
21	Rp 897.44	Rp 897.44	Rp 897.44
22	Rp 648.15	Rp 648.15	Rp 648.15
23	Rp 933.33	Rp 933.33	Rp 933.33
24	Rp 23,333.33	Rp 23,333.33	Rp 23,333.33
25	Rp 1,254.48	Rp 1,254.48	Rp 1,254.48
26	Rp 583.33	Rp 583.33	Rp 583.33
27	Rp 7,777.78	Rp 7,777.78	Rp 7,777.78
28	Rp 4,666.67	Rp 4,666.67	Rp 4,666.67
29	Rp 3,333.33	Rp 3,333.33	Rp 3,333.33
30	Rp 833.33	Rp 833.33	Rp 833.33

Tabel 4. Biaya Penyimpanan (*Storing Cost*) Setiap *Flow* (Lanjutan)

<i>Storing Cost</i>		<i>Flow 1</i>		<i>Flow 2</i>		<i>Flow 3</i>
31	Rp	1,014.49	Rp	1,014.49	Rp	1,014.49
32	Rp	66.67	Rp	66.67	Rp	66.67
33	Rp	16.65	Rp	16.65	Rp	16.65
34	Rp	38.89	Rp	38.89	Rp	38.89
35	Rp	3,763.44	Rp	3,763.44	Rp	3,763.44
36	Rp	97.22	Rp	97.22	Rp	97.22
37	Rp	23.70	Rp	23.70	Rp	23.70
38	Rp	396.83	Rp	396.83	Rp	396.83
39	Rp	66.29	Rp	66.29	Rp	66.29
40	Rp	8.30	Rp	8.30	Rp	8.30
41	Rp	12.22	Rp	12.22	Rp	12.22
42	Rp	47.62	Rp	47.62	Rp	47.62
43	Rp	810.19	Rp	810.19	Rp	810.19
44	Rp	194.44	Rp	194.44	Rp	194.44
45	Rp	44.03	Rp	44.03	Rp	44.03
46	Rp	22.57	Rp	22.57	Rp	22.57
47	Rp	25.58	Rp	25.58	Rp	25.58
48	Rp	18.56	Rp	18.56	Rp	18.56
49	Rp	505.05	Rp	505.05	Rp	505.05
50	Rp	7.81	Rp	7.81	Rp	7.81
51	Rp	777.78	Rp	777.78	Rp	777.78
52	Rp	166.67	Rp	166.67	Rp	166.67
53	Rp	11,666.67	Rp	11,666.67	Rp	11,666.67
54	Rp	10.70	Rp	10.70	Rp	10.70
55	Rp	17.95	Rp	17.95	Rp	17.95
56	Rp	388.89	Rp	388.89	Rp	388.89
57	Rp	86.42	Rp	86.42	Rp	86.42
58	Rp	13.18	Rp	13.18	Rp	13.18
59	Rp	46.67	Rp	46.67	Rp	46.67
60	Rp	1,282.05	Rp	1,282.05	Rp	1,282.05
61	Rp	33.33	Rp	33.33	Rp	33.33
62	Rp	1,166.67	Rp	1,166.67	Rp	1,166.67
63	Rp	777.78	Rp	777.78	Rp	777.78
64	Rp	3,431.37	Rp	3,431.37	Rp	3,431.37
65	Rp	6.67	Rp	6.67	Rp	6.67
66	Rp	149.57	Rp	149.57	Rp	149.57
67	Rp	26.37	Rp	26.37	Rp	26.37
68	Rp	72.92	Rp	72.92	Rp	72.92
69	Rp	333.33	Rp	333.33	Rp	333.33
70	Rp	212.12	Rp	212.12	Rp	212.12
71	Rp	28.11	Rp	28.11	Rp	28.11
72	Rp	358.97	Rp	358.97	Rp	358.97
73	Rp	2,430.56	Rp	2,430.56	Rp	2,430.56
74	Rp	4,666.67	Rp	4,666.67	Rp	4,666.67
75	Rp	83.33	Rp	83.33	Rp	83.33
76	Rp	122.81	Rp	122.81	Rp	122.81
77	Rp	57.19	Rp	57.19	Rp	57.19
78	Rp	9,722.22	Rp	9,722.22	Rp	9,722.22
79	Rp	4,861.11	Rp	4,861.11	Rp	4,861.11
80	Rp	201.85	Rp	201.85	Rp	201.85

Tabel 4. Biaya Penyimpanan (*Storing Cost*) Setiap *Flow* (Lanjutan)

<i>Storing Cost</i>	<i>Flow 1</i>	<i>Flow 2</i>	<i>Flow 3</i>
81	Rp 427.35	Rp 427.35	Rp 427.35
82	Rp 47.89	Rp 47.89	Rp 47.89
83	Rp 163.40	Rp 163.40	Rp 163.40
84	Rp 42.30	Rp 42.30	Rp 42.30
85	Rp 972.22	Rp 972.22	Rp 972.22
86	Rp 235.69	Rp 235.69	Rp 235.69
87	Rp 216.05	Rp 216.05	Rp 216.05
88	Rp 23,333.33	Rp 23,333.33	Rp 23,333.33
89	Rp 46.67	Rp 46.67	Rp 46.67
90	Rp 7.55	Rp 7.55	Rp 7.55
91	Rp 6,481.48	Rp 6,481.48	Rp 6,481.48
92	Rp 194.44	Rp 194.44	Rp 194.44
93	Rp 69.44	Rp 69.44	Rp 69.44
94	Rp 1,666.67	Rp 1,666.67	Rp 1,666.67
95	Rp 116,666.67	Rp 116,666.67	Rp 116,666.67
96	Rp 111.11	Rp 111.11	Rp 111.11
97	Rp 777.78	Rp 777.78	Rp 777.78
98	Rp 40.94	Rp 40.94	Rp 40.94
99	Rp 11.44	Rp 11.44	Rp 11.44
100	Rp 3,888.89	Rp 3,888.89	Rp 3,888.89
101	Rp 51.85	Rp 51.85	Rp 51.85
102	Rp 42.42	Rp 42.42	Rp 42.42
103	Rp 138.89	Rp 138.89	Rp 138.89
104	Rp 80.46	Rp 80.46	Rp 80.46
105	Rp 1,794.87	Rp 1,794.87	Rp 1,794.87
106	Rp 2,991.45	Rp 2,991.45	Rp 2,991.45
107	Rp 1,032.45	Rp 1,032.45	Rp 1,032.45
108	Rp 72.92	Rp 72.92	Rp 72.92
109	Rp 37.23	Rp 37.23	Rp 37.23
110	Rp 10.65	Rp 10.65	Rp 10.65
111	Rp 24.05	Rp 24.05	Rp 24.05
112	Rp 1,794.87	Rp 1,794.87	Rp 1,794.87
113	Rp 18.37	Rp 18.37	Rp 18.37
114	Rp 129.63	Rp 129.63	Rp 129.63
115	Rp 109.55	Rp 109.55	Rp 109.55
116	Rp 5.72	Rp 5.72	Rp 5.72
117	Rp 3,763.44	Rp 3,763.44	Rp 3,763.44
118	Rp 1,296.30	Rp 1,296.30	Rp 1,296.30
119	Rp 68.63	Rp 68.63	Rp 68.63
120	Rp 333.33	Rp 333.33	Rp 333.33
121	Rp 106.06	Rp 106.06	Rp 106.06
122	Rp 41.82	Rp 41.82	Rp 41.82
123	Rp 22.88	Rp 22.88	Rp 22.88
124	Rp 179.49	Rp 179.49	Rp 179.49
125	Rp 51.85	Rp 51.85	Rp 51.85
126	Rp 7.68	Rp 7.68	Rp 7.68
127	Rp 142.80	Rp 142.80	Rp 142.80
128	Rp 7,291.67	Rp 7,291.67	Rp 7,291.67
129	Rp 11.43	Rp 11.43	Rp 11.43
130	Rp 31.88	Rp 31.88	Rp 31.88
131	Rp 11,666.67	Rp 11,666.67	Rp 11,666.67

Tabel 4. Biaya Penyimpanan (Storing Cost) Setiap Flow (Lanjutan)

<i>Storing Cost</i>	<i>Flow 1</i>	<i>Flow 2</i>	<i>Flow 3</i>
132	Rp 210.59	Rp 210.59	Rp 210.59
133	Rp 125.85	Rp 125.85	Rp 125.85
134	Rp 42.50	Rp 42.50	Rp 42.50
135	Rp 2,333.33	Rp 2,333.33	Rp 2,333.33
136	Rp 466.67	Rp 466.67	Rp 466.67
137	Rp 15.77	Rp 15.77	Rp 15.77
138	Rp 66.67	Rp 66.67	Rp 66.67
139	Rp 194.44	Rp 194.44	Rp 194.44

Contoh perhitungan :

$$\begin{aligned}
 \text{Flow 1 dan Flow 3} &= \frac{\text{Biaya penyimpanan mingguan}}{Q_i} \\
 &= \frac{\text{Rp } 16.666,67 \times 7}{45} \\
 &= \text{Rp}2,592.59/\text{unit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Flow 2} &= \frac{(\text{Storing Cost mingguan flow 1} \times P_i) + (\text{Storing Cost mingguan flow 3} \times (1 - P_i))}{Q_i} \\
 &= \frac{(\text{Rp } 116.666,67 \times 0.9) + (\text{Rp } 116.666,67 \times (1 - 0.9))}{45} \\
 &= \text{Rp}2,592.59/\text{unit}
 \end{aligned}$$

Tabel 4 memuat informasi mengenai biaya penyimpanan yang dikenakan pada setiap *flow*. Pada *flow 1* dan *flow 3*, biaya penyimpanan besarnya sama, karena hanya mempertimbangkan harga rak penyimpanan yang disesuaikan dengan penyusutan per tahun. Sedangkan, untuk *flow 2*, besarnya biaya penyimpanan disesuaikan juga dengan jangka waktu obat berada di *reserve area* dan *picking area*. Biaya penyimpanan yang digunakan disesuaikan dengan frekuensi dan jangka waktu penyimpanan barang.

4.1.2.2 Data Biaya Penanganan (*Handling Cost*)

Biaya penanganan produk obat yang ada pada gudang farmasi Rumah Sakit “X” pada periode Juli sampai September 2023, sebagai berikut.

Tabel 5. Data Biaya Penanganan (*Handling*) Obat

<i>Handling Cost</i>	Rp	4,815,102.00	/bulan
	Rp	218,868.27	/hari
	Rp	31,266.90	/jam
	Rp	521.11	/menit
<i>Flow</i>	Waktu (menit/box)	Biaya	
1	6.5	Rp 3,387.25	
2	6.5	Rp 3,387.25	
3	5.5	Rp 2,866.13	

Tabel 5 merupakan tabel yang berisi informasi mengenai biaya penanganan obat. Data biaya penanganan obat disesuaikan dengan Upah Minimum Regional (UMR) Kota Cilegon dengan penentuan hari kerja selama 22 hari dalam 1 bulan. Biaya penanganan obat yang dikenakan pada setiap *flow* memiliki jumlah yang berbeda. Berikut rincian biaya penanganan pada *flow 1*, *flow 2*, dan *flow 3*.

