

PENGOPTIMALAN UKURAN PEMESANAN DAN BIAYA PERSEDIAAN GUDANG MENGGUNAKAN METODE *CONTINUOUS REVIEW* (STUDI KASUS: *WAREHOUSE SPARE PART FARMASI PT XYZ*)

Alfina Putri Anggraini¹, Arfan Bakhtiar*²

¹Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

¹Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

Abstrak

Dalam upaya peningkatan produktivitas, maka perusahaan perlu melakukan perbaikan dan meningkatkan kinerja secara kontinu agar dapat terus bertahan di dunia industri. Dalam proses produksi, ada beberapa hal yang harus diperhatikan yaitu bagaimana meningkatkan kapasitas produksi serta perencanaan dan pengendalian persediaan. Persediaan spare part mesin berguna agar proses produksi tidak terhambat. Untuk mencapai jumlah pemesanan yang ekonomis dan total biaya persediaan yang optimal. Persediaan menjadi sangat penting untuk dikelola agar tujuan efektivitas dan efisiensi perusahaan dapat dicapai. Dalam pengelolaan sistem persediaan sparepart, perusahaan mengalami permasalahan seperti belum optimalnya penggunaan ruang penyimpanan spare part pada gudang karena belum adanya standar peletakkan ataupun pengelompokkan spare part. Permasalahan lain yaitu pada gedung farmasi tersebut sering mengalami kekurangan maupun kelebihan stock karena perencanaan masih dilakukan secara konvensional dan hanya menerapkan maksimal minimal pemesanan spare part. Penelitian ini menggunakan klasifikasi ABC-XYZ, peramalan data intermiten menggunakan metode Croston, SBA, dan Simulasi Monte Carlo, dan Continuous review untuk memperoleh persediaan optimal. Data yang digunakan untuk penelitian ini adalah data sekunder. Hasil dari penelitian yaitu diperoleh dari metode terbaik untuk sparepart terpilih dan setelah dibandingkan dengan kondisi eksisting perusahaan saat ini menunjukkan bahwa total biaya persediaan menggunakan metode continuous review lebih rendah dengan rata-rata penghematan dari sparepart terpilih sebesar 32,25%.

Kata kunci: *Klasifikasi ABC-XYZ; Peramalan; Metode Croston; Metode SBA; Simulasi Monte Carlo; Continuous review; Stock Accuracy.*

Abstract

In an effort to increase productivity, the company needs to continuously improve its performance and make necessary improvements to survive in the industrial world. In the production process, several factors must be considered, including increasing production capacity and implementing inventory planning and control. Maintaining a useful inventory of machine spare parts is crucial to ensuring smooth production processes, achieving an economical order quantity, and optimizing total inventory cost. Effective inventory management is essential for the company to achieve its effectiveness and efficiency goals. However, the company experiences challenges in managing its spare parts inventory system, such as suboptimal use of warehouse space due to a lack of standardization in the placement or grouping of spare parts. The company faces shortages or excess stock in the pharmaceutical building due to conventional planning and minimum-maximum order policies for spare parts. This research uses the ABC-XYZ classification, intermittent data forecasting using the Croston, SBA, and Monte Carlo methods, and Continuous review. The research utilizes secondary data. The results show that the

*Alfina Putri Anggraini
E-mail: AlfinaPAnggraini@students.undip.ac.id

continuous review method is the best method for managing the selected spare parts and reduces the total inventory cost by an average of 32.25% compared to the company's current existing conditions.

Keywords: *ABC-XYZ Classification; Forecasting; Croston's Method; SBA Method; Monte Carlo Simulation; Continuous Review; Stock Accuracy.*

1. Pendahuluan

Globalisasi menyebabkan persaingan di dunia industri semakin lebih ketat. Ketatnya daya saing tersebut memaksa setiap perusahaan untuk terus berupaya meningkatkan kemampuannya dalam memproduksi produk yang berkualitas tinggi. Dalam upaya peningkatan produktivitas dan kualitas produksi tersebut, maka perusahaan perlu melakukan perbaikan terus menerus dan meningkatkan kinerja secara kontinu agar dapat terus bertahan di dunia industri (Livia & Fewidarto, 2016). Dalam suatu proses produksi, ada beberapa hal yang harus diperhatikan yaitu bagaimana meningkatkan kapasitas produksi serta perencanaan dan pengendalian persediaan. Persediaan *spare part* mesin berguna untuk mengganti *spare part* mesin yang mengalami kerusakan agar proses produksi tidak terhambat. Untuk mencapai jumlah pemesanan yang ekonomis dan total biaya persediaan yang optimal, maka perusahaan harus menjaga ketersediaan *spare part* mesin. Persediaan tersebut menjadi sangat penting untuk dikelola agar tujuan efektivitas dan efisiensi perusahaan dapat dicapai.

Pengelolaan persediaan yang kurang baik diindikasikan dengan adanya tingkat persediaan yang terlalu banyak atau terlalu sedikit. Jika persediaan terlalu banyak, perusahaan akan mengalami kerugian karena harus menanggung biaya kerusakan dan penyimpanan, biaya gudang, biaya perawatan, administrasi, asuransi, dan lain-lain. Dan apabila persediaan terlalu sedikit, perusahaan akan mengalami kerugian dikarenakan jumlah persediaan yang tidak bisa memenuhi kapasitas sehingga proses produksi dapat terhambat/berhenti sehingga sistem mengalami ketidاكلancaran proses. Ketersediaan *Spare part* yang baik tentunya harus didukung dengan pengendalian persediaan yang baik. Pengendalian persediaan adalah pengumpulan atau penyimpanan komoditas yang akan digunakan untuk memenuhi permintaan dari waktu ke waktu (Indriastiningsih & Darmawan, 2019). Persediaan *spare part* mesin perlu dilakukan agar ketika terjadi kerusakan *part* pada mesin produksi, perbaikan dan penggantianannya dapat dilakukan dengan cepat dan tidak menghambat proses produksi terlalu lama.

