

PERANCANGAN KEBIJAKAN PERSEDIAAN PRODUK *DRY FOOD* MENGUNAKAN METODE *CONTINUOUS REVIEW (r, Q) WITH FIXED LIFE TIME* DI PT. ABC

INVENTORY POLICY DESIGN FOR DRY FOOD PRODUCT USING CONTINUOUS REVIEW (r, Q) WITH FIXED LIFE TIME METHOD IN PT. ABC

Anya Shafira Pramesti¹, Luciana Andrawina², Femi Yulianti³

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

¹ashafira@student.telkomuniversity.ac.id, ²luciana@telkomuniversity.ac.id,

³femiyulianti@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

PT. ABC merupakan sebuah perusahaan di Indonesia yang bergerak di bidang logistik. Salah satu jenis produk yang disimpan pada gudang PT. ABC yaitu produk kategori *dry food*. PT. ABC mengalami kendala pada persediaannya seperti *shortage* serta *overstock* yang disebabkan karena tidak adanya ketetapan jumlah lot pemesanan pada saat melakukan pengisian ulang persediaan baik pada Gudang Cikarang maupun Gudang Jakarta.

Untuk mengatasi permasalahan ini, dilakukan tugas akhir kebijakan persediaan pada produk *dry food* dengan model *continuous review (r, Q) with fixed life time* dengan mempertimbangkan umur hidup produk guna mengoptimalkan kuantitas barang pada saat melakukan pengisian ulang persediaan sehingga dapat meminimasi jumlah *shortage* dan *overstock* dengan biaya yang minimum. Dengan perhitungan model *Hadley-Within* yang dilakukan pada tugas akhir ini didapatkan titik pemesanan ulang (*r*) dan jumlah lot pemesanan yang optimum (*Q*).

Hasil dari tugas akhir dengan menggunakan model ini dihasilkan jumlah lot pemesanan yang optimum serta titik pemesanan ulang yang dapat meminimasi jumlah *shortage* dari 2.091 menjadi 1.611 serta jumlah total rata-rata persediaan yang disimpan pada Gudang Cikarang yaitu 13.223, Gudang Jakarta yaitu 18.620 menjadi 3.705. Tugas akhir ini juga menurunkan total biaya persediaan sebesar 5% dari total biaya persediaan sebelumnya.

Maka, dapat disimpulkan hasil dari tugas akhir ini dapat meminimasi jumlah *shortage* dan *overstock* serta total biaya persediaan dari kondisi sebelumnya. Disarankan untuk mengkaji lebih lanjut mengenai kebijakan persediaan dengan optimalisasi kapasitas gudang atau kebijakan persediaan untuk kategori produk lainnya seperti *chiller food* ataupun *frozen food*.

Kata kunci : *dry food, shortage, overstock, jumlah lot pemesanan, continuous review*

Abstract

PT. ABC is a company which focuses on logistic. One type of product stored by PT. ABC is dry food products. PT. ABC has an obstacle with their inventory such as *shortage* and *overstock* due to the absence of fixed quantity order for replenishment either in Gudang Cikarang or Gudang Jakarta.

To overcome this problem, a final project on inventory policy for dry food products is carried out with a *continuous review (r, Q) with fixed life time model* by considering the life time of the product in order to optimize the quantity order when replenish inventory so as to minimize *shortage* and *overstock* quantity with minimum costs. By calculating the *Hadley-Within* model in this final project, it is obtained the reorder point (*r*) and the optimum quantity ordering lots.

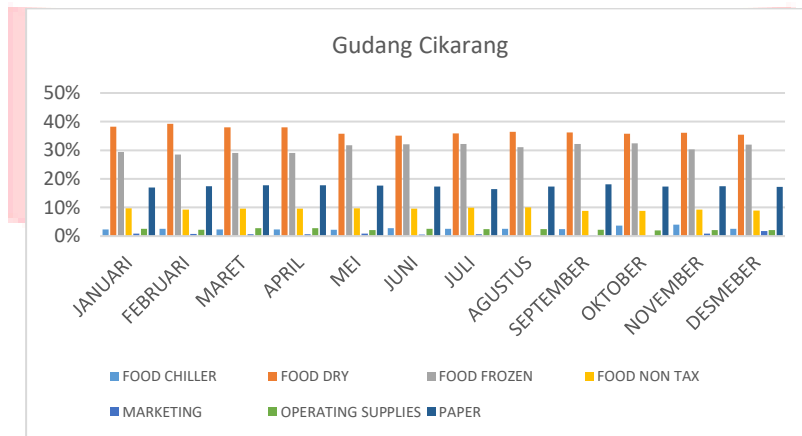
The results of this final project by using this model is the optimum quantity ordering lots and reorder point that can minimize amount of *shortage* from 2.091 to 1.611 also with total amount of average inventory held in Gudang Cikarang is 13.223, and Gudang Jakarta is 18.260 to 3.705. This final project is reduce the total inventory cost as much as 5% from previous total inventory cost.

It is conclude that this final prjocet can minimize amount of *shortage* and *overstock* also the total inventory cost from previous condition. It is recommended to study further about inventory policy with considering optimizing warehouse capacity or inventory policy for other product's category such as *chiller food* or *frozen food*.

Keywords: *dry food, shortage, overstock, optimum ordering quantity, continuous review*

1 Pendahuluan

PT. ABC merupakan perusahaan logistik yang berada di Indonesia yang memiliki gudang yang tersebar di Indonesia salah satunya pulau Jawa yaitu Gudang Cikarang dan Gudang Jakarta. PT. ABC bertanggung jawab dalam pemasok dan pendistribusian produk-produk yang dibutuhkan untuk salah satu gerai *fast food* yang ada di Indonesia. PT. ABC menangani produk dengan kategori yang berbeda-beda sesuai dengan jenis dan tempat penyimpanannya seperti *chiller food*, *dry food*, *frozen food*, *non tax food*, *marketing*, *operating supplies*, dan *paper*. Produk dengan penggunaan paling banyak di PT. ABC yaitu produk dengan kategori *dry food* baik di Gudang Cikarang ataupun Gudang Jakarta.

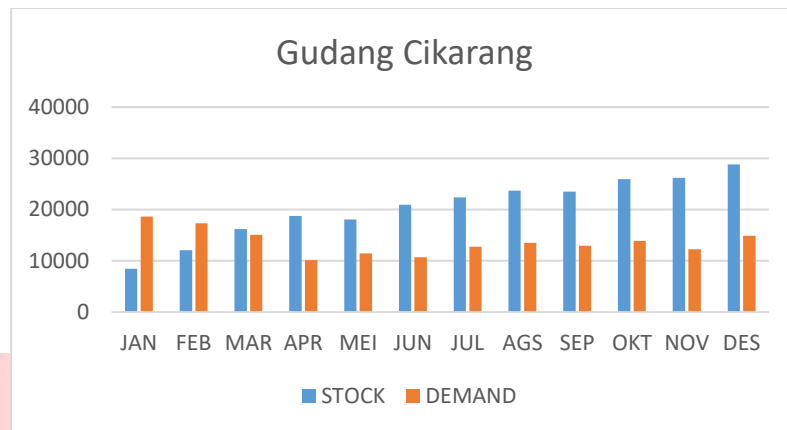


Gambar 1 Rata-rata penggunaan produk pada tahun 2020 di Gudang Cikarang

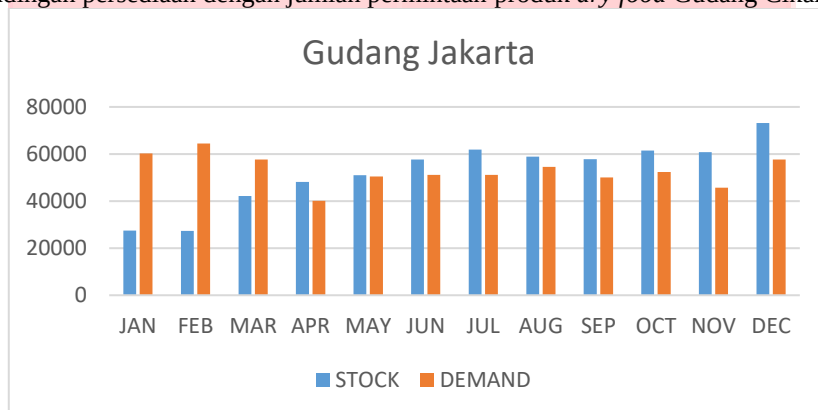


Gambar 2 Rata-rata penggunaan produk pada tahun 2020 di Gudang Jakarta

Terdapat penumpukan persediaan serta *shortage* yang dialami oleh PT. ABC untuk produk dengan kategori *dry food* baik di gudang Cikarang ataupun Gudang Jakarta. *Shortage* yaitu sebuah istilah dalam ekonomi dimana kondisi kuantitas yang diminta lebih besar dibandingkan dengan kuantitas yang ditawarkan [1]



