USULAN PERENCANAAN PERAMALAN & *SAFETY STOCK* PERSEDIAAN MATERIAL PIPA BAJA DENGAN DIAMETER 8 INCH MENGGUNAKAN 4 *METODE TIME* SERIES PADA PT BAKRIE PIPE INDUSTRIES

Muhammad Atha Iedryco[1], Dr. rer. Oec. Arfan Bakhtiar, S.T., M.T.[2]

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

ABSTRAK

PT. Bakrie Pipe Industries adalah perusahaan manufaktur yang bergerak pada industri pembuatan pipa baja. Kekurangan ataupun kelebihan material yang akan digunakan dalam pembuatan proyek tentunya akan megganggu proses produksi sehingga mengakibatkan perusahaan mengalami kerugian waktu dengan mengalami keunduran dalam proyek. Stock material pipa baja berdiameter 8 inch yang berada pada level minimum memungkinkan untuk terjadinya stockout. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengendalian persediaan yang dapat di lakukan dengan cara melakukan peramalan, penentuan safety stock, dan reorder point yang baik. Metode time series dengan perhitungan Holt Winter Multiplikatif dipilih sebagai acuan dalam persediaan bahan baku dikarenakan memiliki nilai error terkecil dengan niai 1,25%. Safety stock yang harus dimiliki perusahaan sebesar 2351 ton dan 3545 ton dengan service level 90% dan 95%. Reorder point perlu dilakukan ketika jumlah persediaan bahan baku telah mencapai level 396661,58 jika service level 90% dan 400091,58 jika service level 95%.

Kata kunci: *Bahan Baku, Pipa Baja, Forecasting, Safety Stock, Reorder Point*

ABSTRAC

PT. Bakrie Pipe Industries is a manufacturing company involved in the steel pipe industry. Shortages or excesses of materials used in projects can disrupt the production process, resulting in delays and losses for the company. The stock of 8-inch steel pipe materials reaching the minimum level can lead to stockouts. Therefore, inventory control is necessary, which can be achieved through forecasting, determining safety stock, and establishing a reorder point. The Holt Winter Multiplicative method, using time series analysis, was chosen as the reference for raw material inventory management due to its lowest error value of 1.25%. The required safety stock for the company is 2351 tons and 3545 tons, with service levels of 90% and 95% respectively. Reorder point should be initiated when the inventory level reaches 396661.58 for a 90% service level and 400091.58 for a 95% service level.

Keywords: *Raw Materials, Steel Pipes, Forecasting, Safety Stock, Reorder Point*

1. Pendahuluan

Pembangunan dalam sektor industri di Indonesia semakin berkembang yang ditunjukkan dengan banyaknya pembangunan-pembangunan yang besar dalam sektor industri. Pembangunan dalam sektor industri ini ditunjukkan dengan pembangunan konstruksi yang membutuhkan material berbentuk pipa, seperti pembangunan saluran air, saluran gas, tiang listrik, jembatan, dan lainnya. PT. Bakrie Pipe Industries (BPI) adalah perusahaan manufaktur pipa baja pertama, terbesar, dan terkemuka yang memproduksi berbagai pipa baja di Indonesia. BPI memproduksi pipa baja seperti oil & gas pipeline, water line, piling pipe, telephone pole, electrical pole, structural pipe for general construction and offshore structure, dan aplikasi-aplikasi lainnya. PT. Bakrie Pipe Industries menggunakan teknologi *High Frecuency – Electric Resistance Welding* (HF-ERW) untuk memproduksi pipa baja dalam berbagai keperluan, seperti saluran minyak dan gas bumi, casing & tubing, instalasi air, tiang pancang, tiang telepon, tiang listrik, konstruksi bangunan dan berbagai keperluan lainnya..

Peramalan dapat digunakan oleh perusahaan dan organisasi untuk membantu mengambil keputusan yang lebih baik dalam menyediakan estimasi mengenai apa yang akan terjadi di masa depan. Terdapat berbagai metode peramalan yang digunakan, termasuk time series, regresi, klasifikasi, *clustering*, dan *Artifical Neural Network* (Makridakis, 1998). Penggunaan metode peramalan memiliki manfaat besar dalam melakukan pendekatan analisis terhadap pola atau perilaku di masa yang lalu, sehingga memungkinkan pemberian pemecahan masalah terkait ketidakpastian secara lebih sistematis dengan tingkat keyakinan yang tinggi (Lestari & Wahyuningsih, 2012).

Metode *forecasting* tersebut merupakan suatu kegiatan memprediksi tingkat permintaan untuk suatu produk atau beberapa produk dalam waktu di masa yang akan datang (Biegel, 1999). Metode *forecasting* ini dapat membantu untuk menentukan merencanakan dan memprediksi material-material yang dibutuhkan dan kemudian dikerjakan dengan fasilitas yang ada dalam perusahaan. Peramalan dilakukan dengan metode *time series* yang digunakan untuk meramal kuantitatif data masa lalu, metode ini digunakan untuk melihat pola data historis persediaan material baja selama beberapa tahun terakhir untuk dapat dilakukan peramalan pemakaian baja di masa yang akan datang. Peramalan tersebut diharapkan dapat diperoleh sebuah hasil *safety stock* yang tepat untuk PT Bakrie Pipe Industries sehingga proses produksi dapat berjalan dengan lancar dan optimal.

2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mencapai beberapa hal penting. Pertama, penelitian ini akan menentukan jumlah ketersediaan material baja yang ada dalam suatu proyek berdasarkan peramalan (*forecasting*). Dengan demikian, proyek dapat dijalankan dengan lebih efisien dan terhindar dari kekurangan material.

Selanjutnya, penelitian ini juga akan menentukan usulan perbaikan metode peramalan (*forecasting*) yang tepat untuk diterapkan oleh PT Bakrie Pipe Industries. Dengan menggunakan metode peramalan yang lebih akurat dan efektif, perusahaan dapat mengoptimalkan penggunaan sumber daya dan menghindari kerugian akibat kesalahan peramalan.

Selain itu, penelitian ini akan memberikan usulan mengenai safety stock untuk mencegah terjadinya kelebihan stok (*overstock*) atau kehabisan stok (*stockout*). Dengan adanya safety stock yang tepat, perusahaan dapat menghadapi fluktuasi permintaan atau keterlambatan pasokan dengan lebih baik, tanpa mengganggu kelancaran operasional.

Terakhir, penelitian ini juga akan memberikan usulan mengenai *reorder point*, yaitu titik atau waktu yang tepat untuk melakukan pemesanan kembali material oleh perusahaan. Dengan menentukan *reorder point* yang optimal, perusahaan dapat menjaga ketersediaan material dengan efisien, tanpa harus menumpuk stok yang tidak perlu atau mengalami kekurangan stok yang menghambat produksi.

3. Metode Penelitian

Metode pada penelitian ini dimulai dengan melakukan indetifikasi masalah yang terdapat pada PT Bakrie Pipe Industries. Masalah yang terdapat pada PT Bakrie Pipe Industries adalah terjadinya *stock* pipa baja berdiameter 8 inch pada proses produksi berada pada level minimum dan akan berdampak pada kemungkinan terjadinya *stock out* dan pada hasil akhirnya.

Setelah itu penulis melakukan studi pustaka untuk menjelaskan mengenai teori, metode serta teknik sebagai landasan yang digunakan dalam penyusunan laporan ini. Studi pustaka didapatkan melalui buku dan referensi lain seperti makalah dan jurnal yang berkaitan dengan topik penelitian. Selain itu penulis juga melakukan studi lapangan yang bertujuan untuk mengamati kondisi sebenarnya yang terdapat di lapangan dan melakukan wawancara langsung dengan pekerja di perusahaan, dengan tujuan untuk mengamati proses produksi yang terjadi di perusahaan.

Untuk pengumpulan data primer, penulis melakukan wawancara dengan staff produksi PT Bakrie Pipe Industries mengenai data *leadtime* manufaktur maupun data *leadtime* pengiriman bahan baku pipa baja pada PT Bakrie Pipe Industries. Kemudian untuk pengumpulan data sekunder, data didapatkan tanpa harus melakukan pengamatan langsung terhadap objek penelitian. Sumber dari data sekunder adalah dokumen atau arsip file perusahaan terkait pemakaian bahan baku selama 3 tahun terakhir (2020-2022). Data ini digunakan sebagai inputan dalam melakukan forecasting demand bahan baku selama 12 bulan kedepan.

Pengolahan data dimulai dengan meramalkan permintaan bahan baku pipa baja 8 inch di masa depan menggunakan metode yang sesuai dan pola data *demand* masa lalu. Setelah melakukan peramalan, dilakukan perhitungan *error* pada setiap metode untuk menentukan metode dengan *error* terkecil. Metode dengan *error* terkecil diuji validasi untuk memeriksa adanya nilai

*Penulis Korespondensi.
E-mail: athaiedryco@gmail.com

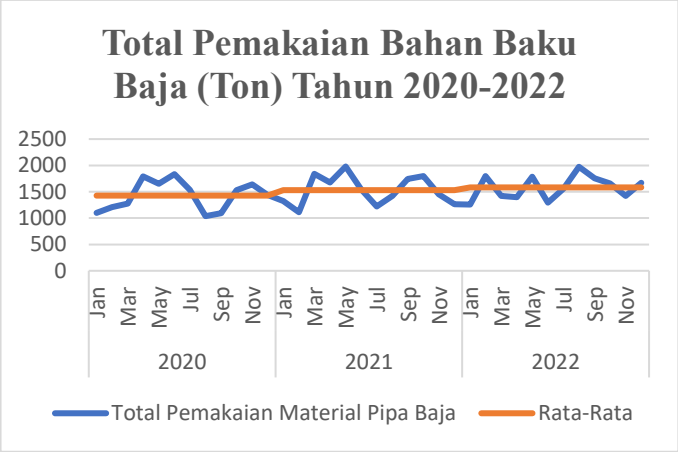
error. Dengan demikian, perusahaan dapat menyesuaikan pasokan bahan baku dengan hasil peramalan untuk memenuhi permintaan di masa depan dan meningkatkan tingkat layanan. Selain itu, data *leadtime* digunakan untuk menghitung *safety stock* dan *reorder point* yang efisien bagi PT Bakrie Pipe Industries.

Tahap terakhir dari metodologi penelitian adalah memberikan kesimpulan dan saran mengenai perusahaan PT Bakrie Pipe Industries. Kesimpulan diberikan berdasarkan pembahasan yang telah dilakukan dan disesuaikan dengan tujuan penelitian. Saran merupakan suatu masukan atau opini yang dapat memberikan manfaat serta dapat dijadikan bahan pertimbangan bagi pihak perusahaan.

4. Hasil dan Pembahasan

Hasil dan pembahasan dari penelitian adalah sebagai berikut:

A. Plot data



Gambar 1. Plot data total pemakaian bahan baku baja

Langkah awal yang harus dilakukan untuk memulai melakukan kegiatan *forecasting* adalah menentukan plot data. Hal ini dilakukan untuk melihat bagaimana bentuk kecenderungan dari permintaan akan suatu produk. Pada kasus ini ialah bahan baku baja. Jika pola data tersebut telah teridentifikasi, maka dapat ditentukan beberapa metode *forecasting* yang sesuai, serta dapat dilakukan perhitungan *forecasting*. Setelah dilakukan plot data dari data masa lalu, hasilnya menunjukkan bahwa data yang pilih oleh perusahaan memiliki pola data *seasonal* (musiman). Hal tersebut dibuktikan dengan adanya kenaikan atau penurunan penggunaaan bahan bahan baku dari tahun ke tahun. Dari grafik dapat dilihat bahwa pola data tiap tahunnya sangat berbeda (Supranto, 1984).

B. Penentuan metode *forecasting*

Pada plot data bahan baku baja agregat tersebut bisa dilihat bentuknya cenderung *seasonal* atau musiman, oleh sebab itu metode *forecasting* yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode yang memperhitungkan terdapatnya tren, musim, dan juga *randomness*. Metode tersebut yaitu *Double Moving Average*, *Double Exponential Smoothing*, dan *Holt Winter* Multiplikatif. Dari metode-metode yang digunakan akan dibandingkan nilai errornya. Untuk perhitungan *error* menggunakan *Mean Absolute Percentage Error*. Metode yang terpilih merupakan metode dengan nilai *error* yang paling kecil (Gasperz, 2004).

- 3 DMA (*Double Moving Average)*

Pada metode 3 DMA ini perhitungan peramalan dilakukan menggunakan *software excel*. Hasil *error* yang didapat dari metode 3 DMA ini yaitu sebesar 12,77%. Berikut merupakan perhitungan dengan metode MAPE.

$Error = Xt - Ft = 1835 - 2018{,}33 = -183{,}83$

$|Error| = |-183{,}83| = 183{,}83$

$|PE| = \left|\frac{|Xi-Fi|}{Xi}\right| \times 100\% = \left|\frac{|1835-2018{,}83|}{1835}\right| \times 100\% = 10{,}02\%$

$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^{n} |PE|}{n} = \frac{395{,}92\%}{31} = 12{,}77\%$

- 5 DMA (*Double Moving Average)*

Pada metode 5 DMA ini perhitungan peramalan dilakukan menggunakan *software excel*. Hasil *error* yang didapat dari metode 5 DMA ini yaitu sebesar 16,02%. Berikut merupakan perhitungan dengan metode MAPE.

$Error = Xt - Ft = 1530 - 1304{,}32 = 225{,}68$

$|Error| = |225{,}68| = 225{,}68$

$|PE| = \left|\frac{|Xi-Fi|}{Xi}\right| \times 100\% = \left|\frac{|1530-225{,}68|}{1530}\right| \times 100\% = 4{,}22\%$

$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^{n} |PE|}{n} = \frac{432{,}41\%}{27} = 16{,}02\%$

- DES (*Double Exponential Smoothing*)

Pada metode DES ini perhitungan peramalan dilakukan menggunakan *software excel*. Hasil *error* yang didapat dari metode DES ini yaitu sebesar 21,42%. Berikut merupakan perhitungan dengan metode MAPE.

$Error = Xt - Ft = 1276 - 1235{,}640 = 40{,}360$

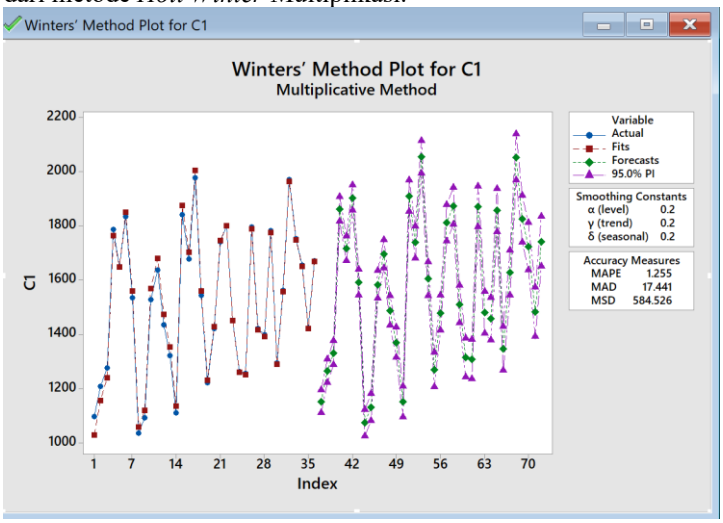
$|Error| = |4{,}360| = 4{,}360$

$|PE| = \left|\frac{|Xi-Fi|}{Xi}\right| \times 100\% = \left|\frac{|1276-1235{,}640|}{1276}\right| \times 100\% = 3{,}16\%$

$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^{n} |PE|}{n} = \frac{3{,}16\%}{34} = 21{,}42\%$

- *Holt Winter* Multiplikasi

Pada metode *Holt Winter* Multiplikasi ini perhitungan peramalan dilakukan menggunakan *software minitab*. Hasil *error* yang didapat dari metode DES ini yaitu sebesar 21,42%. Berikut merupakan grafik dari metode *Holt Winter* Multiplikasi.



Gambar 2. Grafik dari metode *Holt Winter* Multiplikasi

C. Verifikasi dan validasi

- Verifikasi

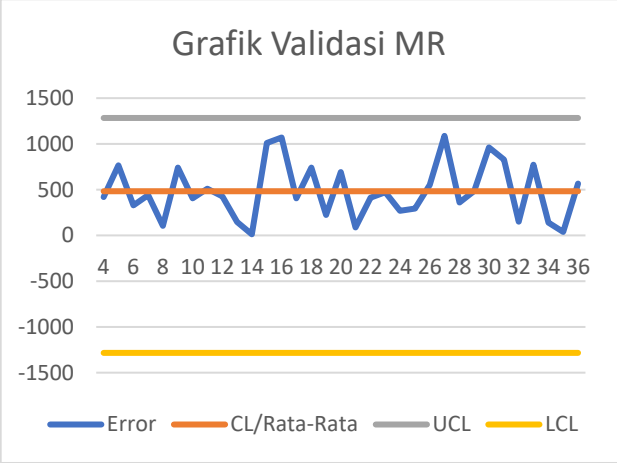
Berikut merupakan rekapitulasi perhitungan *error* untuk masing – masing metode *forecasting* (Hartini, 2011):

Tabel 1. Rekapitulasi perhitugan *error*

Metode	MAPE
3 DMA	12,77 %
5 DMA	16,02%
DES	21,42%
Holt-Winter	1,25%

- Validasi

Validitas yang digunakan dalam metode terpilih adalah untuk melihat pergerakan *error*nya. Apabila nilai *error* berada pada batas toleransi, maka metode dinyatakan valid. Namun jika terdapat nilai *error* yang berada di luar batas toleransi, maka harus diketahui apakah lonjakan permintaan baik positif maupun negatif akan terjadi lagi. Berikut merupakan grafik validasi metode terpilih yaitu metode *Holt Winter* Multiplikatif:



Gambar 3. Grafik validasi metode terpilih

Dengan menggunakan hasil peramalan *Holt Winter* Multiplikatif didapatkan grafik seperti diatas dengan batas kontrol 482,592. Periode dinyatakan valid dan dapat dijadikan acuan untuk melakukan *forecast demand* untuk beberapa periode kedepan.

D. Hasil *forecasting*

Metode peramalan yang dipilih yaitu metode Holt Winter Multiplikatif yang dapat digunakan untuk memprediksi permintaan bahan baku baja untuk 12 bulan ke depan. Berikut merupakan hasil forecasting untuk 12 bulan ke depan menggunakan metode Holt Winter Multiplikatif.

Tabel 2. Hasil *forecasting* bahan baku baja tahun 2023

Periode	Bulan	*Forecast*
37	Januari 2023	1637
38	Februari 2023	1649
39	Maret 2023	1661
40	April 2023	1672
41	Mei 2023	1684
42	Juni 2023	1696
43	Juli 2023	1708
44	Agustus 2023	1720
45	September 2023	1731
46	Oktober 2023	1743
47	November 2023	1755
48	Desember 2023	1767

E. *Safety stock*

Beberapa hal yang mempengaruhi jumlah *safety stock* bervariasi sesuai pada *service level* yang berbeda. *Service level* yang digunakan yaitu 90% dan 95%. Hal tersebut dilakukan agar PT Bakrie Pipe Industries lebih fleksibel dalam menentukan *service level* yang diinginkan oleh perusahaan. Berikut merupakan perhitungan jumlah safety stock bahan baku baja:

Safety Stock = Z × Std Deviasi ×√m

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

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

$$\text{Std} = \frac{\sqrt{((1637-1702)^2+(1649-1702)^2+(1661-1702)^2+\cdots+(1767-1702)^2}}{12-1}$$

Std = 1808,27

- Maka *safety stock* bahan baku baja pada *service level* 90%

Safety Stock = 1,28 × 1808,27 × $\sqrt{1}$ = 2314,58 ton

Safety stock dengan *service level* 90% sebesar 2315 ton

- Maka *safety stock* bahan baku baja pada *service level* 95%

Safety Stock = 1,96 × 1808,27 × $\sqrt{1}$ = 3544,19 ton

Safety stock dengan *service level* 90% sebesar 3545 ton

F. *Reorder point*

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

$ROP = DLT + SS$

Dimana:

ROP = *Reorder Point*

D = Rata-Rata *Demand*

LT = *Lead Time*

SS = *Safety Stock*

ROP (Service level 90%) = 396546,58+ 2315 ton = 396661,58 ton

ROP (Service level 95%) = 396546,58+ 3545 ton = 400091,58 ton

Waktu pemesanan kembali pada kondisi aktual dilakukan ketika persediaan *sparepart* 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

Berikut adalah kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan:

1. Dari hasil peramalan serta perhitungan dapat ditentukan banyaknya jumlah permintaan bahan baku baja untuk 12 bulan ke depan. Dengan hasil peramalan untuk bulan Januari 2023 sampai dengan Desember 2023 sebesar 1637, 1649 ,1661 ,1672 ,1684 ,1696 ,1708 ,1720 ,1731 ,1743 ,1755 dan 1767 dalam ton.
2. Mengacu pada hasil pengolahan data, dapat disimpulkan bahwa metode time series dengan perhitungan Holt Winter Multiplikatif merupakan metode terbaik dengan melihat hasil error terkecil dengan perhitungan MAPE yaitu sebesar 1,25%, maka hasil peramalan terpilih yaitu dengan metode Holt Winter Multiplikatif.
3. Melalui hasil perhitungan didapatkan perusahaan harus memiliki *safety stock* sebesar 2315 ton dengan *service level* 90% dan sebesar 3545 ton dengan *service level* 95%. Jumlah adapter yang telah dilakukan *forecast* dapat dijadikan pertimbangan dalam memesan *sparepart adapter* dengan memperhatikan *leadtime*.
4. Berdasarkan *lead time* pemesanan adaptor dan *safety stock*, waktu pemesanan kembali *reorder point sparepart* adaptor dilakukan ketika jumlah persediaan di gudang bahan baku telah mencapai *level* 396661,58, jika menggunakan *service level* 90% dan 400091,58 jika menggunakan *service level* 95%.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada PT Bakrie Pipe Industries, khususnya kepada pak Rino selaku pembimbing, yang telah memberikan kesempatan dan bimbingan selama peneliti melakukan rangkaian kerja praktik hingga selesai dan kepada pihak-pihak yang telah membantu penelitian ini, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

Daftar Pustaka

Biegel, J. (1999). *Pengendalian Produksi Suatu Pendekatan Kuantitatif.*

Gasperz, V. (2004). *Production Planning and Inventory Control.* Jakarta: Gramedia.

Hartini. (2011). *Teknik Mencapai Produksi Optimal.* Bandung: CV. Lubuk Agung.

Lestari, N., & Wahyuningsih, N. (2012). *Peramalan Kunjungan Wisata Dengan Pendekatan Model Sarima.*

Makridakis, S. W. (1998). *Forecasting: methods and applications (Vol. 2).* New York: Wiley.

Supranto. (1984). *Metode Peramalan Kuantitatif Untuk Perencanaan Produksi.* Jakarta: Erlangga.