Tabel 6. Biaya Penanganan (*Handling Cost*) Setiap *Flow*

<i>Handling Cost</i>	<i>Flow 1</i>	<i>Flow 2</i>	<i>Flow 3</i>
1	Rp 3,387.25	Rp 3,387.25	Rp 2,866.13
2	Rp 3,387.25	Rp 3,387.25	Rp 2,866.13
3	Rp 3,387.25	Rp 3,387.25	Rp 2,866.13
4	Rp 3,387.25	Rp 3,387.25	Rp 2,866.13
5	Rp 3,387.25	Rp 3,387.25	Rp 2,866.13
6	Rp 3,387.25	Rp 3,387.25	Rp 2,866.13
7	Rp 3,387.25	Rp 3,387.25	Rp 2,866.13
8	Rp 3,387.25	Rp 3,387.25	Rp 2,866.13
9	Rp 3,387.25	Rp 3,387.25	Rp 2,866.13
10	Rp 3,387.25	Rp 3,387.25	Rp 2,866.13
11	Rp 3,387.25	Rp 3,387.25	Rp 2,866.13
12	Rp 3,387.25	Rp 3,387.25	Rp 2,866.13
13	Rp 3,387.25	Rp 3,387.25	Rp 2,866.13
14	Rp 3,387.25	Rp 3,387.25	Rp 2,866.13
15	Rp 3,387.25	Rp 3,387.25	Rp 2,866.13
16	Rp 3,387.25	Rp 3,387.25	Rp 2,866.13
17	Rp 3,387.25	Rp 3,387.25	Rp 2,866.13
18	Rp 3,387.25	Rp 3,387.25	Rp 2,866.13
19	Rp 3,387.25	Rp 3,387.25	Rp 2,866.13
20	Rp 3,387.25	Rp 3,387.25	Rp 2,866.13
21	Rp 3,387.25	Rp 3,387.25	Rp 2,866.13
22	Rp 3,387.25	Rp 3,387.25	Rp 2,866.13
23	Rp 3,387.25	Rp 3,387.25	Rp 2,866.13
24	Rp 3,387.25	Rp 3,387.25	Rp 2,866.13
25	Rp 3,387.25	Rp 3,387.25	Rp 2,866.13
26	Rp 3,387.25	Rp 3,387.25	Rp 2,866.13
27	Rp 3,387.25	Rp 3,387.25	Rp 2,866.13
28	Rp 3,387.25	Rp 3,387.25	Rp 2,866.13
29	Rp 3,387.25	Rp 3,387.25	Rp 2,866.13
30	Rp 3,387.25	Rp 3,387.25	Rp 2,866.13
31	Rp 3,387.25	Rp 3,387.25	Rp 2,866.13
32	Rp 3,387.25	Rp 3,387.25	Rp 2,866.13
33	Rp 3,387.25	Rp 3,387.25	Rp 2,866.13
34	Rp 3,387.25	Rp 3,387.25	Rp 2,866.13
35	Rp 3,387.25	Rp 3,387.25	Rp 2,866.13
36	Rp 3,387.25	Rp 3,387.25	Rp 2,866.13
37	Rp 3,387.25	Rp 3,387.25	Rp 2,866.13
38	Rp 3,387.25	Rp 3,387.25	Rp 2,866.13
39	Rp 3,387.25	Rp 3,387.25	Rp 2,866.13
40	Rp 10,161.74	Rp 10,161.74	Rp 8,598.40
41	Rp 6,774.49	Rp 6,774.49	Rp 5,732.26

Tabel 6. Biaya Penanganan (*Handling Cost*) Setiap *Flow* (Lanjutan)

<i>Handling Cost</i>	<i>Flow 1</i>		<i>Flow 2</i>		<i>Flow 3</i>	
42	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
43	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
44	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
45	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
46	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
47	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
48	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
49	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
50	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
51	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
52	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
53	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
54	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
55	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
56	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
57	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
58	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
59	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
60	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
61	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
62	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
63	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
64	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
65	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
66	Rp	6,774.49	Rp	6,774.49	Rp	5,732.26
67	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
68	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
69	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
70	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
71	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
72	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
73	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
74	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
75	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
76	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
77	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
78	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
79	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
80	Rp	6,774.49	Rp	6,774.49	Rp	5,732.26
81	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
82	Rp	6,774.49	Rp	6,774.49	Rp	5,732.26
83	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
84	Rp	10,161.74	Rp	10,161.74	Rp	8,598.40
85	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
86	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
87	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
88	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
89	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
90	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
91	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
92	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13

Tabel 6. Biaya Penanganan (*Handling Cost*) Setiap *Flow* (Lanjutan)

<i>Handling Cost</i>	<i>Flow 1</i>		<i>Flow 2</i>		<i>Flow 3</i>	
93	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
94	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
95	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
96	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
97	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
98	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
99	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
100	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
101	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
102	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
103	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
104	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
105	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
106	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
107	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
108	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
109	Rp	23,710.73	Rp	23,710.73	Rp	20,062.93
110	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
111	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
112	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
113	Rp	6,774.49	Rp	6,774.49	Rp	5,732.26
114	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
115	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
116	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
117	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
118	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
119	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
120	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
121	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
122	Rp	13,548.99	Rp	13,548.99	Rp	11,464.53
123	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
124	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
125	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
126	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
127	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
128	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
129	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
130	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
131	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
132	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
133	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
134	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
135	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
136	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
137	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
138	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13
139	Rp	3,387.25	Rp	3,387.25	Rp	2,866.13

Contoh perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Flow 1} &= \text{Waktu handling obat} \times \text{Biaya handling} \times \text{Jumlah Troli} \\ &= 6,5 \times 3.387,25 \times 1 \\ &= \text{Rp } 3.387,25 \end{aligned}$$

Penentuan *handling cost* didasarkan pada besarnya biaya yang dikeluarkan untuk mengangkut obat yang datang dari *supplier* ke gudang dalam bentuk box. Penentuan *handling cost* pada setiap *flow* disesuaikan dengan waktu penanganan box obat dan jumlah troli yang digunakan untuk mengangkut keseluruhan box obat. Diasumsikan untuk setiap troli pengangkutan hanya digunakan untuk jenis obat-obatan yang sama. Dalam satu kali pengangkutan troli, tidak boleh terdapat obat-obatan yang berbeda.

4.1.2.3 Data Biaya Distribusi (*Shipping Cost*)

Rata Rata waktu distribusi produk obat yang ada pada gudang farmasi Rumah Sakit “X”, yaitu sebagai berikut.

Tabel 7. Waktu Distribusi

	Keterangan	Waktu (menit/unit)	Biaya
Distribusi Di Dalam Gudang	<i>Flow 1 (Reserve – Picking)</i>	0	Rp -
	<i>Flow 2 (Reserve – Picking)</i>	4.5	Rp 2,345.02
	<i>Flow 3 (Reserve – Picking)</i>	0	Rp -
Distribusi Ke Luar Gudang	<i>Flow 1 (Reserve – Shipping)</i>	5	Rp 2,605.57
	<i>Flow 2 (Picking – Shipping)</i>	5	Rp 2,605.57
	<i>Flow 3 (Picking – Shipping)</i>	5	Rp 2,605.57

Tabel 7 berisi data mengenai waktu distribusi dan biaya per menit yang dibutuhkan untuk melakukan distribusi obat di dalam gudang maupun ke luar gudang. Distribusi di dalam gudang terjadi ketika obat dipindahkan dari *reserve area* ke *picking area*. Sedangkan distribusi ke luar gudang terjadi ketika obat dipindahkan dari dalam gudang (*reserve* atau *picking area*) ke *shipping area*. Proses pemindahan ini dihitung untuk perpindahan pada *shipping space* yang dapat dilihat pada Gambar 6.

Tabel 8. Biaya Distribusi (*Shipping Cost*) Obat

<i>Shipping Cost</i>	<i>Flow 1</i>	<i>Flow 2</i>	<i>Flow 3</i>
1	Rp 28.95	Rp 55.01	Rp 28.95
2	Rp 0.77	Rp 1.47	Rp 0.77
3	Rp 13.03	Rp 24.75	Rp 13.03
4	Rp 4.72	Rp 8.97	Rp 4.72
5	Rp 10.42	Rp 19.80	Rp 10.42
6	Rp 13.09	Rp 24.88	Rp 13.09
7	Rp 1.24	Rp 2.36	Rp 1.24
8	Rp 32.57	Rp 61.88	Rp 32.57

Tabel 8. Biaya Distribusi (Shipping Cost) Obat (Lanjutan)

<i>Shipping Cost</i>	<i>Flow 1</i>		<i>Flow 2</i>		<i>Flow 3</i>	
9	Rp	13.03	Rp	24.75	Rp	13.03
10	Rp	0.45	Rp	0.86	Rp	0.45
11	Rp	17.37	Rp	33.00	Rp	17.37
12	Rp	7.44	Rp	14.14	Rp	7.44
13	Rp	2.73	Rp	5.18	Rp	2.73
14	Rp	0.34	Rp	0.64	Rp	0.34
15	Rp	1.36	Rp	2.59	Rp	1.36
16	Rp	17.37	Rp	33.00	Rp	17.37
17	Rp	27.43	Rp	52.11	Rp	27.43
18	Rp	7.24	Rp	13.75	Rp	7.24
19	Rp	3.72	Rp	7.07	Rp	3.72
20	Rp	0.47	Rp	0.90	Rp	0.47
21	Rp	10.02	Rp	19.04	Rp	10.02
22	Rp	7.24	Rp	13.75	Rp	7.24
23	Rp	10.42	Rp	19.80	Rp	10.42
24	Rp	260.56	Rp	495.06	Rp	260.56
25	Rp	14.08	Rp	26.76	Rp	14.08
26	Rp	6.51	Rp	12.38	Rp	6.51
27	Rp	86.85	Rp	165.02	Rp	86.85
28	Rp	53.17	Rp	101.03	Rp	53.17
29	Rp	37.22	Rp	70.72	Rp	37.22
30	Rp	9.31	Rp	17.68	Rp	9.31
31	Rp	11.33	Rp	21.52	Rp	11.33
32	Rp	0.74	Rp	1.41	Rp	0.74
33	Rp	0.19	Rp	0.35	Rp	0.19
34	Rp	0.43	Rp	0.83	Rp	0.43
35	Rp	42.71	Rp	81.16	Rp	42.71
36	Rp	1.09	Rp	2.06	Rp	1.09
37	Rp	0.26	Rp	0.50	Rp	0.26
38	Rp	4.43	Rp	8.42	Rp	4.43
39	Rp	0.74	Rp	1.41	Rp	0.74
40	Rp	0.09	Rp	0.18	Rp	0.09
41	Rp	0.14	Rp	0.26	Rp	0.14
42	Rp	0.53	Rp	1.01	Rp	0.53
43	Rp	9.05	Rp	17.19	Rp	9.05
44	Rp	2.17	Rp	4.13	Rp	2.17
45	Rp	0.49	Rp	0.93	Rp	0.49
46	Rp	0.25	Rp	0.48	Rp	0.25
47	Rp	0.29	Rp	0.54	Rp	0.29
48	Rp	0.21	Rp	0.39	Rp	0.21
49	Rp	5.64	Rp	10.72	Rp	5.64
50	Rp	0.09	Rp	0.17	Rp	0.09
51	Rp	8.69	Rp	16.50	Rp	8.69
52	Rp	1.86	Rp	3.54	Rp	1.86
53	Rp	130.28	Rp	247.53	Rp	130.28
54	Rp	0.12	Rp	0.23	Rp	0.12
55	Rp	0.20	Rp	0.38	Rp	0.20
56	Rp	4.35	Rp	8.26	Rp	4.35
57	Rp	0.97	Rp	1.83	Rp	0.97
58	Rp	0.15	Rp	0.28	Rp	0.15
59	Rp	0.52	Rp	0.99	Rp	0.52