Gambar 3 Perbandingan persediaan dengan jumlah permintaan produk *dry food* Gudang Cikarang tahun 2020



Gambar 4 Perbandingan persediaan dengan jumlah permintaan produk *dry food* Gudang Jakarta tahun 2020

Tabel 1 Frekuensi dan jumlah *shortage* Gudang Cikarang dan Gudang Jakarta

GUDANG CIKARANG	FREKUENSI SHORTAGE	JUMLAH SHORTAGE	GUDANG JAKARTA	FREKUENSI SHORTAGE	JUMLAH SHORTAGE
JAN	9	49	JAN	6	593
FEB	9	122	FEB	10	1443
MAR	8	33	MAR	10	821
APR	7	152	APR	8	1882
MEI	13	248	MEI	13	2163
JUN	13	162	JUN	13	1679
JUL	9	53	JUL	10	964
AGS	18	431	AGS	9	811
SEP	13	67	SEP	7	828
OKT	14	344	OKT	10	1702
NOV	8	32	NOV	7	1202
DES	17	311	DES	5	875

Dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4 perbandingan jumlah persediaan dengan permintaan pada tahun 2020 serta pada Tabel 1 merupakan jumlah dan frekuensi *shortage* pada tahun 2020. Hal ini disebabkan karena tidak adanya ketetapan jumlah pemesanan saat melakukan *replenishment*. Besar *operating stock*, *safety stock*, jumlah pemesanan, dan waktu pemesanan berkaitan dalam kebijakan persediaan [2]. Titik pemesanan ulang atau *reorder point* juga menjadi hal yang penting dalam kebijakan persediaan. Titik pemesanan ulang yaitu tingkat atau titik persediaan dimana tindakan harus diambil untuk mengisi kembali persediaan barang [3]. Untuk mengoptimalkan jumlah pemesanan ulang sehingga dapat meminimalisir jumlah *shortage* dan *overstock* dengan mempertimbangkan total biaya persediaan yang minimum dapat dilakukan sebuah kebijakan persediaan dengan metode *continuous review (r, Q) with fixed life time*.

2 Dasar Teori

2.1 Definisi Persediaan

Persediaan merupakan salah satu faktor penting dalam sebuah perusahaan yang memiliki fungsi untuk menunjang keseimbangan proses produksi dan mencapai tujuan perusahaan. Persediaan merupakan material dan persediaan yang dikendalikan oleh sebuah perusahaan atau institusi baik untuk penjualan ataupun untuk menyediakan input atau persediaan untuk proses produksi [4]. Persediaan dapat diklasifikasikan menjadi beberapa tipe seperti persediaan berdasarkan aliran material yaitu *raw material*, *work in process*, *finished goods*, dan *distribution inventories* serta berdasarkan fungsinya yaitu *cycle inventory*, *congestion stock*, *safety stock*, *anticipation inventory*, *pipeline inventory*, dan *decoupling stock*.

2.2 Kebijakan Persediaan

Sistem persediaan untuk menjamin agar setiap permintaan konsumen dapat terpenuhi dengan ongkos yang minimal, atau yang biasa disebut dengan kebijakan persediaan (*inventory policy*). Penentuan besarnya *operating stock* dan *safety stock*, jumlah yang akan dipesan, dan waktu pemesanan berkaitan dalam kebijakan persediaan. Dalam melakukan kebijakan persediaan, diperlukan metode pengendalian persediaan yang tepat dengan kondisi perusahaan tersebut [2].

2.3 Pengendalian Persediaan *Perishable* dengan Umur Hidup Tetap

Dikutip dari [5], menurut Nandakumar & Morton (1993) ketika produk memiliki umur hidup yang tetap, permasalahan untuk mencari kebijakan pemesanan yang optimal dapat disebut juga sebagai "*Fixed Life Perishability Problem (FLPP)*". Pengendalian persediaan dengan umur yang tetap disusun berdasarkan pola permintaan, biaya relevan, skema pengecekan (*continuous review*, *periodic review*). Terdapat empat jenis pendekatan yang dapat digunakan untuk memperoleh model analitis yaitu pendekatan pemrograman dinamis, teori pembaruan antrian, pendekatan proses *regenerative*, dan pemodelan matematika.

Pada tahun 1995, Chiu menerapkan model pengendalian persediaan kontinyu (r, Q) dengan mempertimbangkan lima parameter biaya dengan waktu tunggu yang positif serta hanya dapat melakukan pemesanan yang belum diselesaikan sebanyak satu kali. Tekin, dkk (2001) memperkenalkan model (T, r, Q) yaitu melakukan pemesanan sebanyak Q ketika tingkat persediaan mencapai r atau ketika T unit waktu telah berlalu sejak permintaan terakhir dimana tingkat persediaan mencapai Q . Tujuan utama menerapkan parameter T yaitu untuk mengurangi dampak kadaluarsa dengan memperhitungkan sisa umur simpan persediaan yang tersedia [5].

2.3.1 Metode Kebijakan *Continuous Review (r, Q)*

Pada kebijakan *continuous review (r, Q)* yang dikembangkan oleh Chiu (1995), pengecekan posisi persediaan dilakukan secara kontinu. Jika posisi persediaan berada di bawah *reorder point* (r) pada saat pengecekan, maka dilakukan pemesanan sebesar Q untuk mengembalikan posisi persediaan pada $Q+r$. Kebijakan ini dievaluasi dengan memvariasikan umur hidup produk dan *lead time* [6]. Model yang dikembangkan oleh Chiu (1995) tidak mempertimbangkan kemungkinan adanya produk yang usang selama waktu tunggu (*lead time*), sehingga Chiu (1999) mengembangkan modelnya kembali dengan mempertimbangkan kemungkinan adanya produk yang usang selama waktu tunggu. Pendekatan model ini mempertimbangkan lima parameter biaya yaitu biaya beli, biaya pesan, biaya simpan, biaya produk usang, dan biaya kekurangan.

2.3.2 Formulasi Model Continuous Review

1. Kemungkinan jumlah produk usang ($E[O]$)
Produk yang usang selama waktu tunggu (*lead time*) dapat diperkirakan jumlahnya menggunakan perhitungan sebagai berikut.

$$\int_0^{r+Q} (r+Q-x) f_{m+LT}(d_{m+LT}) dx - \int_0^r (r-x) f_{m+LT}(d_{m+LT}) dx \dots\dots\dots(1)$$
2. Kemungkinan jumlah kekurangan produk ($E[S]$)
Kekurangan produk dapat terjadi jika jumlah permintaan lebih tinggi dibandingkan jumlah persediaan yang tersedia. Jumlah perkiraan kekurangan produk dapat dicari menggunakan perhitungan sebagai berikut.

$$\int_r^\infty (x-r) f_{LT}(d_{LT}) dx \dots\dots\dots(2)$$
3. Tingkat persediaan per satuan waktu ($E[I]$)
Tingkat persediaan yang diharapkan dapat diperkirakan dengan mempertimbangkan tingkat persediaan rata-rata yang diharapkan selama waktu tunggu (*lead time*) dan tingkat persediaan rata-rata yang diharapkan dari saat pesanan diterima hingga saat pemesanan ulang berikutnya dilakukan.

$$E[I] = r - \mu_{LTD} + \frac{Q}{2} + \mu_{LTD} \frac{E[S]-E[O]}{2(Q-E[O])} \dots\dots\dots(3)$$
4. Panjang siklus persediaan ($E[T]$)

$$E[T] = \frac{Q-E[O]}{D} \dots\dots\dots(4)$$
5. Total biaya persediaan
Total biaya persediaan mencakup jumlah dari ongkos pesan, ongkos beli, ongkos simpan, ongkos produk usang, dan ongkos kekurangan produk.

$$TC = \frac{A+C.Q+W.E[O]+P.E[S]}{E[T]} + h.E[I] \dots\dots\dots(5)$$

A: ongkos pesan
C: ongkos beli
Q: jumlah order
W: ongkos rugi produk yang usang
P: ongkos rugi produk yang kurang (*lost sales*)
h: ongkos simpan

2.4 Hadley-Within Model

Dalam menentukan jumlah order serta titik pemesanan ulang dapat dicari menggunakan model Hadley-Within dengan melakukan iterasi sampai mendapatkan nilai yang optimal. Nilai q_0^* dan r^* dapat dicari dengan perhitungan sebagai berikut [2].

