

PERBANDINGAN KEAKURATAN METODE *AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE* (ARIMA) DAN *EXPONENTIAL SMOOTHING* PADA PERAMALAN PENJUALAN SEMEN DI PT. SINAR ABADI

Riza Rahmadayanti¹, Boko Susilo², Diyah Puspitaningrum³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Infomatika, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu.
Jl. WR. Supratman Kandang Limun Bengkulu 38371A INDONESIA
(tel: 0736-341022; fax: 0736-341022)

¹ryzha91@gmail.com,

²bksusilo@gmail.com,

³diyahpuspitaningrum@gmail.com

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk membangun aplikasi yang membandingkan keakuratan antara metode ARIMA dan *Exponential Smoothing* peramalan penjualan semen sehingga perusahaan dapat melakukan prediksi untuk produksi periode selanjutnya dengan menggunakan metode yang lebih akurat diantar kedua metode tersebut. Pada penelitian ini keakuratan metode yang digunakan didasarkan pada nilai MSE yang dimiliki oleh masing-masing metode, Aplikasi ini dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman *Visual Basic* 6.0. Proses penelitian ini adalah melakukan peramalan pada beberapa periode mendatang dengan menggunakan 24 data bulanan yang ada, sehingga dihasilkan jumlah peramalan untuk periode ke 25 untuk Semen Warna SA Grout Blue menggunakan metode *Exponential Smoothing* yaitu 487 dengan MSE 10037,72 sedangkan metode ARIMA yaitu 470 dengan MSE 5219,59. Untuk Semen Warna SA Grout Green dengan metode *Exponential Smoothing* yaitu 569 dengan MSE 20067, 52 sedangkan metode ARIMA yaitu 470 dengan MSE 9595,5. Untuk Semen Warna SA Grout Ivory dengan metode *Exponential Smoothing* yaitu 495 dengan MSE 20497,54 sedangkan metode ARIMA yaitu 493 dengan MSE 8073,8. Untuk Semen Warna SA Grout White dengan metode *Exponential Smoothing* yaitu 343 dengan MSE 18044,63 sedangkan metode ARIMA yaitu 381 dengan MSE 9723,24. Dan untuk Semen Warna SA Grout Pink dengan metode *Exponential Smoothing* yaitu 470 dengan MSE 20753,61 sedangkan metode ARIMA yaitu 461 dengan MSE 10736,81. Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa metode ARIMA lebih akurat karena memiliki nilai MSE lebih kecil dari metode *Exponential Smoothing*.

Kata kunci: Peramalan, ARIMA, *Exponential Smoothing*, MSE, *Visual Basic* 6.0

Abstract: This study aims to build applications that compare the accuracy between ARIMA and exponential smoothing method for forecasting sales of cement so that the company can make predictions for the production of the next period by using a more accurate method delivered both methods. In this study the accuracy of the method used is based on the MSE values held by each method, this application was built using Visual Basic 6.0. Results of this study was to perform forecasting at some future period by use of 24 existing actual data, so that the resulting number of forecasting for the period to 25 for SA Cement Grout Color Blue using exponential smoothing method that is 487 by MSE 10037.72 while the ARIMA method that is 470 with MSE 5219.59. For SA Cement Grout Color Green with exponential smoothing method that is 569 by MSE 20067, 52 whereas the ARIMA method that is 470 by MSE 9595.5. For SA Cement Grout Color Ivory with exponential smoothing method that is 495 by MSE 20497.54 while the ARIMA method that is 493 by MSE 8073.8. For White Cement Grout Color SA with exponential smoothing method that is 343 by MSE 18044.63 while the ARIMA method that is 381 by MSE 9723.24. And for SA Cement Grout Color Pink with exponential smoothing method that is 470 by MSE 20753.61 while the ARIMA method that is 461 by MSE 10736.81. From the calculation it can be concluded that the ARIMA method is more accurate because it has a smaller MSE than exponential smoothing method.

Keywords: Forecasting, ARIMA, Exponential Smoothing, MSE, Visual Basic 6.0

I. PENDAHULUAN

Semen merupakan bahan baku utama dalam pembangunan. Sampai saat ini belum ada yang menggantikan fungsi semen itu sendiri. Apalagi dengan berkembangnya teknologi yang semakin maju menjadikan pembangunan akan sarana menjadi bertambah. Hal ini membuat permintaan terhadap semen juga semakin meningkat.

Semakin meningkatnya kebutuhan masyarakat terhadap semen, maka semakin marak pula munculnya perusahaan-perusahaan yang bergerak dalam memproduksi semen. Dewasa ini persaingan dalam dunia bisnis sangat pesat sehingga perusahaan harus mempunyai strategi masing-masing dalam mempertahankan kelangsungan dan kejayaan perusahaannya. Salah satu perusahaan di Bengkulu yang memproduksi semen adalah PT. Sinar Abadi.

PT. Sinar Abadi merupakan salah satu perusahaan yang memproduksi semen warna dengan berbagai jenis. Perusahaan ini melakukan kegiatan pendistribusian produk semennya ke distributor yang tersebar di Bengkulu. Dari hasil observasi lapangan di PT. Sinar Abadi, diketahui bahwa selama ini proses pengolahan data telah terkomputerisasi. PT. Sinar Abadi telah menggunakan komputer sebagai alat bantu untuk mengolah data yang berhubungan dengan produk yang ada di PT. Sinar Abadi. Namun masih kesulitan dalam memperkirakan/memprediksi penjualan yang akan datang guna meningkatkan laba perusahaan.