Tabel 8. Biaya Distribusi (Shipping Cost) Obat (Lanjutan)

<i>Shipping Cost</i>		<i>Flow 1</i>		<i>Flow 2</i>		<i>Flow 3</i>
60	Rp	14.40	Rp	27.35	Rp	14.40
61	Rp	0.37	Rp	0.71	Rp	0.37
62	Rp	13.03	Rp	24.75	Rp	13.03
63	Rp	8.69	Rp	16.50	Rp	8.69
64	Rp	38.32	Rp	72.80	Rp	38.32
65	Rp	0.07	Rp	0.14	Rp	0.07
66	Rp	1.67	Rp	3.17	Rp	1.67
67	Rp	0.29	Rp	0.56	Rp	0.29
68	Rp	0.81	Rp	1.55	Rp	0.81
69	Rp	3.72	Rp	7.07	Rp	3.72
70	Rp	2.37	Rp	4.50	Rp	2.37
71	Rp	0.31	Rp	0.60	Rp	0.31
72	Rp	4.01	Rp	7.62	Rp	4.01
73	Rp	27.14	Rp	51.57	Rp	27.14
74	Rp	53.17	Rp	101.03	Rp	53.17
75	Rp	0.93	Rp	1.77	Rp	0.93
76	Rp	1.37	Rp	2.61	Rp	1.37
77	Rp	0.64	Rp	1.21	Rp	0.64
78	Rp	108.57	Rp	206.27	Rp	108.57
79	Rp	54.28	Rp	103.14	Rp	54.28
80	Rp	2.26	Rp	4.29	Rp	2.26
81	Rp	4.77	Rp	9.07	Rp	4.77
82	Rp	0.53	Rp	1.02	Rp	0.53
83	Rp	1.82	Rp	3.47	Rp	1.82
84	Rp	0.47	Rp	0.90	Rp	0.47
85	Rp	10.86	Rp	20.63	Rp	10.86
86	Rp	2.63	Rp	5.00	Rp	2.63
87	Rp	2.41	Rp	4.58	Rp	2.41
88	Rp	260.56	Rp	495.06	Rp	260.56
89	Rp	0.52	Rp	0.99	Rp	0.52
90	Rp	0.08	Rp	0.16	Rp	0.08
91	Rp	74.44	Rp	141.45	Rp	74.44
92	Rp	2.17	Rp	4.13	Rp	2.17
93	Rp	0.78	Rp	1.47	Rp	0.78
94	Rp	18.61	Rp	35.36	Rp	18.61
95	Rp	2,605.57	Rp	4,950.59	Rp	2,605.57
96	Rp	1.24	Rp	2.36	Rp	1.24
97	Rp	8.69	Rp	16.50	Rp	8.69
98	Rp	0.46	Rp	0.87	Rp	0.46
99	Rp	0.13	Rp	0.24	Rp	0.13
100	Rp	43.43	Rp	82.51	Rp	43.43
101	Rp	0.58	Rp	1.10	Rp	0.58
102	Rp	0.47	Rp	0.90	Rp	0.47
103	Rp	1.55	Rp	2.95	Rp	1.55
104	Rp	0.90	Rp	1.71	Rp	0.90
105	Rp	20.04	Rp	38.08	Rp	20.04
106	Rp	33.84	Rp	64.29	Rp	33.84
107	Rp	11.58	Rp	22.00	Rp	11.58
108	Rp	0.81	Rp	1.55	Rp	0.81
109	Rp	0.42	Rp	0.79	Rp	0.42
110	Rp	0.12	Rp	0.23	Rp	0.12

Tabel 8. Biaya Distribusi (*Shipping Cost*) Obat (Lanjutan)

<i>Shipping Cost</i>	<i>Flow 1</i>	<i>Flow 2</i>	<i>Flow 3</i>
111	Rp 0.27	Rp 0.51	Rp 0.27
112	Rp 20.04	Rp 38.08	Rp 20.04
113	Rp 0.21	Rp 0.39	Rp 0.21
114	Rp 1.45	Rp 2.75	Rp 1.45
115	Rp 1.22	Rp 2.32	Rp 1.22
116	Rp 0.06	Rp 0.12	Rp 0.06
117	Rp 42.71	Rp 81.16	Rp 42.71
118	Rp 14.48	Rp 27.50	Rp 14.48
119	Rp 0.77	Rp 1.46	Rp 0.77
120	Rp 3.72	Rp 7.07	Rp 3.72
121	Rp 1.18	Rp 2.25	Rp 1.18
122	Rp 0.47	Rp 0.89	Rp 0.47
123	Rp 0.26	Rp 0.49	Rp 0.26
124	Rp 2.00	Rp 3.81	Rp 2.00
125	Rp 0.58	Rp 1.10	Rp 0.58
126	Rp 0.09	Rp 0.16	Rp 0.09
127	Rp 1.59	Rp 3.03	Rp 1.59
128	Rp 81.42	Rp 154.71	Rp 81.42
129	Rp 0.13	Rp 0.24	Rp 0.13
130	Rp 0.36	Rp 0.68	Rp 0.36
131	Rp 130.28	Rp 247.53	Rp 130.28
132	Rp 2.35	Rp 4.47	Rp 2.35
133	Rp 1.41	Rp 2.67	Rp 1.41
134	Rp 0.47	Rp 0.90	Rp 0.47
135	Rp 26.06	Rp 49.51	Rp 26.06
136	Rp 5.21	Rp 9.90	Rp 5.21
137	Rp 0.18	Rp 0.33	Rp 0.18
138	Rp 0.74	Rp 1.41	Rp 0.74
139	Rp 2.17	Rp 4.13	Rp 2.17

Contoh perhitungan :

$$\begin{aligned}
 \text{Flow 1} &= \frac{\text{Biaya Distribusi Dalam Gudang}}{\text{Kuantitas Obat}} + \frac{\text{Biaya Distribusi Keluar Gudang}}{\text{Kuantitas Obat}} \\
 &= \frac{0}{90} + \frac{2.345,02}{90} \\
 &= \text{Rp } 28,95/\text{unit}
 \end{aligned}$$

Tabel 8 memuat informasi mengenai data biaya distribusi obat ke luar gudang (*shipping cost*). *Shipping cost* dikenakan atas biaya yang dibutuhkan untuk mengirimkan obat dari dalam gudang (*reserve area* atau *picking area*) ke *shipping area* dalam satuan unit. Perpindahan dan penempatan obat pada *shipping cost* ini dilakukan per unit obat dan menyesuaikan waktu yang sudah ditentukan.

4.1.3 Data Kapasitas Rata-Rata Penyimpanan Gudang Obat

Berikut merupakan data kapasitas rata-rata gudang penyimpanan produk obat yang ada pada gudang farmasi Rumah Sakit “X”.

Tabel 9. Data Rata-Rata Kapasitas Gudang Obat

B (<i>Reserve area</i>)	60	%
Y (<i>Picking area</i>)	30	%
TS (Total Kapasitas Penyimpanan)	799653	Unit
LLR (<i>Lower Limit B</i>)	159931	Unit
ULR (<i>Upper Limit B</i>)	479792	Unit
LLP (<i>Lower Limit Y</i>)	79966	Unit
ULP (<i>Upper Limit Y</i>)	239896	Unit

Tabel 9 berisi informasi mengenai data kapasitas rata-rata penyimpanan gudang farmasi di Rumah Sakit “X”. Kapasitas rata-rata penyimpanan keseluruhan gudang farmasi yaitu 799.653 unit. Secara umum, ruang penyimpanan obat dibagi ke dalam dua area dengan pembagian 60% untuk *reserve area* dan 30% untuk *picking area*.

4.2 Pengolahan Data

Tahapan pengolahan data dilakukan untuk menentukan alokasi penyimpanan dengan merancang model matematika, verifikasi model, hingga validasi model. Selanjutnya, dilakukan perhitungan terhadap jumlah alokasi penyimpanan pada setiap jenis obat, dan penentuan biaya operasional yang optimal.

4.2.1 Alokasi Penyimpanan

Penentuan alokasi penyimpanan obat menggunakan model matematika dilakukan dengan merancang model yang digunakan terlebih dahulu. Berikut merupakan tahap pengembangan model matematika alokasi penyimpanan obat.

4.2.1.1 Pengembangan Model Matematika Alokasi Produk

Pengembangan model terlebih dahulu dilakukan dengan menentukan asumsi dan batasan yang berlaku pada kasus yang diangkat, dilanjutkan dengan penyusunan model, pengimplementasian penulisan model pada *software* LINGO 20.0, dan dilanjutkan dengan optimasi dengan *solver* pada *software* LINGO 20.0.

A. Asumsi Model

1. Optimasi biaya yang dilakukan pada penelitian ini, mencakup biaya penyimpanan (*storing cost*), biaya penanganan (*holding cost*), dan biaya distribusi (*shipping cost*). Parameter penentu optimasi lainnya,

yaitu kuantitas rata-rata obat yang ada di gudang, dan jumlah kuantitas keseluruhan obat.