1. Mencari nilai q_{01}^* awal dan nilai q_{0w}^* dengan formula Wilson

$$q_{01}^* = q_{0w}^* = \sqrt{\frac{2.A.D}{h}} \dots\dots\dots(6)$$
2. Berdasarkan nilai q_{01}^* yang telah diperoleh, dapat dicari kemungkinan kekurangan persediaan (α)

$$\alpha = \int_r^\infty f(x) dx = \frac{h.q_0}{Cu.D+h.q_0} \dots\dots\dots(7)$$

Dengan nilai α yang sudah diperoleh, maka nilai r_1^* dapat dicari dengan persamaan

$$r_1^* = D_L + Z_\alpha . S\sqrt{L} \dots\dots\dots(8)$$
3. Berdasarkan nilai r_1^* yang telah diperoleh, dapat dicari nilai q_{02}^* dengan persamaan

$$q_{02}^* = \sqrt{\frac{2.D[A+Cu+\int_{r_1^*}^\infty (x-r_1^*)f(x)dx]}{h}} \dots\dots\dots(9)$$

Dimana:

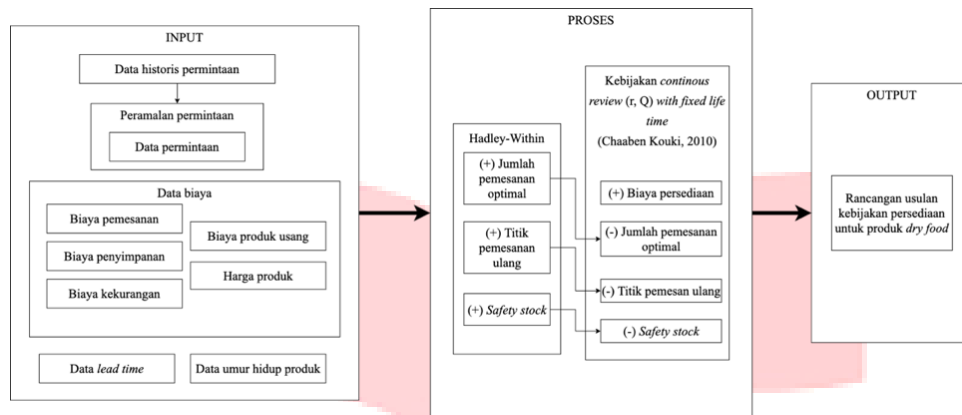
$$\int_{r_1^*}^\infty (x-r_1^*)f(x)dx = S_L[f(Z_\alpha) - Z_\alpha . \psi(Z_\alpha)] = N \dots\dots\dots(10)$$
4. Hitung kembali nilai α dan nilai r_2^* dengan persamaan

$$\alpha = \int_r^\infty f(x) dx = \frac{h.q_0}{Cu.D+h.q_0} \dots\dots\dots(11)$$

$$r_2^* = D_L + Z_\alpha . S\sqrt{L} \dots\dots\dots(12)$$
5. Bandingkan nilai r_1^* dengan r_2^* , jika nilai r_1^* dengan r_2^* relatif sama, maka iterasi selesai dan akan diperoleh $r^* = r_2^*$ dan $q_0^* = q_{02}^*$. Jika tidak, maka kembali ke langkah 3 dengan mengganti nilai $r_1^* = r_2^*$ dan $q_{01}^* = q_{02}^*$.

3 Kerangka Pemecahan Masalah

Kerangka pemecahan merupakan sebuah konsep permasalahan tugas akhir yang membantu peneliti untuk menguraikan *input*, proses, serta *output* pada tugas akhir yang dilakukan. Gambar 5 merupakan kerangka pemecahan pada tugas akhir ini.



Gambar 5 Kerangka pemecahan

4 Pembahasan

Pengolahan data dilakukan dengan data-data yang dibutuhkan sudah terkumpul. Langkah-langkah dalam pengolahan data yaitu sebagai berikut:

1. Uji distribusi data permintaan produk *dry food* gudang *merge* Cikarang dan Jakarta menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov.
2. Pengkalsifikasian pada produk *dry food* gudang *merge* Cikarang dan Jakarta menggunakan analisis ABC.
3. Perhitungan peramalan pada produk kategori A.
4. Perhitungan kesalahan peramalan.
5. Verifikasi peramalan.
6. Perhitungan kuantitas pemesanan (Q) dan titik pemesanan ulang (r) menggunakan metode *continuous review* (r,Q) pada produk kategori A.
7. Perhitungan total biaya persediaan kondisi aktual dan usulan.

4.1 Analisis ABC

Dengan melakukan analisis ABC, diperoleh klasifikasi produk yang sesuai dengan prinsip pareto yaitu presentase penyerapan dana sebesar 80% dan jumlah item sebesar 20% menjadi kategori A, presentase 15% dan 30% menjadi kategori B, dan presentase 5% dan 50% menjadi kategori C.

Tabel 2 Klasifikasi ABC

PRODUK	KLASIFIKASI
SKU_4	A
SKU_14	A
SKU_25	A
SKU_45	A
SKU_44	A
SKU_34	A
SKU_10	A
SKU_2	A
SKU_23	A
SKU_43	A
SKU_11	A

4.2 Peramalan Permintaan pada Produk Kategori A

Peramalan pada produk kategori A dilakukan dengan dua metode yaitu *Double Moving Average* (DMA) dan *Double Exponential Smoothing* (DES). Pada metode DMA dilakukan peramalan dengan ordo 2x2, 3x2, dan 2x3. Pada metode DES dilakukan peramalan dengan nilai $\alpha = 0,1$ dan $\alpha = 0,6$. Berikut perhitungan peramalan permintaan pada produk SKU_4 menggunakan metode DMA dan DES. Hasil peramalan permintaan untuk produk SKU_4 dengan metode DMA 2x2 dapat dilihat pada Tabel 3 serta Tabel 4 untuk penggunaan metode DSE dengan koefisien $\alpha = 0,1$

Tabel 3 Peramalan produk SKU_4 dengan DMA 2x2

SKU_4												
BULAN	WAKTU (t)	DEMAND	S'(t)	S''(t)	S'(t) - S''(t)	a	b	Y' = a+bm	Error	ABSOLUT ERROR	ERROR KUADRAT	ABS ERROR/AKTUAL
JAN	1	25608										
FEB	2	28620	27114,0									
MAR	3	24233	26426,5	26770,25	-343,8	26082,75	-76,389					
APR	4	12912	18572,5	22499,50	-3927,0	14645,50	-872,667	26006,361	-13094,36	13094,36	171462292,91	1,01
MAY	5	14770	13841,0	16206,75	-2365,8	11475,25	-525,722	13772,833	997,17	997,17	994341,36	0,07
JUN	6	14883	14826,5	14333,75	492,8	15319,25	109,500	10949,528	3933,47	3933,47	15472203,72	0,26
JUL	7	17432	16157,5	15492,00	665,5	16823,00	147,889	15428,750	2003,25	2003,25	4013010,56	0,11
AUG	8	18901	18166,5	17162,00	1004,5	19171,00	223,222	16970,889	1930,11	1930,11	3725328,90	0,10
SEP	9	17285	18093,0	18129,75	-36,8	18056,25	-8,167	19394,222	-2109,22	2109,22	4448818,38	0,12
OCT	10	16834	17059,5	17576,25	-516,8	16542,75	-114,833	18048,083	-1214,08	1214,08	1473998,34	0,07
NOV	11	15380	16107,0	16583,25	-476,3	15630,75	-105,833	16427,917	-1047,92	1047,92	1098129,34	0,07
DEC	12	19096	17238,0	16672,50	565,5	17803,50	125,667	15524,917	3571,08	3571,08	12752636,17	0,19
TOTAL									-5031	29901	215440760	2
											n	9
											MAD	3322,30
											MSE	23937862,19
											MAPE	22%

