

USULAN PERAMALAN KEBUTUHAN DAN SAFETY STOCK PERSEDIAAN CARBON BRUSH NCC G34 DENGAN CROSTON'S METHOD DAN SYNTETOS-BOYLAN APPROXIMATION (STUDI KASUS PLTU X)

Alyssa Hayfa Zalsabila*, Yusuf Widharto

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

Abstrak

PT X adalah perusahaan pemegang hak operasi sebuah Pembangkit Listrik Tenaga Uap di Jawa Tengah. Dalam kegiatan operasionalnya, terjadi keterlambatan overhaul karena stockout spare part, salah satunya adalah Carbon Brush NCC 634. Penelitian ini dilakukan pada divisi inventory dan didapatkan proses perencanaan dan pengendalian persediaan spare part dilakukan secara manual dengan metode intuitif. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan memberi usulan metode peramalan, jumlah peramalan, dan usulan perencanaan serta pengendalian spare part Carbon Brush NCC 634. Dalam menentukan metode peramalan, digunakan metode yang mempertimbangkan permintaan bernilai nol dan permintaan bernilai tidak nol, yaitu Croston's Method dan dibandingkan dengan metode Syntetos Boylan Approximation (SBA). Penelitian dilakukan dengan menghimpun data historis, mengelompokkan jenis permintaan spare part, perhitungan peramalan, dan penghitungan nilai error. Dari perbandingan error, didapatkan metode SBA memiliki error terkecil dengan MAD 15,707 dan MSE 414,466. Hasil tersebut pun lolos uji validitas moving range dan uji T, sehingga digunakan sebagai metode terpilih untuk melakukan peramalan. Berdasarkan hasil peramalan, didapatkan safety stock sebanyak 24 unit dan reorder point pada 63 unit.

Kata kunci: Metode Croston; Peramalan; Persediaan; SBA; Spare part

Abstract

[Proposed Forecasting of Needs and Safety Stock of NCC 634 Carbon Brush Inventory with Croston's Method and Syntetos-Boylan Approximation (Coal Power Plant X Case Study)] PT X is a company holding the operating rights of a Steam Power Plant in Central Java. In its operational activities, overhaul delays occur due to spare part stockouts, one of which is the Carbon Brush NCC 634. This research was found that the planning and controlling process for spare part inventory was carried out with an intuitive method. Therefore, this study aims to propose forecasting methods, the number of forecasts, and the proposed planning and control for Carbon Brush NCC 634. In determining the forecasting method, a method that considers demand is zero and demand is not zero, namely Croston's Method and compared using the Syntetos Boylan Approximation (SBA) method. The research was conducted by collecting historical data, classifying the types of spare part requests, forecasting calculations, and calculating error values. From the comparison of errors, it is found that the SBA method has the smallest error with a MAD of 15.707 and a MSE Error of 414.466. These results also passed the moving range validity test and the T test, so they were used as the chosen method for forecasting. Based on the forecasting results, there are 24 units of safety stock and 63 units of reorder point.

Keywords: Croston's Method; Forecasting; Inventory; SBA; Spare part

1. Pendahuluan

Sektor energi merupakan sektor yang memiliki peran penting dalam suatu negara, mulai dari sarana

produksi, hingga memenuhi kebutuhan masyarakat sehari-hari (Adam, 2016). Diperkirakan hingga tahun 2020, dan dampak pandemi COVID-19, kebutuhan listrik mengalami pertumbuhan 4,91% atau mencapai 390 TWh (PT PLN, 2021). Peningkatan kebutuhan listrik membuat perusahaan pembangkit listrik harus menjaga

*Penulis Korespondensi.

E-mail: alyssazalsa@students.undip.ac.id

performanya agar dapat memenuhi kebutuhan listrik, termasuk ketersediaan spare part untuk *replacement* dan *repair* pada mesin (Nurmanita dkk, 2015). Salah satu cara yang dapat digunakan untuk memastikan ketersediaan spare part dengan peramalan permintaan *spare part*.