2. Biaya penyimpanan merupakan akumulasi harga rak penyimpanan yang digunakan dan mempertimbangkan biaya penyusutan per tahun selama 10 tahun.
3. Biaya *handling* dan *shipping* ditentukan dengan mempertimbangkan upah karyawan untuk satu pekerja, namun tidak mempertimbangkan jumlah karyawan keseluruhan.
4. Kapasitas penyimpanan ditentukan dengan menyesuaikan jumlah keseluruhan obat yang disimpan pada gudang farmasi penyimpanan obat di Rumah Sakit X.
5. Waktu pemindahan obat merupakan asumsi waktu dengan mempertimbangkan rata-rata jarak dan waktu yang dibutuhkan untuk pemindahan obat dalam satuan menit.
6. Jenis dan jumlah obat yang dialokasikan selalu sama di setiap periode.
7. Alokasi penyimpanan tidak mempertimbangkan bentuk zat obat yang ada di gudang farmasi Rumah Sakit X.
8. Ukuran troli selalu sama untuk setiap pengangkutan obat.
9. Obat dari *supplier* sudah berada pada *receive area* dan siap untuk dilakukan pengalokasian ke gudang.

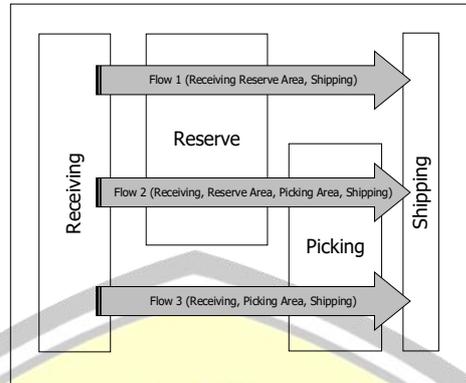
B. Batasan Model

1. Jenis dan jumlah obat yang menjadi objek penelitian merupakan data obat yang dipesan pada periode Juli – September 2023 yang terdiri dari 139 jenis obat.
2. Model matematika hanya dirancang untuk mengalokasikan penyimpanan barang ke ruangan penyimpanan dengan tiga *flow* penyimpanan.
3. Satu jenis obat hanya bisa melewati satu alur alokasi penyimpanan.

C. Model Matematika

Model matematika alokasi penyimpanan obat di gudang farmasi Rumah Sakit “X” dirancang untuk dapat menempatkan alokasi obat ke dalam tiga

flow dengan membagi area penyimpanan menjadi dua area, yaitu *reserve area* dan *picking area*.



Gambar 9. Flow Alokasi Penyimpanan Obat RS "X"

Perancangan model matematika dilakukan dengan menyesuaikan batasan dan asumsi yang ada. Perancangan model matematika mencakup dengan indeks, parameter, variabel keputusan, fungsi tujuan, dan fungsi kendala. Berikut merupakan model matematika alokasi penyimpanan obat di gudang farmasi Rumah Sakit "X".

1. Indeks

- i = obat (1,...,139)
- i = obat dingin (1,...,27)
- j = *flow* (1,2,3)

2. Parameter

- B = Proporsi kapasitas penyimpanan yang tersedia untuk *reserve area*
- Y = Proporsi kapasitas penyimpanan yang tersedia untuk *picking area*
- A_{ij} = Kuantitas obat i per periode pemesanan obat (Juli – September 2023)
- H_{ij} = Biaya penanganan obat i ke *flow* j
- S_{ij} = Biaya distribusi obat i ke *flow* j per satuan unit
- C_{ij} = Biaya penyimpanan obat i ke *flow* j per satuan unit
- Q_i = Jumlah rata-rata dari obat i di penyimpanan (unit)
- TS = Total kapasitas penyimpanan gudang yang tersedia (unit)

P_i = Proporsi waktu rata-rata yang dihabiskan unit obat i di *reserve area*, jika *item* ditugaskan ke *flow 2*

LLP = Batas terkecil kapasitas penyimpanan untuk *picking area*

ULP = Batas terbesar kapasitas penyimpanan untuk *picking area*

LLR = Batas terkecil kapasitas penyimpanan untuk *reserve area*

ULR = Batas terbesar kapasitas penyimpanan untuk *reserve area*

3. Variabel Keputusan

X_{ij} = Bernilai 1, jika obat i dialokasikan ke *flow j*

4. Fungsi Tujuan

Fungsi tujuan model matematika alokasi penyimpanan obat dirancang dengan meminimalkan akumulasi biaya distribusi yang sesuai dengan jumlah obat yang ada di gudang farmasi, biaya penyimpanan yang disesuaikan dengan jumlah rata-rata obat yang ada di gudang farmasi, dan biaya distribusi obat.

$$\begin{aligned} \text{Min } z = & \sum_{i=1}^{139} \sum_{j=1}^3 (S_{ij} A_{ij} X_{ij}) + \sum_{i=1}^{139} \sum_{j=1}^3 (C_{ij} Q_i X_{ij}) \\ & + \sum_{i=1}^{139} \sum_{j=1}^3 (H_{ij} X_{ij}) \end{aligned} \quad (7)$$

5. Fungsi Pembatas

Terdapat delapan fungsi pembatas yang berlaku untuk model matematika alokasi penyimpanan obat dengan tiga alur. Fungsi batasan pada model matematika alokasi penyimpanan barang sebagai berikut.

1) Fungsi Batasan 1

Jumlah *flow j* yang dilewati obat i jumlahnya harus sama dengan 1. Artinya setiap obat hanya bisa melewati 1 *flow*. Fungsi batasan ini mengatur agar setiap alokasi obat tepat hanya melewati 1 *flow* penyimpanan.

$$\sum_{j=1}^3 X_{ij} = 1, \forall i_{(1, \dots, 139)} \quad (8)$$

2) Fungsi Batasan 2

Obat dengan ketentuan harus berada di ruangan dingin ditempatkan pada *flow* 1 atau 2. Obat dengan ketentuan harus berada di ruangan dingin harus ditempatkan pada area *reserve* yang dapat diatur suhu sesuai kebutuhan.

$$\sum_{j=1}^2 X_{ij} = 1, \forall i_{(1, \dots, 27)} \quad (9)$$

3) Fungsi Batasan 3

Obat dengan ketentuan harus berada di ruangan dingin tidak bisa ditempatkan langsung ke *picking area*. Obat dengan ketentuan harus berada di ruangan dingin atau harus ditempatkan pada area *reserve* yang dapat diatur suhu sesuai kebutuhan.

$$\sum_{j=3}^3 X_{ij} = 0, \forall i_{(1, \dots, 27)} \quad (10)$$

4) Fungsi Batasan 4

Jumlah rata-rata obat yang disimpan dalam *reserve area* jumlahnya tidak melebihi kapasitas penyimpanan di *reserve area*. Seluruh akumulasi obat yang melewati *flow* 1 dan 2 jumlahnya harus menyesuaikan kapasitas penyimpanan *reserve area*.

$$\sum_{i=1}^{139} (Q_i X_{i1}) + \sum_{i=1}^{139} (p_i Q_i X_{i2}) \leq BTS \quad (11)$$

5) Fungsi Batasan 5

Jumlah rata-rata obat yang disimpan dalam *picking area* tidak melebihi kapasitas penyimpanan *picking area*. Artinya, obat yang masuk ke dalam *picking area* (*flow* 2 dan 3) jumlahnya tidak boleh melebihi daya tampung *picking area*.

$$\sum_{i=1}^{139} ((1 - p_i) Q_i X_{i2}) + \sum_{i=1}^{139} (Q_i X_{i3}) \leq YTS \quad (12)$$

6) Fungsi Batasan 6

Jumlah keseluruhan dari proporsi *reserve area* dan *picking area* tidak boleh melebihi 1. Artinya, pembagian kapasitas penyimpanan pada *reserve area* dan *picking area* tidak bisa melebihi keseluruhan kapasitas yang ada dari kapasitas penyimpanan gudang.

$$B + Y \leq 1 \quad (13)$$

7) Fungsi Batasan 7

Besarnya kapasitas *reserve area* berada di antara batas atas dan batas bawah ketentuan kapasitas penyimpanan *reserve area*.

$$LL_R \leq BTS \leq UL_R \quad (14)$$

8) Fungsi Batasan 8

Besarnya kapasitas *picking area* berada di antara batas atas dan batas bawah ketentuan kapasitas penyimpanan *picking area*.

$$LL_P \leq YTS \leq UL_P \quad (15)$$

9) Fungsi Batasan 9

Proporsi besarnya kapasitas penyimpanan *reserve area* dan *picking area* tidak boleh bernilai negatif.

$$B, Y \geq 0 \quad (16)$$

10) Fungsi Batasan 10

Penugasan item 1 ke *flow j* bernilai 0 atau 1. Artinya, jika obat diputuskan untuk melewati *flow j* bernilai 1. Setiap obat hanya bisa melewati 1 *flow*.

$$X_{ij} = 0,1, \forall i,j \quad (17)$$

6. Implementasi Model Pada Software LINGO 20.0

Implementasi penulisan model pada *software* LINGO 20.0 dapat dilakukan, sebagai berikut.

```
SETS:
!setname [/ member_list /] [: attribute_list];
obat/1..139/: Qi,Pi;
flow/1..3/;;
IJ(obat,flow): Hij,Aij,Xij,Cij,Sij;
obatdingin/1..27/;;
ENDSETS
```

```

DATA :
  Qi   = @ole('D:\0 SKRIPSI\Data\Data0.xlsx','Qi');
  Pi   = @ole('D:\0 SKRIPSI\Data\Data0.xlsx','Pi');
  Hij  = @ole('D:\0 SKRIPSI\Data\Data0.xlsx','Hij');
  Sij  = @ole('D:\0 SKRIPSI\Data\Data0.xlsx','Sij');
  Cij  = @ole('D:\0 SKRIPSI\Data\Data0.xlsx','Cij');
  Aij  = @ole('D:\0 SKRIPSI\Data\Data0.xlsx','Aij');
  B    = @ole('D:\0 SKRIPSI\Data\Data0.xlsx','B');
  Y    = @ole('D:\0 SKRIPSI\Data\Data0.xlsx','Y');
  TS   = @ole('D:\0 SKRIPSI\Data\Data0.xlsx','TS');
  LLP  = @ole('D:\0 SKRIPSI\Data\Data0.xlsx','LLP');
  ULP  = @ole('D:\0 SKRIPSI\Data\Data0.xlsx','ULP');
  LLR  = @ole('D:\0 SKRIPSI\Data\Data0.xlsx','LLR');
  ULR  = @ole('D:\0 SKRIPSI\Data\Data0.xlsx','ULR');
  @ole('D:\0 SKRIPSI\Data\Data0.xlsx','Xij') = Xij;
ENDDATA

!Fungsi tujuan;
MIN = @sum(IJ(i,j): Sij(i,j)*Aij(i,j)*Xij(i,j))+
      @sum(IJ(i,j): Cij(i,j)*Qi(i)*Xij(i,j))+@sum(IJ(i,j):
Hij(i,j)*Xij(i,j));

!Pembatas 1 = Pengalokasian satu obat ke satu flow;
@for(obat(i): @sum(flow(j): Xij(i,j))= 1);

!Pembatas 2 = Obat dengan kategori suhu dingin harus
dialokasikan pada J1 dan J2;
@for(obatdingin(i): Xij(i,1) + Xij(i,2) = 1);

!Pembatas 3 = Obat dengan kategori suhu dingin tidak bisa
dialokasikan ke J3;
@for(obatdingin(i): Xij(i,3) = 0);

!Pembatas 4 = Menentukan kapasitas rata-rata jumlah obat yang
melewati reserve area;
@sum(obat(i):Qi(i)*Xij(i,1))+
  @sum(obat(i): Pi(i)*Qi(i)*Xij(i,2)) <= B*TS;

!Pembatas 5 = Menentukan kapasitas rata-rata jumlah obat yang
melewati reserve area;
@sum(obat(i): ((1-Pi(i))*Qi(i)*Xij(i,2)))+
  @sum(obat(i): (Qi(i)*Xij(i,3))) <= Y*TS;

!Pembatas 6 = Menentukan rasio reserve area dan picking area;
B + Y <= 1;

!Pembatas 7 = Menentukan batas kapasitas penyimpanan reserve
area;
LLR <= B*TS;
B*TS <= ULR;

!Pembatas 8 = Menentukan batas kapasitas penyimpanan picking
area;
LLP <= Y*TS;
Y*TS <= ULP;

```

```

!Pembatas 9 = Nilai B dan Y harus positif;
B >= 0;
Y >= 0;

!Pembatas 10 = Nilai Xij bersifat biner;
@for(IJ(i,j): @bin (Xij(i,j)));

```

7. Verifikasi Model

Uji verifikasi model dilakukan dengan menampilkan hasil *solver* dari *software* LINGO 20.0. Hasil yang ditampilkan merupakan hasil global optimal dari fungsi tujuan yang diinput pada model penulisan LINGO.



