

**ANALISIS PERBANDINGAN TINGKAT KESALAHAN METODE
PERAMALAN SEBAGAI UPAYA PERENCANAAN PENGELOLAAN
PERSEDIAAN YANG OPTIMAL PADA PT DUTA INDAH SEJAHTERA**

Felix Sutisna

Universitas Multimedia Nusantara
felix.sutisna@gmail.com

Hendy

Universitas Multimedia Nusantara
hendy2@student.umn.ac.id

ABSTRACT

In the manufacturing industry, production planning is very important. Sales forecasting data can be used as a basis for production planning. Good planning allows a company to take the opportunity to sell its products and also has the advantage of competing. In the end to help achieve an optimal decision required the existence of an appropriate management or management, systematic, and can be accounted for. One of the tools that management requires from the decision-making process is the forecasting method. Forecasting method is used to measure or assess the situation in the future. In this study, the authors do the forecasting on the sale of Tessa products Napkin and Non Core types. Forecasting method which author use in this research was Naïve Method, Single Exponential Smoothing, Double Exponential Smoothing, Triple Exponential Smoothing, and Trend Projection. The correct forecasting method for Tessa Napkin and Non Core products is Trend Projection, since Trend Projection has the smallest MAD, MSE, and MAPE levels.

Keyword: *Forecasting, Sales, Planning, Naïve Method, Single Exponential Smoothing, Double Exponential Smoothing, Triple Exponential Smoothing, Trend Projection, MAD, MSE, MAPE*

1. PENDAHULUAN

Di negara berkembang seperti Indonesia ini kegiatan perindustrian sudah banyak dilakukan, diantaranya adalah kegiatan industri pangan dan kegiatan industri non pangan. Kegiatan industri pangan seperti industri mie instan, industri roti, industri minuman, industri coklat, dan lain-lain. Sedangkan, untuk kegiatan industri non pangan seperti industri

mobil, industri pulp dan kertas, industri meja, industri radio, industri mesin, dan lain-lain. Kegiatan perindustrian dapat meningkatkan pendapatan negara.

Industri *pulp* dan kertas Indonesia memberikan kontribusi terhadap devisa negara sekitar USD5,3 miliar pada 2015. Indonesia menduduki peringkat ke-6 di dunia untuk produksi kertas serta peringkat ke-10 di dunia untuk

produksi pulp pada 2015. Dirjen Industri Agro Kementerian Perindustrian (Kemenperin) Panggah Susanto mengatakan, posisi industri pulp dan kertas nasional cukup terkemuka di dunia internasional. Saat ini Indonesia menempati peringkat ke-9 sebagai produsen pulp terbesar di dunia, sedangkan industri kertasnya menduduki peringkat 6. (Sindonews, 2017)

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), kinerja ekspor pulp dan kertas, masing-masing sebesar 3,50 juta ton pulp dengan nilai sebesar US\$1,72 milyar dan 4,35 juta ton kertas dengan nilai sebesar US\$3,75 milyar, sedangkan impor pulp dan kertas, masing-masing sebesar 1,62 juta ton pulp dengan nilai sebesar US\$1,27 milyar dan 0,72 juta ton kertas dengan nilai sebesar US\$1,36 milyar.

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, terlihat jika permintaan akan produk *pulp* dan kertas tinggi. Tingginya permintaan produk pulp dan kertas ini dikarenakan banyak industri yang membutuhkan, seperti industri percetakan, industri tisu. Dengan banyaknya industri yang membutuhkan dan juga banyak perusahaan dari industri yang berbeda-beda berusaha

atau bersaing untuk memperoleh produk pulp dan kertas ini, membuat persediaan produk pulp dan kertas menjadi terbatas.

Permintaan akan produk *pulp* dan kertas tinggi selain karena banyak perusahaan dari industri yang berbeda-beda membutuhkan, ini juga di dorong dengan pertumbuhan ekonomi Indonesia. Dengan semakin banyak orang membutuhkan tisu, memakai kertas, menghasilkan jenis makanan, maka pertumbuhan ekonomi Indonesia akan semakin baik.

Dari dua faktor yang menyebabkan tingginya permintaan akan produk pulp dan kertas tersebut, maka perusahaan perlu memerhatikan tata kelola persediaan yang lebih baik. Tujuan dilakukannya perhatian terhadap tata kelola persediaan adalah agar dapat menciptakan keunggulan strategis. Perusahaan menjadi penting untuk menciptakan keunggulan strategis yang diperoleh dari tata kelola persediaan yang baik. Tata kelola manajemen persediaan yang baik menciptakan keunggulan strategis yang baik perlu sebuah model estimasi atau peramalan yang lebih baik sebagai langkah awal.

Di dalam industri manufaktur, perencanaan produksi sangat penting.

Data peramalan penjualan dapat digunakan sebagai dasar perencanaan produksi untuk mencegah terjadinya over production yang mengakibatkan perusahaan mengalami kerugian berupa biaya penyimpanan maupun under production yang menyebabkan perusahaan kehilangan kesempatan dalam menjual hasil produksinya.

PT Duta Indah Sejahtera merupakan perusahaan yang cukup lama berdiri sejak tahun 2007. Perusahaan ini memproduksi cukup banyak produk atau jenis produk dengan beberapa varian yang cukup terkenal pula seperti Tessy, Avanties, dan Agies. Yang membuat penulis tertarik melakukan penelitian ini adalah perusahaan ini belum mempunyai sistem yang baik atau bagus untuk mengelola persediaannya. Sedangkan menurut buku yang penulis baca, perusahaan yang dapat bersaing adalah perusahaan yang dapat mengelola persediaannya dengan baik.

Akibatnya perusahaan belum bisa mengetahui rencana produksi yang diterapkan sudah berjalan optimal atau belum. Dengan adanya peramalan tersebut, maka perusahaan dapat mencapai tujuan serta pengambilan keputusan dalam produksinya. Atas

dasar latar belakang masalah diatas maka penulis melakukan penelitian tentang peramalan penjualan di PT Duta Indah Sejahtera. Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Metode peramalan manakah yang paling tepat untuk digunakan dalam meramalkan penjualan pada produk Tessy jenis Napkin dan Non Core di PT Duta Indah Sejahtera?
- 2) Berapakah tingkat persediaan pengaman pada produk Tessy yang seharusnya disediakan oleh PT Duta Indah Sejahtera?

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

- a. Hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan teori terutama untuk penelitian yang sama di masa yang akan datang.
- b. Untuk mengembangkan ilmu pengetahuan dan menerapkan teori-teori yang diperoleh dibangku kuliah ke dalam dunia usaha yang realistik.

2. TELAHAH LITERATUR

2.1 Operation Management

Menurut Jay Heizer & Barry Render (2014:40), Operation Management (OM) adalah serangkaian kegiatan yang menciptakan nilai barang dan jasa dengan mengubah input ke output.

Ada beberapa alasan mengapa kita harus mempelajari OM. Menurut Jay Heizer & Barry Render (2014:42), kita mempelajari OM untuk empat alasan:

- 1) OM adalah salah satu tiga fungsi utama organisasi, dan berkaitan dengan semua fungsi bisnis lain. Semua organisasi pasar (menjual), keuangan (account), dan menghasilkan (beroperasi), dan itu penting untuk mengetahui bagaimana fungsi aktivitas OM. Oleh karena itu, kita belajar bagaimana orang mengatur diri mereka sendiri untuk usaha produktif.
- 2) Untuk mengetahui bagaimana barang dan jasa diproduksi. Fungsi produksi adalah segmen masyarakat yang menciptakan produk dan jasa yang kita gunakan.
- 3) Untuk memahami apa yang dilakukan manajer operasi. Selain

itu, pemahaman tentang OM akan membantu menjelajahi berbagai peluang yang menguntungkan di bidang operation.

- 4) OM adalah bagian “mahal” dari sebuah organisasi. Sebagian besar dari pendapatan dari kebanyakan perusahaan dihabiskan dalam fungsi OM. Sebaliknya, OM juga menyediakan kesempatan besar bagi suatu organisasi untuk meningkatkan profitabilitas dan meningkatkan pelayanan kepada masyarakat.

Sepuluh Keputusan Strategis OM

Menurut Jay Heizer & Barry Render (2011:71), diferensiasi, biaya rendah, dan respon dapat dicapai apabila manajer membuat keputusan yang efektif di 10 area OM. Ini secara kolektif dikenal sebagai keputusan operasi.

10 keputusan OM yang mendukung misi dan menerapkan strategi:

- 1) *Goods and service design*: merancang barang dan jasa mendefinisikan sebagian besar proses transformasi. Keputusan biaya, kualitas, dan sumber daya manusia seringkali ditentukan oleh keputusan desain. Desain

biasanya menentukan batas bawah biaya dan batas atas kualitas.

- 2) *Quality*: harapan kualitas pelanggan harus ditentukan dari kebijakan dan prosedur ditetapkan untuk mengidentifikasi dan mencapai kualitas tersebut.
- 3) *Process and capacity design*: pilihan proses tersedia untuk produk dan layanan. Keputusan proses melakukan manajemen terhadap teknologi, kualitas, penggunaan sumber daya manusia, dan pemeliharaan. Pengeluaran dan modal ini menentukan sebagian besar struktur biaya dasar perusahaan.
- 4) *Location selection*: keputusan lokasi untuk organisasi manufaktur dan jasa dapat menentukan keberhasilan akhir perusahaan. Kesalahan yang dibuat pada saat ini mungkin akan mengalahkan efisiensi lainnya.
- 5) *Layout design*: aliran material, kebutuhan kapasitas, tingkat personel, keputusan teknologi, dan persyaratan persediaan memengaruhi tata letak.
- 6) *Human resources and job design*: manusia merupakan bagian integral dan mahal dari

keseluruhan desain sistem. Oleh karena itu, kualitas kehidupan kerja yang diberikan, bakat dan keterampilan yang dibutuhkan, dan biaya mereka harus ditentukan.

- 7) *Supply-chain management*: keputusan ini menentukan apa yang harus dilakukan dan apa yang akan dibeli. Pertimbangan juga diberikan pada kualitas, pengiriman, dan inovasi, harga yang memuaskan. Saling percaya antara pembeli dan pemasok diperlukan untuk pembelian yang efektif.
- 8) *Inventory*: persediaan keputusan dapat dioptimalkan bila kepuasan pelanggan, pemasok, jadwal produksi, dan perencanaan sumber daya manusia dipertimbangkan.
- 9) *Scheduling*: jadwal produksi yang layak dan efisien harus dikembangkan; tuntutan terhadap sumber daya manusia dan fasilitas harus ditentukan dan dikendalikan.
- 10) *Maintenance*: keputusan harus dibuat mengenai tingkat reliabilitas dan stabilitas yang diinginkan, dan sistem harus

ditetapkan untuk menjaga keandalan dan stabilitas.

2.2 Inventory Management

Menurut Lee J. Krajewski, Larry P. Ritzman & Manoj K. Malhotra (2007:444), Manajemen Persediaan adalah perencanaan dan pengendalian persediaan untuk memenuhi prioritas kompetitif organisasi, menjadi perhatian penting bagi manajer di semua jenis usaha. Manajemen persediaan yang efektif sangat penting untuk menyadari potensi penuh dari rantai nilai apapun. Menurut Russell & Taylor (2009: 529), persediaan adalah stok barang yang disimpan oleh sebuah organisasi untuk memenuhi permintaan pelanggan internal atau eksternal. Kebanyakan orang berpikir persediaan sebagai produk akhir yang menunggu untuk dijual ke pelanggan ritel - mobil baru atau kaleng tomat. Ini tentunya merupakan salah satu kegunaan yang paling penting. Namun, terutama di perusahaan manufaktur, persediaan dapat mengambil bentuk selain barang jadi, termasuk: Bahan baku, Bagian yang dibeli dan persediaan, *Work-in-process* (sebagian selesai) produk (WIP), Barang yang diangkut Peralatan dan perlengkapan.

Tujuan dari manajemen persediaan adalah untuk menentukan jumlah persediaan yang harus disimpan - berapa banyak pemesanan dan kapan untuk menambah, atau memesan.

2.3 Inventory

Menurut Russell & Taylor (2009:529), persediaan adalah suatu barang yang disimpan oleh organisasi untuk memenuhi permintaan konsumen baik internal maupun eksternal.

Menurut F. Robert Jacobs & Richard B. Chase (2011:514), tujuan semua perusahaan (termasuk operasi JIT) menyimpan persediaan karena alasan berikut:

1) Menjaga independensi operasi.

Pasokan bahan di pusat kerja memungkinkan fleksibilitas pusat dalam operasi. Misalnya, karena ada biaya untuk membuat setiap setup produksi baru, persediaan ini memungkinkan manajemen mengurangi jumlah setup. Kemandirian *workstation* juga diinginkan di lini perakitan. Waktu yang diperlukan untuk melakukan operasi identik secara alami akan bervariasi dari satu unit ke unit berikutnya.

2) Untuk memenuhi variasi permintaan produk.

Jika permintaan untuk produk tersebut diketahui secara tepat, mungkin saja (meski tidak harus ekonomis) untuk menghasilkan produk agar sesuai dengan permintaan. Biasanya, bagaimanapun, permintaan tidak sepenuhnya diketahui, dan persediaan *safety* atau *buffer* harus dipertahankan untuk menyerap variasi.

3) Untuk memungkinkan fleksibilitas dalam penjadwalan produksi.

Persediaan persediaan mengurangi tekanan pada sistem produksi untuk mengeluarkan barang. Hal ini menyebabkan *lead time* yang lebih lama, yang memungkinkan perencanaan produksi untuk aliran yang lebih halus dan operasi dengan biaya lebih rendah melalui produksi ukuran lot yang lebih besar. Biaya setup yang tinggi, misalnya, mendukung produksi sejumlah besar unit setelah setup dilakukan.

4) Menyediakan pengaman untuk variasi waktu pengiriman bahan baku.

Bila bahan dipesan dari vendor, penundaan dapat terjadi karena berbagai alasan: variasi waktu pengiriman yang

normal, kekurangan bahan di pabrik penjual yang menyebabkan simpanan masuk, serangan tak terduga di pabrik penjual atau di salah satu perusahaan pelayaran, pesanan yang hilang, atau pengiriman bahan yang salah atau cacat.

5) Untuk memanfaatkan ukuran pesanan pembelian ekonomi.

Ada biaya untuk melakukan pemesanan: tenaga kerja, telepon, menetik, ongkos kirim, dan sebagainya.

6) Banyak alasan spesifik domain lainnya.

Bergantung pada situasinya, persediaan mungkin perlu dilakukan. Misalnya, persediaan dalam transit adalah material yang dipindahkan dari pemasok ke pelanggan dan bergantung pada jumlah pesanan dan waktu pengiriman transit.

Menurut Eddy Herjanto (2008:238), persediaan dapat dikelompokkan ke dalam empat jenis, yaitu:

1) *Fluctuation Stock*, merupakan persediaan yang dimaksudkan untuk menjaga terjadinya fluktuasi permintaan yang tidak diperkirakan sebelumnya, dan untuk mengatasi bila terjadi kesalahan/penyimpanan dalam

peramalan penjualan, waktu produksi, atau pengiriman barang.

2) *Anticipation Stock*, merupakan persediaan untuk menghadapi permintaan yang dapat diramalkan, misalnya pada musim permintaan tinggi, tetapi kapasitas produksi pada saat itu tidak mampu memenuhi permintaan. Persediaan ini juga dimaksudkan untuk menjaga kemungkinan sukarnya diperoleh bahan baku sehingga tidak mengakibatkan terhentinya produksi.

3) *Lot-size Inventory*, merupakan persediaan yang diadakan dalam jumlah yang lebih besar daripada kebutuhan pada saat itu. Persediaan dilakukan untuk mendapatkan keuntungan dari harga barang (berupa diskon) karena membeli dalam jumlah yang besar, atau untuk mendapatkan penghematan dari biaya pengangkutan per unit yang lebih rendah.

4) *Pipeline Inventory*, merupakan persediaan yang dalam proses pengiriman dari tempat asal ke tempat dimana barang itu akan digunakan. Misalnya, barang yang dikirim dari pabrik menuju tempat penjualan, yang dapat memakan waktu beberapa hari atau minggu.

Menurut Jay Heizer & Barry Render (2014: 512), untuk mengkomodasi fungsi persediaan, perusahaan mempertahankan empat jenis persediaan:

1) Persediaan bahan baku

Persediaan bahan baku adalah bahan yang biasanya dibeli tetapi belum memasuki proses manufaktur. Persediaan ini dapat digunakan untuk memisahkan (yaitu, terpisah) pemasok dari proses produksi.

2) *Work-in-process inventory*

Work-in-process (WIP) inventory adalah produk atau komponen yang bukan lagi bahan baku tetapi belum menjadi produk jadi.

3) *Maintenace/Repair/Operating supply (MRO) inventory*

MRO adalah persediaan yang dikhususkan untuk perlengkapan pemeliharaan / perbaikan / operasi diperlukan untuk menjaga mesin dan proses produktif.

4) Persediaan barang jadi

Persediaan barang jadi adalah barang akhir siap untuk dijual, tapi masih dalam aset pada pembukuan perusahaan.

2.3.1 Biaya Persediaan

Menurut Eddy Herjanto (2008:242), unsur-unsur biaya yang terdapat dalam persediaan dapat digolongkan menjadi tiga, yaitu biaya pemesanan (*ordering costs or procurement costs*); biaya penyimpanan (*carrying costs or holding costs*); dan biaya kekurangan persediaan (*shortage costs or stockout costs*).

1) Biaya Pemesanan

Biaya pemesanan (*ordering costs or procurement costs*) adalah biaya yang dikeluarkan sehubungan dengan kegiatan pemesanan bahan/barang, sejak dari penempatan pemesanan sampai tersedianya barang di gudang. Biaya pemesanan ini meliputi semua biaya yang dikeluarkan dalam rangka mengadakan pemesanan barang, yang dapat mencakup biaya administrasi dan penempatan order, biaya pemilihan vendor/pemasok, biaya pengangkutan dan bongkar muat, biaya penerimaan dan pemeriksaan barang. Biaya pemesanan dinyatakan dalam rupiah (satuan mata uang) per pesanan, tidak tergantung dari jumlah yang dipesan, tetapi tergantung dari berapa kali pesanan dilakukan.

Apabila perusahaan memproduksi persediaan sendiri, tidak membeli dari

pemasok, biaya ini disebut *set-up costs*, yaitu biaya yang diperlukan untuk menyiapkan peralatan, mesin, atau proses manufaktur lain dari suatu rencana produksi. Analog dengan biaya pemesanan, biaya *set-up* dinyatakan dalam rupiah per run, tidak tergantung dari jumlah yang diproduksi.

2) Biaya Penyimpanan

Biaya penyimpanan (*carrying costs or holding costs*) adalah biaya yang dikeluarkan berkenaan dengan diadakannya persediaan barang. Yang termasuk biaya penyimpanan, antara lain biaya sewa gudang, biaya administrasi pergudangan, gaji pelaksana pergudangan, biaya listrik, biaya modal yang tertanam dalam persediaan, biaya asuransi, ataupun biaya kerusakan, kehilangan, atau penyusutan barang selama dalam penyimpanan. Biaya modal biasanya merupakan komponen biaya penyimpanan yang terbesar, baik itu berupa biaya bunga kalau modalnya berasal dari pinjaman maupun biaya opportunity apabila modalnya milik sendiri.

Biaya penyimpanan dapat dinyatakan dalam dua bentuk, yaitu sebagai persentase dari unit harga/nilai barang,

dan dalam bentuk rupiah per unit barang, dalam periode waktu tertentu.

3) Biaya Kekurangan Persediaan

Biaya kekurangan persediaan (*shortage costs or stockout costs*) adalah biaya yang timbul sebagai akibat tidak tersedianya barang pada waktu diperlukan. Biaya kekurangan persediaan ini pada dasarnya bukan biaya nyata (*riil*), melainkan berupa biaya kehilangan kesempatan. Dalam perusahaan manufaktur, biaya ini merupakan biaya kesempatan yang timbul misalnya karena terhentinya proses produksi sebagai akibat tidak adanya bahan yang diproses, yang antara lain meliputi biaya kehilangan waktu produksi bagi mesin dan karyawan.

Metode Penilaian Persediaan

Penilaian persediaan bertujuan untuk mengetahui nilai persediaan yang dipakai/dijual atau persediaan yang tersisa dalam suatu periode. Persediaan merupakan pos yang sangat berarti dalam aktiva lancar. Hal itu menyebabkan metode penilaian persediaan merupakan hal yang penting untuk diperhatikan.

Menurut Eddy Herjanto (2008:263), terdapat tiga metode yang digunakan dalam menilai persediaan, yaitu *First In First Out* (FIFO), *Last In First Out* (LIFO), dan rata-rata tertimbang. Metode penilaian persediaan yang digunakan bisa berbeda dengan metode penempatan persediaan secara fisik. Misalnya, beras dalam karung pada pergudangan beras, sistem penyimpanan dan pemakaiannya tentu saja menggunakan pola LIFO, beras yang terakhir masuk (disimpan paling atas) yang akan diambil lebih dahulu. Meskipun demikian, penilaian persediaannya tidak harus menggunakan sistem LIFO, bisa dilakukan dengan sistem FIFO, atau rata-rata tertimbang.

a) *Metode First In First Out* (FIFO)

Metode ini didasarkan atas asumsi bahwa harga barang persediaan yang sudah terjual atau terpakai dinilai menurut harga pembelian barang yang terdahulu masuk. Dengan demikian, persediaan akhir dinilai menurut harga pembelian barang yang terakhir masuk.

b) *Metode Last In First Out* (LIFO)

Berbeda dengan FIFO, metode ini mengasumsikan bahwa nilai barang

yang terjual/terpakai dihitung berdasarkan harga pembelian barang yang terakhir masuk, dan nilai persediaan akhir dihitung berdasarkan harga pembelian yang terdahulu masuk.

c) Metode Rata-rata Tertimbang

Nilai persediaan pada metode ini didasarkan atas harga rata-rata barang yang dibeli dalam suatu periode tertentu.

Model-Model Persediaan

Dalam pengelolaan persediaan terdapat keputusan penting yang harus dilakukan oleh manajemen, yaitu berapa banyak jumlah barang/item yang harus dipesan untuk setiap kali pengadaan persediaan, dan/atau kapan pemesanan barang harus dilakukan. Setiap keputusan yang diambil tentunya mempunyai pengaruh terhadap besar biaya persediaan. Semakin banyak barang yang disimpan akan mengakibatkan semakin besar biaya penyimpanan barang. Sebaliknya, semakin sedikit barang yang disimpan dapat menurunkan biaya penyimpanan, tetapi menyebabkan frekuensi pembelian barang semakin besar, yang berarti biaya total pemesanan semakin besar.

Menurut Eddy Herjanto (2008:245), untuk memudahkan dalam pengambilan

keputusan, telah dikembangkan beberapa model dalam manajemen persediaan. Model yang banyak dipakai, antara lain sebagai berikut:

- a) Model persediaan kuantitas pesanan ekonomis (*Economic Order Quantity or EOQ*).
- b) Model persediaan dengan pesanan tertunda.
- c) Model persediaan dengan diskon kuantitas (*Quantity Discounts*).
- d) Model persediaan dengan penerimaan bertahap (*Production Order Quantity Model*).

2.4 Economic Order Quantity (EOQ)

Menurut Jay Heizer & Barry Render (2014: 519), *Economic Order Quantity* (EOQ) model adalah salah satu dari teknik *inventory control* yang paling umum digunakan untuk meminimalkan total biaya pemesanan dan biaya penyimpanan.

Menurut Lee J. Krajewski, Larry P. Ritzman & Manoj K. Malhotra (2007:452), titik awal yang baik untuk menyeimbangkan tekanan-tekanan yang saling bertentangan dan menentukan tingkat siklus-persediaan terbaik untuk barang adalah menemukan *Economic Order Quantity* (EOQ), yang merupakan *lot size* yang meminimalkan

total siklus tahunan-persediaan penyimpanan dan pemesanan biaya. Pendekatan untuk menentukan EOQ didasarkan pada asumsi- asumsi berikut:

1. Tingkat permintaan untuk item adalah konstan (misalnya, selalu 10 unit per hari) dan diketahui dengan pasti.
2. Tidak ada kendala ditempatkan (seperti kapasitas truk atau keterbatasan bahan penanganan) pada ukuran masing-masing lot.
3. Hanya ada dua biaya relevan adalah biaya penyimpanan (*holding cost*) dan biaya tetap per lot untuk pemesanan atau setup.
4. Keputusan untuk satu item dapat dibuat secara independen dari keputusan untuk barang-barang lainnya.
5. *Lead time* konstan (misalnya, selalu 14 hari) dan diketahui dengan pasti.

2.5 Peramalan

Menurut Jay Heizer & Barry Render (2011:136), peramalan adalah seni dan ilmu yang memprediksi peristiwa masa depan. Peramalan mungkin melibatkan data historis dan memproyeksikan data

historis ke masa depan dengan semacam model matematika.

Menurut James R. Evans & David A. Collier (2007: 439), peramalan adalah proses memproyeksikan suatu nilai atau lebih variabel ke masa depan. Peramalan yang baik dibutuhkan dalam semua organisasi untuk mendorong analisis dan keputusan yang berkaitan dengan operasi. Peramalan merupakan komponen kunci dalam banyak jenis sistem operasi terpadu, seperti manajemen rantai pasokan, manajemen hubungan pelanggan, dan sistem pengelolaan pendapatan.

Jenis-Jenis Peramalan

Menurut Jay Heizer & Barry Render (2011:137), organisasi menggunakan tiga jenis utama dari peramalan dalam perencanaan operasi di masa depan:

1. Peramalan ekonomi, mengatasi siklus bisnis dengan memprediksi tingkat inflasi, persediaan uang, dan indikator perencanaan lainnya.
2. Peramalan teknologi, berfokus pada tingkat kemajuan teknologi, yang dapat mengakibatkan lahirnya produk baru yang menarik, yang membutuhkan pabrik dan peralatan baru.

3. Peramalan permintaan, adalah proyeksi permintaan untuk produk atau jasa sebuah perusahaan. Peramalan ini, juga disebut peramalan penjualan, mendorong produksi perusahaan, kapasitas, dan sistem penjadwalan perusahaan dan berfungsi sebagai masukan untuk keuangan, pemasaran, dan perencanaan personal.

Pengolahan data kuantitatif berdasarkan serial waktu dapat dilakukan dengan beberapa metode dasar, sebagai berikut:

1. Naïve Approach

Menurut Jay Heizer & Barry Render (2011:140), Pendekatan naif adalah teknik peramalan yang mengasumsikan permintaan pada periode berikutnya sama dengan permintaan pada periode terakhir. Pendekatan naif adalah model peramalan objektif yang hemat biaya dan efisien.

2. Moving Averages

Menurut Eddy Herjanto (2008:81), peramalan dengan metode ini didasarkan pada proyeksi serial data yang dimuluskan dengan rata-rata bergerak. Nilai peramalan untuk suatu periode merupakan rata-rata dari nilai

observasi N periode terakhir. Metode rata-rata bergerak tertimbang (*weighted moving average*) menggunakan data N periode terakhir sebagai data historis untuk melakukan peramalan, tetapi setiap periode mendapat bobot yang berbeda. Bobot yang lebih tinggi biasanya diberikan pada periode yang semakin dekat dengan periode yang diramalkan.

3. Exponential Smoothing

Menurut Jay Heizer & Barry Render (2011:144), exponential smoothing adalah teknik peramalan rata-rata bergerak tertimbang dimana titik data dibobot oleh fungsi eksponensial. Ini melibatkan sangat sedikit pencatatan data masa lalu.

Pengukuran Ketelitian dari Peramalan

Suatu peramalan disebut sempurna jika nilai variabel yang diramalkan sama dengan nilai sebenarnya. Untuk dapat melakukan peramalan yang selalu tepat sangat sulit, bahkan dapat dikatakan tidak mungkin. Oleh karena itu, diharapkan peramalan dapat dilakukan dengan nilai kesalahan sekecil mungkin. Kesalahan peramalan tidak semata-mata disebabkan karena kesalahan dalam

pemilihan metode, tetapi dapat juga disebabkan karena jumlah data yang diamati terlalu sedikit sehingga tidak dapat menggambarkan perilaku/pola yang sebenarnya dari variabel yang bersangkutan.

Kesalahan peramalan adalah perbedaan antara nilai variabel yang sesungguhnya dengan nilai peramalan pada periode yang sama. Menurut Eddy Herjanto (2008:110), berikut ini beberapa ukuran yang dipakai untuk menghitung kesalahan peramalan:

1. Kesalahan Rata-Rata (*Mean Error* atau *bias*)

Kesalahan Rata-Rata (*Mean Error* atau *bias*) merupakan rata-rata perbedaan antara nilai sebenarnya dengan nilai peramalan. Kesalahan rata-rata dari suatu peramalan seharusnya mendekati angka nol bila data yang diamati berjumlah besar, apabila tidak berarti model yang digunakan mempunyai kecenderungan bias, yaitu peramalan akan cenderung menyimpang di atas rata-rata (*overestimate*) atau di bawah rata-rata (*underestimate*) dari nilai sebenarnya.

2. Rata-Rata Penyimpanan Absolut (*Mean Absolute Deviation* atau *MAD*)

Rata-Rata Penyimpanan Absolut (*Mean Absolute Deviation* atau *MAD*) merupakan penjumlahan kesalahan peramalan tanpa menghiraukan tanda aljabarnya dibagi dengan banyaknya data yang diamati. Dalam *MAD*, kesalahan dengan arah positif atau negative akan diberlakukan sama, yang diukur hanya besar kesalahan secara absolut.

3. Rata-Rata Kesalahan Kuadrat (*Mean Squared Error* atau *MSE*)

Rata-Rata Kesalahan Kuadrat (*Mean Squared Error* atau *MSE*) memperkuat pengaruh angka-angka kesalahan besar, tetapi memperkecil angka kesalahan peramalan yang kecil (kurang dari satu unit).

4. Rata-Rata Persentase Kesalahan Absolut (*Mean Absolute Percentage Error* atau *MAPE*)

Pengukuran ketelitian dengan rata-rata persentase kesalahan absolut (*Mean Absolute Percentage Error* atau *MAPE*) menunjukkan rata-rata kesalahan absolut peramalan dalam bentuk persentasenya terhadap data aktual.

2.6 Penelitian Terdahulu

Menurut Yavuz Acar, Everette S. Gardner dalam rantai pasokan, peramalan merupakan penentu penting kinerja operasional. Mengembangkan rencana produksi, persediaan dan transportasi yang akan meminimalkan total biaya rantai pasokan. Hill, Zhang & Burch (2015) mengembangkan dan menguji secara empiris model untuk memperkirakan keuntungan ekonomi menggunakan Time Phased Order Point System (TPOP) dengan peramalan time series. Penerapan TPOP dalam analisis empiris melalui double exponential smoothing dan menerapkan ROP melalui moving average sederhana. Vallet, Berm'udez dan Vercher (2011) mengkaji kriteria pemilihan model Bayesian diperkenalkan ke dalam skema peramalan untuk memilih model

multivariat yang paling memadai untuk menggambarkan perilaku deret waktu yang diteliti.

Mekel, Anantadjaya, Lahindah (2014) mengkaji teknik peramalan permintaan Menggunakan Double Exponential Smoothing (Holt) dilakukan untuk menentukan berapa banyak permintaan setiap bulan periode selanjutnya.

3. METODOLOGI PENELITIAN

PT DUTA INDAH SEJAHTERA adalah salah satu perusahaan yang bergerak dibidang Converting Tissue yang merupakan salah satu Perusahaan di DUTA INDAH GROUP yang kantor pusat berkedudukan di Ruko Tubagus Angke Megah Blok A 18 – 20, Jalan Pangeran Tubagus Angke No 20, Jelambar Jakarta Barat.



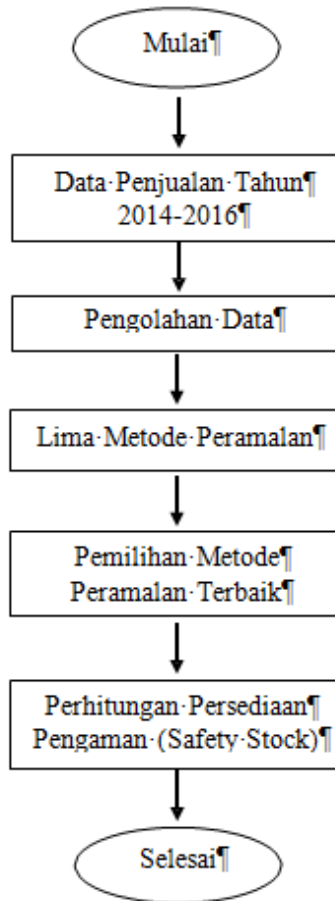
Gambar 3.1 Logo Perusahaan

Berdasarkan sumbernya, data penelitian dapat dikelompokkan dalam dua jenis, yaitu data primer dan data sekunder.

- a. Data primer adalah data yang diambil dari sumber pertama objek penelitian atau di mana sebuah data dihasilkan. Pada penelitian ini, data primer diperoleh secara langsung dari PT Duta Indah Sejahtera adalah data-data terkait objek penelitian dan

aktivitas-aktivitas terkait objek penelitian.

- b. Data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung dari berbagai sumber yang telah ada. Pada penelitian ini, data sekunder yang diperoleh dari PT Duta Indah Sejahtera adalah data penjualan dan produksi tisu, laporan persediaan produk tisu.



Gambar 3.2. Kerangka Penelitian

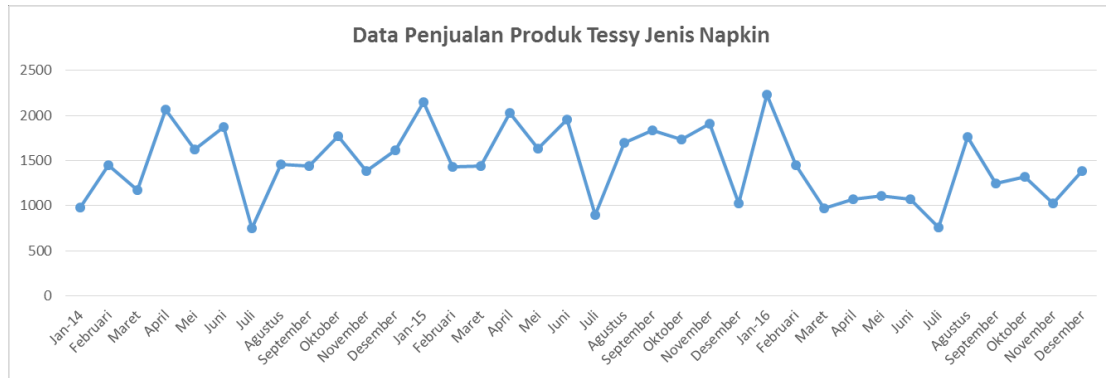
Dalam penelitian ini, penulis memperoleh data penjualan produk Tessy tahun 2014-2016 dari PT Duta Indah Sejahtera. PT Duta Indah Sejahtera mempunyai tiga produk tisu, yaitu Tessy, Avanties, dan Agies. Dari tiga produk tisu tersebut diolah menjadi satu produk karena mempunyai tingkat penjualan paling tinggi selama tahun 2014-2016. Keenam jenis produk Tessy adalah Facial, Handkerchief, Napkin, Non Core, Roll, dan Handtowel. Penulis mengolah data penjualan dari enam jenis produk menjadi dua jenis produk yang memiliki kontribusi penjualan

paling tinggi selama tahun 2014-2016. Lalu setelah diolah, data tersebut diinput ke dalam software POM for Windows. Peneliti menggunakan lima metode peramalan, yaitu *Naïve Method*, *Single Exponential Smoothing*, *Double Exponential Smoothing*, *Triple Exponential Smoothing* dan *Trend Projection*. Pemilihan metode peramalan terbaik dengan cara melihat MAD, MSE, dan MAPE paling kecil. Dari hasil peramalan penjualan tersebut digunakan untuk menentukan jumlah *safety stock* yang harus disediakan.

4. HASIL & ANALISIS

Tabel 4.1 Data Penjualan Produk Tessy Jenis Napkin Tahun 2014-2016

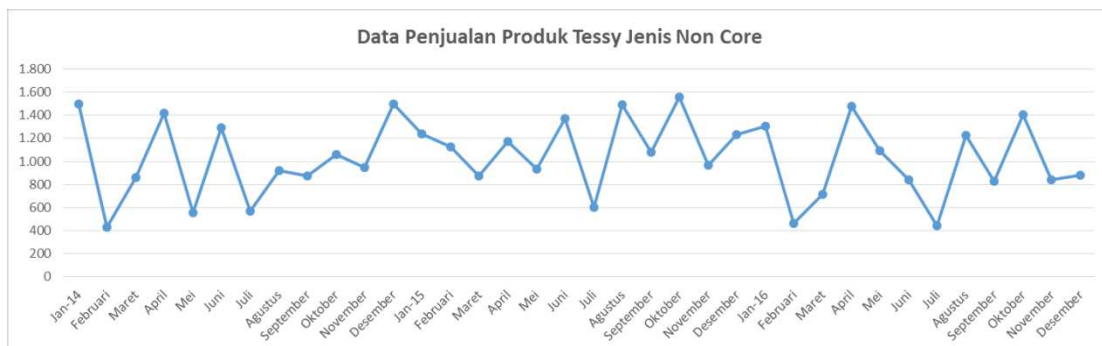
Bulan	Produk Tessy Jenis Napkin		
	2014	2015	2016
Januari	975	2.149	2.235
Februari	1.449	1.432	1.448
Maret	1.170	1.435	968
April	2.067	2.029	1.073
Mei	1.622	1.633	1.111
Juni	1.871	1.952	1.068
Juli	745	892	760
Agustus	1.461	1.697	1.757
September	1.437	1.836	1.243
Oktober	1.766	1.737	1.323
November	1.384	1.907	1.023
Desember	1.612	1.021	1.382



Gambar 4.1 Data Penjualan Produk Tessa Jenis Napkin Tahun 2014-2016

Tabel 4.2 Data Penjualan Produk Tessa Jenis Non Core Tahun 2014-2016

Bulan	Produk Tessa Jenis Non Core		
	2014	2015	2016
Januari	1.498	1.239	1.307
Februari	428	1.124	462
Maret	862	873	717
April	1.419	1.174	1.476
Mei	553	931	1.096
Juni	1.292	1.370	844
Juli	569	600	442
Agustus	918	1.491	1.223
September	875	1.082	826
Oktober	1.061	1.560	1.403
November	944	970	843
Desember	1.494	1.229	880



Gambar 4.2 Data Penjualan Produk Tessa Jenis Non Core Tahun 2014-2016

Karton ini berasal dari bahan baku Roll Converting Tissue. Jika mengetahui jumlah forecast karton tisu, maka akan dapat mengetahui berapa banyak kebutuhan bahan bakunya. Dengan mengetahui penjualan produk Tessy ini, bisa digunakan untuk memperkirakan kebutuhan bahan baku dimana penggunaannya adalah setiap 1 roll converting tissue Napkin dapat menghasilkan 45,25 karton produk Tessy jenis Napkin. Sedangkan, setiap 1 roll converting tissue *Non Core* dapat menghasilkan 89,07 karton produk Tessy jenis *Non Core*.

Penulis akan melakukan peramalan dengan menggunakan metode Naïve

Method, Single Exponential Smoothing, Double Exponential Smoothing, *Triple Exponential Smoothing*, dan Trend Projection. Pemilihan metode peramalan yang paling sesuai dapat dilihat dari tingkat kesalahan paling kecil. Selain itu, peneliti juga akan menghitung tingkat *safety stock* pada persediaan.

Perbandingan Tingkat Kesalahan Metode Peramalan

Berikut ini adalah kesimpulan dari semua metode peramalan penjualan beserta tingkat kesalahan pada produk Tessy jenis Napkin dan Non Core:

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan dengan Metode Peramalan Pada Produk Tessy Jenis Napkin

Metode	Alpha	MAD	MSE	MAPE	Forecast
<i>Naïve Method</i>		459,97	325.690,40	34,25%	1.382
<i>Single Exponential Smoothing</i>	0,1	381,86	204.877	28,12%	1.335,45
	0,5	355,09	206.314,80	27,27%	1.273,92
	0,9	432,99	291.031,80	32,42%	1.349,06
<i>Double Exponential Smoothing</i>	0,1	351,10	193.726,24	27,96%	1.258,07
	0,5	459,08	320.142,06	34,81%	1.325,91
	0,9	731,18	780.434,57	52,51%	1.618,90
<i>Triple Exponential Smoothing</i>	0,1	342,50	196.666,64	27,35%	1.142,34
	0,5	597,13	525.618,36	44,35%	1.401,73
	0,9	1.272,47	2.265.213,64	90,74%	2.129,59
<i>Trend Projection</i>		320	151.049,91	24,93%	1.314,74

Berdasarkan tabel di atas, penulis menggunakan lima metode peramalan untuk meramalkan produk Tessy jenis Napkin. Kelima metode tersebut adalah *Naïve Method*, *Single Exponential Smoothing*, *Double Exponential Smoothing*, *Triple Exponential Smoothing*, dan *Trend Projection*. Pemilihan metode peramalan yang paling tepat di lihat dari perhitungan MAD, MSE, dan MAPE paling kecil pada setiap metode peramalan. Dari hasil perhitungan di atas, dapat

disimpulkan bahwa metode peramalan yang mempunyai tingkat kesalahan paling kecil adalah *Trend Projection*. *Trend Projection* mempunyai tingkat MAD sebesar 320, MSE sebesar 151.049,91, dan MAPE sebesar 24,93%. Maka dari itu, metode peramalan *Trend Projection* cocok digunakan untuk meramalkan penjualan pada produk Tessy jenis Napkin. Peramalan penjualan dengan metode *Trend Projection* pada periode berikutnya adalah 1.314,74 karton.

Tabel 4.4 Hasil Perhitungan dengan Metode Peramalan Pada Produk Tessy Jenis *Non Core*

Metode	Alpha	MAD	MSE	MAPE	Forecast
<i>Naïve Method</i>		455,94	278.979,60	55,06%	880
<i>Single Exponential Smoothing</i>	0,1	307,60	154.687	42,83%	1.015,70
	0,5	328,67	172.274,60	41,94%	938,17
	0,9	423,67	248.511,30	51,57%	881,36
<i>Double Exponential Smoothing</i>	0,1	306,83	150.774,66	39,81%	935,47
	0,5	447,79	272.254,59	53,52%	864,10
	0,9	712,29	674.990,26	82,62%	828,33
<i>Triple Exponential Smoothing</i>	0,1	323,96	160.822,76	41,18%	940,20
	0,5	587,54	450.008,75	68,81%	751,91
	0,9	1.227,38	1.972.642,62	136,64%	1.102,21
<i>Trend Projection</i>		277,76	106.489,20	33,87%	1.025,61

Berdasarkan tabel di atas, penulis menggunakan lima metode peramalan untuk meramalkan produk Tessy jenis *Non Core*. Kelima metode tersebut adalah *Naïve Method*, *Single*

Exponential Smoothing, *Double Exponential Smoothing*, *Triple Exponential Smoothing*, dan *Trend Projection*. Pemilihan metode peramalan yang paling tepat di lihat dari

perhitungan MAD, MSE, dan MAPE paling kecil pada setiap metode peramalan. Dari hasil perhitungan di atas, dapat disimpulkan bahwa metode peramalan yang mempunyai tingkat kesalahan paling kecil adalah Trend Projection. Trend Projection mempunyai tingkat MAD sebesar 277,76, MSE sebesar 106.489,20, dan MAPE sebesar 33,87%. Maka dari itu, metode peramalan Trend Projection cocok digunakan untuk meramalkan penjualan pada produk Tessy jenis Non Core. Peramalan penjualan dengan metode Trend Projection pada periode berikutnya adalah 1.025,61 karton.

Menghitung Safety Stock

Untuk memesan suatu barang sampai barang itu datang diperlukan jangka waktu yang bisa bervariasi dari beberapa jam sampai beberapa bulan. Perbedaan waktu antara saat memesan sampai saat barang datang dikenal dengan istilah waktu tenggang (lead time). Karena adanya waktu tenggang, perlu adanya persediaan yang dicadangkan untuk kebutuhan selama menunggu barang datang, yang disebut sebagai persediaan pengaman (safety stock). Persediaan pengaman berfungsi untuk melindungi atau

menjaga kemungkinan terjadinya kekurangan barang, misalnya karena penggunaan barang lebih besar dari perkiraan semula atau keterlambatan dalam penerimaan barang yang dipesan. (Herjanto, 2008) Setelah dilakukan perhitungan maka persediaan pengaman (safety stock) untuk produk Tessy jenis Napkin adalah sebesar 309,771 karton dan jumlah persediaan pengaman (safety stock) untuk produk Tessy jenis Non Core adalah sebesar 260,09 karton.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan mengenai Analisis Perbandingan Tingkat Kesalahan Metode Peramalan Sebagai Upaya Perencanaan Pengelolaan Persediaan yang Optimal pada PT Duta Indah Sejahtera, penulis mengambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil peramalan penjualan untuk produk Tessy jenis Napkin dengan menggunakan metode peramalan *Naïve Method*, *Single Exponential Smoothing*, *Double Exponential Smoothing*, *Triple Exponential Smoothing* dan *Trend projection* untuk bulan Januari 2017 adalah sebagai berikut:

- a) Peramalan menggunakan Naïve Method adalah 1.382 karton.
 - b) Peramalan menggunakan Single Exponential Smoothing dengan $\alpha = 0,1$ adalah 1.335,45 karton.
 - c) Peramalan menggunakan Single Exponential Smoothing dengan $\alpha = 0,5$ adalah 1.273,92 karton.
 - d) Peramalan menggunakan Single Exponential Smoothing dengan $\alpha = 0,9$ adalah 1.349,06 karton.
 - e) Peramalan menggunakan Double Exponential Smoothing dengan $\alpha = 0,1$ adalah 1.258,07 karton.
 - f) Peramalan menggunakan Double Exponential Smoothing dengan $\alpha = 0,5$ adalah 1.325,91 karton.
 - g) Peramalan menggunakan Double Exponential Smoothing dengan $\alpha = 0,9$ adalah 1.618,90 karton.
 - h) Peramalan menggunakan Triple Exponential Smoothing dengan $\alpha = 0,1$ adalah 1.142,34 karton.
 - i) Peramalan menggunakan Triple Exponential Smoothing dengan $\alpha = 0,5$ adalah 1.401,73 karton.
 - j) Peramalan menggunakan Triple Exponential Smoothing dengan $\alpha = 0,9$ adalah 2.129,59 karton.
 - k) Peramalan menggunakan Trend Projection adalah 1.314,74 karton.
2. Hasil peramalan penjualan untuk produk Tessy jenis Non Core dengan menggunakan metode peramalan Naïve Method, Single Exponential Smoothing, Double Exponential Smoothing, Triple Exponential Smoothing dan Trend projection untuk bulan Januari 2017 adalah sebagai berikut:
 - a) Peramalan menggunakan Naïve Method adalah 880 karton.
 - b) Peramalan menggunakan Single Exponential Smoothing dengan $\alpha = 0,1$ adalah 1.015,70 karton.
 - c) Peramalan menggunakan Single Exponential Smoothing dengan $\alpha = 0,5$ adalah 938,17 karton.
 - d) Peramalan menggunakan Single Exponential Smoothing dengan $\alpha = 0,9$ adalah 881,36 karton.
 - e) Peramalan menggunakan Double Exponential Smoothing dengan $\alpha = 0,1$ adalah 935,47 karton.
 - f) Peramalan menggunakan Double Exponential Smoothing dengan $\alpha = 0,5$ adalah 864,10 karton.
 - g) Peramalan menggunakan Double Exponential Smoothing dengan $\alpha = 0,9$ adalah 828,33 karton.
 - h) Peramalan menggunakan Triple Exponential Smoothing dengan $\alpha = 0,1$ adalah 940,20 karton.

- i) Peramalan menggunakan Triple Exponential Smoothing dengan $\alpha = 0,5$ adalah 751,91 karton.
 - j) Peramalan menggunakan Triple Exponential Smoothing dengan $\alpha = 0,9$ adalah 1.102,21 karton.
 - k) Peramalan menggunakan Trend Projection adalah 1.025,61 karton.
3. Metode peramalan penjualan yang paling tepat untuk produk Tessy jenis Napkin dan *Non Core* adalah *Trend Projection*, karena *Trend Projection* menghasilkan tingkat MAD, MSE, dan MAPE paling kecil. *Trend Projection* untuk produk Tessy jenis Napkin mempunyai tingkat MAD sebesar 320, MSE sebesar 151.049,91, dan MAPE sebesar 24,93%. *Trend Projection* untuk produk Tessy jenis *Non Core* mempunyai tingkat MAD sebesar 277,76, MSE sebesar 106.489,20, dan MAPE sebesar 33,87%.
4. Jumlah persediaan pengaman (*safety stock*) untuk produk Tessy jenis Napkin adalah sebesar 309,771 karton. Sedangkan, jumlah persediaan pengaman (*safety stock*) untuk produk Tessy jenis *Non Core* adalah sebesar 260,09 karton.

DAFTAR PUSTAKA

- Acar, Y., & Gardner Jr., E. S. (2012). Forecasting Method Selection in a Global Supply Chain. *International Journal of Forecasting*, 842-848.
- Bungin, B. (2013). *Metodologi Penelitian Sosial & Ekonomi: Format-format Kuantitatif dan Kualitatif untuk Studi Sosiologi, Kebijakan Publik, Komunikasi, Manajemen, dan Pemasaran*. Jakarta: Kencana.
- Endarwati, O. (2017, Januari 30). Retrieved from SindoNews.com: <https://ekbis.sindonews.com/read/1175479/34/industri-pulp-dan-kertas-indonesia-diproyeksi-tumbuh-4-1485771658>
- Heizer, J., & Render, B. (2014). *Operations Management Sustainability and Supply Chain Management Eleventh Edition*. United States: Pearson Education, Inc.
- Herjanto, E. (2008). *Manajemen Operasi Edisi Ketiga*. Jakarta: PT Gramedia.
- Hill, A.V., Zhang, W., & Burch, G.F. (2015). Forecasting the forecastability quotient for inventory. *International Journal of Forecasting*, 651-663.
- Jacobs, F. R., & Chase, R. B. (2014). *Operations and Supply Chain Management Fourteenth Edition*. New York: McGraw-Hill Education.

- Kim, T. Y., Dekker, R., & Heij, C. (2017). Spare part demand forecasting for consumer goods using installed base. *Computers & Industrial Engineering*.
- Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., & Malhotra, M. K. (2007). *Operations Management Processes and Value Chains Eighth Edition*. New Jersey: Pearson Education, Inc.
- Lee, T., Cooper, F., & Jr, E. A. (1993). The Effect of Forecasting Errors on the Total Cost of Operations. 541-550.
- Mahmoud, E., & Pegels, C. C. (1990). An Approach for Selecting Times Series Forecasting Models. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 10(3); 50 - 60.
- Makridakis, S, Steven, C. W., & Victor, E. M. (1997). *Forecasting: Methods and Application, Third Edition*. New York: John Wiley & Sons.
- Mapes, J. (1993). The Effect of Capacity Limitations on Safety Stock. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 13(10); 26 - 33.
- Mekel, C., Anantadjaya, S.P., & Lahindah, L. (2014). Stock Out Analysis: An Empirical Study on Forecasting, Re-Order Point and Safety Stock Level at PT. Combiphar, *Indonesia. Review of Integrative Business & Economics Research*.
- Russell, R. S., & Taylor, B. W. (2009). *Operations Management Along the Supply Chain Sixth Edition*. Hoboken: John Wiley & Sons Pte Ltd.
- Sahu, P. K., & Kumar, R. (2014). The Evaluation of Forecasting Methods for Sales of Sterilized Flavoured Milk in Chhattisgarh. *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)* Volume 8.
- Vallet, A. C., Bermúdez, J. D., & Vercher, E. (2011). Forecasting correlated time series with exponential smoothing models. *International Journal of Forecasting*, 252-265.
- Zaidi, S. A., Khan, S. A., & Dweiri, F. (2012). Implementation of Inventory Management System in a Furniture Company: A Real Case Study. *International Journal of Engineering & Technology* Volume 2.