Tabel 4 Peramalan produk SKU_4 dengan DSE alpha 0,1

SKU_4												
BULAN	WAKTU (t)	DEMAND	S'(t) $\alpha = 0,1$	S''(t) $\alpha = 0,1$	S'(t) - S''(t)	a	b	Y' = a+bm	Error	ABSOLUT ERROR	ERROR KUADRAT	ABS ERROR/AKTUAL
JAN	1	25608										
FEB	2	28620	25608									
MAR	3	24233	25909,2	25608,00	301,2	26210,40	33,467					
APR	4	12912	25741,58	25638,12	103,5	25845,04	11,496	26243,867	-13331,87	13331,87	177738668,82	1,03
MAY	5	14770	24458,622	25648,466	-1189,8	23268,78	-132,205	25856,536	-11086,54	11086,54	122911270,62	0,75
JUN	6	14883	23489,7598	25529,4816	-2039,7	21450,04	-226,636	23136,573	-8253,57	8253,57	68121469,10	0,55
JUL	7	17432	22629,0838	25325,5094	-2696,4	19932,66	-299,603	21223,402	-3791,40	3791,40	14374730,98	0,22
AUG	8	18901	22109,3754	25055,8669	-2946,5	19162,88	-327,388	19633,055	-732,06	732,06	535905,07	0,04
SEP	9	17285	21788,5379	24761,2177	-2972,7	18815,86	-330,298	18835,496	-1550,50	1550,50	2404038,09	0,09
OCT	10	16834	21338,1841	24463,9497	-3125,8	18212,42	-347,307	18485,560	-1651,56	1651,56	2727651,47	0,10
NOV	11	15380	20887,7657	24151,3732	-3263,6	17624,16	-362,623	17865,111	-2485,11	2485,11	6175777,59	0,16
DEC	12	19096	20336,9891	23825,0124	-3488,0	16848,97	-387,558	17261,535	1834,46	1834,46	3365261,24	0,10
TOTAL									-41048	44717	398354773	3
											n	9
											MAD	4968,56
											MSE	44261641,44
											MAPE	34%

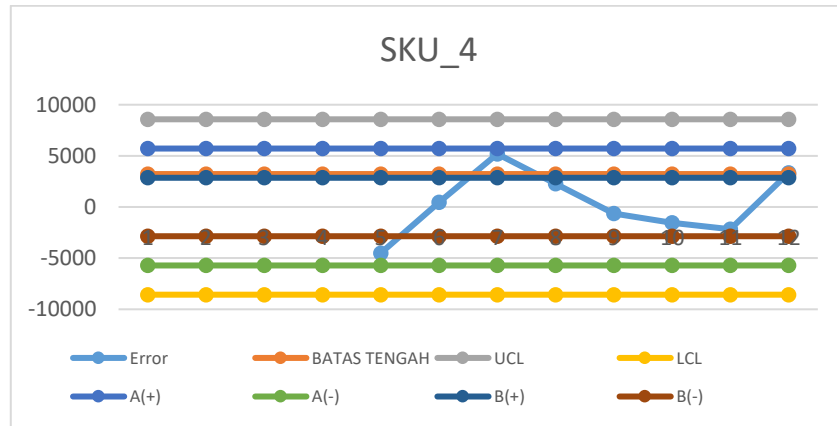
Setelah melakukan perhitungan peramalan dengan kedua metode, didapatkan besar nilai kesalahan peramalan. Perhitungan kesalahan peramalan permintaan dilakukan dengan metode MAD, MSE, dan MAPE. Dapat dilihat pada Tabel 5 perbandingan kesalahan peramalan untuk produk SKU_4. Berdasarkan perhitungan kesalahan peramalan, nilai MAD, MSE, dan MAPE terkecil diperoleh dari perhitungan peramalan menggunakan metode DMA 2x3 sehingga metode peramalan yang terpilih yaitu dengan metode DMA 2x3

Tabel 5 Perbandingan kesalahan peramalan pada produk SKU_4

DMA (2X2)		
MAD	MSE	MAPE
3322,30	23937862,19	22%
DMA (3X2)		
MAD	MSE	MAPE
3301,48	15643676,19	20%
DMA (2X3)		
MAD	MSE	MAPE
2513,92	8898035,27	15%
DES (0,1)		
MAD	MSE	MAPE

4968,56	44261641,44	34%
DES (0,6)		
MAD	MSE	MAPE
8772,13	117681924,82	57%

Dengan sudah terpilihnya metode peramalan yang tepat, dilakukan proses verifikasi menggunakan *Moving Range Chart* agar dapat mengetahui apakah pola permintaan *representative* terhadap data atau tidak.



Gambar 6 Verifikasi perhitungan peramalan produk SKU_4 dengan *Moving Range Chart*. Dapat dilihat pada Gambar 6 bahwa perhitungan peramalan terverifikasi karena berdasarkan aturan tiga titik, aturan lima titik, dan aturan delapan titik sebaran data masih berada di dalam batas kontrol.

Setelah perhitungan peramalan terverifikasi, dapat dilakukan perhitungan peramalan untuk periode selanjutnya. Jumlah peramalan permintaan untuk periode selanjutnya menggunakan nilai a dan nilai b yang sudah didapatkan pada perhitungan peramalan dengan metode yang terpilih. Berikut hasil perhitungan peramalan pada produk SKU_4 untuk 12 periode selanjutnya.

Tabel 6 Perhitungan peramalan produk SKU_4 untuk 12 periode selanjutnya

WAKTU (t)	DEMAND	a	b	Y'
12	19096	17405,17	75,46	
13		17405,17	75,46	17481
14		17405,17	75,46	17556
15		17405,17	75,46	17632
16		17405,17	75,46	17707
17		17405,17	75,46	17782
18		17405,17	75,46	17858
19		17405,17	75,46	17933
20		17405,17	75,46	18009
21		17405,17	75,46	18084
22		17405,17	75,46	18160
23		17405,17	75,46	18235
24		17405,17	75,46	18311
Jumlah				214.748

4.3 Perhitungan Continuous Review (r, Q) with Fixed Life Time dengan Data Forecast

Pada perhitungan mencari nilai Q dan r dengan *continuous review (r, Q) with fixed life time* berdasarkan data *forecast* dapat digunakan sebagai usulan kebijakan persediaan Gudang Merge pada periode selanjutnya.

Diketahui:

1. Annual demand (D): 214.748 case
2. Mean demand (μ): 17.896 case
3. Stdev demand (σ): 272
4. Lead time (LT): 0,008219178
5. Biaya pesan (A): Rp16.631/pesan
6. Biaya simpan (h): Rp55.449/case/tahun
7. Biaya kekurangan (P): Rp6.185/case
8. Harga beli (C): Rp199.997/case
9. Biaya produk usang (W): Rp199.997/case

4.3.1 Melakukan Perhitungan Nilai Q dan r yang Optimum

1. Mencari nilai Q awal (q_{01}^*) dengan formulasi Wilson

$$q_{01}^* = \sqrt{\frac{2 \cdot A \cdot D}{h}} = \sqrt{\frac{2 \cdot \text{Rp}16631 \cdot 214748}{\text{Rp}55449}} = 359 \text{ case}$$

2. Mencari nilai α yaitu kemungkinan kekurangan persediaan berdasarkan hasil perhitungan q_{01}^* yang sudah didapatkan sebelumnya

$$\alpha = \frac{\int_r^\infty f(x) dx}{(P \cdot D) + (h \cdot q_0)} = \frac{\text{Rp}55449 \cdot 359}{(\text{Rp}6185 \cdot 214748) + (\text{Rp}55449 \cdot 359)} = 0,014761251$$

