

Perencanaan Pengendalian Persediaan Bahan Baku pada Perusahaan Manufaktur dengan Pendekatan Probabilistik

Yevita Nursyanti¹, Addin Nina²

^{1,2}Jurusan Manajemen Logistik Industri Elektronika, Politeknik APP Jakarta
Jl. Timbul No.34, RW.5, Cipedak, Kec. Jagakarsa, Kota Jakarta Selatan, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 1263
Email : addin.nina@gmail.com

Abstrak

Perusahaan Manufaktur merupakan perusahaan manufaktur di bidang *food and beverage* yang memproduksi bumbu masak, berupa kaldu ayam, kaldu jamur, kaldu sapi dan lainnya. Selama kerja praktik ditemukan permasalahan berupa kekurangan bahan baku yang menimbulkan kerugian biaya gaji karyawan, yang harus tetap terbayar walaupun produksi berhenti, dan pemenuhan permintaan konsumen terhadap produk perusahaan menjadi tertunda. Laporan tugas akhir ini bertujuan untuk menentukan perencanaan pengendalian persediaan bahan baku merica. Metode yang digunakan untuk mengatasi masalah tersebut yaitu, metode probabilistik *P backorder*. Penggunaan metode tersebut, layak digunakan untuk karakteristik yang berupa jarak waktu antara pemesanannya tetap, namun jumlah persediaannya berubah-ubah. Kebijakan yang didapatkan dari perhitungan metode probabilistik *P backorder* yaitu, jumlah pemesanan sebesar 4092 kg dengan waktu pemesanan (T) 0,11/tahun atau 33 hari baru akan dilakukan pemesanan kembali, dengan biaya ongkos total persediaan yang dikeluarkan perusahaan Rp 3.178.971.570/tahun dengan tingkat pelayanan 99,93%. Berdasarkan permasalahan tersebut maka dilakukan perencanaan pengendalian persediaan bahan baku optimal untuk menentukan jumlah pemesanan dan waktu pemesanan kembali.

Kata kunci: *Back Order*, Persediaan, Peramalan, , Probabilistik, Uji Normalitas

Abstract

Perusahaan Manufaktur is a manufacturing company in the food and beverage sector that produces cooking spices, in the form of chicken broth, mushroom broth, beef broth and others. During practical work, problems were found in the form of a shortage of raw materials that caused a loss in employee salary costs, which must still be paid even though production stopped, and the fulfillment of consumer demand for the company's products was delayed. This final project report aims to determine the planning of raw material inventory control of pepper. The method used to overcome this problem is the P backorder probabilistic method. The use of this method is feasible for characteristics in the form of a fixed time interval between orders, but the amount of inventory varies. The policy obtained from the calculation of the P backorder probabilistic method, namely, the number of orders of 4092 kg with an order time (T) of 0.11/year or 33 days will be reordered, with the total cost of inventory issued by the company Rp. 3,178,971,570/year with a service level of 99.93%. Based on these problems, optimal raw material inventory control planning is carried out to determine the number of orders and the time of reordering.

Keywords: *Inventory, Forecasting, Normality Test, Probabilistic, Back Order.*

Pendahuluan

Objek penelitian merupakan Perusahaan Manufaktur di bidang *food and beverage* yang memproduksi bumbu masak, berupa kaldu ayam, kaldu jamur, kaldu sapi dan lainnya. Kerja praktik dilakukan di Perusahaan Manufaktur pada bagian divisi *accounting* dan divisi *purchasing*. *Accounting* merupakan bagian yang bertanggung jawab dan melakukan verifikasi transaksi keuangan perusahaan. Bagian tersebut yang bertanggung jawab melayani pembayaran pembelian produk perusahaan serta bertanggung jawab mengenai keluar masuknya uang di perusahaan untuk kebutuhan operasional perusahaan[1]–[4]. Bagian *purchasing*, yaitu bagian yang melakukan pengadaan bahan baku mulai dari negosiasi harga pembelian, mediasi pembayaran, bertanggung jawab mengenai *invoice*, faktur, dan *purchase order*[5]–[8].

Berdasarkan pengamatan melalui kerja praktik di Perusahaan Manufaktur diketahui sering kali perusahaan mengalami kekurangan pada bahan baku merica. Merica merupakan salah satu bahan baku rempah dari produk bumbu masak yang diproduksi Perusahaan Manufaktur. Merica ini berfungsi sebagai aroma pedas yang tercipta pada masakan sehari-hari. Kekurangan terjadi pada tiga periode dalam satu tahun, dengan total kekurangan 5.720 kg merica. Kekurangan bahan baku merica menyebabkan perusahaan terpaksa melakukan *stop* produksi, dengan produksi berhenti perusahaan tetap

mengeluarkan gaji untuk karyawan sebesar Rp 28.350.000. *Stop* produksi menyebabkan permintaan produk oleh konsumen menjadi tertunda. Produk bumbu masak tidak dapat diproduksi apabila bahan baku merica tidak tersedia karena merica adalah salah satu kunci aroma rempah pada semua produk perusahaan.

Perusahaan Manufaktur hanya menggunakan perkiraan dengan melihat stok bahan baku pada periode sebelumnya. Sehingga pembelian bahan baku merica dilakukan ketika stok bahan baku merica mendekati kekurangan. Strategi produksi yang digunakan pada perusahaan ini yaitu, *make to order*, artinya perusahaan memproduksi ketika saat ada permintaan dari *customer*. Berdasarkan uraian permasalahan di atas, maka dilakukannya penelitian untuk bisa merencanakan pengendalian persediaannya dengan menggunakan metode *backorder*[9]–[12].

Metode Penelitian

Proses pengumpulan data digunakan untuk penelitian ini, teknik yang dilakukan untuk pengumpulan data adalah sebagai berikut.

1. Teknik Wawancara
Teknik wawancara merupakan kegiatan yang dilakukan untuk mendapatkan sebuah informasi, yang dimana wawancara melakukan tanya jawab langsung dengan narasumber terkait dengan permasalahan yang terjadi pada perusahaan. Wawancara terkait permasalahan ini dilakukan dengan *manager production*, wawancara dilakukan dengan membahas suatu perencanaan persediaan pada perusahaan tersebut.
2. Teknik Observasi
Kegiatan observasi dilakukan dengan mengamati langsung terkait kegiatan pada setiap divisi dalam perusahaan, khususnya pada bagian gudang perusahaan, selain itu pengamatan juga dilakukan pada produk perusahaan. Pada teknik ini dilakukannya pencarian suatu masalah yang terjadi pada gudang perusahaan, serta mencari solusi terkait permasalahan yang terjadi. Data yang didapat dari teknik pengamatan langsung ini adalah proses pengambilan keputusan pembelian bahan baku, serta proses aktivitas di gudang mulai dari pembuatan produk hingga produk yang keluar dijual.
3. Teknik Dokumentasi
Dokumentasi merupakan kegiatan pengambilan data yang dilakukan dengan foto terhadap suatu kegiatan perusahaan, foto lingkungan perusahaan, dan foto terkait data yang dibutuhkan untuk melaksanakan penyusunan laporan tugas akhir.