Apabila manajemen salah dalam mengambil tindakan dalam meramalkan penjualan, maka kemungkinan besar perusahaan akan mengalami kerugian. Karena jika manajemen menentukan peramalan penjualan terlalu tinggi, perusahaan bisa mengalami kerugian dikarenakan banyaknya

ongkos produksi yang dikeluarkan. Sebaliknya, jika manajemen menentukan peramalan penjualan yang terlalu rendah, perusahaan juga bisa mengalami kerugian dikarenakan perusahaan mengalami kehabisan persediaan (*stock out*) sehingga tidak terpenuhinya permintaan konsumen. Untuk itu sangat penting bagi perusahaan melakukan peramalan terhadap penjualan pada selanjutnya dengan menggunakan metode-metode tertentu.

Metode statistika yang digunakan untuk peramalan penjualan sangat banyak. Akan tetapi dari sekian banyak metode nantinya akan dicari metode yang paling sesuai dengan membandingkan tiap metode. Hal ini disebabkan masing-masing metode memberikan hasil peramalan dan nilai penyimpangan yang berbeda-beda. Beberapa metode yang akan dibandingkan akurasi peramalan penjualannya dalam penelitian ini yaitu metode *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) dan metode *Exponential Smoothing*, karena kedua metode ini memiliki kemampuan untuk menganalisis data masa lalu yang bersifat stasioner, musiman, maupun siklus.

Dari uraian yang telah dijelaskan di atas, penelitian ini bertujuan untuk membuat suatu sistem yang dapat membantu permasalahan yang ada pada perusahaan. Penelitian yang berkaitan dengan permasalahan ini dijadikan sebagai tugas akhir dengan judul “Perbandingan keakuratan metode *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) dan *Exponential Smoothing* pada peramalan penjualan semen di PT.Sinar Abadi”.

II. LANDASAN TEORI

A. Peramalan (*Forecasting*)

Peramalan disebut juga perkiraan atau *forecasting*, adalah suatu cara untuk mengukur atau

menaksir kondisi bisnis di masa mendatang. Peramalan penjualan merupakan perkiraan penjualan pada suatu waktu yang akan datang dalam keadaan tertentu dan dibuat berdasarkan data-data yang pernah terjadi dan mungkin akan terjadi. Hasil dari suatu *forecasting* lebih merupakan penilaian terhadap kondisi masa depan mengenai penjualan sebagai proyeksi teknis permintaan konsumen potensial. [1]

Sejalan dengan perkembangan yang semakin canggih yang diiringi oleh perkembangan penggunaan komputer, peramalan semakin memperoleh perhatian beberapa tahun terakhir ini. Para manajer telah mampu untuk menggunakan teknik analisis data yang canggih untuk tujuan peramalan, dan pemahaman akan teknik tersebut merupakan suatu keharusan bagi para manajer. Semua ramalan memerlukan asumsi (beberapa asumsi berhubungan dengan faktor internal perusahaan, industri, atau perilaku lembaga-lembaga eksternal seperti pemerintah). Asumsi-asumsi tersebut didasarkan pada keyakinan dan pengetahuan dari peramal dan manajemen.

Memerlukan pertimbangan yang cermat dalam memilih metode peramalan agar memperoleh hasil yang dapat digunakan untuk membantu proses pembuatan keputusan oleh para manajer dari suatu organisasi. Oleh karena itu persyaratan yang terpenting bukan terletak pada metode peramalan yang menggunakan proses matematis yang canggih atau suatu metode yang paling mutakhir. Tetapi metode yang dipilih harus menghasilkan suatu ramalan yang akurat, tepat waktu, dan dapat dimengerti oleh manajemen sehingga ramalan tersebut dapat membantu dalam menghasilkan ramalan yang lebih baik.

Istilah "Informasi Geografis" mengandung pengertian informasi mengenai keterangan-

keterangan (atribut) yang terdapat di permukaan bumi yang posisinya diberikan atau diketahui.

B. Kegunaan Peramalan

Dalam perencanaan di organisasi atau perusahaan peramalan merupakan kebutuhan yang sangat penting, baik buruknya peramalan dapat mempengaruhi seluruh bagian organisasi karena waktu tenggang untuk pengambilan keputusan dapat berkisar dari beberapa tahun. Peramalan merupakan alat bantu yang penting dalam perencanaan yang efektif dan efisien. Di dalam bagian organisasi terdapat beberapa kegunaan peramalan, yaitu:

1. Berguna untuk penjadwalan sumber daya yang tersedia. Penggunaan sumber daya yang efisien memerlukan penjadwalan produksi, transportasi kas, personalia dan sebagainya. Input yang penting untuk penjadwalan seperti itu adalah ramalan tingkat permintaan konsumen atau pelanggan.
2. Berguna dalam penyediaan sumber daya tambahan waktu tenggang (*Lead time*) untuk memperoleh bahan baku, menerima pekerja baru atau membeli mesin dan peralatan.
3. Berguna untuk menentukan sumber daya yang diinginkan. Setiap organisasi harus menentukan sumber daya yang dimiliki dalam jangka panjang. Keputusan semacam itu bergantung pada faktor-faktor lingkungan, manusia dan pengembangan sumber daya keuangan. Semua penentuan ini memerlukan ramalan yang baik dan manager yang dapat menafsirkan pendugaan serta membuat keputusan yang baik.

