

**USULAN PERENCANAAN *FORECASTING* BAHAN BAKU GULA PASIR
PEMBUATAN MINUMAN SARSAPARILLA DENGAN MENGGUNAKAN METODE
TIME SERIES DAN PERENCANAAN SAFETY STOCK
(Studi Kasus : PT. Pabrik Es Siantar)**

Kristin Florens Purba¹, Arfan Bakhtiar²

*Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang, Indonesia 50275
Email: kristinpurba2015@gmail.com*

Abstrak

PT. Pabrik Es Siantar merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur yang memproduksi es batangan dan minuman berkarbonasi. Bahan baku pembuatan minuman sarsaparilla terdiri dari 2 komponen yaitu bahan baku utama dan bahan tambahan. Salah satu bahan baku terpenting dalam pembuatan badak sarsaparilla yang termasuk dalam minuman berkarbonasi adalah gula pasir. Gula pasir merupakan bahan baku tambahan yang paling banyak digunakan dalam proses pembuatan badak sarsaparilla saat ini dikarenakan berfungsi untuk sebagai pemanis alami dan pengawet pada minuman botol Badak. Permintaan pada minuman badak sarsaparilla semakin meningkat dari waktu ke waktu. Hal ini jelas akan berdampak pada jumlah inventory bahan baku yang sangat sulit dikendalikan dan juga kejadian overstock maupun stockout sangat sering terjadi maka diperlukan pengendalian dari bahan baku seperti peramalan dan penentuan safety stock. Jumlah pemesanan didasarkan pada pola permintaan dari data masa lalu. Dari permasalahan tersebut maka diperlukan adanya perencanaan pemesanan bahan baku gula pasir yang sesuai. Untuk melakukan perencanaan pemesanan gula pasir yang sesuai diperlukan adanya peramalan kebutuhan gula pasir di masa yang akan datang dengan metode time series. Berdasarkan perbandingan nilai MAPE, maka metode yang terpilih ialah metode Holt Winter Multiplikatif dengan hasil peramalan sebesar 417286,5 ton dan MAPE sebesar 25. Usulan yang diberikan yaitu pemesanan bahan baku Gula Pasir kembali dilakukan ketika kuantitas persediaan telah mencapai level 8512 kg dengan service level 90% dan 13255 kg dengan service level 95% untuk menghindari kondisi bahan baku gula pasir tidak mencukupi kebutuhan produksi untuk periode kedepannya atau bahkan kelebihan stock.

Kata Kunci : Peramalan, pasir silika, time series, inventory, safety stock

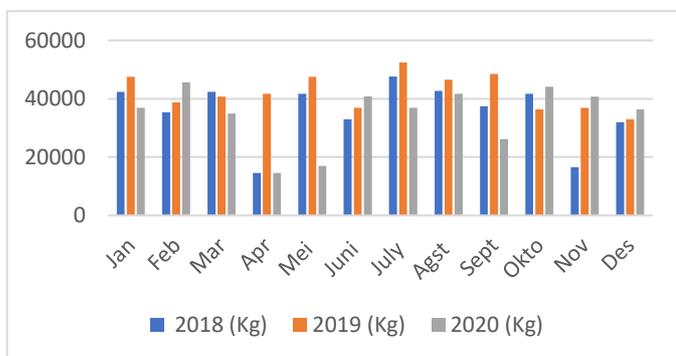
Abstract

PT. Siantar Ice Factory is a company engaged in manufacturing that produces ice bars and carbonated drinks. The raw material for making Sarsaparilla drink consists of 2 components, namely the main raw material and additional ingredients. One of the most important raw materials in the manufacture of rhino sarsaparilla which is included in carbonated drinks is sugar. Granulated sugar is the most widely used additional raw material in the process of making rhino sarsaparilla at this time because it functions as a natural sweetener and preservative in Rhino bottled drinks. The demand for sarsaparilla rhino drinks is increasing from time to time. This will have an impact on the amount of raw material inventory which is very difficult to control also the occurrence of overstock and stockouts is very frequent, so it is necessary to control raw materials such as forecasting and determining safety stock. The number of orders is based on demand patterns from past data. From these problems, it is necessary to have an appropriate ordering plan for raw sugar. In order to plan an appropriate order of granulated sugar, it is necessary to forecast the demand for granulated sugar in the future using the time series method. Based on the comparison of MAPE values, the method chosen is the Holt Winter Multiplicative method with forecasting results of 417286.5 tons and MAPE of 25. The suggestion given is to order granulated sugar raw materials again when the inventory quantity has reached the level of 8512 kg with a service level 90 % and 13255 kg with a service level of 95% to avoid the condition that the raw material for granulated sugar is not sufficient for production needs for the future period or even excess stock.

