

PERENCANAAN KEBUTUHAN BAHAN BAKU PRODUK *WINDLASS* DENGAN MENGGUNAKAN METODE *LOT SIZING* PADA PT PINDAD (PERSERO)

Lundy Maulana¹, Retno Setyorini²

Administrasi Bisnis

Fakultas Komunikasi dan Bisnis, Universitas Telkom Bandung

Email: lundymaulana@gmail.com¹, ennosrini@gmail.com²

Abstrak: PT Pindad (Persero), khususnya pada Departemen Alat dan Peralatan Kapal Laut (APKL) yang memproduksi komponen-komponen kapal laut membutuhkan persediaan bahan baku yang mencukupi untuk melakukan proses produksi. Produk yang akan diteliti disini adalah *windlass*. Permasalahan yang terjadi di Departemen APKL adalah belum adanya perencanaan yang belum optimal dalam penentuan ukuran pemesanan bahan baku. Dampak dari hal tersebut ialah tingginya beberapa jumlah persediaan bahan baku di gudang. Berdasarkan hal itu, maka diperlukan suatu manajemen persediaan yang baik dalam menangani bahan baku tersebut.

Material Requirement Planning (MRP) digunakan sebagai cara yang diusulkan kepada perusahaan. Dua teknik *lot sizing* yang diusulkan adalah algoritma *wagner-within* (AWW) dan *lot-for-lot* (LFL). Dan teknik terbaik yang menghasilkan biaya minimum yang akan diusulkan ke perusahaan. Dalam penelitian ini komponen yang dihitung merupakan komponen yang masuk dalam kategori A berdasarkan *ABC Analysis*.

Berdasarkan perhitungan AWW dan LFL, maka didapatkan jumlah dan waktu pemesanan yang optimal. Jumlah optimal bahan baku yang dipesan secara umum adalah sejumlah unit yang dibutuhkan pada bulan tersebut. Sementara itu, waktu pemesanan yang optimal adalah berkisar antara 2 minggu hingga 2 bulan. Teknik terbaik yang menghasilkan biaya minimum adalah teknik AWW.

Kata Kunci: *Persediaan, Material Requirement Planning, ABC Analysis, Lot Sizing*

Abstract: *PT Pindad (Persero), particularly in The Department of Alat dan Peralatan Kapal Laut (APKL) that produce ship components require adequate supplies of raw materials for the production process. Products that will be researched here is windlass. Issues raised in The Department of APKL is the planning is not optimal in determining the size of the raw material ordering. The impact of that is the high amount of raw material inventory in the warehouse. Based on that, then required a good inventory management in the handling of the raw materials.*

Material Requirement Planning (MRP) are used as a way that proposed for the company. Two lot sizing techniques that proposed are algorithm wagner-within (AWW) and lot-for-lot (LFL). And the best technique that produces the minimum cost will be proposed to the company. In this study, the calculated components are components that included into A category based on ABC Analysis.

Based on the calculation of AWW and LFL, then found the number and the time of the optimal ordered. The optimal number of raw materials are ordered in general, required number of units for the month. Meanwhile, the optimal ordering time ranged from 2 weeks to 2 months. The best technique that produces the minimum cost is AWW technique.

Keywords: *Inventory, Material Requirement Planning, ABC Analysis, Lot Sizing*

PENDAHULUAN

Latar Belakang Penelitian

PT Pindad (Persero), khususnya pada Departemen APKL yang memproduksi komponen-komponen kapal laut membutuhkan persediaan bahan baku yang mencukupi untuk melakukan proses produksi. Produk yang akan diteliti disini oleh peneliti adalah *windlass*, yaitu mesin yang berfungsi untuk menurunkan dan menaikkan jangkar sewaktu berlabuh diluar pelabuhan. Hal ini karena kegunaan *windlass* dalam suatu kapal sangat penting serta ada banyaknya permintaan produk ini pada Departemen APKL.

Setiap perusahaan yang melakukan kegiatan perdagangan akan memiliki tujuan untuk mendapatkan keuntungan yang maksimal, sekaligus berharap biaya produksi yang dikeluarkan dapat ditekan seminimal mungkin. Namun, untuk mencapai tujuan tersebut akan dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satu faktornya adalah persediaan bahan baku yang cukup, yaitu yang sesuai dengan kebutuhan produksi.

Permasalahan yang terjadi di Departemen APKL adalah belum adanya perencanaan yang baik dalam penentuan ukuran pemesanan bahan baku. Pemesanan yang dilakukan selama ini adalah dengan melakukan pemesanan yang jumlahnya sesuai dengan kebutuhan dari bahan baku produk yang akan di produksi. Namun, pemesanan bahan baku yang dilakukan selama ini secara umum tidak melihat *stock/inventory* yang ada di gudang. Seringkali dilakukan pemesanan langsung tanpa melihat ketersediaan bahan baku yang ada. Dampak dari hal tersebut ialah tingginya jumlah persediaan bahan baku di gudang.

Untuk mengendalikan pengadaan bahan baku dengan metode *lot sizing*, maka dalam penelitian ini digunakan dua teknik *lot sizing* yang diusulkan kepada perusahaan untuk mendukung keputusan persediaan bahan baku produk *windlass*. Teknik *lot sizing* yang digunakan adalah algoritma *wagner-within* (AWW) dan *lot-for-lot* (LFL).

KAJIAN PUSTAKA

Menurut Fahmi (2012:109), manajemen persediaan adalah kemampuan suatu perusahaan dalam mengatur dan mengelola setiap kebutuhan barang baik barang mentah, barang setengah jadi, dan barang jadi agar selalu tersedia baik dalam kondisi pasar yang stabil dan berfluktuasi.

Sedangkan menurut Bahagia (2006:7), persediaan adalah suatu sumber daya menganggur (*idle resources*) yang keberadaannya menunggu proses lebih lanjut. Yang dimaksud proses lebih lanjut disini dapat berupa kegiatan produksi seperti dijumpai pada sistem manufaktur, kegiatan pemasaran seperti yang dijumpai pada sistem distribusi, ataupun kegiatan konsumsi seperti dijumpai pada sistem rumah tangga, perkantoran dan sebagainya.

Pengadaan persediaan pada dasarnya akan menimbulkan biaya-biaya. Biaya-biaya yang ditimbulkan dari pengadaan persediaan tersebut dapat digolongkan kedalam (Bahagia, 2006:35):

1. Ongkos Pembelian (*Purchasing Cost*)

Ongkos Pembelian adalah ongkos yang dikeluarkan untuk membeli *inventory*. Besarnya ongkos pembelian ini tergantung pada jumlah barang yang dibeli dan harga satuan barang.

2. Ongkos Pengadaan (*Procurement Cost*)

Ongkos Pengadaan adalah ongkos yang harus dikeluarkan untuk setiap proses pengadaan barang. Ongkos ini dibedakan atas dua jenis sesuai asal usul barang tersebut, yaitu ongkos pemesanan (*order cost*) bila barang dipesan dari luar sistem dan ongkos persiapan (*setup cost*) bila barang berasal dari dalam sistem.

2. Ongkos Simpan (*Holding Cost*)

Ongkos Simpan adalah semua pengeluaran yang timbul akibat penyimpanan barang, ongkos ini meliputi:

- a. Ongkos memiliki *inventory*

- b. Ongkos gudang (*storage cost*)
- c. Ongkos kerusakan dan penyusutan
- d. Ongkos kadaluarsa (*absolence cost*)
- e. Ongkos asuransi (*insurance cost*)
- f. Ongkos administrasi (*administration cost*)
- g. Ongkos lain-lain

ABC Analysis

Untuk mengatasi situasi dimana material yang harus dikendalikan jumlahnya sangat banyak, adalah bijaksana kalau keputusan pengendalian persediaan dimulai dengan membuat klasifikasi atas material yang ada. Klasifikasi material biasanya dilakukan dengan membuat klasifikasi ABC menurut kaidah Pareto (Ristono, 2009:15). Berdasarkan prinsip Pareto, barang dapat diklasifikasikan menjadi 3 kategori sebagai berikut (Bahagia, 2006:194):

Kategori A (80-20):

Terdiri dari jenis barang yang menyerap dana sekitar 80% dari seluruh modal yang disediakan untuk *inventory* dan jumlah jenis barangnya sekitar 20% dari semua jenis barang yang dikelola.

Kategori B (15-30):

Terdiri dari jenis barang yang menyerap dana sekitar 15% dari seluruh modal yang disediakan untuk *inventory* (sesudah kategori A) dan jumlah jenis barangnya sekitar 30% dari semua jenis barang yang dikelola.

Kategori C (5-50):

Terdiri dari jenis barang yang menyerap dana hanya sekitar 5% dari seluruh modal yang disediakan untuk *inventory* (yang tidak termasuk kategori A dan B) dan jumlah jenis barangnya sekitar 50% dari semua jenis barang yang dikelola.

Material Requirement Planning (MRP)

MRP merupakan suatu metode yang digunakan untuk perencanaan dan pengendalian produksi, serta pengelolaan persediaan item barang (komponen) yang tergantung pada item-item tingkat (*level*) yang lebih tinggi (Ginting, 2007:163). Informasi yang menjadi masukan untuk MRP adalah sebagai berikut (Ginting, 2007:168):

1. Jadwal Induk Produksi (JIP)
2. Catatan Status Persediaan (*Inventory Record*)
3. Daftar Material / Struktur Produk (*Bill of Material*)

Teknik Lot Sizing

1. Algoritma Wagner Within (AWW)

Algoritma ini dikembangkan oleh Wagner dan Within pada tahun 1958 untuk memberikan solusi optimum bagi persoalan ukuran pemesanan deterministik pada suatu kurun waktu tertentu dimana kebutuhan seluruh periode harus terpenuhi. Tersine dalam Bahagia (2006:100) menjabarkan langkah-langkah AWW sebagai berikut:

Langkah 1

Hitung matriks biaya total (biaya pesan dan biaya simpan), selanjutnya didefinisikan O_{en} . Rumusan O_{en} tersebut dinyatakan sebagai berikut.

$$O_{en} = A + h \sum_{t=e}^n (q_{en} - q_{et})$$

untuk $1 \leq e \leq n \leq N$

Di mana:

A : Biaya pesan (Rp/pesan)

h : Biaya simpan per unit per periode (Rp/unit/periode)

$q_{et} : \sum_{t=e}^n = D_t$

- D_t : Permintaan pada periode t
 e : Batas awal periode yang dicakup pada pemesanan q_{et}
 n : Batas maksimum periode yang dicakup pada pemesanan q_{et}

Langkah 2

Nilai f_n adalah nilai Biaya total dan pemesanan optimal yang dihitung dengan menggunakan formula sebagai berikut:

$$f_n = \text{Min} [O_{en} + f_{e-1}]$$

untuk $e = 1, 2, \dots, n$ dan $n = 1, 2, \dots, N$

Langkah 3

Solusi optimal f_T diperoleh dari perhitungan rekursif mundur seperti berikut :

$$- f_N = O_{en} + f_{e-1}$$

Pemesanan-terakhir dilakukan pada periode e untuk memenuhi permintaan dari periode e sampai periode N

$$- f_{e-1} = O_{ve-1} + f_{v-1}$$

Pemesanan sebelum pemesanan-terakhir harus dilakukan pada periode v untuk memenuhi permintaan dari periode v sampai periode $e-1$

$$- f_{u-1} = O_{u-1} + f_0$$

Pemesanan yang pertama harus dilakukan pada periode 1 untuk memenuhi permintaan dari periode 1 sampai periode $u-1$

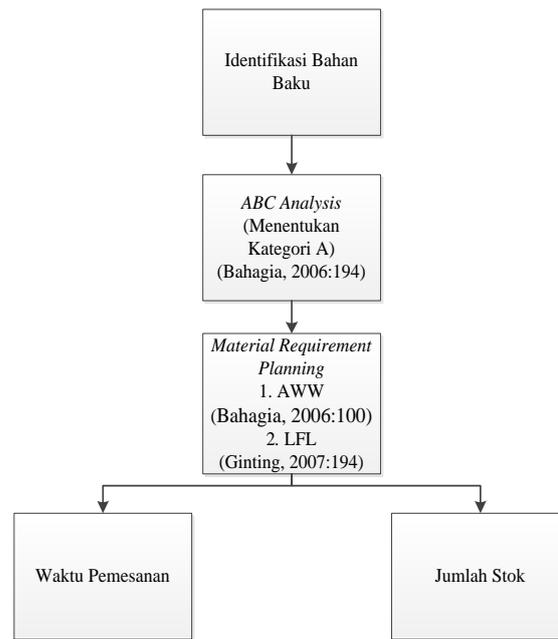
Alasan dari penggunaan teknik ini adalah karena teknik ini menghasilkan total biaya yang paling minimum karena menggunakan program dinamis dan pendekatan matematisnya yang sangat detail. Tujuan teknik ini adalah untuk mendapatkan strategi pemesanan yang optimal untuk seluruh jadwal kebutuhan bersih dengan jalan meminimasi total ongkos pengadaan dan ongkos simpan.

2. Lot-for-Lot (LFL)

Metode ini merupakan pendekatan dalam *lot sizing* yang umumnya paling mudah digunakan. Selain itu, penetapan ukuran lot ini dilakukan atas pesanan diskrit. Pada metode ini, pemesanan dilakukan dengan pertimbangan untuk meminimasi biaya ongkos simpan yang cukup besar dan memaksimalkan ongkos pesan yang relatif rendah. Pada metode ini pemenuhan kebutuhan bersih dilaksanakan pada setiap periode yang dibutuhkan. Untuk kuantitas pemesanan sama dengan jumlah kebutuhan bersih pada setiap periodenya tanpa meninggalkan sisa barang (*on-hand inventory*) untuk periode berikutnya. Pada umumnya metode ini digunakan pada pembelian barang dengan harga tinggi atau tingkat diskontinuitasnya tinggi (Ginting, 2007:194).

Alasan pemilihan teknik LFL adalah konsep pemesanan bahan baku yang dilakukan oleh perusahaan seringkali disesuaikan dengan kebutuhan tanpa meninggalkan sisa barang untuk periode berikutnya, sehingga jumlah yang dipesan sama seperti jumlah yang dibutuhkan. Oleh sebab itu seringkali *on-hand inventory* adalah nol (Ginting, 2007:204). Teknik *lot sizing* ini paling sederhana karena menyediakan persediaan berdasarkan kebutuhan, jumlah persediaan diusahakan seminimal mungkin.

Kerangka Pemikiran



Gambar 1

Kerangka Pemikiran

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan oleh peneliti dalam penelitian ini adalah deskriptif. Menurut Sekaran (2006:158), metode deskriptif dilakukan untuk mengetahui dan mampu untuk menjelaskan karakteristik variabel yang diteliti dalam suatu situasi. Penelitian deskriptif memusatkan perhatian kepada pemecahan masalah-masalah aktual sebagaimana adanya pada saat penelitian dilaksanakan. Penelitian deskriptif merupakan penelitian yang memaparkan karakteristik tertentu dari suatu fenomena (Hermawan, 2006:17).

Pengumpulan Data

Pada bagian ini, pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan informasi dan data-data yang dibutuhkan dalam rangka menyelesaikan penelitian yang akan dilakukan. Metode pengumpulan data yang digunakan di penelitian ini diperoleh dari:

1. Data Primer

Data primer merupakan data yang dikumpulkan secara langsung oleh peneliti untuk menjawab masalah atau tujuan penelitian yang dilakukan dalam penelitian eksploratif, deskriptif, maupun kausal dengan menggunakan metode pengumpulan data (Hermawan, 2006:168). Berdasarkan penjelasan dari teori tersebut, maka dapat diketahui bahwa penelitian ini dapat menggunakan data primer karena bentuk penelitian ini adalah penelitian deskriptif. Adapun pengumpulan data primer pada penelitian ini dilakukan melalui:

- Wawancara

Wawancara digunakan sebagai teknik pengumpulan data apabila peneliti ingin melakukan studi pendahuluan untuk menemukan permasalahan yang harus diteliti, dan juga apabila peneliti ingin mengetahui hal-hal dari responden yang lebih mendalam dan jumlah respondennya sedikit/kecil (Sugiyono, 2012:188).

- Observasi

Observasi sebagai teknik pengumpulan data mempunyai ciri yang spesifik bila dibandingkan dengan teknik yang lain, yaitu wawancara dan kuesioner. Kalau wawancara

dan kuesioner selalu berkomunikasi dengan orang, maka observasi tidak terbatas pada orang, tetapi juga obyek-obyek alam yang lain (Sugiyono, 2012:196).

2. Data Sekunder

Menurut Sugiyono (2012:187), data sekunder merupakan data yang sumbernya secara tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data. Data sekunder merupakan struktur data historis mengenai variabel-variabel yang telah dikumpulkan dan dihimpun sebelumnya oleh pihak lain (Hermawan, 2006:168).

Proses mengumpulkan data sekunder dalam penelitian ini dilakukan melalui studi pustaka yaitu menggunakan buku-buku atau jurnal-jurnal yang relevan dengan penelitian dalam memperoleh informasi dan data-data yang dibutuhkan. Selain itu juga penggunaan *record* data yang dimiliki oleh Departemen APKL untuk memenuhi data-data yang dibutuhkan seperti data jenis-jenis bahan baku, data status persediaan, data *bill of material*, jadwal induk produksi, *lead time*, data biaya simpan dan data biaya pesan.

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan oleh peneliti adalah dengan menggunakan analisis data kuantitatif. Metode kuantitatif merupakan, metode penelitian yang digunakan untuk meneliti populasi atau sampel tertentu, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat statistik, dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan. (Sugiyono 2012:11). Pada penelitian ini, analisis kuantitatif digunakan karena data penelitian yang digunakan adalah berupa angka-angka.

Berikut ini merupakan teknik analisis data yang digunakan oleh peneliti dalam melakukan penelitian ini, yaitu:

- a. *ABC Analysis*
- b. Algoritma *Wagner-Within* (AWW)
- c. *Lot-for-Lot* (LFL)
- d. Perhitungan Biaya

Untuk menentukan biaya terkecil yang ditimbulkan dari perhitungan *lot sizing* yang telah dilakukan, maka terdapat 3 tahap dalam menentukan total biaya berdasarkan perhitungan *lot sizing*, yaitu:

Tahap 1: Menentukan biaya pemesanan dengan rumus:

Biaya Pemesanan = Σ pesanan x biaya/sekali pesan

Tahap 2: Menentukan biaya penyimpanan dengan rumus:

Biaya Penyimpanan = Σ inventory x biaya simpan/unit/bulan

Tahap 3: Menentukan total biaya keseluruhan dengan rumus:

Total Biaya = Biaya Pemesanan + Biaya Penyimpanan

HASIL ANALISIS

Hasil Penelitian

Pada bagian ini akan dilakukan pengolahan data setelah data-data yang dibutuhkan telah diperoleh. Hal ini dilakukan untuk mengetahui hasil dari tujuan penelitian ini yang selanjutnya akan dianalisis pada bagian berikutnya. Pengolahan data yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Kategorisasi komponen bahan baku produk *windlass* dengan menggunakan metode *ABC Analysis*

Data yang akan digunakan dalam perhitungan ini adalah data jenis-jenis bahan baku, data jumlah pemakaian tiap jenis bahan baku selama satu tahun dan data harga satuan bahan baku. Adapun langkah untuk melakukan pengelompokan berdasarkan metode *ABC Analysis* dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut (Bahagia, 2006:195):

1. Hitung jumlah penyerapan dana untuk setiap jenis barang per tahun (M_i), yaitu dengan mengalikan antara jumlah pemakaian tiap jenis barang per tahun (D_i) dengan harga satuan barang (p_i), secara matematis dapat dinyatakan:

$$M_i = D_i \times p_i$$

Contoh Perhitungan:

- Komponen *Frame Assy*

$$\begin{aligned} M_i &= D_i \times p_i \\ &= 44 \times \text{Rp } 3.152.677 \\ &= \text{Rp } 138.717.788 \end{aligned}$$

2. Hitung jumlah total penyerapan dana untuk semua jenis barang

$$M = \sum M_i$$

3. Hitung persentase penyerapan dana untuk setiap jenis barang (P_i)

$$P_i = M_i/M \times 100\%$$

Contoh Perhitungan:

- Komponen *Frame Assy*

$$\begin{aligned} P_i &= M_i/M \times 100\% \\ &= \frac{\text{Rp } 138.717.788}{\text{Rp } 5.246.795.884} \times 100\% \\ &= 2,644 \% \end{aligned}$$

4. Hitung persentase setiap jenis item:

$$I_i = 1/N \times 100\% ; \text{ dimana } N \text{ jumlah jenis item barang}$$

Contoh Perhitungan:

- Komponen *Frame Assy*

$$\begin{aligned} I_i &= 1/N \times 100\% \\ &= \frac{1}{127} \times 100\% \end{aligned}$$

5. Urutkan persentase penyerapan dana sesuai dengan urutan besarnya persentase penyerapan dana, dimulai dari persentase penyerapan dana terbesar sampai dengan yang terkecil.

6. Hitung nilai kumulatif persentase penyerapan dana dan nilai kumulatif persentase jenis barang berdasarkan urutan yang diperoleh pada langkah 5.

7. Tentukan kategorisasi barang berdasarkan prinsip Pareto

Berdasarkan prinsip Pareto, barang dapat diklasifikasikan menjadi 3 kategori sebagai berikut (Bahagia, 2006:194):

Kategori A (80-20):

Terdiri dari jenis barang yang menyerap dana sekitar 80% dari seluruh modal yang disediakan untuk inventori dan jumlah jenis barangnya sekitar 20% dari semua jenis barang yang dikelola.

Kategori B (15-30):

Terdiri dari jenis barang yang menyerap dana sekitar 15% dari seluruh modal yang disediakan untuk inventori (sesudah kategori A) dan jumlah jenis barangnya sekitar 30% dari semua jenis barang yang dikelola.

Kategori C (5-50):

Terdiri dari jenis barang yang menyerap dana hanya sekitar 5% dari seluruh modal yang disediakan untuk inventori (yang tidak termasuk kategori A dan B) dan jumlah jenis barangnya sekitar 50% dari semua jenis barang yang dikelola.

Berdasarkan hasil perhitungan seperti langkah diatas, dari 127 jenis komponen yang dihitung, maka yang masuk dalam kategori A adalah berjumlah 24 jenis komponen, kategori B yang berjumlah 31 jenis komponen dan 72 jenis komponen yang masuk dalam kategori C.

Pada penelitian ini, jenis komponen yang akan digunakan dalam perhitungan selanjutnya adalah jenis komponen yang masuk dalam kategori A yaitu Gear Z100L70M6-ID90, Brake Assy D400L78T1, Hydraulic Motor, Cable Lifter CH22-ID90 Assy, Cable Lifter-CH22, Clutch Assy-CL20.5-LK80, Thread Rod-BR400 Assy, Pinion Gear Z20L70M6-ID42, Main Shaft, Journal Bearing Assy 2, Frame Assy, Journal Bearing-ID78T1 Assy, Hex Nut, Bushing-CH20.5-ID90, Warping End D 300-ID 80, Bottom Link-BR400, Thread Rod-BR400, Spacer 2, Bushing Block D106, Bushing Block D94M, Brake Band-D400L78 Assy, Bushing D90/106, Parallel Key-W20X185, dan Bushing D78/94. Pemilihan kategori A sebagai jenis komponen yang akan dijadikan sebagai pengolahan data berikutnya adalah karena komponen-komponen yang termasuk dalam kategori A ini membutuhkan pengendalian yang lebih besar jika dibandingkan dengan kategori B dan C.

2. Perhitungan total biaya persediaan *existing*

a. Biaya Pesan

Biaya pesan adalah biaya yang dibutuhkan ketika memesan barang dari *supplier* atau pabrik. Biaya ini tidak bergantung pada jumlah kuantitas yang dipesan, tetapi bergantung pada jumlah order yang dilakukan (Yunarto dan Santika, 2005:11). Berdasarkan informasi yang didapat dari perusahaan mengenai rincian biaya pesan, yaitu biaya pesan tersebut berjumlah 15% dari harga bahan baku tersebut. Besar persentase tersebut sudah ditentukan oleh pihak perusahaan. Perhitungan biaya pesan dapat dilakukan dengan mengalikan jumlah pesanan pada suatu periode dengan biaya per sekali pesan.

Biaya Pemesanan = Σ pesanan x biaya per sekali pesan

Contoh perhitungan:

- Komponen GEAR Z100L70M6-ID90

Dalam perhitungan ini, biaya pesan komponen tersebut adalah 15% dari harga bahan baku tersebut. Sehingga biaya per sekali pesannya adalah:

$$15\% \times \text{Rp } 13.000.000 = \text{Rp } 1.950.000$$

Biaya Pemesanan

$$= 7 \times \text{Rp } 1.950.000$$

$$= \text{Rp } 13.650.000/\text{tahun}$$

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, total biaya pesan yang harus dikeluarkan oleh perusahaan untuk melakukan pemesanan bahan baku selama satu tahun adalah Rp 65.316.655.

b. Biaya Simpan

Biaya simpan meliputi segala biaya yang berhubungan dengan posisi dari *inventory* itu sendiri dalam perusahaan (*warehouse*) (Yunarto dan Santika, 2005:10). Berdasarkan informasi yang didapat dari perusahaan mengenai rincian biaya simpan, yaitu biaya simpan tersebut berjumlah 10% dari harga bahan baku tersebut. Besar persentase tersebut sudah ditentukan oleh pihak perusahaan. Perhitungan biaya simpan dapat dilakukan dengan mengalikan jumlah inventori yang disimpan perusahaan pada suatu periode dengan biaya simpan per unit per bulan.

Biaya Penyimpanan = Σ inventory x biaya simpan per unit per bulan

Jumlah inventori yang disimpan oleh perusahaan dapat dihitung dari persamaan sebagai berikut:

Bahan disimpan = Persediaan awal + Bahan yang dibeli – Bahan yang dipakai

Contoh perhitungan:

- Komponen GEAR Z100L70M6-ID90

Dalam perhitungan ini, biaya pesan komponen tersebut adalah 10% dari harga bahan baku tersebut. Sehingga biaya per sekali pesannya adalah:

$$10\% \times \text{Rp } 13.000.000 = \text{Rp } 1.300.000$$

$$\text{Bahan disimpan} = 0 + 44 - 44 = 0$$

Biaya Penyimpanan

$$= 0 \times \text{Rp } 13.000.000 = \text{Rp } 0/\text{tahun}$$

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, total biaya simpan yang harus dikeluarkan oleh perusahaan untuk melakukan penyimpanan bahan baku selama satu tahun adalah Rp 3.742.093.

c. Total Biaya Persediaan Existing

Berdasarkan perhitungan total biaya pesan dan total biaya simpan yang telah dilakukan, maka total biaya persediaan *existing* adalah Rp 69.058.748.

Total biaya persediaan *existing* dapat diperoleh dengan menjumlahkan total biaya pesan dengan total biaya simpan.

Total Biaya Persediaan

$$= \text{Rp } 65.316.655 + \text{Rp } 3.742.093$$

$$= \text{Rp } 69.058.748$$

3. Perhitungan total biaya persediaan dengan menggunakan metode Algoritma Wagner Within (AWW) dan Lot-for-Lot (LFL) pada komponen bahan baku produk windlass dengan kategori A

Pada bagian ini, akan diberikan contoh perhitungan MRP dengan menggunakan teknik *lot sizing* AWW dan LFL untuk komponen Gear Z100L70M6-ID90.

Langkah - langkah dasar dalam penyusunan Proses MRP adalah sebagai berikut:

1. *Netting* (kebutuhan bersih): Proses perhitungan kebutuhan bersih untuk setiap periode selama horison perencanaan. Kebutuhan bersih ini diperoleh dari kebutuhan kotor periode sekarang dikurangi inventori periode sebelumnya ditambahkan dengan *safety stock* yang telah ditentukan.
2. *Lotting* (kuantitas pesanan): Proses penentuan besarnya ukuran jumlah pesanan yang optimal untuk sebuah item, berdasarkan kebutuhan bersih yang dihasilkan. Pada penelitian ini menggunakan teknik *lot sizing* AWW dan LFL. Dari hasil perhitungan kedua teknik tersebut, nantinya akan dibandingkan dan selanjutnya teknik yang menghasilkan biaya terendah akan dipilih. Di dalam pemesanan komponen nantinya, tidak diberlakukannya ukuran pembelian minimum, sehingga dalam melakukan pemesanan dapat sesuai dengan jumlah komponen yang dibutuhkan.
3. *Offsetting* (rencana pemesanan): Bertujuan untuk menentukan kuantitas pesanan yang dihasilkan proses *lotting*. Penentuan rencana saat pemesanan ini diperoleh dengan cara mengurangkan saat kebutuhan bersih yang harus tersedia dengan waktu ancap-ancang (*lead time*). *Lead time* yang berlaku untuk komponen yang berasal dari luar negeri adalah 2 bulan, sedangkan untuk bahan baku yang berasal dari dalam negeri adalah 2 minggu.
4. *Exploding*: Merupakan proses perhitungan kebutuhan kotor untuk tingkat (level) yang lebih bawah dalam suatu struktur produk, serta didasarkan atas rencana pemesanan.

a. Perhitungan dengan Teknik Lot Sizing Algoritma Wagner-Within

Langkah 1

Hitung matriks biaya total (biaya pesan dan biaya simpan), selanjutnya didefinisikan O_{en} . Rumusan O_{en} tersebut dinyatakan sebagai berikut.

$$O_{en} = A + h \sum_{t=e}^n (q_{en} - q_{et})$$

untuk $1 \leq e \leq n \leq N$

Di mana:

A : Biaya pesan (Rp/pesan)

h : Biaya simpan per unit per periode (Rp/unit/periode)

$q_{et} : \sum_{t=e}^n = D_t$

- D_t : Permintaan pada periode t
 e : Batas awal periode yang dicakup pada pemesanan q_{et}
 n : Batas maksimum periode yang dicakup pada pemesanan q_{et}

Contoh Perhitungan:

- Komponen GEAR Z100L70M6-ID90

Parameter yang dapat diidentifikasi berdasarkan pengumpulan data adalah sebagai berikut:

- A = Rp 1.950.000/pesan
 h = Rp 1.300.000/unit/bulan
 L = 2 Bulan
 D = Jan (14 unit) Feb (0)
 Mar (13) Apr (1)
 Mei (0) Jun (0)
 Jul (4) Agu (0)
 Sep (0) Okt (6)
 Nov (4) Des (2)

Berdasarkan rumusan O_{en} diatas, diperoleh hasil sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 O_{1;1} &= 1.950.000 + 1.300.000 [(14-14)] &&= 1.950.000 \\
 O_{1;2} &= 1.950.000 + 1.300.000 [(14-14)+(14-14)] &&= 1.950.000 \\
 O_{1;3} &= 1.950.000 + 1.300.000 [(27-14)+(27-14)+(27-27)] &&= 35.750.000 \\
 O_{1;4} &= 1.950.000 + 1.300.000 [(28-14)+(28-14)+(28-27) + (28-28)] &&= 39.650.000 \\
 O_{1;5} &= 1.950.000 + 1.300.000 [(28-14)+(28-14)+(28-27)+(28-28)+(28-28)] \\
 &= 39.650.000 \\
 O_{1;6} &= 1.950.000 + 1.300.000 [(28-14)+(28-14)+(28-27)+(28-28)+(28-28)+(28-28)] \\
 &= 39.650.000 \\
 O_{1;7} &= 1.950.000 + 1.300.000 [(32-14)+(32-14)+(32-27)+(32-28)+(32-28)+(32-28)+(32-32)] \\
 &= 70.850.000 \\
 O_{1;8} &= 1.950.000 + 1.300.000 [(32-14)+(32-14)+(32-27)+(32-28)+(32-28)+(32-28)+(32-32)+(32-32)] \\
 &= 70.850.000 \\
 O_{1;9} &= 1.950.000 + 1.300.000 [(32-14)+(32-14)+(32-27)+(32-28)+(32-28)+(32-28)+(32-32)+(32-32)+(32-32)+(32-32)] \\
 &= 70.850.000 \\
 O_{1;10} &= 1.950.000 + 1.300.000 [(38-14)+(38-14)+(38-27)+(38-28)+(38-28)+(38-28)+(38-32)+(38-32)+(38-32)+(38-38)] \\
 &= 141.050.000 \\
 O_{1;11} &= 1.950.000 + 1.300.000 [(42-14)+(42-14)+(42-27)+(42-28)+(42-28)+(42-28)+(42-32)+(42-32)+(42-32)+(42-38)+(42-42)] \\
 &= 193.050.000 \\
 O_{1;12} &= 1.950.000 + 1.300.000 [(44-14)+(44-14)+(44-27)+(44-28)+(44-28)+(44-28)+(44-32)+(44-32)+(44-32)+(44-38)+(44-42)+(44-44)] \\
 &= 221.650.000 \\
 O_{2;2} &= 1.950.000 + 1.300.000 [(0-0)] &&= 1.950.000 \\
 O_{2;3} &= 1.950.000 + 1.300.000 [(13-0)+(13-13)] &&= 18.850.000 \\
 &\cdot \\
 &\cdot \\
 &\cdot \\
 &\cdot \\
 O_{12;12} &= 1.950.000 + 1.300.000 [(2-2)] &&= 1.950.000
 \end{aligned}$$

Nilai O_{en} berdasarkan hasil perhitungan diatas dapat dilihat dalam Tabel 1.

Langkah 2

Nilai f_n adalah nilai Biaya total dan pemesanan optimal yang dihitung dengan menggunakan formula sebagai berikut:

$$f_n = \text{Min} [O_{en} + f_{e-1}]$$

untuk $e = 1, 2, \dots, n$ dan $n = 1, 2, \dots, N$

Contoh Perhitungan:

- Komponen GEAR Z100L70M6-ID90

Berdasarkan perhitungan langkah 1, maka langkah 2 dapat diselesaikan dengan cara sebagai berikut:

$$f_0 = 0$$

$$f_1 = \text{Min} [O_{1;1} + f_0] = \text{Min} [1.950.000] \\ = 1.950.000 \text{ untuk } O_{1;1} + f_0$$

$$f_2 = \text{Min} [O_{1;2} + f_0, O_{2;2} + f_1] = \text{Min} [1.950.000+0, 1.950.000+1.950.000] \\ = 1.950.000 \text{ untuk } O_{1;2} + f_0$$

$$f_3 = \text{Min} [O_{1;3} + f_0, O_{2;3} + f_1, O_{3;3} + f_2] \\ = \text{Min} [35.750.000+0, 18.850.000+1.950.000, 1.950.000+1.950.000] \\ = 3.900.000 \text{ untuk } O_{3;3} + f_2$$

$$f_4 = \text{Min} [O_{1;4} + f_0, O_{2;4} + f_1, O_{3;4} + f_2, O_{4;4} + f_3] \\ = \text{Min} [39.650.000+0, 21.450.000+1.950.000, 3.250.000+1.950.000, \\ 1.950.000+3.900.000] \\ = 5.200.000 \text{ untuk } O_{3;4} + f_2$$

$$f_5 = \text{Min} [O_{1;5} + f_0, O_{2;5} + f_1, O_{3;5} + f_2, O_{4;5} + f_3, O_{5;5} + f_4] \\ = \text{Min} [39.650.000+0, 21.450.000+1.950.000, 3.250.000+1.950.000, \\ 1.950.000+3.900.000, 1.950.000+5.200.000] \\ = 5.200.000 \text{ untuk } O_{3;5} + f_2$$

•
•
•
•

$$f_{12} = \text{Min} [O_{1;12} + f_0, O_{2;12} + f_1, O_{3;12} + f_2, O_{4;12} + f_3, O_{5;12} + f_4, O_{6;12} + f_5, \\ O_{7;12} + f_6, O_{8;12} + f_7, O_{9;12} + f_8, O_{10;12} + f_9, O_{11;12} + f_{10}, O_{12;12} + f_{11}] \\ = \text{Min} [221.650.000+0, 182.650.000+1.950.000, \\ 143.650.000+1.950.000, 121.550.000+3.900.000, \\ 100.750.000+5.200.000, 79.950.000+5.200.000, \\ 59.150.000+5.200.000, 43.550.000+7.150.000, \\ 27.950.000+7.150.000, 12.350.000+7.150.000, \\ 4.550.000+9.100.000, 1.950.000+11.050.000] \\ = 13.000.000 \text{ untuk } O_{12;12} + f_{11}$$

Hasil perhitungan f_n secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 2.

Langkah 3

Solusi optimal f^T diperoleh dari perhitungan rekursif mundur seperti berikut :

$$- \mathbf{f}_N = \mathbf{O}_{en} + \mathbf{f}_{e-1}$$

Pemesanan-terakhir dilakukan pada periode e untuk memenuhi permintaan dari periode e sampai periode N

$$- \mathbf{f}_{e-1} = \mathbf{O}_{ve-1} + \mathbf{f}_{v-1}$$

Pemesanan sebelum pemesanan-terakhir harus dilakukan pada periode v untuk memenuhi permintaan dari periode v sampai periode $e-1$

$$- \mathbf{f}_{u-1} = \mathbf{O}_{u-1} + \mathbf{f}_0$$

Pemesanan yang pertama harus dilakuakn pada periode 1 untuk memenuhi permintaan dari periode 1 sampai periode $u-1$

Contoh Perhitungan:

- Komponen GEAR Z100L70M6-ID90

Berdasarkan hasil perhitungan pada langkah 2, solusi optimal berada pada $O_{12;12} + f_{11}$ dengan biaya minimal (f_n) Rp 13.000.000. selanjutnya untuk menentukan ukuran lot pemesanan tersebut, maka akan dilakukan langkah sebagai berikut:

- $f_{12} = O_{12;12} + f_{11}$, berarti bahwa pemesanan sebesar 2 unit dilakukan pada periode 12 untuk memenuhi permintaan pada periode 12 saja, selanjutnya pesanan pada periode sebelumnya bergantung pada f_{11} .
- $f_{11} = O_{11;11} + f_{10}$, berarti bahwa pemesanan sebesar 4 unit dilakukan pada periode 11 untuk memenuhi permintaan pada periode 11 saja, selanjutnya pesanan pada periode sebelumnya bergantung pada f_{10} .
- $f_{10} = O_{10;10} + f_9$, berarti bahwa pemesanan sebesar 6 unit dilakukan pada periode 10 untuk memenuhi permintaan pada periode 10 saja, selanjutnya pesanan pada periode sebelumnya bergantung pada f_9 .
- $F_9 = O_{7;9} + f_6$, berarti bahwa pemesanan sebesar 4 unit dilakukan pada periode 7 untuk memenuhi permintaan pada periode 7 sampai periode 9, selanjutnya pesanan pada periode sebelumnya bergantung pada f_6 .
- $F_6 = O_{3;6} + f_2$, berarti bahwa pemesanan sebesar 14 unit dilakukan pada periode 3 untuk memenuhi permintaan pada periode 3 sampai periode 6, selanjutnya pesanan pada periode sebelumnya bergantung pada f_2 .
- $f_2 = O_{1;2} + f_0$, berarti bahwa pemesanan sebesar 14 unit dilakukan pada periode 1 untuk memenuhi permintaan pada periode 1 dan periode 2.

Penjabaran selesai sebab semua periode telah tercakup. Dengan demikian hasil perhitungan lot ekonomis dengan teknik AWW dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 1
Matriks Biaya Total Gear Z100L70M6-ID90

e \ n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Rp 1.950.000	Rp1.950.000	Rp 35.750.000	Rp 39.650.000	Rp 39.650.000	Rp 39.650.000	Rp 70.850.000	Rp 70.850.000	Rp 70.850.000	Rp 141.050.000	Rp 193.050.000	Rp 221.650.000
2		Rp1.950.000	Rp 18.850.000	Rp 21.450.000	Rp 21.450.000	Rp 21.450.000	Rp 47.450.000	Rp 47.450.000	Rp 47.450.000	Rp 109.850.000	Rp 156.650.000	Rp 182.650.000
3			Rp 1.950.000	Rp 3.250.000	Rp 3.250.000	Rp 3.250.000	Rp 24.050.000	Rp 24.050.000	Rp 24.050.000	Rp 78.650.000	Rp 120.250.000	Rp 143.650.000
4				Rp 1.950.000	Rp 1.950.000	Rp 1.950.000	Rp 17.550.000	Rp 17.550.000	Rp 17.550.000	Rp 64.350.000	Rp 100.750.000	Rp 121.550.000
5					Rp 1.950.000	Rp 1.950.000	Rp 12.350.000	Rp 12.350.000	Rp 12.350.000	Rp 51.350.000	Rp 82.550.000	Rp 100.750.000
6						Rp 1.950.000	Rp 7.150.000	Rp 7.150.000	Rp 7.150.000	Rp 38.350.000	Rp 64.350.000	Rp 79.950.000
7							Rp 1.950.000	Rp 1.950.000	Rp 1.950.000	Rp 25.350.000	Rp 46.150.000	Rp 59.150.000
8								Rp 1.950.000	Rp 1.950.000	Rp 17.550.000	Rp 33.150.000	Rp 43.550.000
9									Rp 1.950.000	Rp 9.750.000	Rp 20.150.000	Rp 27.950.000
10										Rp 1.950.000	Rp 7.150.000	Rp 12.350.000
11											Rp 1.950.000	Rp 4.550.000
12												Rp 1.950.000

Sumber: Olah Data

Tabel 2
Matriks Biaya Minimum (f_n) Gear Z100L70M6-ID90

e \ n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Rp 1.950.000	Rp1.950.000	Rp 35.750.000	Rp 39.650.000	Rp 39.650.000	Rp 39.650.000	Rp 70.850.000	Rp 70.850.000	Rp 70.850.000	Rp 141.050.000	Rp 193.050.000	Rp 221.650.000
2		Rp3.900.000	Rp 20.800.000	Rp 23.400.000	Rp 23.400.000	Rp 23.400.000	Rp 49.400.000	Rp 49.400.000	Rp 49.400.000	Rp 111.800.000	Rp 158.600.000	Rp 184.600.000
3			Rp 3.900.000	Rp 5.200.000	Rp 5.200.000	Rp 5.200.000	Rp 26.000.000	Rp 26.000.000	Rp 26.000.000	Rp 80.600.000	Rp 122.200.000	Rp 145.600.000
4				Rp 5.850.000	Rp 5.850.000	Rp 5.850.000	Rp 21.450.000	Rp 21.450.000	Rp 21.450.000	Rp 68.250.000	Rp 104.650.000	Rp 125.450.000
5					Rp 7.150.000	Rp 7.150.000	Rp 17.550.000	Rp 17.550.000	Rp 17.550.000	Rp 56.550.000	Rp 87.750.000	Rp 105.950.000
6						Rp 7.150.000	Rp 12.350.000	Rp 12.350.000	Rp 12.350.000	Rp 43.550.000	Rp 69.550.000	Rp 85.150.000
7							Rp 7.150.000	Rp 7.150.000	Rp 7.150.000	Rp 30.550.000	Rp 51.350.000	Rp 64.350.000
8								Rp 9.100.000	Rp 9.100.000	Rp 24.700.000	Rp 40.300.000	Rp 50.700.000
9									Rp 9.100.000	Rp 16.900.000	Rp 27.300.000	Rp 35.100.000
10										Rp 9.100.000	Rp 14.300.000	Rp 19.500.000
11											Rp 11.050.000	Rp 13.650.000
12												Rp 13.000.000
f_n	Rp 1.950.000	Rp 1.950.000	Rp 3.900.000	Rp 5.200.000	Rp 5.200.000	Rp 5.200.000	Rp 7.150.000	Rp 7.150.000	Rp 7.150.000	Rp 9.100.000	Rp 11.050.000	Rp 13.000.000

Sumber: Olah Data

Tabel 3

Kebijakan Inventori Gear Z100L70M6-ID90 dengan Teknik Algoritma *Wagner Within*

Safety Stock	0													
Persediaan Awal	0													
Item : GEAR Z100L70M6-ID90 Level : 1	2012		2013											
Lot Size : AWW Lead Time : 2 Bulan	Nop	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nop	Des
Gross Requirement (GR)			14	0	13	1	0	0	4	0	0	6	4	2
Schedule Receipts (SR)														
On-Hand Inventory (OH)		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Net Requirements (NR)			14	0	13	0	0	0	4	0	0	6	4	2
Planned Order Receipts (PORc)			14		14				4			6	4	2
Planned Order Releases (PORl)	14	0	14	0	0	0	4	0	0	6	4	2		

Sumber: Olah Data

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan dengan menggunakan teknik AWW, maka dapat diketahui total biaya persediaan yang ditimbulkan, yaitu dengan cara:

Biaya Pesan

$$\begin{aligned} \text{Biaya Pemesanan} &= 6 \times \text{Rp } 1.950.000 \\ &= \text{Rp } 11.700.000/\text{tahun} \end{aligned}$$

Biaya Simpan

$$\begin{aligned} \text{Biaya Penyimpanan} &= 1 \times \text{Rp } 1.300.000 \\ &= \text{Rp } 1.300.000/\text{tahun} \end{aligned}$$

Total Biaya Persediaan

$$\text{Total Biaya Persediaan} = \text{Rp } 11.700.000 + \text{Rp } 1.300.000 = \text{Rp } 13.000.000$$

b. Perhitungan dengan Teknik *Lot Sizing Lot-for-Lot***Contoh Perhitungan:**

- Komponen GEAR Z100L70M6-ID90

Hasil perhitungan lot ekonomis dengan teknik LFL dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4

Kebijakan Inventori Gear Z100L70M6-ID90 dengan Teknik *Lot-for-Lot*

Safety Stock	0													
Persediaan Awal	0													
Item : GEAR Z100L70M6-ID90 Level : 1	2012		2013											
Lot Size : LFL Lead Time : 2 Bulan	Nop	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nop	Des
Gross Requirement (GR)			14	0	13	1	0	0	4	0	0	6	4	2
Schedule Receipts (SR)														
On-Hand Inventory (OH)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Net Requirements (NR)			14	0	13	1	0	0	4	0	0	6	4	2
Planned Order Receipts (PORc)			14		13	1			4			6	4	2
Planned Order Releases (PORl)	14	0	13	1	0	0	4	0	0	6	4	2		

Sumber: Olah Data

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan dengan menggunakan teknik LFL, maka dapat diketahui total biaya persediaan yang ditimbulkan, yaitu dengan cara:

Biaya Pesan

$$\begin{aligned} \text{Biaya Pemesanan} &= 7 \times \text{Rp } 1.950.000 \\ &= \text{Rp } 13.650.000/\text{tahun} \end{aligned}$$

Biaya Simpan

$$\begin{aligned} \text{Biaya Penyimpanan} &= 0 \times \text{Rp } 1.300.000 \\ &= \text{Rp } 0/\text{tahun} \end{aligned}$$

Total Biaya Persediaan

$$\text{Total Biaya Persediaan} = \text{Rp } 13.650.000 + \text{Rp } 0 = \text{Rp } 13.650.000$$

PEMBAHASAN

Analisis Kategorisasi Komponen Bahan Baku Berdasarkan Metode *ABC Analysis*

Jika dilihat secara keseluruhan, jenis bahan baku dalam membentuk satu unit produk *windlass* ini terdiri dari 127 jenis komponen. Melihat banyaknya komponen-komponen tersebut serta kondisi yang demikian tentu memerlukan penanganan khusus, maka pada penelitian ini dilakukan kategorisasi komponen-komponen tersebut dengan menggunakan metode *ABC Analysis* berdasarkan pada tiap biaya yang dikeluarkan dalam melakukan pembelian. Pengelompokan ini dilakukan untuk menentukan komponen-komponen apa saja yang membutuhkan pengendalian lebih dalam serta yang paling penting untuk perusahaan, untuk itu perlu diperhatikan secara lebih baik.

Berdasarkan *ABC Analysis* yang diterapkan, maka komponen-komponen tersebut dapat dikategorikan dalam 3 kategori yaitu kategori A, kategori B dan kategori C. Dari 127 jenis komponen yang dihitung, berdasarkan Tabel 4.2, maka yang masuk dalam kategori A berjumlah 24 jenis komponen, kategori B berjumlah 31 jenis komponen dan 72 jenis komponen yang masuk dalam kategori C.

Pada penelitian ini, jenis komponen yang akan digunakan dalam perhitungan selanjutnya adalah jenis komponen yang masuk dalam kategori A. Pemilihan kategori A sebagai jenis komponen yang akan dijadikan sebagai pengolahan data berikutnya adalah karena komponen-komponen yang termasuk dalam kategori A ini membutuhkan pengendalian yang lebih besar jika dibandingkan dengan kategori B dan C. Sehingga agar tidak memunculkan beban biaya yang besar pada kategori A, yang merupakan kategori yang paling penting dalam proses produksi ini, maka pengendaliannya perlu diperhatikan secara lebih baik.

Analisis Total Biaya Persediaan dengan Teknik *Lot Sizing* Algoritma *Wagner-Within* dan *Lot-for-Lot*

Hasil perhitungan total biaya persediaan komponen yang termasuk dalam kategori A dengan teknik *lot sizing* yang diterapkan seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya dapat dilihat pada Tabel 5. Pada tabel tersebut terlihat bahwa perencanaan dan pengendalian persediaan dengan menggunakan teknik AWW dan LFL yang telah dilakukan, maka teknik terbaik yang menghasilkan biaya minimum adalah teknik AWW, yaitu sebesar Rp 63.615.051. Hal ini disebabkan karena karakteristik dari tiap teknik *lot sizing* yang berbeda sehingga cara pemesanan bahan bakunya pun berbeda.

Dari karakteristik masing-masing teknik, dapat dilihat bahwa ukuran *lot* pemesanan AWW didasarkan pada perhitungan algoritma dari total biaya pesan dan biaya simpan yang

minimum, sedangkan ukuran *lot* pemesanan LFL didasarkan pada kebutuhan bersih pada suatu periode.

Frekuensi pemesanan yang berbeda akan mempengaruhi jumlah inventori yang disimpan, sehingga akan berpengaruh pada biaya pesan dan biaya simpan yang dikeluarkan oleh perusahaan. Dan tentu akan berdampak pada total biaya persediaan yang harus ditanggung oleh perusahaan.

Berdasarkan Tabel 5, dapat dilihat masing-masing frekuensi pemesanan dari kedua teknik *lot sizing*. Adanya perbedaan frekuensi pemesanan pada komponen-komponen seperti Gear Z100L70M6-ID90, Hydraulic Motor, Pinion Gear Z20L70M6-ID42, Main Shaft dan Frame Assy menyebabkan teknik AWW lebih unggul dibandingkan dengan teknik LFL. Dimana semakin sedikit frekuensi pemesanan yang dilakukan, maka akan menghasilkan total biaya persediaan yang semakin minimum. Meskipun begitu total biaya persediaan juga dipengaruhi oleh jumlah inventori yang disimpan. Dalam kasus ini, meskipun ada biaya simpan yang muncul dalam perhitungan teknik AWW, namun besarnya biaya simpan tersebut tidak sebanding dengan biaya pesan yang ditimbulkan. Hal ini menandakan adanya perbedaan dari tiap teknik *lot sizing* sesuai dengan karakteristik yang dimiliki masing-masing.

Tabel 5
Total Biaya Persediaan dengan Teknik *Lot Sizing*

No	Komponen	Teknik <i>Lot Sizing</i>							
		Algoritma <i>Wagner-Within</i>				<i>Lot-for-Lot</i>			
		Frekuensi Pemesanan	Biaya Pesan	<i>Inventory</i>	Biaya Simpan	Frekuensi Pemesanan	Biaya Pesan	<i>Inventory</i>	Biaya Simpan
1	GEAR Z100L70M6-ID90	6	Rp11.700.000	1	Rp1.300.000	7	Rp 13.650.000	0	Rp -
2	BRAKE ASSY D400L78T1	7	Rp 6.037.500	0	Rp -	7	Rp 6.037.500	0	Rp -
3	HYDRAULIC MOTOR	6	Rp10.350.000	1	Rp1.150.000	7	Rp 12.075.000	0	Rp -
4	CABLE LIFTER CH22-ID90ASSY	7	Rp 3.421.740	0	Rp -	7	Rp 3.421.740	0	Rp -
5	CABLE LIFTER-CH22	7	Rp 2.828.490	0	Rp -	7	Rp 2.828.490	0	Rp -
6	CLUTCH ASSY-CL20.5-LK80	7	Rp 2.502.780	0	Rp -	7	Rp 2.502.780	0	Rp -
7	THREAD ROD-BR400 ASSY	7	Rp 1.817.474	0	Rp -	7	Rp 1.817.474	0	Rp -
8	PINION GEAR Z20L70M6-ID42	6	Rp 2.925.000	1	Rp 325.000	7	Rp 3.412.500	0	Rp -
9	MAIN SHAFT	6	Rp 2.877.570	1	Rp 319.730	7	Rp 3.357.165	0	Rp -
10	JOURNAL BEARING ASSY 2	7	Rp 1.674.750	0	Rp -	7	Rp 1.674.750	0	Rp -
11	FRAME ASSY	6	Rp 2.837.409	1	Rp 315.268	7	Rp 3.310.311	0	Rp -
12	JOURNAL BEARING-ID78T1 ASSY	7	Rp 1.588.650	0	Rp -	7	Rp 1.588.650	0	Rp -
13	HEX NUT	7	Rp 28.350	0	Rp -	7	Rp 28.350	0	Rp -
14	BUSHING-CH20.5-ID90	7	Rp 593.250	0	Rp -	7	Rp 593.250	0	Rp -
15	WARPING END D 300-ID 80	7	Rp 1.161.720	0	Rp -	7	Rp 1.161.720	0	Rp -
16	BOTTOM LINK-BR400	7	Rp 1.066.170	0	Rp -	7	Rp 1.066.170	0	Rp -
17	THREAD ROD-BR400	7	Rp 1.043.700	0	Rp -	7	Rp 1.043.700	0	Rp -
18	SPACER 2	7	Rp 1.043.700	0	Rp -	7	Rp 1.043.700	0	Rp -
19	BUSHING BLOCK D106	7	Rp 927.150	0	Rp -	7	Rp 927.150	0	Rp -
20	BUSHING BLOCK D94M	7	Rp 927.150	0	Rp -	7	Rp 927.150	0	Rp -
21	BRAKE BAND-D400L78 ASSY	7	Rp 750.995	0	Rp -	7	Rp 750.995	0	Rp -
22	BUSHING D90/106	7	Rp 750.995	0	Rp -	7	Rp 747.600	0	Rp -
23	PARALLEL KEY-W20X185	7	Rp 689.010	0	Rp -	7	Rp 689.010	0	Rp -
24	BUSHING D78/94	7	Rp 661.500	0	Rp -	7	Rp 661.500	0	Rp -
SubTotal			Rp 60.205.053		Rp 3.409.998		Rp 65.316.655		Rp -
Total			Rp		63.615.051		Rp		65.316.655

Sumber: Olah Data

Analisis Perbandingan Total Biaya Persediaan *Existing* dengan Teknik *lot sizing* Terpilih

Kondisi *existing* yang saat ini dijalankan tidak memiliki aturan khusus atau teknik *lot sizing* tertentu dalam menentukan frekuensi pemesanan dan ukuran *lot* pemesanan. Dalam menentukan perencanaan dan pengendalian persediaan, sebelumnya perusahaan hanya berdasarkan pada perkiraan dan pengalaman dari beberapa pihak yang bertugas dalam perencanaan persediaan saja. Perbandingan total biaya persediaan antara *existing* dengan teknik *lot sizing* terpilih, yaitu AWW, dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6
Perbandingan Total Biaya Persediaan *Existing* dengan Teknik *Lot Sizing* Terpilih

	<i>Existing</i>	Algoritma <i>Wagner-Within</i>	Penghematan	Penghematan (%)
	(Rp)			
Total Biaya Pesan	65.316.655	60.205.053	5.111.602	7,826
Total Biaya Simpan	3.742.093	3.409.998	332.096	8,875
Total Biaya Persediaan	69.058.748	63.615.051	5.443.698	7,883

Sumber: Olah Data

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, maka terdapat perbedaan total biaya persediaan antara *existing* dengan AWW. Dimana adanya penghematan sebesar Rp 5.443.698 jika diterapkannya teknik AWW dibandingkan dengan *existing* saat ini.

Pada kondisi *existing*, perusahaan melakukan pemesanan setiap kali adanya produksi yang akan dilakukan atau dalam hal ini adalah 7 kali dalam 1 tahun. Sedangkan dengan menggunakan teknik AWW, pemesanan yang dilakukan adalah bervariasi (baik frekuensi maupun interval pemesanan) sesuai dengan perhitungan algoritma yang telah dilakukan. Dikarenakan adanya pemesanan setiap akan dilakukannya proses produksi pada kondisi *existing*, maka total biaya pesan untuk setiap jenis komponen selalu tinggi jika dibandingkan dengan total biaya pesan berdasarkan teknik AWW.

Serupa dengan total biaya pesan yang timbul, total biaya simpan yang dimiliki oleh teknik AWW juga lebih kecil dibandingkan dengan keadaan *existing*. Hal ini karena pada teknik AWW, setiap pesanan yang dilakukan dapat memenuhi kebutuhan dalam beberapa periode ke depan, sehingga jumlah bahan baku yang disimpan di gudang akan langsung digunakan pada periode berikutnya. Sedangkan pada kondisi *existing*, seringkali pemesanan bahan baku tidak melihat keadaan gudang, sehingga terjadi penumpukan inventori. Sehingga mengakibatkan total biaya simpan AWW lebih kecil jika dibandingkan dengan total biaya simpan *existing*.

Teknik AWW memberikan perencanaan kebutuhan bahan baku yang menimbulkan total biaya persediaan lebih kecil jika dibandingkan dengan perencanaan kebutuhan bahan baku yang hanya berdasarkan perkiraan dan pengalaman saja, maka sebaiknya perusahaan mulai menerapkan teknik tersebut agar dapat meminimumkan total biaya persediaan.

PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa yang telah dilakukan, maka diperoleh beberapa kesimpulan. Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Jenis bahan baku dalam membentuk satu unit produk *windlass* ini terdiri dari 127 jenis komponen. Berdasarkan *ABC Analysis* yang diterapkan, maka komponen-komponen tersebut dapat dikategorikan dalam 3 kategori yaitu kategori A, kategori B dan kategori C. Dari 127 jenis komponen yang dihitung, berdasarkan Tabel 4.2, maka yang masuk dalam kategori A berjumlah 24 jenis komponen, kategori B berjumlah 31 jenis komponen dan 72 jenis komponen yang masuk dalam kategori C.
2. Berdasarkan perhitungan AWW dan LFL yang telah dilakukan, maka didapatkan jumlah dan waktu pemesanan yang optimal. Jumlah optimal bahan baku yang dipesan secara umum adalah sejumlah unit yang dibutuhkan pada bulan tersebut, kecuali pada komponen

seperti Gear Z100L70M6-ID90, Hydraulic Motor, Pinion Gear Z20L70M6-ID42, Main Shaft, dan Frame Assy yang beberapa unit yang dipesan disatukan pada satu periode. Perbedaan tersebut dikarenakan adanya hasil perhitungan dari teknik AWW yang mengharuskan pemesanan dilakukan pada periode-periode tertentu. Sementara itu, waktu pemesanan yang optimal adalah berkisar antara 2 minggu hingga 2 bulan, namun frekuensi pemesanan dalam satu tahun untuk teknik LFL adalah 7 kali pemesanan, sementara untuk teknik AWW beberapa komponen dipesan dalam 6 kali pemesanan. Berdasarkan perhitungan perencanaan dan pengendalian persediaan dengan menggunakan teknik AWW dan LFL yang telah dilakukan, maka teknik terbaik yang menghasilkan biaya minimum adalah teknik AWW, yaitu sebesar Rp 63.615.051.

DAFTAR PUSTAKA

- Algiani, Meyda (2011). *Perencanaan dan Pengendalian Persediaan Bahan Baku dengan Metode Dynamic Lot Sizing pada PT. Satya Sumba Cemerlang untuk Meminimumkan Total Biaya Persediaan*. Skripsi pada IT Telkom Bandung: tidak diterbitkan
- Andini, Fajdhika (2008). *Analisis Perbandingan Efisiensi Biaya Produksi Sebelum dan Sesudah Penerapan Total Quality Management (Studi Kasus pada PT Indowira Putra)*. Skripsi pada Universitas Widyatama Bandung: tidak diterbitkan
- Astana, I.N.Y. (2007). *Perencanaan Persediaan Bahan Baku Berdasarkan Metode MRP (Material Requirement Planning)*. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, Vol.11(2), pp.184-194.
- Bahagia, Nur (2006). *Sistem Inventori*. Bandung: Penerbit ITB
- Chandra, H.P. dkk (2001). *Aplikasi Material Requirement Planning Untuk Mengendalikan Inventasasi Pengadaan Material Pengadaan Material Pada PT JHS Pilling System*. Dimensi Teknik Sipil, Vol.3(1), pp.42-50.
- Dewi, Kartika (2012). *Sistem Pendukung Keputusan Perencanaan Persediaan Chemical Material Menggunakan Metode Lot Sizing di Direktorat Aerostructure Departemen Surface Treatment PT Dirgantara Indonesia*. Skripsi pada IT Telkom Bandung: tidak diterbitkan
- Fahmi, Irham (2012). *Manajemen Produksi dan Operasi*. Bandung: Alfabeta
- Ginting, Rosnani (2007). *Sistem Produksi* (Edisi Pertama). Yogyakarta: Graha Ilmu
- Heizer, Jay & Render, Barry (2009). *Manajemen Operasi: Buku 1* (Edisi 9). Jakarta: Salemba Empat
- Hermawan, Asep (2006). *Penelitian Bisnis: Paradigma Kuantitatif*. Jakarta: Grasindo
- Indrajit, R.Eko & Djokopranoto R. (2003). *Perkembangan Integrasi Perencanaan, dari Materials Requirement Planning (MRP) Sampai Ke Enterprise Resource Planning (ERP)*. Jakarta: Grasindo
- Miftahussurur, M., Pudjirahardjo, W.J. & Tanto, H. (2006). *Perbandingan Metode Master Production Schedule Ber-lot Size EOQ disertai Hasil Forecasting Terpilih dengan Maximum-Minimum Stock Level (Simulasi Perencanaan dan Pengendalian Persediaan di RS Siti Khodijah)*. J. Adm. Kebijak. Kesehat, Vol.5(1), pp.8-15.
- Na, Hong-Bum dkk (2008). *A New Approach for Finite Capacity Planning in MRP Environment*. Dept. Of Industrial Engineering.
- Nasution, Arman Hakim (2006). *Manajemen Industri*. Yogyakarta: Penerbit ANDI
- Permatasarie, Dian Ayudini (2011). *Evaluasi dan Penentuan Usulan Kebijakan Persediaan Bahan Baku Kertas dengan Metode EOQ dan POQ untuk Mengurangi Biaya Persediaan pada PT Pikiran Rakyat*. Skripsi pada IT Telkom Bandung: tidak diterbitkan
- Prawirosentono, Suyadi (2001). *Manajemen Operasi: Analisis dan Studi Kasus* (Edisi Kedua). Jakarta: Bumi Aksara

- Pramita, Agnes Beti (2011). *Perencanaan Persediaan Obat dengan Menggunakan Metode EOQ Joint Replenishment dan EOQ Discount pada Apotek PT Widya Bhakti Inti*. Skripsi pada IT Telkom Bandung: tidak diterbitkan
- Ristono, Agus (2009). *Manajemen Persediaan*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Rom, Walter O., dkk (2002). *MRP in a Job Shop Environment Using a Resource Constrained Project Scheduling Model*. Omega 30, pp. 275-286
- Sekaran, Uma (2006). *Metodologi Penelitian untuk Bisnis* (Edisi 4). Jakarta: Salemba Empat
- Subagyo, Pangestu (2000). *Manajemen Operasi*. Yogyakarta: BPFE-Yogyakarta
- Sugiyono (2012). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan Kombinasi (Mixed Methods)*. Bandung: Alfabeta
- Taylor, Lloyd J. (2002). *An Integration Analysis of Material Requirement Planning, Just In Time, and The Theory of Constraints*. Academic of Strategic Management Journal, Volume 1, pp. 109-121
- Wagner, Harvey M. & Whitin, Thomson M. (2004). *Dynamic Version of the Economic Lot Size Model*. Management Science, Vol.50(12) Supplement, pp.1770-1774.
- Yunarto, Holy I. & Santika, Martinus G. (2005). *Business Concept Implementation Series in Inventory Management*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo