

## **PENGARUH POLA DATA PERMINTAAN TERHADAP TOTAL BIAYA PENGENDALIAN PERSEDIAAN PADA METODE P(t,E) MULTI ITEM DAN SIMULASI MONTE CARLO (STUDI KASUS: MR. KITCHEN, BANDUNG)**

**Vivi Arisandhy<sup>1</sup>, Kartika Suhada<sup>2</sup>, David Try Liputra<sup>3</sup>, Erlin Tarigan<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3,4</sup> Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha

Jl. Prof. drg. Surya Sumantri no. 65 Bandung - 40164

Email: vivi.arisandhy@eng.maranatha.edu, kartika.suhada@eng.maranatha.edu,  
david.tl@eng.maranatha.edu, erurinnn@gmail.com

### **Abstrak**

Simulasi Monte Carlo dan Metode P(t, E) banyak digunakan dalam penelitian pengendalian persediaan, namun belum membahas pengaruh pola data permintaan terhadap biaya pengendalian persediaan. Objek penelitian ini adalah Mr. Kitchen. Penelitian sebelumnya mengkaji dua metode tersebut dan terpilih Metode Simulasi Monte Carlo. Namun penelitian tersebut memiliki kelemahan dimana data permintaan yang digunakan jumlahnya terlalu sedikit dan periodenya dalam satuan bulan, sehingga kurang mencerminkan pola data permintaan yang sesungguhnya. Oleh karena itu, penelitian ini akan dilakukan pengkajian pengaruh pola permintaan terhadap metode pengendalian persediaan. Hasil penelitian menunjukkan metode pengendalian persediaan yang terbaik untuk pola permintaan konstan, *trend* dan *seasonal* adalah Metode Simulasi Monte Carlo. Hal tersebut dikarenakan menghasilkan total biaya pengendalian persediaan yang lebih kecil dibandingkan metode P(t, E) *Multi-Item*. Selisih total biaya pengendalian untuk pola permintaan konstan adalah Rp 33.599.585,34 atau 32,39%; pola permintaan *trend* adalah Rp 57.813.023,82 atau 21,32% dan untuk pola permintaan *seasonal* adalah Rp 54.480.804,55 atau 19,65%.

**Kata kunci:** pengendalian persediaan, Metode P(t,E) *Multi Item*, Metode Simulasi Monte Carlo

### **Abstract**

*Monte Carlo simulation and the P(t, E) method have been used in many inventory control studies, but have not discussed the effect of demand patterns on inventory control costs. The object of this research is Mr. Kitchen. Previous studies have reviewed these two methods and the chosen one is the Monte Carlo Simulation Method. However, this previous research has some weaknesses, such as the data of sales used is too little and its period is in months, so it does not represent the actual demands pattern of data. Therefore, this research will study the effect of demand patterns on inventory control methods. The results of this research, it is known that the best inventory control method is the Monte Carlo Simulation Method for all types of demand patterns observed, whether constant, trend, or seasonal. This can be determined because its total costs of inventory control are lower than the ones generated by the P(t, E) Multi-Item method. The difference in total costs of inventory control for constant, trend, and seasonal patterns are consecutively equal to IDR 33,599,585.34 or 32.39%; IDR 57,813,023.82 or 21.32%; and IDR 54,480,804.55 or 19.65%.*

**Keywords:** *inventory control, P(t, E) Multi-Item Method, Monte Carlo Simulation*

## PENDAHULUAN

Pengendalian persediaan merupakan salah satu hal penting yang harus dilakukan oleh perusahaan agar kinerja perusahaan dapat optimal. Persediaan adalah barang yang digunakan untuk mendukung produksi (bahan mentah dan barang dalam proses), aktivitas pendukung (pemeliharaan, perbaikan dan pasokan untuk operasi), dan layanan pelanggan (barang jadi dan suku cadang) (Shenoy & Rosas, 2018). Apabila terjadi kekurangan persediaan, maka dapat mengakibatkan kerugian antara lain perusahaan harus membayar biaya kekurangan persediaan (*penalty cost*), hilangnya keuntungan, berpindahnya pelanggan ke tempat lain. Oleh karena itu, pengelolaan persediaan sangat penting untuk menjamin kelancaran proses produksi dan juga layanan pelanggan.

Model simulasi populer untuk pengendalian persediaan adalah simulasi Monte Carlo. Simulasi Monte Carlo adalah sebuah metode analisis yang menggunakan nilai acak sebagai dasar untuk menghasilkan suatu statistik probabilistik yang nantinya akan digunakan untuk mempelajari dampak dari sebuah ketidakpastian (Prawita et al., 2021). Penelitian-penelitian sebelumnya terkait penggunaan Metode Simulasi Monte Carlo dalam pengendalian persediaan telah banyak dilakukan, diantaranya: Arief dan Aji (Arief & Aji, 2013), Andriansyah et al. (Andriansyah et al., 2018), Leepaitoon & Bunternghchit (Leepaitoon & Bunternghchit, 2019), Fitri et al. (Fitri et al., 2021), Prawita et al. (Prawita et al., 2021).

Metode P(t, E) merupakan metode pengendalian persediaan yang telah banyak digunakan untuk menyelesaikan permasalahan di industri. Penelitian-penelitian sebelumnya terkait penggunaan Metode P(t, E) dan Metode Simulasi Monte Carlo juga telah banyak dilakukan, diantaranya Arismawati et al. (Arismawati et al., 2015), Trisnawati et al. (Trisnawati et al., 2018). Namun pada penelitian-penelitian sebelumnya, pengaruh pola data permintaan terhadap biaya pengendalian persediaan kedua metode tersebut belum dibahas. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dibahas pengaruh pola data permintaan terhadap total biaya pengendalian persediaan pada Metode P(t, E) *Multi-Item* dan Simulasi Monte Carlo. Objek penelitian ini adalah Mr. Kitchen. yang menghadapi permasalahan biaya simpan yang tinggi sehingga biaya pengendalian persediaannya tinggi. Dalam penelitian Samudra & Suhada (2019) telah dilakukan pengkajian dua alternatif metode pengendalian persediaan, yaitu Metode P(t, E) *Multi-Item* dan Metode Simulasi Monte Carlo dimana yang terpilih adalah Metode Simulasi Monte Carlo karena menghasilkan total biaya pengendalian persediaan yang lebih murah. Namun penelitian tersebut memiliki kelemahan dimana data permintaan yang digunakan jumlahnya terlalu sedikit dan periodenya dalam satuan bulan, sehingga kurang mencerminkan pola data permintaan yang sesungguhnya (Samudra & Suhada, 2019). Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dilakukan pengkajian pengaruh dari pola permintaan terhadap metode pengendalian persediaan.

Berdasarkan latar belakang penelitian di atas, maka permasalahan pengendalian persediaan yang akan diteliti mempertimbangkan faktor pola data permintaan, biaya pesan, biaya simpan dan biaya kekurangan persediaan (*stockout*).