Keywords: Forecasting, silica sand, time series, inventory, safety stock

1. PENDAHULUAN

Pengendalian persediaan merupakan masalah utama yang sering dihadapi oleh perusahaan, dimana sejumlah bahan baku dan produk diharapkan dapat diperoleh pada jumlah dan waktu yang tepat, serta ongkos yang rendah. Persediaan bahan baku salah satu elemen terpenting dalam produksi yang dilakukan oleh perusahaan untuk menghasilkan produk. Persediaan bahan baku ini berkaitan dengan jumlah permintaan terhadap produk yang akan dihasilkan serta jumlah pemakaian kuantitas bahan baku tersebut dalam produksi. Pada kondisi umum, demand mempunyai sifat yang probabilistik dan pada yang kondisi lain sering dijumpai barang yang kita pesan akan dikirim oleh supplier tidak secara konsisten. Pengiriman yang tidak pasti mungkin disebabkan oleh terganggunya kemampuan produksi, distribusi atau transportasi dari pihak supplier. Dapat ditarik bahwa terdapat 2 hal yang sering tidak diketahui pasti yaitu waktu pengiriman yang tidak pasti dan jumlah permintaan yang berubah-ubah. PT. Pabrik Es Siantar merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur yang memproduksi es batangan dan minuman berkarbonasi. Bahan baku pembuatan minuman berkarbonasi terdiri dari 2 komponen yaitu bahan baku utama dan bahan tambahan. Dalam permintaannya gula pasir merupakan bahan baku tambahan yang paling banyak digunakan dalam proses pembuatan badak sarsaparilla saat ini dikarenakan berfungsi untuk sebagai pemanis alami dan pengawet pada minuman botol Badak. Hal ini jelas akan berdampak pada jumlah inventory bahan baku yang sangat sulit dikendalikan dan juga kejadian overstock maupun stockout sangat sering terjadi. Overstock maupun stockout merupakan suatu kondisi yang sebisa mungkin dihindari oleh perusahaan. Penyebab kondisi ini bisa bersumber dari banyak hal, seperti kesalahan penggunaan metode peramalan permintaan, mesin sering breakdown, keterlambatan bahan baku, dll. Grafik pemakaian gula pasir pada PT Pabrik Es Siantar pada tahun 2018, 2019 dan 2020 disajikan pada gambar 1.1.



Gambar 1. Grafik Pemakaian Gula Pasir 2018-2020

Grafik tersebut menunjukkan bahwa pemakaian gula pasir pada PT Pabrik Es Siantar tidak menentu. Dari permasalahan tersebut maka diperlukan adanya perencanaan pemesanan gula pasir yang sesuai. Untuk melakukan perencanaan pemesanan gula pasir yang sesuai diperlukan adanya peramalan kebutuhan gula pasir di masa yang akan datang dengan tepat.

2. LANDASAN TEORI

a. Peramalan

Peramalan adalah metode yang digunakan untuk memperkirakan suatu nilai dimasa depan dengan menggunakan data masa lalu. Peramalan juga dapat diartikan sebagai seni dan ilmu untuk memperkirakan kejadian pada masa yang akan datang, sedangkan aktivitas peramalan merupakan suatu fungsi bisnis yang berusaha memperkirakan penjualan dan penggunaan suatu produk sehingga produk-produk itu dapat dibuat dalam kuantitas yang tepat (Gaspersz, 2004). Pada umumnya kegiatan peramalan adalah sebagai berikut (Rahmawati, 2019):

- Sebagai alat bantu dalam perencanaan yang efektif dan efisien.
- Untuk menentukan kebutuhan sumber daya di masa mendatang.
- Untuk membuat keputusan yang tepat.

b. Jenis Peramalan

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

1. Ramalan jangka pendek (short-range forecast) mencakup masa depan yang dekat (immediate future) dan memperhatikan kegiatan harian suatu perusahaan bisnis, seperti permintaan harian atau kebutuhan sumber daya harian.
2. Ramalan jangka menengah (medium-range forecast) mencakup jangka waktu satu atau dua bulan sampai satu tahun..
3. Ramalan jangka panjang (long-range forecast) mencakup periode yang lebih lama dari satu atau dua tahun.

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

1. Peramalan Kualitatif adalah peramalan yang dibuat berdasarkan data kualitatif pada masa lalu. Peramalan ini lebih cenderung seperti opini seorang atau beberapa orang yang sudah berpengalaman di bidang ini.
2. Peramalan kuantitatif, yaitu peramalan yang didasarkan atas data kuantitatif pada masa lalu. Hasil peramalan yang dibuat

sangat tergantung pada metode yang dipergunakan dalam peramalan tersebut. Peramalan kuantitatif dapat digunakan apabila tersedia informasi data periode yang lalu, informasi tersebut dapat diubah dalam bentuk kuantitatif, dapat diasumsikan bahwa pola data yang lalu akan terus berlanjut hingga masa yang akan datang. Beberapa contoh peramalan kuantitatif adalah (Asynari et al., 2020).

- a. Metode *Time Series* adalah metode yang digunakan untuk menganalisis serangkaian data yang merupakan fungsi dari waktu.
- b. Metode korelasi atau metode kausal adalah metode yang digunakan dalam mengembangkan suatu model sebab akibat antara permintaan dengan variabel yang mempengaruhi.

c. Tahapan Peramalan

Peramalan yang baik adalah peramalan yang dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah atau prosedur penyusunan yang baik. Berikut adalah langkah-langkah yang harus dilakukan dalam peramalan (*forecasting*)(Subagyo & Pangestu, 1986)

- Konversi data untuk agregasi data
- *Plot* data

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

- a. Trend yaitu komponen jangka panjang yang mendasari pertumbuhan (atau penurunan) suatu data runtut waktu. Pola data ini memiliki kecenderungan untuk naik atau turun terus menerus.
 - b. Siklis, yaitu suatu pola dalam data yang terjadi setiap beberapa tahun. Pola data ini terjadi bila data memiliki kecenderungan untuk naik atau turun terus-menerus.
 - c. Musiman (seasonal), yaitu pola data yang berulang pada kurun waktu tertentu. Pola musiman berguna dalam meramalkan penjualan dalam jangka pendek.
 - d. Tak Beraturan, yaitu pola acak yang disebabkan oleh peristiwa yang tidak bisa diprediksi atau tidak beraturan.
- Memilih alternative metode yang sesuai dengan *plot* data. Dengan asumsi bahwa pola akan berulang dimasa yang akan datang.
 - Melakukan uji verifikasi dengan menghitung *error* dari metode-metode yang digunakan
 - Memilih metode yang terbaik. Metode yang terbaik adalah metode yang memiliki nilai *error* terkecil
 - Melakukan uji validasi metode terpilih

d. Metode Deret Waktu (Time Series)