Didapatkan nilai $Z_\alpha = 2,176$

3. Mencari nilai r_1^*

$$r_1^* = D_{LT} + Z_\alpha \cdot \sigma \sqrt{LT} = ((214748 \times 0,008219178) + 2,176 \cdot 272 \sqrt{0,008219178}) = 1819 \text{ case}$$

4. Mencari nilai q_{02}^*

$$q_{02}^* = \sqrt{\frac{2 \cdot D [A + P \int_{r_1^*}^\infty (x - r_1^*) f(x) dx]}{h}}$$

Dimana:

$$\begin{aligned} \int_{r_1^*}^\infty (x - r_1^*) f(x) dx &= \sigma_{LT} [f(Z_\alpha) - Z_\alpha \cdot \psi(Z_\alpha)] = N \\ &= (272 \times \sqrt{0,008219178}) \times (0,03735 - (2,38 \times 0,0052)) = 0,640827 \\ q_{02}^* &= \sqrt{\frac{2 \cdot 214748 [\text{Rp}16631 + \text{Rp}6185 \times 0,640827]}{\text{Rp}55449}} = 399,3985 \text{ case} \end{aligned}$$

5. Mencari nilai α yaitu kemungkinan kekurangan persediaan berdasarkan hasil perhitungan q_{02}^* yang sudah didapatkan sebelumnya

$$\alpha = \frac{\text{Rp}55449 \cdot 399,3985}{(\text{Rp}6185 \cdot 214748) + (\text{Rp}55449 \cdot 399,3985)} = 0,01639$$

Didapatkan nilai $Z_\alpha = 2,1345$

6. Mencari nilai r_2^*

$$r_2^* = 1765,05 + 2,1345 \cdot 272 \sqrt{0,008219178} = 1818 \text{ case}$$

7. Membandingkan nilai r_1^* dengan r_2^* . Jika;

- $r_1^* = r_2^*$ maka iterasi selesai, $r^* = r_2^*$ dan $q_0^* = q_{02}^*$
- $r_1^* \neq r_2^*$ maka iterasi dilanjutkan dimulai dari tahap 4, $r_1^* = r_2^*$ dan $q_{01}^* = q_{02}^*$

Berdasarkan perhitungan yang sudah dilakukan, nilai $r_1^* \neq r_2^*$ maka iterasi dilanjutkan sampai $r_1^* = r_2^*$ sehingga mendapatkan nilai Q optimum. Pada produk SKU_4 dilakukan hingga iterasi kedua untuk mendapatkan nilai Q yang optimum yaitu $q_0^* = 403$ case sehingga nilai $r_0^* = 1.818$ case.

Dengan nilai r dan Q yang sudah diperoleh, maka dapat ditentukan jumlah *safety stock* dengan formulasi sebagai berikut:

$$SS = Z_{\alpha} \cdot \sigma \sqrt{LT} = 2,1311 \cdot 272 \sqrt{0,008219178} = 52,566 \approx 53$$

4.3.2 Melakukan Perhitungan Nilai E[S]

Nilai E[S] merupakan nilai kemungkinan kekurangan produk. Perhitungan ini dapat dilakukan menggunakan formulasi sebagai berikut:

$$\int_{r_1^*}^{\infty} (x - r_1^*) f(x) dx = \sigma_{LT} [f(Z_{\alpha}) - Z_{\alpha} \cdot \psi(Z_{\alpha})] = N$$

$$= (272 \times \sqrt{0,008219178}) \times (0,04118 - (2,131 \times 0,0059)) = 0,703867 \text{ case}$$

4.3.3 Melakukan Perhitungan Nilai E[O]

Nilai E[O] merupakan nilai kemungkinan produk usang. Perhitungan ini dapat dilakukan menggunakan formulasi sebagai berikut:

$$\int_0^{r+Q} (r + Q - x) f_{m+LT}(d_{m+LT}) dx - \int_0^r (r - x) f_{m+LT}(d_{m+LT}) dx$$

Dengan $f_{m+LT}(d_{m+LT})$ adalah fungsi probabilitas dari d_{m+LT}

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{(m+LT) - ((m+LT) \times d)}{\sigma}\right)^2\right)}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{2.3,14 \cdot 272^2}} e^{\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{(46+3) - ((46+3) \cdot 596,521)}{272}\right)^2\right)} = 0$$

$$\int_0^{2478} (1818 + 403 - x) (0) dx - \int_0^r (1818 - x) (0) dx = 0$$

4.3.4 Melakukan Perhitungan Nilai E[I]

Nilai E[I] merupakan nilai *inventory level*. Perhitungan ini dapat dilakukan menggunakan formulasi sebagai berikut:

$$E[I] = r - D_{LTD} + \frac{Q}{2} + D_{LTD} \frac{E[S] - E[O]}{2(Q - E[O])}$$

$$E[I] = 1818 - 1765 + \frac{403}{2} + 1765 \frac{0,70 - 0}{2(403 - 0)} = 255,5425 \text{ case}$$

4.3.5 Melakukan Perhitungan Nilai E[T]

Nilai E[T] merupakan nilai *inventory cycle*. Perhitungan ini dapat dilakukan menggunakan formulasi sebagai berikut:

$$E[T] = \frac{Q - E[O]}{D}$$

$$E[T] = \frac{403 - 0}{214748} = 0,001876 \text{ tahun}$$

4.3.6 Melakukan Perhitungan Total Biaya Persediaan

Dengan nilai Q, r, E[S], E[O], E[I], dan E[T] yang sudah didapatkan berdasarkan perhitungan sebelumnya, maka total biaya persediaan dapat dilakukan menggunakan formulasi sebagai berikut:

$$TC = \frac{A + C.Q + W.E[O] + P.E[S]}{E[T]} + h.E[I]$$

$$TC = \frac{16639 + (199997 \times 403) + (199997 \times 0) + (6185 \times 0,7)}{0,001876} + 55449 \times 255,542$$

$$= 42.974.162.271/\text{tahun}$$

Maka, total biaya persediaan yang ditanggung oleh perusahaan selama satu tahun dengan nilai Q yang optimum serta jumlah permintaan berdasarkan hasil peramalan dengan model *continuous review* (r, Q) yaitu sebesar Rp42.974.162.271/tahun. Total biaya persediaan untuk seluruh produk dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Total biaya persediaan usulan periode selanjutnya

SKU	A (Rp/pesan)	h (Rp/case/tahun)	Ob (Rp/tahun)	Op (Rp/tahun)	Ok (Rp/tahun)	Ow	Os (Rp/tahun)	TC (Rp/tahun)
SKU_4	Rp 16.631	Rp 55.449	Rp 42.948.806.973	Rp 8.864.890	Rp 2.320.742	Rp -	Rp 14.169.667	Rp 42.974.162.271
SKU_14	Rp 16.631	Rp 55.449	Rp 19.091.525.499	Rp 5.634.360	Rp 1.376.658	Rp -	Rp 8.780.309	Rp 19.107.316.825
SKU_25	Rp 16.631	Rp 55.449	Rp 17.944.547.544	Rp 4.158.641	Rp 1.434.192	Rp -	Rp 7.410.497	Rp 17.957.550.874
SKU_45	Rp 16.631	Rp 55.449	Rp 17.360.132.680	Rp 4.732.034	Rp 2.339.018	Rp -	Rp 10.047.306	Rp 17.377.251.038
SKU_44	Rp 16.631	Rp 55.449	Rp 13.864.918.100	Rp 4.860.334	Rp 744.919	Rp -	Rp 6.564.219	Rp 13.877.087.572
SKU_34	Rp 16.631	Rp 55.449	Rp 14.788.254.740	Rp 2.185.696	Rp 479.473	Rp 0	Rp 3.266.410	Rp 14.794.186.319
SKU_10	Rp 16.631	Rp 55.449	Rp 9.666.514.936	Rp 3.953.096	Rp 535.875	Rp -	Rp 5.178.337	Rp 9.676.182.244
SKU_2	Rp 16.631	Rp 55.449	Rp 5.962.203.447	Rp 4.825.039	Rp 1.042.068	Rp -	Rp 7.261.311	Rp 5.975.331.866
SKU_23	Rp 16.631	Rp 55.449	Rp 5.985.033.550	Rp 1.662.741	Rp 46.565	Rp -	Rp 1.767.664	Rp 5.988.510.520
SKU_43	Rp 16.631	Rp 55.449	Rp 6.396.225.708	Rp 2.517.568	Rp 205.061	Rp -	Rp 2.978.282	Rp 6.401.926.619
SKU_11	Rp 16.631	Rp 55.449	Rp 5.240.769.749	Rp 2.938.715	Rp 334.468	Rp -	Rp 3.691.494	Rp 5.247.734.426
TOTAL			Rp 159.248.932.924	Rp 46.333.115	Rp 10.859.039	Rp 0	Rp 71.115.496	Rp 159.377.240.575