Salah satu metode penyelesaian masalah yang dapat diimplementasikan dalam permasalahan stok adalah dengan menggunakan peramalan. Peramalan dalam dunia bisnis adalah kegiatan atau proses memprediksi nilai masa depan berdasarkan data masa lalu. Kegiatan ini mencakup penggunaan data historis dengan memproyeksikannya untuk masa depan yang menggunakan jenis metode matematis. Salah satu tujuan peramalan untuk memberi kesiapan penuh kepada pihak manajemen perusahaan agar bisa mengetahui berbagai kondisi yang mungkin terjadi di kemudian hari. Suatu ramalan dianggap baik jika mendekati kebenaran, namun sebaliknya suatu ramalan dianggap tidak tepat jika jauh dari realita yang terjadi. Salah satu metode peramalan yang dapat digunakan, yaitu probabilistik metode P dengan *backorder*. Menurut [13]–[23] mengemukakan bahwa metode ini hanya berlaku jika kekurangan persediaan diperlakukan dengan back order. Dalam hal ini, pengguna menunggu barang yang diminta sampai tersedia.

Berikut merupakan langkah-langkah dalam penggunaan probabilistik metode P dengan *backorder*.

1. Hitung nilai T_0

$$T_0 = \sqrt{\frac{ZA}{Dh}} \quad (1)$$

2. Hitung nilai α dan R

$$\alpha = \frac{Th}{Dh} \quad (2)$$

$$R = D(T\theta + L) + Z\alpha\sqrt{T + L} \quad (3)$$

3. Hitung total ongkos inventori (O_T)

$$O_T = Dp + \frac{A}{T} + h(R - D_L - \frac{DT}{2}) + (\frac{C_u}{T}) N \quad (4)$$

4. Ulangi mulai langkah diatas dengan mengubah $O_T = T_0 + T_0$

- a. Jika hasil (O_T)₀ baru lebih besar dari (O_T)₀ awal, iterasi penambahan T_0 dihentikan. Kemudian dicoba dengan iterasi pengurangan ($T_0 = T_0 - \Delta T_0$) sampai ditemukan nilai $T = T_0$ yang memberikan nilai ongkos total (O_T) * minimal.

- b. Jika hasil $(O_T)0$ baru lebih kecil dari $(O_T)0$ awal, iterasi penambahan ($T_0 = T_0 + \Delta T_0$) dilanjutkan dan baru berhenti apabila $(O_T)0$ baru lebih besar dari $(O_T)0$ yang dihitung sebelumnya. Harga T_0 yang memberikan ongkos total terkecil (O_T) merupakan selang waktu optimal.

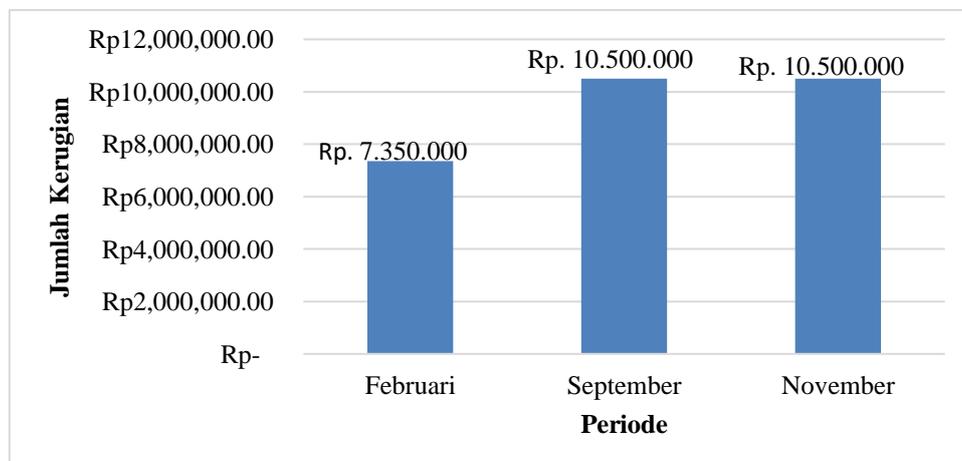
Hasil Dan Pembahasan

Perusahaan Manufaktur belum menentukan kebijakan terkait *lot* pemesanan, pemesanan kembali, dan stok pengaman pada bahan baku diperusahaan. Perusahaan Manufaktur mengalami kesulitan melakukan estimasi permintaan dimasa yang akan datang, dikarenakan permintaan yang naik turun dan permintaan yang tidak diketahui secara pasti. Hal tersebut menyebabkan bahan baku pada Perusahaan Manufaktur mengalami kekurangan. Berikut merupakan data kekurangan bahan baku merica pada periode Januari 2021 sampai dengan Desember 2021.

Tabel 1. Data kekurangan bahan baku merica tahun 2021

Periode	Demand (kg)	Persediaan (kg)	Kekurangan (kg)
Januari	3450	4230	
Februari	2910	780	2130
Maret	2850	2910	
April	2810	2950	
Mei	3760	3810	
Juni	2980	2790	
Juli	3440	3490	
Agustus	2810	3970	
September	2930	1160	1770
Oktober	2630	3760	
November	2960	1140	1820
Desember	2990	3130	

Terjadinya kekurangan menyebabkan timbulnya kerugian biaya gaji karyawan, yaitu perusahaan tetap memberi gaji penuh pada setiap karyawan. Berdasarkan permasalahan yang terjadi, perusahaan harus melakukan pemesanan kembali untuk memenuhi kekurangan tersebut. Pada saat dilakukan pemesanan kembali tidak dikenakan kenaikan biaya beli bahan baku, namun terlibat pada waktu tunggu bahan baku selama satu bulan. Untuk memenuhi kekurangan bahan baku merica tersebut, perlu dilakukannya perhitungan persediaan dan analisis yang dapat menghasilkan kebijakan pengendalian persediaan yang optimal. Berdasarkan dengan karakteristik permasalahan di atas dapat dilakukannya perhitungan pengendalian persediaan dengan metode Probabilistik *P backorder*. Metode Probabilistik *P backorder* ini dipilih berdasarkan permasalahan yang ada terkait kekurangan bahan baku merica dan tertundanya pemenuhan permintaan konsumen pada perusahaan. Berikut merupakan kerugian perusahaan akibat memberi gaji penuh kepada karyawan[24]–[27].



Gambar 1. Stop produksi akibat kekurangan bahan baku merica

a. Identifikasi Data Permintaan

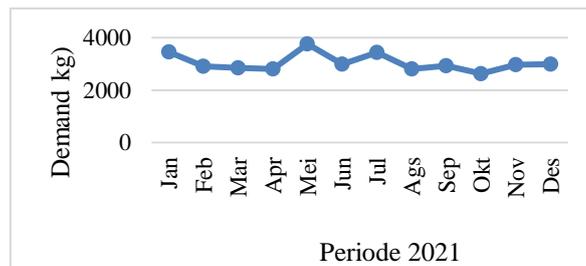
Identifikasi data permintaan bahan baku merica pada Perusahaan Manufaktur tahun 2021. Berikut adalah data permintaan bahan baku merica pada Perusahaan Manufaktur.

Tabel 2. Data permintaan bahan baku merica tahun 2021

Periode	Demand (kg)
Januari	3450
Februari	2910
Maret	2850
April	2810
Mei	3760
Juni	2980
Juli	3440
Agustus	2810
September	2930
Oktober	2630
November	2960
Desember	2990

b. Uji Normalitas

Pola permintaan ini digunakan sebagai penentuan dalam menggunakan metode peramalan. Untuk menentukan kebijakan persediaan perusahaan dilakukan nya perhitungan peramalan. Berikut merupakan pola permintaan bahan baku merica pada PT Tamanddun Inti.