Metode Peramalan *time series* pada umumnya berdasarkan atas pengguna analisa pola hubungan antara variable yang akan diperkirakan dengan variable waktu. Beberapa metode *time series* dijabarkan sebagai berikut (Muizzudin, 2014):

1. Metode *Trend Linier*

Metode *Trend Linier* merupakan keadaan dimana data yang mengalami kenaikan ataupun penurunan dari waktu ke waktu. Bentuk umum persamaan linier :

$$Y' = a + b.X$$

2. Metode *Trend Quadratic*

Metode ini merupakan fluktuasi yang terjadi secara reguler tiap tahunnya. Hal ini dapat terjadi karena adanya pengaruh iklim, kebiasaan (mempunyai pola tetap dari waktu ke waktu). Bentuk umum dari persamaan ini adalah:

$$Y' = a + b.X + c$$

3. Metode *Trend Exponential*

Metode ini terjadi ketika data dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang, variasi siklis ini bisa terulang setelah jangka waktu tertentu.

$$\sum a \sum X + b \sum 2 + c \sum \\ \sum 2Y = a \sum 2 + b \sum 3 + c \sum$$

Dimana:

X = unit periode waktu pengamatan

Untuk n = ganjil (misal n = 3) maka : X1 = - 1 ; X2 = 0 ; X3 = 1

Untuk n = genap (misal n = 2) maka : X1 = - 1 ; X2 = 1

Y = data kepadatan pelanggan sebenarnya

4. Variasi *random*

Variasi random merupakan suatu variasi atau gerakan yang tidak teratur (irregular). Variasi ini umumnya akan sulit untuk diprediksi. Total variasi dalam data time series adalah merupakan hasil dari keempat faktor tersebut yang mempengaruhi secara bersama-sama.

5. *Weighted Moving Averages* (WMA)

Model rata-rata bergerak menggunakan sejumlah data aktual permintaan yang baru untuk membangkitkan nilai ramalan untuk permintaan di masa yang akan datang. Metode rata-rata bergerak terdapat dua jenis, rata-rata bergerak tidak berbobot (*Unweighted Moving Averages*) dan rata-rata bobot bergerak (*Weighted Moving Averages*). Model rata-rata bobot bergerak lebih responsif terhadap perubahan karena data dari periode yang baru biasanya diberi bobot lebih besar.

6. *Single Moving Average* (SMA)

Merupakan peramalan untuk satu periode ke depan dari periode rata-rata. Metode *single moving average* memiliki sifat khusus yaitu :

- Untuk menentukan ramalan pada periode yang akan datang memerlukan data historis selama jangka waktu tertentu
- Semakin panjang jangka waktu *moving average* akan menghasilkan *moving average* yang semakin halus. Artinya pada *moving average* yang jangka waktunya lebih panjang perbedaan ramalan terkecil dengan ramalan terbesar menjadi kecil.

7. Metode *Box Jenkins*

Metode ini merupakan deret waktu yang menggunakan model matematis untuk peramalan jangka pendek. Metode ini juga dikenal dengan nama metode ARIMA. ARIMA sangat baik ketepatannya untuk peramalan jangka pendek, sedangkan peramalan jangka panjang ketepatan peramalannya kurang baik. Biasanya akan cenderung konstan untuk periode yang cukup panjang.

8. Exponential Smoothing

Suatu tipe teknik peramalan rata-rata bergerak melakukan penimbangan terhadap data masa lalu serta tahapan eksponensial sehingga data paling akhir memiliki bobot yang lebih besar dalam rata-rata bergerak.

a. *Single Exponential Smoothing*

Pengertian dasar dari metode ini adalah nilai ramalan pada periode $t+1$ merupakan nilai aktual pada periode t ditambah dengan penyesuaian yang berasal dari kesalahan nilai ramalan yang terjadi di pada periode t tersebut. Berikut rumus SES:

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

b. *Double Exponential Smoothing*

Metode ini digunakan ketika data menunjukkan terjadinya suatu trend tertentu. Exponential smoothing dengan adanya trend seperti pemulusan sederhana kecuali bahwa dua komponen harus diupdate setiap periode – level dan trendnya. Level adalah estimasi yang dimuluskan dari nilai data pada akhir masing – masing periode. Trend adalah estimasi yang dihaluskan dari pertumbuhan rata-rata pada akhir masing-masing periode (Makridakis, 1999).

$$St = \alpha * Yt + (1 - \alpha) * (St - 1 + bt - 1)$$

$$bt = \gamma * (St - St - 1) + (1 - \gamma) * bt - 1$$

$$Ft + m = St + bt m$$

Dimana:

St = peramalan untuk periode t .

$Yt + (1-\alpha)$ = Nilai aktual time series

Bt = trend pada periode ke – t

α = parameter pertama perataan antara nol dan

1 = untuk pemulusan nilai observasi

γ = parameter kedua, untuk pemulusan trend

$Ft+m$ = hasil peramalan ke – m

m = jumlah periode ke muka yang akan diramalkan

e. Metode Perhitungan Error

Untuk menghindari masalah dimana nilai kesalahan peramalan positif menetralkan nilai kesalahan peramalan negatif maka beberapa alternatif metode kesalahan peramalan yang banyak digunakan adalah sebagai berikut (Sri Hartini,2010):

1. *Mean Square Error (MSE)*

MSE dihitung dengan menjumlahkan kuadrat semua kesalahan peramalan pada setiap periode dan membaginya dengan jumlah periode peramalan. Berikut adalah rumus yang digunakan :