Nilai titik pemesanan ulang dan jumlah permintaan yang optimum serta besar *safety stock* dan *service level* untuk seluruh produk dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Jumlah pemesanan optimum, titik pemesanan ulang, *safety stock*, dan *service level* produk lainnya berdasarkan data forecast

PRODUK	Q	Reorder Point	SS	SL
SKU_4	403	1818	53	99,96%
SKU_14	253	735	31	99,92%
SKU_25	201	446	33	99,87%
SKU_45	254	646	53	99,81%
SKU_44	202	502	17	99,93%
SKU_34	96	115	11	99,90%
SKU_10	162	328	12	99,91%

SKU_2	212	528	24	99,76%
SKU_23	62	52	1	99,97%
SKU_43	98	127	5	99,92%
SKU_11	118	178	8	99,86%

4.4 Perhitungan Continuous Review (r, Q) with Fixed Life Time dengan Data Aktual

Berikut akan dijelaskan perhitungan *Continuous Review (r, Q) with fixed life time* pada produk SKU_4 sebagai contohnya dengan menggunakan data aktual. Perhitungan ini dilakukan untuk perbandingan kondisi awal dengan kondisi yang diusulkan.

Diketahui:

1. Annual demand (D): 225.954 case
2. Mean demand (μ): 18.830 case
3. Stdev demand (σ): 4.846
4. Lead time (LT): 0,008219178
5. Biaya pesan (A): Rp16.631/pesan
6. Biaya simpan (h): Rp55.449/case/tahun
7. Biaya kekurangan (P): Rp6.185/case
8. Harga beli (C): Rp199.997/case
9. Biaya produk usang (W): Rp199.997/case

4.4.1 Perhitungan Nilai Q dan r

1. Mencari nilai Q awal (q_{01}^*) dengan formulasi Wilson

$$q_{01}^* = \sqrt{\frac{2 \cdot A \cdot D}{h}} = \sqrt{\frac{2 \cdot \text{Rp}16631 \cdot 225954}{\text{Rp}55449}} = 368 \text{ case}$$

2. Mencari nilai α yaitu kemungkinan kekurangan persediaan berdasarkan hasil perhitungan q_{01}^* yang sudah didapatkan sebelumnya

$$\alpha = \int_r^{\infty} f(x) dx = \frac{h \cdot q_0}{(P \cdot D) + (h \cdot q_0)} = \frac{\text{Rp}55449 \cdot 368}{(\text{Rp}6185 \cdot 225.954) + (\text{Rp}55449 \cdot 368)} = 0,0144$$

Didapatkan nilai $Z_{\alpha} = 2,186$

3. Mencari nilai r_1^*

$$r_1^* = D_{LT} + Z_{\alpha} \cdot \sigma \sqrt{LT} = ((225954 \times 0,008219178) + 2,186 \cdot 4846 \sqrt{0,008219178}) = 2818 \text{ case}$$

4. Mencari nilai q_{02}^*

$$q_{02}^* = \sqrt{\frac{2 \cdot D [A + P \int_{r_1^*}^{\infty} (x - r_1^*) f(x) dx]}{h}}$$

Dimana:

$$\begin{aligned} \int_{r_1^*}^{\infty} (x - r_1^*) f(x) dx &= \sigma_{LT} [f(Z_{\alpha}) - Z_{\alpha} \cdot \psi(Z_{\alpha})] = N \\ &= (4846 \times \sqrt{0,008219178}) \times (0,036 - (2,186 \times 0,005)) = 11,18 \\ q_{02}^* &= \sqrt{\frac{2 \cdot 225954 [\text{Rp}16631 + \text{Rp}6185 \times 11,18]}{\text{Rp}55449}} = 836,166 \end{aligned}$$

5. Mencari nilai α yaitu kemungkinan kekurangan persediaan berdasarkan hasil perhitungan q_{02}^* yang sudah didapatkan sebelumnya

$$\alpha = \frac{\text{Rp}55449 \cdot 836,166}{(\text{Rp}6185 \cdot 214748) + (\text{Rp}55449 \cdot 836,166)} = 0,0321$$

Didapatkan nilai $Z_{\alpha} = 1,85$

6. Mencari nilai r_2^*

$$r_2^* = 1857 + 1,851 \cdot 4846 \sqrt{0,008219178} = 2670 \text{ case}$$

7. Membandingkan nilai r_1^* dengan r_2^* . Jika;

$$\circ \quad r_1^* = r_2^* \text{ maka iterasi selesai, } r^* = r_2^* \text{ dan } q_0^* = q_{02}^*$$

- $r_1^* \neq r_2^*$ maka iterasi dilanjutkan dimulai dari tahap 4, $r_1^* = r_2^*$ dan $q_{01}^* = q_{02}^*$

Berdasarkan perhitungan yang sudah dilakukan, nilai $r_1^* \neq r_2^*$ maka iterasi dilanjutkan sampai $r_1^* = r_2^*$ sehingga mendapatkan nilai Q optimum. Pada produk SKU_4 dilakukan hingga iterasi keempat untuk mendapatkan nilai Q yang optimum yaitu $q_0^* = 1.268$ sehingga nilai $r_0^* = 2.589$.

Dengan nilai r dan Q yang sudah diperoleh, maka dapat ditentukan jumlah *safety stock* dengan formulasi sebagai berikut:

$$SS = Z_{\alpha} \cdot \sigma \sqrt{LT} = 1,665 \cdot 4846 \sqrt{0,008219178} = 731,78 \approx 732$$

4.4.2 Perhitungan Nilai E[S]

Nilai E[S] merupakan nilai kemungkinan kekurangan produk. Perhitungan ini dapat dilakukan menggunakan formulasi sebagai berikut:

$$\int_{r_1^*}^{\infty} (x - r_1^*) f(x) dx = \sigma_{LT} [f(Z_{\alpha}) - Z_{\alpha} \cdot \psi(Z_{\alpha})] = N$$

$$= (4846 \times \sqrt{0,008219178}) \times (0,0996 - (1,6655 \times 0,0198)) = 29,243 \text{ case}$$

4.4.3 Perhitungan Nilai E[O]

Nilai E[O] merupakan nilai kemungkinan produk usang. Perhitungan ini dapat dilakukan menggunakan formulasi sebagai berikut:

$$\int_0^{r+Q} (r+Q-x) f_{m+LT}(d_{m+LT}) dx - \int_0^r (r-x) f_{m+LT}(d_{m+LT}) dx$$

Dengan $f_{m+LT}(d_{m+LT})$ adalah fungsi probabilitas dari d_{m+LT}

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{(m+LT)-(m+LT)\times d}{\sigma}\right)^2\right)}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{2.3,14 \cdot 4846^2}} e^{\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{(46+3)-((46+3)672,65)}{4846}\right)^2\right)} = 0$$

$$\int_0^{3857} (2589 + 1268 - x) (0) dx - \int_0^{2589} (2589 - x) (0) dx = 0$$

4.4.4 Perhitungan Nilai E[I]

Nilai E[I] merupakan nilai *inventory level*. Perhitungan ini dapat dilakukan menggunakan formulasi sebagai berikut:

$$E[I] = r - D_{LTD} + \frac{Q}{2} + D_{LTD} \frac{E[S] - E[O]}{2(Q - E[O])}$$

$$E[I] = 2589 - 1857 + \frac{1268}{2} + 1857 \frac{29,24 - 0}{2(1268 - 0)} = 1387,32 \text{ case}$$

4.4.5 Perhitungan Nilai E[T]

Nilai E[T] merupakan nilai *inventory cycle*. Perhitungan ini dapat dilakukan menggunakan formulasi sebagai berikut:

$$E[T] = \frac{Q - E[O]}{D}$$

$$E[T] = \frac{1268 - 0}{225954} = 0,00561 \text{ tahun}$$

4.4.6 Perhitungan Total Biaya Persediaan

Dengan nilai Q, r, E[S], E[O], E[I], dan E[T] yang sudah didapatkan berdasarkan perhitungan sebelumnya, maka total biaya persediaan dapat dilakukan menggunakan formulasi sebagai berikut:

$$TC = \frac{A + C.Q + W.E[O] + P.E[S]}{E[T]} + h.E[I]$$

$$TC = \frac{16639 + (199997 \times 1268) + (199997 \times 0) + (6185 \times 29,243)}{0,00561} + 55449 \times 1387,32$$

$$= 45.302.133.438/\text{tahun}$$

Maka, total biaya persediaan yang ditanggung oleh perusahaan selama satu tahun dengan nilai Q yang optimum serta jumlah permintaan berdasarkan hasil peramalan dengan model *continuous review* (r, Q) with *fixed life time* yaitu sebesar Rp45.302.133.438/tahun.

Tabel 9 Total biaya persediaan usulan

SKU	A	h	Ob	Op	Ok	Ow	Os	TC
SKU_4	Rp 16.631	Rp 55.449	Rp 45.190.018.199	Rp 2.962.965	Rp 32.226.308	Rp 0	Rp 76.925.828	Rp 45.302.133.438
SKU_14	Rp 16.631	Rp 55.449	Rp 20.846.464.000	Rp 4.246.218	Rp 5.973.883	Rp 0	Rp 17.866.933	Rp 20.874.551.033
SKU_25	Rp 16.631	Rp 55.449	Rp 15.837.321.648	Rp 3.078.375	Rp 3.607.565	Rp 0	Rp 11.266.179	Rp 15.855.273.768
SKU_45	Rp 16.631	Rp 55.449	Rp 15.486.290.560	Rp 2.207.999	Rp 11.276.478	Rp 0	Rp 27.978.472	Rp 15.527.753.508
SKU_44	Rp 16.631	Rp 55.449	Rp 14.827.586.840	Rp 2.567.311	Rp 8.798.225	Rp 0	Rp 22.699.355	Rp 14.861.651.731
SKU_34	Rp 16.631	Rp 55.449	Rp 12.845.037.176	Rp 1.231.096	Rp 2.880.460	Rp 0	Rp 7.709.104	Rp 13.236.648.398
SKU_10	Rp 16.631	Rp 55.449	Rp 9.081.210.810	Rp 2.798.541	Rp 3.162.124	Rp 0	Rp 10.031.487	Rp 9.097.202.963
SKU_2	Rp 16.631	Rp 55.449	Rp 6.717.878.607	Rp 3.929.190	Rp 4.193.313	Rp 0	Rp 13.691.431	Rp 6.739.692.541
SKU_23	Rp 16.631	Rp 55.449	Rp 6.032.381.578	Rp 1.356.113	Rp 901.734	Rp 0	Rp 3.252.845	Rp 6.038.027.771
SKU_43	Rp 16.631	Rp 55.449	Rp 5.413.824.601	Rp 1.690.039	Rp 1.748.055	Rp 0	Rp 5.657.210	Rp 5.422.919.904
SKU_11	Rp 16.631	Rp 55.449	Rp 4.920.926.400	Rp 1.905.186	Rp 2.823.452	Rp 0	Rp 8.354.637	Rp 4.934.009.674
TOTAL			Rp 157.198.940.418	Rp 27.973.033	Rp 77.591.595	Rp 0	Rp 205.433.481	Rp 157.889.864.729

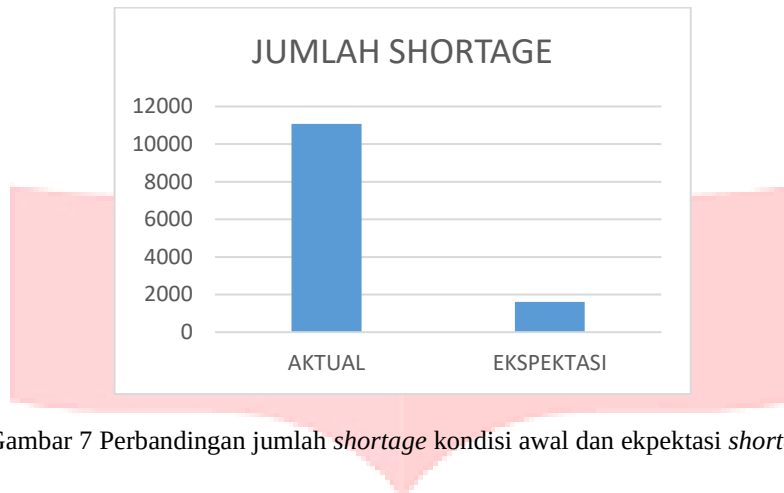
Nilai titik pemesanan ulang dan jumlah permintaan yang optimum serta besar *safety stock* dan *service level* untuk seluruh produk dapat dilihat pada

Tabel 10 Jumlah pemesanan optimum, titik pemesanan ulang, *safety stock*, dan *service level* produk lainnya

PRODUK	Q	Reorder Point	SS	SL
SKU_4	1268	2589	760	98,58%
SKU_14	366	904	136	99,56%
SKU_25	240	447	82	99,52%
SKU_45	485	785	262	97,96%
SKU_44	409	719	203	98,55%
SKU_34	148	155	66	98,85%
SKU_10	215	369	72	99,19%
SKU_2	293	663	95	98,97%
SKU_23	76	72	20	99,28%
SKU_43	124	143	40	98,81%
SKU_11	170	224	66	98,15%

4.5 Perbandingan Jumlah *Shortage* dan *Overstock*

Pada perhitungan dengan model *continuous review* (r, Q) yang sudah dilakukan, didapatkan ekspektasi jumlah *shortage* selama setahun pada setiap produk. Gambar 7 menjelaskan jumlah perbandingan *shortage* kondisi awal dengan jumlah ekspektasi *shortage* berdasarkan perhitungan yang sudah dilakukan.



Gambar 7 Perbandingan jumlah *shortage* kondisi awal dan ekspektasi *shortage*

Selain nilai ekspektasi *shortage*, nilai ekspektasi tingkat persediaan juga diperoleh perhitungan yang sudah dilakukan. Nilai rata-rata tingkat persediaan merupakan nilai rata-rata persediaan yang disimpan dalam gudang dan tidak terpakai oleh permintaan. Dapat dilihat pada Tabel 11 nilai ekspektasi rata-rata tingkat persediaan.

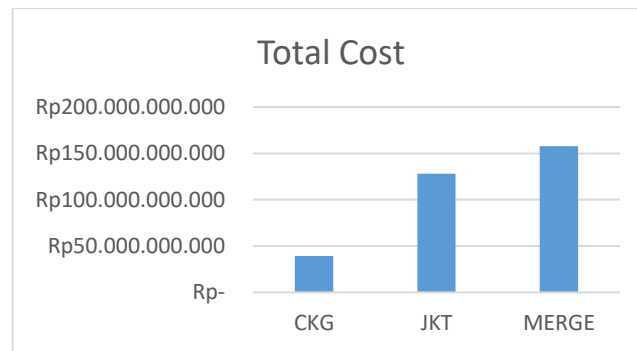
Tabel 11 Perbandingan rata-rata persediaan kondisi awal dan usulan

	SKU_4	SKU_14	SKU_25	SKU_45	SKU_44	SKU_34	SKU_10	SKU_2	SKU_23	SKU_43	SKU_11
E[I] AWAL CKG	3176	1791	709	-	948	749	-	2969	1246	1317	322
E[I] AWAL JKT	4308	1812	857	4384	1210	1228	840	1962	837	1048	138
E[I] USULAN	1387	322	203	504	409	139	181	247	59	102	151

Dengan total jumlah ekspektasi *shortage* sebesar 1.611 dan total rata-rata *shortage* pada kondisi awal sebesar 2.091 maka jumlah *shortage* turun sebesar 23% serta dengan jumlah ekspektasi tingkat persediaan sebesar 3.705 dan total rata-rata tingkat persediaan pada kondisi awal sebesar 31.843 maka jumlah rata-rata persediaan turun sebesar 88%.