Gambar 2. Pola data permintaan bahan baku merica tahun 2021

Berdasarkan Gambar 2 merupakan pola data permintaan bahan baku merica pada Perusahaan Manufaktur tahun 2021. Dari gambar 2 menggambarkan pola data (*Stasioner*). Menurut [28] mengemukakan bahwa gambar pola data (*Stasioner*) dapat dipertimbangkan dengan metode peramalan rata-rata bergerak (*moving average*) atau dengan metode peramalan-pemulusan (*exponential smoothing*).

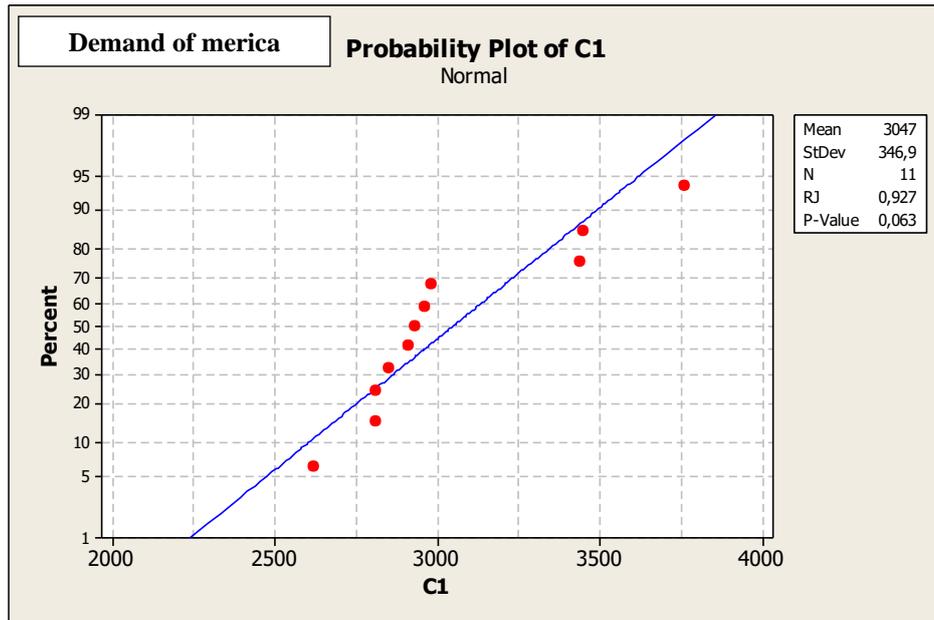
c. Peramalan (*Forecasting*)

Sebelum melakukan perhitungan metode probabilistik P *backorder*, maka terlebih dahulu dilakukan uji normalitas dari hasil peramalan terbaik. Uji normalitas data dilakukan dengan bantuan *software Minitab-19*. Kriteria uji normalitas dengan nilai α (5%), sebagai berikut.

- 1) Nilai Probabilitas < 0,05 adalah berdistribusi tidak normal.
- 2) Nilai Probabilitas > 0,05 adalah berdistribusi normal

Uji normalitas merupakan uji yang dilakukan untuk bertujuan menilai dan menentukan sebaran data yang telah dikumpulkan berdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas dilakukan dengan metode *Shapiro Wilk* dikarenakan jumlah data yang digunakan kurang dari 30 Berikut merupakan hasil uji normalitas dengan menggunakan *Minitab-19*.

Grafik 1 Uji Normalitas



Gambar 3. Uji Normalitas

Berdasarkan Grafik 3 hasil uji normalitas data, didapatkan hasil rata-rata permintaan atau nilai *mean* sebesar 3047, yang menghasilkan nilai signifikan normal sebesar 0,063. Uji normalitas data dapat disimpulkan normal ketika besaran peluang (probabilitas) yang diamati > 0,05. Sehingga dapat disimpulkan bahwa data permintaan merica berdistribusi normal.

Setelah diketahui data permintaan berdistribusi normal, maka akan dilakukan perhitungan standar deviasi hasil perhitungan peramalan. Berikut adalah perhitungan standar deviasi, sebagai berikut.

Tabel 3. Perhitungan standar deviasi dari demand peramalan 2021

Periode	y'	$y' \text{ bar}$	$y' - y' \text{ bar}$	$(y' - y' \text{ bar})^2$	Standar Deviasi
Januari	3450.00	3149.35	301	90393	195.6884649
Februari	3450.00		301	90393	
Maret	3234.00		85	7166	
April	3080.40		-69	9918379.18	
Mei	2972.24		-177	31366.48	
Juni	3287.34		138	19042.39	
Juli	3164.41		15	226.93	
Agustus	3274.64		125	15699	
September	3088.79		-61	3667.01	
Oktober	3025.27		-124	15394.81	
November	2863.16		-286	81902.33	
Desember	2901.90		-247	61229.44	
	37792				

Berdasarkan Tabel 3 perhitungan standar deviasi dilakukan dengan merata-rata jarak penyimpanan titik data yang diukur dari nilai-nilai rata-rata peramalan. Dapat diketahui standar deviasi sebesar 195,69 kg yang dibulatkan menjadi 196 kg. Perhitungan standar deviasi ini digunakan untuk salah komponen dalam perhitungan metode probabilistik.

Perhitungan metode probabilistik P backorder

Pada perhitungan metode probabilistik terlebih dahulu melakukan identifikasi biaya persediaan. Biaya persediaan merupakan biaya yang timbul adanya penyimpanan persediaan. Berikut adalah identifikasi biaya persediaan.

- 1) Biaya Beli
Biaya beli diperoleh dari harga bahan baku dikalikan dengan jumlah permintaan. Biaya beli bahan baku merica sebesar Rp 84.000/kg.
- 2) Biaya Pesan

Biaya pesan adalah biaya yang dikeluarkan perusahaan yang berkaitan dengan pemesanan bahan baku merica. Berikut adalah rincian biaya pesan per tahun.

Tabel 4. Biaya pesan

Biaya Pesan		
Keterangan	Biaya	Satuan
Biaya administrasi pembayaran	Rp 6.500	/pesan
Biaya Telepon	Rp 3.200	/pesan
Biaya Internet divisi pengadaan	Rp 14.550	/pesan
Total Biaya Pemesanan	Rp 24.250	/pesan

Berdasarkan Tabel 4, total biaya pesan sebesar Rp 24.250/pesan. Proses pembelian bahan baku merica ini dilakukan perusahaan dengan memesan melalui *WhatsApp call* dan dipantau dengan menggunakan telepon kantor untuk memastikan apakah pesanan sudah masuk ke perusahaan *supplier*. Pembelian bahan baku merica tidak dikenakan untuk biaya pengiriman dikarenakan pembelian bahan baku sudah dikenakan PPN 10% untuk setiap kali pesannya. Berikut merupakan biaya-biaya yang terlibat pada biaya pemesanan.

- a) Proses melakukan *transfer* akan dikenakan administrasi bank sebesar Rp 6.500 untuk setiap kali transaksinya.
 - b) Biaya telepon didapatkan dari 10% biaya penggunaan divisi pengadaan. Angka 10%, didapat dari kebijakan perusahaan yang diperoleh pada saat wawancara. Sehingga didapatkan biaya telepon sebesar Rp 3.200/pesan.
 - c) Biaya internet untuk divisi pengadaan sebesar Rp 14.550/pesan yang didapatkan dari 5% penggunaan internet untuk divisi pengadaan. Biaya internet untuk setiap bulannya sebesar Rp 291.000. Angka 5% didapatkan dari kebijakan perusahaan yang diperoleh pada saat wawancara.
- 3) **Biaya Simpan**
 Biaya simpan adalah biaya yang dikeluarkan perusahaan yang berkaitan dengan penyimpanan bahan baku merica. Berikut adalah tabel rincian biaya per sekali pesan.