PT XYZ adalah salah satu perusahaan produsen obat-obatan, bahan kimia, alat laboratorium, dan alat kedokteran yang berpusat di Jawa Tengah. PT XYZ memproduksi berbagai macam produk, diantaranya obat-obatan, kembang gula, produk alami seperti minuman herbal, dan makanan ringan. Dalam memenuhi kebutuhan

spare part-nya, PT XYZ memesan *spare part* dari luar negeri (*import*) maupun lokal. PT XYZ memiliki total *spare part* di *Warehouse Spare Part* Gedung Farmasi kurang lebih 1400 jenis *spare part* yang tersimpan di dalam gudang penyimpanan. Namun, dalam pengelolaan sistem persediaan *warehouse* itu sendiri masih mengalami beberapa permasalahan seperti belum optimalnya penggunaan ruang penyimpanan *spare part* pada gudang. Hal ini karena belum adanya standar peletakkan ataupun pengelompokkan *spare part* di gudang. Sehingga persediaan akan sulit dikendalikan ketika terjadi peningkatan jumlah permintaan *spare part* karena sistem peletakan *spare part* belum tertata dengan baik, belum lagi persoalan ketidakefisienan waktu apabila sangat dibutuhkan namun sulit untuk dicari karena peletakkannya tidak terstruktur. Kemudian, permasalahan lain yaitu karena pada *warehouse spare part* mesin pada gedung farmasi sering mengalami kekurangan maupun kelebihan *stock spare part* karena perihal keakuratan *stock* masih dilakukan dengan perencanaan konvensional dan hanya menerapkan maksimal dan minimal pemesanan *spare part* sehingga perencanaan masih dirasa kurang tepat. Kemudian berdasarkan wawancara diketahui bahwa admin gudang beberapa kali mengalami kejadian seperti pihak teknis melakukan permintaan *spare part* namun ternyata persediaan di gudang tidak ada.

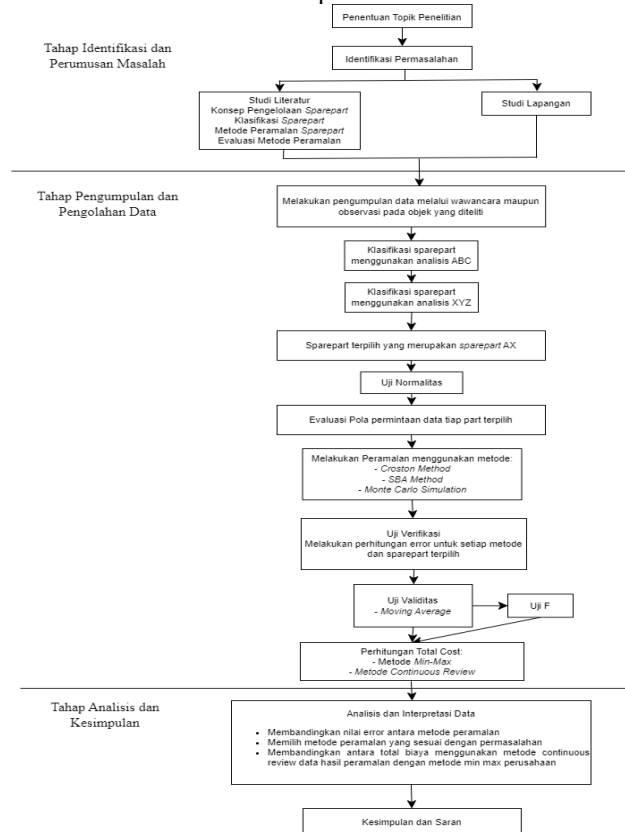
Oleh karena itu, peramalan merupakan sesuatu yang penting agar dapat membantu memperkirakan nilai yang akan muncul di masa yang akan datang dan dapat membantu pengambilan keputusan berdasarkan hasil nilai peramalan. Namun, data yang digunakan sebagai input dalam sistem peramalan tidak selalu bagus, data untuk peramalan bisa saja bersifat intermiten. *Intermittent data* juga dikenal sebagai data sporadis muncul saat data mengalami beberapa periode dengan nilai nol. Sulit untuk meramalkan intermiten data karena biasanya terdapat proporsi yang signifikan dari nilai nol, dengan campuran nilai tidak nol yang tersebar tak menentu (Syntetos, 2015). Ketika nilai terjadi, maka nilai kuantitasnya akan menjadi sangat tinggi (Cattani, 2011). *Intermittent data* sering dialami di industri seperti data permintaan di bidang otomotif, pertahanan, manufaktur, juga dialami dalam bidang biological seperti data aliran sungai, curah hujan, dan lain sebagainya. Tipe data tersebut juga dialami oleh PT XYZ dalam hal ukuran persediaan perusahaan.

Adapun cara untuk mengelola *spare part* perusahaan agar keberjalanan proses di gudang efektif maka perlu mengklasifikasikan *spare part* dengan berbagai

tahapan dengan hasil akhir berupa kombinasi antara klasifikasi ABC dan XYZ. Tujuannya yaitu mengoptimalkan area penyimpanan dan berfokus pada gudang yang sifatnya memiliki *stock* yang stabil walaupun permintaannya fluktuatif. Dan part yang terpilih diramalkan menggunakan beberapa metode yaitu Metode Croston, SBA, dan Simulasi Monte Carlo. Dan selanjutnya akan dilakukan perbandingan dari tiap metode dengan memverifikasi dan memvalidasi metode yang digunakan sebagai usulan perbaikan pemesanan *stock spare part* dengan menggunakan metode *Continuous Review*.

2. Metodologi

Berikut merupakan langkah-langkah yang dilakukan dalam melakukan penelitian



Gambar 2.1 Flowchart Metodologi Penelitian

Penelitian ini dimulai pemilihan ruang lingkup yaitu di bagian Gedung Farmasi PT XYZ. Dilanjut dengan identifikasi masalah yaitu menentukan permasalahan yang dihadapi. Tahap ini dilakukan dengan kegiatan survei lapangan, observasi, atau wawancara terkait prosedur pelaksanaan kerja yang dilakukan di PT XYZ. Kemudian dilanjutkan dengan studi pendahuluan berupa studi literatur dilakukan dengan mempelajari teori-teori yang berkaitan dengan permasalahan yang ada di lapangan dan studi lapangan, dengan cara melakukan pengamatan dan juga wawancara langsung dengan admin gudang, pembimbing lapangan, dan kepala gudang.

Tahapan berikutnya yaitu tahap pengumpulan dan pengolahan data. Pada tahap ini, pengumpulan data secara tidak langsung melalui data historis pengendalian persediaan perusahaan dan juga data dari lapangan. Selanjutnya data yang sudah diperoleh akan diolah untuk mendapatkan saran perbaikan yang optimal yaitu dengan tahap-tahap:

- Melakukan pengelompokan dan klasifikasi *sparepart* menggunakan Analisis ABC-XYZ di mana *spare part* dikelompokkan berdasarkan value dan frekuensi kebutuhan pada spare part tersebut.
- Menentukan *sparepart* terpilih (klasifikasi AX).
- Pengujian Normalitas.
- Mengevaluasi pola permintaan data tiap part terpilih.
- Melakukan Peramalan. Dari spare part yang tergolong ke dalam klasifikasi AX, maka dilakukan peramalan untuk 12 bulan mendatang. Peramalan bersarkan data perusahaan dari bulan Januari hingga Desember 2022. Pada tahapan ini, dilakukan peramalan menggunakan metode Croston, SBA, dan juga simulasi Monte Carlo.
- Uji Verifikasi. Melakukan perhitungan error untuk setiap metode dan *sparepart* terpilih menggunakan *Mean Square Error* (MSE) dan *Mean Absolute Deviation* (MAD).
- Uji Validitas. Validasi menggunakan metode *Moving Average*. Apabila masih ada yang keluar dari batas maka dapat disimpulkan bahwa metode yang terpilih belum valid untuk digunakan dan perlu divalidasi menggunakan metode lain yaitu dengan Uji F.
- Melakukan Perhitungan Total Biaya Persediaan. Pada tahap ini dilakukan perhitungan dengan menggunakan metode min max perusahaan dan *continuous review*.

Selanjutnya yaitu tahap analisis dan ditarik kesimpulan yang dilakukan berdasarkan tujuan penelitian yang sudah ditetapkan sebelumnya.

3. Hasil dan Diskusi

3.1. Analisis ABC

Pertama-tama data akan dikelompokkan menggunakan metode analisis ABC berdasar demand value tahunan total. Persentase yang didapat kemudian diurutkan dari yang tertinggi ke terendah dan diakumulasi. Nilai akumulasi dibawah 70% akan digolongkan menjadi kelompok A yang berarti merupakan barang kritis (nilai uang besar), akumulasi 70%-90% menjadi kelompok B dan selebihnya digolongkan kelompok C (Assauri,2008). Berikut merupakan sebagian data dari klasifikasi ABC pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Klasifikasi ABC

Part Code	Part Description	Price (IDR)	Procurement Quantity (unit)	Usage Quantity (unit)	Value/ Tahun (IDR)	% value	Klasifikasi ABC
283196	Compression Roll Pn 3114089	130115000	3	4	520460000	6.288%	A
....
206271	Sensor Suhu Ntc 10k	3000	0	3	9000	0.000%	C
238117	Seal Dh Nok 16	9000	0	1	9000	0.000%	C

3.2 XYZ Analysis

Klasifikasi XYZ bertujuan mengetahui inventory yang memiliki fluktuasi permintaan lebih konstan atau memiliki jumlah permintaan yang tidak pasti. Mengklasifikasikan material pada kelas X merupakan inventory yang permintaannya paling konstan dari periode ke periode. Perubahan permintaan kelas X hanya berkisar dalam batas fluktuasi perubahan

permintaan inventory tersebut. Pengendalian material kelas X juga dianggap lebih menguntungkan karena perusahaan dapat memprediksi fluktuasi dari material tersebut (Wijaya, et al.,2015). Berikut merupakan sebagian dari spare part yang dikelompokkan berdasarkan variansinya.

Tabel 3.2 Klasifikasi XYZ

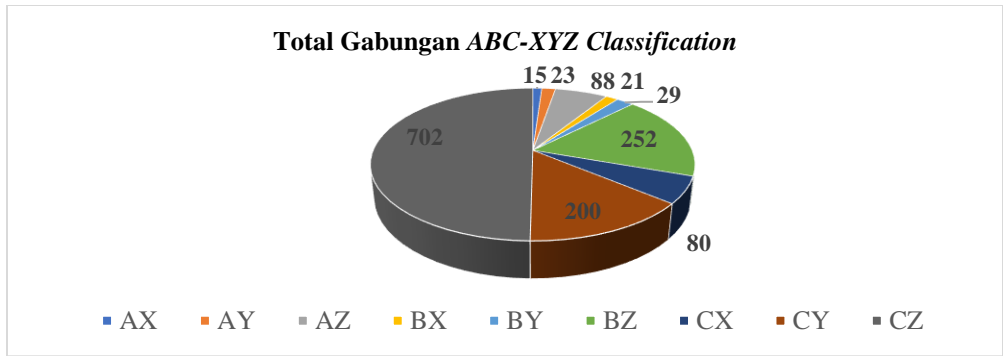
Part Code	Part Description	Jan-Mar	Apr-Jun	Jul-Sept	Jan-Mar	STD	CV	Klasifikasi XYZ
283196	Compression Roll Pn 3114089	1	0	1	2	0.816	0.816	Y
277139	Toothed Belt 16 T5/4170-Vv 3024052	1	18	2	6	7.805	1.156	Z
....

