

PERANCANGAN SISTEM PERSEDIAAN ANTIBIOTIK PADA APOTEK UNTUK MEMINIMASI TOTAL BIAYA PERSEDIAAN MENGGUNAKAN METODE PERIODIC JOINT REPLENISHMENT

INVENTORY SYSTEM DESIGN OF ANTIBIOTICS IN PHARMACY TO MINIMIZE TOTAL COST OF INVENTORY USING PERIODIC JOINT REPLENISHMENT

Meidy Tataluckyta¹, Putu Giri Artha Kusuma², Luciana Andrawina³

^{1,2,3} Universitas Telkom, Bandung

meidyata@students.telkomuniversity.ac.id¹, putugiriak@telkomuniversity.ac.id²,

luciana@telkomuniversity.ac.id³

Abstrak

Konsep persediaan tidak hanya penting bagi sektor manufaktur, melainkan penting untuk sektor industri barang konsumsi seperti subsektor farmasi. PT LSP merupakan sebuah apotek untuk para pekerja PT PLN yang mana apotek tersebut menjaga terjaminnya ketersediaan obat pada suatu unit pelayanan kesehatan dengan biaya persediaan yang optimal. Berbagai macam jenis obat dan tingginya rasio perbandingan persediaan dan permintaan menjadi permasalahan yang dihadapi oleh PT LSP dalam mengendalikan persediaan obat-obat, terutama pada kelompok obat antibiotik. Di sisi lain, apotek tersebut tidak memiliki dasar dalam penentuan kebijakan persediaan. Hal tersebut berdampak pada total biaya persediaan yang melebihi sebesar 45% dari anggaran yang ditetapkan apotek pada tahun 2019. Penelitian ini bertujuan untuk merancang kebijakan persediaan kelompok obat antibiotik yang optimal untuk mengelola persediaan sehingga dapat meminimasi total biaya persediaan. Proses perancangan kebijakan persediaan dilakukan perhitungan untuk mendapat nilai dari *interval review*, *maksimum inventory level*, *safety stock* dan total biaya simpan. Untuk mendapatkan *interval review* maka digunakan metode *joint replenishment* dengan data *lead time*, biaya pesan mayor, biaya pesan minor, data permintaan dan biaya simpan. Hasil nilai *interval review* dilanjutkan dengan menentukan kebijakan persediaan untuk mendapatkan nilai maksimum *inventory level* dan *safety stock* dengan menggunakan model kebijakan persediaan *periodic joint replenishment*. Hasil pada penelitian ini memberikan penghematan sebesar Rp76.518.870 atau 34% untuk total biaya persediaan dengan waktu antar pemesanan sebesar 6 hari dengan tingkat persediaan maksimum setiap produk masing-masing beserta jumlah cadangan pengamannya.

Kata kunci : *kebijakan persediaan antibiotik, biaya persediaan, periodic joint replenishment*

Abstract

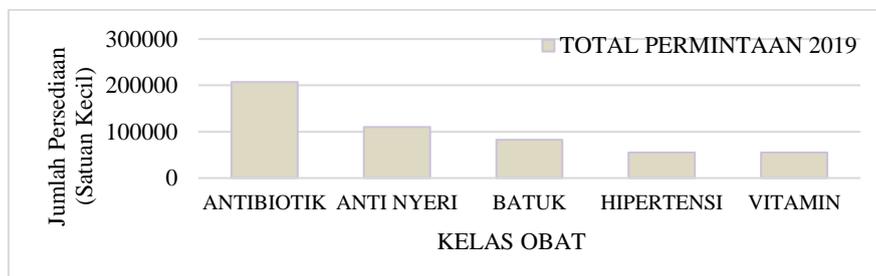
The concept of inventory is not only important for the manufacturing sector, but also for consumer goods industrial sector such as the pharmaceutical sub-sector. PT LSP is a pharmacy for PT PLN workers where the pharmacy ensures the availability of medicines in a health care unit with optimal inventory costs. Various types of medicine and the high ratio of supply and demand are problems faced by PT LSP in controlling the supply of medicines, especially in the antibiotics groups. On the other hand, these pharmacies have no basis in determining inventory policies. This thing impact on the total cost of inventory which exceeds 45% of the budget set by pharmacies in 2019. This study aims to design an optimal antibiotic group inventory policy to manage inventory so as to minimize the total inventory cost. This inventory policy design process is calculated to get the value of interval review, maximum inventory level, safety stock and total storage cost. To get an interval review, joint replenishment method is used with lead time, major ordering costs, minor ordering costs, demand, and storage costs. The results of interval review values are continued by determining inventory policy to get the maximum value of inventory level and safety stock by using the periodic joint replenishment inventory policy model. The results of this study provide savings of Rp. 76.518,870 or 34% for the total cost of inventory with a time between orders of 6 days with a maximum inventory level of each product and the amount of safety stocks..

Keywords: *antibiotic inventory policy, inventory cost, periodic joint replenishment* **Keywords:** *antibiotic inventory policy, inventory cost, periodic joint replenishment*

1 Pendahuluan

Pelayanan kefarmasian memiliki tanggung jawab terhadap pasien serta berkaitan dengan persediaan farmasi dengan bertujuan untuk meningkatkan mutu kesehatan pasien [1]. Obat sendiri merupakan bagian dari mata rantai antara pelayanan kesehatan dengan pasien sehingga obat merupakan suatu hal yang tidak dapat dipisahkan dari fasilitas pelayanan kesehatan. Oleh karena itu, dipilih objek pada sektor farmasi yang mana bertanggung jawab atas persediaan dari obat-obatan yang mereka sediakan.

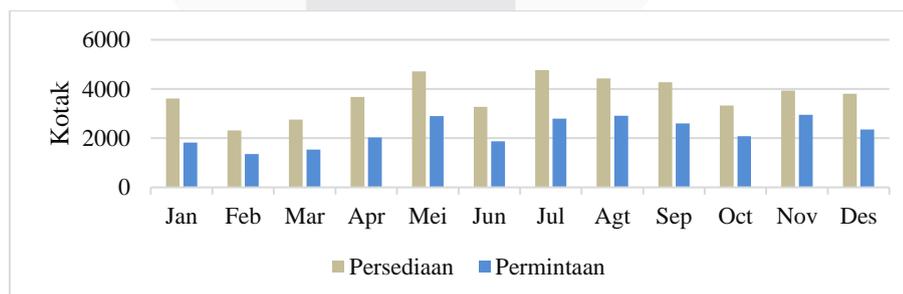
Tugas akhir ini mengkaji permasalahan PT LSP merupakan sebuah apotek untuk para pekerja PT PLN khususnya di daerah DKI Jakarta. Namun, tentu bukan hal yang mudah dalam praktiknya, mengingat apotek tersebut harus menangani persediaan beberapa macam jenis obat berdasarkan kelompok penyakit, mulai dari antibiotik, hipertensi, anti nyeri, batuk dan masih banyak lagi. Pengelolaan obat-obatan ini harus dilakukan dengan tepat baik dalam jenis, jumlah dan waktu sehingga akan terjaminnya ketersediaan obat pada suatu unit pelayanan kesehatan. Mengingat banyaknya jenis obat yang dikendalikan oleh PT LSP ini, maka disajikan lima data jenis obat-obatan dengan permintaan terbanyak yang ditangani pada tahun 2019.