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n ei^2}{n}$$

2. *Mean Absolute Deviation (MAD)*

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

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n |ei|}{n}$$

3. *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*

MAPE merupakan metode perhitungan error dengan menggunakan rata-rata error pada suatu periode dan nilai absolut error tersebut. Berikut adalah rumus yang digunakan :

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n |PEi|}{n}$$

4. *Mean Forecast Error (MFE)*

MFE merupakan metode peramalan yang digunakan untuk mengetahui apakah hasil peramalan pada periode tertentu terlalu tinggi atau terlalu rendah. Berikut adalah rumus yang digunakan :

$$MFE = \frac{\sum e}{n}$$

5. *Mean Percentage Error (MPE)*

MPE dihitung dengan menjumlahkan seluruh nilai percentage error dan kemudian dibagi dengan jumlah periode peramalan. Berikut adalah rumus yang digunakan :

$$MPE = \frac{\sum_{i=1}^n PEi}{n}$$

6. *Cumulative Forecast Error (CFE)*

CFE merupakan metode peramalan dimana banyaknya kesalahan peramalan didapatkan dari jumlah permintaan dikurangi dengan hasil ramalan. Berikut adalah rumus yang digunakan :

$$CFE = \sum_{i=1}^n ei$$

7. *Sum Square Error (SSE)*

SSE dihitung dengan menjumlahkan seluruh nilai error yang sudah di kuadratkan pada

setiap error pada peramalan tersebut. Berikut adalah rumus yang digunakan :

$$SSE = \sum_{i=1}^n ei^2$$

8. Standart Deviation of Error (SDE)

SDE merupakan metode perhitungan error yang memiliki kelebihan yaitu sederhana dalam perhitungan. Akan tetapi, akurasi hasil peramalan sangat kecil karena hanya menggunakan standart deviasi kesalahan peramalan. Berikut adalah rumus yang digunakan :

$$SDE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n ei^2}{(n-1)}}$$

9. U-Theil dan Batting

U-Theil dan Batting merupakan metode peramalan yang memungkinkan suatu perbandingan relatif mengkuadratkan kesalahan yang terjadi sehingga kesalahan / error yang besar diberikan bobot yang lebih banyak daripada kesalahan yang kecil. Berikut adalah rumus yang digunakan :

$$\sqrt{\frac{\sum \text{Pembilang}}{\sum \text{Penyebut}}} = \sqrt{\frac{\sum \left[\frac{Fi+1-Xi+1}{Xi} \right]^2}{\sum \left[\frac{Xi+1-Xi}{Xi} \right]^2}}$$

f. Faktor-Faktor dalam Persediaan

1. Safety Stock

Safety stock yang ada juga tidak boleh terlalu berlebihan ataupun terlalu rendah, karena jika kita memiliki safety stock yang terlalu berlebihan akibatnya perusahaan akan menanggung biaya penyimpanan yang terlalu tinggi, tetapi apabila terlalu rendah maka perusahaan akan menanggung biaya atau kerugian karena kekurangan barang (Hudori, 2018). Besarnya persediaan pengaman dapat dihitung sebagai berikut:

$$SS = Z \times \sigma D \times \sqrt{L}$$

Keterangan :

SS = Safety Stock

L = lead time

Z = Service level

σd = Standard deviasi permintaan

2. Reorder Point (ROP)

Reorder Point merupakan titik batas pemesanan kembali, memperhitungkan permintaan yang diinginkan atau dibutuhkan selama masa tenggang, misalnya suatu tambahan atau extra (Hudori, 2018)

$$ROP = dL + SS$$

Keterangan :

d = Permintaan per hari

L = Lead Time

SS = Safety Stock

3. METODOLOGI PENELITIAN

a. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Penelitian ini dimulai dengan mengidentifikasi dan merumuskan masalah yang ada di lapangan dengan pengamatan langsung dan dengan melakukan wawancara terhadap karyawan dan

operator lapangan mengenai proses produksi. Permasalahan yang ditemukan pada PT. Pabrik Es Siantar adalah terjadinya kekurangan maupun kelebihan stok pada bahan baku Gula Pasir pada proses produksi dan akan berdampak pada hasil akhir.

b. Penentuan Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengendalian persediaan bahan baku Gula Pasir dengan menggunakan metode *Time Series* dan analisis pola data.

c. Studi Pustaka dan Studi Lapangan

a. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan untuk menjelaskan teori, metode atau teknik sebagai landasan dalam penyusunan laporan ini. Studi pustaka didapatkan melalui buku dan referensi lain seperti makalah dan jurnal yang berkaitan dengan topik penelitian.

b. Studi Lapangan

Studi lapangan bertujuan untuk mengamati kondisi riil yang ada di lapangan dan dapat melakukan wawancara langsung dengan pekerja, yaitu mengamati proses inspeksi yang dilakukan baik inspeksi saat produksi maupun inspeksi barang jadi sebelum dikirim ke customer.

d. Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data dilakukan di Divisi Produksi PT. Pabrik Es Siantar pada tanggal 6 Januari 2021 – 6 Februari 2021. Pada tahap ini dilakukan proses pengumpulan data yang berkaitan dengan topik penelitian yang dibahas. Data yang dikumpulkan terdiri dari 2 jenis yaitu data primer yang dikumpulkan saat wawancara berupa lead time dan data sekunder yang merupakan data historis.

e. Pengolahan Data

Pengolahan data merupakan tahap yang dilakukan untuk mencari penyelesaian suatu masalah penelitian. Tujuannya adalah mendapatkan suatu hasil yang digunakan untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan penelitian yang muncul pada kerja praktik di PT. Pabrik Es Siantar.

- Melakukan peramalan permintaan bahan baku gula pasir pada masa yang akan datang
- Menghitung nilai error pada masing-masing etode
- Menguji validasi
- Menentukan *safety stock* dan *reorder point* yang efisien bagi perusahaan PT. Pabrik Es Siantar

f. Analisis

Analisis dilakukan dengan mengolah data yang dikumpulkan serta dibandingkan dengan teori-teori yang berhubungan sehingga dapat diambil kesimpulan dari masalah yang ada dan analisis data. Objek yang akan dianalisis merupakan hasil dari pengolahan data yang telah dilakukan sebelumnya. Menganalisis usulan *safety stock* yang efisien dan dapat memenuhi demand sesuai dengan *service level* yang telah ditentukan.

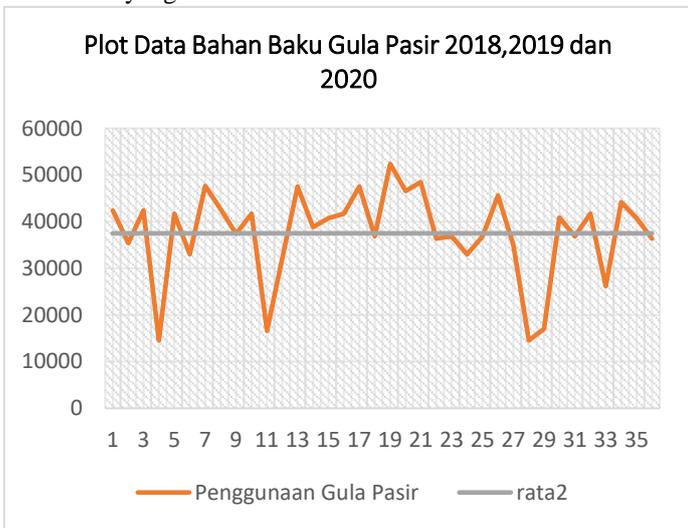
g. Kesimpulan Dan Saran

Kesimpulan diberikan berdasarkan pembahasan yang telah dilakukan dan disesuaikan dengan tujuan penelitian. Saran adalah masukan maupun opini dapat bermanfaat serta dapat dijadikan bahan pertimbangan bagi pihak perusahaan. Tahap terakhir pada metodologi penelitian Kerja Praktik adalah membuat kesimpulan dan saran mengenai perusahaan PT. Pabrik Es Siantar.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Pengumpulan Data

Data yang akan digunakan sebagai input dalam forecasting demand pada pemakaian bahan baku adalah data dalam satuan agregat, maka plot data yang dilihat bentuknya adalah plot data dalam satuan agregat. Pada plot data pemakaian bahan baku Gula Pasir dapat dilihat bahwa bentuknya cenderung musiman. Oleh karena itu metode yang digunakan pada laporan ini adalah metode yang memperhitungkan adanya constant, trend dan juga seasonal. Metode tersebut adalah Double Moving Average, Double Exponential Smoothing, Holt Winter Multiplikatif. Dari metode-metode tersebut akan dibandingkan nilai errornya. Perhitungan error yang digunakan yaitu Mean Absolute Percentage Error. Dimana perhitungan error tersebut dipilih dari perhitungan error dengan tingkat akurasi yang rendah sehingga didapatkan metode peramalan yang terbaik.



Gambar 2. Plot Data

b. Pengolahan Data

1. Metode Double Moving Average

• Double Moving Average 3 Periode

a. Manual

Berikut ini merupakan perhitungan manual dengan metode 3 DMA:

$$S'_3 = \frac{42360 + 35405 + 42370}{3} = 40045$$

$$S''_5 = \frac{40045 + 30776,67 + 32878,33}{3} = 34566,67$$

$$a_5 = 2(32878,33) - 34566,67 = 31190$$

$$b_5 = \frac{2}{3-1}(32878,33 - 34566,67) = -1688,33$$

$$F_6 = 31190 + -1688,33 = 29502$$

Tabel 1. Rekap Peramalan 3DMA

Bulan	Forecasting
Januari	44728
Februari	46884
Maret	49039
April	51195
Mei	53350
Juni	55506
July	57662
Agustus	59817
September	61973
Oktober	64128
November	66284
Desember	68439

b. Verifikasi

Berikut merupakan hasil verifikasi dari peramalan 3 DMA :

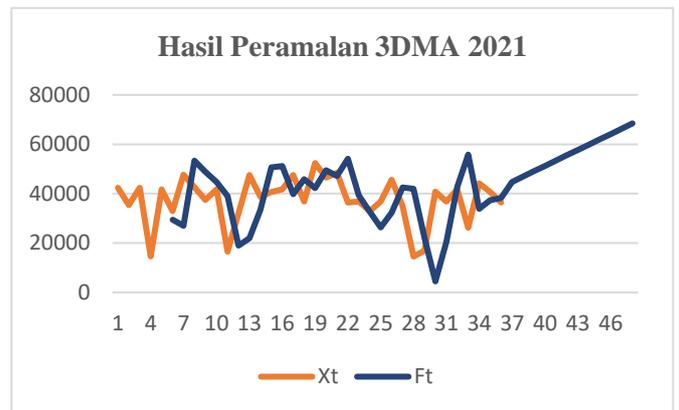
$$|error_6| = |42360 - 29502| = 3478$$

$$PE = \frac{3478}{42360} \times 100\% = 10,55\%$$

$$MAPE = \frac{\sum PE}{n} = \frac{1116,89}{31} = 36,03\%$$

c. Grafik Peramalan

Berikut adalah grafik peramalan dari 3 DMA :



Gambar 3. Grafik Peramalan 3DMA

• **Double Moving Average 5 Periode**

a. Manual

Berikut ini merupakan perhitungan manual dengan metode 5 DMA:

$$S'_5 = \frac{42360 + 35405 + 42370 + 14555 + 41710}{5} = 35280$$

$$S''_9 = \frac{35280 + 33404 + 35849 + 35911 + 40484}{5} = 36185,6$$

$$a_9 = 2(40484) - 36185,6 = 44782,4$$

$$b_9 = \frac{2}{5-1}(40484 - 36185,6) = 2149,2$$

$$F_{10} = 44782,4 + 2149,2 = 46932$$

Tabel 2. Rekap Peramalan 5DMA

Bulan	Forecasting
Januari	41649
Februari	42922
Maret	44195
April	45468
Mei	46741
Juni	48014
July	49287
Agustus	50559
September	51832
Oktober	53105
November	54378
Desember	55651

b. Verifikasi

Berikut merupakan hasil verifikasi dari peramalan 5 DMA :

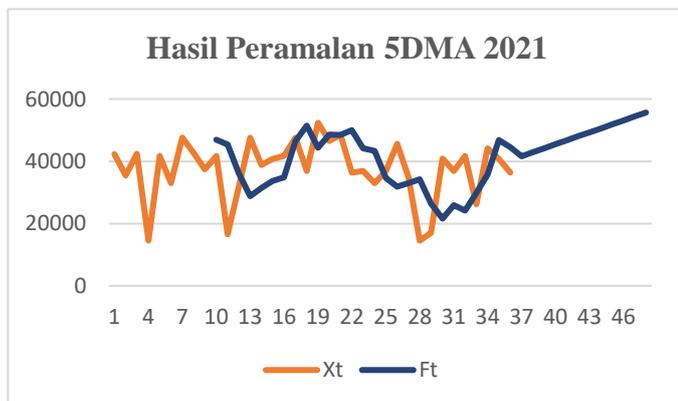
$$|error_{10}| = |41720 - 46932| = 5212$$

$$PE = \frac{5212}{41720} \times 100\% = 12,49\%$$

$$MAPE = \frac{\sum PE}{n} = \frac{863,75}{27} = 31,99\%$$

c. Grafik Peramalan

Berikut adalah grafik peramalan dari 5 DMA:



Gambar 4. Grafik Peramalan 5DMA

2. Double Exponential Smoothing

Metode selanjutnya yang akan digunakan untuk melakukan *forecast demand* ialah *Double Exponential Smoothing*. Namun pada metode ini diperlukan suatu parameter yang nilainya diantara 0 hingga 1.

a. Manual

Berikut ini merupakan perhitungan manual dengan metode DES

$$\alpha = 0,5$$

$$S'_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)S'_{t-1}$$

$$S'_2 = 0,06(35405) + (1 - 0,5)(42360) = 38882,5$$

$$S''_t = \alpha S'_t + (1 - \alpha)S''_{t-1}$$

$$S''_2 = 0,06(41942,7) + (1 - 0,5)(42334,96) = 40621,3$$

$$a_t = 2S'_t - S''_t$$

$$a_2 = 2(38882,5) - 40621,3 = 37143,8$$

$$b_t = \frac{2}{1 - \alpha}(S'_t - S''_t)$$

$$b_2 = \frac{2}{1 - 0,5}(22108 - 21670,8) = -1738,8$$

$$F_{t+m} = a_t + b_t \cdot m_t$$

$$F_3 = 37143,8 + -1738,8 = 35405$$

Tabel 3. Rekap Peramalan DES

Bulan	Forecasting
Januari	38213
Februari	38373
Maret	38532
April	38692
Mei	38851
Juni	39010
July	39170
Agustus	39329
September	39489
Oktober	39648
November	39808
Desember	39967

b. Verifikasi

Berikut merupakan hasil verifikasi dari peramalan DES :

$$|error| = |X_t - F_t|$$

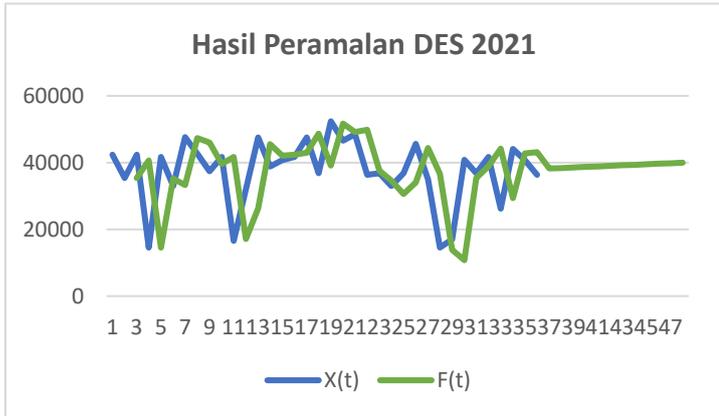
$$|error_3| = |42370 - 35405| = 6965$$

$$PE = \frac{|error|}{X_t} \times 100\%$$

$$PE = \frac{6965}{42370} \times 100\% = 16,44\%$$

$$MAPE = \frac{\sum PE}{n} = \frac{1174}{34} = 34,5\%$$

c. Grafik Peramalan
Berikut adalah grafik peramalan dari DES :



Gambar 5. Grafik Peramalan DES

3. Holt Winter Multiplikatif

Berikut merupakan perhitungan metode Winter Multiplikatif dengan software minitab (Pongdatu et.all, 2022):

