

# PERAMALAN PERENCANAAN PRODUKSI TERAK DENGAN METODE *EXPONENTIAL SMOOTHING WITH TREND* PADA PT. SEMEN INDONESIA (PERSERO) TBK.

Adri Dharmesta M, Novie Susanto \*)

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,  
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

## Abstrak

Semakin meningkatnya target produksi terak oleh PT Semen Indonesia maka perencanaan produksi harus dilakukan dengan baik. Selama ini seksi perencanaan bahan dan produksi belum menggunakan tools atau metode yang pasti dalam menetapkan perencanaan produksi, sehingga memungkinkan terjadi perbedaan yang signifikan antara rencana produksi dalam Rencana Kerja dan Anggaran Perusahaan (RKAP) dengan rilis aktual. Terjadinya perbedaan yang signifikan ini dapat menyebabkan dampak yang dapat menimbulkan kerugian bagi perusahaan seperti contohnya terjadi overstock maupun stock out. Penelitian ini bertujuan untuk mencari metode peramalan yang tepat sebagai dasar atau acuan dalam perencanaan produksi dan mendapatkan hasil peramalan yang dapat digunakan dalam perencanaan produksi. Metode yang digunakan dalam peramalan produksi terak adalah metode Exponential Smoothing with Trend. Peramalan kemudian dilanjutkan dengan melakukan analisis kesalahan dengan menggunakan 6 metode analisis kesalahan peramalan yaitu Mean Absolute Deviation, Mean Square Error, Mean Forecast Error, Mean Absolute Percentage Error, Cumulative Forecast Error, dan Tracking Signal. Dari peramalan yang telah dilakukan didapatkan hasil peramalan produksi terak tahun 2016 sejumlah 10.811.000 ton.

**Kata kunci:** rencana produksi; metode peramalan; metode analisis kesalahan peramalan; metode Exponential Smoothing with Trend

## Abstract

**[Forecasting for Clinker Production Planning with Exponential Smoothing Method in PT Semen Indonesia]** By increasing the production target of clinker in PT Semen Indonesia, production planning should be done properly. So this far, materials planning and production section of PT Semen Indonesia has not used any tools or methods in determining the production planning. It may cause a significant difference between production planning and actual release. The occurrence of this difference may cause effects that may result in losses for the company, such as the case of overstock or stock out. This study aims to get an appropriate method as the basis or reference in production planning and to forecast a result that could be used in production planning. The method used in the production forecast of clinker is Exponential Smoothing with Trend. After the forecast calculation the method continues with forecasting errors analysis using six methods of forecasting errors analysis that are Mean Absolute Deviation, Mean Square Error, Mean Forecast Error, Mean Absolute Percentage Error, Cumulative Forecast Error and Tracking Signal. The forecast calculation results the 2016 clinker production will be at number of 10.811.000 tons.

**Keywords:** production planning; forecasting method

## 1. Pendahuluan

Terak atau *clinker* merupakan bahan setengah jadi dari semen (Parray, 1979). Setelah seluruh bahan baku melewati proses kalsinasi pada suhu 800 – 880°C dan kemudian proses klinkerisasi pada suhu 1400°C pada *rotary kiln* dan kemudian didinginkan secara mendadak hingga dibawah 250°C pada *cooler* akan dihasilkan terak atau *clinker*. *Clinker*

atau terak kemudian dapat melanjutkan perjalanan ke proses selanjutnya di *finish mill* dimana akan ditambahkan bahan aditif seperti gipsum, *pozzoland*, *trash*, dan sebagainya sesuai dengan semen yang diinginkan dan kemudian di giling menjadi serbuk semen maupun disimpan dalam *storage* untuk kemudian dijual atau ditransfer

kepada anak perusahaan PT Semen Indonesia sebagai bahan setengah jadi.

Terak jika disimpan dalam kondisi kering dapat disimpan dengan waktu yang cukup lama tanpa mengurangi kualitas selain itu dalam pasar internasional biaya pengiriman terak jauh lebih murah dibandingkan dengan pengiriman semen dalam jumlah yang sama (Soetjipto, 2014). Perusahaan hanya perlu membeli sejumlah terak kemudian menambahkan bahan aditif sesuai dengan formula perusahaan. Setelah dihaluskan dan dikemas semen dapat dijual dengan harga mahal. PT Semen Indonesia selain menjual produk semen sebagai produk akhir juga menjual produk setengah jadi berupa terak. Saat ini sebagian besar terak yang dihasilkan oleh *Plant* Tuban digunakan untuk produksi semen di *Plant* Tuban, kemudian sebagian lagi ditransfer ke *Plant* lain milik PT Semen Indonesia untuk diproses seperti *Plant* Gresik, Rembang, dan Tonasa maupun dijual ke perusahaan lain.

Perusahaan harus bisa menjamin ketersediaan produk tidak akan terjadi *shortage*. Terjadinya *shortage* dapat berdampak kehilangan kesempatan untuk melakukan penjualan produk (*lost sales*). Penentuan jumlah optimal produk yang diproduksi menjadi kunci utama dalam perencanaan produksi yang tepat, sehingga tidak akan menimbulkan *shortage* ataupun terjadi kelebihan produksi yang juga akan menimbulkan biaya *inventory* yang tinggi.

Perencanaan produksi sangat dibutuhkan dimana hal itu dapat memberikan keputusan dalam memenuhi permintaan produk yang dihasilkan dengan pertimbangan berdasarkan sumber daya yang dimiliki oleh perusahaan tersebut. Aktivitas *forecasting* atau peramalan merupakan suatu fungsi untuk memperkirakan jumlah produk yang akan diproduksi dengan penggunaan produk sehingga dalam proses produksi dapat diproses dengan kuantitas yang tepat. Selain itu perencanaan produksi dapat memberikan keputusan dalam memenuhi permintaan produk yang dihasilkan dan juga dapat meminimalkan stok yang tersedia, sehingga dapat menghemat biaya persediaan.

Permasalahan yang sering terjadi pada PT Semen Indonesia (persero) Tbk. adalah ketidaksesuaian antara Rencana Kerja dan Anggaran Perusahaan (RKAP) produksi yang telah ditentukan di awal tahun dengan rilis aktual terak yang dilakukan oleh perusahaan sehingga sering terjadi kekurangan stok yang kemudian mengharuskan perusahaan untuk membeli terak baik dari dalam negeri maupun luar negeri. Penelitian ini akan mencoba memberikan peramalan perencanaan produksi atau *forecasting* terak untuk tahun 2016 pada PT Semen Indonesia (persero) Tbk.

Unit kerja Seksi Perencanaan Bahan dan Produksi bertugas mengolah data-data produksi dan bahan baku untuk disusun menjadi laporan produksi harian dan digunakan sebagai dasar dalam

pembuatan rencana produksi tahunan dalam Rencana Kerja dan Anggaran Perusahaan (RKAP). Pada setiap akhir tahun, unit kerja ini akan mulai mengolah data-data produksi untuk dijadikan rencana produksi dan target RKAP tahun berikutnya.

Selama ini Seksi Perencanaan Bahan dan Produksi belum menggunakan *tools* tertentu dalam penyusunan rencana produksi setiap periodenya. Rencana produksi hanya ditetapkan berdasarkan perkiraan dengan mempertimbangkan data-data historis yang sudah ada. Data-data historis yang sudah ada ini berkaitan dengan data kapasitas produksi tahunan, data *downtime* mesin, data utilitas mesin yang selanjutnya akan disepakati dalam rapat rutin antar departemen, khususnya dengan Departemen Produksi. Cara tersebut mengakibatkan produksi terak terkadang mengalami kekurangan maupun kelebihan. Tahun 2013 PT Semen Indonesia (persero) membeli terak untuk menjaga produksi semen sebagai *buffer stock* terak sebanyak total 1.130.000 ton baik dari dalam negeri maupun impor. Pada tahun 2014 perusahaan kembali mendatangkan sebanyak 2.692.000 ton terak untuk memenuhi kebutuhan produksi semen yang semakin meningkat.

Perencanaan produksi yang selama ini dilakukan oleh Seksi Perencanaan Bahan dan Produksi dirasa kurang valid, karena hanya berdasarkan perkiraan dan prosesnya yang cukup sederhana sehingga rencana yang ditetapkan memungkinkan terjadinya perbedaan yang signifikan antara RKAP dengan rilis aktual atau permintaan yang ada. Hal ini dapat menyebabkan terjadinya dampak yang berpengaruh pada perusahaan seperti halnya *overstock* maupun *stock laut*. Seharusnya target produksi terak direncanakan dengan baik dan memiliki dasar yang kuat dalam perencanaannya. Dalam penelitian ini, tujuan dari penulis yaitu mendapatkan hasil peramalan jumlah produksi semen untuk tahun 2016 berdasarkan data tahun 2001 sampai 2015 sebagai data historis PT Semen Indonesia (persero) Tbk

## 2. Studi Pustaka

### 2.1 Peramalan

Peramalan menurut Prasetya (2009) merupakan suatu bentuk usaha untuk meramalkan keadaan di masa datang melalui pengujian keadaan masa lalu. Gasperz (2008) berpendapat peramalan atau *forecasting* adalah suatu fungsi bisnis yang berusaha memperkirakan penjualan dan penggunaan produk sehingga produk-produk itu dapat dibuat dalam kuantitas yang tetap. Menurutny terdapat sembilan langkah untuk menjamin efektivitas dan efisiensi dari sistem peramalan dalam manajemen permintaan, yaitu:

(1) Menentukan tujuan dari peramalan.

(2) Memilih item *independent demand* yang akan diramalkan.

- (3) Menentukan horizon waktu dari peramalan (jangka pendek, menengah atau panjang)
- (4) Memilih model-model peramalan
- (5) Memperoleh data yang dibutuhkan untuk melakukan peramalan
- (6) Validasi model peramalan
- (7) Membuat peramalan
- (8) Implementasi hasil-hasil peramalan
- (9) Memantau keandalan hasil peramalan.

Peramalan yang baik mempunyai beberapa kriteria penting yaitu akurasi, biaya, dan kemudahan. Penjelasan dari kriteria – kriteria tersebut adalah sebagai berikut (Nasution, 2003) :

1. Akurasi. Hasil peramalan diukur dengan konsistensi dari peramalan. Hasil peramalan bias bila peramalan tersebut terlalu tinggi atau terlalu rendah dibanding dengan kenyataan yang sebenarnya terjadi. Hasil peramalan dikatakan konsisten bila besarnya kesalahan dari peramalan relatif kecil.
2. Biaya. Biaya yang diperlukan untuk pembuatan suatu peramalan tergantung dari jumlah item yang diramalkan, lamanya periode peramalan dan metode peramalan yang dipakai.
3. Kemudahan. Penggunaan metode peramalan yang sederhana, mudah dibuat dan mudah untuk diaplikasikan akan memberikan keuntungan bagi perusahaan

Peranan peramalan dalam perencanaan proses produksi adalah sebagai berikut (Kusuma, 2001):

1. *Business Planning*. Berisi rencana pendanaan, pembiayaan dan keuangan perusahaan sebagai dasar untuk membuat rencana pemasaran.
2. *Marketing Planning*. Rencana tentang produk yang akan dibuat, penjualan dan pemasaran, sebagai dasar untuk membuat *production planning*.
3. *Master Production Schedule*. Rencana produk akhir yang harus dibuat pada tiap periode selama 1-5 tahun. Produk akhir, merupakan dekomposisi dari *production planning*.
4. *Resource Planning*. Rencana kapasitas yang diperlukan untuk memenuhi *production plan*, dapat dinyatakan dalam jam-orang atau jam-mesin. Merupakan bahan pertimbangan untuk ekspansi orang, mesin, pabrik, dan lain-lain, yang ditetapkan berdasarkan kapasitas yang tersedia.
5. *Rough Cut Capacity Planning (RCCP)*. Rencana untuk menentukan kapasitas yang diperlukan untuk memenuhi MPS.
6. *Demand Management*. Aktivitas memprediksi kebutuhan di masa datang dikaitkan dengan kapasitas. Terdiri dari aktivitas *forecasting*,

*distribution requirement planning, order entry, shipment, dan service part requirement.*

7. *Material Requirement Planning*. Menetapkan rencana kebutuhan material untuk melaksanakan MPS. Output MRP adalah purchasing dan PAC (*Production Activity Control*), dan MRP menghasilkan rencana pembelian meliputi jumlah *due date, release date*.
8. *Capacity Requirement Planning*. Rencana kebutuhan kapasitas yang dibutuhkan untuk merealisasikan MPS di tiap periode dan tiap mesin. CRP lebih teliti dan lebih rinci dibanding RCCP, karena disarkan pada *planned order*.
9. *Production Activity Control (PAC)*. Sering disebut *shop floor control (SFC)*, aktivitas membuat produk setelah bahan dibeli. PAC terdiri dari aktivitas awal-akhir suatu *job* berdasarkan urutan kedatangan *job*, lalu membebaskan *job* ke *work station*, dan melakukan pelaporan.
10. *Purchasing*. Merupakan aktivitas memilih *vendor*, membuat order pembelian, dan menjadwalkan *vendor*.
11. *Performance Measurement*. Evaluasi sistem untuk melihat seberapa jauh hasil yang diperoleh dibandingkan dengan rencana yang telah ditetapkan.

## 2.2 Metode Peramalan

### a. Metode *Moving Averages*

*Moving averages* menggunakan sejumlah data aktual yang baru untuk membangkitkan nilai ramalan untuk permintaan di masa yang akan datang. Fungsi dari metode ini adalah meratakan gerakan pasar yang yang fluktuatif dan mengidentifikasi arah pergerakan harga.

*Moving averages* dapat menunjukkan kekuatan *trend* dari kecuraman sudut garisnya dan dari metode ini kita dapat mendeteksi arah *trend*, jika *moving averages* cenderung naik maka nilai *trend* juga akan cenderung naik. Metode ini digunakan untuk data yang perubahannya tidak begitu cepat dan tidak mempunyai karakteristik musiman. Banyak sekali industri yang menggunakan metode ini untuk mengurangi variansi dari data aktual agar menghilangkan fluktuasi-fluktuasi yang tidak diinginkan, sehingga dapat memuluskan atau meminimalkan perubahan data yang sangat tinggi atau data yang sangat rendah. Metode *moving averages* n-periode dapat dihitung menggunakan formula sebagai berikut: (Gasperz, 2008)

$$MA = \frac{\sum(\text{permintaan dalam } n - \text{periode terdahulu})}{n} \quad (1)$$

b. *Weighted Moving Averages*

*Weighted moving averages* merupakan metode peramalan yang lebih responsif terhadap perubahan. Hal ini karena data dari periode yang baru diberi bobot lebih besar. *Weighted moving averages* dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut: (Gasperz, 2008)

$$WMA = \frac{\sum (\text{pembobot untuk periode } n) (\text{permintaan aktual dalam periode } n)}{\sum (\text{pembobot})} \quad (2)$$

c. *Metode Exponential Smoothing*

Model peramalan *exponential smoothing* bekerja dengan mendekati nilai peramalan ke nilai aktual. Apabila nilai eror positif yang berarti nilai aktual permintaan lebih tinggi dari pada nilai ramalan ( $A-F > 0$ ), maka model pemulusan eksponensial akan secara otomatis meningkatkan nilai ramalan. Sebaliknya, apabila nilai aktual permintaan lebih rendah dari pada nilai ramalan ( $A-F < 0$ ), maka model akan secara otomatis menurunkan nilai ramalan. Ada tiga langkah untuk menghitung nilai ramalan berdasarkan model *exponential smoothing* dengan menggunakan trend, yaitu:

1. Menghitung nilai ramalan periode t ( $F_t$ ) dengan rumus:

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1}) \quad (3)$$

2. Menghitung nilai *trend* dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$T_t = (1 - \beta)T_{t-1} + \beta(F_t - F_{t-1}) \quad (4)$$

Dengan:

$T_t$  = *smoothed trend* untuk periode t

$T_{t-1}$  = *smoothed trend* untuk periode t-1 (periode yang lalu)

$\beta$  = konstanta dari *trend smoothing* yang dipilih

$F_t$  = nilai ramalan berdasarkan metode *exponential smoothing* sederhana, ES untuk periode t

$F_{t-1}$  = nilai ramalan berdasarkan metode *exponential smoothing* sederhana, ES untuk periode t-1

3. Menghitung nilai ramalan berdasarkan metode *exponential smoothing* dengan mempertimbangkan kecenderungan.

(Gasperz, 2008)

d. *Metode Exponential Smoothing with Trend*

Model analisis garis kecenderungan dipergunakan sebagai model peramalan apabila pola historis dari data aktual permintaan menunjukkan adanya suatu kecenderungan menaik dalam waktu ke waktu (Gasperz, 2008). Metode *exponential smoothing with trend* biasanya lebih tepat untuk meramalkan data yang mengalami *trend* kenaikan. Rumus *exponential smoothing with trend* sebagai berikut :

*Base Level*

$$E_t = \alpha \times Y_{t-1} + (1 - \alpha) (E_{t-1} + T_{t-1}) \quad (5)$$

$t=1,2,\dots,n$

*Ekspektasi Nilai Trend*

$$T_t = (1 - \beta)T_{t-1} + \beta(E_t - E_{t-1}) \quad (6)$$

Nilai Peramalan dengan mempertimbangkan *Trend*

$$F_t = E_t + T_t \quad (7)$$

### 2.3 Analisis Kesalahan Peramalan

Peramalan pastinya tidak akan lepas dari kesalahan atau eror karena tidak ada peramalan yang pasti akurat meskipun menggunakan berbagai macam metode peramalan. Dalam menggunakan berbagai macam metode peramalan maka kita harus memilih hasil atau metode yang mendekati akurat, hal ini bisa dilihat dengan menggunakan pengukuran kesalahan atau penghitungan eror. Nasution (2003) menyatakan bahwa ukuran akurasi hasil peramalan yang merupakan ukuran kesalahan peramalan merupakan ukuran tentang tingkat perbedaan antara hasil peramalan dengan permintaan yang terjadi. Terdapat beberapa rumus yang dapat digunakan dalam penetapan standar perbedaan menurut Hartini (2011) antara lain *Mean Absolute Deviation* (MAD), *Mean Forecast Error* (MFE), *Mean Square Error* (MSE), *Mean Absolute Presentation Error* (MAPE) dan *Comulative Forecast Error* (CFE), sehingga bisa dipilih metode peramalan yang mendekati akurat. Berikut merupakan beberapa metode analisis kesalahan peramalan, yaitu:

1. *MAD (Mean Absolute Deviation)*

MAD adalah rata-rata kesalahan mutlak selama periode tertentu tanpa memperhatikan apakah hasil peramalan lebih besar atau lebih kecil dibanding kenyataannya, dengan kata lain MAD adalah rata-rata dari nilai absolut simpangan. Secara sistematis MAD dirumuskan sebagai berikut: (Hartini, 2011)

$$MAD = \sum \left| \frac{A_t - F_t}{n} \right| \quad (8)$$

2. *MSE (Mean Square Error)*

MSE dihitung dengan menjumlahkan kuadrat semua kesalahan peramalan pada setiap periode dan membaginya dengan jumlah periode peramalan. MSE dirumuskan sebagai berikut:

$$MSE = \sum \frac{(A_t - F_t)^2}{n} \quad (9)$$

3. MFE (*Mean Forecast Error*)

MFE merupakan rata-rata kesalahan dengan mengukur perbandingan jumlah *error* dibagi jumlah periode peramalan data. MFE sangat efektif untuk mengetahui apakah suatu hasil peramalan selama periode tertentu terlalu tinggi atau terlalu rendah. MFE dihitung dengan menjumlahkan semua kesalahan peramalan selama periode peramalan dan membaginya dengan jumlah periode peramalan. Secara sistematis MFE dinyatakan sebagai berikut:

(Hartini, 2011)

$$MFE = \sum \frac{(A_t - F_t)}{n} \quad (10)$$

4. MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*)

*Mean Absolute Percentage Error* merupakan ukuran kesalahan relatif. MAPE biasanya lebih berarti dibandingkan MAD karena MAPE menyatakan persentase kesalahan hasil peramalan terhadap permintaan aktual selama periode tertentu yang akan memberikan informasi persentase kesalahan terlalu tinggi atau terlalu rendah, dengan kata lain MAPE merupakan rata-rata kesalahan mutlak selama periode tertentu yang kemudian dikalikan 100% agar mendapatkan hasil secara prosentase. Secara sistematis MAPE dirumuskan sebagai berikut: (Hartini, 2011)

$$MAPE = \left(\frac{100}{n}\right) \sum \left| A_t - \frac{F_t}{A_t} \right| \quad (11)$$

5. CFE (*Cumulative Forecast Error*)

Kesalahan peramalan = permintaan – ramalan. Secara sistematis dapat dituliskan sebagai berikut : (Hanke, 1992)

$$CFE = \sum_{i=1}^n e_i = \sum A_t - F_t \quad (12)$$

Dimana  $e$  = kesalahan peramalan (*forecast error*) Hanke (1992), CFE memiliki kelebihan yaitu ukuran kesalahan peramalan yang digunakan dengan menjumlahkan error peramalan. Dan kekurangannya adalah akurasi hasil peramalan sangat kecil karena hanya menggunakan jumlah error peramalan sebagai ukuran kesalahan.

6. *Tracking Signal*

Gasperz (2008) menyatakan bahwa *Tracking Signal* yang positif menunjukkan bahwa nilai aktual permintaan lebih besar daripada peramalan. Validasi peramalan dilakukan dengan *tracking signal*. *Tracking signal* adalah suatu ukuran bagaimana baiknya suatu peramalan memperkirakan nilai-nilai aktual. *Tracking signal* merupakan hasil dari *running sum of the forecast error* (RSFE) yang dibagi dengan *Mean Absolute Deviation* (MAD), dimana kegunaanya

untuk mengetahui perbandingan nilai aktual dengan nilai peramalan. Nilai *tracking signal* dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut. (Gasperz, 2008)

$$TS = \frac{RSFE}{MAD} = \frac{\sum (actual\ demand\ in\ period\ i - forecast\ demand\ in\ period\ i)}{MAD} \quad (13)$$

## 2.4 Software

Perencanaan dan pengendalian produksi dapat diselesaikan dengan bantuan perangkat lunak komputer, diantaranya dengan menggunakan *software* SPSS, Minitab dan WinQSB. Didalamnya terdapat beberapa fungsi diantaranya fungsi peramalan. Salah satu *software* yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah peramalan atau *forecasting* adalah WinQSB.

WinQSB adalah penyempurnaan dari QSB+, QS, dan QSOM. Ini adalah sistem pendukung keputusan (*decision support system*) yang interaktif dan *user-friendly* yang meliputi modul dan metode dalam ilmu manajemen, riset operasi, dan manajemen operasi (Chang, 2000). Menurut Winarno (2008) dalam bukunya WinQSB adalah program komputer yang digunakan oleh para manajer dan pembuat keputusan, baik di kalangan perusahaan maupun instansi pemerintah. Program WinQSB memiliki 19 modul yang sudah sangat populer di dalam dunia manajemen, sehingga saat ini merupakan program pendukung keputusan (*decision support systems*) paling lengkap yang tersedia di pasar. Beberapa modul tersebut di antaranya adalah *linear programming*, *forecasting*, analisis jaringan, teori antrian (*queuing analysis* dan *queuing system simulation*), teori persediaan (*material requirements planning*), penjadwalan produksi, penentuan lokasi bangunan atau departemen yang optimal, dan sebagainya.

## 3. Metode Penelitian

Penelitian peramalan produksi terak dimulai dengan pengumpulan data historis penggunaan terak selama 15 tahun dari tahun 2001 hingga 2015 sebagai data permintaan terak produksi PT PT Semen Indonesia (persero). Selanjutnya menentukan linearitas data yang didapatkan untuk mengetahui metode peramalan apa yang sesuai untuk digunakan dalam meramalkan produksi terak. Kemudian perhitungan peramalan dilakukan dengan menggunakan metode yang telah ditentukan sebelumnya. Perhitungan dilakukan 4 kali dengan merubah nilai  $\alpha$  dan  $\beta$  sebagai nilai *smoothing*. Setelah perhitungan peramalan dilakukan analisis kesalahan dengan membandingkan hasil dari keempat perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya. Kemudian hasil peramalan dengan nilai eror terkecil dipilih sebagai hasil peramalan

produksi terak PT Semen Indonesia (persero) tahun 2016.

#### 4. Hasil dan Pembahasan

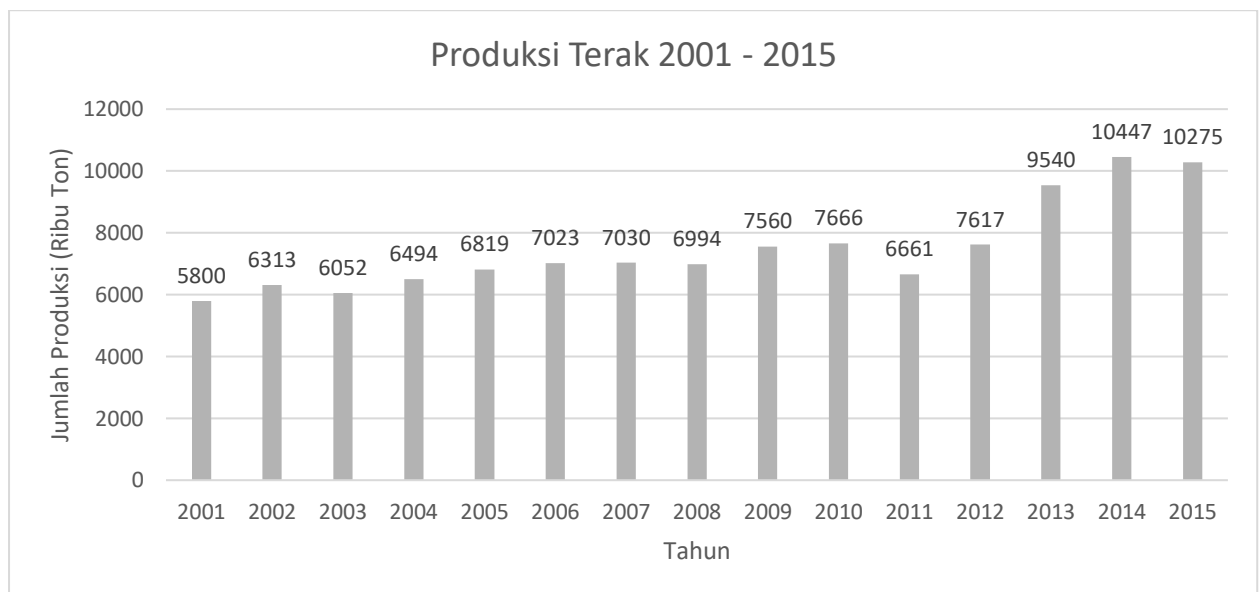
Data yang digunakan merupakan data historis dari produksi semen selama 15 tahun yaitu pada tahun 2001 hingga tahun 2015 yang akan digunakan sebagai acuan dalam meramalkan produksi semen pada tahun 2016 di PT Semen Indonesia (Persero) Tbk. untuk mendapatkan hasil yang optimal dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa metode peramalan yang sesuai berdasarkan data historis yang ada. Data historis produksi semen selama 15 tahun mulai tahun 2001 hingga 2015 di PT Semen Indonesia (Persero) Tbk ditampilkan pada Tabel 1 dibawah ini.

Gambar 1 dibawah ini merupakan data historis produksi terak pada tahun 2001 hingga tahun 2015 yang disajikan dalam bentuk grafik. Grafik tersebut menggambarkan produksi semen yang memiliki *trend* atau kecenderungan naik.

**Tabel 1 Data Historis Produksi Terak**

**Tahun      Produksi Terak  
                  (Ribu Ton)**

2001	5,800
2002	6,313
2003	6,052
2004	6,494
2005	6,819
2006	7,023
2007	7,030
2008	6,994
2009	7,560
2010	7,666
2011	6,661
2012	7,617
2013	9,540
2014	10,447
2015	10,275



**Gambar 1 Grafik Plot Data Produksi Terak 2000 – 2014**

Hal ini menunjukkan bahwa data tersebut tidak bersifat random dan akan dievaluasi dengan menggunakan model time series. Untuk mengakomodir data yang dimiliki pada pola *trend*, metode peramalan yang sesuai adalah *Exponential Smoothing With Trend*.

Berikut perhitungan *forecasting* dengan metode *exponential smoothing with trend* menggunakan persamaan (5) disajikan pada Tabel 2. Perhitungan dilakukan dengan mengubah nilai  $\alpha$  dan  $\beta$  sehingga didapatkan hasil peramalan dengan nilai eror yang tidak terlalu besar.

**Tabel 2 Rekapitulasi Perhitungan Forecast untuk Produksi Terak (Ribu Ton)**

PERIODE	DEMAND	F, A=0,5 B=0,3	F, A=0,6 B=0,2	F, A=0,7 B=0,1	F, A=0,53 B=0,24
1	5800.29				
2	6312.66	5800.29	5800.29	5800.29	5800.29
3	6052.04	6133.33	6169.20	6194.82	6137.02
4	6493.92	6157.35	6146.33	6120.75	6146.35
5	6819.28	6440.78	6444.02	6433.96	6429.14
6	7023.31	6801.96	6803.35	6782.65	6784.12
7	7030.04	7117.76	7095.89	7046.93	7089.52
8	6993.66	7265.87	7209.04	7129.73	7229.06
9	7560.18	7280.90	7206.63	7119.59	7245.41
10	7665.61	7613.57	7588.00	7543.94	7593.39
11	6660.97	7840.42	7813.12	7753.57	7822.01
12	7617.21	7274.61	7162.12	7036.73	7249.31
13	9540.04	7521.22	7530.08	7531.68	7533.76
14	10446.51	8908.76	9072.16	9166.73	8941.74
15	10275.26	10286.43	10397.80	10381.36	10275.33
16		10887.96	10810.60	10618.45	10811.35

**Tabel 3 Rekapitulasi perhitungan error pada Produksi Terak**

PERBANDINGAN	F, A=0,5 B=0,3	F, A=0,6 B=0,2	F, A=0,7 B=0,1	F, A=0,53 B=0,24
MSE	620437.08	589026.15	576402.13	609722.67
MAD	522.22	528.49	531.20	521.16
MAPE	6.50	6.60	6.66	6.50
MFE	289.10	289.48	317.71	301.02
CFE	4047.46	4052.67	4447.96	4214.25

**Analisis Kesalahan**

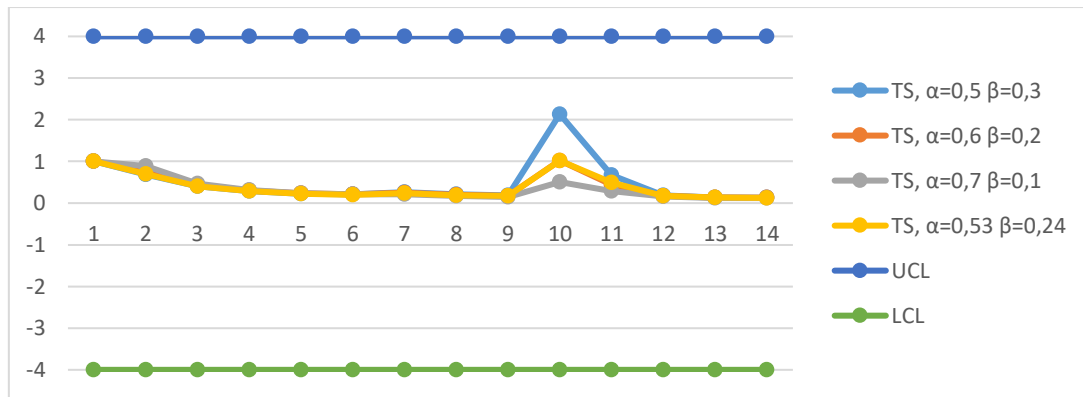
Dalam melakukan *forecasting* terjadi ketidaksesuaian antar data aktual dengan hasil *forecast* oleh karena itu dilakukan perhitungan error yang terjadi dengan menggunakan metode analisis kesalahan MAD, MSE, MAPE, MFE dan CFE yang telah dijelaskan sebelumnya. Rekapitulasi hasil analisis kesalahan dapat dilihat pada Tabel 3:

Selain perhitungan error diatas, dilakukan juga perhitungan *tracking signals*. Gambar 2 dibawah ini merupakan grafik hasil *tracking signal* perhitungan *Exponential Smoothing with Trend* untuk produk terak. Tabel 3 menunjukkan nilai error terkecil dimiliki oleh perhitungan  $\alpha = 0,53$  dan  $\beta = 0,24$  dengan MAD sebesar 521,1, nilai MSE sebesar 609722,67 nilai MAPE sebesar 6,5%, nilai MFE

sebesar 301,02 dan nilai CFE sebesar 4214,25. Sementara Gambar 2 menunjukkan bahwa Nilai *tracking signal* dari perhitungan *Exponential Smoothing with Trend* produk terak bervariasi dan pada  $\alpha = 0,53$  dan  $\beta = 0,24$  tidak terdapat titik yang keluar batas atas dan bawah. Sehingga dipilih perhitungan dengan  $\alpha = 0,53$  dan  $\beta = 0,24$  karena memiliki grafik yang paling mendekati data produksi dan error kecil serta *tracking signal* yang tidak keluar batas.

**Hasil Peramalan**

Berikut hasil peramalan dengan metode exponential smoothing with trend menggunakan  $\alpha = 0,53$  dan  $\beta = 0,24$  disajikan melalui Tabel 4



Gambar 2 Grafik Tracking Signal Produksi Terak

Tabel 4 Hasil Peramalan Terak Tahun 2016

TAHUN	PRODUKSI	HASIL PERAMALAN
2001	5800	0
2002	6313	5800
2003	6052	6137
2004	6494	6146
2005	6819	6429
2006	7023	6784
2007	7030	7090
2008	6994	7229
2009	7560	7245
2010	7666	7593
2011	6661	7822
2012	7617	7249
2013	9540	7534
2014	10447	8942
2015	10275	10275
2016		10811

Dari hasil perhitungan peramalan pada Tabel 4 didapatkan hasil sebesar 10.811.000 ton untuk perencanaan produksi terak tahun 2016.

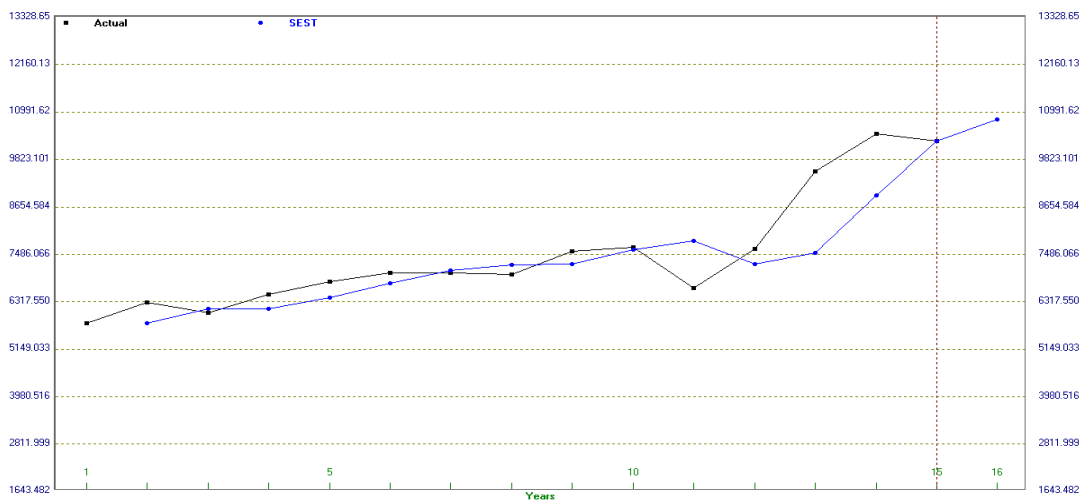
#### Perhitungan Software

Hasil *forecasting* dengan menggunakan software WinQSB dapat dilihat pada Gambar 3. Bentuk grafik hasil *forecasting software* WinQsB untuk produksi terak tahun 2016 PT Semen Indonesia (persero) dapat dilihat pada gambar 4. Gambar 3 dan 4 merupakan hasil peramalan menggunakan software WinQSB yang

menunjukkan jumlah produksi terak yang di produksi oleh PT Semen Indonesia (persero) Tbk. pada tahun 2016. Didapatkan hasil peramalan produksi terak tahun 2016 sebesar 10.811.000 ton. Selain itu juga terlihat hasil MAD sebesar 521,1876; nilai MSE sebesar 609847,7; nilai MAPE sebesar 6,5%; dan nilai CFE sebesar 4214,12. Dari *software* tersebut juga didapatkan hasil dengan  $\alpha$  dan  $\beta$  terbaik yaitu dengan menggunakan  $\alpha = 0,53$  dan  $\beta = 0,24$ .

02-24-2015 Years	Actual Data	Forecast by SEST	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-sqaure
1	5800								
2	6313	5800	513	513	513	263169	8.126089	1	1
3	6052	6137.144	-85.14355	427.8564	299.0718	135209.2	4.766478	1.430615	1
4	6494	6146.441	347.5591	775.4155	315.2342	130405.3	4.961653	2.459808	1
5	6819	6429.28	389.7202	1165.136	333.8557	135774.4	5.150042	3.489938	1
6	7023	6784.037	238.9634	1404.099	314.8773	120040.2	4.80055	4.459195	1
7	7030	7089.288	-59.28809	1344.811	272.2791	100619.4	4.141018	4.939091	1
8	6994	7228.926	-234.9258	1109.885	266.9429	94129.48	4.029296	4.157763	1
9	7560	7245.592	314.4077	1424.293	272.876	94719.81	4.045488	5.219562	1
10	7666	7593.398	72.60156	1496.895	250.6233	84781.05	3.701218	5.972688	1
11	6661	7822.282	-1161.282	335.6123	341.6891	211160.6	5.074502	0.9822153	1
12	7617	7249.493	367.5073	703.1196	344.0363	204242.5	5.051804	2.043737	1
13	9540	7533.708	2006.292	2709.412	482.5576	522656.3	6.383347	5.614691	0.5842752
14	10447	8941.679	1505.321	4214.733	561.2317	656759.1	7.000714	7.509791	0.5137731
15	10275	10275.61	-0.6132813	4214.12	521.1876	609847.7	6.50109	8.08561	0.7174155
16		10811.32							
CFE		4214.12							
MAD		521.1876							
MSE		609847.7							
MAPE		6.50109							
Trk. Signal		8.08561							
R-sqaure		0.7174155							
		Alpha=0.53							
		Beta=0.24							

Gambar 3 Hasil Forecasting WinQSB



Gambar 4 Grafik Hasil Forecasting

## 5. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan *forecasting* baik secara manual maupun *software*, menggunakan metode *exponential smoothing with trend* didapatkan hasil sebesar 10.811.000 ton untuk produksi terak tahun 2016 di PT. Semen Indonesia (persero) Tbk. kemudian dengan analisis kesalahan yang dihasilkan yaitu nilai MAD sebesar 521,1876; nilai MSE sebesar 609847,7; nilai MAPE sebesar 6,5%; nilai MFE sebesar 301,02 dan nilai CFE sebesar 4214,12 serta hasil *tracking signal* yang tidak melebihi batas kontrol atas dan bawah.

Hasil perhitungan dengan menggunakan metode ini diharapkan dapat membantu perusahaan dalam merencanakan produksi semen untuk memperkecil ketidaksesuaian antara perencanaan produksi dengan rilis aktual. Perencanaan produksi seharusnya tidak hanya berdasarkan perkiraan saja tanpa ada metode atau dasar yang dapat menyebabkan ketidaksesuaian antara RKAP produksi yang telah ditentukan pada awal tahun dengan rilis aktual terak yang dilakukan oleh PT. Semen Indonesia (persero) Tbk.

## 6. Daftar Pustaka

- Chang, Y. L. 2000. *WinQSB: Decision Support Software for MS/OM*. New York: John Wiley & Sons
- Gasperz, V. 2008. *Production Planning And Inventory Control*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Hanke, J. E. 1992, *Business Forecasting*. Boston : Allyn & Bacon
- Hartini, S. 2011. *Teknik Mencapai Produksi Optimal*. Bandung: Lubuk Agung
- Kusuma, H. 2001. *Kegunaan Peramalan*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Nasution, A. H. 2003. *Perencanaan dan Pengendalian Produksi Edisi Kedua*. Surabaya: Prima Printing.
- Parray, E. K. 1979. *Cement Manufacture*. New York: Chemical Publishing Co Inc.
- Prasetya, H. 2009. *Manajemen Operasi*. Yogyakarta: Media Pressindo
- Soetjipto, D. 2014. *Road To Semen Indonesia*. Jakarta: Penerbit Kompas
- Winarno, W. W. 2008. *Analisis Manajemen Kuantitatif dengan WinQSB*. Yogyakarta: UPP STIM YKPN