

# PERAMALAN KEBUTUHAN BAHAN BAKU & SAFETY STOCK PERSEDIAAN MATERIAL BATUBARA DENGAN MENGUNAKAN METODE *TIME SERIES* PADA PT SEMEN PADANG

Dinda Rahmatul Husna<sup>1</sup>, Dr. Manik Mahachandra, S.T, M.Sc.<sup>1\*</sup>

Email: [dindarahmatulhusna@students.undip.ac.id](mailto:dindarahmatulhusna@students.undip.ac.id)

Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,  
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275  
Telp: (024) 7460052 Fax. (024) 7460055

## Abstrak

*PT. Semen Padang merupakan perusahaan BUMN yang bergerak di bidang manufaktur pembuatan semen di Indarung, Padang. Sumber bahan bakar utama yang digunakan PT Semen Padang dalam proses produksi adalah batu bara. Penggunaan batu bara terdapat dalam proses pembakaran bahan baku untuk menjadi klinker, yang merupakan produk setengah jadi dari semen. Batu bara yang disuplai oleh masing-masing pemasok kepada PT Semen Padang tidak selalu sama setiap kali pengirimannya. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan perancangan safetystock dan forecasting pada batu bara di PT Semen Padang. Selain itu juga untuk menentukan Reorder Point (ROP) jumlah pemesanan material batu bara pada masa mendatang.*

**Kata Kunci:** *Safetystock, Forecasting, Lead Time, Reorder Point*

*PT. Semen Padang is a state-owned company engaged in the manufacture of cement in Indarung, Padang. The main source of fuel used by PT Semen Padang in the production process is coal. The use of coal is in the process of burning raw materials to become clinker, which is a semi-finished product of cement. The coal supplied by each supplier to PT Semen Padang is not always the same every time it is delivered. This study aims to apply safety stock design and forecasting to coal at PT Semen Padang. Apart from that, it is also to determine the Reorder Point (ROP) for the number of coal material orders in the future.*

**Keywords:** *Safetystock, Forecasting, Lead Time, Reorder Point*

## 1. Pendahuluan

Pengendalian persediaan merupakan masalah utama yang sering dihadapi oleh perusahaan. Sumber bahan bakar utama yang digunakan PT Semen Padang dalam proses produksi adalah batu bara.

Batu bara yang disuplai oleh masing-masing pemasok kepada PT Semen Padang tidak selalu sama setiap kali pengirimannya. Hal ini disebabkan karena kondisi waktu dan cuaca yang mempengaruhi volume batu bara yang dikirim

oleh pemasok. Batu bara yang disuplai oleh masing-masing pemasok akan ditempatkan pada *stockpile* yang telah ditentukan, selanjutnya PT Semen Padang akan melakukan uji kualitas dengan PT Sucofindo. Batu bara akan diuji kualitasnya apabila telah mencapai jumlah 1 lot (1,000 ton) atau maksimal 10 hari kalender yang bertujuan untuk mengukur kualitas batu bara yang dikirimkan oleh pemasok apakah sesuai dengan spesifikasi kontrak. Jika kualitas sesuai dengan spesifikasi kontrak

maka batu bara tersebut dapat digunakan, sedangkan yang tidak sesuai dengan kualitas kontrak akan dikenakan penalti kualitas dan dapat *direct/dikembalikan* kepada pemasok.

Nilai minimum persediaan batu bara yang ditetapkan oleh PT Semen Padang sebesar 150.000 ton/bulan dan nilai maksimum persediaan adalah 250.000 ton/bulan dengan kapasitas maksimum penyimpanan batu bara pada *stockpile* yaitu sebesar 400.000 ton. PT Semen Padang menerapkan sistem *First In First Out* (FIFO) pada *stockpile* dalam pengambilan batu bara untuk proses produksi klinker. Artinya batu bara yang digunakan untuk proses pembakaran merupakan penyimpanan pada *stockpile*, bukan batu bara yang baru disuplai oleh pemasok.