Gambar 10. Verifikasi Model *Linear programming*

Gambar 10 menampilkan hasil dari model fungsi tujuan minimasi biaya alokasi penyimpanan obat. Dari gambar 7 dapat diketahui bahwa solusi yang dihasilkan bersifat *global optimum* dengan nilai *objective* sebesar 1.7045×10^7 . Solusi penyelesaian model yang digunakan yaitu *branch and bound*.

8. Validasi Model

Validasi model dilakukan dengan mengubah parameter secara bertahap untuk melihat perubahan pada hasil fungsi tujuan. Validasi model ini dilakukan dengan mengurangi nilai total kapasitas penyimpanan secara bertahap untuk melihat perubahan keputusan alokasi penempatan dan total biaya alokasi penyimpanan yang dihasilkan.

Tabel 10. Analisa Sensitivitas Model

<i>Total Storage (unit)</i>	<i>Total Alokasi Penyimpanan</i>		
	<i>Flow 1</i>	<i>Flow 2</i>	<i>Flow 3</i>
879619	30	0	109
799653	31	0	108
719688	33	0	106

Tabel 10 menjelaskan bahwa penurunan kapasitas total gudang farmasi dapat menyebabkan perubahan pada keputusan alokasi obat. Sistem cenderung menempatkan obat pada *flow* 3 karena total biaya yang dihasilkan lebih murah dibandingkan *flow* 1 dan 2. Namun, ketika kapasitas *flow* 3 sudah tidak dapat menampung obat, maka obat akan dialihkan ke *flow* 1 yang memiliki total biaya lebih murah dibandingkan *flow* 2.

4.2.1.2 Hasil Keputusan Pemilihan *Flow* Obat

Berikut merupakan implementasi hasil optimal alokasi model matematika lokasi penyimpanan obat di gudang farmasi Rumah Sakit ‘X’.

Tabel 11. Keputusan Pemilihan *Flow* Obat

No.	Flow 1	Flow 2	Flow 3
1	1	0	0
2	1	0	0
3	1	0	0
4	1	0	0
5	1	0	0
6	1	0	0
7	1	0	0
8	1	0	0
9	1	0	0
10	1	0	0
11	1	0	0
12	1	0	0
13	1	0	0
14	1	0	0
15	1	0	0
16	1	0	0
17	1	0	0
18	1	0	0
19	1	0	0
20	1	0	0
21	1	0	0
22	1	0	0
23	1	0	0
24	1	0	0
25	1	0	0
26	1	0	0
27	1	0	0
28	0	0	1
29	0	0	1
30	0	0	1
31	0	0	1
32	0	0	1
33	0	0	1
34	0	0	1
35	0	0	1

Tabel 11. Keputusan Pemilihan *Flow* Obat (Lanjutan)

No.	Flow 1	Flow 2	Flow 3
36	0	0	1
37	0	0	1
38	0	0	1
39	0	0	1
40	0	0	1
41	0	0	1
42	0	0	1
43	0	0	1
44	0	0	1
45	0	0	1
46	0	0	1
47	0	0	1
48	0	0	1
49	0	0	1
50	0	0	1
51	0	0	1
52	0	0	1
53	0	0	1
54	0	0	1
55	0	0	1
56	0	0	1
57	0	0	1
58	0	0	1
59	0	0	1
60	0	0	1
61	0	0	1
62	0	0	1
63	0	0	1
64	0	0	1
65	1	0	0
66	0	0	1
67	0	0	1
68	0	0	1
69	0	0	1
70	0	0	1
71	0	0	1
72	0	0	1
73	0	0	1
74	0	0	1
75	0	0	1
76	0	0	1
77	0	0	1
78	0	0	1
79	0	0	1
80	0	0	1
81	0	0	1
82	0	0	1
83	0	0	1
84	0	0	1
85	0	0	1
86	0	0	1

Tabel 11. Keputusan Pemilihan *Flow* Obat (Lanjutan)

No.	Flow 1	Flow 2	Flow 3
87	0	0	1
88	0	0	1
89	0	0	1
90	1	0	0
91	0	0	1
92	0	0	1
93	0	0	1
94	0	0	1
95	0	0	1
96	0	0	1
97	0	0	1
98	0	0	1
99	0	0	1
100	0	0	1
101	0	0	1
102	0	0	1
103	0	0	1
104	0	0	1
105	0	0	1
106	0	0	1
107	0	0	1
108	0	0	1
109	0	0	1
110	0	0	1
111	0	0	1
112	0	0	1
113	0	0	1
114	0	0	1
115	0	0	1
116	1	0	0
117	0	0	1
118	0	0	1
119	0	0	1
120	0	0	1
121	0	0	1
122	0	0	1
123	0	0	1
124	0	0	1
125	0	0	1
126	1	0	0
127	0	0	1
128	0	0	1
129	0	0	1
130	0	0	1
131	0	0	1
132	0	0	1
133	0	0	1
134	0	0	1
135	0	0	1
136	0	0	1

Tabel 11. Keputusan Pemilihan Flow Obat (Lanjutan)

No.	Flow 1	Flow 2	Flow 3
137	0	0	1
138	0	0	1
139	0	0	1
Jumlah	31	0	108

Tabel 11 menunjukkan hasil alokasi penyimpanan obat dari model matematika yang telah dirancang dan dijalankan oleh sistem “solve” pada *software* LINGO 20.0. Dari 139 jenis obat yang, didapatkan sebanyak 31 jenis obat dialokasikan ke *flow* 1 dan 108 jenis obat dialokasikan ke *flow* 3.

4.2.2 Alokasi Jumlah Obat

Berikut merupakan alokasi jumlah obat ke dalam jalur penyimpanan yang telah ditentukan.

Tabel 12. Jumlah Alokasi Obat

No.	Flow 1	Flow 2	Flow 3
1	90	0	0
2	3370	0	0
3	200	0	0
4	552	0	0
5	250	0	0
6	199	0	0
7	2100	0	0
8	80	0	0
9	200	0	0
10	5790	0	0
11	150	0	0
12	350	0	0
13	955	0	0
14	7690	0	0
15	1910	0	0
16	150	0	0
17	95	0	0
18	360	0	0
19	700	0	0
20	5500	0	0
21	260	0	0
22	360	0	0
23	250	0	0
24	10	0	0
25	185	0	0
26	400	0	0
27	30	0	0
28	0	0	49
29	0	0	70
30	0	0	280
31	0	0	230
32	0	0	3500

Tabel 12. Jumlah Alokasi Obat (Lanjutan)

No.	Flow 1	Flow 2	Flow 3
33	0	0	14010
34	0	0	6000
35	0	0	61
36	0	0	2400
37	0	0	9843
38	0	0	588
39	0	0	3520
40	0	0	28100
41	0	0	19100
42	0	0	4900
43	0	0	288
44	0	0	1200
45	0	0	5300
46	0	0	10340
47	0	0	9120
48	0	0	12570
49	0	0	462
50	0	0	29880
51	0	0	300
52	0	0	1400
53	0	0	20
54	0	0	21800
55	0	0	13000
56	0	0	599
57	0	0	2700
58	0	0	17700
59	0	0	5000
60	0	0	181
61	0	0	7000
62	0	0	200
63	0	0	300
64	0	0	68
65	35000	0	0
66	0	0	1560
67	0	0	8850
68	0	0	3200
69	0	0	700
70	0	0	1100
71	0	0	8300
72	0	0	650
73	0	0	96
74	0	0	49
75	0	0	2800
76	0	0	1900
77	0	0	4080
78	0	0	24
79	0	0	48

Tabel 12. Jumlah Alokasi Obat (Lanjutan)

No.	Flow 1	Flow 2	Flow 3
80	0	0	1155
81	0	0	546
82	0	0	4872
83	0	0	1428
84	0	0	5516
85	0	0	240
86	0	0	990
87	0	0	1080
88	0	0	10
89	0	0	5000
90	30900	0	0
91	0	0	35
92	0	0	1200
93	0	0	3360
94	0	0	140
95	0	0	1
96	0	0	2100
97	0	0	300
98	0	0	5700
99	0	0	20400
100	0	0	60
101	0	0	4500
102	0	0	5500
103	0	0	1680
104	0	0	2900
105	0	0	130
106	0	0	77
107	0	0	225
108	0	0	3200
109	0	0	6268
110	0	0	21900
111	0	0	9700
112	0	0	130
113	0	0	12700
114	0	0	1800
115	0	0	2130
116	40800	0	0
117	0	0	61
118	0	0	180
119	0	0	3400
120	0	0	700
121	0	0	2200
122	0	0	5580
123	0	0	10200
124	0	0	1300
125	0	0	4500
126	30400	0	0
127	0	0	1634
128	0	0	32
129	0	0	20410
130	0	0	7320

Tabel 12. Jumlah Alokasi Obat (Lanjutan)

No.	Flow 1	Flow 2	Flow 3
131	0	0	20
132	0	0	1108
133	0	0	1854
134	0	0	5490
135	0	0	100
136	0	0	500
137	0	0	14800
138	0	0	3500
139	0	0	1200
Total	169286	0	478498
%	26.13%	0.00%	73.87%

Contoh perhitungan :

$$\begin{aligned}
 \text{Total jumlah obat} &= \sum_{j=1}^3 (X_{ij} A_{ij}) \\
 &= (0 \times 90) + (0 \times 90) + (1 \times 90) \\
 &= 90 \text{ unit obat}
 \end{aligned}$$

Tabel 12 memuat data mengenai hasil alokasi jumlah keseluruhan jenis obat yang melewati setiap *flow*. Sebanyak 169.286 unit obat atau 26,13% dari jumlah keseluruhan unit obat. Pada *flow 3*, terdapat 478.498 unit obat atau 73.87% dari jumlah keseluruhan unit obat.