Selanjutnya yaitu menentukan *sparepart* terpilih di mana *spare part* yang termasuk ke dalam kelompok A dan juga X. Berikut merupakan daftar spare part yang termasuk ke dalam kategori AX pada Tabel 3.3 dan

persentase dari hasil klasifikasi ABC-XYZ pada Gambar 3.1.

Tabel 3.3 Spare part terpilih

No	Part Code	Part Description
1	116167	Compressor Copeland Zr 125 Scrooll 10 Pk
2	116504	Medium Filter Iaf Mb9-242412-A1s-Sh Single Header
3	234129	Belt 3340 X 15 Mm Green 3026354
4	116391	MEDIUM FILTER UK 592 X 592 X 292mm SINGLE HEADER
5	256108	Lip Ring Dnv32 Id24 X Od32 X T5.5
6	203109	Medium Filter 24 X 24 X 12 Eff90-99 %
7	204159	Mechanical Seal Dia38mm
8	283414	Insert Cam Mat Allu Bronze
9	234157	Helical Gear Diagear 10mm Pj Gear 14mm Mat Ss
10	278112	Solenoid Valve Mfh-5-1/4 Pn 6211
11	100716	Pressure Reducing Valve Bdv-25 Bsp 1 “ Pn Tvxx09xx1444 (Label Orange)
12	116709	Hepa Filter Lunakleen Jaf 540 X 1140 X 81
13	283309	Bechem Berusynth H1 Spray
14	100833	Humidity Transmitter A/Rh5-Rs-Lcd-0007 Rh 5% 0-10vdc Aci
15	243156	Lip Seal 4 X 18 X 25

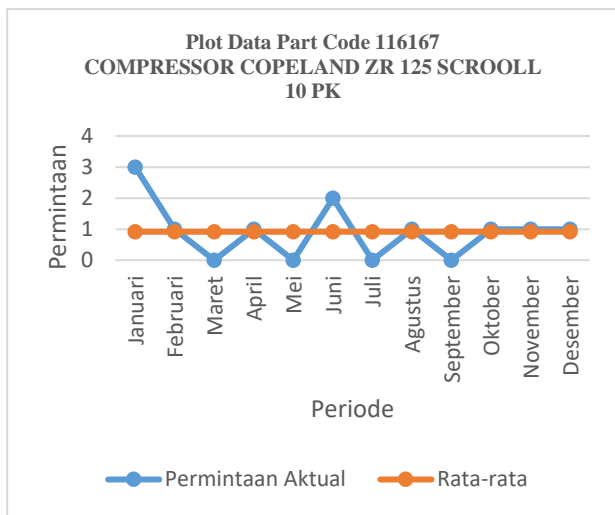


Gambar 3.1 Grafik Klasifikasi ABC-XYZ

3.3. Evaluasi Pola permintaan data tiap part terpilih

Langkah ini bertujuan untuk melihat kecenderungan permintaan spare part. Jika pola data telah teridentifikasi, maka dapat ditentukan metode yang tepat untuk meramalkan permintaan, Tabel berikut merupakan tabel data historis perusahaan dari spare part terpilih yang termasuk dalam kategori AX..

Berikut merupakan *plotting* dari data permintaan spare part terpilih selama 12 periode dari Januari 2022 hingga Desember 2022 dari salah satu part yaitu Part Code 116167.



Gambar 3.2 Plot Data Part Code 116167

Berdasarkan plot data spare part terpilih diatas dapat dilihat jika permintaan cenderung stabil dari segi jumlah pemesanannya namun seringkali juga data bernilai 0 atau tidak terjadi order. Dengan pola permintaan seperti ini, diperlukan safety stock yang cukup tinggi untuk menjaga service level di tingkat 95%. Pola permintaan spare part tersebut adalah cenderung konstan dengan permintaan nol yang cukup sering terjadi dan fluktuasi pada permintaan. Oleh karena itu, metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode yang dapat memperkirakan permintaan intermitten.

3.4. Uji Normalitas

Uji normalitas merupakan bentuk pengujian tentang kenormalan distribusi data.

Dari tabel 3.5 hasil output menggunakan software SPSS menghasilkan nilai sig = 0,900 pada SPSS, hal ini menunjukkan bahwa data berdistribusi normal.

Tabel 3.4 Uji Normalitas Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	tatistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Unstandarized-Residual	.116	12	.200*	.969	12	.900

is is a lower bound of the true significance.

liefors Significance Correction

3.5. Forecasting

Peramalan merupakan suatu dugaan terhadap permintaan yang akan datang berdasarkan pada beberapa variabel peramal, sering berdasarkan data deret waktu historis (Gasperzs, 2005).

3.5.1 Simulasi Monte Carlo

Dalam menentukan total biaya persediaan spare part sebagai langkah awal adalah melakukan simulasi monte carlo untuk mengetahui persediaan rata-rata spare part selama satu tahun dan jumlah order. Simulasi montecarlo merupakan simulasi dengan model probabilistik, di mana data di generate dari bilangan random yang kemudian disusun suatu distribusi probabilitas.