Gambar 1. Lima Data Total Permintaan Kelompok Obat Teratas 2019
Sumber: Data PT LSP

Berdasarkan Gambar 1, kelompok obat terbanyak menempati peringkat pertama dengan permintaan terbanyak pada tahun 2019 yang ditangani oleh PT LSP merupakan kelompok obat antibiotik. Oleh sebab itu pada tugas akhir ini dipilih kelas antibiotik ini untuk dilakukan perancangan perbaikan. Karakteristik dan permintaan obat-obatan yang berbeda ini membuat kebutuhan tiap produknya juga turut berbeda. Namun, tidak adanya perlakuan khusus terhadap antar produk ini merupakan salah satu dari permasalahan yang dihadapi oleh PT LSP dalam mengendalikan persediaan obat-obatan. Hal tersebutlah yang diperbaiki oleh Shiddieq [2] dimana dilakukan pengelompokan obat-obat antibiotik dengan metode *ABC-fuzzy classification*. Pada tugas akhir tersebut menerangkan obat antibiotik yang masuk kelompok A (*very important*) memiliki tingkat kepentingan dan penggunaan yang lebih tinggi serta menyerap 65% dari dana persediaan. Oleh karena itu, dilakukan pengkajian kelompok A (*very important*) obat antibiotik.

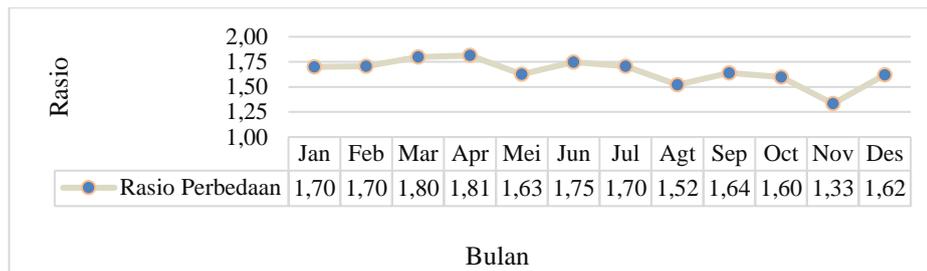
Permasalahan lain yang dihadapi PT LSP ini yaitu tidak adanya kebijakan dalam pengendalian persediaan sehingga tidak ada dasar untuk melakukan pemesanan dan persediaan. Hal tersebut membuat pemesanan dilakukan hanya didasari dari pengalaman terdahulu dan intuisi sehingga tak jarang beberapa produk mengalami *overstock*. Data perbandingan antara permintaan dan persediaan kelompok A (*very important*) dari obat antibiotik pada PT LSP dalam periode Januari 2019 – Desember 2019 tertuang pada Gambar 2.



Gambar 2. Perbandingan Permintaan dan Persediaan Antibiotik PT LSP 2019

Sumber: Data PT LSP

Pada Gambar 2 tersebut melihtakan perbedaan antara data permintaan dan persediaan obat antibiotik yang ada. Besar rasio perbedaan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Rasio Persediaan terhadap Permintaan Antibiotik PT LSP 2019

Sumber: Data PT LSP

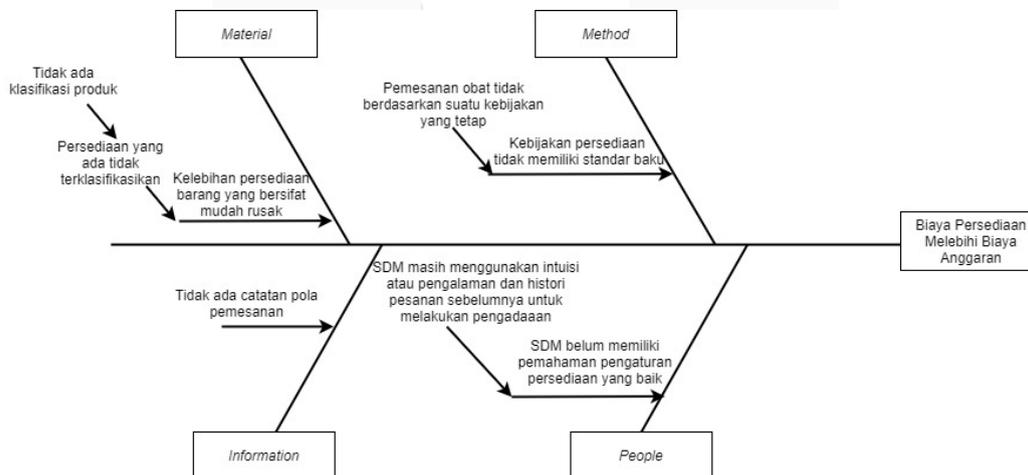
Berdasarkan Gambar 3 dapat diketahui jika rata-rata perbedaan permintaan kelompok A (*very important*) pada tahun 2019 adalah 1,6. Berdasarkan rasio tersebut dapat diketahui jika perbedaan antara persediaan dan permintaan yang ada cukup besar, yaitu sekitar 60%. Hal ini tentu berdampak untuk sektor keuangan, terutama biaya total persediaan. Biaya total persediaan menjadi jauh melebihi dari biaya yang sebelumnya telah dianggarkan. Data perbandingan total biaya persediaan antara biaya anggaran yang telah ditetapkan dengan biaya persediaan aktual pada PT LSP pada tahun 2019 terlampir pada Gambar 4.



Gambar 4. Perbandingan Biaya Persediaan Antibiotik PT LSP 2019

Sumber: Data PT LSP

Berdasarkan Gambar 4, perbandingan biaya persediaan aktual melebihi sekitar 45% dari anggaran yang telah ditetapkan. Beberapa masalah terkait persediaan yang dihadapi oleh PT LSP ini tentu memiliki akar permasalahan yang menyebabkan beberapa gejala, maka dari itu dibuat diagram tulang ikan (fishbone) untuk menggambarkan dari gejala dan akar permasalahan di sistem ini sesuai pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram *Fishbone* Gejala dan Akar Masalah

Berdasarkan gejala dan akar permasalahan pada gambar diagram tulang ikan diatas maka dapat diketahui jika terdapat beberapa komponen masalah yaitu material, informasi, metode dan sumber daya manusia. Pada komponen material, PT LSP tidak melakukan klasifikasi terhadap produk obat-obatan yang dikendalikan. Permasalahan pada komponen ini telah dilakukan perbaikan oleh Shiddieq (2020) menggunakan klasifikasi *ABC-fuzzy classification*. Pada komponen sumber daya manusia, PT LSP memiliki masalah yaitu sumber daya manusia yang masih melakukan pemesanan berdasarkan intuisi dan pengalaman. Pada komponen informasi,

PT LSP tidak memiliki catatan pola pemesanan. Permasalahan pada komponen sumber daya manusia dan informasi terjadi dikarenakan terdapat permasalahan pada metode dikarenakan komponen metode merupakan cerminan interaksi antar komponen dari suatu sistem integral. Permasalahan pada komponen metode yaitu belum terdapat metode pemesanan dengan kebijakan persediaan yang tetap. Permasalahan pada komponen metode ini telah dilakukan perbaikan oleh Shiddieq (2020) menggunakan kebijakan persediaan *continuous review*. Namun, dikarenakan sumber pasokan yang berasal dari hanya satu pemasok maka pada tugas akhir ini dilakukan perbaikan lanjutan menggunakan metode *periodic joint replenishment*. Menurut Eynan dan Kropp [3], *joint replenishment* dapat dilakukan untuk pemesanan persediaan terhadap sekelompok produk yang dipesan secara bersamaan dari satu pemasok atau tempat yang sama dengan tujuan untuk meminimasi biaya persediaan dengan pemesanan produk dalam satu waktu yang sama.

Penelitian terkait *joint replenishment* terus berjalan dan dikembangkan hingga kini, seperti penelitian *joint replenishment problem* dengan potongan harga bergantung pada kuantitas serta pemesanan minimum [4], *joint replenishment problem* pada pola permintaan stokastik dengan pemesanan kembali [5], *joint replenishment problem* terkait pola permintaan deterministik dengan pemesanan minimum [6], dan *joint replenishment problem* dengan peninjauan secara berkala (*periodic review*) pada permintaan stokastik [3]. Berdasarkan beberapa penelitian terkait *joint replenishment* tersebut, maka pada tugas akhir ini mengusulkan perbaikan dengan model *periodic joint replenishment* oleh Eynan dan Kropp [3] dikarenakan model relevan untuk digunakan berdasarkan karakteristik permasalahan seperti pola permintaan probabilistik, pasokan berasal dari satu pemasok, tidak memiliki lot pemesanan minimum dan tidak mempertimbangkan potongan harga, produk pengganti serta kapasitas gudang.

2 Landasan Teori dan Metodologi Penyelesaian Masalah

2.1 Pengendalian Persediaan

Menurut Chopra dan Meindl [7], persediaan merupakan salah satu cara untuk dapat mengantisipasi fluktuasi permintaan sehingga permintaan tetap bisa terpenuhi, hal ini biasanya dikarenakan adanya ketidaksesuaian antara pasokan dan permintaan dan menurut Nur Bahagia [8], persediaan dapat dikatakan sebagai *idle resources* dimana maksudnya adalah sumber daya yang menunggu diberlakukan proses selanjutnya, dimana hal ini merupakan pemborosan yang harus diminimalkan keberadaannya.

Pengendalian persediaan merupakan proses untuk dapat mengatur, mengawasi, dan menjaga agar persediaan yang disimpan selalu sesuai dengan rencana yang telah disusun. Sehingga, persediaan yang ada dapat mendukung jalannya proses produksi dengan baik. Menurut Nur Bahagia [8] model pengendalian persediaan diklasifikasikan ke dalam tiga kelompok yaitu *Statistical inventory control*, *material requirement planning*, dan *just in time inventory control*.

1.1 Joint Replenishment

Menurut Eynan dan Kropp [5], *Joint replenishment problem* adalah salah satu permasalahan persediaan terhadap sekelompok produk yang dapat dipesan secara bersamaan dari satu pemasok atau tempat yang sama. Tujuan dari *joint replenishment* ini adalah untuk meminimasi biaya persediaan dengan pemesanan produk dalam satu waktu yang sama. Penelitian dengan topik kajian *joint replenishment* terus berjalan dan berkembang dengan karakteristik permasalahan yang bermacam-macam. Penelitian oleh Eynan dan Kropp [3] yaitu merupakan penelitian terkait metode *joint replenishment* dengan sistem tinjauan *periodic review* dengan permintaan stokastik untuk item tunggal maupun multi-item, sehingga Eynan dan Kropp mengusulkan sebuah penyelesaian heuristik yang sederhana untuk menjadi solusi terkait permasalahan dengan karakteristik tersebut. Pada tahun 2007, Eynan dan Kropp [5] melanjutkan penelitiannya terkait *joint replenishment* dimana pada penelitian kali ini Eynan dan Kropp mempertimbangkan biaya kekurangan produk dengan menggunakan metode *backlog*. Model yang mereka usulkan merupakan model penyelesaian heuristik sederhana. Selanjutnya ada penelitian oleh Salameh, dkk [9] yang merupakan penelitian terkait *Joint replenishment* dengan mempertimbangkan barang pengganti (substitusi) pada sektor *fast moving consumer goods* yang deterministik. Barang pengganti yang dimaksud adalah apabila konsumen membeli produk A dan produk tersebut habis maka konsumen dapat membeli produk B karena kedua produk yang memiliki karakteristik dan fungsi yang sama. Penelitian oleh Mubiru [10] melakukan Penelitian terkait *joint replenishment problem* obat malaria di unit farmasi rumah sakit dengan menggunakan pendekatan Markov *decision process* dan pemrograman dinamis. Penelitian oleh Noh, dkk [4] merupakan penelitian terkait menentukan jumlah pemesanan minimum sesuai dengan ketentuan pemasok serta mempertimbangkan potongan harga terkait kuantitas pemesanan. Noh, dkk. menawarkan solusi permasalahan menggunakan metode *final integrated algorithm* yang terdiri dari *initial phase algorithm* dan *second phase algorithm*. Rojas [11] melakukan penelitian terkait *Joint replenishment* di unit farmasi dengan model *periodic review joint replenishment* dengan permintaan acak (tidak tertentu) yang

bergantung pada waktu. Untuk metode penyelesaiannya, Rojas [11] mengusulkan penggunaan pemrograman stokastik dan *multivariate cluster analysis*.

Eynan dan Kropp[3] mengembangkan suatu model yang dapat digunakan pada sistem yang memiliki produk multi-item yang memiliki permintaan stokastik dan berdistribusi normal. Adapun komponen model oleh Eynan dan Kropp [3] adalah sebagai berikut

1. Biaya Pesan

Biaya pesan produk multi-item terdiri dari dua komponen biaya yaitu biaya pesan mayor (*A*) yang merupakan biaya transportasi yang digunakan pada proses pengiriman dimana biaya ini tidak bergantung pada jenis atau jumlah produk, melainkan bergantung pada jarak yang ditempuh dan biaya pesan minor (*a*) yang merupakan biaya pesan yang bergantung terhadap banyaknya jenis item produk yang dipesan. Biaya pesan adalah jumlah antara biaya pesan mayor dan biaya pesan minor

$$\text{Total Biaya Pesan} = \frac{A}{T} + \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{a_i}{k_i}\right)}{T} \dots\dots\dots(1)$$

Dengan:

- A* = biaya pesan mayor per siklus ; *a_i* = biaya pesan minor item *i* ;
- T* = interval pemesanan ; *k* = faktor pengali

2. Biaya Simpan (*HC*)

Biaya simpan adalah biaya yang harus dikeluarkan setiap n item yang disimpan.

$$HC = \sum_{i=1}^n \left[\frac{D_i k_i T h_i}{2} + z_i \sigma_i h_i \sqrt{k_i T + L_i} \right] \dots\dots\dots(2)$$

Dengan:

- D_i* : permintaan rata-rata item *i* selama unit waktu ; *k_i* : faktor pengali
- T* : interval pemesanan
- h_i* : biaya simpan item *i* setiap unit waktu
- z_i* : pengali standar deviasi
- σ_i* : standar deviasi permintaan item *i*
- L_i* : *lead time* item *i*

3. Total Biaya Persediaan (*TC*)

Total biaya persediaan adalah jumlah dari biaya pesan dan biaya simpan.

$$TC = \frac{A}{T} + \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{a_i}{k_i}\right)}{T} + \sum_{i=1}^n \left[\frac{D_i k_i T h_i}{2} + z_i \sigma_i h_i \sqrt{k_i T + L_i} \right] \dots\dots\dots(3)$$

Rumus total biaya persediaan diatas terdiri dari beberapa bagian yaitu dimulai dari biaya pesan mayor, total biaya pesan minor, total biaya simpan dan cadangan pengaman terhadap biaya simpan.

Eynan dan Kropp [3] juga menjelaskan beberapa langkah untuk menentukan interval pemesanan dan mendapatkan nilai *reorder point* dengan metode *joint replenishment*

1. Menentukan nilai *T_i^{*}* untuk setiap *i* item

$$T_i^* = \sqrt{\frac{2a_i}{h_i \left(D_i + \left(\frac{z_i \sigma_i}{\sqrt{T_{oi} + L_i}} \right) \right)}} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana:

$$T_{oi} = \sqrt{\frac{2a_i}{h_i d_i}} \dots\dots\dots(5)$$

2. Mengidentifikasi nilai *T_i^{*}* terkecil dan mendenotasikan item dengan nilai *T_i^{*}* terkecil tersebut sebagai item

1, dengan nilai $k_1 = 1$

3. Menentukan nilai T

$$T = \sqrt{\frac{2(A+a_1)}{h_1 \left(D_1 + \left(\frac{z_1 \sigma_1}{\sqrt{T_0 + L_1}} \right) \right)}} \dots \dots \dots (6)$$

Dimana:

$$T_0 = \sqrt{\frac{2(A+a_1)}{h_1 D_1}} \dots \dots \dots (7)$$

4. Menentukan nilai $k_i = q$

$$\sqrt{q(q-1)} \leq \frac{T_i^*}{T} \leq \sqrt{q(q+1)} \quad i = 2, \dots, n \dots \dots \dots (8)$$

5. Menentukan nilai T

$$T = \sqrt{\frac{2 \left(A + \sum_{i=1}^n \frac{a_i}{k_i} \right)}{\sum_{i=1}^n h_i k_i \left(D_i + \left(\frac{z_i \sigma_i}{\sqrt{k_i T_0 + L_i}} \right) \right)}} \dots \dots \dots (9)$$

Dimana:

$$T_0 = \sqrt{\frac{2 \left(A + \sum_{i=1}^n \frac{a_i}{k_i} \right)}{\sum_{i=1}^n h_i k_i D_i}} \dots \dots \dots (10)$$

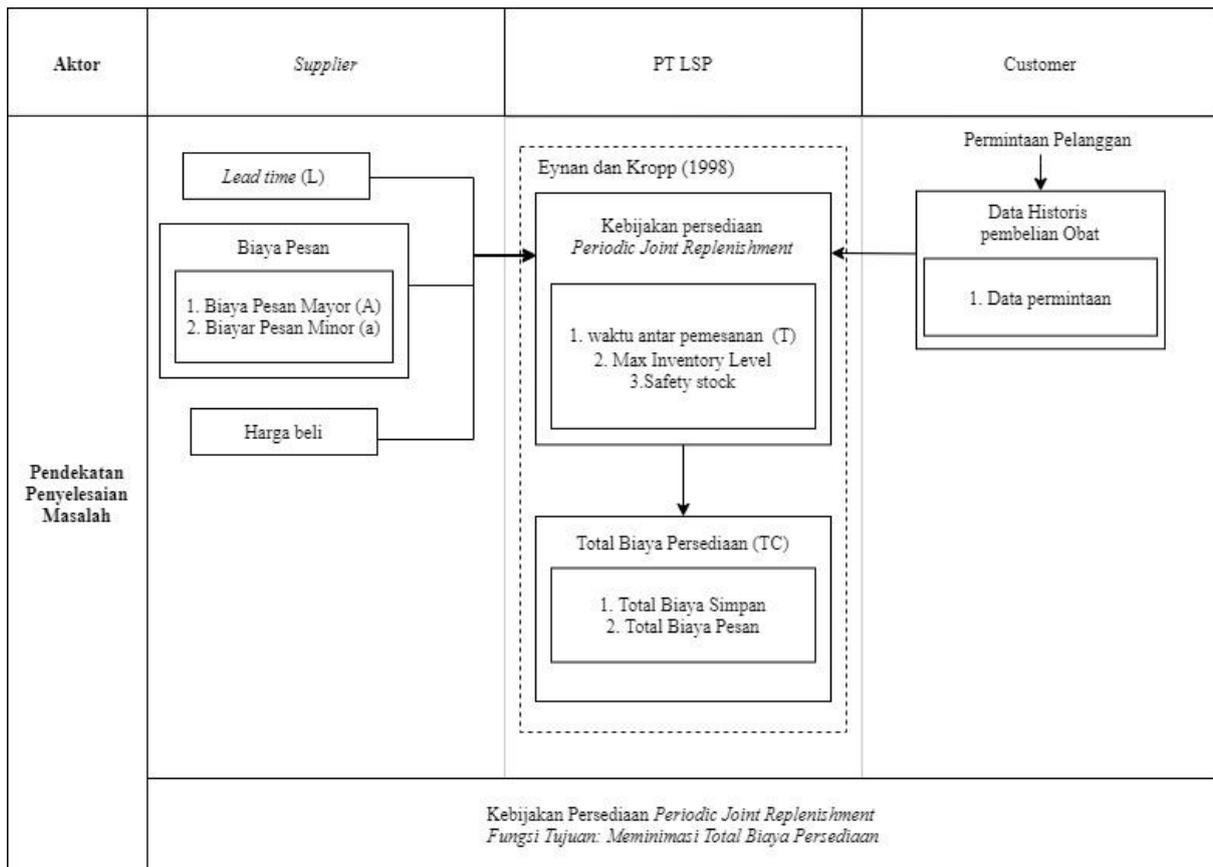
6. Mengulangi langkah 4 dan 5 seperlunya hingga didapat biaya total persediaan gabungan yang memiliki selisih yang terkecil.

Keterangan:

- | | |
|--|---|
| T_i^* : waktu <i>interval review</i> optimal setiap SKU (unit satuan waktu) | L_i : <i>Lead time</i> (unit satuan waktu) |
| T_0 : waktu antar pemesanan deterministik keseluruhan produk (unit satuan waktu) | T_{0i} : waktu antar pemesanan per produk (unit satuan waktu) |
| T : <i>basic cycle</i> (unit satuan waktu) | z_i : Pengali standar deviasi |
| A : biaya pesan mayor (Rp/ pesan) | σ_i : standar deviasi (unit) |
| a_i : biaya pesan minor (Rp/ pesan) | k_i : konstanta pengali |
| h_i : biaya simpan (Rp/ unit) | q : <i>integer</i> |
| D_i : Rata-rata permintaan setiap SKU (unit) | TC : total biaya persediaan (Rp) |

3 Metodologi Penyelesaian masalah

Metodologi penyelesaian masalah adalah suatu kerangka berpikir dimana terdapat tahapan-tahapan yang akan dilakukan pada tugas akhir ini. Adapun kerangka berpikir pada tugas akhir ini terdapat pada Gambar 6.



Gambar 6. Kerangka Berpikir Penyelesaian Masalah

Pada Gambar 6 menampilkan kerangka berpikir penyelesaian masalah yang telah disesuaikan dengan metode penyelesaian masalah yaitu *periodic joint replenishment*. Para pemangku kepentingan pada sistem nyata adalah PT LSP, pemasok dan pelanggan. Tujuan dari penyelesaian masalah ini adalah dapat meminimasi total biaya persediaan dengan model *periodic joint replenishment* dengan masukan data dari pemasok dan pelanggan. Data masukan yang diperoleh dari pemasok dan pelanggan akan diolah dengan menggunakan model *periodic joint replenishment* sehingga didapat komponen kebijakan seperti waktu antar pemesanan (T), tingkat persediaan maksimum (R), dan jumlah cadangan pengaman (ss). Berdasarkan komponen kebijakan persediaan itu akan didapat total biaya persediaan (TC).

4 Pengolahan Data dan Pembahasan

4.1 Hasil Perhitungan Biaya Persediaan *Continuous Review* dan Kondisi Aktual

Kebijakan *continuous review* merupakan kebijakan usulan untuk PT LSP terdahulu oleh Shiddieq [2]. Berdasarkan data-data yang ada maka didapat hasil kebijakan *continuous review* yaitu lot pemesanan (q_0^*), titik pemesanan kembali (r^*), tingkat persediaan maksimum (S), cadangan pengaman (SS), tingkat pelayanan (SL) biaya pesan, biaya simpan dan biaya kekurangan. Hasil kebijakan tersebut terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komponen Biaya Total Persediaan *Continuous Review*

| Nama Obat | q_0^* (kotak) | r^* (kotak) | S (kotak) | SS (kotak) | Tingkat pelayanan | Biaya Pesan | Biaya Simpan | Biaya Kekurangan |
|----------------|--------------------|------------------|----------------|-----------------|-------------------|-------------|--------------|------------------|
| Palentin 625 | 7 | 4 | 11 | 3 | 96,51% | Rp 308.000 | Rp 1.593.900 | Rp 420.730 |
| Ceradolan 1gr | 4 | 1 | 5 | 1 | 96,64% | Rp 308.000 | Rp 676.788 | Rp 70.700 |
| Alostil 500mg | 5 | 2 | 7 | 1 | 93,50% | Rp 264.000 | Rp 836.000 | Rp 90.205 |
| Unasyn 1.5gr | 5 | 2 | 7 | 1 | 93,40% | Rp 220.000 | Rp 799.795 | Rp 65.128 |
| Bactrim Adult | 3 | 1 | 4 | 1 | 88,41% | Rp 110.000 | Rp 402.000 | Rp 12.511 |
| Duricef 1gr | 7 | 2 | 9 | 2 | 92,84% | Rp 264.000 | Rp 665.825 | Rp 110.126 |
| Meflosin 500mg | 7 | 3 | 10 | 2 | 91,14% | Rp 286.000 | Rp 792.000 | Rp 155.952 |
| Talsutin Vag | 3 | 1 | 4 | 1 | 88,98% | Rp 154.000 | Rp 518.056 | Rp 25.875 |
| Lapicef 500mg | 9 | 3 | 12 | 2 | 96,53% | Rp 374.000 | Rp 808.500 | Rp 128.704 |

Berdasarkan komponen biaya total persediaan pada Tabel 1 diketahui jika total biaya persediaan dengan kebijakan persediaan *continuous review* adalah sebesar Rp 155.943.671,82

Sementara berdasarkan data yang dimiliki terkait data komponen total biaya persediaan, maka telah dilakukan perhitungan untuk mengetahui total biaya persediaan pada kondisi aktual yang mencakup biaya pesan, biaya simpan dan biaya kekurangan. Berikut merupakan hasil perhitungan kondisi aktual beberapa obat pada PT LSP.

Tabel 2. Komponen Biaya Total Persediaan Kondisi Aktual

| Nama Obat | Biaya Pesan | Biaya Simpan | Biaya Kekurangan |
|--------------------------|---------------|--------------|------------------|
| Amoxsan 500mg Caps@100 | Rp 154.000,00 | Rp 880.000 | - |
| Palentin 625 Tab@15 | Rp 44.000,00 | Rp 5.692.500 | - |
| Ceradolan 1gr Vial | Rp 44.000,00 | Rp 5.639.900 | - |
| Alostil 500mg/2ml Inj@10 | Rp 22.000,00 | Rp 4.180.000 | - |
| Unasyn 1.5gr Inj | Rp 22.000,00 | Rp 3.998.975 | - |
| Bactrim Adult Tab@500 | Rp 22.000,00 | Rp 3.350.000 | - |
| Duricef 1gr Cap@50 | Rp 44.000,00 | Rp 3.329.125 | - |
| Meflosin 500mg Tab@100 | Rp 44.000,00 | Rp 3.300.000 | - |
| Talsutin Vag Tab@100 | Rp 22.000,00 | Rp 3.237.850 | - |
| Lapicef 500mg Caps@100 | Rp 66.000,00 | Rp 2.887.500 | - |

Pada kondisi aktual, tingkat pelayanan adalah 100% setiap permintaan yang ada selalu terpenuhi dan tidak pernah terjadi kekurangan sehingga tidak ada biaya kekurangan. Berdasarkan Tabel 2 diketahui jika total biaya persediaan PT LSP pada kondisi aktual adalah Rp 226.420.882,50.

4.2 Perhitungan Perancangan Sistem Integrasi

4.2.1 Perhitungan Waktu antar Pemesanan (T)

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai perhitungan waktu pemesanan/ *interval review* menggunakan metode *Joint Replenishment*. Berikut langkah perhitungan *Joint Replenishment* [3]. Tahap pertama yaitu menentukan nilai T_i^* tiap SKU. Pada tahap ini, perhitungan akan dicontohkan pada obat Amoxsan 500Mg Caps @100.

Biaya pesan minor (a_i) : Rp 12.000,00 / SKU/ pesan

Biaya pesan mayor (A) : Rp 10.000,00 / kelompok/ pesan

Biaya Simpan (h_i) : Rp 35.200,00 / tahun

Rata-rata Demand (D_i) : 328 Kotak

Pengali Standar Deviasi (z_i) : 4

Standar Deviasi (σ_i) : 39,674

Lead Time (L_i) : 3 hari. (0,0082 tahun)

$$T_{01} = \sqrt{\frac{2 \times 12000}{35200 \times 328}} = 0,045 \text{ Tahun} \quad T_i^* = \sqrt{\frac{2 \times 12000}{35200(328 + (\frac{4 \times 39,574}{\sqrt{0,045 + 0,0082}}))}} = 0,0260 \text{ Tahun}$$

Setelah didapatkan nilai T_i^* , tahap kedua yaitu mengidentifikasi nilai T_i^* terkecil. SKU yang memiliki T_i^* paling kecil dinotasikan sebagai item 1. Item dengan nilai T_i^* yang paling kecil adalah obat Cefspan 200MG. Oleh karena itu, tahap ketiga yaitu menentukan nilai T dengan menggunakan $k_i = 1$ pada obat tersebut.