Winters' Method for C1 Multiplicative Method

Data C1
Length 36

Smoothing Constants

α (level) 0.2
 γ (trend) 0.2
 δ (seasonal) 0.2

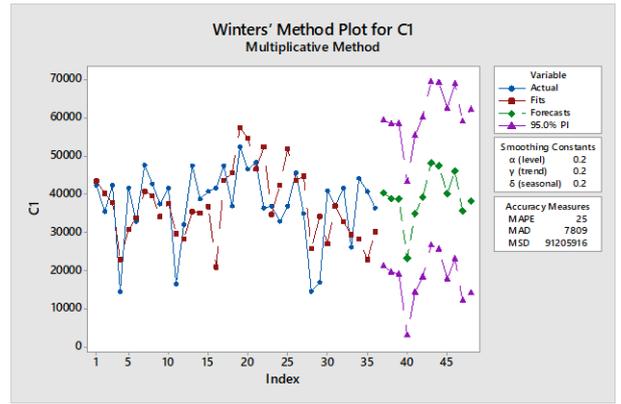
Accuracy Measures

MAPE 25
MAD 7809
MSD 91205916

Forecasts

Period	Forecast	Lower	Upper
37	40335.9	21204.0	59467.9
38	39021.8	19590.1	58453.5
39	38779.0	19013.1	58544.9
40	23189.8	3057.0	43322.7
41	34924.9	14394.1	55455.7
42	39376.8	18418.8	60334.9
43	48153.2	26740.5	69565.9
44	47456.8	25563.7	69349.9
45	40177.3	17779.6	62575.0
46	46079.8	23155.1	69004.6
47	35662.6	12189.7	59135.4
48	38128.6	14088.1	62169.1

Berikut merupakan grafik yang menunjukkan perbandingan antara kebutuhan bahan material pasir silika dengan hasil peramalan permintaan dengan menggunakan metode Holt-Winter Multiplikatif pada software minitab.



Gambar 6. Grafik Peramalan Holt Winter Multiplikatif

4. Rekap Pehitungan Error

Berikut merupakan rekapitulasi tabel metode peramalan dengan error terkecil, yaitu sebagai berikut:

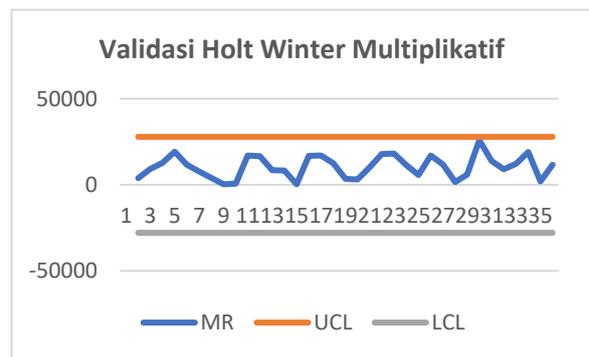
Tabel 4. Rekap Perhitungan Error

Metode Peramalan Error	3DMA	5DMA	DES	Holt Winter Multiplikatif
MAPE	36,02	31,99	34,5	25

Berdasarkan tabel diatas nilai error terkecil terdapat pada metode Holt Winter Multiplikatif yaitu dengan nilai MAPE 25. Oleh karena itu metode Holt Winter Multiplikatif dipilih sebagai metode terbaik.

5. Validasi Terpilih

Berdasarkan hasil grafik, diketahui sudah tidak ada error yang berada diluar batas toleransi. Berikut merupakan validasi dari hasil peramalan yang terpilih, yakni dengan menggunakan metode metode *Holt Winter Multiplikatif* :



Gambar 7. Grafik Validasi

6. Hasil Peramalan

Hasil peramalan dipilih yang menghasilkan MAPE terkecil, yaitu dengan metode *Holt Winter Multiplikatif*. Nilai peramalan didapatkan bilangan bulat. Berikut merupakan hasil peramalan dengan metode *Holt Winter Multiplikatif*.

Tabel 5. Hasil Peramalan

Periode	Forecasting	Pembulatan
37	40335,9	40336
38	39021,8	39022
39	38779	38779
40	23189,8	23190
41	34924,9	34925
42	39376,8	39377
43	48153,2	48154
44	47456,8	47457
45	40177,3	40178
46	46079,8	46080
47	35662,6	35663
48	38128,6	38129

7. Safety Stock

Safety stock merupakan suatu persediaan yang dipersiapkan untuk mengatasi keadaan yang tidak terduga. Berikut merupakan perhitungan jumlah safety stock bahan baku Gula Pasir :

Perhitungan safety stock bahan baku gula pasir pada service level 90% dan level 95%

Z = 1,28 (Pada service level 90%)

Z = 1,96 (Pada service level 95%)

$$\sigma D = \sqrt{\frac{(40336 - 39275)^2 + \dots + (38129 - 39277)^2}{12 - 1}}$$

$$\sigma D = 6649,4$$

- Maka safety stock bahan baku gula pasir pada service level 90%

$$safety\ stock = 1,28 \times 6649 \times \sqrt{1} = 8512\ kg$$

Safety stock dengan service level 90% sebesar 8512 kg.

- Maka safety stock bahan baku gula pasir pada service level 95%

$$safety\ stock = 1,96 \times 6649,4 \times \sqrt{1} = 13033\ kg$$

Safety stock dengan service level 95% sebesar 13033kg.

Safety stock ini berfungsi sebagai antisipasi kehabisan atau kekurangan persediaan selama lead time, dikarenakan hal-hal yang tidak dapat diprediksi seperti permintaan yang meningkat secara tiba-tiba. Service level yang akan digunakan dimulai dari 90% dan 95%. Hal ini dilakukan agar perusahaan PT. Pabrik Es Siantar lebih leluasa dalam menentukan service level yang perusahaan inginkan.

8. Reorder Point

Perhitungan waktu pemesanan kembali atau reorder point dilakukan untuk menentukan di level berapa pemesanan ulang dilakukan berdasarkan persediaan yang ada. Adapun perhitungan waktu

pemesanan kembali untuk sistem persediaan Bahan Baku PT Pabrik Es Siantar adalah sebagai berikut: Diketahui:

Lead Time = 0,03 Bulan

Safety Stock = 116.08 Ton

Rata-Rata Demand = 6650 kg

Safety Stock (Service level 90%) = 8512 kg

Safety Stock (Service level 95%) = 13033 kg

ROP (Service level 90%) = 0,03 bulan X 6650 kg + 8512 kg = 8734 kg

ROP (Service level 95%) = 0,03 bulan X 6650 kg + 13033 kg = 13255 kg

Jadi, pemesanan Bahan Baku Gula Pasir kembali dilakukan ketika kuantitas persediaan telah mencapai level 8734 kg apabila menggunakan service level 90% dan 13255 kg apabila menggunakan service level 95% . Waktu pemesanan kembali pada kondisi aktual dilakukan ketika persediaan bahan baku di gudang tidak mencukupi kebutuhan produksi untuk periode kedepannya, tetapi perusahaan tidak memiliki standar safety stock untuk menentukan waktu kapan pemesanan kembali dilakukan sehingga pemesanan yang dilakukan terkadang terlalu cepat dan terkadang terlalu lambat.

5. KESIMPULAN

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

1. Dari hasil peramalan serta perhitungan dapat ditentukan banyaknya jumlah permintaan selama 12 bulan kedepan untuk gula pasir. Karena pola data permintaan seasonal maka metode time series dapat diterapkan di PT Pabrik Es Siantar. Dengan hasil peramalan untuk bulan Januari 2021 sampai dengan bulan Desember 2021 sejumlah 40336, 39022, 38779, 23190, 34925, 39377, 48154, 47457, 40178, 46080, 35663 dan 38129 dalam satuan kg. Dengan mengacu pada hasil proses pengolahan data, dapat disimpulkan bahwa metode Time Series dengan perhitungan Holt Winter Multiplikatif merupakan teknik metode terbaik dengan melihat hasil error terkecil dengan perhitungan MAPE yaitu sebesar 25.
2. Usulan Safety stock yang diberikan kepada PT Pabrik Es Siantar berupa jumlah safety stock dalam berbagai service level. Dari hasil perhitungan didapatkan perusahaan harus memiliki safety stock sebesar 8512 kg untuk gula pasir dengan menggunakan service level 90% dan safety stock sebesar 13033 kg untuk gula pasir dengan menggunakan service level 95%. Jumlah gula pasir yang telah di lakukan forecast dapat dijadikan pertimbangan dalam memesan gula pasir dengan memperhatikan lead time.

3. Penentuan ukuran optimum reorder point digunakan sebagai titik acuan pemesanan kembali oleh perusahaan agar tidak terjadi kekosongan atau kekurangan bahan kimia sebelum pengiriman oleh supplier sampai di perusahaan. Setelah dilakukan perhitungan, maka nilai pemesanan kembali pada PT Pabrik Es Siantar yaitu jumlah persediaan di gudang bahan baku telah mencapai level 8734 kg apabila menggunakan service level 90% dan 13255 kg apabila menggunakan service level 95%. Apabila nilai persediaan di gudang sudah menyentuh nilai tersebut, maka pemesanan bahan baku gula pasir harus dilakukan kembali.

6. SARAN

Berikut ini merupakan saran yang diharapkan dapat memberikan masukan dan manfaat bagi perusahaan berdasarkan hasil penelitian, yaitu :

1. Melakukan perhitungan nilai safety stock dan reorder point setiap periodenya dan menerapkan pemenuhan persediaan pengaman tersebut pada gudang.
2. Melakukan inspeksi dan pencatatan rutin terhadap material pada gudang sehingga diketahui jumlah dan keadaan persediaan serta tindakan dapat dilakukan segera apabila diperlukan
3. Untuk memudahkan perhitungan, perusahaan sebaiknya menggunakan software komputer sehingga lebih sistematis dan memudahkan perusahaan dalam melakukan perencanaan, dan apabila ada perubahan mendadak dapat diantisipasi lebih awal.

DAFTAR PUSTAKA

- Asynari, E., Wahyudi, D., & Aeni, Q. (2020). Analisis Peramalan Permintaan Pada Geprek Benu Menggunakan Metode Time Series. *Teknologi Dan Sistem Informasi*, 4(3), 215–220.
- Gaspersz, V. (2004). *Production Planning and Inventory Control*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Hartini, S. (2010). *Teknik Mencapai Produksi Optimal*. Bandung: CV Lubuk Agung.
- Hudori, M. (2018). Formulasi Model Safety Stock dan Reorder Point untuk Berbagai Kondisi Persediaan Material. *Jurnal Citra Widya Edukasi*, 10(3), 217–224. https://journal.cwe.ac.id/index.php/jurnal_citrawidyaedukasi/article/view/109/98
- Rahmawati. (2019). Model Trend untuk Peramalan Jumlah Penduduk Model Trend untuk Peramalan Jumlah Penduduk. *Jurnal Trend*, 2(March), 46–52.
- Makridakis. (1999). *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Edisi 2. Jakarta: Binarupa Aksara.

- Muizzudin. Al (2014). *Teknik dan Metode Peramalan*. Jakarta : Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia
- Nasution, A. H. (2003). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Surabaya: Guna Widya
- Pongdatu, G. A. N., Abinowi, E., & Wahyuddin, S. (2020). Peramalan Transaksi Penjualan Dengan Metode Holt-Winter ' S Exponential Smoothing. *Jurnal Ilmia Teknologi Informasi Terapan*, 6(3), 1–6.
- Subagyo, Pangestu. (1986). *Forecasting Konsep dan Aplikasi*. Yogyakarta : BPFE Yogyakarta
- Sugiyono. (2014). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta