

**PENENTUAN METODE *LOT SIZING* PADA PERENCANAAN PENGADAAN
BAHAN BAKU KIKIR DAN MATA BOR
(Studi Kasus : PT X, Sidoarjo)**

***DETERMINATION OF LOT SIZING METHOD IN FILES AND DRILL RAW
MATERIAL PROCUREMENT PLANNING
(CASE STUDY : PT X, Sidoarjo)***

Wahyuni Nuroh Madinah¹⁾, Yeni Sumantri²⁾, Wifqi Azlia³⁾

Jurusan Teknik Industri Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang, 65145, Indonesia

E-mail : wahyunimadina@gmail.com¹⁾, yeni@ub.ac.id²⁾, wifqiazlia@ub.ac.id³⁾

Abstrak

PT X merupakan perusahaan yang memproduksi kikir dan mata bor, dimana kikir dan mata bor yang memiliki permintaan paling tinggi adalah kikir 4" slim taper dan mata bor tipe 3,3 mm. Saat ini proses produksi pada perusahaan sering mengalami ketidaktepatan waktu produksi, yang disebabkan oleh keterlambatan kedatangan bahan baku, dan kerusakan bahan baku karena terlalu lama menyimpan dalam gudang. Untuk mengurangi ketidaktepatan tersebut akan dilakukan perencanaan persediaan bahan baku menggunakan metode Silver Meal, Least Unit Cost, dan Wagner Within. Langkah awal yang dilakukan adalah meramalkan permintaan produk menggunakan metode Dekomposisi dan Winter's Exponential Smoothing karena pola data musiman dan trend. Kemudian pembuatan Master Production Schedule (MPS) dan data dari MPS tersebut digunakan untuk menghitung safety stock bahan baku serta membuat Material Requirement Planning (MRP) bahan baku. Langkah terakhir yang dilakukan adalah melakukan analisis biaya dari 3 metode yang digunakan, yang kemudian dibandingkan dengan metode yang digunakan oleh perusahaan. Hasil dari penelitian ini adalah Wagner Within memiliki persen penghematan terbesar dibandingkan dengan Silver Meal, LUC, dan metode perusahaan existing.

Kata kunci : *Persediaan, Material Requirement Planning, Silver Meal, Least Unit Cost, Wagner Within Algorithm*

1. Pendahuluan

Persediaan hampir selalu ada pada setiap perusahaan jasa maupun perusahaan manufaktur. Alasan utama suatu perusahaan sangat memperhatikan persediaan karena persediaan merupakan sumber daya yang menganggur (*idle resources*) yang berarti jika persediaan berlebih menyebabkan investasi sia-sia, akan tetapi bila tidak ada persediaan akan sulit mengantisipasi fluktuasi permintaan atau hal-hal lain yang menyebabkan terjadinya kekurangan (Tersine, 1994:402).

PT X sebagai salah satu perusahaan manufaktur yang memproduksi kikir dan mata bor. Sebagai perusahaan yang memiliki strategi bisnis *make to stock* PT X berusaha memiliki jumlah persediaan bahan baku maupun produk jadi dalam jumlah besar untuk mengantisipasi kebutuhan pelanggan. Proses peramalan produk dilakukan oleh manajer produksi dengan menggunakan *system budgeting* atau

target penjualan selama satu tahun yang berdasarkan pada capaian target penjualan pada tahun sebelumnya. Ketika target penjualan pada tahun sebelumnya tercapai maka target penjualan pada tahun berikutnya akan ditingkatkan begitu juga sebaliknya.

Selanjutnya untuk memperoleh target produksi pada setiap bulan, bagian PPIC mengkonversikan target penjualan yang telah ditentukan oleh manajer produksi menjadi target produksi per bulan. Selain itu, untuk menentukan target produksi pada setiap bulan, bagian PPIC juga memperhatikan permintaan aktual atau permintaan historis pada tahun sebelumnya, dengan membandingkan target penjualan dan permintaan aktual per bulan pada tahun sebelumnya. Ketika permintaan aktual lebih besar dari target penjualan maka yang digunakan untuk target produksi adalah

permintaan aktual pada tahun sebelumnya, begitu juga sebaliknya.

Kebijakan tersebut menyebabkan tingginya persediaan bahan baku dalam gudang dan semakin tingginya risiko kerusakan bahan baku, karena yang digunakan sebagai acuan pemesanan bahan baku adalah target produksi. Kondisi persediaan yang tinggi ini dapat meningkatkan biaya persediaan dan pengadaan yang harus dikeluarkan oleh PT X. Peramalan yang kurang akurat dan penerapan kebijakan persediaan tanpa dasar perhitungan dalam penetapan jumlah persediaan kikir dan mata bor, tidak hanya berdampak pada tingginya persediaan produk jadi namun juga berdampak pada tingkat persediaan bahan baku.