Tabel 5. Biaya simpan

Biaya Simpan		
Keterangan	Biaya	Satuan
Gaji Tenaga Kerja Gudang	Rp 45.000.000	/tahun
Biaya Listrik Gudang	Rp 3.240.000	/tahun
Total	Rp 48.240.000	/tahun
Kapasitas Penyimpanan dalam Gudang	30000	kg
Total Biaya Simpan	Rp 1.608	Kg/tahun

Berdasarkan Tabel 5, komponen biaya simpan terdiri dari biaya tenaga kerja di gudang dan biaya listrik pada gudang. Berikut merupakan identifikasi biaya simpan.

- a) Gaji tenaga kerja pada bagian gudang didapat dari gaji per hari sebesar Rp 150.000/perhari dalam 25 hari kerja dalam sebulan. Sehingga didapatkan biaya tenaga kerja di gudang sebesar Rp 45.000.000/tahun.
- b) Biaya listrik gudang didapatkan dari sebesar 10% penggunaan listrik pada bagian gudang. Angka 10% didapatkan dari kebijakan perusahaan yang diperoleh pada saat wawancara. Untuk biaya listrik pertahun sebesar Rp 32.400.000, maka dapat diketahui biaya listrik gudang sebesar Rp 3.240.000/tahun.

Dapat diketahui rata-rata jumlah penyimpanan di dalam gudang sebesar 30000 kg dari kebijakan perusahaan, sehingga dapat diketahui untuk biaya simpan sebesar Rp 1.608 kg/tahun.

- 4) **Biaya Kekurangan**
 Biaya kekurangan adalah biaya yang dikeluarkan ketika persediaan tidak mencukupi atau biaya tidak terduga yang dikeluarkan perusahaan untuk memenuhi kebutuhan. Berikut merupakan perhitungan biaya kekurangan, sebagai berikut.

Tabel 6. Biaya kekurangan
Biaya Kekurangan

Keterangan	Biaya	Satuan
Biaya <i>backorder</i>	Rp 24.250	
Rata-rata permintaan bahan baku	3040	kg/bulan
Total biaya <i>backorder</i>	Rp 8	/kg
Biaya gaji karyawan	Rp 26.250.000	/bulan
Total biaya gaji karyawan	Rp 8.635	/kg
Total biaya kekurangan	Rp 8.643	kg

Berdasarkan Tabel 6, biaya kekurangan persediaan terjadi, ketika perusahaan melakukan pemesanan kembali dan disebabkan dengan gaji karyawan. Dapat dijelaskan identifikasi biaya kekurangan sebagai berikut.

- a) biaya *backorder* sebesar Rp 24.250 dibagi dengan rata-rata permintaan bahan baku perbulan sebesar 3040 kg, sehingga menghasilkan biaya *backorder* sebesar Rp 8/kg.
- b) Pada proses menunggu bahan baku saat dipesan, perusahaan mengalami kerugian akibat waktu tunggu yang menyebabkan adanya *stop* produksi. Dengan biaya gaji karyawan sebesar Rp 150.000/perhari, selama 25 hari kerja dalam sebulan, dengan total karyawan gudang sebanyak 7 orang, sehingga biaya gaji karyawan yang dikeluarkan sebesar Rp 26.250.000/bulan. Sehingga total biaya gaji karyawan sebesar Rp 8.635/kg.

Biaya kekurangan didapatkan dari total biaya *backorder* dengan total biaya gaji karyawan, sehingga total biaya kekurangan yang diperoleh sebesar Rp 8.643/kg.

d. Menentukan Pola Permintaan

Peramalan permintaan merupakan suatu usaha yang mengetahui jumlah produk di masa yang akan datang, bertujuan untuk menentukan perkiraan kebutuhan bahan baku merica. Berdasarkan pola data aktual permintaan bahan baku merica pada periode 2021, akan digunakan perhitungan metode peramalan sebagai berikut.

1) *Moving Average*

Pada peramalan dilakukan perhitungan *moving average* tiga (3) bulan, empat (4) bulan, dan enam (6) bulan untuk menentukan nilai *error* yang paling kecil. Berdasarkan perhitungan tiga metode tersebut, diperoleh metode *moving average* enam (6) bulan yang menghasilkan nilai *error* terkecil.

Tabel 7. Perhitungan Peramalan dengan Metode Moving Average (6)

Periode	Demand (kg)	Forecast	Error	Error	Error ²	Error / Demand
Jan-21	3450					
Feb-21	2910					
Mar-21	2850					
Apr-21	2810					
Mei-21	3760					
Jun-21	2980					
Jul-21	3440	3126.67	313.33	313.33	98177.8	9%
Ags-21	2810	3125.00	-315.00	315.00	99225.0	11%
Sep-21	2930	3108.33	-178.33	178.33	31802.8	6%
Okt-21	2620	3121.67	-501.67	501.67	251669.4	19%
Nov-21	2960	3090.00	-130.00	130.00	16900.0	4%
Des-21	2990	2956.67	33.33	33.33	1111.1	1%
Jan-22		2958.33	-2958.33	2958.33	8751736.1	
Feb-22		2878.06	-2878.06	2878.06	8283203.8	
Mar-22		2889.40	-2889.40	2889.40	8348621.7	
Apr-22		2882.63	-2882.63	2882.63	8309562.5	
Mei-22		2926.40	-2926.40	2926.40	8563834.7	
Jun-22		2920.80	-2920.80	2920.80	8531093.3	
rata-rata		35984				

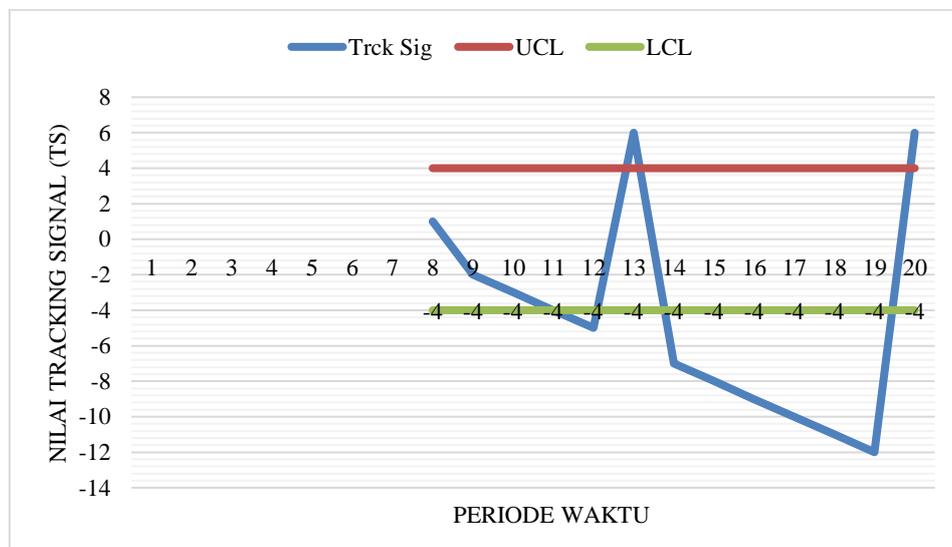
Nilai Rata-Rata Error	ME	MAD	MSE	MAPE
	-1519.5	1577.3	4273911.5	4%

Berdasarkan Tabel 7 perhitungan *moving average* (6) di atas menghasilkan nilai MAD sebesar 1577,3 nilai MSE sebesar 4273911,5 dan nilai MAPE 4% dengan total peramalan sebesar 35984. Untuk mengetahui sejauh mana keandalan dari metode peramalan yang dipilih, sebaiknya disusun peta kontrol *tracking signal*. Berikut nilai-nilai *tracking signal* untuk model *moving average* (6) bulan.

Tabel 8. Nilai Tracking Signal Moving Average (6)

Periode	Forecast	Aktual	Error	RSFE	Error	RSFE
1	3127	3450	323	323	323	323
2	3125	2910	-215	108	215	108
3	3108	2850	-258	-150	258	150
4	3122	2810	-312	-462	312	462
5	3090	3760	670	208	670	208
6	2957	2980	23	232	23	232
7	2958	3440	482	713	482	713
8	2878	2810	-68	645	68	645
9	2889	2930	41	686	41	686
10	2883	2620	-263	423	263	423
11	2926	2960	34	457	34	457
12	2921	2990	69	526	69	526

Berdasarkan Tabel 8 di atas dapat diketahui nilai RSFE pada perhitungan peramalan metode *moving average* (6) yang mendekati nol sebesar 23. Berdasarkan perhitungan nilai *tracking signal* di atas dapat digambarkan batas-batas nilai *tracking signal* pada peta kontrol sebagai berikut.



Gambar 4. Nilai Tracking Signal Moving Average (6)

Berdasarkan Grafik 4 terlihat bahwa nilai-nilai *tracking signal* untuk metode peramalan *moving average* (6) bulan berada di luar batas-batas yang dapat diterima (maksimum ± 4), dimana nilai *tracking signal* itu bergerak dari +6 sampai -12. Hal ini menunjukkan bahwa akurasi dari metode peramalan *moving average* (6) tidak dapat diandalkan karena berada di luar batas-batas pengendalian *tracking signal* (maksimum ± 4).

2) *Exponential Smoothing*

Pada peramalan dilakukan perhitungan *exponential smoothing* dengan menggunakan (0,1),(0,2), (0,3), (0,4), (0,5), (0,6) untuk menentukan nilai *error* yang paling kecil. Berdasarkan perhitungan enam metode tersebut, diperoleh metode *exponential smoothing* dengan konstanta (0,4) yang menghasilkan nilai *error* terkecil.

Tabel 9. Perhitungan Peramalan dengan Metode ES (0,4)

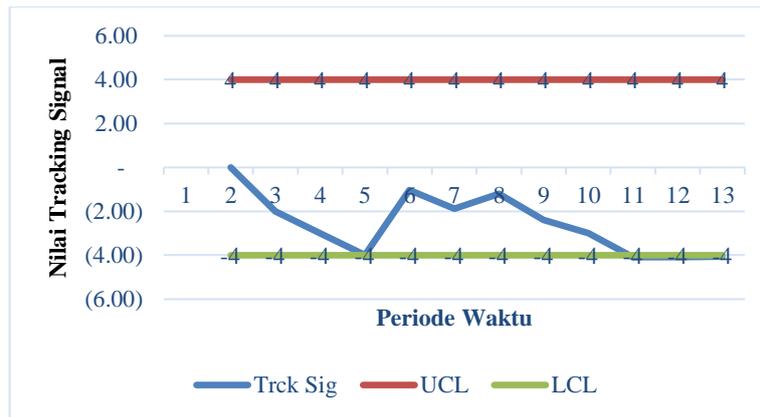
Periode	Demand (kg)	Forecast 0.4	Error	Error	Error ²	Error / Demand
Januari	3450	3450.00	0.0	0.0	0.00	0
Februari	2910	3450.00	-540.0	540.0	291600.0	0.19
Maret	2850	3234.00	-384.0	384.0	147456.0	0.13
April	2810	3080.40	-270.4	270.4	73116.2	0.10
Mei	3760	2972.24	787.8	787.8	620565.8	0.21
Juni	2980	3287.34	-307.3	307.3	94460.3	0.10
Juli	3440	3164.41	275.6	275.6	75951.8	0.08
Agustus	2810	3274.64	-464.6	464.6	215893.9	0.17
September	2930	3088.79	-158.8	158.8	25213.1	0.05
Oktober	2620	3025.27	-405.3	405.3	164245.2	0.15
November	2960	2863.16	96.8	96.8	9377.4	0.03
Desember	2990	2901.90	88.1	88.1	7762.0	0.03
Nilai Rata-Rata		Error	ME	MAD	MSE	MAPE
		37792	-8.9	26.2	11983.6	1%

Berdasarkan Tabel 9 nilai peramalan menggunakan metode *exponential smoothing* dengan α sebesar 0,4 dengan nilai rata-rata *demand forecasting* sebesar 3149 menghasilkan presentase *error* sebesar 1%, nilai MAD sebesar 26,2, nilai MSE sebesar 11983,6. Untuk mengetahui sejauh mana keandalan dari metode peramalan yang dipilih, sebaiknya disusun peta kontrol *tracking signal*. Berikut nilai-nilai *tracking signal* untuk model *exponential smoothing* dengan α sebesar 0,4.

Tabel 10. Nilai Tracking signal pada Perhitungan ES (0,4)

Periode	Forecast	Aktual	Error	RSFE	Error	RSFE
1	3450	3450	0	0	0	0
2	3450	2910	-540	-540	540	540
3	3234	2850	-384	-924	384	924
4	3080	2810	-270	-1194	270	1194
5	2972	3760	788	-407	788	407
6	3287	2980	-307	-714	307	714
7	3164	3440	276	-438	276	438
8	3275	2810	-465	-903	465	903
9	3089	2930	-159	-1062	159	1062
10	3025	2620	-405	-1467	405	1467
11	2863	2960	97	-1370	97	1370
12	2902	2990	88	-1282	88	1282

Berdasarkan Tabel 10 di atas dapat diketahui nilai RSFE pada perhitungan peramalan metode *exponential smoothing* dengan konstanta (0,4), nilai RSFE yang mendekati nol sebesar 88. Berdasarkan perhitungan nilai *tracking signal* di atas dapat digambarkan batas-batas nilai *tracking signal* pada peta kontrol sebagai berikut.



Gambar 5. Nilai Tracking Signal Exponential Smoothing (0,4)

Berdasarkan Grafik 5 tampak bahwa nilai peramalan berdasarkan metode peramalan *exponential smoothing* (0,4) sudah sesuai dengan pola historis dan berada di dalam batas-batas pengendalian *tracking signal*.

Tabel 11. Perbandingan Metode Peramalan

No	Deskripsi	Model MA(6)	Model ES (a = 0,4)
1	Total permintaan periode (Jan-Des) 2022	35984 kg	37792 kg
2	Sebaran nilai <i>tracking signal</i>	semua nilai <i>tracking signal</i> berada diluar batas-batas pengendalian peta kontrol.	semua nilai <i>tracking signal</i> berada dalam batas-batas pengendalian peta kontrol.
3	MAD	1577.3	26.2
4	MSE	4273911.5	11983.6
5	MAPE	4%	1%
6	Keputusan	Menolak	Diterima

Berdasarkan Tabel 11 dapat diketahui metode terbaik adalah metode *exponential smoothing* dengan konstanta (0,4), hal ini dikarenakan metode *exponential smoothing* dengan konstanta (0,4) memiliki nilai MAD, MSE, dan MAPE paling terkecil, serta nilai-nilai peramalannya hampir mendekati data aktual horizon sebelumnya dan nilai-nilai *tracking signal* masih dalam pengendalian batas-batas peta kontrol.

Perhitungan Probabilistik P Backorder

Perhitungan menggunakan metode probabilistik P *backorder* untuk menghitung waktu pemesanan optimal dilakukan dengan beberapa kali uji coba pada penambahan dan pengurangan waktu pemesanan pada perhitungan iterasi pertama. Dapat diketahui notasi sigma yang digunakan dalam penggunaan perhitungan metode probabilistik P *backorder*, sebagai berikut.

Keterangan:

- D Demand
- S Simpangan baku atau standar deviasi
- L Lead time/waktu tunggu
- S_L Simpangan baku permintaan sampai waktu tunggu
- D_L Ekspektasi permintaan selama waktu tunggu
- A Biaya pesan
- H Biaya simpan
- C_u Biaya kekurangan
- O_T Ongkos total
- N Jumlah kekurangan persediaan setiap siklus
- SS cadangan pengaman (*safety stock*)
- μ Tingkat pelayanan
- α Kemungkinan terjadinya kekurangan persediaan
- f(Zα) Distribusi kemungkinan permintaan sebesar z

$Z\alpha$	Nilai Z pada distribusi normal untuk tingkat α
$\psi\alpha$	Ekspektasi parsial
R	<i>Inventory</i> maksimum yang diinginkan
T_0	Interval waktu antar pemesanan
q^*	Ukuran <i>lot</i> pemesanan
r^*	Jumlah <i>inventory</i> pada saat pemesanan kembali

Berikut merupakan parameter yang digunakan dalam perhitungan metode probabilistik *P backorder*.

Tabel 12. Komponen Perhitungan Persediaan

Diketahui	
<i>Demand</i> (Tahun 2021)	37792 Kg
Standar Deviasi (S)	196 Kg
<i>Lead Time</i> (L)	1 Bulan/ 0,08 Tahun
SL	9800 Kg
Biaya Pesan (A)	Rp 24.250/Pesan
Biaya Simpan (h)	Rp 19.296 kg/Tahun
Biaya Kekurangan (Cu)	Rp 8.643/Kg
Harga Merica	Rp 84.000/ Kg

Berdasarkan parameter Tabel 12 digunakan untuk menghitung metode probabilistik *P backorder*. Berikut merupakan perhitungan metode probabilistik *P backorder*.

1) Iterasi Awal

Pada iterasi awal diketahui interval waktu pemesanan dari perhitungan T_0 sebesar 0,03 atau 9 hari dapat dilakukan pemesanan kembali. Kemungkinan terjadinya kekurangan persediaan sebesar 9,8 atau 10 kg dari permintaan yang diinginkan, dengan ukuran *inventori* maksimum sebesar sebesar 4384 kg. *Safety stock* atau cadangan pengaman yang harus disiapkan perusahaan di gudang adalah sebesar 167 kg. Dari kebijakan *inventory* menggunakan metode probabilistik *P backorder*, maka ongkos total yang dikeluarkan perusahaan sebesar Rp 3.179.511.221/tahun.

Tabel 13. Perhitungan Probabilistik Iterasi 1

Iterasi 1		
a	T_0	0.03
b	a	0.0053
	za	2.55
	R	4383.9347
	R Roundup	4384
c	$f(Z\alpha)$	0.154
	$\Psi(Z\alpha)$	0.0017
	N	9.799
	Ongkos Beli	Rp 3,174,528,000
	Ongkos Pesan	Rp 858,388
	Ongkos Simpan	Rp 1,126,956
	Ongkos Kekurangan	Rp 2,997,877
	Ongkos Total Inv	Rp 3,179,511,221

2) Iterasi 2

Kemudian dilakukan iterasi 2 atau iterasi dengan penambahan antar waktu pemesanan. Penambahan dilakukan sebesar 0,2, dikarenakan nilai dari interval waktu pemesanan awal harus lebih besar dari iterasi penambahan maupun iterasi pengurangan. Dari hasil perhitungan yang sudah dilakukan pada interval waktu pemesanan, hasil dari perhitungan T_2 sebesar 0,23 atau selama 70 hari baru akan dilakukan pemesanan kembali. Kemungkinan akan terjadi kekurangan persediaan sebesar 6,92 kg atau 7 kg dari permintaan bahan baku, dengan ukuran *inventori* maksimum sebesar 12089 kg. Kebijakan *safety stock* atau cadangan pengaman yang harus disiapkan oleh perusahaan di gudang sebesar 187 kg. Berdasarkan kebijakan *inventory* menggunakan metode probabilistik *P backorder* menghasilkan ongkos total perusahaan sebesar Rp 3.182.229.235 kg/tahun. Dapat diketahui pada iterasi penambahan mengalami kenaikan ongkos total persediaan sebesar Rp 2.718.014/tahun.

Tabel 14. Perhitungan Probabilistik Iterasi 2

Iterasi 2			
a	T0		0.23
b	a		0.0431
	za		1.70
	R		12088.3374
	R Roundup		12089
c	f(Z α)		0.094
	$\Psi(Z\alpha)$		0.0183
	N		6.917
	Ongkos Beli	Rp	3,174,528,000
	Ongkos Pesan	Rp	104,714
	Ongkos Simpan	Rp	7,338,359
	Ongkos Kekurangan	Rp	258,162
	Ongkos Total Inv	Rp	3,182,229,235

3) Iterasi 3

Jika pada iterasi penambahan mengalami kenaikan biaya, maka akan dilakukan pengurangan iterasi pada interval antar waktu pemesanan. Pada iterasi ini dilakukan pengurangan antar waktu pemesanan sebesar 0,05. Hasil perhitungan yang telah dilakukan pada interval waktu pemesanan, dapat diketahui hasil perhitungan T₃ sebesar 0,18 atau selama 55 hari baru akan dilakukan pemesanan kembali. Kemungkinan akan terjadi kekurangan sebesar 7,384 atau 8 kg dari permintaan yang diinginkan perusahaan. Inventori maksimum didapatkan sebesar 10199 kg, dan cadangan pengaman yang harus disiapkan perusahaan sebesar 187 kg. Berdasarkan perhitungan menggunakan metode probabilistik P *backorder* didapat kebijakan *inventory* dengan menghasilkan ongkos total perusahaan sebesar Rp 3.180.243.225/tahun. Dapat dilihat dari ongkos total pada iterasi 3 mengalami penurunan biaya ongkos total sebesar Rp 1.986.010 /tahun

Tabel 15. Perhitungan Probabilistik Iterasi 3

Iterasi 3			
a	T0		0.21
b	a		0.0394
	za		1.75
	R		11331.7845
	R Roundup		11332
c	f(Z α)		0.0863
	$\Psi(Z\alpha)$		0.0162
	N		6.1682
	Ongkos Beli	Rp	3,174,528,000
	Ongkos Pesan	Rp	114,612
	Ongkos Simpan	Rp	6,728,799
	Ongkos Kekurangan	Rp	251,966
	Ongkos Total Inv	Rp	3,181,623,376

4) Iterasi 4

Dilakukan pengurangan iterasi pada interval antar waktu pemesanan. Pada iterasi ini dilakukan pengurangan antar waktu pemesanan sebesar 0,07. Hasil perhitungan yang telah dilakukan pada interval waktu pemesanan, dapat diketahui hasil perhitungan T₃ sebesar 0,11 atau selama 33 hari baru akan dilakukan pemesanan kembali. Kemungkinan akan terjadi kekurangan sebesar 2,88 atau 3 kg dari permintaan yang diinginkan perusahaan. Inventori maksimum didapatkan sebesar 7417 kg, dan cadangan pengaman yang harus disiapkan perusahaan sebesar 176 kg. Berdasarkan perhitungan menggunakan metode probabilistik P *backorder* didapat kebijakan *inventory* dengan menghasilkan ongkos total perusahaan sebesar Rp 3.178.971.570/tahun. Dapat dilihat dari ongkos total pada iterasi 4 mengalami penurunan biaya ongkos total sebesar Rp 1.271.655 /tahun.

Tabel 16. Perhitungan Probabilistik Iterasi 4

Iterasi 4		
a	T0	0.19
	a	0.0360
	za	1.80
	R	10638.2025
	R Roundup	10639
c	f(Z α)	0.079
	Ψ (Z α)	0.0143
	N	5.4900
	Ongkos Beli	Rp 3,174,528,000
	Ongkos Pesan	Rp 125,485
	Ongkos Simpan	Rp 6,171,509
	Ongkos Kekurangan	Rp 688,909
	Ongkos Total Inv	Rp 3,181,513,902

5) Iterasi 5

Dilakukan pengurangan iterasi pada interval antar waktu pemesanan. Pada iterasi ini dilakukan pengurangan antar waktu pemesanan sebesar 0,067. Hasil perhitungan yang telah dilakukan pada interval waktu pemesanan, dapat diketahui hasil perhitungan T₃ sebesar 0,043 atau selama 13 hari baru akan dilakukan pemesanan kembali. Kemungkinan akan terjadi kekurangan sebesar 4,38 atau 5 kg dari permintaan yang diinginkan perusahaan. Inventori maksimum didapatkan sebesar 4893 kg, dan cadangan pengaman yang harus disiapkan perusahaan sebesar 118 kg. Berdasarkan perhitungan menggunakan metode probabilistik *P backorder* didapat kebijakan *inventory* dengan menghasilkan ongkos total perusahaan sebesar Rp 3.179.150.983/tahun. Dapat dilihat dari ongkos total pada iterasi 5 mengalami kenaikan biaya ongkos total sebesar Rp 179.413/tahun, maka pada iterasi ini dilakukan pemberhentian iterasi.

Tabel 17. Perhitungan Probabilistik Iterasi 5

Iterasi 5		
a	T0	0.043
b	a	0.0445
	za	1.70
	R	4892.8199
	R Roundup	4893
c	f(Z α)	0.0940
	Ψ (Z α)	0.0183
	N	4.3812
	Ongkos Beli	Rp 3,174,828,000
	Ongkos Pesan	Rp 406,759
	Ongkos Simpan	Rp 2,986,941
	Ongkos Kekurangan	Rp 929,283
	Ongkos Total Inv	Rp 3,179,150,983

Tabel 18. Hasil Perhitungan Back Order

Hasil Perhitungan P Back Order						
T (tahun)	R (kg)	SS (kg)	N (kg)	r (kg)	OT	Keterangan
0.03	4384	167	9.80	3316	Rp 3,179,511,221	
0.23	12089	187	6.92	3336	Rp 3,182,229,235	
0.18	10199	187	70.38	3336	Rp 3,180,243,255	
0.11	7417	176	2.89	3325	Rp 3,178,971,570	Optimal
0.0430	4893	118	4.38	3268	Rp 3,179,150,983	

Berdasarkan Tabel 18 dapat diketahui perhitungan Probabilistik metode P dengan *back order* mencapai nilai optimal pada iterasi 4 karena menghasilkan jumlah ongkos total terendah. Berdasarkan perhitungan yang

telah dilakukan yaitu, perhitungan dengan menggunakan metode *exponential smoothing* dengan konstanta (0,4) yang dijadikan sebagai *demand* peramalan pada tahun 2022. Hasil permintaan peramalan tersebut akan digunakan sebagai perhitungan metode probabilistik P *backorder* yang memiliki kebijakan *inventory* pada tabel sebagai berikut.

Tabel 19. Kebijakan Inventory Metode Probabilistik P Backorder

T (tahun)	0,11/tahun
R (kg)	7417
SS (kg)	176
N (kg)	2,88
r (kg)	3325
Q0 (kg)	4092
OT	Rp 3.178.971.570
Tingkat Peelayanan	99,93%

Berdasarkan Tabel 19 kebijakan *inventory* optimal dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. Waktu pemesanan bahan baku merica dilakukan pada setiap 0,11/tahun atau setiap 33 hari sekali dilakukan pemesanan.
2. Ukuran *lot* pemesanan sebesar 4092 kg, yang didapatkan dari selisih antara inventori maksimum (R) dengan inventori pada saat pemesanan (r).
3. Cadangan pengaman pada perusahaan sebaiknya dilakukan kisaran 176 kg.
4. Kemungkinan terjadi kekurangan sebesar 2,88 atau 3 kg pada setiap kali pemesanan.
5. Ongkos total yang dikeluarkan perusahaan sebesar Rp 3.178.971.570 /tahun.
6. Berdasarkan kebijakan *inventory* persediaan, dapat diketahui tingkat pelayanannya sebesar 99,93%.

Simpulan

Tujuan penyusunan laporan tugas akhir ini, yaitu untuk menentukan proses pengendalian persediaan bahan baku merica pada Perusahaan Manufaktur dan untuk menentukan ongkos total persediaan bahan baku merica Perusahaan Manufaktur. Berdasarkan perhitungan peramalan dengan menggunakan metode *exponential smoothing* dengan konstanta (0,4), diperoleh kebijakan persediaan yang menghasilkan nilai-nilai seperti waktu pemesanan bahan baku merica dilakukan pada setiap 0,11/tahun atau 33 hari sekali, titik pemesanan kembali (r) sebesar 3325 kg, *safety stock* (SS) sebesar 176 kg, kemungkinan terjadinya kekurangan (N) sebesar 2,88 atau 3 kg pada setiap kali pemesanan, ukuran *lot* pemesanan (Q0) sebesar 4092 kg, dan tingkat pelayanan (n) sebesar 99,93%. Dengan perhitungan peramalan dan kebijakan persediaan menggunakan metode probabilistik model P *Backorder*, dapat disimpulkan nilai ongkos total (OT) yang dikeluarkan perusahaan per tahun adalah Rp 3.178.971.570 /tahun.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi pertimbangan bagi perusahaan dalam menentukan kebijakan *inventory* yang optimal sehingga dapat mengurangi ongkos total yang dihasilkan. Selain itu juga hasil penelitian ini diharapkan menjadi sumber referensi tambahan untuk kasus persediaan yang bersifat probabilistik dengan kondisi *back order*, yang berarti konsumen mau menunggu barang yang diminta sampai tersedia jumlahnya sesuai permintaan.

Daftar Pustaka

- [1] H. Sandila, M. Rizki, M. Hartati, M. Yola, F. L. Nohirza, and N. Nazaruddin, "Proposed Marketing Strategy Design During the Covid-19 Pandemic on Processed Noodle Products Using the SOAR and AHP Methods," 2022.
- [2] N. Saputri, F. S. Lubis, M. Rizki, N. Nazaruddin, S. Silvia, and F. L. Nohirza, "Iraise Satisfaction Analysis Use The End User Computing Satisfaction (EUCS) Method In Department Of Sains And Teknologi UIN Suska Riau," 2022.
- [3] A. Nabila *et al.*, "Computerized Relative Allocation of Facilities Techniques (CRAFT) Algorithm Method for Redesign Production Layout (Case Study: PCL Company)," 2022.
- [4] F. Lestari, "Vehicle Routing Problem Using Sweep Algorithm for Determining Distribution Routes on Blood Transfusion Unit," 2021.
- [5] M. Rizky *et al.*, "Improvement Of Occupational Health And Safety (OHS) System Using Systematic

- Cause Analysis Technique (SCAT) Method In CV. Wira Vulcanized,” 2022.
- [6] Afrido, M. Rizki, I. Kusumanto, N. Nazaruddin, M. Hartati, and F. L. Nohirza, “Application of Data Mining Using the K-Means Clustering Method in Analysis of Consumer Shopping Patterns in Increasing Sales (Case Study: Abie JM Store, Jaya Mukti Morning Market, Dumai City),” 2022.
- [7] M. Yanti, F. S. Lubis, N. Nazaruddin, M. Rizki, S. Silvia, and S. Sarbaini, “Production Line Improvement Analysis With Lean Manufacturing Approach To Reduce Waste At CV. TMJ uses Value Stream Mapping (VSM) and Root Cause Analysis (RCA) methods,” 2022.
- [8] F. S. Lubis, A. P. Rahima, M. I. H. Umam, and M. Rizki, “Analisis Kepuasan Pelanggan dengan Metode Servqual dan Pendekatan Structural Equation Modelling (SEM) pada Perusahaan Jasa Pengiriman Barang di Wilayah Kota Pekanbaru,” *SITEKIN J. Sains, Teknol. dan Ind.*, vol. 17, no. 1, pp. 25–31, 2020.
- [9] M. Anggaraini, N. Nazaruddin, M. Rizki, and F. S. Lubis, “Proposed Improvements to The Chip Raw Material Control System Using the Continuous Review System and Periodic Review System Methods,” 2022.
- [10] E. Safira, N. Nofirza, A. Anwardi, H. Harpito, M. Rizki, and N. Nazaruddin, “Evaluation of Human Factors in Redesigning Library Bookshelves for The Blind Using The Ergonomic Function Deployment (EFD) Method,” 2022.
- [11] B. Y. Nazra, M. Rizki, I. Kusumanto, M. I. Hamdy, Nazaruddin, and Silvia, “[PDF] from ieomsociety.org Marketing Strategy Planning Using SOAR Method and Quantitative Strategic Planning Matrix (QSPM)(Case Study: Computer Embroidery Business Jonifer Embroidery),” 2022.
- [12] I. Fauziah, M. Rizki, M. Hartati, N. Nazaruddin, F. S. Lubis, and F. L. Nohirza, “Market Basket Analysis with Equivalence Class Transformation Algorithm (ECLAT) For Inventory Management Using Economic Order Quantity (EOQ),” 2022.
- [13] D. Arini, L. Andrawina, and W. Juliani, “Pengurangan Waste Of Motion Pada Proses Layanan Material Sheet Di Gudang Metal Pt Dirgantara Indonesia Dengan Menggunakan Pendekatan Lean Warehousing,” *eProceedings Eng.*, vol. 3, no. 2, 2016.
- [14] R. Y. Hayuningtyas, “Peramalan persediaan barang menggunakan metode weighted moving average dan metode double exponential smoothing,” *J. PILAR Nusa Mandiri*, vol. 13, no. 2, pp. 217–222, 2017.
- [15] R. Raihan, M. S. Effendi, and A. Hendrawan, “Forecasting Model Exponential Smoothing Time Series Rata Rata Mechanical Availability Unit Off Highway Truck CAT 777D Caterpillar,” *Poros Tek.*, vol. 8, no. 1, pp. 1–9, 2016.
- [16] D. R. Indah and E. Rahmadani, “Sistem forecasting perencanaan produksi dengan metode single eksponensial smoothing pada keripik singkong srikandi di Kota Langsa,” *J. Penelit. Ekon. Akunt.*, vol. 2, no. 1, pp. 10–18, 2018.
- [17] I. Lesmana, R. D. C. H. Pamikiran, and I. L. Labaro, “Produksi dan produktivitas hasil tangkapan kapal tuna hand line yang berpangkalan di Kelurahan Mawali, Kecamatan Lembeh Utara, Kota Bitung (Production and productivity of the tuna hand line fishing boat at Mawali Village, North Lembeh District, Bitung City),” *J. Ilmu dan Teknol. Perikan. Tangkap*, vol. 2, no. 6, 2018.
- [18] A. Lusiana and P. Yularty, “Penerapan Metode Peramalan (Forecasting) pada Permintaan Atap di PT X,” *Ind. Inov. J. Tek. Ind.*, vol. 10, no. 1, pp. 11–20, 2020.
- [19] N. Natsir, “Hubungan psikolinguistik dalam pemerolehan dan pembelajaran bahasa,” *RETORIKA J. Bahasa, Sastra, dan Pengajarannya*, vol. 10, no. 1, 2017.
- [20] E. Y. Nugraha and I. W. Suletra, “Analisis metode peramalan permintaan terbaik produk oxygan pada PT. Samator Gresik,” in *Jurnal Seminar dan Konferensi Nasional IDEC*, 2017, pp. 414–422.
- [21] A. R. Nurmaulidar and R. Maqfirah, “Penggunaan metode exponential smoothing untuk meramalkan persediaan beras pada bulog divre Aceh,” *Pros. SEMIRATA Bid. MIPA*, pp. 22–24, 2016.
- [22] W. Puiji and D. Lasut, “Aplikasi Peramalan Persediaan Bahan Baku Kain Dengan Metode Algoritma Naive Bayes Berbasis Website Pada PT. Viore,” *ALGOR*, vol. 1, no. 2, pp. 37–43, 2020.
- [23] E. Fatma and D. S. Pulungan, “Analisis pengendalian persediaan menggunakan metode probabilistik dengan kebijakan backorder dan lost sales,” *J. Tek. Ind.*, vol. 19, no. 1, pp. 38–48, 2018.
- [24] A. Efendi, M. Rizki, F. S. Lubis, and M. I. Hadiyul, “An Analysis of the Crispy Mushroom Business For Small And Medium-Sized Enterprises (SMEs) In Indonesia,” 2022.
- [25] S. Sutoyo *et al.*, “Data Analysis Of Near Vertical Incidence Skywave (NVIS) Propagation In Pekanbaru,” in *Proceedings of the UR International Conference on Educational Sciences*, 2022, pp. 85–90.
- [26] M. Rizki *et al.*, “Maintenance Of Raw Mill Machines Using Monte Carlo Simulation: A Case Study at Cement Company in Indonesia,” in *the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 2022, pp. 1652–1664.
- [27] M. Rizki *et al.*, “Aplikasi Metode Kano Dalam Menganalisis Sistem Pelayanan Online Akademik FST UIN SUSKA Riau pada masa Pandemi Covid-19,” *ejournal.uin-suska.ac.id*, vol. 18, no. 02, pp. 180–

- 187, 2021, Accessed: May 30, 2022. [Online]. Available: <http://ejournal.uin-suska.ac.id/index.php/sitekin/article/view/12710>.
- [28] M. Rizki, A. Wenda, F. D. Pahlevi, M. I. H. Umam, M. L. Hamzah, and Sutoyo, "Comparison of Four Time Series Forecasting Methods for Coal Material Supplies: Case Study of a Power Plant in Indonesia," 2021, Accessed: Jun. 05, 2022. [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9493522/>.