PT X merupakan perusahaan yang memiliki hak operasional salah satu Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) di Jawa Tengah. Kelancaran operasional PLTU X didukung oleh ketersediaan *spare part*, terutama saat kegiatan *maintenance* saat *overhaul*. Kejadian *stock out* pada *spare part* membuat *overhaul* tertunda dan gangguan pada *maintenance* akan berdampak pada kelancaran operasional (Pangestu, 2016). Berdasarkan wawancara dengan PIC *inventory* PT X, departemen tersebut menggunakan metode intuitif dalam meramalkan persediaan *spare part*. Sistem pengendalian persediaan *spare part* dilakukan secara manual sehingga ketepatan peramalan bergantung pada intuisi dari bagian *inventory*.

Spare part di PLTU X memiliki peran krusial dalam operasional, salah satunya *spare part* Carbon Brush Model NCC 634. Berdasarkan data historis permintaan, dapat diketahui jika dalam beberapa periode terdapat permintaan bernilai nol. Bacchetti dan Saccani (2011) menyatakan jika pengendalian persediaan *spare part* merupakan masalah yang kompleks dikarenakan pola permintaan yang *intermittent* atau *lumpy*, serta membutuhkan respon yang cepat karena adanya biaya *downtime*. Pola permintaan *intermittent* dan *lumpy* memiliki karakteristik yang terlihat tidak beraturan, terdapat permintaan nol, dan tidak konstan, sehingga sulit untuk diprediksi (Pangestu, 2016). Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk memberi usulan peramalan kebutuhan Carbon Brush NCC 634, memberi usulan peramalan permintaan Carbon Brush NCC 634, dan memberi usulan dalam perencanaan serta pengendalian persediaan Carbon Brush NCC 634.

2. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan di bagian *Inventory* PT X, sebuah Pembangkit Listrik Tenaga Uap di Jawa Tengah. Objek yang diteliti adalah *spare part* Carbon Brush NCC 634 pada generator. Data yang dikumpulkan merupakan data primer dan sekunder sebagai berikut:

- Data primer, meliputi proses yang dilakukan dalam *inventory*, metode yang dilakukan dalam mengendalikan persediaan, serta didapatkan data mengenai permasalahan yang ada dalam proses operasi. Data ini didapatkan dari wawancara dengan pegawai bagian *Inventory*.
- Data sekunder, yaitu data penggunaan *spare part* Carbon Brush NCC 634 selama Januari 2017 hingga Desember 2021. Data didapatkan dari *database* perusahaan.

Proses pengolahan data merupakan proses ketika peneliti mengolah data yang sudah dikumpulkan pada tahap sebelumnya untuk mendapatkan hasil yang dapat

digunakan untuk menjawab tujuan penelitian. Perhitungan peramalan dilakukan dengan metode Croston dan Syntetos-Boylan Approximation. Metode dipilih dengan menghitung nilai *error* dan memilih metode dengan *error* terkecil. Metode tersebut akan diuji validitas untuk mengetahui nilai *error* yang berada di luar kontrol. Jika terdapat *error* yang di luar kontrol, maka dilakukan pengendalian pada periode tersebut. Namun apabila penyebab *error* yang di luar batas kendali tersebut tidak diketahui, maka metode tersebut diganti dengan metode dengan *error* terkecil kedua. Selain itu, *lead time* yang didapatkan akan digunakan untuk menghitung *safety stock* yang dapat memenuhi *service level* yang ditetapkan perusahaan.

Analisis dan pembahasan yang dilakukan penulis adalah analisis terhadap hasil pengolahan data yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya. Kegiatan analisis ini meliputi usulan peramalan permintaan dengan metode terpilih (*error* terkecil), membandingkan nilai *error* metode terpilih dengan metode peramalan dari perusahaan, serta menganalisis usulan *safety stock* yang efisien.