Batasan yang diberikan dalam penelitian ini adalah:

1. Data jenis produk yang dibahas adalah jenis produk yang masuk kelas A dalam Analisis ABC.
  2. Penelitian tidak mempertimbangkan kapasitas gudang.
- Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:
1. *Lead time* diasumsikan konstan.
  2. Faktor harga dan biaya diasumsikan tidak berubah.

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi pengaruh pola data permintaan terhadap total biaya pengendalian persediaan.

2. Menentukan metode pengendalian persediaan yang tepat untuk diterapkan pada masing-masing pola data permintaan.
3. Mengusulkan pengendalian persediaan yang lebih baik dari penelitian sebelumnya.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Penelitian “Usulan Pengendalian Persediaan Peralatan dan Perlengkapan Hotel, Restoran, dan Cafe di Mr. Kitchen”**

Penelitian “Usulan Pengendalian Persediaan Peralatan dan Perlengkapan Hotel, Restoran, dan Cafe di Mr. Kitchen” telah dilakukan oleh Samudra pada tahun 2019. Dalam penelitian tersebut dilakukan pengkajian dua alternatif metode pengendalian persediaan, yaitu Metode P(t, E) *Multi-Item* dan Metode Simulasi Monte Carlo dimana yang terpilih adalah Metode Simulasi Monte Carlo karena menghasilkan total biaya pengendalian persediaan yang lebih murah (Samudra & Suhada, 2019). Namun penelitian tersebut memiliki kelemahan dimana data permintaan yang digunakan jumlahnya terlalu sedikit dan periodenya dalam satuan bulan, sehingga kurang mencerminkan pola data permintaan yang sesungguhnya.

### **Persediaan (*Inventory*)**

#### **Definisi Persediaan**

APICS *Dictionary* (2015) mendefinisikan persediaan sebagai stok atau barang yang digunakan untuk mendukung produksi (bahan mentah dan barang dalam proses), kegiatan pendukung (pemeliharaan, perbaikan dan operasi persediaan), dan layanan pelanggan (barang jadi dan suku cadang) (Shenoy & Rosas, 2018). Persediaan juga merupakan istilah yang digunakan untuk menggambarkan akumulasi bahan, pelanggan atau informasi saat mereka mengalir melalui proses atau jaringan. Persediaan fisik (kadang-kadang disebut stok) adalah akumulasi bahan fisik seperti komponen, suku cadang, barang jadi atau catatan informasi fisik (kertas) (Slack et al., 2016).

#### **Pengendalian Persediaan**

*The American Production and Inventory Control Society* mendefinisikan pengendalian persediaan sebagai aktivitas dan metode untuk menjaga persediaan barang pada setiap tingkatan, mulai dari bahan baku, barang setengah jadi (*work-in-process*), atau produk jadi (Santoso & Heryanto, 2017). Tujuan dari sistem pengendalian persediaan adalah untuk menentukan kapan dan berapa banyak yang harus dipesan. Keputusan ini harus didasarkan pada kondisi stok, permintaan yang diantisipasi dan faktor biaya yang berbeda (Axsäter, 2015).

#### **Biaya Persediaan**

Dalam membuat keputusan yang mempengaruhi ukuran persediaan, maka harus mempertimbangkan biaya-biaya berikut (Jacob & Chase, 2018):

- a. Biaya Simpan
- b. Biaya *Setup*
- c. Biaya Pesan
- d. Biaya Kekurangan

#### **Analisis ABC**

Analisis ABC adalah sebuah metode untuk mengklasifikasikan persediaan berdasarkan beberapa kriteria, termasuk nilainya di dalam perusahaan. Semakin tinggi nilai dari persediaan, maka pengendaliannya semakin ketat (Russell & Taylor, 2011). Analisis

ABC adalah pemilihan barang berdasarkan tingkat, penyerapan modal dengan menggunakan prinsip diagram pareto. Pada prinsipnya analisis ABC mengklasifikasikan jenis barang yang didasarkan atas tingkat investasi tahunan yang terserap di dalam penyediaan persediaan, untuk setiap jenis barang (Guslan & Saputra, 2020).

Berdasarkan prinsip Pareto, barang dapat diklasifikasikan menjadi tiga kategori yaitu (Guslan & Saputra, 2020):

1. Kategori A (80-20), dimana kategori ini terdiri dari jenis barang yang menyerap dana sekitar 80% dari seluruh modal yang disediakan untuk persediaan dan jumlah jenis barangnya sekitar 20% dari semua jenis barang yang dikelola.
2. Kategori B (15-30), dimana kategori ini terdiri dari jenis barang yang menyerap dana sekitar 15% dari seluruh modal yang disediakan untuk persediaan (sesudah kategori A) dan jumlah jenis barangnya sekitar 30% dari semua jenis barang yang dikelola.
3. Kategori C (5-50), dimana kategori ini terdiri dari jenis barang yang menyerap dana hanya sekitar 5% dari seluruh modal yang disediakan untuk persediaan (yang tidak termasuk kategori A dan B) dan jumlah jenis barangnya sekitar 50% dari semua jenis barang yang dikelola.

### **Pola Data**

Jenis pola data dibagi menjadi 4, yaitu (Widjajati et al., 2017):

1. Pola Data *Horizontal*: jenis ini terjadi apabila fluktuasi data berada di sekitar nilai rata-rata yang konstan.
2. Pola Data *Trend*: jenis ini terjadi apabila terdapat kenaikan atau penurunan pada jangka panjang dalam data.
3. Pola Data Siklis: jenis ini terjadi apabila datanya dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang seperti yang berhubungan siklus bisnis.
4. Pola Data Musiman: jenis ini terjadi apabila suatu deret dipengaruhi oleh faktor musiman (misalnya kuartal, tahun, bulanan atau hari-hari pada minggu tertentu).

### **Metode P(t, E)**

Metode P(t, E) sering juga disebut sebagai sistem persediaan periodik, dimana jumlah item dalam persediaan ditinjau berdasarkan interval waktu yang tetap. Ukuran penggantian pesanan bergantung pada jumlah unit persediaan. Berikut merupakan penjabaran formulasi pada pengendalian persediaan metode P(t, E) (Samudra & Suhada, 2019):

#### **1. Biaya pesan**

Biaya pesan/tahun akan bergantung pada besarnya ekspektasi frekuensi pemesanan ( $f$ ) dan biaya yang diperlukan dalam melakukan pemesanan. Jika pemesanan dilakukan dengan selang waktu ( $t$ ), maka:

$$\begin{aligned} \text{Biaya pesan} &= f \times C \\ &= \frac{(C+nc)}{t} \end{aligned} \tag{1}$$

dimana:

- $C$  = biaya pesan (tidak dipengaruhi oleh jumlah jenis barang)
- $c$  = biaya pesan (dipengaruhi oleh jumlah jenis barang)
- $n$  = jumlah jenis barang
- $t$  = periode pemesanan

#### **2. Biaya simpan**

Biaya simpan/tahun akan bergantung pada besarnya ekspektasi jumlah persediaan yang disimpan ( $m$ ) dan biaya simpan/unit/tahun ( $H$ ). Rumusan matematis biaya simpan adalah sebagai berikut:

$$\text{Biaya simpan} = H \times m \tag{2}$$

$$\text{Biaya simpan (back order)} = H \left( E - \mu_L - \frac{Rxt}{2} \right) \tag{3}$$

dimana:

$E$  = persediaan maksimum

$\mu_L$  = besar ekspektasi selama *horizon* perencanaan sebesar R dan *lead time*

$R$  = rata-rata *demand*

### 3. Biaya *stockout*

Biaya *stockout* atau kekurangan barang adalah biaya yang timbul akibat tidak dapat memenuhi permintaan. Terdapat 2 jenis biaya *stockout*, yaitu: *back order* dan *lost sales*. Biaya kekurangan persediaan timbul atas kuantitas barang yang kurang. Jika biaya kekurangan per-satu barang adalah sebesar  $\pi$ , maka rumusan matematis biaya kekurangan persediaan per-tahun adalah sebagai berikut:

$$\text{Biaya kekurangan} = N_T \times \pi \tag{4}$$

$$N_T = f \times N_k \tag{5}$$

$$\text{Biaya kekurangan} = \left( \frac{\pi}{t} \right) N_k \tag{6}$$

dimana:  $N_T$  = jumlah kekurangan barang selama satu tahun

### 4. Total biaya

Dengan demikian, total biaya pengendalian persediaan dengan kasus *back order* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Total biaya (back order)} &= \text{biaya pesan} + \text{biaya simpan} + \text{biaya stockout} \\ &= \left( \frac{C + nc}{t} \right) + H \left( E - \mu_L - \frac{Rxt}{2} \right) + \left( \frac{\pi}{t} \right) N_k \end{aligned} \tag{7}$$

### 5. Variabel keputusan

Agar memperoleh nilai variabel keputusan  $t$  dan  $E$  yang optimal, digunakan prinsip optimasi dengan memanfaatkan sifat konveksitas biaya total ( $O_T$ ) terhadap  $t$  dan  $E$ . Syarat agar biaya total minimal adalah:

$$\text{a. } \frac{\partial O_T}{\partial t} = 0$$

$$t \text{ (back order)} = \sqrt{\frac{2(C+nc)}{F \sum_{i=1}^n (P_i \times R_i)}} \tag{8}$$

dimana:

$F$  = persentase biaya simpan/tahun

$\sum_{i=1}^n (P_i \times R_i)$  = total biaya pembelian untuk jenis barang  $i$  selama *horizon* perencanaan

$P_i$  = harga beli untuk barang jenis  $i$

$R_i$  = ekspektasi permintaan untuk barang jenis  $i$  selama *horizon* perencanaan

$$\text{b. } \frac{\partial O_T}{\partial B} = 0$$

$$\int_B^{\infty} f(z) dz = \frac{Ht}{\pi} \text{ (back order)} \tag{9}$$

Berikut merupakan langkah-langkah untuk melakukan pengendalian persediaan metode P(t, E):

1. Menghitung nilai  $t$  yaitu periode pemesanan

$$t = \frac{Q}{R} = \frac{\sqrt{\frac{2CR}{H}}}{R} = \sqrt{\frac{2C}{RH}} \quad (10)$$

2. Menghitung  $F'(k)$

$$\text{Untuk back order : } F'(k) = \frac{Ht}{\pi} \quad (11)$$

dimana:  $F'(k)$  = probabilitas terjadinya kekurangan persediaan

3. Menentukan nilai  $k$  dari tabel normal. Jika tidak ada nilai yang pas, maka dilakukan interpolasi.
4. Menghitung batas persediaan maksimum

### Metode Simulasi Monte Carlo

Ketika sebuah sistem berisi elemen-elemen yang menunjukkan peluang dalam perilakunya, maka Metode Simulasi Monte Carlo dapat diterapkan. Dasar dari Simulasi Monte Carlo adalah eksperimen pada peluang (atau probabilistik) dengan cara pengambilan sampel secara acak (Heizer et al., 2017). Simulasi Monte Carlo merupakan teknik simulasi probabilistik pada penyelesaian masalah dengan sampling dan proses random. Pendekatan dengan probabilistik ini mampu mempertimbangkan ketidakpastian yang mungkin terjadi. Selain itu, metode ini cukup sederhana dalam menguraikan dan menyelesaikan persoalan (Moh. Jufriyanto, 2020).

Simulasi Monte Carlo dapat digunakan untuk menghitung biaya pengendalian persediaan. Proses yang dilakukan untuk dapat melakukan simulasi pengendalian persediaan adalah sebagai berikut (Samudra & Suhada, 2019):

1. Mulailah setiap hari yang akan disimulasikan dengan memeriksa apakah ada persediaan dipesan yang baru saja tiba. Jika sudah tiba, maka tambah persediaan saat ini dengan jumlah yang dipesan.
2. *Generate* permintaan harian dari distribusi probabilitas permintaan untuk bilangan acak yang dipilih.
3. Melakukan perhitungan persediaan akhir dengan cara mengurangi persediaan awal dengan permintaan.  
Jika persediaan di tangan tidak mencukupi untuk memenuhi permintaan pada hari itu, maka penuhi permintaan sebanyak mungkin dan catat jumlah permintaan yang hilang karena persediaan yang tidak cukup.
4. Tentukan apakah persediaan akhir pada hari itu telah mencapai titik pemesanan ulang jika menggunakan pendekatan metode Q(B, Q) atau telah mencapai periode pemesanan jika menggunakan pendekatan P(t, E).

### METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini akan dilakukan pengkajian pengaruh dari pola permintaan terhadap metode pengendalian persediaan. Metode pengendalian persediaan usulan akan menggunakan Metode P(t, E) *Multi-Item* dan Metode Simulasi Monte Carlo. Produk yang diteliti adalah peralatan dan perlengkapan hotel, restoran, dan café. Contohnya adalah sendok, garpu, saringan, dan lain-lain. Data-data yang digunakan adalah data jenis produk, data permintaan, *lead time* pemesanan dan data biaya. Jenis produk yang digunakan adalah 1228 jenis, namun yang akan diteliti lebih lanjut adalah jenis produk yang masuk ke dalam kategori A dalam Analisis ABC. Data permintaan yang digunakan adalah data permintaan untuk 297 hari.

Tahapan awal dalam melakukan pengkajian tersebut adalah melakukan perhitungan Analisis ABC untuk produk. Produk yang termasuk dalam kategori A dalam Analisis ABC yang akan dibahas selanjutnya. Langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian pola data permintaan. Berdasarkan pola data permintaan yang sesuai, dilakukan penguraian data permintaan bulanan menjadi data permintaan harian. Selanjutnya dilakukan peramalan permintaan dengan menggunakan Metode Simulasi Monte Carlo. Langkah terakhir adalah perhitungan metode pengendalian persediaan dengan menggunakan Metode P(t, E) *Multi-Item* dan Metode Simulasi Monte Carlo.

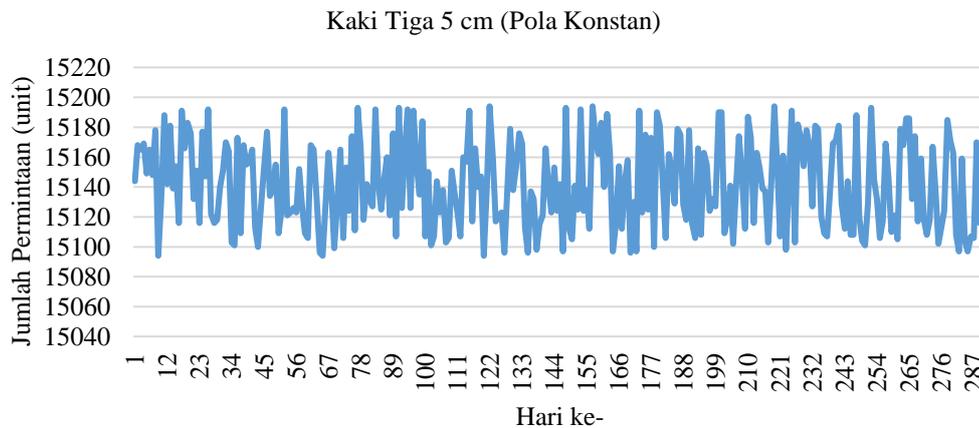
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Analisis Pola Data Permintaan**

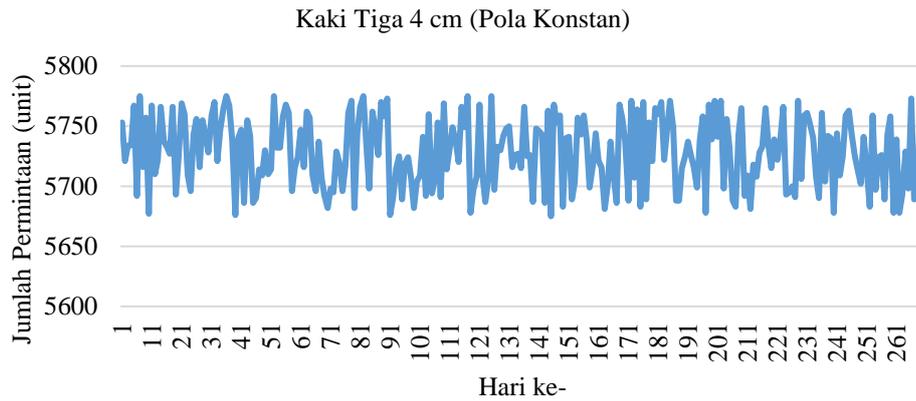
Data permintaan yang digunakan pada penelitian ini diambil dari data permintaan satu tahun dalam penelitian Samudra (2019). Berdasarkan hasil pengujian data permintaan bulanan produk Kaki Tiga 5 cm dan Kaki Tiga 4 cm, diketahui bahwa pola data permintaannya bersifat stasioner. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukan penguraian data permintaan bulanan dari kedua produk tersebut menjadi data permintaan harian yang membentuk pola konstan. Hasil penguraian data permintaan tersebut diperlihatkan dalam Tabel 1 serta Gambar 1 dan Gambar 2.

**Tabel 1.** Data Permintaan Harian Pola Konstan untuk Produk Kaki Tiga 5 cm dan 4 cm

Hari	Produk Kaki Tiga 5 cm Jumlah Permintaan (unit)	Produk Kaki Tiga 4 cm Jumlah Permintaan (unit)
1	15144	5758
2	15168	5776
3	15165	5738
.	.	.
.	.	.
.	.	.
289	15116	5691
290	15169	5772
291	15192	5678
Rata-rata	15141,856	5728,632
Standar Deviasi	29,226	29,363
CV	0,002	0,005

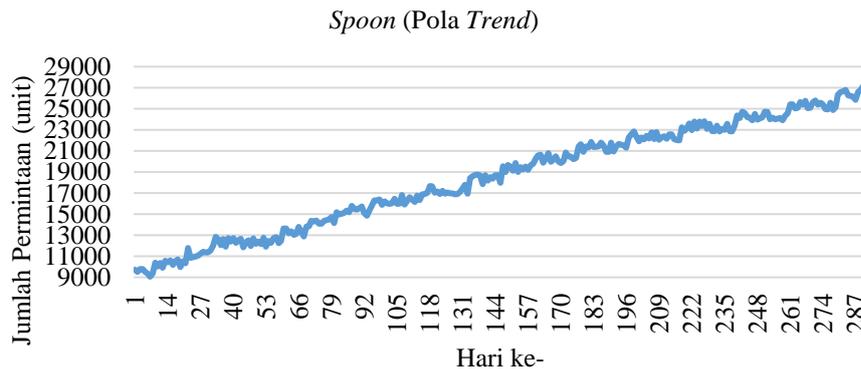


**Gambar 1.** Pola Konstan Data Permintaan Harian Produk Kaki Tiga 5 cm

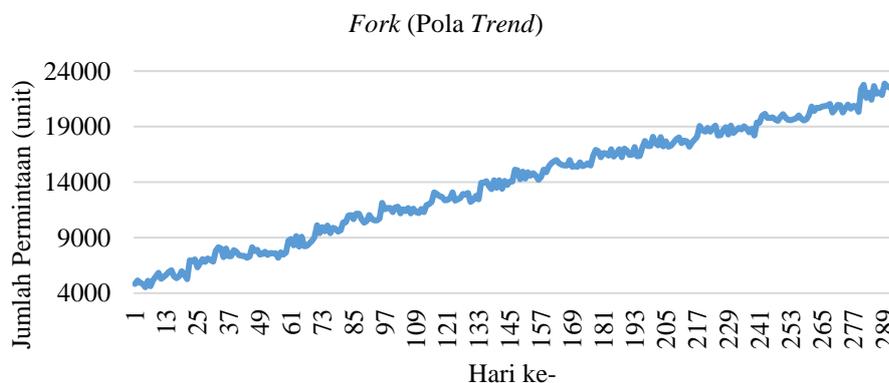


**Gambar 2.** Pola Konstan Data Permintaan Harian Produk Kaki Tiga 4 cm

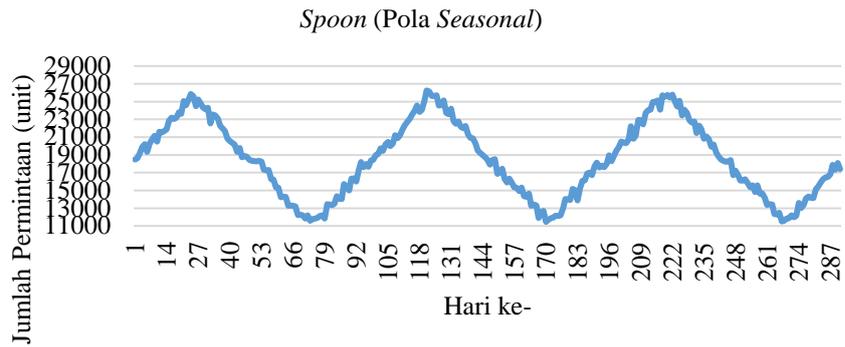
Berdasarkan hasil pengujian data permintaan bulanan produk *spoon* dan *fork*, diketahui bahwa pola data permintaannya bersifat non-stasioner. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukan penguraian data permintaan bulanan dari kedua produk tersebut menjadi data permintaan harian yang membentuk pola *trend* dan *seasonal*. Hasil penguraian data permintaan tersebut diperlihatkan pada Gambar 3 hingga Gambar 6.



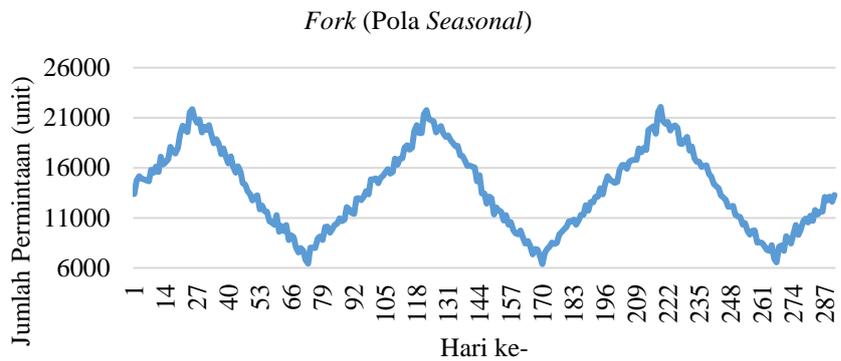
**Gambar 3.** Pola *Trend* Data Permintaan Harian Produk *Spoon*



**Gambar 4.** Pola *Trend* Data Permintaan Harian Produk *Fork*



**Gambar 5.** Pola *Seasonal* Data Permintaan Harian Produk *Spoon*



**Gambar 6.** Pola *Seasonal* Data Permintaan Harian Produk *Fork*

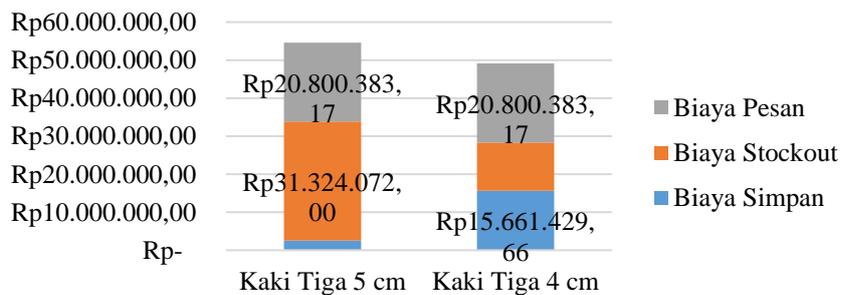
**Analisis Metode Pengendalian Persediaan P(t, E) Multi-Item**

Hasil perhitungan total biaya pengendalian persediaan produk Kaki Tiga 5 cm dan Kaki Tiga 4 cm dengan metode P(t, E) *Multi-Item* diperlihatkan dalam Tabel 2 dan untuk memperjelas perbandingan antar elemen biaya pengendalian persediaan secara grafis ditunjukkan pada Gambar 7.

**Tabel 2.** Hasil Perhitungan Total Biaya Pengendalian Persediaan Metode P(t, E) *Multi-Item* Produk Kaki Tiga 5cm dan Kaki Tiga 4 cm

Produk	Biaya Simpan	Biaya <i>Stockout</i>	Biaya Pesan	Total Biaya
Kaki Tiga 5 cm	Rp 2.502.197,90	Rp 31.324.072,00	Rp 20.800.383,17	Rp 54.626.653,07
Kaki Tiga 4 cm	Rp 15.661.429,66	Rp 12.649.712,63	Rp 20.800.383,17	Rp 49.111.525,45
Total Biaya Keseluruhan				Rp 103.738.178,52

Biaya Pengendalian Persediaan Kaki Tiga 5 cm dan Kaki Tiga 4 cm dengan Metode P(t, E) *Multi-Item*



**Gambar 7.** Perbandingan Elemen Biaya Pengendalian Persediaan Produk Kaki Tiga 5 cm dan Kaki Tiga 4 cm untuk Metode P(t, E) *Multi-Item*

Berdasarkan Gambar 7, terlihat bahwa biaya *stockout* pada produk Kaki Tiga 5 cm relatif besar dibandingkan biaya pesan, terlebih dibandingkan dengan biaya simpan. Biaya *stockout* memiliki proporsi sebesar 57,34%, sedangkan biaya pesan dan biaya simpan berturut-turut sebesar 38,08% dan 4,58%. Untuk produk Kaki Tiga 4 cm, biaya pesan lebih besar dibandingkan dengan biaya simpan dan biaya *stockout*, dimana biaya *stockout* memiliki proporsi sebesar 42,35%, sedangkan biaya pesan dan biaya simpan berturut-turut sebesar 31,89% dan 25,76%.

Hasil perhitungan pengendalian persediaan untuk produk *Spoon* dan *Fork* yang memiliki pola permintaan *trend* dengan metode P(t, E) *Multi-Item* menunjukkan bahwa periode pemesanan yang optimal adalah 66 hari dengan besar total biaya pengendalian persediaan yang timbul diperlihatkan perbandingan antar elemen biaya pengendalian persediaan secara grafis ditunjukkan pada Gambar 8.

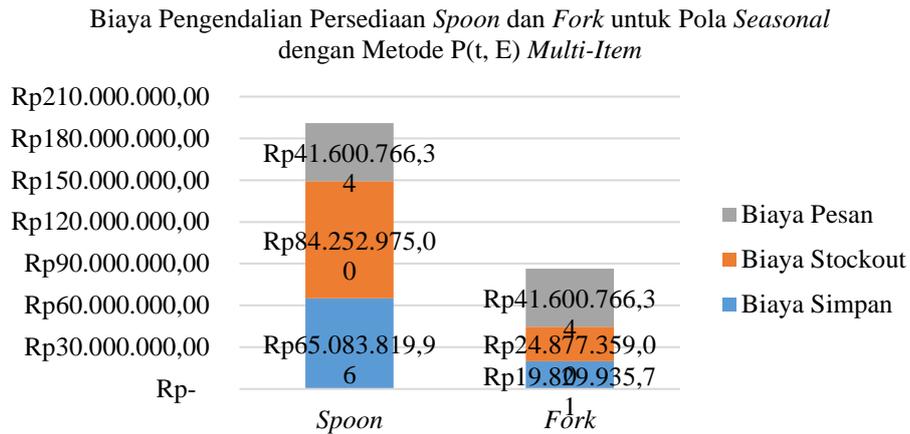
Berdasarkan Gambar 8, terlihat bahwa biaya *stockout* pada produk *Spoon* relatif besar dibandingkan biaya simpan, terlebih dibandingkan dengan biaya pesan. Biaya *stockout* memiliki proporsi sebesar 44,21%, sedangkan biaya simpan dan biaya pesan berturut-turut sebesar 33,78% dan 22%. Untuk produk *Fork*, biaya pesan yang relatif lebih besar dibandingkan dengan biaya *stockout* dan biaya simpan, dimana biaya pesan memiliki proporsi sebesar 50,66%, sedangkan biaya *stockout* dan biaya simpan berturut-turut sebesar 26,80% dan 22,54%.



**Gambar 8.** Perbandingan Elemen Biaya Pengendalian Persediaan Produk *Spoon* dan *Fork* untuk Pola *Trend* dengan Metode P(t, E) *Multi-Item*

Hasil perhitungan pengendalian persediaan untuk produk *spoon* dan *fork* yang memiliki pola permintaan *seasonal* dengan metode P(t, E) *Multi-Item* menunjukkan bahwa periode pemesanan yang optimal adalah 65 hari dengan besar total biaya pengendalian persediaan yang timbul diperlihatkan perbandingan antar elemen biaya pengendalian persediaan secara grafis ditunjukkan pada Gambar 9.

Berdasarkan Gambar 9, terlihat bahwa biaya *stockout* pada produk *Spoon* relatif besar dibandingkan biaya simpan, terlebih dibandingkan dengan biaya pesan. Biaya *stockout* memiliki proporsi sebesar 44,13%, sedangkan biaya simpan dan biaya pesan berturut-turut sebesar 34,89% dan 21,79%. Untuk produk *Fork*, biaya pesan yang relatif lebih besar dibandingkan dengan biaya *sockout* dan biaya simpan. dimana biaya pesan memiliki proporsi sebesar 48,20%, sedangkan biaya *stockout* dan biaya simpan berturut-turut sebesar 28,82% dan 22,98%.



**Gambar 9.** Perbandingan Elemen Biaya Pengendalian Persediaan Produk *Spoon* dan *Fork* untuk Pola *Seasonal* dengan Metode P(t, E) *Multi-Item*

**Analisis Metode Pengendalian Persediaan Metode Simulasi Monte Carlo**

Hasil perhitungan total biaya pengendalian persediaan produk Kaki Tiga 5 cm dan Kaki Tiga 4 cm dengan Metode Simulasi Monte Carlo diperlihatkan dalam Tabel 3 dan untuk memperjelas perbandingan antar elemen biaya pengendalian persediaan secara grafis ditunjukkan pada Gambar 10.

**Tabel 3.** Hasil Perhitungan Total Biaya Pengendalian Persediaan Metode Simulasi Monte Carlo untuk Produk Kaki Tiga 5cm dan 4 cm

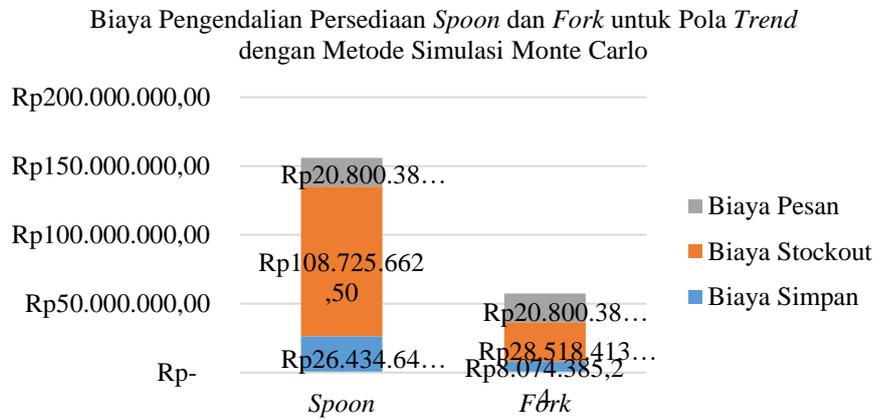
Produk	Biaya Simpan	Biaya Stockout	Biaya Pesan	Total Biaya
Kaki Tiga 5 cm	Rp 2.312.207,33	Rp 32.062.180,80	Rp 10.400.191,59	Rp 44.774.579,72
Kaki Tiga 4 cm	Rp 1.037.451,75	Rp 13.926.367,13	Rp 10.400.191,59	Rp 25.364.010,46
Total Biaya Keseluruhan				Rp 70.138.590,18



**Gambar 10.** Perbandingan Elemen Biaya Pengendalian Persediaan Produk Kaki Tiga 5 cm dan Kaki Tiga 4 cm untuk Metode Simulasi Monte Carlo

Berdasarkan Gambar 10, terlihat bahwa biaya *stockout* pada produk Kaki Tiga 5 cm relatif besar dibandingkan biaya pesan, terlebih dibandingkan dengan biaya simpan. Biaya *stockout* memiliki proporsi sebesar 71,61%, sedangkan biaya pesan dan biaya simpan berturut-turut sebesar 23,23% dan 5,16%. Untuk produk Kaki Tiga 4 cm, biaya *stockout* yang lebih besar dibandingkan dengan biaya pesan dan relatif besar dibandingkan dengan biaya simpan, dimana biaya *stockout* memiliki proporsi sebesar 54,91%, sedangkan biaya pesan dan biaya simpan berturut-turut sebesar 41% dan 4,09%.

Hasil perhitungan pengendalian persediaan untuk produk *Spoon* dan *Fork* yang memiliki pola permintaan *trend* dengan Metode Simulasi Monte Carlo menunjukkan bahwa periode pemesanan yang optimal adalah 100 hari dengan besar total biaya pengendalian persediaan yang timbul diperlihatkan dalam perbandingan antar elemen biaya pengendalian persediaan secara grafis ditunjukkan pada Gambar 11.



**Gambar 11.** Perbandingan Elemen Biaya Pengendalian Persediaan Produk *Spoon* dan *Fork* untuk Pola *Trend* dengan Metode Simulasi Monte Carlo

Berdasarkan Gambar 11, terlihat bahwa biaya *stockout* pada produk *Spoon* relatif lebih besar dibandingkan biaya simpan dan biaya pesan, dimana biaya *stockout* memiliki proporsi sebesar 69,71%, sedangkan biaya simpan dan biaya pesan berturut-turut sebesar 16,95% dan 13,34%. Untuk produk *Fork*, biaya *stockout* juga lebih besar dibandingkan dengan biaya pesan dan relatif lebih besar dibandingkan biaya simpan, dimana biaya *stockout* memiliki 69,71%, sedangkan biaya pesan dan biaya simpan berturut-turut sebesar 36,24% dan 14,07%.

Hasil perhitungan pengendalian persediaan untuk produk *spoon* dan *fork* yang memiliki pola permintaan *seasonal* dengan metode Simulasi Monte Carlo menunjukkan bahwa periode pemesanan yang optimal adalah 103 hari dengan besar total biaya pengendalian persediaan yang timbul diperlihatkan dalam perbandingan antar elemen biaya pengendalian persediaan secara grafis ditunjukkan pada Gambar 12.



**Gambar 12.** Perbandingan Elemen Biaya Pengendalian Persediaan Produk *Spoon* dan *Fork* untuk Pola *Seasonal* dengan Metode Simulasi Monte Carlo

Berdasarkan Gambar 12, terlihat bahwa biaya *stockout* pada produk *Spoon* relatif lebih besar dibandingkan biaya simpan dan biaya pesan, dimana biaya *stockout* memiliki

proporsi sebesar 70,25%, sedangkan biaya simpan dan biaya pesan berturut-turut sebesar 16,70% dan 13,05%. Untuk produk *Fork*, biaya *stockout* juga lebih besar dibandingkan dengan biaya pesan dan relatif lebih besar dibandingkan biaya simpan, dimana biaya *stockout* memiliki 52,11%, sedangkan biaya pesan dan biaya simpan berturut-turut sebesar 33% dan 15,04%.

**Analisis Pengaruh Pola Data Permintaan terhadap Metode Pengendalian Persediaan**

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, diketahui bahwa metode pengendalian persediaan yang terbaik untuk produk Kaki Tiga 5 cm dan Kaki Tiga 4 cm yang memiliki pola permintaan konstan adalah Metode Simulasi Monte Carlo, dimana total biaya pengendalian persediaan yang dihasilkan adalah sebesar Rp 70.138.590,18, lebih kecil dibandingkan dengan Rp 103.738.178,52 pada Metode P(t, E) *Multi-Item*. Selisih total biaya pengendaliannya adalah sebesar Rp 33.599.585,34 atau 32,39%

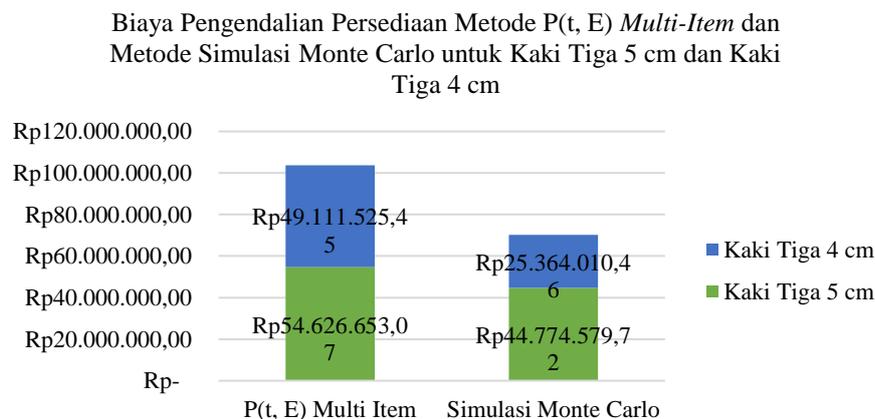
Untuk produk *Spoon* dan *Fork* yang memiliki pola permintaan *trend*, metode pengendalian persediaan yang terbaik juga Metode Simulasi Monte Carlo, dimana total biaya pengendalian persediaan yang dihasilkan adalah sebesar Rp 213.353.870,45, lebih kecil dibandingkan dengan Rp 271.166.894,27 pada Metode P(t, E) *Multi-Item*. Selisih total biaya pengendaliannya adalah sebesar Rp 57.813.023,82 atau 21,32%

Metode pengendalian persediaan yang terbaik untuk produk *Spoon* dan *Fork* yang memiliki pola permintaan *seasonal* adalah metode Simulasi Monte Carlo pula, dimana total biaya pengendalian persediaan yang dihasilkan adalah sebesar 222.764.817,81, lebih kecil dibandingkan dengan Rp 277.245.622,36 pada metode P(t, E) *Multi-Item*. Selisih total biaya pengendaliannya adalah sebesar Rp 54.480.804,55 atau 19,65%.

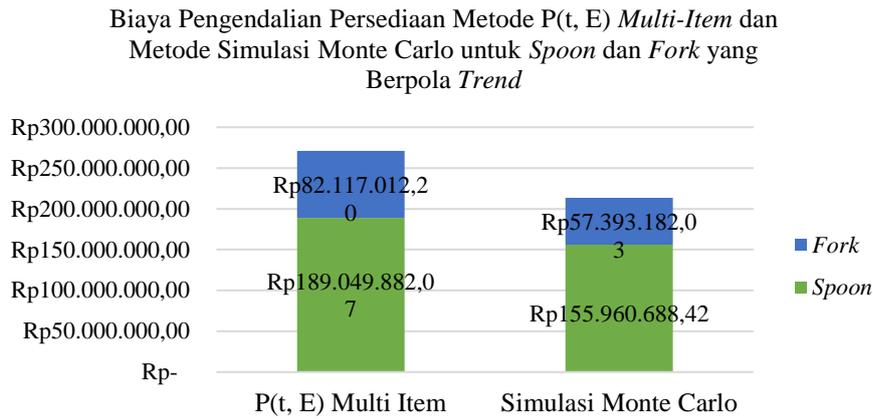
Hasil perbandingan total biaya pengendalian persediaan dari kedua metode tersebut diperlihatkan pada Tabel 4 sebagai perwakilan serta Gambar 13 hingga Gambar 15.

**Tabel 4.** Perbandingan Total Biaya Pengendalian Persediaan antara Metode P(t, E) *Multi-Item* dan Metode Simulasi Monte Carlo untuk Produk Kaki Tiga 5 cm dan Kaki Tiga 4 cm

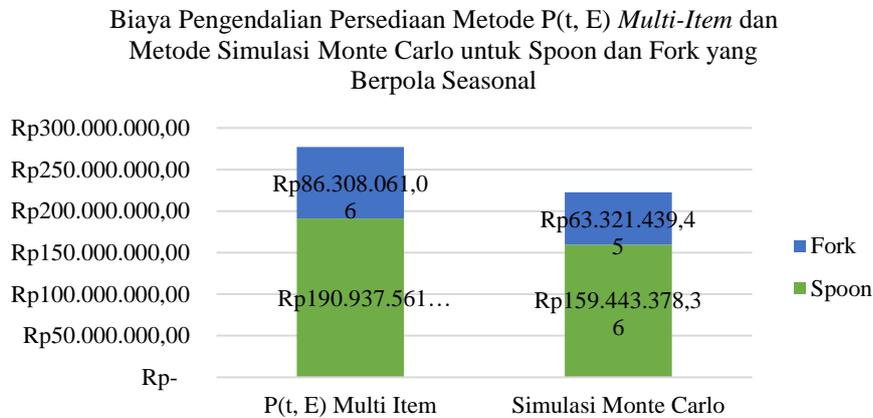
Produk	Biaya Pengendalian Persediaan	
	P(t, E) <i>Multi Item</i>	Simulasi Monte Carlo
Kaki Tiga 5 cm	Rp 54.626.653,07	Rp 44.774.579,72
Kaki Tiga 4 cm	Rp 49.111.525,45	Rp 25.364.010,46
Total	Rp 103.738.178,52	Rp 70.138.590,18



**Gambar 13.** Perbandingan Total Biaya Pengendalian Persediaan antara Metode P(t, E) *Multi-Item* dan Metode Simulasi Monte Carlo untuk Produk Kaki Tiga 5 cm dan Kaki Tiga 4 cm



**Gambar 14.** Perbandingan Total Biaya Pengendalian Persediaan antara Metode P(t, E) *Multi-Item* dan Metode Simulasi Monte Carlo untuk Produk *Spoon dan Fork* yang Berpola *Trend*



**Gambar 15.** Perbandingan Total Biaya Pengendalian Persediaan antara Metode P(t, E) *Multi-Item* dan Metode Simulasi Monte Carlo untuk Produk *Spoon dan Fork* yang Berpola *Seasonal*

**PENUTUP**

Produk yang diteliti adalah produk peralatan dan perlengkapan hotel, restoran, dan café yang masuk ke dalam kategori A dalam Analisis ABC yaitu Kaki Tiga 5 cm, Kaki Tiga 4 cm, *Spoon dan Fork*. Produk Kaki Tiga 5 cm dan Kaki Tiga 4 cm merupakan produk yang pola data permintaannya bersifat stasioner (pola konstan), sedangkan produk *spoon* dan *fork* merupakan produk yang pola data permintaannya bersifat non-stasioner (pola *trend* dan *seasonal*).

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh hasil bahwa metode pengendalian persediaan yang terbaik untuk pola permintaan konstan, *trend* dan *seasonal* adalah metode Simulasi Monte Carlo. Hal tersebut dikarenakan menghasilkan total biaya pengendalian persediaan yang lebih kecil dibandingkan metode P(t, E) *Multi-Item*. Selisih total biaya pengendalian untuk pola permintaan konstan adalah sebesar Rp 33.599.585,34 atau 32,39%. Selisih total biaya pengendalian untuk pola permintaan *trend* adalah sebesar Rp 57.813.023,82 atau 21,32%. Selisih total biaya pengendalian pola permintaan *seasonal* adalah sebesar Rp 54.480.804,55 atau 19,65%.

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian lanjutan adalah jenis pola permintaan dapat ditambah, jumlah data permintaan dapat diperbanyak, membandingkan metode pengendalian persediaan yang lain, jumlah iterasi di dalam *Solver* dibuat lebih banyak.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andriansyah, Sentia, P. D., Sastri, S. E., & Prasanti, N. (2018). Decision Making of Inventory System Using Monte Carlo Simulation : A Case Study. *International Journal of Conceptions on Computing and Information Technology*, 6(August 2018), 5–7.
- Arief, S., & Aji, T. (2013). Pengendalian Persediaan Menggunakan Simulasi Berbasis Spreadsheet (Studi Kasus : Jaringan Toko Sepatu Olahraga). *Jurnal Kaunia*, 9(1), 53–62.
- Arismawati, P., Ridwan, A. Y., & Santosa, B. (2015). Perencanaan Kebijakan Persediaan untuk Meminimasi Biaya Total Persediaan dengan Pendekatan Metode Periodic Review (r,s,s) pada Part Aksesoris. *EProceedings of Engineering*, 2(2), 4877–4885.
- Axsäter, S. (2015). Inventory Control. In *Springer eBooks* (3rd ed.). Switzerland: Springer.
- Fitri, F., Adhiputra, R. F., & Lestari, S. (2021). Optimasi Biaya Persediaan Komoditi Sayur Organik di PT Masada Organik Indonesia Menggunakan Simulasi Monte Carlo. *Bulletin of Applied Industrial Engineering Theory*, 2(2).
- Guslan, D., & Saputra, I. (2020). Analisis Pengendalian Inventori Dengan Klasifikasi ABC dan EOQ Pada PT Nissan Motor Distributor Indonesia. *Jurnal Logistik Bisnis*, 10(1), 73–77. <https://doi.org/10.46369/logistik.v10i1.700>
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2017). *Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management* (12th ed.). USA: Pearson Education, Inc.
- Jacob, F. R., & Chase, R. B. (2018). *Operations and Supply Chain Management* (15th ed.). New York: McGraw-Hill Education.
- Leepaitoon, S., & Bunternghit, C. (2019). The Application of Monte Carlo Simulation for Inventory Management: a Case Study of a Retail Store. *International Journal of the Computer, the Internet and Management*, 27(2), 76–83.
- Moh. Jufriyanto. (2020). Peramalan Permintaan Keripik Singkong dengan Simulasi Monte Carlo Forecasting Demand for Cassava Chips with Monte Carlo Simulation. *Jurnal Teknik Industri*, 6(2), 107–113.
- Prawita, R., Sumijan, S., & Nurcahyo, G. W. (2021). Simulasi Metode Monte Carlo dalam Menjaga Persediaan Alat Tulis Kantor (Studi Kasus di IAIN Batusangkar). *Jurnal Informatika Ekonomi Bisnis*, 3, 72–77. <https://doi.org/10.37034/infec.v3i2.69>
- Russell, R. S., & Taylor, B. W. (2011). *Operations Management: Creating Value Along the Supply Chain* (7th ed.). USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Samudra, M., & Suhada, K. (2019). Usulan Pengendalian Persediaan Peralatan dan Perlengkapan Hotel, Restoran, dan Café di Mr. Kitchen. *Journal of Integrated System*, 2(2). <https://doi.org/10.28932/jis.v2i2.2007>
- Santoso, & Heryanto, R. M. (2017). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi 1*. Bandung: Alfabeta.
- Shenoy, D., & Rosas, R. (2018). *Problems and Solutions in Inventory Management*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-65696-0>
- Slack, N., Jones, A. B., & Johnston, R. (2016). *Operations Management* (8th ed.). Harlow: Pearson Education Limited.
- Trisnawati, U., W, P. A., & Pujotomo, D. (2018). Rancangan Pengendalian Persediaan Spare Part Studi Kasus Pt. Indonesia Power Unit Pembangkitan Semarang. *Industrial Engineering Online Journal*, 7(1).
- Widjajati, F. A., Soehardjoepri, & Fani, E. (2017). Metode Winter Eksponensial Smoothing Dan Metode Event. *Limits: Journal of Mathematics and Its Applications*, 14(1), 25–35. <http://iptek.its.ac.id/index.php/limits/article/view/2127>