Interpretasi kapasitas rata-rata area *reserve* dan *picking* yang terpakai sesuai dengan persamaan 11 dan 12, sebagai berikut.

Tabel 13. Interpretasi Kapasitas *Reserve area* dan *Picking area*

No.	Reserve (B)	Picking (Y)
1	45	0
2	1685	0
3	100	0
4	276	0
5	125	0
6	100	0
7	1050	0
8	40	0
9	100	0
10	2895	0
11	75	0
12	175	0
13	478	0
14	3845	0
15	955	0
16	75	0
17	48	0
18	180	0
19	350	0
20	2750	0

Tabel 13. Interpretasi Kapasitas *Reserve area* dan *Picking area* (Lanjutan)

No.	Reserve (B)	Picking (Y)
21	130	0
22	180	0
23	125	0
24	5	0
25	93	0
26	200	0
27	15	0
28	0	25
29	0	35
30	0	140
31	0	115
32	0	1750
33	0	7005
34	0	3000
35	0	31
36	0	1200
37	0	4922
38	0	294
39	0	1760
40	0	14050
41	0	9550
42	0	2450
43	0	144
44	0	600
45	0	2650
46	0	5170
47	0	4560
48	0	6285
49	0	231
50	14940	0
51	0	150
52	0	700
53	0	10
54	0	10900
55	0	6500
56	0	300
57	0	1350
58	8850	0
59	0	2500
60	0	91
61	0	3500
62	0	100
63	0	150
64	0	34
65	17500	0
66	0	780
67	0	4425
68	0	1600
69	0	350
70	0	550

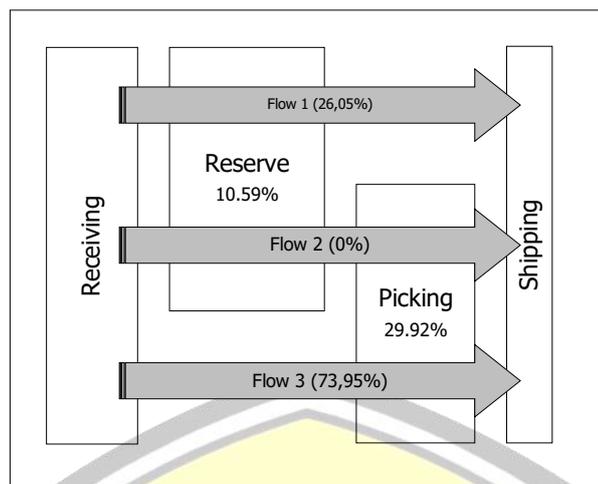
Tabel 13. Interpretasi Kapasitas *Reserve area* dan *Picking area* (Lanjutan)

No.	Reserve (B)	Picking (Y)
71	0	4150
72	0	325
73	0	48
74	0	25
75	0	1400
76	0	950
77	0	2040
78	0	12
79	0	24
80	0	578
81	0	273
82	0	2436
83	0	714
84	0	2758
85	0	120
86	0	495
87	0	540
88	0	5
89	0	2500
90	15450	0
91	0	18
92	0	600
93	0	1680
94	0	70
95	0	1
96	0	1050
97	0	150
98	0	2850
99	0	10200
100	0	30
101	0	2250
102	0	2750
103	0	840
104	0	1450
105	0	65
106	0	39
107	0	113
108	0	1600
109	0	3134
110	0	10950
111	0	4850
112	0	65
113	0	6350
114	0	900
115	0	1065
116	20400	0
117	0	31
118	0	90

Tabel 13. Interpretasi Kapasitas *Reserve area* dan *Picking area* (Lanjutan)

No.	<i>Reserve (B)</i>	<i>Picking (Y)</i>
119	0	1700
120	0	350
121	0	1100
122	0	2790
123	0	5100
124	0	650
125	0	2250
126	15200	0
127	0	817
128	0	16
129	0	10205
130	0	3660
131	0	10
132	0	554
133	0	927
134	0	2745
135	0	50
136	0	250
137	0	7400
138	0	1750
139	0	600
Total Unit	84645	239255
%	10,59%	29,92%
Keterangan	Sesuai	Sesuai

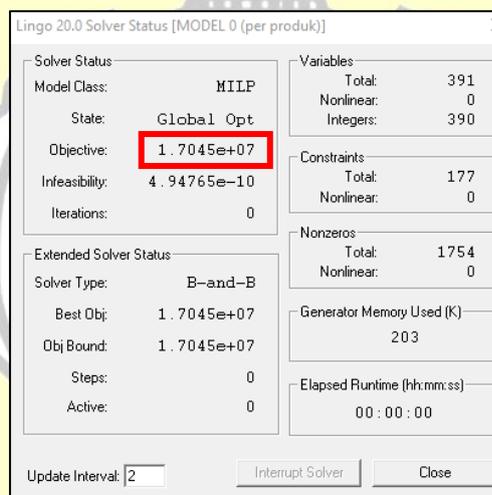
Pada Tabel 13 diuraikan mengenai data hasil interpretasi kapasitas rata-rata dari setiap area. Kapasitas rata-rata yang terpakai dari setiap area di gudang diketahui sudah sesuai, yang berarti fungsi batasan pada persamaan 12 dan 13 sudah berhasil diterapkan. Kapasitas *reserve area* yang terpakai sebesar 10,59% dari keseluruhan kapasitas gudang dan *picking area* sebesar 29,92%. Hasil alokasi jumlah obat dan interpretasi kapasitas rata-rata di setiap area ini dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 11. Hasil Alokasi Jumlah Penyimpanan Obat

4.2.3 Total Biaya Alokasi Penyimpanan Obat

Adapun total biaya minimum dari keseluruhan operasional alokasi penyimpanan obat dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 12. Total Biaya Minimum Alokasi Penyimpanan

Gambar 12 memuat informasi berupa hasil optimal total biaya minimum dari fungsi tujuan alokasi penyimpanan obat. Hasil tersebut menunjukkan bahwa total biaya optimal yang dibutuhkan untuk operasional alokasi penyimpanan obat di gudang farmasi Rumah Sakit “X”, yaitu sebesar Rp17,044,978,86,-. Hasil biaya minimum optimal ini didapatkan dengan operasi sistem model matematika alokasi penyimpanan obat yang dijalankan oleh *software* LINGO 20.0 dengan metode *branch and bound*.

BAB V

ANALISA DAN PEMBAHASAN

5.1 Keputusan Alokasi Penyimpanan

Keputusan alokasi penyimpanan pada Rumah Sakit X ditentukan dengan membagi penyimpanan ke dalam tiga *flow*. Hasil keputusan alokasi penyimpanan di Rumah Sakit X sudah disesuaikan dengan ketentuan penyimpanan obat yang telah ditetapkan, tanpa mengubah fungsi dari setiap ruangan. Penyesuaian ketentuan penyimpanan pada setiap obat dilakukan dengan menambahkan batasan-batasan yang diperlukan. Pada penelitian ini ditentukan beberapa variabel, yaitu proporsi *reserve* dan *picking area*, kuantitas obat, *handling cost*, *shipping cost*, *storing cost*, total kapasitas penyimpanan, jumlah rata-rata penyimpanan obat di gudang, batas atas dan batas bawah kapasitas penyimpanan *reserve* dan *picking area*, serta penugasan alokasi penyimpanan obat.

Model matematika yang digunakan merupakan model yang dirancang oleh (Heragu, 2016). Heragu merancang model alokasi penyimpanan dengan merancang penyimpanan ke dalam 4 *flow* dan 2 area penyimpanan. Pada penelitian ini, dilakukan penyesuaian *flow* penyimpanan menjadi 3 *flow*. Penyesuaian model ini dilakukan untuk mengalokasikan penyimpanan sesuai dengan kondisi asli pada Rumah Sakit X. Penyesuaian model ini mengacu pada referensi penelitian yang dilakukan oleh (Gerald, *et al.*, 2008) yang membahas mengenai alokasi penyimpanan barang menggunakan 3 *flow* penyimpanan dengan membagi gudang menjadi 2 area penyimpanan.

Model matematika yang digunakan merupakan model matematika *mix integer linear programming*. Model matematika ini merupakan model matematika yang berupa kombinasi antara bilangan bulat dan diskrit. Pada model ini, variabel yang digunakan bervariasi. Variabel yang berupa bilangan bulat atau integer pada model matematika alokasi penyimpanan obat di gudang farmasi Rumah Sakit X ini, yaitu kuantitas obat, kapasitas penyimpanan, batas atas dan bawah dari

kapasitas penyimpanan *reserve area* dan *picking*, jumlah rata-rata penyimpanan setia jenis obat di gudang, dan keputusan alokasi penyimpanan yang merupakan variabel keputusan. Variabel lainnya yang bukan merupakan bilangan bulat, yaitu proporsi *reserve area* dan *picking area*, *handling cost*, *shipping cost*, *storing cost*, dan proporsi waktu obat di *reserve area*.

Hasil pemilihan *flow* obat menunjukkan sejumlah 31 jenis obat dialokasikan pada *flow* 1 dan 108 obat dialokasikan pada *flow* 3. Jenis obat 1 sampai dengan 27 hanya bisa dialokasikan pada *flow* 1 atau *flow* 2, namun hasil menunjukkan seluruh obat dengan kategori ruangan dingin dialokasikan pada *flow* 1. Hal ini terjadi karena akumulasi biaya keseluruhan *flow* obat terendah ada pada *flow* 1. Sedangkan untuk obat diluar kategori obat dengan suhu ruangan dingin dialokasikan pada *flow* 3, karena akumulasi biaya terendah berada pada *flow* 3.

5.2 Interpretasi Akumulasi Alokasi Jumlah Obat

Model matematika alokasi penyimpanan obat di gudang farmasi Rumah Sakit "X" mengalokasikan obat ke dalam penyimpanan dengan 3 sistem aliran atau *flow*. Pengalokasian *flow* obat ditentukan dari akumulasi biaya terendah yang didapatkan. Pengalokasian obat dilakukan dengan menempatkan setiap jenis obat ke dalam satu *flow* penyimpanan. Pada proses pengalokasian obat diasumsikan obat yang datang dari *supplier* sudah dalam kondisi siap untuk ditempatkan pada gudang. Pengangkutan obat-obatan dilakukan menggunakan troli sebagai material *handling* dengan asumsi troli hanya memuat satu jenis obat-obatan dalam setiap pengangkutan.

Hasil optimasi yang dilakukan dengan *software* LINGO 20.0, didapatkan sebanyak 31 jenis obat dialokasikan pada *flow* 1 dan 108 jenis obat dialokasikan pada *flow* 3. Interpretasi hasil akumulasi jumlah obat pada setiap *flow*, dilakukan dengan menyesuaikan jumlah setiap obat yang dialokasikan pada setiap *flow* dan akan akan terlihat data seperti yang tampilkan dalam Tabel 12. Hasil interpretasi menunjukkan jumlah setiap jenis obat pada *flow* terpilih. Hasil akumulasi jumlah obat pada setiap *flow* menyatakan terdapat sejumlah 169.286 unit obat dialokasikan pada *flow* 1 dan sejumlah 478.498 unit dialokasikan pada *flow* 3.

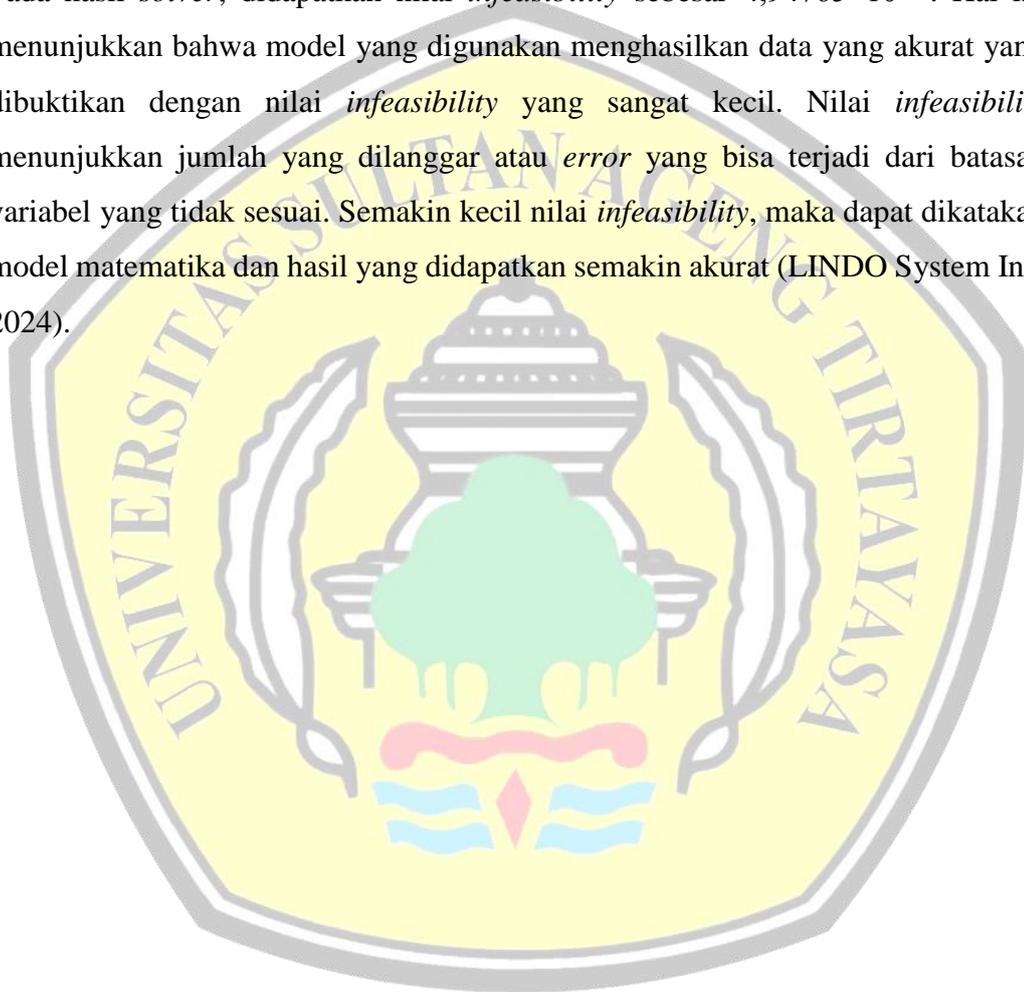
Berdasarkan pengalokasian obat-obatan yang sudah ditetapkan, dapat ditinjau penggunaan rata-rata kapasitas dari setiap area penyimpanan. Penelitian yang dilakukan oleh (Gerald, *et al.*, 2008) dan (Riveros, *et al.*, 2019) memuat batasan penggunaan area yang disesuaikan dengan rata-rata jumlah inventori barang yang dapat ditampung. Penentuan batasan jumlah barang pada setiap area disesuaikan dengan jumlah rata-rata barang yang akan ditempatkan pada *reserve area* dan *picking area*. Pada penelitian ini, berdasarkan persamaan 11 yang merupakan fungsi batasan yang membatasi rata-rata jumlah produk yang menempati *reserve area*, dari hasil optimasi alokasi penyimpanan didapatkan rata-rata kapasitas *reserve area* yang terpakai yaitu sebesar 10,59% dari keseluruhan kapasitas rata-rata penyimpanan di gudang. Berdasarkan persamaan 12 yang merupakan fungsi batasan untuk mengatur penggunaan area *picking*, didapatkan sebesar 29,92% kapasitas terpakai dari keseluruhan kapasitas gudang.

5.3 Biaya Operasional Alokasi Penyimpanan Obat

Biaya operasional alokasi penyimpanan mencakup biaya simpan (*storing*), biaya penanganan (*handling*), dan biaya distribusi (*shipping*). Biaya simpan didapatkan dari asumsi harga penggunaan rak yang ada di gudang farmasi Rumah Sakit X. Harga yang ditentukan sudah disesuaikan dengan asumsi penyusutan per tahun selama 10 tahun. *Handling cost* dan *shipping cost* disesuaikan dengan biaya gaji karyawan per satu orang tanpa mempertimbangkan berapa pekerja yang bertugas untuk melakukan proses bongkar muat pada pengalokasian obat.

Minimasi biaya operasional dilakukan dengan mengakumulasikan ketiga biaya yang disesuaikan dengan jumlah obat dan jumlah rata-rata per jenis obat yang telah ditentukan pengalokasiannya. Hasil optimasi minimasi biaya yang didapatkan ini memberikan gambaran mengenai jumlah biaya yang dibutuhkan untuk melakukan proses pengalokasian obat, mulai dari penerimaan obat yang datang dari *supplier* sampai dengan pengiriman obat ke *shipping area* (depo dan ruang perawatan). Proses optimasi dengan *software* LINGO 20.0 untuk mendapatkan hasil biaya minimal sebesar 1.7045×10^7 sesuai yang terdapat pada Gambar 10 atau sebesar Rp 17.044.978,86,-.

Hasil yang didapatkan dari optimasi menggunakan *software* LINGO 20.0 bersifat *global optimum*. Hasil penyelesaian berupa *global optimum* akan didapatkan jika fungsi batasan dan fungsi tujuan merupakan fungsi yang bersifat linear dan tidak mengandung fungsi yang bersifat non linear (LINDO System Inc, 2024). Pada model matematika yang digunakan tidak terdapat persamaan yang bersifat *non linear* sehingga hasil *solver* yang dihasilkan berupa *global optimum*. Pada hasil *solver*, didapatkan nilai *infeasibility* sebesar $4,94765 \times 10^{-10}$. Hal ini menunjukkan bahwa model yang digunakan menghasilkan data yang akurat yang dibuktikan dengan nilai *infeasibility* yang sangat kecil. Nilai *infeasibility* menunjukkan jumlah yang dilanggar atau *error* yang bisa terjadi dari batasan variabel yang tidak sesuai. Semakin kecil nilai *infeasibility*, maka dapat dikatakan model matematika dan hasil yang didapatkan semakin akurat (LINDO System Inc, 2024).



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Beberapa kesimpulan dari hasil penelitian alokasi penyimpanan obat, sebagai berikut.

1. Hasil model matematika alokasi penyimpanan di gudang farmasi Rumah Sakit X menunjukkan sejumlah 31 jenis obat dialokasikan pada *flow* 1 dan sejumlah 108 obat dialokasikan pada *flow* 3.
2. Sebanyak 169.286 unit obat atau 26,13% dari jumlah keseluruhan unit obat. Pada *flow* 3, terdapat 478.498 unit obat atau 73,87% dari jumlah keseluruhan unit obat. Rata-rata kapasitas penyimpanan obat yang digunakan pada *reserve area* yaitu 10,59% dan pada *picking area* sebesar 29,92% dari keseluruhan kapasitas yang tersedia.
3. Total minimasi biaya yang dihasilkan untuk keseluruhan operasional alokasi penyimpanan obat di gudang farmasi Rumah Sakit X yaitu sebesar Rp17,044,978,86,-.

6.2 Saran

Beberapa saran yang dapat diterapkan pada penelitian selanjutnya, antara lain :

1. Pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan alokasi penyimpanan yang lebih detail dengan mempertimbangkan jumlah dan letak penyimpanan pada rak di gudang.
2. Pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan alokasi dengan mempertimbangkan level bobot dari setiap obat yang akan ditempatkan menggunakan ketentuan *dedicated storage* atau *class based storage*.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Muzakki, N. F. & Astuti, Y. P., 2021. Optimasi Produksi Gerabah Dengan Metode Round Off Dan *Branch And Bound* Terhadap UKM Dewi Sri Terracotta. *MATH Unesa*, Volym 9, pp. 251-259.
- Anti, A. R. & Sudrajat, A., 2021. Optimasi Keuntungan Menggunakan *Linear programming* Metode Simpleks. *Jurnal Manajemen*, 12(2), pp. 188-194.
- Apple, J. M., 1990. *Tata Letak dan Pемindahan Barang*. 3 red. Bandung: ITB.
- Daellenbach, H. & Mcnickle, D., 2015. *Management science Decision making Through Systems Thinking*. u.o.:Palgrave Macmillan.
- Dharsono, W. W., 2016. Analisa Tata Letak Fasilitas Produksi Untuk Meminimumkan Biaya Proses Produksi Mebel. *Jurnal FATEKSA*, Volym 1, pp. 51-60.
- Dinas Kesehatan Kota Surabaya, 2021. *Gudang Farmasi*. Surabaya, Pemerintah Kota Surabaya.
- Fajri, A., 2021. Perancangan Tata Letak Gudang Dengan Metode Systematic Layout. *Jurnal Teknik Industri*, pp. 27-36.
- Fatahillah, A., Istiqomah, M. & D., 2021. Pemodelan Matematika Pada Kasus Kecanduan game Online Menggunakan Metode Runge-Kutta Orde 14. *Journal of Mathematic and Its Application*, pp. 129-141.
- Geraldes, C. A., Carvalho, M. S. F. & Pereira, G. A., 2008. A Warehouse Design Decision Model.
- Hartono, W., Putri, A. D. & S., 2014. Integer Programming Dengan Pendekatan Metode *Branch And Bound* Untuk Optimasi Sisa Material Besi (Waste) Pada Plat Lantai. *MATRIKS Teknik Sipil*, 2(2), pp. 86-92.
- Heragu, S. S., 2016. *Facilities Design*. Fourth Edition red. Boca Raton: CRC Press.
- Indah, D. R. & Sari, P., 2019. Penerapan Model *Linear programming* Untuk Mengoptimalkan Jumlah Produksi Dalam Memperoleh Keuntungan Maksimal. *Jurnal Manajemen Inovasi*, pp. 98-115.
- Irman, A. & Septiani, R. D., 2020. Perancangan Tata Letak Gudang Menggunakan Kebijakan Dedicated Storage Untuk Minimasi Total Jarak Tempuh Di PT XYZ. *Journal Industrial Service*, 6(1), pp. 45-48.
- LINDO System Inc, 2024. *LINGO The Modelling Language and Optimizer*. Chicago: LINDO System Inc.