Permasalahan yang muncul yaitu bahwa batu bara memiliki masa umur pakai. Apabila batu bara ditumpuk dalam waktu tertentu akan memicu terjadinya swabakar yang dinamakan *spontaneous combustion*. Sehingga pada perusahaan ini perlu menerapkan perancangan *safety stock* dan *forecasting* pada batu bara. Peramalan digunakan untuk kegiatan meramalkan permintaan pabrik terhadap kebutuhan batu bara sebagai bahan bakar dalam memproduksi semen. Sedangkan *safety stock* berfungsi untuk melindungi kesalahan dalam memprediksi permintaan selama lead time pada batu bara. Perusahaan juga membutuhkan *reorder point* untuk memperkirakan pemesanan kembali material batu bara.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Peramalan

Peramalan adalah metode untuk memperkirakan suatu nilai dimasa depan dengan menggunakan data masa lalu. Peramalan juga dapat diartikan sebagai seni dan ilmu untuk memperkirakan kejadian pada masa yang akan datang, sedangkan aktivitas peramalan merupakan suatu fungsi bisnis yang berusaha memperkirakan penjualan dan penggunaan suatu produk sehingga produk-produk itu dapat

dibuat dalam kuantitas yang tepat (Gaspersz, 2002). Peramalan yang dibuat selalu diupayakan agar dapat (Subagyo, 1986):

1. Meminimumkan pengaruh ketidakpastian terhadap perusahaan.
2. Peramalan bertujuan mendapatkan peramalan (*forecast*) yang bisa meminimumkan kesalahan meramal (*forecast error*) yang biasanya diukur dengan MSE (*Mean Squared Error*), MAE (*Mean Absolute Error*), dan sebagainya.

### 2.2 Macam-Macam Peramalan

Peramalan diklasifikasikan berdasarkan horizon waktu masa depan yang dicakupnya. Menurut Taylor (2004) dalam hubungannya dengan horizon waktu peramalan terbagi atas beberapa kategori, yaitu:

- a) Ramalan jangka pendek (*short-range forecast*) mencakup masa depan yang dekat (*immediate future*) dan memperhatikan kegiatan harian suatu perusahaan bisnis, seperti permintaan harian atau kebutuhan sumber daya harian.
- b) Ramalan jangka menengah (*medium - range forecast*) mencakup jangka waktu satu atau dua bulan sampai satu tahun. Ramalan jangka waktu ini umumnya lebih berkaitan dengan rencana produksi tahunan dan akan mencerminkan hal-hal seperti puncak dan lembah dalam suatu permintaan dan kebutuhan untuk menjamin adanya tambahan untuk sumber daya untuk tahun berikutnya.
- c) Ramalan jangka panjang (*long-range forecast*) mencakup periode yang lebih lama dari satu atau dua tahun. Ramalan ini berkaitan dengan usaha manajemen untuk merencanakan produk baru untuk pasar yang berubah, membangun fasilitas baru, atau menjamin adanya pembiayaan jangka panjang.

Berdasarkan sifatnya peramalan dibagi menjadi dua macam yaitu kualitatif dan kuantitatif, penjabaran dari masing - masing model adalah sebagai berikut (Sugiyono,2014) :

#### 1. Peramalan Kualitatif

Peramalan Kualitatif adalah peramalan yang dibuat berdasarkan data kualitatif pada masa lalu. Peramalan ini lebih cenderung seperti opini seorang atau beberapa orang yang sudah berpengalaman di bidang ini. Hasil peramalan yang dibuat sangat bergantung pada pendapat, pengetahuan dan pengamatan orang yang menyusun peramalan tersebut.

Beberapa contoh dari peramalan kualitatif antara lain:

- a) *Management estimate*, peramalan berdasarkan pertimbangan manajemen, umumnya oleh manajemen senior.
- b) *Historical analogy*, merupakan teknik peramalan berdasarkan pola data masa lalu dari produk-produk yang dapat disamakan secara analogi.
- c) *Dhelfi method*, serangkaian kuesioner disebarkan kepada responden, jawabannya kemudian diringkas dan diberikan kepada para ahli untuk dibuat peramalannya.
- d) *Market research*, berupa masukan diperoleh dari konsumen atau konsumen potensial terhadap rencana pembelian pada periode yang diamati.

#### 2. Peramalan Kuantitatif

Peramalan Kuantitatif adalah peramalan yang dibuat berdasarkan data kuantitatif masa lalu. Hasil peramalan yang dibuat sangat tergantung pada metode yang dipergunakan dalam peramalan tersebut. Peramalan kuantitatif dapat digunakan apabila tersedia informasi data periode yang lalu, informasi tersebut dapat diubah dalam bentuk kuantitatif, dapat diasumsikan bahwa pola data yang lalu akan terus berlanjut hingga masa yang akan datang.

