

# PERAMALAN JUMLAH PERMINTAAN *SPARE PART* *LCV BUSHING STRUTHBAR* DENGAN MENGUNAKAN METODE CROSTON DAN METODE *SYNTETOS BOYLAN* *APPROXIMATION*

Yesi Kurnia Simamora<sup>1</sup>, Entit Puspita<sup>2</sup>, Nar Herrhyanto<sup>3</sup>

Departemen Pendidikan Matematika FPMIPA UPI

*E-mail: yesi.kurnia.simamora@student.upi.edu*

**ABSTRAK.** Meningkatnya permintaan kendaraan bermotor akan mempengaruhi jumlah permintaan akan *spare parts*. Permasalahan persediaan kerap kali dihadapi oleh para pengambil keputusan khususnya dalam hal manajemen persediaan. Pada data permintaan *spare part LCV BUSHING STRUTHBAR* diketahui bahwa tidak selalu terjadi permintaan setiap bulannya sehingga membentuk pola data *intermittent*. *Intermittent demand* adalah permintaan yang memiliki nilai *zero* dan *non-zero*. Metode peramalan yang cocok untuk pola data *intermittent* adalah metode Croston dan *Syntetos Boylan Approximation* (SBA). Berdasarkan analisis yang telah dilakukan ternyata metode SBA adalah metode yang memiliki varians lebih kecil daripada metode Croston, dengan nilai varians sebesar 0,906.

**Kata Kunci:** *Spare Part, Data Intermittent, Peramalan, Croston, Syntetos Boylan Approximation*

**ABSTRACT.** Increasing demand for motorized vehicles will affect the number of requests for spare parts. Inventory problems are often faced by decision makers, especially in terms of inventory management. On demand data for *LCV BUSHING STRUTBAR spare part*, it is known that there is not always a demand every month so that it forms an *intermittent data pattern*. *Intermittent demand* is a demand that has *zero* and *non-zero* values. Forecasting methods suitable for *intermittent data patterns* are *Croston and Syntetos Boylan Approximation (SBA) methods*. Based on the analysis that has been done, it turns out that the *SBA method* is a method that has a smaller variance than the *Croston method*, with a variance value of 0.906.

**Key words:** *Spare Part, Intermittent Data, Forecasting, Croston, Syntetos Boylan Approximation*

## 1. PENDAHULUAN

Industri kendaraan bermotor merupakan salah satu industri yang berkembang di Indonesia. Sepanjang tahun 2016, Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia mencatat penjualan mobil sebanyak 1.060.000 unit naik 4,5 persen dibandingkan 2015 lalu (Gaikindo, 2016). Dengan meningkatnya permintaan kendaraan bermotor akan mempengaruhi jumlah permintaan akan *spare parts* karena kegiatan pemeliharaan mesin kendaraan bermotor bergantung pada ketersediaan *spare parts*.

Permasalahan persediaan kerap kali dihadapi oleh PT. ASCO Dwi Mobilindo khususnya dalam hal manajemen persediaan. Agar permasalahan dalam manajemen persediaan dapat dioptimalkan, perusahaan harus melakukan perencanaan dalam sistem persediaan barang. Salah satu cara perencanaan persediaan barang adalah dengan melakukan peramalan (*forecasting*) banyak penjualan barang untuk masa yang akan datang. Tujuan utama dari peramalan banyak penjualan barang adalah untuk mengurangi akibat ketidakpastian dari permintaan yang akan datang.

*Business Forecasting* atau biasa disebut dengan *forecasting* merupakan suatu usaha untuk meramalkan keadaan di masa mendatang berdasarkan informasi pada masa lalu (Makridakis et al., 1999). Berbagai metode *forecasting* telah banyak dikembangkan, baik yang bersifat kualitatif maupun kuantitatif. Penggunaan metode *forecasting* yang sesuai dengan pola data permintaan barang sangat mendukung keakuratan hasil *forecasting*. Hal ini tentu akan mengurangi biaya resiko akan tidak tersedianya barang maupun dalam hal meminimasi ongkos simpan barang (*inventory cost*) akibat dari penyediaan barang yang berlebihan (Silver et al., 1998).

Berdasarkan data permintaan *spare part LCV BUSHING STRUTHBAR* PT. ASCO Dwi Mobilindo cabang Bandung dapat diketahui bahwa tidak selalu terjadi permintaan setiap bulannya sehingga membentuk pola data *intermittent*. Barang sejenis *spare part* memiliki pola data yang lebih rumit dari pada jenis barang lain karena berpola permintaan yang *intermittent*. *Intermittent demand* adalah permintaan yang memiliki nilai *zero* dan *non-zero*. Artinya ketika bernilai *zero* maka tidak terjadi permintaan, dan ketika bernilai *non-zero* maka terjadi permintaan. Ketidakteraturan waktu terjadinya permintaan tersebut menyebabkan permintaan *spare part* sulit untuk diprediksi.

Metode peramalan yang berkembang hingga saat ini cukup banyak, tetapi metode yang cocok untuk pola data *intermittent* adalah metode Croston. Metode Croston adalah metode peramalan yang memperhatikan waktu terjadinya permintaan. Seiring dengan berkembangnya ilmu, terdapat penelitian tentang perkembangan metode peramalan untuk data *time series* yang memiliki pola

*intermittent*. Syntetos dan Boylan (2001) melakukan pengembangan berdasarkan metode Croston.

## 2. METODOLOGI

Metode penelitian yang digunakan pada skripsi ini merupakan metode penelitian yang melakukan kajian teoritis tentang Metode Croston dan Metode Syntetos Boylan Approximation dan menerapkannya pada peramalan jumlah permintaan spare part LCV Bushing Struthbar.

### 1. Peramalan *Spare Part*

Peramalan *spare part* memiliki sifat yang berbeda dimana terdapat pola permintaan yang *intermittent/lumpy*, atau dapat disebut pola permintaan berselang sehingga mengakibatkan peramalan yang digunakan pun berbeda dari proses meramalkan permintaan suatu produk pada biasanya. Permintaan yang memiliki pola reguler atau permintaannya di setiap bulannya selalu sama atau tidak mengalami kenaikan dan penurunan secara signifikan maka metode yang sesuai adalah metode *exponential smoothing*, namun permintaan yang memiliki pola berselang atau permintaannya tidak selalu ada dalam setahun, dimana ada bulan tertentu yang pemintaannya kosong, maka akan cocok digunakan metode Croston (Willemain et al., 2004). Selain itu terdapat juga metode lain yang dapat digunakan untuk permintaan yang bersifat *intermittent* yaitu metode *Syntetos Boylan Approximation* (SBA). Metode tersebut mempertimbangkan penerapan faktor estimasi  $\lambda$  yang diperoleh dari metode Croston.

### 2. Metode Croston

Metode Croston adalah metode yang dikembangkan oleh J. D. Croston pada tahun 1972. Metode ini merupakan pengembangan dari metode *exponential smoothing* untuk meramalkan jumlah permintaan dan jarak waktu antar permintaan. Croston mengusulkan sebuah metode yang mempertimbangkan perhitungan jumlah permintaan (*demand size*) dan waktu inter-arival antar permintaan (*inter-demand interval*) (Leven & Segerstedt, 2004). Metode Croston membagi data menjadi dua bagian yaitu *demand size* (permintaan *non-zero*) dan *inter-demand interval* (waktu antar kedatangan permintaan).

Metode Croston memprediksi rata-rata permintaan per periode dengan menerapkan *Exponential Smoothing*. Oleh karena itu, persamaan peramalan *demand size* dan *inter-demand interval* menggunakan persamaan *Simple Exponential Smoothing* (SES). Metode Croston ini memisahkan *demand size* ( $z_t$ ) dan *inter-demand interval* ( $n_t$ ). Dalam peninjauan periode  $t$ , jika tidak ada permintaan pada periode tersebut maka estimasi besarnya permintaan dan waktu *inter-arrival* pada akhir waktu  $t$ ,  $z_t$ , dan  $n_t$  masing-masing tidak berubah.

Peramalan *demand size* dan *inter-demand interval* dilakukan jika terjadi permintaan pada periode tersebut. Artinya jika pada suatu periode tertentu tidak terjadi permintaan maka nilai ramalan permintaannya sama dengan periode sebelumnya ( $\hat{Y}_{t+1} = \hat{Y}_t$ ). Berikut persamaan yang akan digunakan dalam meramalkan *demand size* dan *inter-demand time* :

$$\hat{z}_{t+1} = \beta z_t + (1 - \beta) \hat{z}_t \quad (2.1)$$

$$\hat{n}_{t+1} = \beta n_t + (1 - \beta) \hat{n}_t \quad (2.2)$$

Persamaan peramalan metode Croston:

$$\hat{Y}_{t+1} = \frac{\hat{z}_{t+1}}{\hat{n}_{t+1}} \quad (2.3)$$

Ekspektasi dari  $\hat{Y}_{t+1}$  yang ditunjukkan oleh Croston (1972) adalah sebagai berikut:

$$E(\hat{Y}_{t+1}) = E\left(\frac{\hat{z}_{t+1}}{\hat{n}_{t+1}}\right) = \frac{E\hat{z}_{t+1}}{E\hat{n}_{t+1}} = \frac{\mu}{n} \quad (2.4)$$

Namun Syntetos (2001) menyatakan bahwa rumusan tersebut tidak benar, seharusnya  $E\left(\frac{\hat{z}_{t+1}}{\hat{n}_{t+1}}\right) = E(\hat{z}_{t+1})E\left(\frac{1}{\hat{n}_{t+1}}\right)$

Diasumsikan *demand size* ( $z_t$ ) berdistribusi normal dengan *mean*  $\mu$ . Ekspektasi dari  $\hat{Y}_{t+1}$  yang ditunjukkan oleh Syntetos (2001) adalah sebagai berikut:

$$E\left(\frac{\hat{z}_{t+1}}{\hat{n}_{t+1}}\right) \approx \frac{\mu}{n} + \frac{\beta}{2 - \beta} \mu \frac{(n - 1)}{n^2} \quad (2.5)$$

Sehingga bias metode Croston dengan *approximation* adalah:

$$Bias_{Croston} = \frac{\beta}{2 - \beta} \mu \frac{(n - 1)}{n^2} \quad (2.6)$$

Varians  $\hat{Y}_{t+1}$  metode Croston adalah sebagai berikut:

$$Var\left(\frac{\hat{z}_{t+1}}{\hat{n}_{t+1}}\right) \approx \frac{\beta}{2 - \beta} \left[ \frac{(n - 1)}{n^3} \left( \mu^2 + \frac{\beta}{2 - \beta} \sigma^2 \right) + \frac{\sigma^2}{n^2} \right] \quad (2.7)$$

### 3. Metode Syntetos Boylan Approximation

Metode *Syntetos Boylan Approximation* (SBA) pada dasarnya mengacu pada metode Croston dengan menggunakan persamaan dasar dari metode Croston, sedangkan persamaan peramalannya berbeda. Metode ini akan

mempertimbangkan penerapan faktor estimasi  $\lambda = \left(1 - \frac{\beta}{2}\right)$  yang diperoleh dari metode Croston. Persamaan peramalan metode SBA menjadi:

$$\hat{Y}_{t+1} = \left(1 - \frac{\beta}{2}\right) \frac{\hat{z}_{t+1}}{\hat{n}_{t+1}} \quad (2.8)$$

Dengan menerapkan faktor  $\lambda$  dalam prosedur Croston untuk *demand size* dan *inter-demand interval*, maka persamaan (2.5) menjadi:

$$E \left( \lambda \frac{\hat{z}_{t+1}}{\hat{n}_{t+1}} \right) \approx \lambda \frac{\mu}{n} + \lambda \frac{\beta}{2 - \beta} \mu \frac{(n - 1)}{n^2} \quad (2.9)$$

Oleh karena itu Ekspektasi  $\hat{Y}_{t+1}$  metode SBA sebagai berikut:

$$\begin{aligned} E(\hat{Y}_{t+1}) &= E \left( \left(1 - \frac{\beta}{2}\right) \frac{\hat{z}_{t+1}}{\hat{n}_{t+1}} \right) \\ &= \left(1 - \frac{\beta}{2}\right) \frac{\mu}{n} + \frac{2 - \beta}{2} \frac{\beta}{2 - \beta} \mu \frac{(n - 1)}{n^2} \\ &= \left(1 - \frac{\beta}{2}\right) \frac{\mu}{n} + \frac{2 - \beta}{2} \frac{\beta}{2 - \beta} \mu \left( \frac{1}{n} - \frac{1}{n^2} \right) \\ &= \left(1 - \frac{\beta}{2}\right) \frac{\mu}{n} + \frac{\beta \mu}{2n} - \frac{\beta \mu}{2n^2} \\ &= \frac{\mu}{n} - \frac{\beta \mu}{2n} + \frac{\beta \mu}{2n} - \frac{\beta \mu}{2n^2} \\ &= \frac{\mu}{n} - \frac{\beta \mu}{2n^2} \end{aligned} \quad (2.10)$$

Sehingga bias metode SBA adalah

$$Bias_{SBA} = -\frac{\beta \mu}{2n^2} \quad (2.11)$$

Varians  $\hat{Y}_{t+1}$  metode SBA adalah sebagai berikut:

$$Var \left( \left(1 - \frac{\beta}{2}\right) \frac{\hat{z}_{t+1}}{\hat{n}_{t+1}} \right) = \frac{\beta(2 - \beta)}{4} \left[ \frac{(n - 1)}{n^3} \left( \mu^2 + \frac{\beta}{2 - \beta} \sigma^2 \right) + \frac{\sigma^2}{n^2} \right] \quad (2.12)$$

Metode Croston menunjukkan hasil yang bias sehingga dilakukan pengembangan terhadap metode tersebut yaitu metode *Syntetos Boylan Approximation* (SBA). Namun pada kenyataannya metode SBA juga menunjukkan hasil yang bias pula. Oleh karena itu, perlu diperhatikan varians  $\hat{Y}_{t+1}$  dari kedua metode tersebut untuk melihat mana yang memiliki varians minimum.

#### 4. Ukuran Kesalahan Peramalan

Dalam *forecasting*, ukuran kesalahan peramalan digunakan untuk memilih metode peramalan. Akurasi perkiraan mengacu pada seberapa baik model peramalan maupun pereproduksi data yang sudah diketahui (Makridakis et.al., 1999).

Pada penelitian ini, statistik ukuran kesalahan peramalan yang digunakan adalah *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Kriteria sebuah metode lebih baik dari metode lainnya adalah ketika metode tersebut memiliki nilai ukuran kesalahan peramalan lebih kecil dibandingkan dengan metode lainnya.

*Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) memberikan petunjuk seberapa besar kesalahan peramalan dibandingkan dengan nilai sebenarnya dari data *time series*. Berikut ini persamaan untuk menghitung MAPE menurut Makridakis et al. (1999):

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \left( \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t} \right) \right| \times 100 \quad (2.13)$$

Akan tetapi untuk data yang memiliki pola *intermittent*, persamaan (3.8) tidak dapat digunakan karena data bernilai nol akan menghasilkan nilai MAPE yang *infinite*. Dengan demikian, Mukhopadhyay *et al.* (2005) mengusulkan bentuk persamaan alternatif untuk MAPE sebagai berikut:

$$MAPE = \left( \frac{\sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|}{\sum_{t=1}^n Y_t} \right) \times 100 \quad (2.14)$$

dengan

- $Y_t$  : nilai data aktual pada periode  $t$
- $\hat{Y}_t$  : nilai data ramalan pada periode  $t$
- $n$  : banyaknya periode  $t$

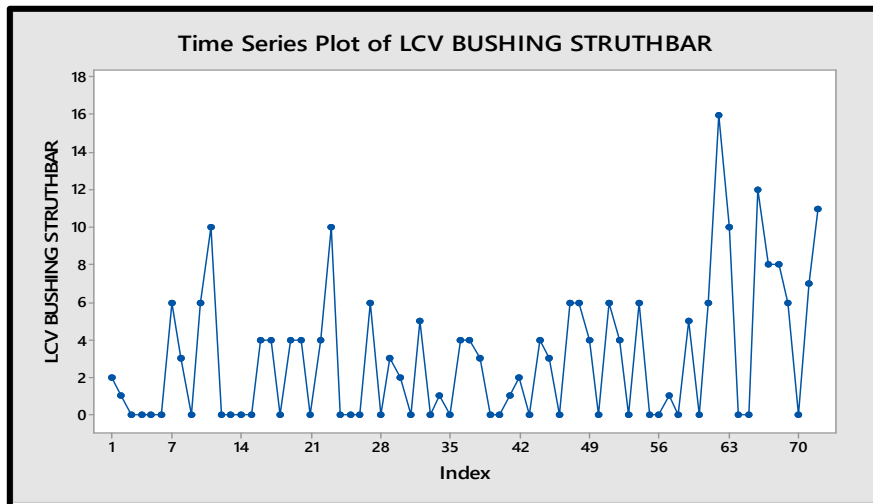
Persamaan (2.14) ini yang digunakan dalam penelitian ini.

#### PENELITIAN

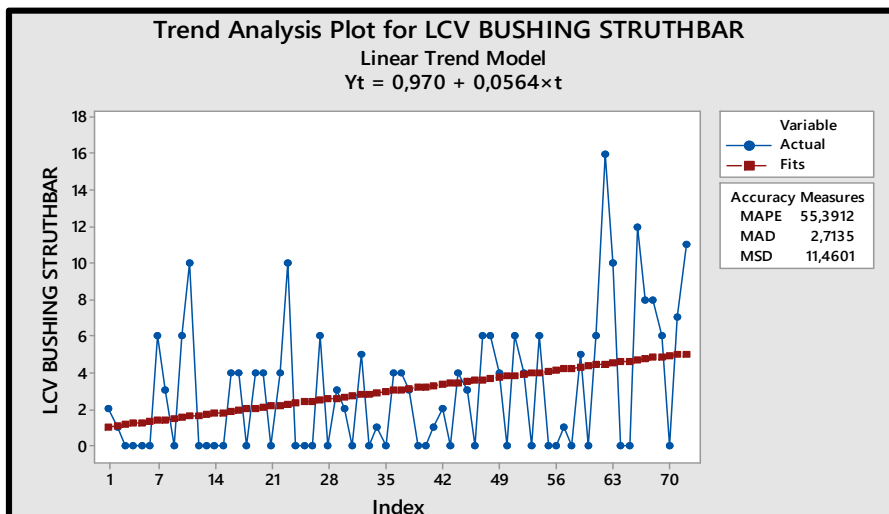
Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari PT.ASCO Dwi Mobilindo cabang Bandung, yaitu data bulanan permintaan *spare part LCV BUSHING STRUTHBAR* periode Januari 2011 – Desember 2016. Data yang digunakan adalah data *time series* selama 72 periode bulanan.

## 1. Langkah-langkah Peramalan Data *Intermittent Demand*

**Langkah 1**, Pengujian stasioneritas pada data awal *time series*. Sebelumnya akan dilihat plot data historis dan analisis tren permintaan *spare part LCV BUSHING STRUTHBAR*. Plot data dan analisis tren bertujuan untuk mempermudah dalam melakukan uji asumsi dan mengetahui kestasioneritasan data. Berikut hasil pengujian asumsi stasioneritas:



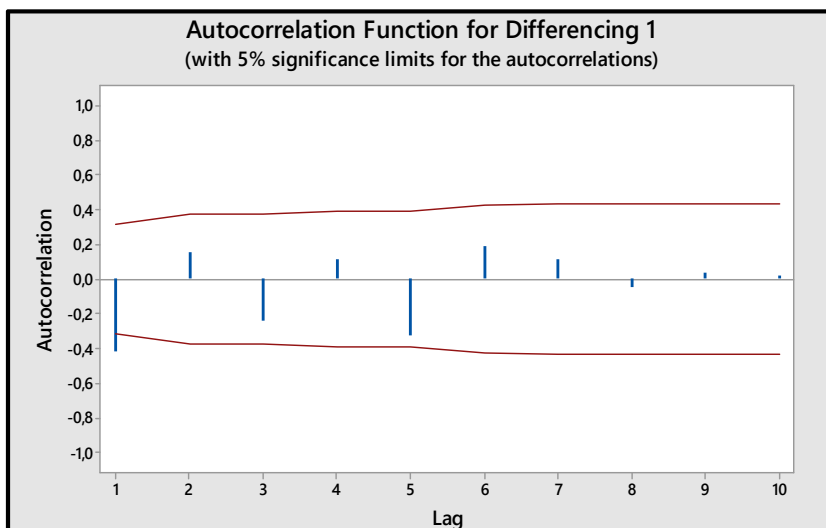
**Gambar 1**  
**Plot Data *LCV BUSHING STRUTHBAR***



**Gambar 2**  
**Analisis Tren *LCV BUSHING STRUTHBAR***

Berdasarkan Gambar 1 Plot Data dan Gambar 2 Analisis Tren diketahui bahwa plot data tidak berfluktuasi secara normal serta dapat dilihat beberapa data mempunyai nilai yang lebih dari nilai rata-rata data tersebut, sehingga tren data menjadi naik. Oleh karena itu, dapat diartikan data *LCV BUSHING STRUTHBAR* membentuk data *non* stasioner. Untuk mengetahui ketidakstasioneritasan data dilakukan uji *Augmented Dickey Fuller* (ADF), yang menyimpulkan bahwa data *Spare Part LCV BUSHING STRUTHBAR* tidak stasioner. Selanjutnya dilakukan uji asumsi untuk *deman size* dan *inter-demand interval*.

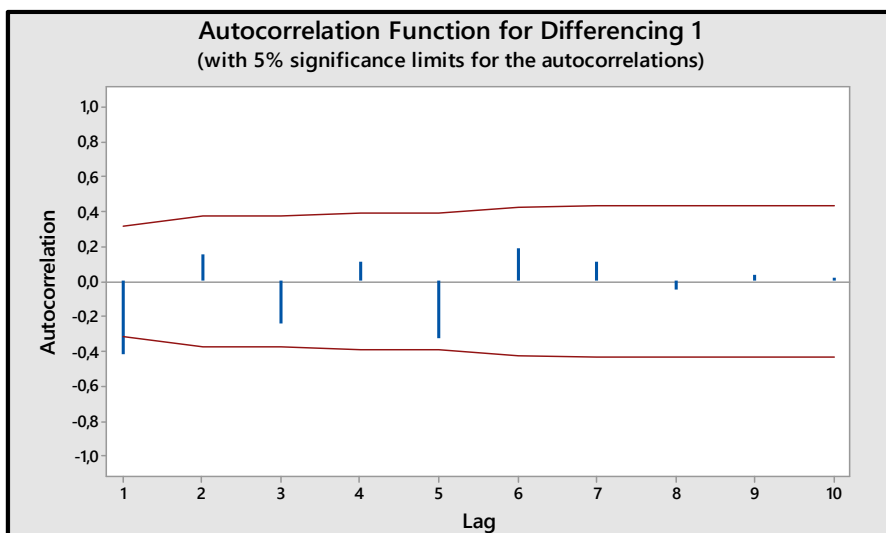
**Langkah 2**, Pengujian asumsi *demand size* ( $z_t$ ) mengikuti model ARIMA(0,1,1). Sebelum melakukan pengujian asumsi  $z_t \sim$  ARIMA(0,1,1) perlu dilakukan pengujian stasioneritas data pada data *demand size*. Pengujian kestasioneran data runtun waktu *demand size* dilakukan dengan menggunakan uji *Augmented Dickey Fuller* (ADF), yang menyimpulkan bahwa data *demand size* tidak stasioner. Untuk menstasionerkan data yang belum stasioner dilakukan *differencing* pertama pada data *demand size*, sehingga diperoleh data selisih pertama *demand size*. Dengan uji *Augmented Dickey Fuller* (ADF) untuk data *demand size differencing* pertama, diperoleh kesimpulan bahwa data *demand size* sudah stasioner. *Output* untuk plot FAK dan FAKP data *LCV BUSHING STRUTHBAR* yang telah di *differencing* 1 kali dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



**Gambar 3**

**FAK *demand size* Periode Januari 2011 - Desember 2016 Differencing 1 kali**





**Gambar 4**

**FAKP demand size Periode 2011 - Desember 2016 Differencing 1 kali**

Berdasarkan plot FAK dan FAKP yang tersaji pada Gambar 3 dan Gambar 4 teridentifikasi model yang sesuai untuk data *demand size* yang telah di *differencing* 1 kali adalah model MA(1) dan jika dikembalikan ke data awal maka data *demand size* mengikuti ARIMA(0,1,1). Artinya *demand size* ( $z_t$ ) cocok dengan model ARIMA(0,1,1).

**Langkah 3**, Pengujian asumsi *inter-demand interval* mengikuti distribusi geometrik  $\left(\frac{1}{n}\right)$ . Asumsi  $n_t$  berdistribusi geometrik dimana  $n$  adalah rata-rata *inter-demand interval*. Untuk menguji kecocokan data *inter-demand interval* data *Spare Part* dengan distribusi geometrik dapat dilakukan dengan statistik uji *Chi-Square*, dengan hasil  $\chi^2_{hitung} = 0,0099$ , dan  $\chi^2_{tabel}$  dengan  $\alpha = 0,05$  dan  $df = 1$  adalah  $\chi^2_{tabel} = 3,8415$ , karena  $\chi^2_{hitung} < \chi^2_{tabel}$ , ini menyimpulkan bahwa *inter-demand interval* ( $n_t$ ) berdistribusi geometrik terpenuhi atau dengan kata lain terdapat kecocokan antara data *inter-demand interval* dengan distribusi geometrik.

**Langkah 4**, Peramalan dengan metode Croston dan metode *Syntetos Boylan Approximation* (SBA). Tahap selanjutnya setelah semua asumsi terpenuhi adalah meramalkan nilai *demand size* dan *interdemand-interval* dengan persamaan (2.1) dan (2.2). Kemudian dilakukan peramalan dengan metode Croston berdasarkan persamaan (2.3). Hasil ramalan data *spare part LCV BUSHING STRUTHBAR* untuk metode Croston diperoleh nilai MAPE terkecil adalah pada  $\beta = 0,6$  yaitu 1,205 dengan nilai ramalan sebesar 7,504865. Artinya

nilai peramalan satu periode ke depan permintaan *spare part LCV BUSHING STRUTHBAR* dengan metode Croston sebanyak 8 unit.

Peramalan dengan metode SBA berdasarkan persamaan (2.8). Hasil ramalan data *spare part LCV BUSHING STRUTHBAR* untuk metode SBA diperoleh nilai MAPE terkecil adalah pada  $\beta = 0,3$  yaitu 1,533 dengan nilai ramalan sebesar 5,390242. Artinya nilai peramalan satu periode ke depan permintaan *spare part LCV BUSHING STRUTHBAR* dengan metode SBA sebanyak 4 unit.

**Langkah 5**, Perhitungan Varians  $\hat{Y}_{t+1}$  pada metode Croston dan metode *Syntetos Boylan Approximation*. Metode Croston menunjukkan hasil yang bias sehingga dilakukan pengembangan terhadap metode tersebut yaitu metode *Syntetos Boylan Approximation*. Namun pada kenyataannya metode SBA juga menunjukkan hasil yang bias pula. Oleh karena itu, perlu diperhatikan varians  $\hat{Y}_{t+1}$  dari kedua metode tersebut untuk melihat metode mana yang memiliki varians minimum. Perhitungan varians  $\hat{Y}_{t+1}$  untuk metode Croston menggunakan persamaan (2.7) dan metode *SBA* menggunakan persamaan (2.12).

**Tabel 2**

Nilai Varians  $\hat{Y}_{t+1}$  Metode Croston dan Metode *Syntetos Boylan Approximation* data *LCV BUSHING STRUTHBAR*

$\beta$	Varians $\hat{Y}_{t+1}$	$\beta$	Varians $\hat{Y}_{t+1}$
	Croston		SBA
0,6	3,254689	0,3	0,906491

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa nilai varians dari metode Croston sebesar 3,254689 dan varians dari metode SBA sebesar 0,906491. Nilai varians yang lebih kecil adalah metode *Syntetos Boylan Approximation* (SBA). Oleh karena itu, metode terbaik untuk peramalan permintaan *LCV BUSHING STRUTHBAR* adalah dengan menggunakan metode *Syntetos Boylan Approximation* karena menghasilkan nilai varians  $\hat{Y}_{t+1}$  yang lebih kecil dibandingkan metode Croston.

## KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, diperoleh beberapa hal yang dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pada metode Croston diperoleh nilai MAPE terkecil pada  $\beta = 0,6$  yaitu 1,206 dengan nilai ramalan permintaan *spare part LCV BUSHING STRUTHBAR* sebanyak 8 unit dan pada metode *Syntetos Boylan Approximation* (SBA)

diperoleh nilai MAPE terkecil pada  $\beta = 0,3$  yaitu 1,533 dengan nilai ramalan permintaan *spare part LCV BUSHING STRUTHBAR* sebanyak 5 unit.

2. Peramalan metode Croston dan metode *Syntetos Boylan Approximation* (SBA) menunjukkan hasil yang bias, sehingga perlu dilihat metode mana yang memiliki varians minimum. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan ternyata metode *Syntetos Boylan Approximation* adalah metode terbaik yang memiliki varians lebih kecil daripada metode Croston, dengan nilai Varians  $\hat{Y}_{t+1}$  sebesar 0,906491.

## DAFTAR PUSTAKA

- Croston, J.D. 1972. *Forecasting and Stock Control for Intermittent Demands*. Operational Research Quarterly, 23: 289-303.
- Gaikindo. 2016. (<http://www.gaikindo.or.id/pasar-domestik-mobil-indonesia-baik-45-persen-pada-2016/>). Diakses pada 1 April 2017).
- Leven, E. & Segerstedt, A. 2004. *Inventory Control with a Modified Croston Procedure and Erlang Distribution*. International Journal of Production Economics, 90: 361–7.
- Makridakis, S., Wheelwright, S.C., & Mcgee, V.E. 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Alih Bahasa Hari Suminto. Edisi 2. Jakarta: Erlangga.
- Mukhopadhyay, S., Solis, A.O., & Gutierrez, R.S. 2005. *A Comparison of Four Method of Forecasting Lumpy Demand*. Departement of Information & Decision Science. The University of Texas at El Paso.
- Silver, Edward A., Pvk, D.F., & Peterson, R. 1998. *Inventory Management and Production Planning and Scheduling*. Edisi 3. New York: John Wiley & Sons.
- Syntetos, A.A. & Boylan, J.E. (2001) *On the Bias of Intermittent Demand Estimates*. International Journal of Production Economics, 71, 457-466.
- Willemain, T.R., Smart, C.N., & Schwarz, H.F. 2004. *A New Approach to Forecasting Intermittent Demand for Service Parts Inventories*. International Journal of Forecasting, 20: 375-387.