- Menteri Kesehatan Republik Indonesia, 2014. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia*. Nomor 35 red. u.o.:u.n.
- Novitasari, N., Setyawan, E. B. & Muttaqqin, P. S., 2020. Rancangan Racking Selection Model Dan Desain Warehouse Untuk Meningkatkan Kapasitas Pada E-Fulfillment Center. *Kaizen*, 3(1), pp. 25-34.
- Nurmayanti, L. & Sudrajat, A., 2021. Implementasi *Linear programming* Metode Simpleks Pada Home Industry. *Jurnal Manajemen*, pp. 431-438.
- Parera, D., Mirando, U. & Fernando, A., 2022. Warehouse Space Optimization Using *Linear programming* Model And Goal Programming Model. *SLJESIM*, 1(1), pp. 103-124.
- Riveros, F. A. B., Serna, M. D. A., Jaimés, W. A. & Cortes, J. A. Z., 2019. Storage Allocation Optimization Model In A Colombian Company. *DYNA*, 86(209), pp. 255-260.
- Sentia, P. D., S. & Rahman, A., 2017. *Perancangan Tata Letak Gudang Penempatan Produk Menggunakan Metode Dedicated Storage*. Banda Aceh, Universitas Syiah Kuala, pp. 27-32.
- Setiawan, M., S. & Gulon, P., 2022. Penerapan Integer *Linear programming* Dengan Menggunakan Metode *Branch And Bound* Untuk Mengoptimalkan Jumlah Produksi Roti Isi Pada France Bakery Binjai.. *MES : Journal of Mathematics Education and Science*, 8(1).
- Sihombing, E. S. N. T., Yosef, M. & Haulian, B. A., 2021. Perancangan Tata Letak Fasilitas Pada Rumah Produksi Taman Eden 100. *Jurnal Integrasi Sistem Industri*.
- Wignjoseobroto, S., 2003. *Pengantar Teknik dan Manajemen Industri*. Surabaya: Guna Widya.
- Wignjoseobroto, S., 2009. *Tata Letak Pabrik Dan Pemindahan Bahan*. u.o.:u.n.
- Wulandari, C. B. K., 2020. Penentuan Rute Distribusi Menggunakan Metode Nearest Neighbors dan Metode *Branch and Bound* untuk Meminimumkan Biaya Distribusi di PT. X. *Jurnal Optimasi Teknik Industri*, Volym 2, pp. 7-12.
- Zuserain, A., W., Nugraha, B. & Momon, A., 2021. Analisa Optimalisasi Keuntungan dengan Integer *Linear programming* dan Metode *Branch and Bound* pada Toko Bunga QuinnaStory. *JIS*, 6(2), pp. 99-104.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Uji Sensitivitas Model

- 1) Uji sensitivitas dengan total kapasitas penyimpanan sebesar 799.653 unit.

Lingo 20.0 Solver Status [MODEL 0 (per produk)]

Solver Status		Variables	
Model Class:	MILP	Total:	391
State:	Global Opt	Nonlinear:	0
Objective:	1.7045e+07	Integers:	390
Infeasibility:	4.94765e-10	Constraints	
Iterations:	0	Total:	177
Extended Solver Status		Nonlinear:	0
Solver Type:	B-and-B	Nonzeros	
Best Obj:	1.7045e+07	Total:	1754
Obj Bound:	1.7045e+07	Nonlinear:	0
Steps:	0	Generator Memory Used (K)	
Active:	0	203	
Update Interval: 2		Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
Interrupt Solver		00:00:00	
Close			

- 2) Uji sensitivitas dengan total kapasitas penyimpanan sebesar 879.619 unit.

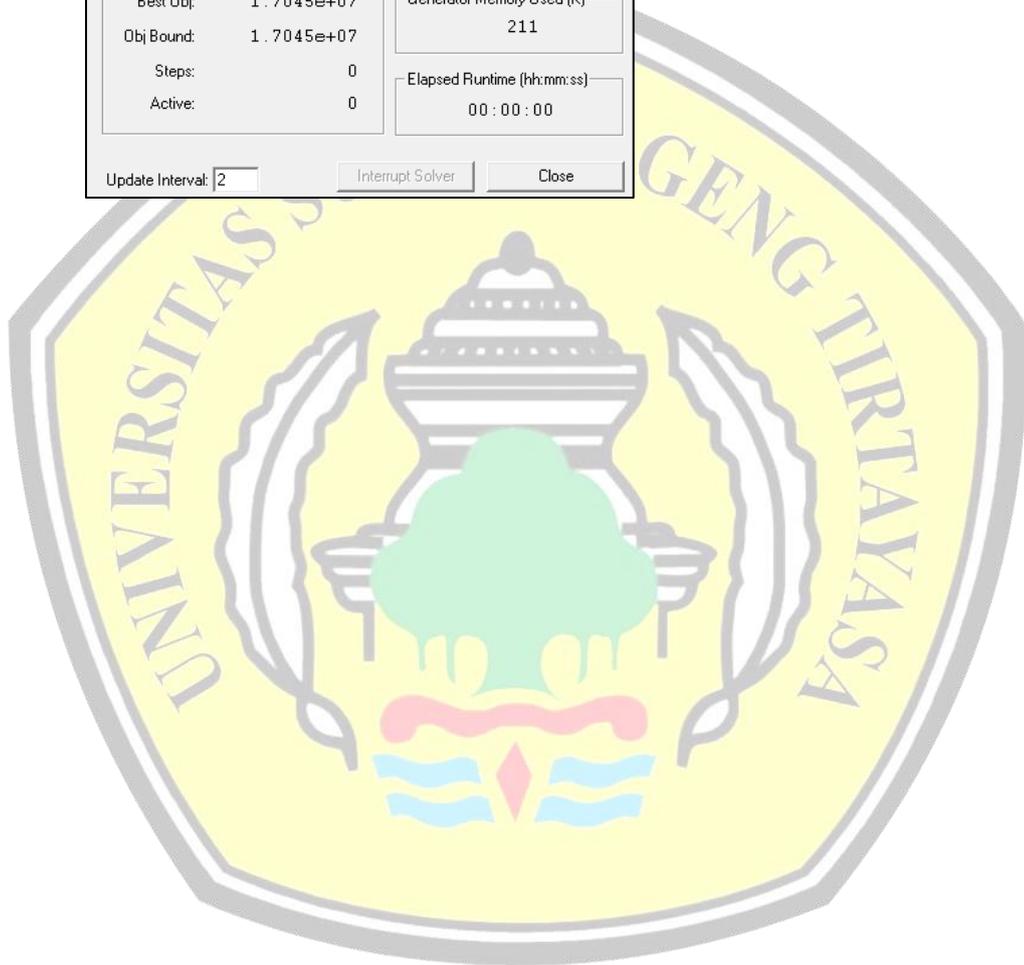
Lingo 20.0 Solver Status [MODEL 0 (per produk)]

Solver Status		Variables	
Model Class:	MILP	Total:	393
State:	Global Opt	Nonlinear:	0
Objective:	1.7045e+07	Integers:	390
Infeasibility:	2.61934e-10	Constraints	
Iterations:	0	Total:	179
Extended Solver Status		Nonlinear:	0
Solver Type:	B-and-B	Nonzeros	
Best Obj:	1.7045e+07	Total:	2285
Obj Bound:	1.7045e+07	Nonlinear:	0
Steps:	0	Generator Memory Used (K)	
Active:	0	211	
Update Interval: 2		Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
Interrupt Solver		00:00:00	
Close			

3) Uji sensitivitas dengan total kapasitas penyimpanan sebesar 719.688 unit.

Lingo 20.0 Solver Status [MODEL 0 (per produk)]

Solver Status		Variables	
Model Class:	MILP	Total:	393
State:	Global Opt	Nonlinear:	0
Objective:	1.7045e+07	Integers:	390
Infeasibility:	2.61934e-10	Constraints	
Iterations:	0	Total:	179
Extended Solver Status		Nonlinear:	0
Solver Type:	B-and-B	Nonzeros	
Best Obj:	1.7045e+07	Total:	2285
Obj Bound:	1.7045e+07	Nonlinear:	0
Steps:	0	Generator Memory Used (K)	
Active:	0	211	
Update Interval: 2		Elapsed Runtime (hh:mm:ss)	
<input type="button" value="Interrupt Solver"/>		00:00:00	
<input type="button" value="Close"/>			



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Putri Ihda Nur Wahyuni
NIM : 3333200070
Alamat : Kp. Cengkok, RT/RW 04/02, Ds. Sentul,
Kec. Balaraja, Kab. Tangerang, Banten
E-Mail : putri.ihda162@gmail.com
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Industri



Riwayat Pendidikan

Sekolah Dasar : SD Negeri 1 Balaraja
SLTP : SMP Negeri 1 Balaraja
SLTA : SMA Negeri 1 Kabupaten Tangerang
Perguruan Tinggi : Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Pendidikan Khusus

KMMI Data Analysis

Pengalaman

Asisten Laboratorium Sistem Produksi

- Research and Development (2022/2023)
- Bendahara (2023/2024)

Riwayat Organisasi

Departemen Eksternal Himpunan Mahasiswa Teknik Industri (2021/2022)

Riwayat Kepanitiaan

1. Divisi Acara Pekan Olahraga Mahasiswa Teknik Industri 2021
2. Divisi Acara Musyawarah Kaderisasi 2021

3. Sekretaris Musyawarah Mahasiswa XIX HMTI
4. Divisi Acara Kaderisasi Tingkat 1 2021
5. Divisi Acara Latihan Kepemimpinan 2021
6. Ketua Studi Banding HMTI UNTIRTA dan IMTI UI
7. Divisi Acara Temu Alumni
8. Bendahara II Industrial Engineering Event and Exploration (INDEX) 2022
9. Bendahara I Industrial Engineering Event and Exploration (INDEX) 2023

Kompetensi

1. Microsoft Office (Word, Excel, Visio, Power Point)
2. AutoCad

