

PENENTUAN NILAI FORECASTING DAN TOTAL INVENTORY COST DARI BAHAN BAKU CHEMICAL

Muhammad Arrachman*, Nia Budi Puspitasari

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

Abstrak

PT. Pupuk Kalimantan Timur merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi pupuk urea dan amoniak terbesar di Indonesia. Dalam kegiatan produksi seperti pengadaan bahan baku kimia pada perusahaan ini telah menggunakan sistem, namun kerap terjadi stockout maupun overstock saat proses produksi berlangsung. Kondisi tersebut mengakibatkan tidak tercapainya target produksi, terjadinya delay dalam pembuatan produk, hingga tidak tersedianya tempat untuk menyimpan bahan-bahan yang tersisa. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengoptimalkan pengadaan bahan baku kimia dengan metode peramalan dan mengoptimalkan Total Inventory Cost (TIC). Metode yang digunakan untuk peramalan yakni Single Exponential Smoothing with Trend (SEST), Double Exponential Smoothing with Trends (DEST), dan Autoregresif Integrated Moving Average (ARIMA). Sedangkan metode yang digunakan untuk menentukan TIC adalah metode Min-Max. Setelah melakukan pengolahan data dengan beberapa metode forecasting dan menerapkan metode Min-Max, dihasilkan perbedaan yang cukup signifikan dimana beberapa TIC bahan baku mengalami penghematan hingga sebesar 13%

Kata Kunci: *Bahan Baku Kimia; Persediaan; Peramalan; Total Inventory Cost; Min-Max;*

Abstract

PT. Pupuk Kalimantan Timur is a manufacturing company that manufactures the largest urea and ammonia fertilizer in Indonesia. In production activities such as procurement of chemical raw materials in this company has been using the system, but often occurs stockout and overstock during the production process. The condition resulted in the unachieved production target, a delay in making the product, until the availability of a place to store the remaining materials. The purpose of this research is to optimize the procurement of chemical raw materials with forecasting methods and optimize Total Inventory Cost (TIC). The methods used for forecasting are Single Exponential Smoothing with Trend (SEST), Double Exponential Smoothing with Trends (DEST), and Autoregresif Integrated Moving Average (ARIMA). While the method used to determine the TIC is the Min-Max method. After conducting data processing with multiple forecasting methods and applying the Min-Max method, the difference is generated quite significant where some of TIC raw materials are experiencing savings of up to 13%

Keywords: *Chemical raw materials; Inventory; Forecasting; Total Inventory Cost; Min-Max;*

1. Pendahuluan

Industri mempunyai dua pengertian yaitu pengertian secara luas dan pengertian secara sempit. Dalam pengertian secara luas, industri mencakup semua usaha dan kegiatan di bidang ekonomi yang bersifat produktif. Sedangkan pengertian secara sempit, industri atau industri pengolahan adalah suatu kegiatan yang mengubah suatu barang dasar secara mekanis, kimia, atau dengan tangan sehingga menjadi barang setengah jadi atau barang

jadi (Arsyad, 2004). Perkembangan industri sekarang ini sangat fluktuatif karena banyak industri yang berkembang seiring dengan meningkatnya kebutuhan pertumbuhan pada pasar industri di dunia sehingga hal tersebut membuat permintaan pasar menjadi tinggi.

PT Pupuk Kalimantan Timur adalah salah satu contoh industri yang bergerak dibidang industri pupuk subsidi maupun non-subsidi yang memiliki permintaan pasar tinggi. Perusahaan ini merupakan salah satu yang terbesar di Indonesia, dimana produk-produk tersebut digunakan untuk memenuhi kebutuhan 49% area di Indonesia. Produk utama dari perusahaan ini ialah Urea dan Amoniak. Namun produk tersebut diklasifikasikan menjadi dua yaitu

*Penulis Korespondensi.

E-mail: arrachman000@gmail.com

produk subsidi dan non-subsidi, dimana produk subsidi berupa Urea Prill, Urea Granul dan Pupuk NPK Blending dan Fusion. Sedangkan produk pupuk non-subsidi yaitu Urea berwarna Pink, dan pupuk Phonska.

Dalam memenuhi kebutuhan sebagian besar area di Indonesia, PT Pupuk Kalimantan Timur perlu mengoptimalkan segala aktivitas atau kegiatan produksi. Kegiatan produksi di perusahaan ini berawal dari kebutuhan produksi, baik berupa bahan baku, sparepart, maupun komponen pendukung lainnya. Kemudian dari bagian produksi atau yang dapat disebut sebagai *user*, membuat permintaan pengambilan bahan baku yang berada di gudang dengan spesifikasi yang sudah ditentukan. Bahan baku pesanan akan langsung diambil oleh *user* dan bagian pergudangan akan melakukan *update* dalam sistem sehingga jumlah aktual yang ada dalam gudang sama dengan yang terdapat dalam sistem. Jika bahan baku yang dipesan dalam kondisi tidak dapat mencukupi atau tidak tersedia, maka *user* akan melakukan permintaan pemesanan bahan baku ke bagian pengadaan barang, atau dari bagian pergudangan menginformasikan kondisi *stock* yang ada pada gudang. Lalu, bagian pengadaan barang akan melakukan tender untuk mencari *supplier* yang paling sesuai dengan kebutuhan *user*, baik dari segi biaya maupun waktu. Ketika barang tiba di perusahaan, akan langsung diterima oleh bagian *receiving* untuk dilakukan *quality control* dan disimpan di dalam gudang.