Biaya pesan minor (a_i) : Rp 12.000,00/ SKU/ pesan

Biaya pesan mayor (A) : Rp 10.000,00/ kelompok/ pesan

Biaya Simpan (h_i) : Rp 40.150,00/ tahun

Rata-rata Demand (D_i) : 1581 kotak

Pengali Standar Deviasi (z_i) : 4

Standar Deviasi (σ_i) : 133,962
 Lead Time (L_i) : 3 hari. (0,0082 tahun)

$$T_0 = \sqrt{\frac{2(10000+12000)}{40150 \times 1581}} = 0,0194 \text{ Tahun} \quad T = \sqrt{\frac{2(10000+12000)}{40150(1581 + \frac{4 \times 133,962}{\sqrt{0,0194+0,0082}})}} = 0,0112 \text{ Tahun}$$

Tahap keempat adalah menentukan nilai k untuk SKU lainnya. Nilai k_i bergantung kepada nilai q yang merupakan bilangan integer dan memenuhi persamaan $\sqrt{q(q-I)} \leq \frac{T_i^*}{T} \leq \sqrt{q(q+I)}$. Setiap nilai perbandingan $\frac{T_i^*}{T}$ yang memenuhi rentang nilai memiliki nilai q yang bersesuaian dengan batasnya. Tahap kelima merupakan penentuan nilai T berdasarkan k_i yang telah ditentukan pada tahap sebelumnya yaitu tahap pertama dan tahap

ketiga. Berdasarkan perhitungan, didapatkan $T_0 = \sqrt{\frac{2(A + \sum_{i=1}^n a_i/k_i)}{\sum_{i=1}^n h_i k_i D_i}} = 0,023 \text{ Tahun}$ dan $T = \sqrt{\frac{2(A + \sum_{i=1}^n \frac{a_i}{k_i})}{\sum_{i=1}^n h_i k_i (D_i + \frac{z_i \sigma_i}{\sqrt{k_i T_0 + L_i})}}$

= 0,0155 Tahun ~ 6 hari. Tahap terakhir yaitu menghitung biaya total persediaan dengan acuan persamaan 3.

$$TC = \frac{A}{T} + \frac{a_1}{T} + \frac{\sum_{i=2}^n (\frac{a_i}{k_i})}{T} + \frac{D_1 T h_1}{2} + z_1 \sigma_1 h_1 \sqrt{k_1 T + L_1} + \sum_{i=2}^n \left[\frac{D_i k_i T h_i}{2} + z_i \sigma_i h_i \sqrt{k_i T + L_i} \right] = \text{Rp } 149.981.628,00$$

Tahap keenam yaitu mengulangi langkah 4 sampai 6 sehingga didapat kombinasi nilai k_i lain dan nilai biaya total persediaan (TC) paling kecil. Iterasi yang dilakukan pada tugas akhir ini adalah tiga kali, hal ini dikarenakan total biaya persediaan pada Tabel 3 menunjukkan perilaku yang terus bertambah terhadap hasil nilai k_i .

Tabel 3. Nilai TC dan T pada Tiap Iterasi

| | Iterasi 1 | Iterasi 2 | Iterasi 3 |
|----------------|----------------|----------------|----------------|
| T (Hari) | 6 | 7 | 7 |
| T (Tahun) | 0,015668409 | 0,016853526 | 0,017783956 |
| TC (Rp/ Tahun) | Rp 149.902.012 | Rp 150.061.992 | Rp 150.209.174 |

Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui iterasi pertama memiliki hasil yang optimum dikarenakan memiliki nilai total biaya persediaan yang paling rendah. Sehingga nilai kombinasi k_i yang digunakan adalah hasil nilai k_i pada iterasi pertama dengan nilai T yaitu 6 hari dan total biaya persediaan sebesar Rp 149.902.012,00.

4.2.2 Perhitungan Tingkat Persediaan Maksimum (R) dan Cadangan Pengamanan (ss)

Tingkat persediaan maksimum (R) dapat dihitung dengan model pendekatan *periodic joint replenishment* yaitu dengan persamaan berikut.

$$R = D_i k_i T + z_i \sigma_i \sqrt{k_i T + L_i} \dots \dots \dots (11)$$

Untuk perhitungan tingkat persediaan dicontohkan pada obat Amoxsan 500mg Caps@100.

Biaya Simpan (h_i) : Rp 35.200,00 / tahun
 Rata-rata Demand (D_i) : 328 Kotak
 Pengali Standar Deviasi (z_i) : 4
 Standar Deviasi (σ_i) : 39,674
 Lead Time (L_i) : 3 hari. (0,0082 Tahun)
 k_i : 2
 Waktu antar pemesanan (T) : 6 hari. (0,0155 Tahun)

$$R = D_i k_i T + z_i \sigma_i \sqrt{k_i T + L_i} \\
 = (328 \times 2 \times 0,0155) + (4 \times 39,674 \sqrt{2 \times 0,0155 + 0,0082}) \\
 = 42 \text{ Kotak}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut diketahui jika tingkat persediaan maksimum dari obat Amoxsan 500mg

Caps@100 adalah sebesar 42 kotak. Untuk perhitungan jumlah cadangan pengaman akan dicontohkan pada obat Amoxsan 500mg Caps@100 menggunakan rumus:

$$Ss = z_i \sigma_i \sqrt{k_i T + L_i} \dots \dots \dots (12)$$

- Pengali Standar Deviasi (z_i) : 4
- Standar Deviasi (σ_i) : 39,674
- Lead Time (L_i) : 3 hari. (0,0082 Tahun)
- k_i : 2
- Waktu antar pemesanan (T) : 6 hari. (0,0155 Tahun)

$$\begin{aligned}
 Ss &= z_i \sigma_i \sqrt{k_i T + L_i} \\
 &= 4 \times 39,674 \sqrt{2 \times 0,0155 + 0,0082} \\
 &= 32 \text{ Kotak}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut diketahui jika jumlah cadangan pengaman obat Amoxsan 500mg Caps@100 yang harus ada adalah sebesar 32 Kotak. Cadangan pengaman ini tidak hanya meredam fluktuasi permintaan dalam rentang *lead time* namun juga sampai pemesanan kembali dilakukan.

4.2.3 Hasil Perancangan Sistem Terintegrasi

Perancangan sistem terintegrasi ini dilakukan pada Apotek PT LSP. Apotek ini harus memenuhi 100% permintaan antibiotik dari pegawai PT PLN. Untuk dapat memenuhi permintaan antibiotik tersebut apotek harus melakukan pemesanan kepada satu pemasok yang sama, sehingga sistem ini bertugas untuk mengendalikan jumlah persediaan dengan mempertimbangkan permintaan, biaya pemesanan, biaya simpan, dan *lead time* untuk dapat memiliki total biaya persediaan optimum.

Tabel 3. Komponen Sistem Terintegrasi

| | |
|--------------------|---|
| <i>People</i> | Admin Apotek PT LSP |
| <i>Facilities</i> | Fasilitas persediaan Apotek PT LSP |
| <i>Material</i> | Antibiotik |
| <i>Information</i> | Harga, permintaan, <i>lead time</i> , biaya pesan, biaya simpan |
| <i>Energy</i> | Listrik, BBM |

Sistem terintegrasi ini terdiri dari beberapa komponen yang dapat dilihat pada Tabel 3. Terdapat interaksi pada setiap antar komponen. Admin memesan antibiotik yang disimpan di fasilitas persediaan apotek dengan bantuan informasi terkait harga, permintaan, *lead time*, biaya pesan, dan biaya simpan. Interaksi antar komponen ini disebut sebagai metode. Metode yang digunakan antar komponen pada sistem terintegrasi ini tidak memiliki ketentuan tetap dan masih mengandalkan intuisi atau pengalaman terdahulu.

Perancangan perbaikan yang dilakukan pada sistem ini yaitu perancangan interaksi atau metode antar komponen sistem. Perancangan perbaikan metode ini dilakukan karena metode interaksi sebelumnya tidak memiliki ketentuan yang tetap terkait jumlah dan waktu pemesanan antibiotik, sehingga menyebabkan tingginya total biaya persediaan dan melampaui anggaran yang telah ditetapkan. Oleh sebab itu, fokus perbaikan pada perancangan sistem perbaikan ini adalah metode.

Perancangan perbaikan sistem integrasi terhadap metode ini dilakukan dengan menentukan suatu kebijakan persediaan. Hal ini bertujuan untuk mengetahui jumlah dan waktu pemesanan yang akan dilakukan. Metode yang digunakan adalah *periodic joint replenishment* dimana pemesanan beberapa produk antibiotik akan dilakukan secara bersama dan dapat diketahui waktu antar pemesanan, jumlah tingkat persediaan maksimum dan cadangan pengaman.

Hasil perancangan perbaikan dengan metode kebijakan persediaan *periodic joint replenishment* ini dapat diimplementasikan melalui penetapan kebijakan persediaan oleh kepala gudang. Kebijakan ini mencakup penetapan waktu antar pemesanan, tingkat persediaan maksimum dan cadangan pengaman. Perbaikan ini membantu admin dalam pemesanan antibiotik sesuai dengan jumlah produk yang harus dipesan dan di waktu yang telah ditetapkan pada kebijakan persediaan *periodic joint replenishment* tersebut. Selain itu, hasil perancangan yang berupa metode kebijakan persediaan ini memberikan manfaat untuk apoteker karena setiap permintaan antibiotik yang masuk akan dapat terpenuhi 100%.

4.3 Analisis Hasil Perhitungan

4.3.1 Analisis Waktu antar Pemesanan (T)

Berikut pada Tabel 4 terdapat hasil dari perhitungan waktu antar pemesanan dari beberapa obat

Tabel 4. Hasil Waktu Antar Pemesanan

| Nama Obat | T | ki |
|--------------------------|-----------------------------|----|
| Palentin 625 Tab@15 | 0,0155 Tahun (6 hari) | 1 |
| Ceradolan 1gr Vial | | 2 |
| Alostil 500mg/2ml Inj@10 | | 2 |
| Unasyn 1.5gr Inj | | 2 |
| Bactrim Adult Tab@500 | | 5 |
| Duricef 1gr Cap@50 | | 2 |
| Meflosin 500mg Tab@100 | | 2 |
| Talsutin Vag Tab@100 | | 4 |
| Lapicef 500mg Caps@100 | | 2 |
| Cefat 500mg Caps@100 | | 3 |
| Rulid 150mg Tab@100 | | 3 |
| Duricef 250mg Cap@100 | | 3 |

Nilai waktu antar pemesanan (T) hasil dari perhitungan *periodic joint replenishment* sebesar 0,0155 tahun atau 6 hari. Nilai T ini merupakan *base cycle* yang digunakan sebagai waktu antar pemesanan optimal untuk semua obat antibiotik dalam kelompok A (*very important*). Berdasarkan *base cycle* ini maka dapat diketahui waktu pemesanan setiap obatnya dalam selang 6 hari yang mana apotek akan melakukan pemesanan bersama sehingga obat-obatan tidak lagi dipesan secara terpisah.

4.3.2 Analisis Tingkat Persediaan Maksimum dan Cadangan Pengaman

Berikut merupakan hasil perhitungan terkait jumlah tingkat persediaan maksimum dan cadangan pengaman untuk beberapa obat terlampir pada Tabel 5.

Tabel 5. Jumlah Tingkat Persediaan Maksimum dan Cadangan Pengaman

| Nama Obat | R (Kotak) | SS (Kotak) |
|--------------------------|-----------|------------|
| Palentin 625 Tab@15 | 10 | 8 |
| Ceradolan 1gr Vial | 4 | 3 |
| Alostil 500mg/2ml Inj@10 | 6 | 4 |
| Unasyn 1.5gr Inj | 5 | 4 |
| Bactrim Adult Tab@500 | 3 | 2 |
| Duricef 1gr Cap@50 | 9 | 7 |
| Meflosin 500mg Tab@100 | 11 | 9 |
| Talsutin Vag Tab@100 | 4 | 3 |
| Lapicef 500mg Caps@100 | 12 | 7 |
| Cefat 500mg Caps@100 | 6 | 3 |
| Rulid 150mg Tab@100 | 5 | 3 |
| Duricef 250mg Cap@100 | 6 | 4 |
| Velosef 500mg Cap@60 | 9 | 5 |
| Erythrocin 250mg Cap@500 | 5 | 3 |
| Erythrocin E E S 500mg | 8 | 6 |

Jumlah cadangan pengaman setiap obat yang mungkin saja berbeda karena cadangan pengaman setiap obat bergantung kepada nilai ketidakpastian yang dihadapi dimana hal ini tercermin dari nilai standar deviasi dan nilai Z dalam *lead time*. Jumlah cadangan pengaman ini berguna untuk meredam fluktuasi permintaan selama *lead time* agar tidak permintaan dapat terus terpenuhi.

Nilai tingkat persediaan maksimum berguna untuk mengetahui jumlah yang harus dipesan karena jumlah produk yang harus dipesan pada *periodic review* adalah bergantung pada tingkat persediaan saat titik pemesanan kembali. Sehingga jumlah produk yang dipesan adalah tingkat persediaan maksimum (R) dikurangi dengan banyak persediaan ketika titik pemesanan kembali (r). Jumlah tingkat persediaan maksimum setiap obat berbeda-beda, hal ini bergantung pada jumlah permintaan, nilai ki , waktu antar pemesanan dan jumlah cadangan pengaman setiap obatnya.

4.3.3 Analisis Perbandingan Total Biaya Persediaan

Pada analisis perbandingan total biaya persediaan ini, total biaya persediaan dengan model *periodic joint replenishment* dibandingkan dengan total biaya persediaan model *continuous review* dan total biaya persediaan kondisi aktual yang terdapat pada Tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan Total Biaya Persediaan

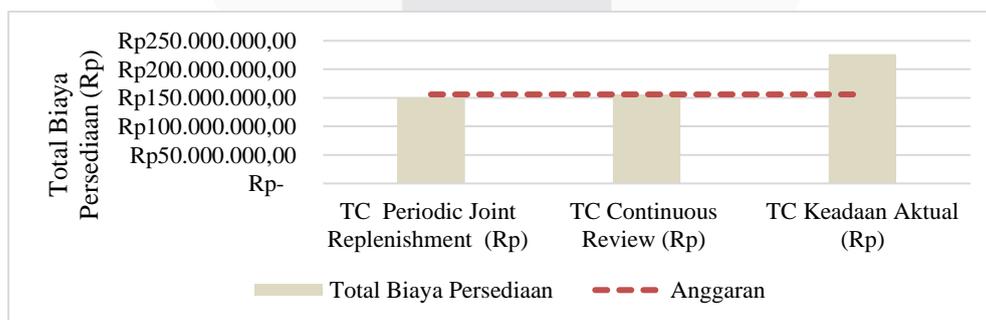
| | <i>Periodic Joint Replenishment</i> | <i>Continuous review</i> | Kondisi Aktual |
|------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------|
| Total Biaya Persediaan | Rp 149.902.012,23 | Rp 155.943.671,82 | Rp 226.420.882,50 |
| Tingkat Pelayanan | 100% | 93% | 100% |

Model *periodic joint replenishment* memiliki total biaya persediaan sebesar Rp 149.902.012, model usulan *continuous review* sebesar Rp 155.943.671 dan pada kondisi aktual sebesar Rp 226.420.882. Total biaya usulan dengan model *periodic joint replenishment* lebih rendah dibandingkan dengan total biaya model usulan *continuous review* maupun dengan kondisi aktual. Jika dibandingkan dengan model usulan *continuous review*, model *periodic joint replenishment* lebih rendah 4% namun dengan tingkat pelayanan 100%. Tingkat pelayanan tentu menjadi salah satu perhatian mengingat Apotek PT LSP menjadikan tingkat pelayanan sebagai salah satu kriteria kinerjanya.



Gambar 7. Persentase Selisih Total Biaya Aktual dengan Total Biaya Usulan

Jika dibandingkan dengan kondisi aktual, model *periodic review* memberikan penghematan sebesar Rp76.518.870 atau sebesar 34%, hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 7. Selain dengan tingkat pelayanan yang 100% dan penurunan biaya terhadap total biaya aktual, total biaya persediaan dengan model usulan *periodic joint replenishment* ini masih dibawah anggaran yang telah ditetapkan, dimana pada kondisi aktual hal ini menjadi masalah dikarenakan total biaya persediaan yang melampaui anggaran sebesar 31%. Sehingga dapat diketahui jika usulan kebijakan dengan model *periodic joint replenishment* memiliki tingkat pelayanan 100% dengan total biaya sebesar Rp149.902.012 yang masih didalam batasan anggaran yang telah ditetapkan yang dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Persentase Selisih Total Biaya Aktual dengan Total Biaya Usulan

5 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan pada tugas akhir ini dapat disimpulkan yaitu, dengan menggunakan model kebijakan persediaan *periodic joint replenishment* untuk obat antibiotik pada kelompok A (*very important*) dapat ditentukan periode waktu antar pemesanan (T) yaitu sebesar 6 hari dengan tingkat persediaan maksimum setiap produk masing-masing beserta jumlah cadangan pengamannya. Berdasarkan komponen kebijakan yang didapat, model *periodic joint replenishment* menghasilkan total biaya persediaan sebesar Rp 149.902.012,23. Total biaya persediaan usulan memiliki deviasi 34% dengan total persediaan kondisi aktual. Di samping itu, total biaya persediaan usulan masih dalam rentang anggaran yang telah ditetapkan serta memiliki tingkat pelayanan 100%.

6 REFERENSI

- [1] A. Rahem, "Profil Pengelolaan dan Ketersediaan Obat Anti Diabetes Oral di Puskesmas," *J. Farm. DAN ILMU KEFARMASIAN Indones.*, 2019, doi: 10.20473/jfiki.v4i22017.74-79.
- [2] N. F. Shiddieq, "Antibiotic Inventory Policy Design for Minimizing Total Inventory Costs in Pharmacies based on ABC-Fuzzy Classification Analysis Approach using Probabilistic Continuous Review Method," Sep 2020, doi: 10.1145/3429789.3429852.
- [3] A. Eynan dan D. H. Kropp, "Periodic review and joint replenishment in stochastic demand environments," *IIE Trans. (Institute Ind. Eng.*, vol. 30, no. 11, hal. 1025–1033, 1998, doi: 10.1080/07408179808966559.
- [4] J. S. Noh, J. S. Kim, dan B. Sarkar, "Stochastic joint replenishment problem with quantity discounts and minimum order constraints," *Oper. Res.*, vol. 19, no. 1, hal. 151–178, 2019, doi: 10.1007/s12351-016-0281-6.
- [5] A. Eynan dan D. H. Kropp, "Effective and simple EOQ-like solutions for stochastic demand periodic review systems," *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 180, no. 3, hal. 1135–1143, 2007, doi: 10.1016/j.ejor.2006.05.015.
- [6] E. Porras dan R. Dekker, "An efficient optimal solution method for the joint replenishment problem with minimum order quantities," *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 174, no. 3, hal. 1595–1615, 2006, doi: 10.1016/j.ejor.2005.02.056.
- [7] S. Chopra dan P. Meindl, "Supply Chain Management. Strategy, Planning & Operation," in *Das Summa Summarum des Management*, 2007.
- [8] S. N. Bahagia, *Sistem Inventori*. Bandung: Penerbit ITB, 2006.
- [9] M. K. Salameh, A. A. Yassine, B. Maddah, dan L. Ghaddar, "Joint replenishment model with substitution," *Appl. Math. Model.*, vol. 38, no. 14, hal. 3662–3671, 2014, doi: 10.1016/j.apm.2013.12.008.
- [10] K. P. Mubiru, "Joint Replenishment Problem in Drug Inventory Management of Pharmacies under Stochastic Demand," *Brazilian J. Oper. Prod. Manag.*, vol. 15, no. 2, hal. 302–310, 2018, doi: 10.14488/bjopm.2018.v15.n2.a12.
- [11] F. Rojas, "A joint replenishment supply model for multi-products grouped by several variables with random and time dependence demand," *J. Model. Manag.*, vol. 15, no. 1, hal. 276–296, 2020, doi: 10.1108/JM2-03-2019-0061.
- [12] N. F. Shiddieq, A. Y. Ridwan, dan B. Santosa, "Antibiotic Inventory Policy Design for Minimizing Total Inventory Costs in Pharmacies based on ABC-Fuzzy Classification Analysis Approach using Probabilistic Continuous Review Method," *ACM Int. Conf. Proceeding Ser.*, 2020, doi: 10.1145/3429789.3429852.