4.6 Perbandingan Total Biaya Usulan

Berdasarkan hasil perhitungan yang sudah dilakukan, total biaya persediaan mengalami penurunan sebesar 6% dari jumlah total biaya persediaan pada Gudang Cikarang dan Gudang Jakarta.



Gambar 8 Perbandingan total biaya persediaan kondisi awal dengan usulan Jumlah total biaya persediaan Gudang Cikarang dan Gudang Jakarta yaitu sebesar Rp167.418.232.999 dan total biaya persediaan usulan sebesar Rp157.889.864.729.

4.7 Simulasi Persediaan

Dilakukan simulasi persediaan dengan variabel keputusan yang telah diperoleh berdasarkan perhitungan *continuous review (r, Q) with fixed life time*. Tabel 12 merupakan contoh perhitungan simulasi persediaan untuk produk SKU_4 sampai hari ke-15. Simulasi dilakukan sampai dengan hari ke-365 yang merupakan jumlah hari dalam setahun. Jumlah permintaan diperoleh berdasarkan *generate random number* pada *excel* dengan mempertimbangkan besar rata-rata dan standar deviasi permintaan produk SKU_4 selama satu tahun serta nilai *reorder point* sebesar 2.586 dan jumlah pemesanan optimum sebesar 1.286.

Tabel 12 Simulasi Persediaan SKU_4

Hari	Persediaan Masuk	Persediaan Awal	Demand	Demand Terpenuhi	Posisi Persediaan	Presentase Terpenuhi	Order
1	0	7011	337	337	6674	1	0
2	0	6674	1135	1135	5539	1	0
3	0	5539	409	409	5130	1	0
4	0	5130	416	416	4714	1	0
5	0	4714	849	849	3865	1	0
6	0	3865	610	610	3255	1	0
7	0	3255	17	17	3238	1	0
8	0	3238	471	471	2766	1	0
9	0	2766	867	867	1899	1	1
10	0	1899	1054	1054	846	1	1
11	0	846	308	308	538	1	1
12	1268	1806	451	451	1356	1	1
13	1268	2624	379	379	2245	1	1
14	1268	3514	727	727	2786	1	0
15	1268	4054	275	275	3779	1	0

Pada hari ke-9 menunjukkan posisi persediaan berada di bawah nilai *reorder point* sehingga perlu dilakukan pemesanan ulang sebesar 1.286. Dengan *lead time* selama tiga hari maka persediaan masuk pada hari ke-12. Setelah melakukan simulasi sampai hari ke-365, maka diperoleh rata-rata persediaan sebesar 2.252.

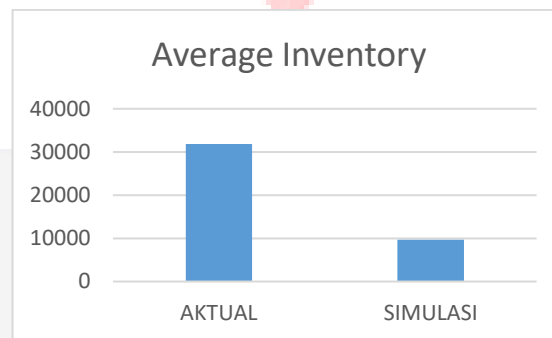
Setelah melakukan simulasi persediaan, A, diperoleh besar rata-rata persediaan selama satu tahun, besar *service level*, dan jumlah kekurangan persediaan pada masing-masing produk yang dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13 Hasil simulasi persediaan

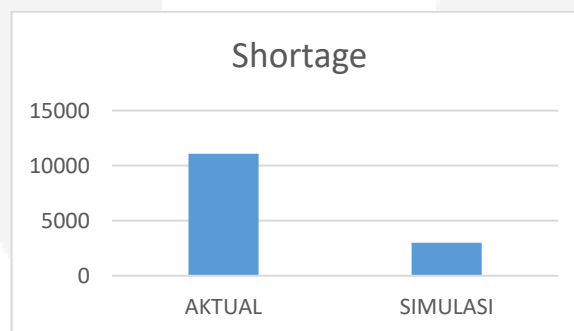
Produk	Average Inventory	SL	Jumlah Shortage
SKU_4	2812	99,74%	476
SKU_14	905	99,77%	172
SKU_25	930	98,08%	568

SKU_45	1319	98,85%	832
SKU_44	1326	99,36%	162
SKU_34	286	98,97%	164
SKU_10	478	98,41%	306
SKU_2	863	99,52%	188
SKU_23	179	99,37%	21
SKU_43	223	99,79%	10
SKU_11	334	99,38%	89

Gambar 9 dan Gambar 10 menunjukkan perbandingan rata-rata persediaan aktual dengan hasil simulasi serta perbandingan jumlah *shortage* aktual dengan hasil simulasi. Terjadi penurunan pada jumlah rata-rata persediaan dan jumlah *shortage* sebesar 70% dan 73%. Total rata-rata persediaan aktual Gudang Cikarang dan Gudang Jakarta yaitu sebesar 31.843 dan berdasarkan hasil simulasi total rata-rata persediaan yaitu sebesar 9.656 serta total jumlah *shortage* aktual Gudang Cikarang dan Gudang Jakarta yaitu sebesar 11.079 dan diperoleh dari hasil simulasi total jumlah *shortage* yaitu sebesar 2.988.



Gambar 9 Perbandingan rata-rata persediaan aktual dengan simulasi



Gambar 10 Perbandingan jumlah *shortage* aktual dengan simulasi

5 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan hasil dari tugas akhir ini yaitu:

1. Berdasarkan hasil peramalan permintaan yang sudah dilakukan, metode peramalan yang tepat untuk masing-masing produk berbeda dikarenakan pola permintaan pada masing-masing produk berbeda. Penentuan metode yang tepat berdasarkan nilai *error* peramalan permintaan dan diverifikasi menggunakan *moving range chart* agar dapat mengetahui sebaran data masih berada dalam batas kontrol atau tidak. Jika sebaran data berada dalam batas kontrol, maka pola permintaan *representative* terhadap data.

2. Berdasarkan hasil perhitungan kebijakan persediaan yang telah dilakukan pada tugas akhir ini dengan besar nilai r dan Q yang telah diperoleh, terdapat penurunan pada total biaya persediaan sebesar 5% serta total rata-rata tingkat persediaan menurun sebesar 88% dan total rata-rata *shortage* menurun sebesar 23%.
3. Berdasarkan hasil perhitungan simulasi persediaan dengan nilai r dan Q yang sudah diperoleh berdasarkan perhitungan *continuous review (r, Q) with fixed life time*, total rata-rata persediaan menurun sebesar 70% dan total jumlah *shortage* sebesar 73%.
4. Kebijakan persediaan untuk setiap produk yang termasuk dalam kategori A dapat diuraikan pada

Tabel 14 Kebijakan persediaan produk kategori A

PRODUK	Q	Reorder Point	SS
SKU_4	1268	2589	760
SKU_14	366	904	136
SKU_25	240	447	82
SKU_45	485	785	262
SKU_44	409	719	203
SKU_34	148	155	66
SKU_10	215	369	72
SKU_2	293	663	95
SKU_23	76	72	20
SKU_43	124	143	40
SKU_11	170	224	66

5. Perubahan yang memberikan dampak signifikan terhadap solusi optimal dan total biaya persediaan adalah perubahan pada jumlah permintaan dan harga bahan baku, baik peningkatan ataupun penurunan.

6 Referensi

- [1] J. Chen, "Investopedia," 2019. [Online]. Available: <https://www.investopedia.com/terms/s/shortage.asp>.
- [2] S. Bahagia, Sistem Inventori, Bandung: Penerbit ITB, 2006.
- [3] J. Heizer and B. Render, Operations Management Sustainability and Supply Chain Management, Singapore: Pearson, 2014.
- [4] S. N. Chapman, J. R. T. Arnold, A. K. Gatewood and L. M. Clive, Introduction to Materials Management, Essex: Pearson, 2017.
- [5] C. Kouki, "Perishable Items Inventory Management and the Use of Time Temperature Integrators Technology," Ecole Centrale, Paris, 2010.
- [6] V. S. R. Madduri, "Inventory Policies for Perishable Products with Fixed Shelf Lives," Pennsylvania State University, Pennsylvania, 2009.