Fachurrazi (2019) menyatakan peramalan sebagai gambaran suatu perusahaan di masa depan untuk memperkirakan langkah yang perlu diambil untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Dalam meramalkan permintaan *intermittent*, perlu mempertimbangkan tidak hanya kuantitas, tapi juga waktu permintaan. Hal ini dikarenakan permintaan *intermittent* memiliki periode dengan nilai 0. Budiningsih & Jauhari (2017) menyatakan terdapat beberapa metode yang bisa digunakan untuk memprediksi permintaan *intermittent*.

2.1. Croston's Method

Kharisma dkk (2013) menyatakan jika Croston's Method merupakan pengembangan metode *Single Exponential Smoothing* dengan mempertimbangkan interval, untuk memperkirakan permintaan *intermittent*. Metode ini dapat dirumuskan dalam persamaan berikut dan perhitungan dilakukan jika X_t bernilai bukan nol:

$$z_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)z_{t-1} \quad (1)$$

$$p_t = \alpha q_{t-1} + (1 - \alpha)p_{t-1} \quad (2)$$

$$F_{t-1} = \frac{z_t}{p_t} \quad (3)$$

Keterangan :

X_t = permintaan aktual pada periode t

z_t = peramalan permintaan rata-rata pada periode t

q_t = interval permintaan di periode t dengan permintaan non-zero terakhir

p_t = rata-rata interval permintaan non-zero periode t

α = konstanta penghalusan ($0 \leq \alpha \leq 1$)

F_t = peramalan permintaan pada periode t

2.2. Syntetos-Boylan Approximation

Syntetos dan Boylan menemukan jika metode Croston memiliki bias. Oleh karena itu, Syntetos dan

Boylan mengusulkan perbaikan dengan mengurangi peramalan Croston dengan faktor $1 - \frac{\alpha}{2}$, sehingga peramalan menjadi:

$$F_{t+1} = \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) \frac{z_t}{p_t} \quad (4)$$

2.3. Safety Stock

Untuk meminimalkan kemungkinan *stockout* dan menjaga *service level*, diperhitungkan persediaan tambahan atau disebut persediaan pengaman (*safety stock*). *Safety stock* harus diperhitungkan agar tidak berlebihan dan membuat biaya penyimpanan membengkak. Berikut ini adalah persamaan untuk menentukan jumlah *safety stock* (Zulfikarjah, 2005).

$$Safety\ Stock = Z \times \sigma_d \times \sqrt{L} \quad (5)$$

Keterangan:

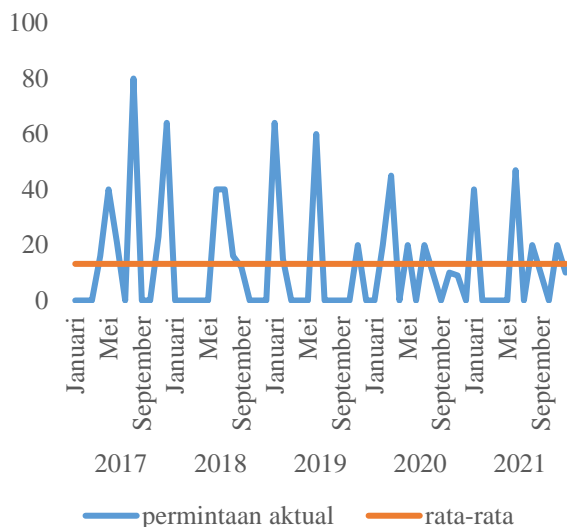
Z = nilai distribusi normal standar sesuai service level

σ_d = standar deviasi demand

L = lead time

3. Hasil dan Pembahasan

Data historis yang digunakan adalah data permintaan *spare part* Carbon Brush NCC 634 dari bagian operasional ke *warehouse*. Data permintaan yang digunakan adalah data permintaan 60 periode dari Januari 2017 hingga Desember 2021. Gambar 1. merupakan plot data permintaan Carbon Brush NCC 634. Berdasarkan pola tersebut, terdapat 33 data bernilai 0 dengan pola cenderung konstan dan permintaan fluktuatif. Oleh karena itu metode yang digunakan adalah metode yang dapat memperkirakan permintaan *intermittent*.