Dari uraian yang dijelaskan diatas, dapat dikatakan metode peramalan sangat berguna karena akan membantu dalam mengadakan analisis terhadap data dari masa lalu, sehingga dapat

memberikan cara pemikiran, pengerjaan yang teratur dan terarah, perencanaan yang sistematis serta memberikan ketepatan hasil peramalan yang dibuat.

C. Teknik Peramalan

Teknik peramalan penjualan dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu:

1. Secara kualitatif (*non statistical method*) adalah cara penaksiran yang menitikberatkan pada pendapat seseorang (*judgement*). Hal ini penting karena hasil peramalan tersebut ditentukan berdasarkan pemikiran yang bersifat intuisi, pendapat dan pengetahuan dari orang yang menyusunnya, Ada beberapa sumber pendapat yang dipakai sebagai dasar melakukan peramalan penjualan, antara lain pendapat salesman, pendapat manajer penjualan, pendapat para ahli, dan survei konsumen.
2. Secara kuantitatif (*statistical method*) adalah cara penaksiran yang menitikberatkan pada perhitungan-perhitungan angka dengan menggunakan berbagai metode statistik. Hasil peramalan yang dibuat sangat bergantung pada metode yang dipergunakan dalam peramalan tersebut. Peramalan kuantitatif dapat digunakan bila terdapat 3 kondisi, yaitu (1) adanya informasi tentang masa lalu, (2) informasi tersebut dapat dikuantitatifkan dalam bentuk data, dan (3) informasi tersebut dapat diasumsikan bahwa beberapa aspek pola masa lalu akan terus berlanjut dimasa yang akan datang. Kondisi yang terakhir ini dibuat sebagai asumsi yang berkesinambungan, asumsi ini merupakan modal yang mendasari semua metode peramalan kuantitatif dan juga metode

peramalan kualitatif, terlepas dari bagaimana canggihnya metode tersebut.

Metode peramalan kuantitatif terdapat 2 jenis peramalan yaitu:

- a. Model deret waktu (*time series*), pada metode ini pendugaan masa depan dilakukan berdasarkan nilai masa lalu dari suatu variabel.
- b. Model kausal, tujuan dari metode ini adalah menemukan bentuk hubungan tersebut dan menggunakan untuk meramalkan nilai yang akan mendatang dari variabel tersebut. Contoh dari model kausal adalah regresi.

D. Analisis Deret Waktu (*Time Series Analysis*)

Data deret waktu (*time series*) adalah data yang dikumpulkan dari waktu ke waktu untuk memberikan gambaran tentang perkembangan suatu kegiatan dari waktu ke waktu. Analisis deret waktu memungkinkan untuk mengetahui perkembangan suatu atau beberapa kejadian serta hubungan dengan kejadian lainnya.

Metode deret waktu (*time series*) merupakan peramalan kuantitatif yang didasarkan atas penggunaan analisa pola hubungan antara variabel yang akan dicari (*dependent*) dengan variabel yang mempengaruhinya (*independent*), yang dikaitkan dengan waktu seperti mingguan, bulan, triwulan, catur wulan, semester atau tahun. Tujuan metode ini adalah menemukan pola deret historis dan mengekstrapolasikan pola tersebut ke masa depan sehingga hasilnya dapat dijadikan acuan untuk peramalan nilai di masa yang akan datang. Contoh dari model deret berkala adalah: Metode *smoothing*, metode ARIMA, metode proyeksi *trend* dan lain-lain.

- a. Metode *Exponential Smoothing*, merupakan jenis peramalan jangka pendek seperti perencanaan persediaan, perencanaan

keuangan. Tujuan penggunaan metode ini adalah untuk mengurangi ketidakteraturan data masa lampau seperti musiman.

- b. Metode ARIMA, merupakan deret waktu dengan menggunakan model matematis dan digunakan untuk peramalan jangka pendek.

E. Metode *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)*

ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) pertama kali dikembangkan oleh George Box dan Gwilym Jenkins untuk pemodelan analisis deret waktu. ARIMA mewakili tiga pemodelan yaitu dari *autoregressive model (AR)*, *moving average (MA)*, serta *autoregressive dan moving average model (ARMA)*. Beberapa tahapan yang harus dilakukan sebelum melakukan peramalan dengan menggunakan metode ARIMA yaitu identifikasi data (Uji Stasioner Data), *Autocorrelation Function (ACF)* dan *Partial Autocorrelation Function (PACF)*, estimasi model, dan peramalan.[2]

1) Identifikasi Data (*Uji Stasioner Data*)

Stasioner berarti keadaan data *time series* relatif tidak terjadi kenaikan ataupun penurunan nilai secara tajam. Dengan kata lain fluktuasi data berada pada sekitar nilai rata-rata yang konstan. Pengujian ini dilakukan sebagai langkah untuk mengetahui apakah data yang diproses adalah data yang bersifat stasioner atau tidak. Data diketahui stasioner apabila data stasioner dalam varian dan stasioner dalam mean.

- a. Stasioner dalam Varian

Syarat pertama yang harus dipenuhi untuk peramalan ARIMA adalah stasioner dalam varian. Untuk mendeteksi kestasioneran data dalam varian dapat digunakan metode korelasi *Spearman*. Formulasi yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$r_s = 1 - 6 \left(\frac{\sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n^2 - 1)} \right) \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

- rs = korelasi *spearman*
- d = perbedaan *rank* residual dengan *rank* independen X_{t-1}
- n = banyaknya data

Model regresi sederhana yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\Delta X_t = \beta_0 + \beta_1 X_{t-1} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

- ΔX_t = *difference operator*
- X_t = Data *time series* pada periode t
- β_0 = parameter ke-0 dari model regresi
- β_1 = parameter

Langkah-langkah yang harus dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Melakukan regresi sederhana dan kemudian didapatkan residualnya.
2. Mencari nilai *absolute* residual dan kemudian dirangking dari nilai yang paling besar ataupun paling kecil. Lakukan hal yang sama untuk variabel independen X_{t-1} . Setelah itu mencari nilai d yang merupakan nilai mutlak perbedaan *rank* residual dengan *rank* independen X_{t-1} . Setelah nilai d diketahui, dilanjutkan dengan mencari nilai r_s .
3. Mencari nilai statistik t hitung, nilai t hitung dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$t = \frac{r_s \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_s^2}} \dots\dots\dots (3)$$

Dengan df (distribusi frekuensi) sebesar n-2.

4. Jika nilai t hitung lebih besar dari nilai kritis maka dapat disimpulkan bahwa regresi mengandung *heteroskedastisitas* (belum stasioner dalam varian) dan jika sebaliknya maka tidak ada *heteroskedastisitas* (stasioner dalam varian). jika data diketahui tidak stasioner dalam varian maka dapat dilakukan transformasi data dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Z_t = \ln(X_t) \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

- Z_t = transformasi untuk penstasioneran data
- X_t = Data *time series* pada periode t

b. Stasioner dalam mean

Setelah syarat stasioner dalam varian dipenuhi maka syarat kedua adalah stasioner dalam mean. untuk menguji kestasioneran dalam mean dapat digunakan metode *Dickey Fuller*. Metode *Dickey Fuller* menggunakan model regresi sebagai berikut:

$$\Delta X_t = \beta_0 + \beta_1 X_{t-1} \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

- β_0 = parameter ke-0 dari model regresi *Dickey Fuller*
- β_1 = parameter

Data stasioner jika nilai mutlak t hitung < t table. Sebaliknya data dikatakan tidak stasioner jika nilai mutlak t hitung > t table.

Untuk mencari t hitung sebagai berikut:

$$t_{hitung} = \frac{\beta_1}{S / (\sum_{t=2}^n X_{t-1} - \bar{X})^2}^{1/2} \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan:

- \bar{X} = rata-rata data
- Dimana untuk mencari koefisien β_1 sebagai berikut:

$$\beta_1 = \frac{(n-1) \sum_{t=2}^n X_{t-1} SX_t - \sum_{t=2}^n X_{t-1} \sum_{t=2}^n SX_t}{(n-1) \sum_{t=2}^n (x_{t-1})^2 - (\sum_{t=2}^n X_{t-1})^2} \dots\dots (7)$$

Keterangan:

SXt = selisih Xt

Sedangkan untuk β_0 dapat dicari dengan formula sebagai berikut:

$$\beta_0 = \frac{\sum_{t=2}^n SX_t - \beta_1 \sum_{t=2}^n X_{t-1}}{(n-1)} \dots\dots (8)$$

Setelah β_0 dan β_1 diketahui dapat dilakukan perhitungan kesalahan baku estimasi. Untuk mencari kesalahan baku estimasi dapat digunakan formula berikut:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{t=2}^n SX_t^2 - \beta_0 \sum_{t=2}^n SX_t - \beta_1 \sum_{t=2}^n X_t - SX_t}{(n-1)}} \dots (9)$$

Keterangan:

S = kesalahan baku estimasi

k = derajat bebas

Jika data diketahui tidak stasioner dalam mean maka dilakukan *differencing* dengan rumus sebagai berikut:

$$Z_t = X_t - X_{t-1} \dots\dots\dots (10)$$

Proses *differencing* menggunakan data aktual, tapi jika data telah mengalami transformasi maka data yang digunakan untuk *differencing* adalah data hasil transformasi. Proses *differencing* dilakukan berulang-ulang maksimal 2 kali hingga data menjadi stasioner. Untuk *differencing* yang kedua kali, data yang digunakan adalah data hasil *differencing* pertama.

1. *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF)

Sebelum menentukan model ARIMA yang akan digunakan, langkah awal yang harus dilakukan adalah dengan menghitung *Autocorrelation Function* (ACF) dan fungsi *Partial Autocorrelation Function* (PACF). Untuk mencari nilai autokorelasi tidak memerlukan nilai autokorelasi untuk semua k, melainkan hanya kira-kira untuk $k \leq n/4$ saja. Untuk menghitung nilai ACF pada lag ke-k digunakan persamaan berikut :

$$\rho_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (X_t - \bar{X})(X_{t-k} - \bar{X})}{\sum_{t=1}^n (X_t - \bar{X})^2} \dots\dots (11)$$

Keterangan:

ρ_k = nilai ACF pada lag ke-k

\bar{X} = rata-rata data

Xt = data time series pada periode t

k = time lag

dimana:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{t=1}^n X_t}{n} \dots\dots\dots (12)$$

Nilai ACF dianggap signifikan jika nilainya diluar batas garis, persamaannya adalah:

$$S\rho_k = \sqrt{1/n(1 + 2\rho_1^2 + \dots + 2\rho_{k-1}^2)} \dots\dots (13)$$

Keterangan:

ρ_k = nilai ACF pada lag ke-k

$S\rho_k$ = nilai signifikan ACF pada lag ke-k

Untuk menghitung nilai PACF pada lag ke-k menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\phi_{k+1,k+1} = \frac{\rho_{k+1} - \sum_{j=1}^k \phi_{kj} \rho_{k+1-j}}{1 - \sum_{j=1}^k \phi_{kj} \rho_j} \dots\dots (14)$$

dimana $j=1,2,\dots,k$

$$\phi_{k+1,j} = \phi_{kj} - \phi_{k+1,k+1} \phi_{k,k+1-j}$$

$$\phi_{11} = \rho_1$$

Keterangan :

ϕ_k = nilai PACF pada lag ke-k

ρ_k = nilai ACF pada lag ke-k

k = time lag

Nilai PACF dianggap signifikan bila nilainya diluar batas garis, persamaannya adalah:

$$S\phi_{kk} = \frac{2}{\sqrt{n}} \dots\dots\dots (15)$$

Keterangan:

$S\phi_{kk}$ = Batas signifikan PACF untuk lag ke k

2. Estimasi Parameter

Penetapan estimasi metode ARIMA dapat ditentukan dengan cara melihat perilaku dari plot *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF). Pada prakteknya nilai AR(p), MA(q) ataupun ARMA(p,q) jarang sekali mempunyai nilai lebih dari 2, sehingga nilai (p,q) untuk estimasi yang digunakan pada penelitian ini yaitu 1 dan 2. Setelah mendapatkan nilai p dan q maka bisa melakukan perhitungan peramalan dengan metode ARIMA. Metode ARIMA dibagi kedalam 3 kelompok, yaitu: Autoregressive(AR), Moving Average (MA) dan Autoregressive Moving Average (ARMA) yang mempunyai karakteristik dari kedua model.

a. Autoregressive (AR)

Tujuan penggunaan *Partial Autocorrelation Function* (PACF) dalam analisis data deret waktu adalah untuk membantu penetapan metode ARIMA yang tepat untuk peramalan,

khususnya untuk menentukan orde p dari model AR(p). Berikut ini rumus yang digunakan untuk AR : [3]

$$X_t = \mu + \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \dots + \phi_p X_{t-p} \dots\dots (16)$$

Keterangan :

X_t = data ke-t

μ = nilai suatu konstanta

ϕ_j = parameter *autoregressive* ke-j

Pendugaan parameter *autoregressive* dapat dilakukan dengan menggunakan metode perkalian matriks (metode *cramer*). Berikut rumus dari metode *cramer*:

$$\hat{\beta} = (Z'Z)^{-1} (Z'Y) \dots\dots\dots (17)$$

$$Z = \begin{bmatrix} 1 & X_p & X_{p-1} & \dots \\ 1 & X_{p+1} & X_p & \dots \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 1 & X_{n-1} & X_{n-2} & \dots \\ X_{p-(p-1)} \\ X_{p-(p-1)+1} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ X_{n-p} \end{bmatrix}$$

$$Y = \begin{bmatrix} X_{p+1} \\ X_{p+2} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ X_n \end{bmatrix}, \hat{\beta} = \begin{bmatrix} \mu \\ \phi_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \phi_p \end{bmatrix}$$

Ket:

$\hat{\beta}$ = pendugaan persamaan parameter

X_p = data ke-p

n = banyaknya periode pengamatan

b. *Moving Average* (MA)

Autocorrelation Function berguna untuk mencari korelasi antar data dan berguna untuk menentukan orde q pada MA(q). Berikut rumus untuk MA :

$$\hat{X}_t = \mu - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q} \dots \dots \dots (18)$$

Keterangan:

θ_j = parameter *moving average* ke j.

e_t = nilai error pada saat ke t.

Pendugaan parameter MA dapat ditentukan dengan metode perkalian matriks berikut :

$$\hat{\beta} = (Z'Z)^{-1} (Z'Y)$$

$$Z = \begin{bmatrix} 1 & X_{q+1-1} - X_{q+1} & X_{q+1-2} - X_{q+1} & \dots \\ 1 & X_{q+2-1} - X_{q+2} & X_{q+2-2} - X_{q+2} & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & X_{n-1} - X_n & X_{n-2} - X_n & \dots \end{bmatrix}$$

$$Y = \begin{bmatrix} X_{q+1-q} - X_{q+1} \\ X_{q+2-q} - X_{q+2} \\ \dots \\ \dots \\ X_{n-q} - X_n \end{bmatrix} \quad \hat{\beta} = \begin{bmatrix} \mu \\ \phi_1 \\ \dots \\ \dots \\ \phi_p \end{bmatrix}$$

c. *Autoregressive Moving Average* (ARMA)

Pada metode ARMA (p,q) orde p dan q adalah gabungan antara model *Autoregressive*

dengan model *Moving Average*. Berikut ini merupakan rumus dari ARMA:

$$X_t = \mu + \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \dots + \phi_p X_{t-p} - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q} \quad (19)$$

3. *Peramalan*

Setelah model terbaik diperoleh, selanjutnya peramalan dapat dilakukan. Dalam berbagai kasus, peramalan dengan metode ini lebih dipercaya daripada peramalan yang dilakukan dengan model ekonometri tradisional. Namun, hal ini tentu saja perlu dipelajari lebih lanjut oleh para peneliti yang tertarik menggunakan metode serupa.

Berdasarkan ciri yang dimilikinya, model runtun waktu seperti ini lebih cocok untuk peramalan dengan jangkauan sangat pendek, sementara model struktural lebih cocok untuk peramalan dengan jangkauan panjang.

F. *Metode Exponential Smoothing*

Metode *Exponential Smoothing* adalah metode peramalan yang didasarkan pada perhitungan rata-rata (pemulusan) data-data masa lalu secara eksponensial dengan mengulang perhitungan secara terus menerus menggunakan data terbaru. Setiap data akan diberi bobot, dimana data yang lebih baru diberi bobot yang lebih besar.

Metode *Exponential Smoothing* sebenarnya merupakan metode rata-rata bergerak yang memberikan bobot lebih kuat pada data terakhir dari pada data awal. Hal ini menjadi sangat berguna jika perubahan terakhir pada data lebih merupakan akibat dari perubahan aktual (seperti pola musiman) dari pada hanya fluktuasi acak saja (dimana dengan satu ramalan rata-rata bergerak saja sudah cukup). Dalam *Exponential Smoothing*, terdapat satu atau lebih parameter pemulusan yang ditentukan secara eksplisit, dan hasil pilihan ini

menentukan bobot yang dikenakan pada nilai observasi.

Exponential Smoothing akan selalu mengikuti setiap trend dalam data yang sebenarnya, karena yang dapat dilakukannya tidak lebih dari mengatur ramalan mendatang dengan suatu persentase dari kesalahan yang terakhir. Kesalahan ramalan masa lalu dipakai untuk mengoreksi ramalan mendatang pada arah yang berlawanan dengan kesalahan tersebut. Penyesuaian tersebut tetap berlangsung sampai kesalahannya dikoreksi. Prinsip ini, yang tampaknya sederhana, memainkan peranan yang sangat penting dalam peramalan. Jika digunakan secara tepat prinsip ini dapat digunakan untuk mengembangkan suatu proses mengatur diri sendiri (*self adjusting process*) yang dapat mengoreksi kesalahan peramalan secara otomatis. Metode *Exponential Smoothing* dapat dilihat pada persamaan berikut, dimana $F_2 = X_1$ [4]

$$F_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha) F_t \dots\dots\dots (20)$$

Keterangan:

F_{t+1} = Peramalan untuk periode t+1

α = Konstanta penghalusan untuk data $\alpha = [0,1]$

X_t = Data yang sebenarnya pada periode t

F_t = data peramalan pada periode t

G. Ukuran ketepatan peramalan dengan Mean Squared Error (MSE)

Hasil ramalan tidak selalu akurat atau sering berbeda dengan keadaan sesungguhnya (data aktual). Perbedaan antara ramalan dengan keadaan sesungguhnya disebut dengan kesalahan ramalan (*forecast error*). Menilai ketepatan suatu metode peramalan dapat dilakukan dengan cara mencari selisih besaran (ukuran kesalahan peramalan) data peramalan terhadap data aktual. Dengan membandingkan ukuran kesalahan terkecil, sehingga nilai peramalan dapat digunakan sebagai

acuan dalam menentukan kebutuhan-kebutuhan di masa yang akan datang.

Dalam statistik untuk menguji ukuran kesalahan peramalan bisa menggunakan beberapa metode. Salah satu cara yang digunakan yaitu MSE (*Mean Squared Error*). MSE (*Mean Squared Error*) merupakan suatu perhitungan jumlah dari selisih data peramalan dengan data yang sebenarnya. Pada umumnya, semakin kecil nilai MSE maka ramalan semakin akurat. Berikut ini merupakan rumus MSE:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (X_t - F_t)^2 \dots\dots\dots (21)$$

Keterangan:

MSE = *Mean Squared Error*

n = Banyaknya data

X_t = Nilai Aktual pada periode t

F_t = Nilai peramalan pada periode t

III. METODE PENELITIAN

Adapun metode penelitian yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

A. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini adalah:

- 1) *Studi Lapangan (Dokumentasi)*: Studi lapangan atau dokumentasi dilakukan dengan cara meneliti di PT.Sinar Abadi secara langsung. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan data-data yang berhubungan dengan masalah yang sedang diteliti. Data-data yang dikumpulkan berupa data penjualan semen warna dari bulan Januari 2012 sampai bulan Desember 2013 di PT.Sinar Abadi. Penggunaan data selama 2 tahun (24 bulan) pada penelitian ini dikarenakan sudah cukup akurat untuk melakukan peramalan penjualan untuk periode selanjutnya.

2) *Wawancara*: Wawancara dilakukan dengan cara mewawancarai orang-orang yang berkaitan langsung dengan objek penulisan, baik itu dilakukan secara formal maupun nonformal guna mendapat data yang berguna dalam penulisan dan pembuatan sistem.

B. *Metode Analisis Data*

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini dilakukan secara kuantitatif. Analisis kuantitatif digunakan untuk analisis peramalan penjualan produk untuk periode selanjutnya menggunakan beberapa metode peramalan *time series* yaitu metode *Exponential Smoothing* dan metode ARIMA. Hasil peramalan tersebut digunakan untuk menetapkan target penjualan produk pada PT. Sinar Abadi dan dapat dijadikan acuan perusahaan untuk menyusun perencanaan produksi terbaik di masa mendatang.

IV. ANALISIS DAN PERANCANGAN

A. *Analisis dan Definisi Kebutuhan Sistem*

1) *Analisis Sistem Sebelumnya*: PT. Sinar Abadi merupakan salah satu distributor alat-alat serta bahan bangunan di Bengkulu, selain itu PT. Sinar Abadi juga menjadi produsen beberapa alat dan bahan bangunan, diantaranya yaitu menjadi produsen semen warna di Bengkulu. Semen warna yang diproduksi oleh PT. Sinar Abadi yaitu Semen Warna SA *Grout Blue*, SA *Grout Green*, SA *Grout Ivory*, SA *Grout Pink*, dan SA *Grout White*. Produk semen warna ini di distribusikan ke distributor serta toko-toko bangunan lainnya yang tersebar di Provinsi Bengkulu seperti daerah Bengkulu Utara, Bengkulu Selatan hingga mencapai Muko-Muko.

Untuk masalah pengolahan data, PT. Sinar Abadi telah menggunakan sistem yang terkomputerisasi namun untuk masalah produksi

barang, perusahaan ini masih kesulitan untuk menentukan berapa banyak jumlah semen yang tepat untuk diproduksi agar memenuhi permintaan konsumen dan juga menghindari terjadinya kerugian. Karena apabila jumlah semen yang diproduksi terlampaui banyak, bisa mengakibatkan penumpukan barang di gudang dan juga banyaknya biaya produksi yang dikeluarkan. Namun jika kekurangan jumlah produksi juga bisa menimbulkan kerugian dikarenakan banyaknya permintaan konsumen yang tidak terpenuhi.

2) *Analisis Permasalahan*: Dalam proses produksi barang ini terdapat permasalahan yang harus di atasi. Permasalahan ini bisa mengakibatkan kerugian yang fatal bagi perusahaan. Permasalahan tersebut adalah sulitnya manager dalam meramalkan jumlah semen yang harus diproduksi untuk produksi selanjutnya. Masalah ini di identifikasikan karena perusahaan masih melakukan peramalan berdasarkan pendapat dan pemikiran *manager*, belum adanya sistem peramalan yang digunakan di perusahaan tersebut. Hal ini menyebabkan produksi semen seringkali tidak efektif dikarenakan peramalannya masih dilakukan secara manual, yaitu masih berdasarkan pendapat dan perkiraan berdasarkan pengalaman.

Berdasarkan penyebab masalah tersebut, dapat disimpulkan bahwa keputusan untuk penyelesaian masalah yang ada yaitu dengan dibuatnya sebuah sistem peramalan penjualan yang dilakukan secara terkomputerisasi sehingga menghasilkan peramalan penjualan yang lebih akurat.

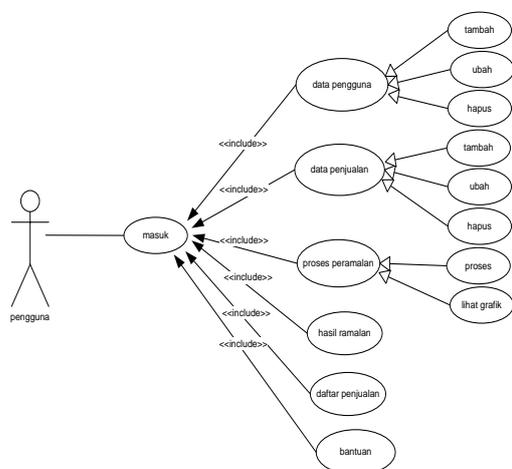
B. *Perancangan Sistem*

1) *Perancangan UML (Unified Modelling Language)*

a. *Use Case Diagram*

Use case diagram menggambarkan kegiatan yang dilakukan pada aktor pada sistem

yang akan dibangun sehingga *use case diagram* dari sistem yang dibangun dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini.



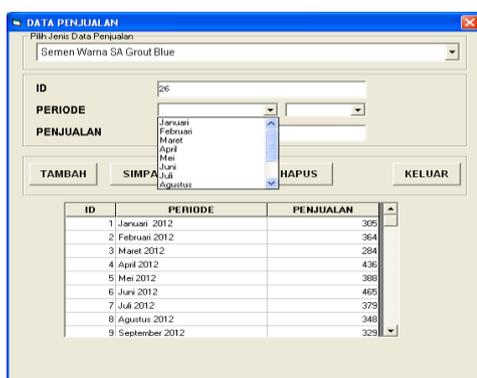
Gambar 1. Use Case Diagram Sistem

Berdasarkan Gambar 1 di atas terlihat bahwa ada satu aktor yang terlibat dalam sistem yakni pengguna (*user*). Pengguna memiliki beberapa kegiatan mengolah data yaitu dapat menambahkan data, menghapus data, mengubah data pada data pengguna dan data penjualan. Selain itu pada peramalan penjualan, pengguna dapat melakukan proses peramalan penjualan serta melihat grafik dari hasil peramalan yang telah diproses, pengguna juga dapat melihat hasil peramalan, daftar penjualan dan juga bantuan.

V. PEMBAHASAN

A. Hasil Implementasi Aplikasi

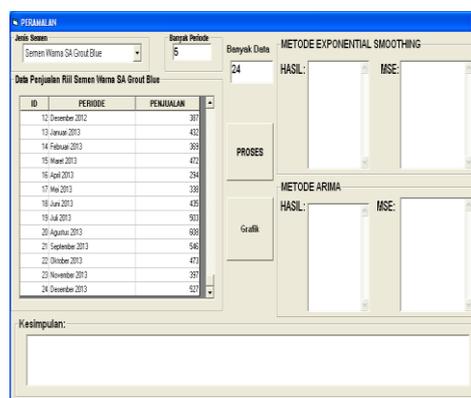
1) Tampilan Halaman Data Penjualan



Gambar 6. Halaman Data Penjualan

Dari Gambar 6 dapat dilihat bahwa apabila pengguna menekan tombol tambah maka sistem secara otomatis akan memunculkan ID penjualan, lalu pengguna dapat mengisi periode yaitu bulan dan tahun penjualan, dan penjualan untuk jumlah penjualan selama satu periode. Kemudian data penjualan yang baru akan disimpan dengan menekan tombol simpan. Selain itu pengguna juga dapat mengubah data penjualan dengan menekan tombol ubah

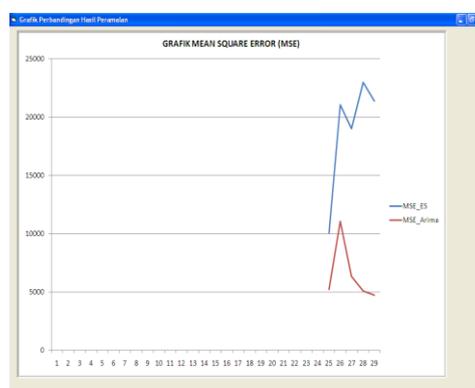
2) Tampilan Halaman Peramalan Penjualan



Gambar 7. Tampilan Halaman Peramalan Penjualan

Dari Gambar 7 dapat dilihat bahwa yang akan diramalkan adalah jenis Semen Warna SA Grout Blue dengan menggunakan banyak data 24 periode dan yang akan diramalkan adalah 5 periode mendatang. Setelah itu pengguna dapat menekan tombol proses untuk melihat hasil peramalannya.

3) Tampilan Hasil Grafik Perbandingan MSE



Gambar 8. Halaman Data Penjualan

Pada Gambar 8 menunjukkan grafik perbandingan hasil MSE dari masing-masing metode dimana hasil MSE metode Exponential Smoothing ditunjukkan oleh garis warna biru dan hasil MSE metode ARIMA ditunjukkan oleh garis warna merah. Nilai MSE dari metode Exponential Smoothing yaitu 10037,72 ; 21072,47 ; 19026,5 ; 23009,25; 21411,6. Sedangkan nilai MSE untuk metode ARIMA yaitu 5219,59 ; 11076,14 ; 6347,13 ; 5055,91 ; 4715,51. Dari perbandingan hasil MSE tersebut dapat dilihat bahwa pergerakan hasil MSE metode ARIMA selama peramalan 5 periode mendatang berada dibawah metode Exponential Smoothing, sehingga dapat disimpulkan bahwa metode ARIMA merupakan metode yang lebih baik untuk digunakan meramal penjualan semen tersebut dibandingkan dengan metode Exponential Smoothing.

VI. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini berhasil membangun sebuah aplikasi yang membandingkan keakuratan antara metode *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) dengan metode *Exponential Smoothing* untuk peramalan penjualan semen di PT. Sinar Abadi sehingga dapat membantu perusahaan untuk melakukan peramalan untuk penjualan semen periode mendatang.
2. Berdasarkan hasil perhitungan nilai MSE, metode ARIMA secara signifikan selalu lebih rendah dari pada nilai MSE metode *Exponential Smoothing* sehingga dapat disimpulkan bahwa metode ARIMA merupakan metode yang lebih baik untuk

digunakan dalam meramalkan penjualan semen untuk periode mendatang.

3. Nilai MSE metode ARIMA meningkat seiring dengan banyaknya data bulanan yang dilibatkan sebagai data pelatihan sehingga dapat dikatakan metode ARIMA sangat sensitive dalam menangkap perubahan pada pola data baru.
4. Nilai MSE metode *Exponential Smoothing* menurun seiring dengan banyaknya data bulanan yang dilibatkan sebagai data pelatihan, akan tetapi memiliki *start* nilai MSE yang cukup tinggi (antara 66% - 93%) untuk data pelatihan selama interval 6 bulan.

VII. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, pengujian serta pembahasan maka untuk pengembangan penelitian yang akan datang disarankan:

1. Metode *Exponential Smoothing* tidak disarankan untuk memprediksi jangka pendek, untuk memprediksi dalam jangka pendek sebaiknya digunakan metode ARIMA.
2. Selain membandingkan metode *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) dan metode *Exponential Smoothing*, dapat juga ditambahkan dengan membandingkan metode-metode yang lainnya seperti metode *Naïve*, *Growth Curve*, dll.
3. Sistem ini dapat dikembangkan lebih jauh dengan menambahkan metode yang berkaitan dengan ilmu *Artificial Intelligence* (AI) seperti metode Jaringan Syaraf Tiruan, sehingga dapat dilihat perbandingan keakuratan antara metode statistika dan metode AI yang digunakan.

REFERENSI

- [1] Danang, Sunyoto. 2012. *Budgeting Perusahaan*. Jakarta: CAPS (Center For Academic Publishing Service).
- [2] Gururani. 2006. *Model Peramalan Arima Box-jenkins untuk Penjualan Produk Terseleksi pada Apotik Farmaco*. [Online] Tersedia: <http://digilib.stikom.edu/detil.php?id=292&q=ARIMA>
- [3] Alexander, Adi dan Sutisno. *Aplikasi Peramalan Penjualan Kosmetik Dengan Metode ARIMA*. [Online] Tersedia: <http://repository.petra.ac.id/id/eprint/16004> [25 November 2013]
- [4] Nawang Sari, Arum. *Perbandingan Sistem Peramalan Penjualan dengan Metode Exponential Smoothing dan Single Moving Average menggunakan Uji Statistik*. [Online] Tersedia: <http://digilib.stikom.edu/detil.php/id/metodeexponentialsmoothing> [13 Agustus 2013]