Untuk mendukung perencanaan persediaan yang baik, dapat digunakan *material requirement planning* (MRP). MRP merupakan salah satu metode yang digunakan untuk melakukan perencanaan kebutuhan material yang berdasarkan pada kebutuhan barang jadi. Input utama dari MRP adalah *lot size* atau ukuran pemesanan yang optimal (Tersine, 1994:338). Sehingga pada penelitian ini dilakukan perencanaan ulang dibagian persediaan bahan baku khususnya produk kikir 4" *slim taper* dan mata bor tipe 3,3 mm dengan membandingkan 3 metode *lot size* dinamis yang dapat meminimalkan pengeluaran perusahaan serta dapat memenuhi kebutuhan bahan baku secara tepat tanpa mengalami kelebihan atau kekurangan yaitu *Least Unit Cost*, *Silver Meal* dan *Wagner Within Algorithm*.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini berfokus pada perencanaan pengadaan bahan baku, mengoptimalkan persediaan bahan baku dalam gudang, serta meminimasi total biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan.

2.1 Langkah Penelitian

Langkah – langkah yang dilakukan dalam melaksanakan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Studi Lapangan

Kegiatan ini digunakan dalam pengumpulan data yang dilakukan secara langsung dimana peneliti langsung terjun ke lapangan tempat dilakukannya penelitian. Dengan melakukan studi lapangan ini dapat diperoleh data terkait

dengan proses produksi, dan kapasitas gudang.

2. Studi Pustaka

Dengan melakukan studi literatur ini dapat diperoleh secara teoritis mengenai permasalahan utama dalam penelitian, yaitu mengenai perencanaan dan pengendalian produksi, peramalan, penentuan ukuran pemesanan, dan penentuan persediaan pengaman.

3. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah merupakan tahap awal dalam mengetahui dan memahami persoalan yang ada pada perusahaan. Masalah yang ada pada departemen PPIC PT X adalah terjadinya kelebihan dan kekurangan bahan baku kikir dan mata bor dalam gudang sehingga menyebabkan biaya yang dikeluarkan perusahaan meningkat.

4. Perumusan Masalah

Atas dasar identifikasi masalah yang sudah dilakukan, maka dapat ditarik suatu rumusan masalah yaitu bagaimana merencanakan kebutuhan bahan baku kikir di PT X yang dapat mengurangi biaya perusahaan serta mengurangi adanya kelebihan dan kekurangan *stock* bahan baku dengan memperhatikan kapasitas gudang.

5. Penentuan Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah meminimasi total biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan serta mengoptimalkan perencanaan pengadaan bahan baku kikir dan mata bor di PT X sehingga dapat meminimasi kelebihan atau kekurangan bahan baku dalam gudang.

6. Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan satu jenis data, yaitu data sekunder. Data sekunder adalah data atau informasi yang telah tersedia oleh pihak perusahaan atau pihak lain yang dianggap berkompeten. Data sekunder yang digunakan adalah sebagai berikut :

- a. Profil Perusahaan
- b. Proses Produksi Kikir dan Mata Bor
- c. Data permintaan produk kikir 4" *slim taper* dan mata bor 3,3 mm pada Januari 2012 sampai Oktober 2014
- d. *Lead time* pemesanan bahan baku
- e. Kapasitas produksi dan gudang bahan baku di PT X
- f. Harga bahan baku
- g. Biaya penyimpanan bahan baku
- h. Biaya pemesanan bahan baku

- i. *Bill of Material* dan komposisi bahan baku kikir kikir 4" *slim taper* dan mata bor 3,3 mm
7. Pengolahan Data
 - a. Menghitung peramalan untuk bulan November 2014 sampai Desember 2015 berdasarkan pola data permintaan kikir 4" *slim taper* dan mata bor 3,3 mm pada bulan Januari 2012 sampai Oktober 2014 dengan *software* Minitab 16. Memilih metode peramalan berdasarkan nilai MSD terkecil
 - b. Membuat *Master Production Scheduling* (MPS) dari data peramalan yang bertujuan untuk menghitung jumlah produk yang akan diproduksi dan kapan akan diproduksi menggunakan *Microsoft Excel* 2010.
 - c. Menghitung *safety stock* dengan menggunakan *Microsoft Excel* 2010.
 - d. Perhitungan *lot size* bahan baku kikir 4" *slim taper* dan mata bor tipe 3,3 mm dengan metode *Silver Meal*, LUC, dan *Wagner Within*. Serta pemilihan metode *lot size* yang sesuai dengan pola data historis perusahaan, dengan memperhatikan kapasitas gudang serta menghasilkan biaya yang minimum dibantu oleh *Microsoft Excel* 2010.
 - e. Membuat *Material Requirement Planning* (MRP) dengan input *planned orders* dari MPS, *BOM tree*, data persediaan bahan baku periode sebelumnya dan hasil perhitungan *lot size* terpilih menggunakan *Microsoft Excel* 2010.
 - f. Menghitung *total inventory cost* dari ketiga metode yang digunakan dan *total inventory cost* dari metode yang diterapkan perusahaan.
8. Analisa dan Pembahasan
Pada tahap ini dilakukan analisis biaya dengan cara membandingkan biaya yang dikeluarkan dari metode yang digunakan perusahaan dengan alternatif metode yang disarankan menggunakan *Microsoft Excel* 2010. Pada penelitian ini dilakukan analisis perbandingan antara sistem MRP yang menggunakan teknik *lot sizing* berdasarkan *Silver-Meal*, *Least Unit Cost* dan Algoritma *Wagner-Within*. Dari teknik *lot sizing* terbaik dilakukan perbandingan dengan sistem MRP *existing* perusahaan sehingga dapat diketahui seberapa besar

penghematan yang bisa dilakukan perusahaan.

9. Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini dilakukan penarikan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan serta saran – saran penelitian selanjutnya yang memiliki keterkaitan dengan penelitian ini.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Peramalan

Peramalan biasanya dilakukan untuk mengurangi ketidakpastian terhadap sesuatu yang akan terjadi di masa yang akan datang (Gasperz, 2001). Dimana karakteristik peramalan yang baik adalah biaya rendah, akurasi tinggi, *fast response* dan *good response*, dan *simple* (Smith, 1989). Berdasarkan hasil analisis *time series* dan autokorelasi, pola data kikir 4" *slim taper* dan mata bor 3,3 mm dipengaruhi oleh musim dan *trend* sehingga metode peramalan yang digunakan adalah metode Dekomposisi Multiplikatif, Dekomposisi Aditif, *Winter's Exponential Smoothing* Multiplikatif dan *Winter's Exponential Smoothing* Aditif. Perhitungan peramalan dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan bantuan Minitab 16.

Alat ukur yang akan digunakan pada penelitian ini adalah MSE karena alat ukur ini lebih menitikberatkan pada kompensasi kesalahan besar dibandingkan kesalahan kecil (Tersine, 1994:42). Dalam minitab MSE disebut juga dengan nama MSD. Perbandingan nilai MSD dari metode Dekomposisi dan metode *Winter's Exponential Smoothing* untuk produk kikir 4" *Slim Taper* dan mata bor 3,3 mm dapat dilihat pada Tabel 1.

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa nilai MSD terkecil dari hasil peramalan produk kikir 4" *Slim Taper* adalah menggunakan metode Dekomposisi Aditif, sedangkan hasil peramalan produk mata bor 3,3 mm adalah menggunakan metode *Winter's Exponential Smoothing* Multiplikatif.

3.2 Master Production Scheduling (MPS)

Setelah mendapatkan hasil peramalan untuk 14 periode ke depan, hasil peramalan tersebut digunakan untuk membuat MPS yang kemudian dibagi dalam periode 4 minggu, sehingga terdapat 56 periode dalam satuan minggu. Kapasitas produksi PT X untuk produk kikir dan mata bor yaitu 3600 doz per 1 *shift* kerja

dan 2904 doz per 1 *shift* kerja. Jumlah hari produksi aktif adalah 25 hari dalam sebulan, selama 24 jam dengan 3 *shift* kerja. Hasil perhitungan MPS dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 1. Perbandingan Nilai MSD

Produk	Metode			
	Dekomposisi Aditif	Dekomposisi Multiplikatif	<i>Winter's Exponential Smoothing</i> Aditif	<i>Winter's Exponential Smoothing</i> Multiplikatif
Kikir 4" <i>Slim Taper</i>	148.708.264	151.385.857	209.288.468	249.672.529
Mata Bor 3,3 mm	394.485.276	362.245.398	443.434.413	265.177.888

Tabel 2. MPS Kikir 4" *Slim Taper*

November 2014					Desember 2014			
Period	1	2	3	4	5	6	7	8
Forecast	17393	17393	17393	25438	25438	25438	25438	17764
Januari 2015					Februari 2015			
Period	9	10	11	12	13	14	15	16
Forecast	17764	17764	17764	12219	12219	12219	12219	8586
Maret 2015					April 2015			
Period	17	18	19	20	21	22	23	24
Forecast	8586	8586	8586	9438	9438	9438	9438	11610
Mei 2015					Juni 2015			
Period	25	26	27	28	29	30	31	32
Forecast	11610	11610	11610	8033	8033	8033	8033	12958
Juli 2015					Agustus 2015			
Period	33	34	35	36	37	38	39	40
Forecast	12958	12958	12958	10375	10375	10375	10375	22253
September 2015					Oktober 2015			
Period	41	42	43	44	45	46	47	48
Forecast	22253	22253	22253	14296	14296	14296	14296	17383
November 2015					Desember 2015			
Period	49	50	51	52	53	54	55	56
Forecast	17383	17383	17383	25428	25428	25428	25428	

Tabel 3. MPS Mata Bor 3,3 mm

November 2014					Desember 2014			
Period	1	2	3	4	5	6	7	8
Forecast	7351	7351	7351	1271	1271	1271	1271	5587
Januari 2015					Februari 2015			
Period	9	10	11	12	13	14	15	16
Forecast	5587	5587	5587	4505	4505	4505	4505	10690
Maret 2015					April 2015			
Period	17	18	19	20	21	22	23	24
Forecast	10690	10690	10690	3997	3997	3997	3997	3831

Lanjutan Tabel 3. MPS Mata Bor 3,3 mm

Mei 2015					Juni 2015			
Period	25	26	27	28	29	30	31	32
Forecast	3831	3831	3831	2491	2491	2491	2491	3780
Juli 2015					Agustus 2015			
Period	33	34	35	36	37	38	39	40
Forecast	3780	3780	3780	5234	5234	5234	5234	8564
September 2015					Oktober 2015			
Period	41	42	43	44	45	46	47	48
Forecast	8564	8564	8564	6497	6497	6497	6497	5957
November 2015					Desember 2015			
Period	49	50	51	52	53	54	55	56
Forecast	5957	5957	5957	1026	1026	1026	1026	