Gambar 1. Data Permintaan Carbon Brush NCC 634

Data yang digunakan sebagai input dalam *forecasting* permintaan pada Carbon Brush NCC 634 adalah berbentuk konstan, dengan klasifikasi

intermittent. Oleh karena itu, dalam penelitian ini menggunakan metode Croston dan Syntetos Boylan Approximation (SBA). Dari perhitungan metode tersebut, akan dibandingkan metode dengan *error* terkecil.

a. Metode Croston

Berikut ini adalah contoh perhitungan peramalan Carbon Brush NCC 634 dengan metode Croston.

- Perhitungan menggunakan nilai $\alpha = 0,009$ yang didapatkan dengan software Eviews pada *Single Exponential Smoothing*.
- Peramalan Carbon Brush periode kedua akan diasumsikan sama dengan permintaan Carbon Brush pada periode pertama. Untuk peramalan selanjutnya akan dihitung sesuai dengan persamaan.

- Menghitung F_t

Contoh perhitungan periode ke 6. Karena $X_t > 0$, maka

$$z_5 = \alpha X_5 + (1 - \alpha)z_4$$

$$z_5 = 0,009 \times 40 + 0,991 \times 0,144 = 0,503$$

Nilai q_5 adalah 1, sedangkan nilai p_5 adalah:

$$p_5 = \alpha q_4 + (1 - \alpha)p_{t-1}$$

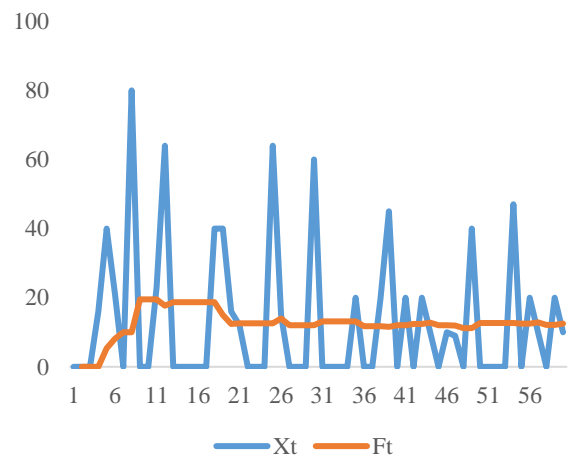
$$p_5 = 0,009 \times 4 + 0,991 \times 0,027 = 0,063$$

Peramalan pada periode ke 6 adalah

$$F_6 = \frac{z_5}{p_5}$$

$$F_6 = \frac{0,503}{0,063} = 8,010 \approx 9$$

Metode Croston menghasilkan *Mean Square Error* sebesar 414,466 dan *Mean Average Deviation* sebesar 15,741. Peramalan pada periode 61 adalah $12,319 \approx 13$ unit. Gambar 2 merupakan grafik peramalan metode Croston.



Gambar 2. Grafik Metode Peramalan Croston

b. Metode Syntetos Boylan Approximation

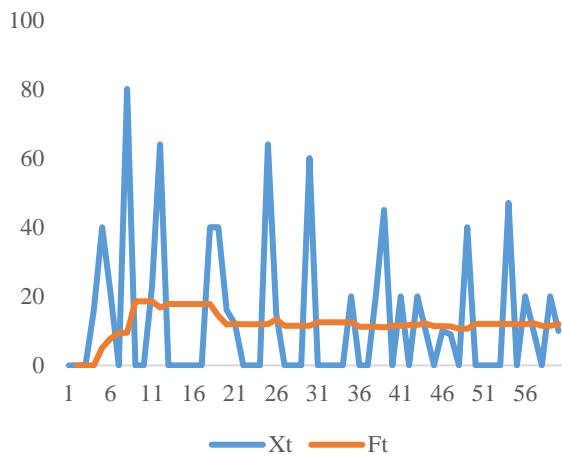
Berikut ini adalah contoh perhitungan peramalan Carbon Brush NCC 634 dengan metode Syntetos Boylan Approximation.

- Perhitungan menggunakan nilai $\alpha = 0,009$ yang didapatkan dengan software Eviews pada *Single Exponential Smoothing*.
- Peramalan metode SBA dapat dilakukan berdasarkan hasil peramalan Croston yang telah dilakukan sebelumnya, yaitu dengan mengalikan hasil peramalan Croston dengan faktor pengali SBA.
- Menghitung F_{SBA}
Contoh perhitungan periode 6 berdasarkan hasil peramalan Croston periode ke 5 adalah 8,1, maka:

$$F_6 = \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) \frac{z_5}{p_5}$$

$$F_6 = \left(1 - \frac{0,009}{2}\right) 8,010 = 7,974 \approx 8$$

Metode Syntetos Boylan Approximation menghasilkan *Mean Square Error* sebesar 415,190 dan *Mean Average Deviation* sebesar 15,707. Peramalan pada periode 61 adalah 12,263 \approx 12 unit. Gambar 3 merupakan grafik peramalan metode Syntetos Boylan Approximation.

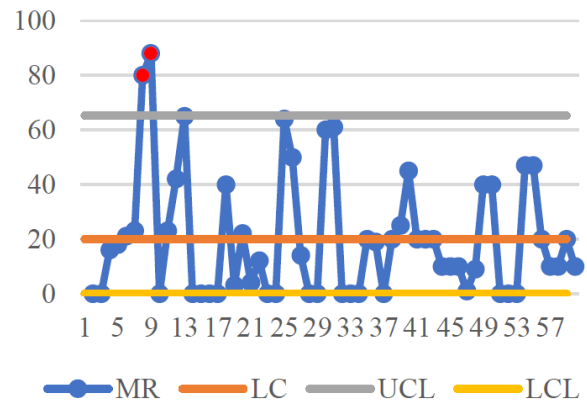


Gambar 3. Grafik Metode Peramalan SBA

Setelah peramalan dilakukan, maka metode dengan peramalan terkecil menjadi metode yang terpilih. Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan metode Syntetos Boylan Approximation memiliki nilai *Mean Square Error* dan *Mean Average Deviation* yang terkecil. Oleh karena itu, metode SBA menjadi metode terpilih untuk diuji validitasnya.

Uji validitas dilakukan dengan *moving range*, uji F, dan uji T. Pada Gambar 4, *moving range*, didapatkan data melebihi batas atas, yaitu pada data 8 dan data 9.

Sedangkan pada uji F, didapatkan hasil jika variansi *demand* tidak sama dengan variansi hasil peramalan, sehingga perhitungan dilakukan dengan uji T. Pada uji T, didapatkan jika tidak terdapat perbedaan rata-ran antar *demand* dan peramalan. Oleh karena itu, hasil peramalan periode 61 adalah 13 unit.



Gambar 4. Grafik *Moving Range*

F-Test Two-Sample for Variances

	Variable 1	Variable 2
Mean	13,2	12,78333
Variance	391,5864407	17,22345
Observations	60	60
df	59	59
F	22,73566122	
P(F<=f) one-tail	2,42928E-25	
F Critical one-tail	1,539956607	

t-Test: Paired Two Sample for Means

	Variable 1	Variable 2
Mean	13,2	12,7833333
Variance	391,5864407	17,2234463
Observations	60	60
Pearson Correlation	0,005077024	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	59	
t Stat	0,159789075	
P(T<=t) one-tail	0,436796509	
t Critical one-tail	1,671093032	
P(T<=t) two-tail	0,873593018	
t Critical two-tail	2,000995378	

Tabel 1. Hasil Uji F dan Uji T dengan Microsoft Excel

Berikut adalah perhitungan dari *safety stock* dan *reorder point*. Diketahui $\sigma_d = 4,15$; *service level* dikehendaki perusahaan 99% maka $Z = 3,29$; dan $L = 90$ hari \approx 3 bulan.