Contoh perhitungan data kedua:

Distribusi Desitas (dt)

$$= \frac{f_i}{\sum f} = \frac{1}{12} = 0,08$$

Distribusi Kumulatif

$$= d_t + d_{t-1} = 0.08 + 0.08 = 0.17$$

Berikut merupakan contoh perhitungan salah satu sparepart yaitu 116167 menggunakan metode Simulasi Monte Carlo pada Tabel 3.6

Tabel 3.5 Perhitungan Simulasi Monte Carlo

Part Code		116167						
Data (Bulan)	Permintaan/ Bulan	Frekuensi	Distribusi Densitas	Distribusi Kumulatif	Tag Number	Nilai Random Value	*100	Jumlah Order Part
1	3	1	0.08	0.08	00-08	0.243872184	24.39	0
2	1	1	0.08	0.17	09-17	0.218963361	21.90	3
...
12	1	1	0.08	1.00	93-100	0.638394123	63.84	1
Jumlah		11	12					13

3.5.2 Metode Croston

Perhitungan yang digunakan adalah Single Exponential Smoothing karena metode Croston dikembangkan berdasarkan metode tersebut (Willemain, et al, 1994). Berikut ini adalah contoh perhitungan periode-2 peramalan Compressor Copeland Zr 125 Scrooll 10 Pk dengan metode Croston.

1. Perhitungan menggunakan nilai $1-\alpha=1-0,001=0,999$ sesuai hasil *software* Eviews.

2. *Forecast Size* (S_t)

$$S_t = (1 - \alpha) X_t + (1 - \alpha)S_{t-1}$$

$$S_t = 0,999x1 + 0,999x2,997$$

$$S_t = 1,001997$$

3. *Forecast Inverval* (I_t)

$$I_t = (1 - \alpha) Q + (1 - \alpha)S_{t-1}$$

$$I_t = 0,999x1 + 0,999x0,999$$

$$I_t = 0,999$$

4. *Forecast Croston*

$$Croston_t = \frac{S_t}{I_t} = \frac{1,001997}{0,999} = 1$$

Berikut merupakan contoh perhitungan salah satu sparepart yaitu 116167 menggunakan metode Simulasi Croston pada Tabel 3.8.

Tabel 3.6 Peramalan Metode Croston

116167		COMPRESSOR COPELAND ZR 125 SCROOLL 10 PK			
Periode (t)	Demand (Xt)	s(t)	Q	I(t)	Croston
0	0	0	0	0	0
1	3	2.997	1	0.999	3
2	1	1.001997	1	0.999999	1
...
12	1	1	1	1	1
11					16

3.5.3 Metode Synthetos Boylan Approximation

Untuk memperbaiki bias tersebut maka Syntetos dan Boylan mengusulkan mengurangi metode peramalan Croston dengan sebuah faktor $(1 - \alpha/2)$. Berikut ini adalah contoh perhitungan periode-2 peramalan Compressor Copeland Zr 125 Scrooll 10 Pk dengan metode SBA.

1. Perhitungan menggunakan nilai $1-\alpha = 1-0,001=0,999$ sesuai hasil *software* Eviews.

2. *Forecast Size* (S_t)

$$S_t = (1 - \alpha) X_t + (1 - \alpha)S_{t-1}$$

$$S_t = 0,999x1 + 0,999x2,997$$

$$S_t = 1,001997$$

3. *Forecast Inverval* (I_t)

$$I_t = (1 - \alpha) Q + (1 - \alpha)S_{t-1}$$

$$I_t = 0,999x1 + 0,999x0,999$$

$$I_t = 0,999$$

4. *Forecast SBA*

$$SBA_t = \frac{S_t}{I_t} x(1 - \alpha/2)$$

$$= \frac{1,001997}{0,999} x(1 - 0,999/2) = 1$$

Tabel 3.7 Perhitungan Peramalan SBA

116167 COMPRESSOR COPELAND ZR 125 SCROOLL 10 PK						
Periode (t)	Demand (Xt)	s(t)	Q	I(t)	Croston	
0	0	0	0	0	0	
1	3	2.997	1	0.999	3	
2	1	1.001997	1	0.999999	1	
...	
12	1	1	1	1	1	
					11	15

3.6. Verifikasi Hasil Peramalan

Setelah peramalan dilakukan, maka metode dengan peramalan terkecil menjadi metode yang terpilih. Penggunaan *Mean Square Error* dan *Mean Average*

Deviation karena banyak permintaan bernilai 0. Tabel 5. merupakan hasil perhitungan error pada masing-masing metode

Tabel 3.8 Perbandingan Hasil Verifikasi

No	Part	Simulasi Monte Carlo		Croston		SBA	
		MSE	MAD	MSE	MAD	MSE	MAD
1	116167	3.333	1.500	0.584	0.417	0.667	0.500
2	116504	231.167	12.000	299.726	10.969	151.583	10.917
3	234129	6.500	2.000	1.449	0.975	2.000	1.333
4	116391	43.667	5.167	55.949	5.813	25.667	4.833
5	256108	2698.833	38.500	2263.891	30.844	1152.833	31.167
6	203109	3.000	1.333	3.102	0.771	2.667	1.167
7	204159	3.000	1.333	1.875	0.940	1.667	1.167
8	283414	0.833	0.833	0.581	0.668	0.583	0.583
9	234157	6.083	1.917	5.052	1.482	3.667	1.667
10	278112	1.500	0.833	0.875	0.526	0.667	0.500
11	100716	0.917	0.750	1.139	0.750	1.000	0.667
12	116709	2.833	1.167	1.034	0.557	1.000	0.833
13	283309	36.250	3.750	51.020	4.530	29.833	5.000
14	100833	6.583	1.583	4.609	1.396	2.917	1.417
15	243156	2663.500	40.833	892.652	18.879	984.167	24.167

3.7 Uji Validitas Hasil Peramalan Terpilih

Dalam kegiatan *forecasting* perlu dilakukan validasi untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil peramalan yang telah dibuat dengan data permintaan masa lalu. Hasil *forecasting* dikatakan valid jika nilai *error* berada pada batas toleransi

(garis batas kendali bawah) dalam perhitungan validasi dari hasil peramalan terpilih.

$$CL = \frac{\sum |MR|}{n} = \frac{14,998}{11} = 1,363$$

$$UCL = 2,66 * CL = 2,66 * 1,363 = 3,627$$

$$LCL = -2,66 * CL = -2,66 * 1,363 = -3,627$$

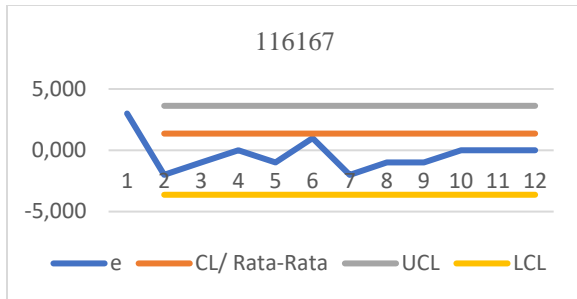
3.7.1 Moving Range

Berikut merupakan perhitungan validasi dari hasil peramalan terpilih dari masing-masing *spare part* menggunakan *Moving Range* untuk periode ke-5 pada part 116167 Compressor Copeland Zr 125 Scrooll 10 Pk.

Berikut merupakan contoh tabel perhitungan validasi dari hasil peramalan terpilih, yakni metode Croston.

$$\begin{aligned} MR_4 &= (X_4 - F_4) - (X_{4-1} - F_{4-1}) \\ &= -1,000 - (-0,002) \\ &= -0,998 \end{aligned}$$

Berikut merupakan contoh perhitungan CL (batas kendali), UCL (garis batas kendali atas) dan LCL



Gambar 3.3 Validasi Part 116167

3.8 Min-Max Perusahaan Penentuan Nilai Maksimum Pemesanan

Penetapan nilai maksimum order part berasal dari data spare part terpilih yang diperoleh berdasarkan maksimum *demand* yang dibutuhkan oleh teknisi mesin. Berikut merupakan nilai maksimum pemesanan dari tiap-tiap *sparepart* terpilih.

a. Perhitungan Safety Stock

Berikut merupakan contoh perhitungan *safety stock* untuk salah satu *spare part* yang diteliti yaitu part 116167 Compressor Copeland Zr 125 Scrooll 10 Pk berdasarkan metode min-max perusahaan.

$$SS = (A \text{ Maksimum} - \bar{d}) \times LT$$

$$SS = (4 - 1) \times 0,767$$

$$SS = 2 \text{ unit}$$

b. Perhitungan Persediaan Minimum

Pada sistem Min - Max Inventory Management, minimum stock adalah batas dimana perusahaan harus melakukan pembelian bahan baku kembali (reorder point) (Mahbubah, 2022). Berikut merupakan rumus perhitungan minimum stock untuk salah satu *spare part* yang diteliti yaitu part 116167

Compressor Copeland Zr 125 Scrooll 10 Pk berdasarkan metode min-max perusahaan.

$$P \text{ Min} = (\bar{d} \times LT) + SS$$

$$P \text{ Min} = (1 \times 0,767) + 2$$

$$P \text{ Min} = 3 \text{ unit}$$

c. Perhitungan Persediaan Maksimum

Berikut merupakan rumus perhitungan maximum stock untuk salah satu *spare part* yang diteliti yaitu part 116167 Compressor Copeland Zr 125 Scrooll 10 Pk berdasarkan metode min-max perusahaan.

$$P \text{ Max} = 2 \times (\bar{d} \times LT) + SS$$

$$P \text{ Max} = 2 \times (1 \times 0,767) + 2$$

$$P \text{ Max} = 4 \text{ unit}$$

d. ROP

Ukuran pemesanan (order quantity) adalah jumlah yang perlu dipesan untuk pengisian persediaan kembali Setiap kali persediaan mencapai titik atau persediaan minimum maka harus dilakukan pemesanan kembali yang jumlahnya sebesar ukuran pemesanan (Mahbubah, 2022). Berikut merupakan rumus perhitungan tingkat pemesanan kembali untuk salah satu *spare part* yang diteliti yaitu part 116167 Compressor Copeland Zr 125 Scrooll 10 Pk berdasarkan metode min-max perusahaan.

$$Q = P \text{ Max} - P \text{ Min}$$

$$Q = 4 - 3$$

$$Q = 1 \text{ unit}$$

e. Perhitungan Total Biaya untuk Min-Max Perusahaan

Berikut merupakan rekapitulasi rumus perhitungan Total Biaya (TC) berdasarkan metode min-max dari perusahaan

Tabel 3.9 Perhitungan Total Biaya (TC) Min-Max Perusahaan

Kode Part	Cost	Lead Time	Safety Stock	Persediaan Minimum	Persediaan Maksimum	ROP	TC
116167	14500000	0.767	2	3	4	1	21040576.99
116504	1050000	0.900	40	50	61	11	1611808.333
234129	5399365.26	2.733	16	22	27	5	2898910.429
116391	1075000	1.000	11	15	19	4	1220125
256108	82000	0.567	39	58	77	19	204665.5923
203109	1050000	0.700	5	7	9	2	1496856.25
204159	1750000	0.967	2	4	6	2	1429654.454
283414	2750000	0.667	1	2	3	1	3338958.333
234157	850000	1.200	6	8	11	2	893350
278112	2110348	0.567	1	2	2	1	3377141.284
100716	2285195	0.533	1	1	2	1	3025217.314
116709	3430000	4.300	30	39	47	9	1584041.802
283309	325000	0.800	16	21	26	5	520650
100833	1909775.7	3.300	17	23	30	7	846565.951
243156	80000	0.533	62	79	97	17	208544.5833
Total							43.697.066,32