3.3 Safety Stock

Data dari MPS digunakan untuk menghitung *safety stock* bahan baku. Sehingga pada penelitian ini, *safety stock* dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Safety Stock} = B - \bar{M} \quad (\text{Pers.1})$$

(Sumber : Tersine, 1994)

Keterangan :

B = *Reorder Point* = max (permintaan selama *lead time*)

\bar{M} = Rata-rata permintaan selama *lead time*

Hasil perhitungan *safety stock* untuk bahan baku kikir dan mata bor adalah sebesar 2210 kg dan 1525 kg. *Safety stock* ini nantinya akan digunakan dalam perhitungan MRP bahan baku, dan ditambahkan pada awal periode sebagai *net requirement* untuk mengantisipasi adanya fluktuasi permintaan.

3.4 Teknik Lot Sizing

Metode *lot size* merupakan metode untuk meminimalkan jumlah barang yang akan dipesan dan meminimalkan biaya persediaan. Nantinya, dalam penelitian ini akan dibandingkan hasil yang didapat dengan menggunakan metode *Silver Meal*, *Least Unit Cost*, *Wagner Within Algorithm* dan metode pengadaan bahan baku yang digunakan oleh perusahaan.

3.4.1 Silver Meal

Perhitungan *lot sizing* yang pertama dilakukan adalah menggunakan *Silver Meal* dengan mempertimbangkan kapasitas gudang. Berikut langkah perhitungan algoritma *Silver Meal* (Tersine, 1994:186) :

$$\frac{TRC(T)}{T} = \frac{C + \text{total } h \text{ sampai akhir } T}{T} \quad (\text{Pers.2})$$

$$= \frac{C + Ph \sum_{k=1}^T (k-1)R_k}{T} \quad (\text{Pers.3})$$

Keterangan:

C = biaya pemesanan per periode

h = persentase biaya simpan per periode

P = biaya pembelian per unit

Ph = biaya simpan per periode

TRC(T) = total biaya relevan pada periode T

T = waktu penambahan dalam periode

R_k = rata-rata permintaan dalam periode k

Tujuan dari metode ini adalah menentukan T untuk meminimumkan total biaya relevan per periode. Dengan rumus sebagai berikut:

$$\frac{TRC(T+1)}{T+1} > \frac{TRC(T)}{T} \quad (\text{Pers.4})$$

Sedangkan nilai jumlah pemesanan yang harus dipesan dirumuskan sebagai berikut:

$$Q = \sum_{k=1}^T R_k \quad (\text{Pers.5})$$

Ketika total biaya per unit mulai bertambah pada T+1, maka T dipilih sebagai periode pemesanan. Apabila T = L, jika akhir dari horizon perencanaan telah dicapai, maka algoritma dapat dihentikan atau apabila tidak maka kembali ke langkah pertama. Hasil perhitungan *lot size* bahan baku kikir (triangular 6,1 mm) dengan algoritma *Silver Meal* dapat dilihat pada Tabel 4.

Pada Tabel 4 karena total biaya kombinasi periode 4 dan 5 < total biaya per periode untuk periode 4 saja atau Rp. Rp. 9.419.248, – < Rp 18.650.000, – dan kapasitas gudang periode 4 dan 5 < kapasitas gudang atau 9.902 kg < 40.000 kg. Perhitungan akan diulang kembali untuk kombinasi periode yang lainnya sampai menemukan hasil optimal atau rata-rata biaya per periode terkecil dan tidak melebihi

kapasitas gudang dan tidak lebih dari 8-9 minggu penyimpanan.

3.4.2 Least Unit Cost (LUC)

Menurut Tersine (1994) perhitungan pada metode LUC mirip dengan *Silver Meal*, bedanya adalah *Silver Meal* dalam pemilihan *lot size* yang optimal dengan melihat biaya paling minimum dari setiap periode, sedangkan LUC melihat biaya paling minimum dari setiap unit. Keputusan ditentukan berdasarkan ongkos per unit (ongkos pengadaan per unit ditambah ongkos simpan per unit) terkecil dari setiap bakal ukuran lot yang akan dipilih. Total biaya relevan per unit adalah menurut Tersine (1994:188) sebagai berikut :

$$\frac{TRC(T)}{\sum_{k=1}^T R_k} = \frac{C + \text{total } h \text{ sampai akhir } T}{\sum_{k=1}^T R_k} \quad (\text{Pers.6})$$

$$= \frac{C + Ph \sum_{k=1}^T (k-1)R_k}{\sum_{k=1}^T R_k} \quad (\text{Pers.7})$$

Keterangan:

C = biaya pemesanan per periode
h = persentase biaya simpan per periode
P = biaya pembelian per unit
Ph = biaya simpan per periode
TRC(T) = total biaya relevan pada periode T
T = waktu penambahan dalam periode
Rk = rata-rata permintaan dalam periode k

Hasil perhitungan *lot size* bahan baku kikir (triangular 6,1 mm) dengan metode LUC dapat dilihat pada Tabel 5. Pada Tabel 5 karena total biaya kombinasi periode 4 dan 5 < total biaya per unit untuk periode 4 saja atau Rp. 1.903,- < Rp 4.280,- dan kapasitas gudang periode 4 dan 5 < kapasitas gudang atau 9.902 kg < 40.000 kg. Perhitungan akan diulang kembali untuk kombinasi periode yang lainnya sampai menemukan hasil optimal atau rata-rata biaya per unit terkecil dengan kapasitas yang tidak melebihi kapasitas gudang dan tidak lebih dari 8-9 minggu penyimpanan.

3.4.3 Wagner Within

Metode yang dapat memberikan nilai optimal untuk permasalahan permintaan ataupun *lot sizing* yang bersifat dinamis sesuai dengan horizon periode tertentu. Metode ini menggunakan pendekatan program dinamis untuk mencari solusi yang optimal (Tersine,1994:181). Berikut langkah untuk perhitungan algoritma *Wagner Within*.

1. Menghitung jumlah biaya variabel untuk setiap kemungkinan alternatif pemesanan pada jangka waktu tertentu dengan N periode, yang termasuk dalam total biaya variabel adalah biaya pesan dan biaya penyimpanan dengan rumus sebagai berikut:

untuk $1 \leq c \leq e \leq N$

$$Z_{ce} = C + hP \sum_{i=c}^e (Q_{ce} - Q_{ci}) \quad (\text{Pers.8})$$

Periode pertama dalam *lot* untuk triangular 6,1 mm dihitung mulai dari periode 4, sebagai berikut:

$$Z_{4-4} = \text{Rp. } 18.650.000 + \text{Rp. } 34(4.358 - 4.358) = \text{Rp. } 18.650.000,-$$

2. Mendefinisikan bahwa nilai f_e untuk menjadi biaya paling minimum yang dapat diperoleh pada periode pertama melalui e dengan kondisi bahwa jumlah persediaan pada akhir periode e adalah nol. Sehingga, algoritma ini akan mulai dengan $f_0 = 0$ dan akan menghitung nilai f_N dengan dari f_0 . Sedangkan nilai f_e akan dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$f_e = \text{Min} (Z_{ce} + f_{c-1}) \quad (\text{Pers.9})$$

untuk $c = 1, 2, \dots, e$

$$\begin{aligned} f_1 &= \text{Min} (Z_{4-4} + f_{1-1}) = (Z_2 + f_0) \\ &= \text{Rp. } 18.650.000 + 0 \\ &= \text{Rp. } 18.650.000 \end{aligned}$$

Hasil dari matriks f_e untuk triangular 6,1 mm dapat dilihat pada Tabel 6.

3. Mencari solusi optimal f_N dengan algoritma untuk menghitung jumlah yang akan dipesan secara *backward* dengan mencari minimal dari setiap kolom yang dapat memenuhi periode yang berada dalam baris yang sama. Contoh hasil perhitungan untuk triangular 6,1 mm dan hss round 6,7 mm (bahan baku mata bor) dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 4. Hasil Perhitungan *Lot size* Triangular 6,1 mm Menggunakan Metode *Silver Meal*

Kombinasi Periode	<i>Lot size</i> Kumulatif (kg)	Biaya Kumulatif	Koefisien	Rata-rata Total Biaya per periode
4	4,358	18,650,000	1	18,650,000
4,5	9,902	18,838,496	0.5	9,419,248
4,5,6	15,446	19,215,488	0.333333333	6,405,163
4,5,6,7	20,990	19,780,976	0.25	4,945,244
4,5,6,7,8	24,950	20,319,536	0.2	4,063,907
4,5,6,7,8,9	28,910	20,992,736	0.166666667	3,498,789
4,5,6,7,8,9,10	32,870	21,800,576	0.142857143	3,114,368
4,5,6,7,8,9,10,11	36,830	22,743,056	0.125	2,842,882
4,5,6,7,8,9,10,11,12*	39,206	23,389,328	0.111111111	2,598,814
4,5,6,7,8,9,10,11,12,13	42,496	24,396,021	0.1	2,439,602
13	3,290	18,650,000	1	18,650,000
13,14	6,458	18,757,712	0.5	9,378,856
:	:	:	:	:
:	:	:	:	:
53,54	54,648	18,838,496	0.5	9,419,248
53,54,55	60,192	19,215,488	0.333333333	6,405,163
53,54,55,56*	60,192	19,215,488	0.25	4,803,872

Keterangan : * = optimal

Tabel 5. Hasil Perhitungan *Lot size* Triangular 6,1 mm Menggunakan Metode *Least Unit Cost*

Kombinasi Periode	<i>Lot size</i> Kumulatif (kg)	Biaya Kumulatif	Rata-rata Total Biaya per Unit
4	4,358	18,650,000	4,280
4,5	9,902	18,838,496	1,903
4,5,6	15,446	19,215,488	1,244
4,5,6,7	20,990	19,780,976	942
4,5,6,7,8	24,950	20,319,536	814
4,5,6,7,8,9	28,910	20,992,736	726
4,5,6,7,8,9,10	32,870	21,800,576	663
4,5,6,7,8,9,10,11	36,830	22,743,056	618
4,5,6,7,8,9,10,11,12*	39,206	23,389,328	597
4,5,6,7,8,9,10,11,12,13	42,496	24,396,021	574
13	3,290	18,650,000	5,669
13,14	6,458	18,757,712	2,905
:	:	:	:
:	:	:	:
53	5,544	18,650,000	3,364
53,54	11,088	18,838,496	1,699
53,54,55	16,632	19,215,488	1,155
53,54,55,56*	16,632	19,215,488	1,155

Keterangan : * = optimal

Tabel 6. Matriks f_e Triangular 6,1 mm

	4	5	6	7	8	9	10
4	18,650,000	18,838,496	19,215,488	19,780,976	20,319,536	20,992,736	21,800,576
5		18,650,000	18,838,496	19,215,488	19,619,408	20,157,968	20,831,168
6			18,650,000	18,838,496	19,107,776	19,511,696	20,050,256
7				18,650,000	18,784,640	19,053,920	19,457,840
8					18,650,000	18,784,640	19,053,920
9						18,650,000	18,784,640
10							18,650,000

Tabel 7. Perhitungan nilai f_N Triangular 6,1 mm dan Hss Round 6,7 mm

Triangular 6,1 mm		Hss Round 6,7 mm	
f_N	Biaya (Rp)	f_N	Biaya (Rp)
F_{56}	Rp. 23.577.824,-	F_{56}	Rp. 14.603.868,-
F_{47}	Rp. 24.331.808,-	F_{45}	Rp. 15.410.542,-
F_{37}	Rp. 22.392.992,-	F_{36}	Rp. 14.434.043,-
F_{27}	Rp. 22.285.280,-	F_{27}	Rp. 14.540.184,-
F_{17}	Rp. 22.709.914,-	F_{18}	Rp. 15.559.139,-
F_7	Rp. 19.780.976,-	F_9	Rp. 13.945.793,-

3.4.4 Inventory Cost dengan Metode Perusahaan Existing

Metode yang dilakukan perusahaan adalah menghitung kebutuhan untuk 3 bulan kedepan, kemudian pemesanannya dilakukan secara bertahap, dimana tiap satu bulan perusahaan memesan bahan baku sesuai dengan kapasitas penyimpanan. *Safety stock* bahan baku yang terdapat di gudang tidak boleh kurang dari rata-rata target produksi setiap tiga bulan. Perusahaan akan melakukan *reorder point* ketika jumlah bahan baku yang terdapat dalam gudang kurang dari jumlah rata-rata 3 bulan maka perusahaan akan melakukan pemesanan bahan baku kembali. Sehingga perusahaan melakukan pemesanan selama 14 kali dengan total biaya sebesar Rp. 267.737.280,- untuk bahan baku kikir 4" *slim taper* dan Rp. 267.505.532,- untuk bahan baku mata bor 3,3 mm.

3.4.5 Perbandingan Biaya

Perbandingan metode dilakukan untuk mencari metode yang dapat memberikan biaya minimal dengan jumlah kebutuhan bahan baku yang sesuai dengan kapasitas gudang yang tersedia sehingga dapat digunakan untuk melakukan perencanaan persediaan bahan baku kikir 4" *slim taper* dan mata bor 3,3 mm yang optimal. Total biaya yang dihitung disini hanya biaya simpan dan pemesanan. Perbandingan dilakukan dengan mencari biaya total dari masing-masing metode untuk setiap jenis bahan baku. Hasil perhitungan total biaya dari masing-masing metode dapat dilihat pada Tabel 8. Berdasarkan total biaya pada Tabel 8 akan dipilih metode dengan total biaya terendah untuk digunakan dalam pembuatan MRP secara keseluruhan dengan *lotting*.

3.4.6 MRP dengan Lot Size Terpilih

Material requirement planning (MRP) merupakan teknik yang digunakan untuk

merencanakan kebutuhan komponen maupun bahan baku yang dibutuhkan sesuai dengan MPS (Tersine, 1994:389). Hasil Perhitungan MRP untuk bahan baku kikir 4" *slim taper* dapat dilihat pada Tabel 9.

3.4.7 Perbandingan Teori

Perbandingan teori membahas tentang literatur *review* dari beberapa jurnal terkait dengan perkembangan penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan metode *lot size dinamis*. Pada penelitian ini dilakukan perencanaan pengadaan bahan baku dengan menggunakan 3 metode *lot size* dinamis yaitu *Silver Meal*, LUC dan *Wagner Within*. Penghematan terbesar adalah dengan menggunakan metode *Wagner Within* dengan persentase penghematan sebesar 47% dibandingkan dengan metode yang digunakan oleh perusahaan. Penelitian ini memiliki hasil yang sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Kulkarni & Rajhans (2013). Penelitian tersebut bertujuan untuk mempresentasikan beberapa metode *lot size* yang optimum dengan *total inventory cost* yang minimum. Metode yang digunakan antara lain EOQ, POQ, LUC, LTC, LPC (*Silver Meal*), dan *Wagner Within Algorithm*. Hasil dari penelitian yang telah dilakukan adalah metode yang paling optimal adalah *Wagner Within* dengan penghematan biaya tertinggi sebesar 18%.

Sama halnya dengan penelitian yang dilakukan oleh Fabian G. Beck, Erick H. Grosse & Ruben Teßmann (2015). Pada penelitian tersebut melakukan komparasi dan evaluasi terhadap metode *dynamic lot sizing models*. Hasil dari penelitian ini adalah dengan mengaplikasikan LBH pada LUC dan GR dapat mengurangi biaya yang dikeluarkan ketika LUC dan GR tidak diaplikasikan dengan LBH. Selanjutnya hasil evaluasi dengan *Wagner*

Within adalah jika dibandingkan dengan biaya yang dihasilkan dengan metode *Wagner Within*, LBH-LUC dan LBH-GR tidak memiliki perbedaan yang cukup signifikan antara 0.79% sampai 11.4% lebih tinggi dari *Wagner Within*.

Namun metode *Wagner Within* belum tentu optimal apabila kondisi perusahaan tidak normal. Artinya proses pengadaannya dipengaruhi oleh beberapa hal salah satunya adalah terjadinya kerusakan pada sistem penyimpanannya. Seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Johnny C. Hoa*, Adriano O. Solis, Yih-Long Chang (2007). Dalam penelitian tersebut mengkombinasikan 5 metode *lot size* heuristic yang telah ada seperti Least Period Cost (LPC), Part Period Algorithm (PPA), NLPC (net least period cost), Least Unit Cost (LUC), Least Total Cost (LTC) dan melakukan evaluasi dengan menggunakan simulasi. Hasil dari simulasi ini berupa persentasi dari masing-masing metode yang telah digunakan antara lain NLPC (42.2%),

PPA (36.8%), LPC (27.2%), LTC (4.4%) dan LUC (4.3%). Sehingga dapat disimpulkan bahwa metode *lot size* yang sesuai untuk *deteriorating inventory* adalah NLPC (*net least periode cost*).

Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan diatas dapat disimpulkan bahwa untuk pemilihan metode *lot size* harus diidentifikasi terlebih dahulu kondisi perusahaan atau kondisi datanya seperti apa. Dari 2 penelitian yang dilakukan menyatakan bahwa *Wagner Within* merupakan metode *lot size* dinamis yang paling optimal ketika kondisi inventori maupun permintaanya masih dalam keadaan normal. Sehingga *Wagner Within* dapat digunakan sebagai metode evaluasi untuk metode *lot size* heuristic. Namun ketika pada kondisi dimana tingkat *deteriorating inventory* atau sistem inventori yang memburuk tinggi, diperlukan metode lainnya yang lebih mudah dan sensitif terhadap kondisi *deteriorating inventory*.

Tabel 8. Perbandingan Total Biaya

Nama bahan	Perusahaan	<i>Silver Meal</i>		Least Unit Cost		<i>Wagner Within</i>	
		Biaya	Besar penghematan	Biaya	Besar penghematan	Biaya	Besar penghematan
Triangular 6,1 mm	Rp. 267.737.820,-	Rp. 135.515.856,-	49,38%	Rp. 136.054.416,-	49,18%	Rp. 133.947.818,-	49,97%
Hss Round 6,7 mm	Rp. 195.405.532,-	Rp. 89.041.952,-	54,43%	Rp. 89.084.408,-	54,41%	Rp. 88.493.569,-	54,71%

Tabel 9. MRP dengan *Lot Sizing*

	PD	Nov-14					Des-14			
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Gross requirement	0	0	1,584	3,960	5,544	5,544	5,544	5,544	3,960	
Scheduled receipts	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Project on hand	8,940	8,940	7,356	3,396	16,632	11,088	5,544	0	27,050	
Net requirement	0	0	0	0	4,358	5,544	5,544	5,544	3,960	
Planned order receipts	0	0	0	0	20,990	0	0	0	31,010	
Planned order releases	52,000	0	0	0	0	0	22,176	0	0	
	PD	Jan-15					Feb-15			
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Gross requirement		3,960	3,960	3,960	2,376	2,376	3,168	2,376	1,584	
Scheduled receipts		0	0	0	0	0	0	0	0	
Project on hand		23,090	19,130	15,170	12,794	9,504	6,336	3,960	2,376	

JURNAL REKAYASA DAN MANAJEMEN SISTEM INDUSTRI VOL.3 NO.3
TEKNIK INDUSTRI UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Lanjutan Tabel 9. MRP dengan *Lot Sizing*

	Nov-14					Des-14			
Net requirement	3,960	3,960	3,960	2,376	3,290	3,168	2,376	1,584	
Planned order receipts	0	0	0	0	0	0	0	0	
Planned order releases	0	0	0	0	0	0	0	22,968	
	Maret-15					April-15			
PD	1	2	3	4	5	6	7	8	
Gross requirement	2,376	1,584	2,376	1,584	2,376	2,376	1,584	2,376	
Scheduled receipts	0	0	0	0	0	0	0	0	
Project on hand	0	20,59	18,216	16,632	14,256	11,880	10,296	7,920	
Net requirement	2,376	1,584	2,376	1,584	2,376	2,376	1,584	2,376	
Planned order receipts	0	22,17	0	0	0	0	0	0	
Planned order releases	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Mei-15					Juni-15			
PD	1	2	3	4	5	6	7	8	
Gross requirement	3,168	2,376	2,376	1,584	2,376	1,584	1,584	2,376	
Scheduled receipts	0	0	0	0	0	0	0	0	
Project on hand	4,752	2,376	0	21,384	19,008	17,424	15,840	13,464	
Net requirement	3,168	2,376	2,376	1,584	2,376	1,584	1,584	2,376	
Planned order receipts	0	0	0	22,968	0	0	0	0	
Planned order releases	0	37,22	0	0	0	0	0	0	
	Juli-15					Agustus-15			
PD	1	2	3	4	5	6	7	8	
Gross requirement	3,168	3,168	3,168	2,376	1,584	2,376	2,376	4,752	
Scheduled receipts	0	0	0	0	0	0	0	0	
Project on hand	10,29	6	7,128	3,960	1,584	0	34,848	32,472	
Net requirement	3,168	3,168	3,168	2,376	1,584	2,376	2,376	4,752	
Planned order receipts	0	0	0	0	0	37,224	0	0	
Planned order releases	0	0	0	37,224	0	0	0	0	
	September-15					Oktober-15			
PD	1	2	3	4	5	6	7	8	
Gross requirement	4,752	5,544	4,752	3,168	3,168	3,168	3,168	3,960	
Scheduled receipts	0	0	0	0	0	0	0	0	
Project on hand	22,96	17,42	12,672	9,504	6,336	3,168	0	33,264	
Net requirement	4,752	5,544	4,752	3,168	3,168	3,168	3,168	3,960	
Planned order receipts	0	0	0	0	0	0	0	37,224	
Planned order releases	0	0	0	0	0	0	0	0	

Lanjutan Tabel 9. MRP dengan *Lot Sizing*

	November-15				Desember-15			
PD	1	2	3	4	5	6	7	8
Gross requirement	3,168	3,960	3,960	5,544	5,544	5,544	5,544	0
Scheduled receipts	0	0	0	0	0	0	0	0
	30,09	26,13						
Project on hand	6	6	22,176	16,632	11,088	5,544	0	0
Net requirement	3,168	3,960	3,960	5,544	5,544	5,544	5,544	0
Planned order receipts	0	0	0	0	0	0	0	0
Planned order releases	0	0	0	0	0	0	0	0

4. Kesimpulan

Setelah melakukan peramalan dengan menggunakan Minitab 16 pada kebutuhan kikir 4" *slim taper* dan mata bor 3,3 mm diperoleh hasil kebutuhan produk yang optimal berdasarkan metode peramalan Dekomposisi Aditif untuk kikir 4" *slim taper* dan *Winter's Exponential Smoothing* Multiplikatif untuk mata bor 3,3 mm yang memberikan nilai MSD terendah. Hasil peramalan kebutuhan kikir dan mata bor yang dilakukan pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan dengan yang dilakukan perusahaan dan telah disesuaikan dengan kapasitas produksi perusahaan.

Selanjutnya dilakukan perhitungan perencanaan pengadaan bahan baku dengan 4 metode dimana hasil perencanaan kebutuhan bahan baku yang dilakukan pada penelitian ini dengan menggunakan metode *Wagner Within* dapat meminimasi biaya yang dikeluarkan perusahaan dari segi biaya persediaan. Dengan demikian hasil dari penelitian ini dapat digunakan untuk membantu membuat kebijakan perusahaan pada tahun 2015. Kondisi penghematan untuk masing-masing bahan baku yaitu, triangular 6,1 mm, menggunakan metode *Wagner Within* dengan biaya pemesanan dan biaya penyimpanan sebesar Rp.133.947.818,- memiliki persen penghematan sebesar 49,97% dibandingkan dengan metode perusahaan. Sedangkan untuk Hss Round 6,7 mm menggunakan metode *Wagner Within* dengan biaya pemesanan dan biaya penyimpanan sebesar Rp. 88.493.569,- memiliki persen

penghematan sebesar 54.71% dibandingkan dengan metode perusahaan.

Daftar Pustaka

- Beck, Grosse & Teßmann, (2015), *An Extension for Dynamic Lot Sizing Heuristics*, Darmstadt:Production & Manufacturing Research.
- Gasperz, V., (2001), *Production Planning And Inventory Control Berdasarkan Pendekatan Sistem Terintegrasi MRP II dan JIT Menuju Manufaktur 21*, Jakarta:PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Hoa, Solis and Chang, (2007), *An Evaluation of Lot-Sizing Heuristics for Deteriorating Inventory in Material Requirement Planning System*, Colombus:Elsevier.
- Kulkarni and Rajhans, (2013), *Determination of Optimum Inventory Model for Minimizing Total Inventory Cost*, Maharashtra:Procedia Engineering.
- Smith, S.B., (1989), *Computer Based Production, Inventory and Control*, United State of America:Prentice-Hall.
- Tersine, R.J., (1994), *Principles of Inventory and Materials Management Fourth Edition*, New Jersey:PTR Prentice-Hall, Inc.