Berdasarkan data tersebut, maka *safety stock* adalah :

$$\begin{aligned} \text{Safety Stock} &= Z \times \sigma_d \times \sqrt{L} \\ &= 3,29 \times 4,15 \times \sqrt{3} = 23,648 \approx 24 \end{aligned}$$

Sedangkan *reorder point* adalah.:

$$\begin{aligned} \text{Reorder Point} &= D \times L + SS \\ &= 63 \text{ unit} \end{aligned}$$

4. Kesimpulan

Berikut merupakan kesimpulan dari penelitian pada divisi *inventory* PT X:

1. Terdapat beberapa metode peramalan yang dapat dijadikan alternatif dari metode peramalan dan kebijakan persediaan perusahaan terhadap *spare part* Carbon Brush NCC 634, yaitu Croston's Method dan Syntetos Boylan Approximation. Pemilihan metode ini didasarkan pada data historis perusahaan pada Januari 2017 hingga Desember 2021. Pola permintaan *spare part* yang memiliki banyak periode bernilai nol, dengan permintaan yang fluktuatif dan terlihat tidak beraturan. Parameter *error* yang digunakan adalah *Mean Square Error* dan *Mean Average Deviation* karena terdapat permintaan nol pada sebagian besar periode. Berdasarkan perbandingan nilai MSE dan MAD, terpilih metode peramalan Syntetos Boylan Approximation dengan nilai MSE 414,466 dan MAD 15,707.
2. Pada periode 61, diramalkan permintaan sebesar 13 unit.
3. Berdasarkan metode terpilih, dapat diberikan usulan *safety stock* sebesar 24 unit dan *reorder point* sebesar 63 unit.

Daftar Pustaka

- Adam, L. (2016). Dinamika Sektor Kelistrikan di Indonesia: Kebutuhan dan Performa Penyediaan. *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan*, 2016.
- Budiningsih, E., & Jauhari, W. A. (2017). Analisis Pengendalian Persediaan Spare Part Mesin Produksi di PT Prima Sejati Sejahtera dengan Metode Continuous Review. *Performa : Media Ilmiah Teknik Industri*, 152-160.
- Fachurrazi, S. (2019). Peramalan Penjualan Obat Menggunakan Metode Single Exponential Smoothing pada Toko Obat Bintang Geurugok. *TECHSI-Jurnal Teknik informatika*, 19-30.
- Kharisma, G., Vanany, I., & Hartnato, D. (2013). *Pengklasifikasian dan Peramalan Spare Part Di Industri Pupuk (Studi Kasus: PT Petrokimia Gresik)*. (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Nurmanita, Mega; Sodikin, Imam; Oesman, Titin Isna;. (2015). Pengendalian Persediaan Critical Spare Part dengan Pendekatan Continuous Review System pada UPT Balai Yasa Yogyakarta. *Jurnal Rekavasi*, 29-37.
- Pangestu, R. T. (2016). *Analisis Pengendalian Persediaan Spare Part dengan Pendekatan Model Continous Review dan Model Periodic*

Review pada Bagian Maintenance PT Yamaha Indonesia.

- PT PLN. (2021, September 28). *Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PT. PLN (PERSERO)*. Retrieved from Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan: https://gatrik.esdm.go.id/frontend/download_index/?kode_category=ruptl_pln
- Zulfikarjah, F. (2005). *Manajemen Operasional*. Malang: UMM Press.