Beberapa contoh peramalan kuantitatif adalah (Sugiyono,2014):

- a) *Time series*, analisis deret waktu didasarkan pada deret yg menggambarkan pola-pola bervariasi sepanjang waktu, dimodelkan untuk menentukan bagaimana pola akan terjadi dimasa datang. *Moving Average* adalah metode yang menggunakan permintaan yang baru untuk membangkitkan nilai ramalan untuk permintaan di masa yang akan datang. Tujuan utama dari teknik ini adalah untuk mengurangi atau menghilangkan variasi acak permintaan dalam hubungannya dengan waktu. *Exponential Smoothing* merupakan metode yang digunakan apabila pola historis dari data aktual permintaan sangat bergejolak atau tidak stabil dari waktu ke waktu maka kita memilih nilai  $\alpha$  yang mendekati. *Holts Winters: holts two parameter, winter's three parameter exponential smoo-thing*
- b) *Model*, metode ini meramalkan berdasarkan variabel yang mempengaruhi jumlah permintaan. Contoh metode kausal adalah :
  - Metode Peramalan Regresi Linier
  - Metode Regresi Linier Berganda
  - Model Ekonometrik
  - Model *Input-Output*
- c) *Other Quantitative*, teknik peramalan dengan *Market Research, Operation Research, Expert System, Artificial, Neural Networkd, dan Combining Methods*.

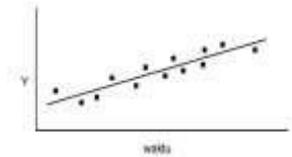
### 2.3 Tahapan dalam peramalan

Peramalan yang baik adalah peramalan yang dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah atau prosedur penyusunan yang baik. Berikut adalah langkah-langkah yang harus dilakukan dalam peramalan (*forecasting*) (Supranto, 1984):

### Plot data

Tujuan plot data adalah untuk menentukan pola data yang terbentuk. Macam – macam plot data adalah sebagai berikut :

- a) *Trend*, Yaitu komponen jangka panjang yang mendasari pertumbuhan (atau penurunan) suatu data runtut waktu. Pola data ini memiliki kecenderungan untuk naik atau turun terus menerus.



**Gambar 1. Pola Trend**

Sumber: (Supranto, 1984)

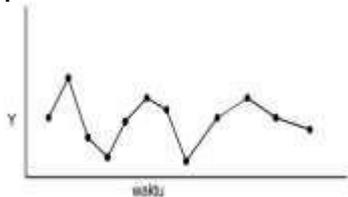
- b) Siklis, yaitu suatu pola dalam data yang terjadi setiap beberapa tahun. Pola data ini terjadi bila data memiliki kecenderungan untuk naik atau turun terus-menerus.



**Gambar 2. Pola Data Siklik**

Sumber: (Supranto, 1984)

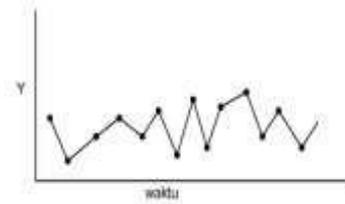
- c) Musiman (*seasonal*), yaitu pola data yang berulang pada kurun waktu tertentu. Komponen musim yaitu faktor cuaca, libur, atau kecenderungan perdagangan. Pola musiman berguna dalam meramalkan penjualan dalam jangka pendek.



**Gambar 3. Pola Data Musiman**

Sumber: (Supranto, 1984)

- d) Tak Beraturan, yaitu pola acak yang disebabkan oleh peristiwa yang tidak bisa diprediksi atau tidak beraturan.



**Gambar 4. Pola Data Tak Beraturan**

Sumber: (Supranto, 1984)

- Memilih *alternative* metode yang sesuai dengan *plot* data. Dengan asumsi bahwa pola akan berulang dimasa yang akan datang
- Melakukan uji verifikasi dengan menghitung *error* dari metode-metode yang digunakan
- Memilih metode yang terbaik. Metode yang terbaik adalah metode yang memiliki nilai *error* terkecil
- Melakukan uji validasi metode terpilih

### **Safety Stock**

*Safety stock* berfungsi untuk melindungi kesalahan dalam memprediksi permintaan selama *lead time*. Besarnya nilai *safety stock* bergantung pada ketidakpastian pasokan maupun permintaan. Pada situasi normal, ketidakpastian pasokan bisa diawali dengan standar deviasi *lead time* dari supplier, yaitu waktu antar perusahaan memesan sampai material atau barang diterima (Pujawan dkk, 2017).