3.9 Continuous Review

Jumlah pesanan Q dalam *continuous review* (Q) bersifat tetap, tetapi waktu antar pesanan dapat bervariasi tergantung dari sifat acak permintaannya. Berikut merupakan data demand hasil peramalan dengan metode terpilih untuk sistem Q (*continuous review*) *lot sales* (Anggraini,dkk, 2013).

a. Perhitungan Jumlah Pemesanan (Q)

Berikut merupakan contoh perhitungan manual jumlah pemesanan (Q) untuk salah satu spare part yang diteliti yaitu part 116167 Compressor Copeland Zr 125 Scrooll 10 Pk.

$$Q = \sqrt{\frac{2.D.S}{H}}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2 \times 15 \times 1450000}{616250}}$$

$$Q = 8 \text{ unit}$$

b. Perhitungan Safety Stock

Berikut merupakan contoh perhitungan *safety stock* untuk salah satu spare part yang diteliti yaitu part 116167 Compressor Copeland Zr 125 Scrooll 10 Pk.

$$SS = Z \times \sigma \times \sqrt{LT}$$

$$SS = 1,645 \times 0,428 \times \sqrt{0,767}$$

$$SS = 1 \text{ unit}$$

c. Penentuan Reorder point

Berikut merupakan rumus perhitungan ROP untuk salah satu spare part yang diteliti yaitu part 116167 Compressor Copeland Zr 125 Scrooll 10 Pk.

$$R = \bar{d} \times LT + SS$$

$$R = 2 \times 0,767 + 1$$

$$R = 2 \text{ unit}$$

Sehingga pada *sparepart* 116167 Compressor Copeland Zr 125 Scrooll 10 Pk akan dilakukan pemesanan kembali disaat part tersebut sudah mencapai titik *reorder* dimana *spare part* di warehouse hanya tersisa 2 unit.

d. Perhitungan Total Biaya untuk Continuous Review Model (Q)

Berikut merupakan rumus perhitungan Total Biaya (TC) untuk salah satu spare part yang diteliti yaitu part 116167 Compressor Copeland Zr 125 Scrooll 10 Pk.

$$TC = \frac{D}{Q} \cdot S + H \left(\frac{Q}{2} + SS \right)$$

$$TC = \frac{15}{8} \times 1.450.000 + 616250 \left(\frac{8}{2} + 1 \right)$$

$$TC = \text{Rp}5.557.407,56$$

Berikut merupakan tabel rekapitulasi perhitungan *total cost* untuk spare part terpilih dengan demand hasil peramalan

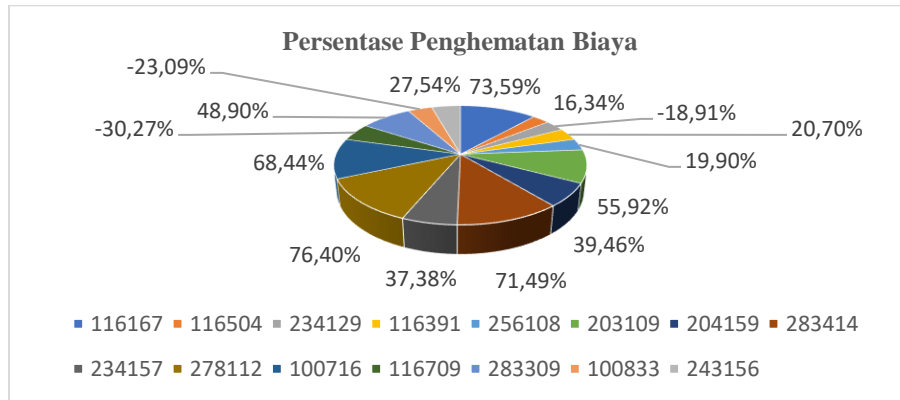
Tabel 3.10 Rekapitulasi Total Cost Continuous Review

Part Code	S	H	Q	SS	ROP	Total Cost
116167	1450000	616250	8	1	2	Rp 5,557,407.56
116504	105000	44625	27	3	15	Rp 1,348,378.89
234129	539936.526	229473.0236	12	3	11	Rp 3,447,177.25
116391	107500	45687.5	18	3	9	Rp 967,594.72
256108	8200	3485	45	2	23	Rp 163,933.92
203109	105000	44625	13	2	4	Rp 659,762.13
204159	175000	74375	8	3	5	Rp 865,455.94
283414	275000	116875	7	1	2	Rp 951,889.67
234157	85000	36125	12	4	7	Rp 559,423.98
278112	211034.8	89689.79	8	1	2	Rp 797,100.73
100716	228519.5	97120.7875	8	1	2	Rp 954,631.06
116709	343000	145775	12	2	15	Rp 2,063,571.50
283309	32500	13812.5	19	1	6	Rp 266,052.68
100833	190977.57	81165.46725	11	2	12	Rp 1,042,060.45
243156	8000	3400	43	1	19	Rp 151,118.62
Total						Rp 19,795,559.11

3.10 Analisis Perbandingan *Total Cost*

Dari hasil perhitungan dan pengolahan data yang telah dilakukan, perusahaan ingin mengetahui metode mana yang paling optimal. Terlihat bahwa menggunakan metode *continuous review* lebih efektif dari segi ukuran pemesanan dan juga terjadi penghematan dari biaya yang harus

dikeluarkan perusahaan yaitu dengan rata-rata penghematan dari *sparepart* terpilih sebesar 32,25%. Dan grafik persentase keefektifan dari segi biaya persediaan berdasarkan perhitungan total persediaan menggunakan metode *continuous review* dibandingkan dengan metode *min max* pada Gambar 3.5.



Gambar 3.4 Grafik Keefektifan Biaya *Continuous Review Model*

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil beberapa kesimpulan, antara lain:

- Berdasarkan hasil pengelompokan *spare part* berdasarkan nilai atau kepentingan barang dan tingkat variansi barang maka diperoleh kelompok gabungan antara A dan X yaitu terdapat 15 *spare part*.
- Berdasarkan pola data permintaan dari setiap part yang terpilih, maka terlihat bahwa *sparepart* memiliki data yang intermiten yaitu dimana data mengalami beberapa periode dengan nilai nol sehingga akan lebih sulit untuk meramalkan *intermittent data* karena biasanya terdapat proporsi yang signifikan dari nilai nol.
- Berdasarkan data yang diperoleh maka dilakukan uji normalitas dari data-data permintaan historis Januari-Desember 2022 dan didapatkan hasil bahwa setiap *sparepart* terpilih menunjukkan output berupa data terdistribusi normal.
- Berdasarkan peramalan terkait jumlah pemesanan yang optimal untuk diterapkan pada *spare part* terpilih maka diperoleh hasil perbandingan error terkecil yaitu pada *spare part* Compressor Copeland Zr 125 Scrooll 10 Pk, Belt 3340 X 15 Mm Green 3026354, Medium Filter 24 X 24 X 12 Eff90-99 %, Hepa Filter Lunakleen Jaf 540 X 1140 X 81, dan Lip Seal 4 X 18 X 25 lebih optimal

- apabila menggunakan metode Croston. Sedangkan untuk *spare part* lainnya lebih optimal apabila menggunakan metode SBA.
- Untuk memastikan bahwa metode tersebut telah optimal maka dilakukan verifikasi dan validasi terkait hasil peramalan. Berdasarkan uji verifikasi dan uji validasi yang didapatkan yaitu mendapatkan nilai error terkecil pada beberapa part dengan metode SBA dan beberapa part dengan metode Croston karena semakin kecil nilai error maka metode tersebut akan semakin baik.
- Selanjutnya berdasarkan perhitungan total cost dengan metode *continuous review* dan *min max*, didapatkan metode *continuous review* lebih optimal untuk menentukan jumlah ukuran pemesanan *spare part* warehouse farmacy PT XYZ karena terjadi penghematan dari segi biaya apabila menggunakan metode *continuous review* yaitu dengan rata-rata penghematan sebesar 32,25%. Pada perhitungannya, data yang digunakan merupakan data hasil peramalan berdasarkan metode terbaik dari masing-masing part terpilih.

4.2 Saran

Berdasarkan hasil pembahasan dan kesimpulan sebelumnya, berikut saran yang dapat dijadikan pertimbangan kepada perusahaan maupun peneliti kedepannya:

- a. Sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut secara keseluruhan agar mendapatkan hasil yang lebih optimal.
- b. Sebaiknya perusahaan memperhatikan bagaimana sistem persediaan yang ada dan menggunakan metode dengan pendekatan data intermiten sehingga dengan menggunakan metode yang tepat dapat mengoptimalkan persediaan produk yang ada di *Warehouse Sparepart* Farmasi tersebut.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada Teknik Industri Universitas Diponegoro dan PT XYZ atas keberlangsungan jurnal ini.

Daftar Pustaka

- Anggraini, dkk. (2013). Penentuan Persediaan Bahan Baku Optimal Menggunakan Model Q Dengan Lost Sales Pada Industry Air Minum Dalam Kemasan. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Assauri. (2008). Manajemen Pemasaran. Jakarta: Rajawali Press.
- Boylan, J., & Swarbrick, J. (1996). *Encyclopedia of Pharmaceutical Technology*. New York: Marcel Dekker.
- Cattani, dkk. (2011). *Common Inventory Modelling Assumptions That Fall Short: Arborescent Networks, Poisson Demand, And Single Echelon Approximations*. *Journal of Operations Management*, 29(5), 488–499.
- Croston, J. D. (1972). Forecasting And Stock Control For Intermittent Demands. *Operational Research Quarterly*, 289–304.
- Gasperz, Vincent. (2005). *Production Planning and Inventory Control*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Ghozali, I. (2018). *Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program IBM SPSS 25*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Indriastiningsih & Darmawan. (2019). Analisa Pengendalian Persediaan Sparepart Motor Honda Beat Fi dengan Metode EOQ Menggunakan Peramalan Penjualan Di Graha Karyaahass XY. *Jurnal Dinamika Teknik*.
- Livia & Fewidarto. (2016). Evaluasi Peningkatan Kinerja Produksi Melalui Penerapan Total Productive Maintenance Di PT Xacti Indonesia. *Jurnal Manajemen Dan Organisasi* 7(1):32. doi:10.29244/jmo.v7i1.14067.
- Mahbubah. (2022). Efisiensi Persediaan Kantong Semen Berbasis Metode Min-Max, Eoq, Dan Two-Bin Di Packing Plant PT AKA. 259–266.
- Rozaq. (2022). Efisiensi Persediaan Kantong Semen Berbasis Metode Min-Max, EOQ, dan Two-Bin Di Packing Plant PT Aka. 5(2), 259–266. Universitas Muhammadiyah Gresik.
- Syntetos, dkk. (2015). *Forecasting Intermittent Inventory Demands: Simple Parametric Methods Vs. Bootstrapping*. *Journal of Business Research* 68(8), pp.1746-1752.
- Wijaya, et al. (2015). Klasifikasi Inventori dengan ABC/XYZ Analisis. *Jurnal Titra*, Vol.3, No. 2, pp. 427-432.
- Willemain, et al., (1994). *Forecasting Intermittent Demand In Manufacturing : A Comparative Evaluation Of Croston's Method*. *International Journal of Forecasting* 10 (4), 529-538.