Bahan-bahan yang disimpan di dalam gudang adalah vital bagi proses berjalannya perusahaan. Kendala yang kerap ditemui dalam pergudangan adalah kekurangan atau *stockout* bahan yang tersedia di dalam gudang. Kondisi tersebut mampu menimbulkan hambatan, baik target produksi yang tidak tercapai, terhambatnya proses produksi sehingga terdapat *delay* dalam pembuatan produk, bahkan dapat membuat proses produksi terhenti. Selain itu, tidak menutup kemungkinan jika persediaan dalam kondisi *overstock*. Kondisi tersebut dapat menimbulkan tidak tersedianya tempat untuk menyimpan bahan-bahan yang tersedia, penyimpanan dalam tempat yang tidak sesuai, hingga dapat merusak kualitas bahan tersebut karena penyimpanan yang tidak layak.

Oleh karena itu, perencanaan dan pengadaan barang dalam industri manufaktur memiliki peran yang sangat penting, karena hal-hal tersebut akan berpengaruh pada sistem produksi. Salah satu bahan yang sangat berpengaruh pada sistem produksi ialah bahan baku *chemical* karena digunakan secara rutin untuk membuat seluruh produk pupuk dari PT Pupuk Kalimantan Timur. Namun, permasalahan yang terjadi pada PT Pupuk Kalimantan Timur adalah adanya ketidakpastian jumlah kebutuhan bahan baku *chemical* yang akan digunakan oleh *user* pada periode selanjutnya karena tidak ada metode peramalan jumlah demand yang di terapkan pada

perusahaan tersebut, sehingga menyebabkan permasalahan seperti diatas, hingga fluktuasi pada *Total Inventory Cost*. Tujuan dari penelitian ini yaitu menghitung *Total Inventory Cost* bahan baku kimia di PT Pupuk Kalimantan Timur pada tahun 2020.

2. Tinjauan Pustaka

Definisi Peramalan

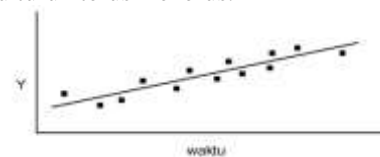
Aktivitas peramalan merupakan suatu fungsi bisnis yang berusaha memperkirakan penjualan dan penggunaan produk sehingga produk – produk itu dapat dibuat dalam kuantitas yang tepat. Dengan demikian peramalan merupakan suatu dugaan terhadap permintaan yang akan datang berdasarkan pada beberapa variabel peramal, misalnya berdasarkan data deret waktu historis. Peramalan dapat menggunakan teknik – teknik peramalan yang bersifat formal maupun informal. Aktivitas peramalan ini biasa dilakukan oleh Departemen Pemasaran dan hasil – hasil dari peramalan ini sering disebut sebagai ramalan penjualan (*sales forecast*).

Menurut Arman (2006), peramalan adalah proses untuk memperkirakan beberapa kebutuhan di masa datang yang meliputi kebutuhan dalam ukuran kuantitas, kualitas, waktu, dan lokasi yang dibutuhkan dalam rangka memenuhi permintaan barang dan jasa.

Plot Data

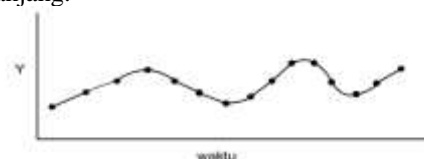
Plotting data harus dilakukan sebelum memilih metode peramalan yang akan digunakan. Tujuannya adalah untuk menentukan pola data yang terbentuk. Macam – macam plot data adalah sebagai berikut (Arif, 2010):

- Trend, Yaitu komponen jangka panjang yang mendasari pertumbuhan (atau penurunan) suatu data runtut waktu. Merupakan pergerakan data sedikit demi sedikit meningkat atau menurun. Pola data ini memiliki kecenderungan untuk naik atau turun terus menerus.



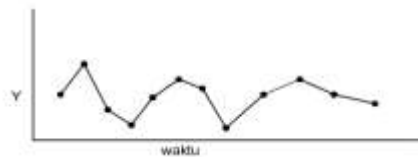
Gambar 1. Pola Data Trend

- Siklis, yaitu Adalah pola permintaan suatu produk yang mempunyai siklus berulang secara periodik biasanya lebih dari satu tahun, sehingga pola ini untuk peramalan jangka menengah dan panjang.



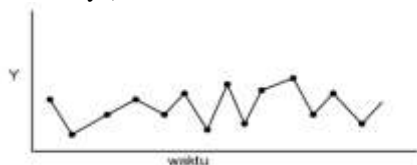
Gambar 2. Pola Data Siklis

- c. Musiman (seasonal), yaitu pola data yang berulang pada kurun waktu tertentu. Fluktuasi musiman yang sering dijumpai pada data kuartalan, bulanan atau mingguan. Komponen musim dapat dijabarkan ke dalam faktor cuaca, libur, atau kecenderungan perdagangan. Pola musiman berguna dalam meramalkan penjualan dalam jangka pendek.



Gambar 3. Pola Data Musiman

- d. Horizontal / konstan, adalah apabila pola data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata yang konstan (deret seperti ini stasioner terhadap nilai rata-ratanya).



Gambar 4. Pola Data Horizontal

Metode-Metode Peramalan

Data time series merupakan data yang dikumpulkan, dicatat atau diobservasi sepanjang periode tertentu secara berurutan. Periode waktu dapat berbentuk tahun, kuartal, bulan, minggu dan beberapa kasus dapat juga hari atau jam. Time series dianalisis untuk menemukan pola variasi masa lalu yang dapat dipergunakan untuk memperkirakan nilai masa depan dan membantu dalam manajemen operasi serta membuat perencanaan. Tujuan dari metode ini adalah menemukan pola dalam deret data yang lalu dan meramalkan data tersebut ke masa depan. Beberapa metode dari model peramalan deret waktu adalah sebagai berikut (Kasmir dan Jakfar, 2003):

a. Exponential Smoothing

Metode smoothing digunakan untuk mengurangi ketidakteraturan musiman dari data yang lalu, dengan membuat rata – rata tertimbang dari sederetan data masa lalu. Ketepatan peramalan dengan metode ini akan terdapat pada peramalan jangka pendek, sedangkan untuk peramalan jangka panjang kurang akurat. Metode ini berjalan sebagai suatu prosedur yang mengulang perhitungan secara terus-menerus dengan menggunakan data terbaru.

Berikut beberapa metode *exponential smoothing*, yaitu (Makridakis dkk, 1999):

- *Single Exponential Smoothing*
Dengan metode ini, maka pembobotan menurun secara eksponensial. Metode ini dirumuskan sebagai berikut:

$$F(t) = ax(t) + (1 - a)F(t - 1) \quad \dots (1)$$

Nilai a adalah konstanta smoothing yang bernilai $0 < a < 1$, dan data ke nol, $F(0)$ didapat dari nilai data pertama dan data masa lalu.

- *Single Exponential Smoothing with Linier Trend*

Metode ini hampir sama dengan metode SES tetapi menggunakan dua faktor. Faktor α digunakan sebagai faktor penghalusan dan faktor β digunakan sebagai faktor tren atau kecenderungan naik atau turun.

$$f(t + h) = F(t) + hT(t) \quad \dots (2)$$

Nilai a adalah konstanta smoothing yang bernilai $0 < a < 1$ dan data ke nol, $F(0)$ didapat dari nilai data pertama dan data masa lalu.

- *Double Exponential Smoothing*

Metode ini hampir sama dengan metode SES, tetapi pada metode ini penghalusan dilakukan berganda.

$$F_{t+m} = a_t + b_t.m \quad \dots (3)$$

- *Double Exponential Smoothing with Linier Trend*

$$F(t) = aF(t) + (1 - a)F'(t - 1) \quad \dots (4)$$

Dimana nilai a merupakan konstanta smoothing, $0 < a < 1$. Nilai $F(0) = x(1)$, data awal.

b. Box-Jenkins

Suatu metode peramalan yang paling menggambarkan dunia nyata. Model-model tersebut adalah sebagai berikut:

- *White Noise*
Tidak terdapat autokorelasi antar pasangan pengamatan dan semata-mata merupakan deret random (Subagy, 1986).
- *ARIMA Models*
Model ARIMA (*autoregresif integreted moving average*) adalah model yang secara penuh mengabaikan independen variabel dalam pembuatan peramalan. ARIMA menggunakan nilai masa lalu dan sekarang dari variabel dependen untuk menghasilkan peramalan jangka pendek yang akurat. Namun untuk peramalan jangka panjang ketepatan peramalannya kurang baik. Tujuan ARIMA adalah untuk menentukan hubungan statistik yang baik antar variabel yang diramal dengan nilai historis variabel tersebut sehingga peramalan dapat dilakukan dengan model tersebut. (Setiawan, 2012)

Metode Perhitungan Error

Perhitungan error dilakukan terhadap hasil peramalan pada tiap-tiap metode untuk menentukan peramalan yang akan dipilih dari metode-metode

yang digunakan. Dalam sistem peramalan, penggunaan berbagai model peramalan akan memberikan nilai ramalan yang berbeda dan derajat dari galat ramalan yang berbeda pula. Dengan melihat error terkecil, maka dapat disimpulkan bahwa error terkecil adalah metode yang terbaik. Metode perhitungan error seperti (Hartini, 2011):

a. Rata-rata deviasi mutlak (*Mean Absolute Deviation = MAD*)

MAD merupakan rata-rata kesalahan mutlak selama periode waktu tertentu tanpa memperhatikan apakah hasil peramalan lebih besar atau lebih kecil dibandingkan dengan faktanya. Secara sistematis, MAD dirumuskan sebagai berikut:

$$MAD = \sum \frac{X_i - F_i}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n e_i}{n} \dots\dots\dots(5)$$

b. Rata-rata kuadrat kesalahan (*Mean Square Error = MSE*)

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

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n} \dots\dots\dots(6)$$

c. Rata-rata persentase kesalahan absolut (*Mean Absolute Percentage Error = MAPE*)

MAPE merupakan ukuran kesalahan relatif, MAPE biasanya lebih berarti bila dibandingkan dengan 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. Secara sistematis, MAPE dinyatakan sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{\sum PE_i}{n} \dots\dots\dots(7)$$

Metode Min - Max

Konsep persediaan minimum dan maksimum tidak berdasarkan perhitungan secara berkala tetap, tetapi dapat dilakukan setiap waktu, dengan konsep titik pemesanan kembali atau *reorder point* (Subagyo, 2000). Pada konsep ini setiap item ditentukan level stock maksimum minimumnya agar cukup dan tidak berlebihan. Jadi kalau persediaan sudah mencapai jumlah minimum maka segera dilakukan pembelian barang, sampai jumlah barang sudah mencapai persediaan maksimum maka pembelian dihentikan. Kalau barang dalam persediaan dipakai terus maka suatu saat akan sampai pada persediaan minimum lagi, dilakukan pembelian lagi, demikian seterusnya (Yamit, 1999).

3. Metode Penelitian

Pengumpulan data dilakukan dengan observasi langsung ke area produksi dan wawancara. Data

yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan sekunder. Data primer didapatkan dari wawancara yang dilakukan dengan karyawan Departemen Perencanaan Barang dan Jasa. Sedangkan data sekunder didapatkan dari data yang ada di perusahaan, yakni permintaan bahan baku *chemical* selama 2 tahun di PT Pupuk Kalimantan Timur.

Pengolahan data dilakukan secara 2 tahap, dimana pada tahap pertama dilakukan dengan menggunakan metode *Forecasting*. Berikut adalah langkah pengolahan dengan metode *Forecasting*.

a. Menentukan Plot data.

Setelah mendapatkan data bahan baku *chemical*, selanjutnya data tersebut dibuat plot data menggunakan software Minitab 17 dengan tujuan untuk menentukan metode *Forecasting* yang akan digunakan.

b. Melakukan uji verifikasi dengan menghitung error dari metode – metode peramalan yang digunakan.

Setelah plot data dibuat, maka metode *Forecasting* yang akan digunakan tergantung dari plot data yang dihasilkan. Namun, untuk menghitung error dari metode *Forecasting* tersebut tidak perlu melihat plot data sehingga bebas menggunakan metode perhitungan error yang diinginkan.

c. Memilih metode yang terbaik, yang dipilih adalah metode yang memiliki error terkecil.

Pada tahap ini, penentuan error terkecil dilihat pada perhitungan error dengan menggunakan metode MAPE karena hasil dari perhitungan tersebut berbentuk persentase sehingga memudahkan dalam menentukan nilai error terkecil.

d. Melakukan uji validasi pada metode terpilih dengan menggunakan peta *Moving range*.

Uji validasi hanya dilakukan pada metode *Forecasting* dengan nilai error paling kecil, dimana uji ini dilakukan dengan cara menghitung *Moving range*. Cara ini dirumuskan sebagai berikut.

$$MR_i = |x_i - x_{i-1}| \dots\dots(8)$$

Setelah itu, hasil dari perhitungan tersebut di masukkan ke dalam grafik untuk melihat apakah terdapat data yang keluar dari batas atau tidak.

Kemudian, tahap kedua ialah pengolahan data dengan metode Min-Max untuk melihat besarnya nilai *Total Inventory Cost* yang dihasil pada tahun 2020. Data yang digunakan pada tahap ini adalah hasil *Forecasting* dari tahap sebelumnya. Berikut adalah tahap pengolahan dengan metode Min-Max.

a. Menentukan nilai *minimum stock* dan *maximum stok* dari bahan baku *chemical*.

$$Min Stock = (Demand \times LT) + SS \dots\dots(9)$$

$$Max Stock = 2 \times (Demand \times LT) + SS \dots\dots(10)$$

Perhitungan ini berguna untuk mengetahui stok maksimal dan stok minimal dari bahan baku tersebut, sehingga apabila stok bahan baku

chemical sudah kurang dari batas minimal maka akan dilakukan pemesanan lagi agar tidak terjadi *out of stock*.

- b. Menentukan ukuran lot pemesanan (Q).

$$Q = \text{Max Stock} - \text{Min Stock} \dots \dots (11)$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan ukuran lot pemesanan dengan cara mengurangi maksimum stok dikurangi dengan minimum stok dari bahan baku *chemical*, hal ini bertujuan untuk mengetahui ukuran lot pemesanan atau jumlah bahan baku yang akan dipesan setiap dilakukan pemesanan.

- c. Menentukan nilai *Ordering Cost* (OC).

$$OC = \left(\frac{D}{Q}\right) \times k \dots \dots (12)$$

Ordering Cost diperoleh dengan cara membagi *demand* dengan ukuran lot pemesanan, lalu dikalikan dengan biaya setiap kali pemesanan.

- d. Menentukan nilai *Holding Cost* (HC).

$$HC = \left(\frac{Q}{2}\right) \times h \dots \dots (13)$$

Perhitungan ini digunakan apabila perusahaan tidak memiliki gudang. Dikarena perusahaan ini tidak memiliki gudang khusus untuk menyimpan bahan baku *chemical* maka perhitungan ini perlu dilakukan untuk mengetahui biaya yang harus dikeluarkan setiap menyimpan bahan baku di dalam gudang sewaan.

- e. Menentukan *Safety Stock Cost*.

$$\text{Safety Stock Cost} = SS \times h \dots \dots (14)$$

Selain minimum dan maksimum stok terdapat juga *safety stock*. Hal ini bertujuan agar perusahaan tidak mengalami *out of stock* apabila stok bahan baku di gudang benar-benar habis. Oleh karena itu *Safety Stock Cost* perlu dihitung untuk mengetahui besarnya biaya yang diperlukan untuk membeli *safety stock* bahan baku tersebut.

- f. Menentukan *Purchasing Cost* (PC)

$$PC = D \times U \dots \dots (15)$$

Purchasing Cost diperoleh dengan cara mengalikan jumlah *demand* dengan harga dari bahan baku tersebut. Perhitungan ini bertujuan untuk mengetahui biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan setiap pemesanan barang dilakukan.

- g. Menentukan *Total Inventory Cost* (TIC).

$$TIC = OC + HC + SS \text{ Cost} + PC \dots \dots (16)$$

Proses terakhir dari perhitungan metode Min – Max ialah dengan cara menjumlahkan seluruh proses perhitungan yang telah dilakukan. Dari penjumlahan tersebut maka didapatkan TIC dari bahan baku *chemical*.

Setelah didapatkan hasil TIC setiap bahan baku *chemical* dari pengolahan data, maka selanjutnya adalah analisa hasil dengan cara membandingkan hasil *Total Inventory Cost* dari tahun 2018 hingga tahun 2020.

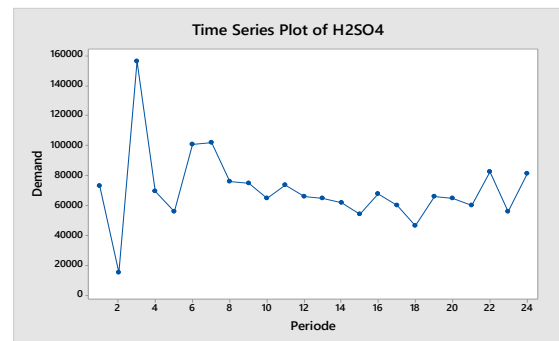
4. Hasil dan Pembahasan

Data Permintaan

PT Pupuk Kalimantan Timur melakukan pengadaan bahan baku *chemical* dengan pemesanan yang dilakukan secara satu bulan sekali dimulai dari Januari yang mana diperoleh dari *supplier*. Bahan baku yang akan diolah adalah bahan yang memiliki rasio penggunaan tinggi sehingga bahan tersebut harus selalu tersedia di gudang. Bahan baku *chemical* yang digunakan ialah H_2SO_4 , HCl, *Anti Scale*, pewarna urea, dan NaOH. Data *demand*, *safety stock*, dan biaya harga dari bahan baku tersebut didapatkan langsung dari SAP perusahaan PT Pupuk Kalimantan Timur.

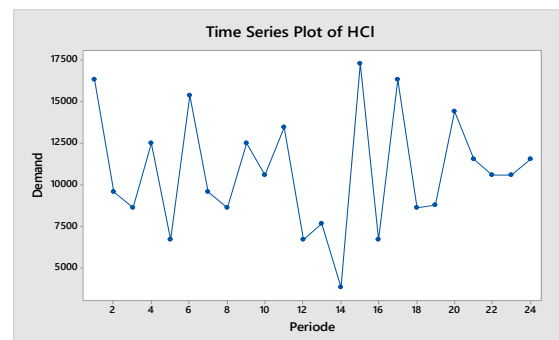
Plotting Data Bahan Baku Chemical

Berdasarkan data pada tabel 1, dilakukan plotting data menggunakan software Minitab 17 untuk melihat bentuk grafik dari bahan baku, sehingga didapatkan hasil yang disajikan pada gambar 5 sampai dengan gambar 9.



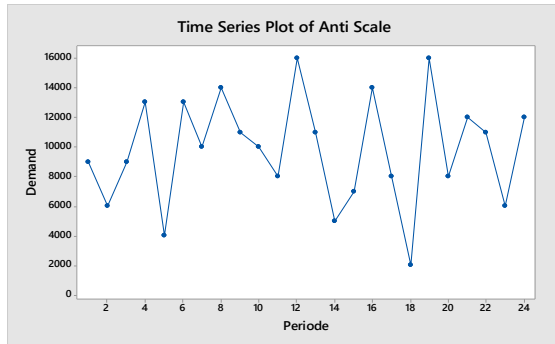
Gambar 5. Plot Data H_2SO_4

Dari grafik pada gambar 5 diketahui bahwa pola data dari bahan *Sulphuric acid, tech: [H₂SO₄]; 98% MIN* adalah pola data horizontal. Hal tersebut terlihat dari adanya pola data yang berfluktuasi di sekitar nilai rata – rata yang konstan.



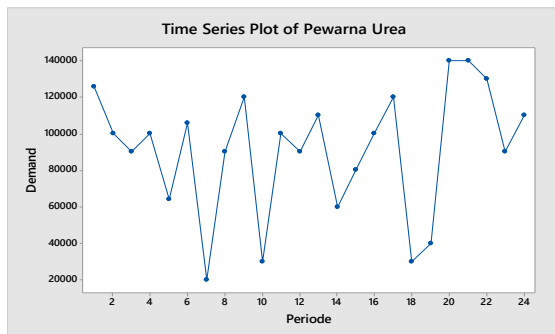
Gambar 6. Plot Data HCl

Dari grafik pada gambar 6 diketahui bahwa pola data dari bahan *Hydrochloric acid: [HCL]; 30% MIN* adalah pola data horizontal. Hal tersebut terlihat dari adanya pola data yang berfluktuasi di sekitar nilai rata – rata yang konstan.



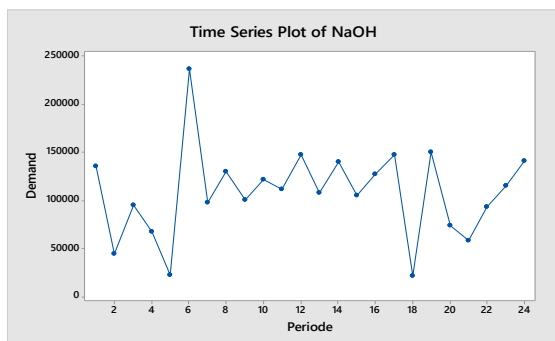
Gambar 7. Plot Data Anti Scale

Dari grafik pada gambar 7 diketahui bahwa pola data dari bahan *Scale prevention compound: H-TEMP; 250KG* adalah pola data horizontal. Hal tersebut terlihat dari adanya pola data yang berfluktuasi di sekitar nilai rata – rata yang konstan.



Gambar 8. Plot Data Pewarna Urea

Dari grafik pada gambar 8 diketahui bahwa pola data dari bahan Pewarna Urea adalah pola data horizontal. Hal tersebut terlihat dari adanya pola data yang berfluktuasi di sekitar nilai rata – rata yang konstan.



Gambar 9. Plot Data NaOH

Dari grafik pada gambar 9 diketahui bahwa pola data dari bahan *Sodium hydroxide: NAOH; 40.00% WT MIN* adalah pola data horizontal. Hal tersebut terlihat dari adanya pola data yang berfluktuasi di sekitar nilai rata – rata yang konstan.

Peramalan Kebutuhan Bahan Baku Chemical

Peramalan dilakukan dengan beberapa metode *Time Series* yaitu *Single Exponential Smoothing*

with Trend (SEST), *Double Exponential Smoothing with Trends (DEST)*, dan *Autoregresif Integrated Moving Average (ARIMA)*. Sedangkan, untuk metode verifikasi error dengan menggunakan metode *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*, *Mean Squared Error (MSE)*, dan *Mean Absolute Deviation (MAD)*. Semua perhitungan peramalan dihitung menggunakan software excel dan Minitab 17.

Berdasarkan perhitungan peramalan dengan ketiga metode tersebut didapatkan hasil persentase error terkecil yaitu:

Tabel 2. Rekap Perhitungan Error pada H₂SO₄

Metode	MAPE
<i>Single exponential smoothing with trend</i>	86,14
<i>Double exponential smoothing with trend</i>	33,04
<i>Autoregresif Integreted Moving Average</i>	0,40

Tabel 3. Rekap Perhitungan Error pada HCL

Metode	MAPE
<i>Single exponential smoothing with trend</i>	37,81
<i>Double exponential smoothing with trend</i>	30,74
<i>Autoregresif Integreted Moving Average</i>	1,02

Tabel 4. Rekap Perhitungan Error pada Anti Scale

Metode	MAPE
<i>Single exponential smoothing with trend</i>	59,01
<i>Double exponential smoothing with trend</i>	53,22
<i>Autoregresif Integreted Moving Average</i>	0

Tabel 5. Rekap Perhitungan Error pada Pewarna Urea

Metode	MAPE
<i>Single exponential smoothing with trend</i>	63,43
<i>Double exponential smoothing with trend</i>	57,04
<i>Autoregresif Integreted Moving Average</i>	120,87

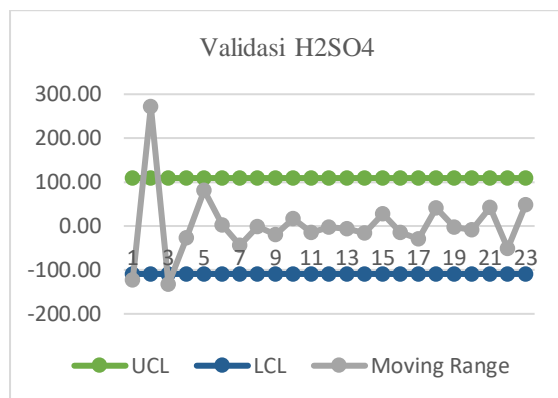
Tabel 6. Rekap Perhitungan Error pada NaOH

Metode	MAPE
<i>Single exponential smoothing with trend</i>	79,75
<i>Double exponential smoothing with trend</i>	99,52
<i>Autoregresif Integreted Moving Average</i>	0

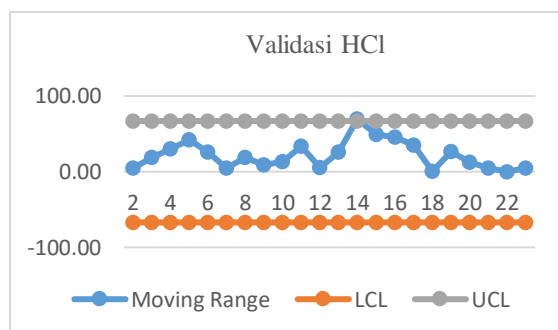
Setelah hasil peramalan direkap, maka dapat dilihat bahwa nilai persentase error terkecil pada bahan baku *Sulphuric acid*, Tech: [H₂SO₄]; 98% MIN, *Hydrochloric acid*: [HCL]; 30.00% MIN, *Scale prevention compound*: H-TEMP; 250KG, dan *Sodium Hydroxide*: NaOH; 40.00% WT MIN terdapat pada metode peramalan dengan menggunakan metode *Autoregresif Integrated Moving Average* (ARIMA). Sedangkan nilai persentase error terkecil pada bahan baku pewarna urea terdapat pada metode *Double Exponential Smoothing with Trends* (DEST).

Uji Validasi Fungsi Peramalan

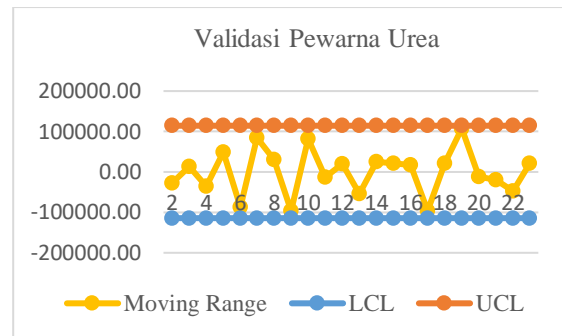
Setelah ketiga metode peramalan dan perhitungan error dilakukan, maka tahap selanjutnya adalah uji validasi hal ini bertujuan untuk melihat apakah terdapat data yang *out of control* atau keluar batas bawah maupun batas atas dari grafik. Namun terdapat beberapa data yang menghasilkan data peramalan yang sama dengan data awal, Sehingga nilai *error* dari perhitungan tersebut tidak memiliki sisa. Hal terbut mengakibatkan grafik *Moving Chart* tidak dapat dibuat karena seluruh data berada di titik nol semua. Berikut adalah hasil uji validasi peramalan pada bahan baku *chemical*.



Gambar 10. Plot Data H₂SO₄



Gambar 11. Plot Data HCl



Gambar 12. Plot Data Pewarna Urea

Perhitungan Metode Min-Max

Perhitungan *Total Inventory Cost* (TIC) dilakukan setelah semua langkah metode peramalan dikerjakan, sehingga menghasilkan data kebutuhan bahan baku *chemical* pada tahun 2020. Berdasarkan data tersebut, maka akan didapatkan hasil TIC dengan metode Min - Max seperti pada tabel 7.

Tabel 7. Rekap Perhitungan *Total Inventory Cost*

Material Name	TIC
H ₂ SO ₄	Rp 3.395.035.591
NaOH	Rp 8.014.928.600
Pewarna Urea	Rp 12.315.411.271
Anti Scale	Rp 2.932.307.464
HCl	Rp 811.344.488

Perbandingan TIC Dari Tahun 2018 - 2020

Pada bagian ini dapat dilihat pada tabel 8 mengenai perbedaan hasil TIC tahun 2018 hingga tahun 2020 dari masing-masing bahan baku *chemical* yang telah dihitung menggunakan metode Min-Max.

Tabel 8. Perbandingan *Total Inventory Cost*

Material Name	2018	2019	2020
H ₂ SO ₄	Rp 3.066.928.270	Rp 3.670.938.821	Rp 3.395.035.591
NaOH	Rp 7.829.404.399	Rp 8.027.115.229	Rp 8.014.928.600
Pewarna Urea	Rp 10.828.424.613	Rp 9.821.034.960	Rp 12.315.411.271
Anti Scale	Rp 2.747.101.513	Rp 3.004.592.092	Rp 2.932.307.464
HCl	Rp 777.089.432	Rp 791.035.770	Rp 811.344.488

5. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah berdasarkan pengolahan data permintaan bahan baku *chemical* pada PT Pupuk Kalimantan Timur yang telah dilakukan peramalan menghasilkan berbagai macam nilai *error*. Namun penulis memilih perhitungan *error* dengan metode MAPE karena metode *error* ini memiliki keakuratan yang paling

baik dibandingkan dengan metode *error* lain yang digunakan. Nilai MAPE terkecil dari bahan *Sulphuric acid*, *Tech: [H₂SO₄]; 98% MIN*, *Hydrochloric acid: [HCL]; 30.00% MIN*, *Scale prevention compound: H-TEMP; 250KG*, pewarna urea dan *Sodium Hydroxide: NAOH; 40.00% WT MIN* masing-masing adalah 0,40, 1,02, 0, 57,04 dan 0.

Nilai *error* terkecil yang didapat dari bahan *Sulphuric acid*, *Tech: [H₂SO₄]; 98% MIN*, *Hydrochloric acid: [HCL]; 30.00% MIN*, *Scale prevention compound: H-TEMP; 250KG*, dan *Sodium Hydroxide: NAOH; 40.00% WT MIN* berasal dari metode peramalan menggunakan metode *autoregresif integredted moving average* (ARIMA). Sedangkan, bahan pewarna urea menggunakan metode *double exponensial smoothing with trend* (DEST) dalam mendapatkan nilai *error* terkecil.

Nilai *Total Inventory Cost* yang didapat selama 1 tahun dari bahan *Sulphuric acid*, *Tech: [H₂SO₄]; 98% MIN*, *Hydrochloric acid: [HCL]; 30.00% MIN*, *Scale prevention compound: H-TEMP; 250KG*, pewarna urea dan *Sodium Hydroxide: NAOH; 40.00% WT MIN* masing-masing adalah Rp 3.395.035.591, Rp 811.344.488, Rp 2.932.307.464, Rp 12.315.411.271, Rp 8.074.928.600.

Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu lebih mempertimbangkan faktor-faktor lain yang mungkin berpengaruh terhadap jumlah *demand*, sehingga mampu menghasilkan estimasi nilai yang akurat serta meningkatkan efektifitas dan efisiensi biaya secara keseluruhan. Selain itu, kenaikan biaya – biaya setiap bulan atau tahun juga sangat berpengaruh pada hasil akhir *Total Inventory Cost* yang akan dihasilkan.

Daftar Pustaka

- Arif, S. (2010). *Pengelolaan Kas Daerah Untuk Mendukung Peningkatan Pendapatan Asli Daerah Pada Pemerintah Kabupaten Pekalongan*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Arman, N. (2006). *Manajemen Industri*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Arsyad, L. (2004). *Ekonomi Pembangunan. Edisi Keempat*. Yogyakarta: STIE YKPN.
- Hartini, S. (2011). *Teknik Mencapai Produksi Optimal*. Bandung: Lubuk Agung.
- Kasmir, dan Jakfar. (2003). *Studi Kelayakan Bisnis*. Jakarta: Predana Media Grup.
- Makridakis, S., dkk. (1999). *Metoda dan Aplikasi Peramalan*. Jakarta: Erlangga.
- Setiawan, A. (2012). *Aplikasi Peramalan Penjualan Kosmetik dengan Metode ARIMA*. Surabaya: Universitas Kristen Petra.
- Subagyo, P. (1986). *Forecasting Konsep dan Aplikasi*. Yogyakarta: BPFE.
- Subagyo, P. (2000). *Manajemen Operasi. Edisi pertama*. Yogyakarta: BPFE.

Yamit, Z. (1999). *Manajemen Persediaan. Cetakan Pertama*. Yogyakarta: PT. Surya Sarana Utama.