Ada 2 faktor yang menentukan besarnya persediaan pengaman yakni, (Hendra, 2009):

- a) Penggunaan bahan baku rata-rata. Salah satu dasar untuk memperkirakan penggunaan bahan baku selama periode tertentu, khususnya selama periode pemesanan adalah rata-rata penggunaan bahan baku pada masa sebelumnya. Hal ini perlu diperhatikan karena setelah kita mengadakan pesanan, maka pemenuhan kebutuhan atau permintaan pelanggan sebelum barang yang dipesan datang harus dapat dipenuhi dari persediaan yang ada.

- b) Faktor waktu atau *lead time*.  
*Lead time* adalah lamanya waktu antara mulai dilakukannya pemesanan bahan sampai dengan kedatangan bahan yang dipesan tersebut dan diterima di gudang persediaan.

Dari kedua keadaan tersebut diatas, maka perusahaan perlu menetapkan adanya proses persediaan pengaman untuk menjamin kelancaran proses produksi akibat kemungkinan adanya kekurangan persediaan tersebut. Untuk menghitung besarnya *safety stock*, dapat digunakan cara yang relatif lebih teliti yakni:

- Metode perbedaan pemakaian maksimum dan rata-rata.
- Metode ini dilakukan dengan menghitung selisih antara pemakaian maksimum dengan pemakaian rata-rata dalam jangka waktu tertentu, kemudian selisih tersebut dikalikan dengan *lead time*.
- Metode statistika yang berdistribusi normal.

$$\text{Safety stock} = Z \sigma \sqrt{L} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana:

- Z = standar normal (diperoleh dari tabel distribusi normal. Misalnya, Z = 95%, ini berarti tingkat pelayanan sebesar 95% dari permintaan atau penjagaan terhadap kemungkinan terjadinya *stock out* hanya 5%)
- $\sigma$  = standar deviasi
- L = *leadtime*

**Reorder Point**

*Reorder point* (ROP) adalah titik temu dimana dilakukan suatu pemesanan material kembali. Hal ini dilakukan agar tidak terjadi kekosongan stok material di gudang. Perhitungan waktu pemesanan kembali atau *reorder point* dilakukan untuk menentukan di level berapa pemesanan ulang dilakukan berdasarkan persediaan yang ada. Rumus perhitungan reorder point ini adalah:

$$\text{ROP} = D \times \text{LT} + \text{SS}$$

Dimana:

$$\text{ROP} = \text{Reorder Point}$$

- D = Rata-Rata *Demand*
- LT = *Lead Time*
- SS = *Safety Stock*

**3. Metodologi Penelitian**

Penelitian dimulai dengan studi pendahuluan yang mencakup pengamatan dan analisis di warehouse yaitu pada inventory SP, khususnya material curah. Tahapan selanjutnya adalah pengumpulan data pemakaian Batu Bara pada tahun 2018-2020 dan *leadtime* Batu Bara. Memilih metode yang akan digunakan dalam penelitian ini, adapun metode yang akan digunakan adalah metode *Time Series* dan analisis pola data, semua metode peramalan dan analisis metode terpilih. Tahap terakhir adalah membuat kesimpulan dan rekomendasi/usulan perbaikan .

Tujuan studi dalam penelitian ini adalah kausal explanatori karena berusaha menjelaskan hubungan antar variabel dan dalam melakukan studi penelitian tersebut dilakukan analisa terhadap suatu kondisi, penyebab dan cara menanggulangnya. Dalam kasus permasalahan ini adalah apakah terdapat hubungan antara persediaan bahan material Batu Bara dengan *stockout* bahan material Batu Bara.

Pada penelitian ini disebutkan bahwa terjadinya *stockout* bahan material Batu Bara adalah penyebab dari persediaan bahan material yang menurun. Dimana penilaiannya menggunakan metode metode *Time Series* dan analisis pola data, semua metode peramalan dan analisis metode terpilih.

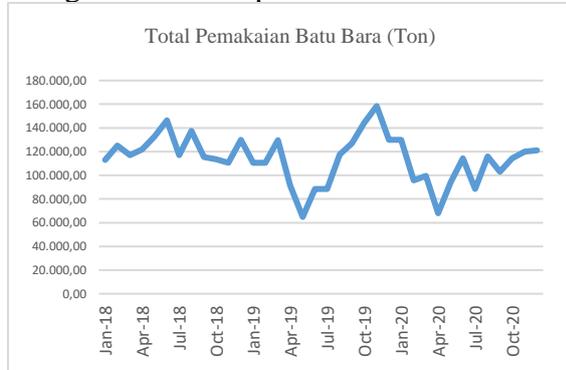
Model analisis data dilakukan dengan menggunakan beberapa alat dari metode time series. Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

- Menentukan jenis data
- Membuat plot data
- Menentukan metode *safety stock*
- Menghitung *error* dari metode peramalan
- Memilih metode terbaik berdasarkan nilai *error*
- Melakukan uji validasi metode terpilih

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Plot data

Berikut merupakan plot data pemakaian bahan material Batu Bara pada PT Semen Padang dalam 3 tahun terakhir sebagai data untuk peramalan:



Gambar 5. Grafik Total Pemakaian Batu Bara

Pada grafik dapat dilihat bahwa pola yang terjadi tidak beraturan. Pada data diatas tidak terbentuk pola yang signifikan. Akan tetapi dari grafik diatas dapat kita simpulkan bahwa pola data linier atau trend, grafik yang semakin lama semakin naik yang dapat di peroleh dari rata-rata penggunaan material Batu Bara dari tahun 2018 sebesar 123,303.91Ton, tahun 2019 sebesar 113,383.01 Ton, dan pada tahun 2020 sebesar 105,352.48 Ton yang selalu mengalami kenaikan. Jumlah batu bara yang digunakan tergantung dari besarnya permintaan kebutuhan pabrik. *Coal Mixing* sangat mempengaruhi jumlah material batu bara yang digunakan karena pencampuran antara batu bara medium dan batu bara *low*. Perbedaan kualitas batu bara akan menghasilkan suhu pembakaran yang berbeda. Sehingga berpengaruh juga jumlah batu bara yang akan dipakai dalam proses pembakaran untuk produksi semen. Oleh karena itu dari naik turunnya pemakaian bahan baku yang berubah dengan signifikan sangat dipengaruhi dari kualitas masing-masing batu bara tersebut.

### 4.2 Perhitungan Error

Setelah dilakukan *forecasting* dan juga menghitung nilai error setiap metode dengan menggunakan *Mean Absolute Deviation* (MAD), *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), *Mean Squared*

*Error* (MSE) yang telah dipaparkan sebelumnya, maka untuk menentukan metode mana yang akan dipilih adalah dengan cara membandingkan nilai errornya. Metode dengan *error* terkecil akan menjadi metode yang terpilih karena dapat memprediksi dengan dekat jumlah demand dimasa yang akan datang.

Tabel 1. Metode Peramalan *Error*

Metode Peramalan <i>Error</i>	3 DMA	5 DMA	DES	<i>Holt's Winter</i>
MAD	18436.807	25438.156	20706.54	15244
MAPE	17.83%	24.48%	19,63%	14%

Berdasarkan tabel 4.1 diatas nilai *error* terkecil terdapat pada metode *Holt's Winter* yaitu dengan nilai MAPE 14 %. Oleh karena itu metode *Holt's Winter* dipilih sebagai metode terbaik.

### 4.3 Uji Validasi

Berikut ini merupakan perhitungan validasi uji f yang memiliki error terkecil yaitu metode *Holt's Winter*:

1.  $H_0 : \sigma_{Aktual}^2 = \sigma_{Forecast}^2$
2.  $H_1 : \sigma_{Aktual}^2 \neq \sigma_{Forecast}^2$
3.  $\alpha = 0,05$
4. Daerah Kritis :  $f_{hitung} > F_{tabel}$
5. Perhitungan :
  - Statistics
  - Ratio of standard deviations = 1.084
  - Ratio of variances = 1.174
  - df1 = k-1 = 2-1 = 1
  - df2 = n-k = 48-2 = 46
  - F Tabel = 4,05
6. Keputusan : Jangan tolak  $H_0$  ( $1,174 < 4,05$ )
7. Kesimpulan : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai variansi actual dengan nilai variansi *forecast*

### 4.4 Safety Stock

Perhitungan *safety stock* bahan material batu bara pada *service level* 90% dan *level* 95%.

$$Safety\ stock = Z \times Standar\ Deviasi \times \sqrt{L}$$

$Z = 1,28$  (Pada *service level* 90%)  
 $Z = 1,96$  (Pada *service level* 95%)

$$\text{Standar Deviasi} = \sqrt{\frac{\sum (xi - xbar)^2}{n - 1}}$$

$$= \sqrt{\frac{(103776 - 98201,17)^2 + \dots + (106679 - 98201,17)^2}{12 - 1}}$$

$$= 9817,73$$

- Maka *safety stock* bahan material batu bara pada *service level* 90%

$$\text{Safety Stock} = 1,28 \times 9817,73 \times \sqrt{1}$$

$$= 12566,7 \text{ Ton}$$

*Safety stock* dengan *service level* 90% sebesar 12566,7 Ton

- Maka *safety stock* bahan material batu bara pada *service level* 95%

$$\text{Safety Stock} = 1,96 \times 9817,73 \times \sqrt{1}$$

$$= 19242,7 \text{ Ton}$$

*Safety stock* dengan *service level* 95% sebesar 19242,7 Ton

#### 4.5 Perhitungan waktu pemesanan kembali (*Reorder Point*)

Perhitungan waktu pemesanan kembali atau *reorder point* dilakukan untuk menentukan di *level* berapa pemesanan ulang dilakukan berdasarkan persediaan yang ada. Rumus perhitungan *reorder point* ini adalah:

$$\text{ROP} = D \times \text{LT} + \text{SS}$$

Ket:

$$\text{ROP} = \text{Reorder Point}$$

$$D = \text{Rata-Rata Demand}$$

$$\text{LT} = \text{Lead Time}$$

$$\text{SS} = \text{Safety Stock}$$

Adapun perhitungan waktu pemesanan kembali untuk sistem persediaan Bahan material adalah sebagai berikut :

Diketahui :

- *Safety Stock* (*Service level* 90%) = 12566,7 Ton
- *Safety Stock* (*Service level* 95%) = 19242,7 Ton
- Rata-Rata Pemakaian Batu Bara = 98201,17 Ton
- $D \times \text{LT} = 98201,17 \times 0,034 = 3338,84 \text{ Ton}$
- $\text{ROP} (\text{Service level } 90\%) = 3338,84 + 12566,7 = 15905,54 \text{ Ton}$
- $\text{ROP} (\text{Service level } 95\%) = 3338,84 + 19242,7 = 22581,6 \text{ Ton}$

Jadi, pemesanan Bahan Material batu Bara kembali dilakukan ketika kuantitas persediaan telah mencapai level 15905,54 Ton apabila menggunakan *service level* 90% dan 22581,6 Ton apabila menggunakan *service level* 95% .

Waktu pemesanan kembali yang diterapkan Pengadaan Curah *Inventory* SP pada kondisi aktual dilakukan ketika persediaan bahan baku di gudang tidak mencukupi kebutuhan produksi untuk periode kedepannya, tetapi perusahaan tidak memiliki standar *safety stock* untuk menentukan waktu kapan pemesanan kembali dilakukan sehingga pemesanan yang dilakukan terkadang terlalu cepat dan terkadang terlalu lambat.

## 5. Analisis dan Pembahasan

### 5.1 Analisis Pola Data

Langkah awal yang harus dilakukan untuk memulai melakukan kegiatan *forecasting* ialah menentukan *plot data*. Hal ini dilakukan untuk melihat bagaimana bentuk kecenderungan dari permintaan akan suatu produk, pada kasus ini ialah produk bahan material batu bara. Jika pola data tersebut telah teridentifikasi, maka dapat ditentukan beberapa metode *forecasting* yang sesuai serta setelah itu dapat dilakukan *forecasting*. Setelah dilakukan *plot data* masa lalu, hasilnya menunjukkan

Variable	N	StDev	95% CI for StDevs
DATA AWAL	34	12741.105	(10412.616, 16420.459)
HASIL PERAMALAN	34	11758.562	( 9609.637, 15154.179)

bahwa data yang pilih oleh perusahaan memiliki pola data linier atau *trend*. Hal tersebut dibuktikan dengan adanya kenaikan penggunaan bahan material batu bara setiap periode nya. Gambar grafik tersebut dapat dilihat pada gambar 5.5.

### 5.2 Analisis Semua Metode Peramalan

- a) *Metode Double Moving Average*  
*Metode Double Moving Average* ini bertujuan untuk melakukan peramalan yang berupa data linier.

Data yang digunakan adalah data pemakaian bahan material batu bara. Perhitungan DMA dilakukan dengan manual menggunakan dua metode, yaitu DMA 3 periode dan DMA 5 periode. Perhitungan dilakukan dengan merata-rata data permintaan sesuai periode yang diminta. Misalnya untuk DMA 3 periode, untuk mendapatkan  $s'$  maka data permintaan dari  $x_1$  sampai  $x_3$  dijumlahkan lalu dibagi dengan 3 dan hasil perhitungan kemudian diletakkan pada periode ke 3. Lalu untuk mencari  $s''$ , hasil pada periode 3 tadi, dijumlahkan lagi sampai periode 5 lalu dibagi 3, dan hasil perhitungan kemudian diletakkan pada periode ke 5. Hasil  $s'$  dan  $s''$  digunakan untuk mendapatkan nilai  $a$  dan  $b$ . Setelah mendapatkan nilai  $a$  dan  $b$ , baru hasil peramalan  $f(t)$  bisa didapatkan melalui rumus yang telah disediakan. Untuk DMA 5 periode, cara yang dilakukan kurang lebih sama dengan DMA 3 periode yang sudah dijelaskan. Hasil peramalan dihitung sampai 12 periode ke depan. Dari hasil perhitungan MAPE yang dilakukan terdapat perbedaan antara 76 3 DMA dengan 5 DMA. Hasil error MAPE 3 DMA didapatkan sebesar 17.83% sedangkan hasil MAPE 5 DMA didapatkan 24.48%.

b) Metode DES (*Double Exponential Smoothing*)

Metode *Double Exponential Smoothing* ini bertujuan untuk melakukan peramalan yang berupa data linear. Data yang digunakan adalah data pemakaian bahan material batu bara. Pada metode DES digunakan parameter alfa sebagai pemulus data. Nilai alfa didapatkan dari hasil pengecekan data dengan menggunakan *software Eviews* dengan besar  $\alpha = 0.27$ . Nilai alfa ini akan menunjukkan seberapa besar sensitivitas hasil peramalan. Apabila nilai alfa mendekati 1 maka semakin

besar sensitivitasnya atau data peramalan tidak stabil, oleh sebab itu dengan  $\alpha = 0.27$  menandakan bahwa data peramalan rata-rata lebih stabil. Perhitungan metode DES juga dilakukan dengan mencari  $s'$  dan  $s''$  namun untuk mendapatkannya harus melalui rumus yang telah ditentukan sebelumnya. Lalu hasil  $s'$  dan  $s''$  digunakan untuk mendapatkan nilai  $a$  dan  $b$ . Untuk selanjutnya dapat menghitung nilai peramalannya atau  $F(t)$ . Dengan menggunakan metode DES didapatkan hasil peramalan terhadap 12 periode kedepan. Pada perhitungan metode DES didapatkan hasil *error* MAPE sebesar 19,63%

c) *Holt Winter*

Metode pemulusan eksponensial Winter dengan metode perkalian musiman (*multiplicative seasonal method*) yang digunakan untuk variasi data musiman yang mengalami peningkatan atau penurunan (fluktuasi). Metode ini digunakan karena setiap musim penghujan selalu kekurangan bahan material batu bara untuk pembuatan semen. Perhitungan dengan menggunakan *software Minitab*. Hasil peramalan dari *output software* menghasilkan MAPE sebesar 14%.

### 5.3 Analisis Metode Terpilih

Pada laporan ini, metode peramalan yang digunakan yaitu 3DMA, 5DMA, DES, dan *Holt Winter*. Dari metode-metode tersebut akan di dapatkan *error* terkecil dimana metode dengan *error* terkecil merupakan metode terbaik. Nilai *error* yang dijadikan acuan adalah nilai *error* MAPE karena pada perhitungan *error*nya lebih 77 memiliki ketelitian yang baik. Berdasarkan perhitungan *error* yang telah dilakukan. Diperoleh metode perhitungan data pola linier dengan nilai MAPE terkecil yaitu metode *Holt Winter* dengan Nilai MAPE sebesar 14%.

#### 5.4 Analisis Safety Stock

*Safety stock* merupakan suatu persediaan yang dipersiapkan untuk mengatasi keadaan yang tidak terduga. Misalnya saja terjadi kerusakan mesin, peningkatan demand secara tiba-tiba maupun kedatangan bahan baku yang tidak pasti. Adanya *safety stock* akan meminimalisir adanya lost sale ataupun lost opportunity yang mana sangat berpengaruh terhadap kepuasan para pelanggan. Jelas hal tersebut merupakan kerugian bagi perusahaan. Terdapat beberapa hal yang mempengaruhi jumlah *safety stock* akan bervariasi sesuai dengan *service level* yang berbeda pula. *Service level* yang akan digunakan dimulai dari 90% dan 95%. Hal ini dilakukan agar perusahaan PT Semen Indonesia Tbk lebih leluasa dalam menentukan *service level* yang perusahaan inginkan. Perhitungan jumlah *safety stock* bahan material pasir silika dengan *service level* 90% sebesar 12566,7 Ton dan *safety stock* dengan *service level* 95% sebesar 19242,7 Ton.

#### 5.5 Analisis Perhitungan Waktu Pemesanan kembali (*Reorder Point*)

Perhitungan waktu pemesanan kembali atau *reorder point* dilakukan untuk menentukan di level berapa pemesanan ulang dilakukan berdasarkan persediaan yang ada. 78 Diketahui bahwa *Lead Time* bahan material batu bara yaitu 1 hari atau 0,034 Bulan. Pemesanan Bahan Material batu bara kembali dilakukan ketika kuantitas persediaan telah mencapai level 15905,54 Ton apabila menggunakan *service level* 90% dan 22581,6 Ton apabila menggunakan *service level* 95%. Waktu pemesanan kembali yang diterapkan Pengadaan Curah *Inventory SP* pada kondisi aktual dilakukan ketika persediaan bahan baku di gudang tidak mencukupi kebutuhan produksi untuk periode kedepannya, tetapi perusahaan tidak memiliki standar *safety stock* untuk menentukan waktu kapan pemesanan kembali dilakukan sehingga pemesanan

yang dilakukan terkadang terlalu cepat dan terkadang terlalu lambat.

### 6. Kesimpulan dan Saran

#### 6.1 Kesimpulan

Dari hasil pengolahan data serta analisis yang dilakukan, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil peramalan serta perhitungan dapat ditentukan banyaknya jumlah permintaan selama 12 bulan kedepan untuk batu bara dengan *model basic*. Karena pola data permintaan linier maka metode *time series* dapat diterapkan di PT Semen Padang. Dengan hasil peramalan untuk bulan Januari 2021 sampai Desember 2021 sejumlah 103776, 95704, 100262, 79987, 83335, 100384, 99552, 106657, 110344, 106679 dalam satuan Ton. Dengan mengacu pada hasil proses pengolahan data, dapat disimpulkan bahwa metode *Time Series* dengan perhitungan *Holt Winter* merupakan Teknik terbaik dengan melihat hasil error terkecil dengan perhitungan MAPE yaitu sebesar 14%. Maka hasil peramalan terpilih yaitu *Holt Winter*.
2. Dari hasil perhitungan didapatkan perusahaan harus memiliki *safety stock* sebesar 12566,7 Ton untuk batu bara dengan menggunakan *service level* 90% dan *safety stock* sebesar 12566,7 Ton untuk batu bara dengan menggunakan *service level* 95%. Jumlah batu bara yang telah dilakukan *forecast* dapat dijadikan pertimbangan dalam memesan batu bara dengan memperhatikan *lead time*.
3. Berdasarkan batas tenggang (*lead time*) pemesanan dan level *safety stock*, waktu pemesanan kembali (*reorder point*) bahan material pasir silika dilakukan ketika jumlah persediaan di gudang bahan baku telah mencapai level 15905,54 Ton apabila menggunakan *service level*

90% dan 15905,54 Ton apabila menggunakan *service level* 95%.

## 6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan penulis adalah sebagai berikut :

1. *Safety stock* menjadikan sistem penyediaan bahan baku menjadi lebih mudah karena telah terjadwal dengan baik yang dapat menghindarkan stock out, dan *over stock* sehingga tidak akan menghambat proses produksi, sehingga perhitungan *safety stock* menggunakan *service level* lebih efektif dari pada metode yang sedang berjalan.
2. Untuk memudahkan perhitungan, perusahaan sebaiknya menggunakan *software* komputer sehingga lebih sistematis dan memudahkan perusahaan dalam melakukan perencanaan, dan apabila ada perubahan mendadak dapat diantisipasi lebih awal.
3. Membuat Rancangan jadwal kedatangan pasokan antar pemasok (vendor) dengan perusahaan. Sehingga dapat mengatur jumlah persediaan batu bara dengan lebih baik lagi.

## Daftar Pustaka

- Gasperzs, V. (2004). *Production Planning and Inventory Control Berdasarkan Pendekatan Terintegrasi MRP dan JIT*. Jakarta: Gramedia
- Hendra, K. (2009). *Manajemen Produksi:Perencanaan dan Pengendalian Produksi. Edisi 4*. Yogyakarta: Penerbit Andi
- Pujawan, I Nyoman. (2017). *Supply Chain Management Edisi 3*. Surabaya: Guna Widya
- Subagyo, Pangestu. (1986). *Forecasting Konsep dan Aplikasi*. Yogyakarta : BPFE Yogyakarta
- Sugiyono. (2014). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta

- Supranto, J. (1984). *Metode Ramalan Kuantitatif Untuk Perencanaan*. Jakarta:Gramedia.
- Taylor, Glardon. (2004). *Manufacturing Operations Management*. Berlin: World Scientific Europe Ltd.