

**PENERAPAN SISTEM MRP UNTUK PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN
BAKU ANIMAL FEEDMILL DENGAN LOT SIZING BERDASARKAN
ALGORITMA WAGNER-WITHIN DAN SILVER-MEAL
(Studi Kasus: PT. Sierad Produce, Tbk.)**

**APPLICATION OF MRP SYSTEM FOR ANIMAL FEEDMIL RAW MATERIAL
INVENTORY CONTROL WITH LOT SIZING BASED ON WAGNER-WITHIN
AND SILVER-MEAL ALGORITHM
(CASE STUDY : PT. Sierad Produce, Tbk.)**

Danny Suryansyah Prima¹⁾, Nasir WidhaSetyanto²⁾, Ceria FarelaMadaTantrika³⁾

Jurusan Teknik Industri Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang, 65145, Indonesia

E-mail : dannysprima@yahoo.com¹⁾, nazzyr_lin@ub.ac.id²⁾, ceria_fmt@ub.ac.id³⁾

Abstrak

PT. Sierad Produce, Tbk. merupakan perusahaan Nasional yang memproduksi pakan ternak. Pengelolaan persediaan menjadi fokus utama pada PT. Sierad Produce, Tbk. karena sebagian dari bahan baku pembuatan pakan ternak merupakan produk impor yang memiliki lead time dan biaya pemesanan yang tinggi. Oleh karena itu dibutuhkan pengelolaan persediaan yang baik terutama dalam proses penjadwalan pengadaan material sehingga memiliki inventory cost yang rendah. Untuk mengurangi biaya persediaan akan dilakukan perencanaan persediaan bahan baku dari produk AS100B, BSG101, K204-36, dan K202. Peramalan dilakukan menggunakan metode yang sesuai dengan pola permintaan. Selanjutnya dilakukan pemilihan metode peramalan terbaik berdasarkan MSE terkecil, MAD terkecil, dan Tracking Signal. Hasil peramalan digunakan untuk membuat Master Production Schedule (MPS). Data dari MPS tersebut digunakan untuk menghitung safety stock dan membuat Material Requirement Planning (MRP) produk. Hasil dari MRP produk digunakan untuk menghitung gross requirement, lot sizing, dan MRP bahan baku. Dalam penelitian ini digunakan teknik lot sizing berdasarkan Algoritma Wagner-Within dan Silver-Meal. Penggunaan teknik Lot Sizing berdasarkan Algoritma Wagner-Within menghasilkan biaya yang lebih rendah sebesar 11,5% dan Silver-Meal sebesar 10,2% dibandingkan dengan teknik lot sizing yang diterapkan perusahaan.

Kata kunci: perencanaan persediaan bahan baku, MRP, Silver-Meal, Wagner-Within, peramalan

1. Pendahuluan

Di tengah persaingan yang semakin variatif dan kompetitif, suatu industri yang bergerak di bidang manufaktur dituntut untuk menyediakan segala kebutuhan produksi dengan cepat dan akurat termasuk penyediaan bahan baku. Proses pengadaan bahan baku dan ketersediaannya dapat menunjang kelancaran proses produksi. Bagian Inventory Control dalam hal ini memegang peranan penting dalam melakukan pengendalian persediaan bahan baku, oleh karena itu diperlukan analisis yang baik dalam penentuan kuantitas dan waktu pemesanan bahan baku. Penentuan kuantitas dan waktu pemesanan yang baik tidak akan mengganggu kelancaran produksi dan dapat meminimasi total *inventory cost* (Nasution, 2008).

PT Sierad Produce, Tbk. merupakan salah satu perusahaan nasional yang bergerak dibidang *animal feedmill*. Perusahaan

ini menghasilkan banyak jenis produk mulai dari pakan ayam pedaging, pakan ayam petelur, pakan bebek, pakan burung dan lain lain. Namun PT Sierad Produce, Tbk. memiliki produk unggulan yaitu Pakan Butiran Ayam Pedaging Broiler I 1-3 Minggu (AS100B), Pakan Butiran Ayam Pedaging Broiler I-II 1 Minggu (BSG101), Pakan Konsentrat Ayam Petelur Layer I 18 Minggu (K204-36), dan Pakan Konsentrat Ayam Petelur Layer Grower 8-18 Minggu (K202). Hal inilah yang mendasari dalam pemilihan produk dalam penelitian ini. Untuk menghasilkan produk tersebut, PT Sierad Produce, Tbk. memerlukan pasokan bahan baku yang beragam seperti *corn* (jagung), SBM, Katul dan lain lain.

Selama ini PT Sierad Produce, Tbk. melalui departemen PPIC menerapkan sistem MRP untuk pengendalian persediaan yang diawali dari peramalan permintaan. Proses peramalan (*forecast*) yang dilakukan

Perusahaan merupakan hasil koordinasi antara departemen Marketing yang mengetahui kondisi pasar dengan departemen PPIC. *Forecast* yang dilakukan perusahaan kurang mampu menggambarkan kondisi permintaan aktual produk. Kurang tepatnya peramalan dapat dihitung menggunakan salah satu alat ukur kesalahan prediksi yaitu *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* (Pujawan, 2005). *Forecast* yang dilakukan oleh perusahaan menghasilkan nilai MAPE sebesar 28% untuk produk AS100B, 42% untuk produk BSG101, 19% untuk produk K204-36, dan untuk produk K202 memiliki nilai MAPE 23%. Kurang tepatnya perhitungan *forecast* dapat menyebabkan kurangnya stok bahan baku di gudang yang dapat mengganggu aktivitas produksi dan juga berlebihnya stok bahan baku yang menyebabkan tingginya *holding cost*.

Penelitian ini dilakukan karena dalam penerapan sistem MRP perusahaan, departemen PPIC menggunakan teknik *lot sizing* yang hanya mempertimbangkan kuantitas bahan baku dapat mencukupi kebutuhan selama periode tertentu tanpa mempertimbangkan *inventory cost* yang harus dikeluarkan oleh perusahaan. Selain itu perusahaan juga belum pernah mengevaluasi dan melakukan perbandingan sistem persediaan yang ada dengan metode lain. Kemudian untuk mengetahui kebutuhan produk pada periode selanjutnya digunakan metode peramalan.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini meneliti tentang penerapan sistem *Material Requirement Planning (MRP)* untuk pengendalian persediaan bahan baku pada perusahaan yang memproduksi pakan ternak. Penelitian ini termasuk penelitian deskriptif yaitu penelitian yang berusaha mendeskripsikan dan menginterpretasikan sesuatu, misalnya kondisi atau hubungan yang ada, pendapat yang berkembang, proses yang sedang berlangsung, akibat atau efek yang terjadi, atau tentang kecenderungan yang tengah berlangsung (Sukmadinata, 2006). Permasalahan disajikan secara apa adanya dengan hasil penelitiannya diuraikan secara jelas dan gamblang tanpa manipulasi.

2.1 Langkah Penelitian

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

1. Studi Literatur
Beberapa literatur yang dipelajari yaitu mengenai peramalan, perhitungan *safety stock*, perhitungan teknik *lot sizing* berdasarkan algoritma Wagner-Within dan Silver Meal.
2. Studi Lapangan
Studi Lapangan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah observasi mengenai sistem persediaan yang diterapkan perusahaan mulai dari peramalan, penentuan *safety stock* dan perhitungan teknik *lot sizing*.
3. Identifikasi Masalah
Dilakukan pada *survey* pendahuluan. *Survey* pendahuluan dilakukan pada bagian Inventory Control, *warehouse*, dan produksi. Dengan mengamati langsung masalah dalam proses pengelolaan persediaan untuk kelancaran produksi hingga menjaga kualitas bahan baku yang digunakan untuk menghasilkan produk.
4. Perumusan Masalah
Pada perumusan masalah, peneliti harus merumuskan masalah-masalah apa saja yang akan diteliti sehingga dapat mempermudah dalam proses penelitian.
5. Penentuan Tujuan
Penentuan tujuan dimaksudkan agar peneliti dapat fokus pada masalah yang akan diteliti, sehingga penelitian dapat dilakukan secara sistematis dan tidak menyimpang dari permasalahan yang akan diteliti. Selain itu, tujuan penelitian dimaksudkan untuk mengukur keberhasilan dari penelitian.
6. Pengumpulan Data
Pengumpulan data merupakan kegiatan yang dilakukan untuk mengumpulkan data-data yang diperlukan dalam penelitian baik secara langsung, wawancara, ataupun data-data yang telah tersedia di tempat penelitian. Data yang dikumpulkan meliputi:
 - a. Profil perusahaan
 - b. Data permintaan produk
 - c. Data *lead Time* produk
 - d. Data harga bahan baku
 - e. Data biaya pemesanan
 - f. Data biaya penyimpanan
 - g. *Bill Of Material (BOM)*

7. Pengolahan Data

Pengolahan data merupakan langkah-langkah yang dilakukan untuk menyelesaikan masalah dalam penelitian. Langkah-langkah yang dilakukan antara lain adalah sebagai berikut:

a. Meramalkan permintaan produk

Dalam meramalkan permintaan digunakan teknik peramalan dengan pendekatan *time series*. Salah satu tahapan penting dalam menentukan peramalan yang sesuai dengan metode *time series* adalah menentukan tipe pola data. Ada tiga tipe pola data yang terkenal (Waters, 2003) yaitu *Constant (stationary)*, *seasonal*, dan *trend*. Pola *Constant* dijumpai ketika nilai berfluktuasi disekitar rata-rata yang konstan. Penjualan produk yang tidak mengalami peningkatan maupun penurunan dikarenakan waktu merupakan tipe ini. Pola *Seasonal* dijumpai ketika seri dipengaruhi faktor musiman (contoh: kuartal tahun, bulan, atau sebuah hari dalam minggu). Pola *Trend* dijumpai ketika dalam jangka panjang ada kecendrungan data bertambah atau berkurang. Dilakukan perbandingan terhadap beberapa teknik peramalan yang digunakan berdasarkan nilai *Mean Square Error (MSE)* terkecil, *Mean Absolute Deviation (MAD)* terkecil, dan *Tracking Signal* (Gaspersz, 2004). Dalam melakukan pengujian peramalan dilakukan dengan persamaan sebagai berikut (Tersine, 1994) :

Mean Square Error (MSE)

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 \quad (\text{pers 1})$$

Mean Absolute Deviation (MAD)

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |Y_i - \hat{Y}_i| \quad (\text{pers 2})$$

Dengan n = banyaknya data

Y_i = data aktual pada waktu i

\hat{Y}_i = data peramalan

b. Membuat *Master Production Schedule (MPS)*

MPS dibuat berdasarkan data permintaan kedepan yang merupakan hasil peramalan. MPS digunakan untuk menghitung jumlah produk yang diproduksi dan kapan dibutuhkan

c. Menghitung *Safety Stock*

Safety Stock dihitung untuk mengantisipasi permintaan probabilistik.

d. Membuat *Material Requirement Planning (MRP)*

MRP dibuat dengan input berupa MPS dan BOM kemudian dihitung menggunakan teknik *lot sizing* berdasarkan Algoritma Wagner-Within, Silver-Meal dan teknik *lot sizing* yang diterapkan perusahaan.

e. Menghitung *total inventory cost*

Total inventory cost dihitung berdasarkan biaya pesan dan biaya simpan yang dilakukan sesuai dengan hasil perhitungan menggunakan teknik *lot sizing* berdasarkan Algoritma Wagner-Within, Silver-Meal dan teknik *lot sizing* yang diterapkan perusahaan.

8. Analisis dan Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap hasil dari pengolahan data, kemudian memberikan rekomendasi yang tepat untuk permasalahan-permasalahan yang ditemui sebelumnya. Pada penelitian ini dilakukan analisis perbandingan antara sistem MRP yang menggunakan teknik *lot sizing* berdasarkan Algoritma Wagner-Within dan Silver-Meal. Dari teknik *lot sizing* terbaik dilakukan perbandingan dengan sistem MRP *existing* perusahaan sehingga dapat diketahui seberapa besar penghematan yang bisa dilakukan perusahaan.

9. Tahap 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

Pada penelitian ini, pola permintaan produk menunjukkan pola permintaan yang stasioner dan kemungkinan memiliki pola seasonal. Dengan pola data demikian menurut Tragsdale (2004) dapat diramalkan dengan metode peramalan *Exponentially Weighted Moving Average (EWMA)*, *Weighted Moving Average (WMA)*, dan *Moving Average (MA)*, *Stationary Data With Additive Seasonal Effects*, dan *Stationary Data With Multiplicative Seasonal Effects*. Khusus untuk produk BSG101 juga kecendrungan memiliki Trend sehingga perlu dilakukan peramalan dengan metode *Holt-Winter's Method for Addictive Seasonal Effects* dan *Holt-Winter's Method for Multiplicative Seasonal Effects*.

Berdasarkan hasil perbandingan nilai MSE terkecil, MAD terkecil dan batas *Tracking Signal* untuk 4 produk didapatkan hasil peramalan terpilih yaitu untuk produk AS100B dengan metode EWMA (0,3;4) yang memiliki nilai MSE sebesar 177202,2 nilai MAD terkecil sebesar 324,9 dan memenuhi batas *Tracking Signal*. Pada produk BSG101 dipilih peramalan dengan metode EWMA (0,7;4) yang memiliki nilai MSE sebesar 14786,67. Metode EWMA (0,7;4) pada produk BSG101 dapat diandalkan karena memenuhi batas *Tracking Signal*. Untuk produk K204-36 dipilih peramalan dengan metode EWMA (0,3;4) yang memiliki nilai MSE sebesar 592175,8 dan nilai MAD terkecil yaitu sebesar 603,5 dan memenuhi batas *Tracking Signal*. Untuk produk K202 dipilih peramalan dengan metode EWMA (0,3;4) yang memiliki nilai MSE sebesar 4864,875 dan memenuhi batas *Tracking Signal* seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Uji peramalan

Produk	Metode peramalan	MSE	MAD	TRACKING SIGNAL
AS100B	EWMA (0,3;4)	177202,2	324,9063	$-4 \leq x \leq 4$
BSG101	EWMA (0,7;4)	14786,67	107,3125	$-4 \leq x \leq 4$
K204-36	EWMA (0,3;4)	592175,8	603,5	$-4 \leq x \leq 4$
K202	EWMA (0,3;4)	4864,875	52,8	$-4 \leq x \leq 4$

3.2 Master Production Schedule (MPS)

Setelah mendapatkan hasil peramalan untuk 15 periode ke depan, hasil peramalan tersebut digunakan untuk membuat *Master Production Schedule* (MPS) yang

kemudian dibagi dalam periode 4 minggu, sehingga terdapat 60 periode.

dalam satuan minggu. Pada penelitian ini tidak terjadi kendala pada kapasitas produksi dan kapanpun produk dibutuhkan produk dapat langsung diproduksi dengan *leadtime* 0. MPS produk dapat dilihat pada Tabel 3, 4, 5, 6.

3.3 Safety Stock

Data dari MPS digunakan untuk menghitung *safety stock* dimana nilai *safety stock* dihitung dengan persamaan berikut (Tersine, 1994):

$$SS_{\text{produk}} = z \times \sigma$$

Z: nilaidaritabeldistribusi normal sesuai dengan *service level* yang digunakan (95%).

α : Standardeviasipermintaan.

untuk produk AS100B adalah 93 ton, untuk produk BSG101 43 ton, K202 sebesar 12 ton, dan untuk K204-36 yaitu 71 ton. *Safety Stock* hanya digunakan dalam perhitungan bahan baku dengan menghitung komposisi bahan baku disetiap produk dan hanya dihitung pada awal periode untuk mengantisipasi ketidakpastian permintaan.

3.4 Material Requirement Planning (MRP)

Dalam pembuatan MRP Produk digunakan *lot sizing lot for lot* dikarenakan jumlah produk yang dibuat pada periode tertentu sama dengan nilai kebutuhannya. *Leadtime* produk adalah 0 karena proses pengadaan produk yang tidak memakan waktu lebih dari 1 hari. Kemudian dari MRP produk dibuatlah MRP bahan baku dengan melihat komposisi dan susunan bahan baku. Jika dalam peramalan dan pembuatan MPS produk dilakukan dalam satuan ton maka dalam pembuatan MRP bahan baku dilakukan dalam satuan kg. Hal ini dikarenakan perusahaan dalam menjual produknya dilakukan dalam satuan ton namun dalam pembelian bahan baku dilakukan dengan satuan kg. Sebelum pembuatan MRP bahan baku, yang dilakukan terlebih dahulu adalah menghitung *lot sizing*. Contoh Matrix MRP dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Matrix MRP

	Periode						
	PD	1	2	3	4	5	6
Gross Requirements (GR)							
Scheduled Receipts (SR)							
Projected-on-hand(POH)							
Net Requirements (NR)							
Planned Order Receipts (POREC)							
Planned Order Release (POREL)							

3.5 Teknik Lot Sizing

Perhitungan MRP bahan baku menggunakan teknik *lot sizing* dimana pada penelitian ini akan dilakukan 3 perhitungan teknik *lot sizing* yaitu teknik *lot sizing* dengan Algoritma Wagner-Within, Algoritma Silver-Meal dan teknik *lot sizing* yang diterapkan perusahaan.

3.5.1 Algoritma Wagner-Within

Algoritma Wagner-Within merupakan pendekatan pemrograman dinamis untuk meminimalkan kebijakan pengendalian biaya

(Tersine, 1994). Untuk melakukan perhitungan dengan teorema ini maka diperlukan tiga langkah berikut:

1. Menghitung biaya total persediaan untuk semua kemungkinan pemesanan. Matrix perhitungan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 3. MPS Produk AS100B

PERIODE		1				2				3				4			
PERMINTAAN	Bulan	1223				1240				1154				1028			
	Minggu	306	306	306	305	310	310	310	310	289	289	288	288	257	257	257	257
PERIODE		5				6				7				8			
PERMINTAAN	Bulan	1051				1060				1295				1597			
	Minggu	263	263	263	262	265	265	265	265	324	324	324	323	400	399	399	399
PERIODE		9				10				11				12			
PERMINTAAN	Bulan	1425				1289				1426				1493			
	Minggu	357	356	356	356	323	322	322	322	357	356	357	356	374	373	373	373
PERIODE		1(2014)				2(2014)				3(2014)							
PERMINTAAN	Bulan	1532				1532				1532							
	Minggu	383	383	383	383	383	383	383	383	383	383	383	383				

Tabel 4. MPS Produk BSG101

PERIODE		1				2				3				4			
PERMINTAAN	Bulan	758				821				644				502			
	Minggu	190	190	189	189	206	205	205	205	161	161	161	161	126	126	125	125
PERIODE		5				6				7				8			
PERMINTAAN	Bulan	558				633				595				738			
	Minggu	140	140	139	139	159	158	158	158	149	149	149	148	185	185	184	184
PERIODE		9				10				11				12			
PERMINTAAN	Bulan	675				572				540				526			
	Minggu	169	169	169	168	143	143	143	143	135	135	135	135	132	132	131	131
PERIODE		1(2014)				2(2014)				2(2014)							
PERMINTAAN	Bulan	613				613				613							
	Minggu	154	153	153	153	154	153	153	153	154	153	153	153				

Tabel 5. MPS Produk K204-36

PERIODE		1				2				3				4			
PERMINTAAN	Bulan	3551				3848				3614				3455			
	Minggu	888	888	888	887	962	962	962	962	905	903	903	903	864	864	864	863
PERIODE		5				6				7				8			
PERMINTAAN	Bulan	3386				3553				3467				3761			
	Minggu	847	847	846	846	889	888	888	888	867	867	866	866	941	940	940	940
PERIODE		9				10				11				12			
PERMINTAAN	Bulan	3495				3802				3398				3487			
	Minggu	874	874	874	873	951	951	950	950	850	850	849	849	872	872	872	871
PERIODE		1(2014)				2(2014)				3(2014)							
PERMINTAAN	Bulan	3700				3700				3700							
	Minggu	925	925	925	925	925	925	925	925	925	925	925	925				

Tabel 6. MPS Produk K202

PERIODE		1				2				3				4			
PERMINTAAN	Bulan	391				400				401				391			
	Minggu	98	98	98	97	100	100	100	100	101	100	100	100	98	98	98	97
PERIODE		5				6				7				8			
PERMINTAAN	Bulan	398				389				403				457			
	Minggu	100	100	99	99	98	97	97	97	101	101	101	100	115	114	114	114
PERIODE		9				10				11				12			
PERMINTAAN	Bulan	433				464				438				421			
	Minggu	109	108	108	108	116	116	116	116	110	110	109	109	106	105	105	105
PERIODE		1(2014)				1(2014)				1(2014)							
PERMINTAAN	Bulan	429				429				429							
	Minggu	108	107	107	107	108	107	107	107	108	107	107	107				

Tabel 7. Matrix kombinasi biaya dengan Algoritma Wagner-Within

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	24950000	26925344	29139142	36769408	45002848	55273488	67598256	81977152	96277568	112365536	130202736	149823656
2		24950000	26921112	30855672	37030752	45247264	55517904	67842672	80355536	94655952	110709432	128546632
3			24950000	26917280	31034000	37196384	45412896	55683536	66408848	78921712	93191472	109244952
4				24950000	27008360	31116616	37279000	45495512	54433272	65158584	77644624	91914384
5					24950000	27004128	31112384	37274768	44424976	53362736	64065056	76551096
6						24950000	27004128	31112384	36475040	43625248	52543848	63246168
7							24950000	27004128	30579232	35941888	43076768	51995368
8								24950000	26737552	30312656	35663816	42798696
9									24950000	26737552	30304992	35656152
10										24950000	26733720	30301160
11											24950000	26733720
12												24950000

2. Mendefinisikan biaya terendah yang dapat dilihat pada Tabel
3. Menerjemahkan solusi optimal

Apabila pada suatu periode memiliki nilai f minimum yang sama, dibuat alternatif dengan cara perhitungan yang sama kemudian dibandingkan biaya yang paling minimum.

Tabel 8. Perhitungan nilai f_N

f_N	Biaya (Rp)	f_N	Biaya (Rp)
F_0	0	F_7	66.418.142
F_1	24.950.000	F_8	74.044.176
F_2	26.925.344	F_9	81.194.384
F_3	29.139.142	F_{10}	88.628.096
F_4	36.002.848	F_{11}	97.546.696
F_5	45.002.848	F_{12}	107.268.856
F_6	55.273.288		

3.5.2 Algoritma Silver-Meal

Edward Silver dan Harlan Meal mengembangkan sebuah *heuristiclot sizing algorithm* yang berbasis pada biaya periode terendah. *Heuristic* menentukan biaya rata-rata per periode dimana jumlah *order* terus bertambah sesuai dengan jumlah periode. Pemesanan akan direncanakan ketika biaya rata-rata per periode mengalami kenaikan untuk pertama kali (Tersine, 1994).

$$\frac{TRC(T)}{T} = \frac{C + Total\ holding\ cost\ to\ the\ end\ of\ period\ T}{T} = \frac{C + Ph \sum_{k=1}^T (k-1)R_k}{T} \text{ (pers. 1)}$$

Keterangan :

C = ordering cost per order

h = holding cost fraction per period

P = unit purchase cost

Ph = holding cost per period

$TRC(T)$ = total relevant cost over T periods

T = time supply of replenishment in periods

R_k = demand rate in periode

Untuk memilih total biaya per periode yang paling minimum maka heuristic mengevaluasi peningkatan nilai T sampai $\frac{TRC(T+1)}{T+1} > \frac{TRC(T)}{T}$ (pers.2)

Ketika total biaya per unit mulai bertambah pada T + 1, maka T dipilih sebagai periode pemesanan. Jumlah pemesanan dinyatakan Q dengan nilai tertentu dari T $Q = \sum_{k=1}^T R_k$ (pers.3)

Proses berjalan kembali pada T + 1 sebagai periode pertama pemesanan dan dilanjutkan sampai akhir waktu horizon. Hasil perhitungan lot sizing dengan algoritma Silver-Meal dapat dilihat pada Tabel 9.

Pada Tabel 9. karena biaya untuk kombinasi periode 1 dan $2 \leq$ biaya untuk kombinasi periode 1 atau Rp 13.462.472,00 \leq Rp 24.950.000,00 maka perhitungan dapat diulang kembali untuk kombinasi periode yang lainnya sampai menemukan hasil optimal. Dan perhitungan dengan cara yang sama dilakukan sampai akhir periode.

3.5.3 Teknik lot Sizing Perusahaan

Perusahaan memiliki kebijakan tersendiri dalam lot sizing namun tidak berdasarkan pada biaya namun pada pendekatan kebutuhan selama beberapa periode kedepan yang disesuaikan dengan leadtime kedatangan bahan baku. Untuk bahan baku Jagung Brazil perusahaan menggunakan kebijakan bahan baku mencukupi kebutuhan produksi selama 8 minggu. Sehingga pemesanan dilakukan pada periode 1, 9, 17, 25, 33, 41, 49, 56 dengan total biaya Rp.589.290.016.

3.5.4 Perbandingan Biaya

Dari hasil perhitungan dengan teknik lot sizing berdasarkan Algoritma Wagner-Within, Algoritma Silver-Meal dan teknik lot sizing yang diterapkan /existing perusahaan dapat dilakukan analisis biaya untuk mengetahui biaya yang akan dikeluarkan perusahaan. Adapun contoh MRP bahan baku dapat dilihat pada Lampiran 1.

Pada Tabel 10 dapat dilihat bahwa pada bahan baku Jagung Brazil, dan SBM Arg penggunaan teknik lot sizing yang diterapkan perusahaan melakukan pemesanan bahan baku yang lebih sedikit dibandingkan dengan teknik Lot Sizing berdasarkan Algoritma Wagner-Within dan Silver-Meal

dimana pada Tabel 11 teknik lot sizing yang diterapkan perusahaan memiliki biaya yang lebih besar dibandingkan teknik lot sizing berdasarkan Algoritma Wagner-Within dan Silver-Meal, hal ini dapat menunjukkan bahwa untuk bahan baku jagung Brazil dan SBM Arg memiliki biaya simpan (holding cost) yang tinggi sehingga melakukan pemesanan lebih banyak menjadi cara untuk meminimalkan biaya. Sebaliknya untuk 8 bahan baku lainnya, teknik lot sizing yang diterapkan perusahaan yang memiliki biaya lebih tinggi melakukan pemesanan lebih banyak dibandingkan dengan teknik lot sizing berdasarkan Algoritma Wagner-Within dan Silver-Meal. Hal ini menunjukkan mengurangi jumlah pemesanan dan lebih memilih untuk menyimpan bahan baku dalam waktu yang lebih lama akan mampu mengurangi biaya yang dikeluarkan perusahaan.

Seperti yang disajikan pada Tabel 11 Apabila dibandingkan dengan teknik lot sizing yang diterapkan perusahaan, penggunaan teknik Lot Sizing berdasarkan Algoritma Wagner-Within mengeluarkan biaya sebesar Rp2.831.966.809, biaya tersebut akan menghemat pengeluaran perusahaan sebesar Rp367.947.353 atau $\frac{367.947.353}{3.201.080.460} = 11,5\%$ dalam 15 bulan. Untuk penggunaan teknik lot sizing berdasarkan Algoritma Silver-Meal perusahaan akan mengeluarkan biaya sebesar Rp2.871.897.119, biaya tersebut akan menghemat pengeluaran perusahaan sebesar Rp328.017.043 atau $\frac{2.871.897.119}{3.201.080.460} = 10,3\%$ dalam 15 bulan. Berdasarkan Tabel 11 dapat dilihat bahwa penghematan paling besar yang dapat dilakukan adalah pada bahan baku Wheat Bran Pollard dengan teknik lot sizing berdasarkan Algoritma Wagner-Within yaitu mencapai 40,5% dan penghematan terkecil yang dapat dilakukan adalah pada Bahan Pendukung dengan teknik lot sizing berdasarkan Algoritma Silver-Meal yaitu sebesar 0,1%. Apabila dibandingkan penggunaan teknik lot

sizing berdasarkan Algoritma Wagner-Within dan teknik *lot sizing* berdasarkan Algoritma Silver-Meal, Algoritma Wagner-Within memiliki biaya yang lebih murah dengan selisih penghematan yang dilakukan adalah sebesar Rp39.930.310 atau 1,2% selama 15 bulan. Hal ini juga bisa dijadikan sebagai landasan perusahaan memilih teknik *lot sizing*, dimana

penggunaan algoritma Wagner-Within memiliki selisih sebesar Rp39.930.310 atau 1,2% dalam penghematan biaya perusahaan namun memiliki proses pengerjaan yang rumit dibandingkan jika menggunakan Algoritma Silver-Meal yang jauh lebih mudah dikerjakan.

Tabel 9. *Lot sizing* dengan Algoritma Silver-Meal

Kombinasi Periode	Lot Size Kumulatif	Kumulatif Cost	Rata-rata Total Cost per periode
1	249910	24.950.000	24.950.000
1, 2	496828	26.925.344	13.462.672
1, 2, 3	743217	30.867.568	10.289.189
1, 2, 3, 4	989127	36.769.408	9.192.352
1, 2, 3, 4, 5	1246422	45.002.848	9.000.570
1, 2, 3, 4, 5, 6	1503188	55.273.488	9.212.248
6	256766	24.950.000	24.950.000
6, 7	513532	27.004.128	13.502.064
6, 7, 8	770298	31.112.384	10.370.795
6, 7, 8, 9	993742	36.475.040	9.118.760
6, 7, 8, 9, 10	1217186	43.625.248	8.725.050
6, 7, 8, 9, 10, 11	1440151	52.543.848	8.757.308
⋮	⋮	⋮	⋮
57	264.718	24.950.000	24.950.000
57, 58	528.907	27.063.512	13.531.756
57, 58, 59	793.096	31.290.536	10.430.179
57, 58, 59, 60	1.057.285	37.631.072	9.407.768

Tabel 10. Perbandingan Periode Pemesanan Teknik *Lot Sizing*

NO	Bahan Baku	Wagner-Within	Silver-Meal	Existing
1	Jagung Brazil	1,6,11,16,21,26,31,36,41,46,51,56	1,6,11,17,22,27,32,38,43,48,53,58	1,9,17,25,33,41,49,56
2	SBM Arg	1,5,8,12,16,20,24,28,31,35,39,43,47,51,55,58	1,6,9,13,17,21,25,29,33,37,41,45,49,53,57	1,6,11,16,21,26,31,36,41,46,51,56
3	MBM USA	1,11,21,31,41,51	1,10,20,29,38,47,56	1,7,13,19,25,31,37,43,49,55
4	DDGS USA	1,11,21,31,41,51	1,12,23,34,45,56	1,9,17,25,33,41,49,57
5	CGM USA	1,11,21,31,41,51	1,10,19,28,37,46,55	1,9,17,25,33,41,49,57
6	RSM India	1,16,31,46	1,20,37,54	1,9,17,25,33,41,49,57
7	Katul	1,17,31,46	1,18,33,49	1,9,17,25,33,41,49,57
8	Tepung Batu	1,7,13,19,25,31,37,43,49,55	1,7,14,28,35,42,49,56	1,5,9,13,17,21,25,29,33,37,41,45,49,53,57
9	Wheat Bran Pollard	1,16,31,46	1,20,37,55	1,7,13,19,25,31,37,43,49,55
10	Bahan Pendukung	1,6,11,16,21,26,31,36,41,46,51,56	1,5,10,15,20,25,29,34,39,44,49,54,59	1,5,9,13,17,21,25,29,33,37,41,45,49,53,57

Tabel 11. Perbandingan Biaya Teknik *Lot Sizing*

N O	Bahan Baku	Wagner-Within		Silver-Meal		Existing
1	Jagung Brazil	Rp526.989.297	10,6%	Rp532.301.312	9,7%	Rp589.290.016
2	SBM Arg	Rp796.330.641	10,0%	Rp798.453.452	9,7%	Rp884.348.189
3	MBM USA	Rp292.189.840	8,8%	Rp295.864.138	7,6%	Rp320.358.300
4	DDGS USA	Rp261.130.849	7,6%	Rp268.104.683	5,1%	Rp282.591.279
5	CGM USA	Rp310.876.240	7,6%	Rp311.613.329	7,3%	Rp336.278.150
6	RSM India	Rp150.346.437	31,3%	Rp163.470.768	25,3%	Rp218.896.986
7	Katul	Rp50.295.798	24,9%	Rp50.905.840	24,0%	Rp67.006.200
8	Tepung Batu	Rp168.665.671	11,9%	Rp169.131.572	11,7%	Rp191.507.322
9	Wheat Bran Pollard	Rp45.410.108	40,5%	Rp47.864.000	37,2%	Rp76.270.000
10	Bahan Pendukung	Rp229.731.928	2,0%	Rp234.188.025	0,1%	Rp234.534.018
TOTAL		Rp2.831.966.809	11,5%	Rp2.871.897.119	10,3%	Rp3.201.080.460

4. Kesimpulan

Kesimpulan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil perbandingan nilai MSE terkecil, MAD terkecil dan batas *tracking signal* untuk 4 produk didapatkan hasil peramalan terpilih yaitu untuk produk AS100B dengan metode EWMA (0,3;4) dimana hasil peramalan untuk 3 periode kedepan pada Tahun 2014 masing-masing adalah 1532 ton. Pada produk BSG101 dipilih peramalan dengan metode EWMA (0,7;4) yang memiliki hasil peramalan untuk 3 periode kedepan pada Tahun 2014 masing-masing adalah 613 ton. untuk produk K204-36 dipilih peramalan dengan metode EWMA (0,3;4) dimana hasil peramalan untuk 3 periode kedepan pada Tahun 2014 masing-masing adalah 3700 ton. Untuk produk K202 dipilih peramalan dengan metode EWMA (0,3;4) yang memiliki hasil peramalan untuk 3 periode kedepan pada Tahun 2014 masing-masing adalah 429 ton. Data dari MPS digunakan untuk menghitung *safety stock* dimana *Safety stock* untuk produk AS100B adalah 93 ton, BSG101 sebesar 43 ton, untuk produk K204-36 sebesar 71 ton, dan 12 ton untuk K202. *Safety Stock* hanya digunakan dalam perhitungan bahan baku dengan menghitung komposisi bahan baku disetiap produk dan hanya dihitung

pada awal periode untuk mengantisipasi ketidakpastian permintaan

2. Dalam pembuatan MRP Produk digunakan *lot sizing* lot for lot dikarenakan jumlah produk yang dibuat pada periode tertentu

sama dengan nilai kebutuhannya. *Leadtime* produk adalah 0 karena proses pengadaan produk yang tidak memakan waktu lebih dari 1hari. Kemudian dari MRP produk dibuatlah MRP bahan baku dengan melihat komposisi dan susunan bahan baku. Jika dalam peramalan dan pembuatan MPS produk dilakukan dalam satuan Ton maka dalam pembuatan MRP bahan baku dilakukan dalam satuan kg. Hal ini dikarenakan perusahaan dalam menjual produknya dilakukan dalam satuan ton namun dalam pembelian bahan baku dilakukan dengan satuan kg. MRP Bahan baku dibuat dengan membandingkan 3 teknik *lot sizing*, dimana biaya yang dikeluarkan adalah sebesar Rp2.831.966.809 untuk teknik *Lot Sizing* berdasarkan Algoritma Wagner-Within, Rp2.871.897.119 untuk teknik *lot sizing* berdasarkan Algoritma Silver-Meal, dan untuk teknik *lot sizing* yang diterapkan perusahaan mengeluarkan biaya sebesar Rp3.201.080.460.

Penggunaan teknik *Lot Sizing* berdasarkan Algoritma Wagner-Within dan Silver Meal akan menghasilkan biaya yang jauh lebih

murah dibandingkan dengan teknik *lot sizing* yang diterapkan perusahaan. Apabila dibandingkan dengan teknik teknik *lot sizing* yang diterapkan perusahaan penggunaan teknik *lot sizing* berdasarkan Algoritma Wagner-Within akan menghemat pengeluaran perusahaan sebesar Rp367.947.353 atau 11,5% dalam 15 bulan. Untuk penggunaan teknik *lot sizing* berdasarkan Algoritma Silver-Meal perusahaan akan menghemat pengeluaran sebesar Rp328.017.043 atau 10,3% dalam 15 bulan. Apabila dibandingkan penggunaan teknik *lot sizing* berdasarkan Algoritma Wagner-Within dan teknik *lot sizing* berdasarkan Algoritma Silver-Meal, Algoritma Wagner-Within memiliki biaya yang lebih murah dengan selisih penghematan yang dilakukan adalah sebesar Rp39.930.310 atau 1,2% selama 15 bulan.

Pujawan, I Nyoman. (2005). *Supply Chain Management*. Edisi Pertama. Surabaya: Penerbit Guna Widya.

Ragsdale, Cliff T. (2004). *Spreadsheet Modeling & Decision Analysis*, Fourth Edition. United States: South-Western, a Division of Thomson Learning

Sukmadinata. (2006). *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Rosdakarya

Tersine, Richard J. (1994). *Principles of Inventory and Materials Management Fourth Edition*. New Jersey : PTR Prentice-Hall, Inc.

Daftar Pustaka

Gaspersz, Vincent. (2004). *Production Planning and Inventory Control Berdasarkan Pendekatan Sistem Terintegrasi MRP II dan JIT Menuju Manufaktur 21*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

Nasution, Arman Hakim., Prasetyawan, Yudha. (2008). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Lampiran 1. Tabel MRP Jagung Brazil

safety stock	Lead Time	lot size																
67.244	8 minggu	Wagner-Within																
Periode	Bulan	PD	1				2				3				4			
	Minggu		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
GR			246.918	246.918	246.389	245.910	257.295	256.766	256.766	256.766	223.444	223.444	222.965	222.965	189.619	189.619	189.090	189.090
SR			1.246.422					1.217.186										
POH	64.252		996.512	749.594	503.205	257.295	0	960.420	703.654	446.888	223.444	0	791.293	568.328	378.709	189.090	0	798.044
NR			249.910					256.766					222.965					189.090
POREC													1.014.258					987.134
POREL				1.014.258					987.134						1.075.864			
Periode	Bulan	PD	5				6				7				8			
	Minggu		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
GR			199.895	199.895	199.366	198.888	210.902	210.373	210.373	210.373	233.843	233.843	233.843	232.836	289.250	288.772	288.243	288.243
SR																		
POH			598.149	398.254	198.888	0	864.962	654.589	444.216	233.843	0	1.044.701	810.858	578.022	288.772	0	1.067.923	779.680
NR							210.902					233.843					288.243	
POREC							1.075.864					1.278.544					1.356.166	
POREL				1.278.544				1.356.166					1.178.532					
Periode	Bulan	PD	9				10				11				12			
	Minggu		33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
GR			260.212	259.734	259.734	259.205	230.191	229.712	229.712	229.712	241.988	241.988	242.227	241.749	248.775	248.296	247.767	247.767
SR																		
POH			519.468	259.734	0	919.327	689.136	459.424	229.712	0	974.739	732.751	490.524	248.775	0	1.024.441	776.674	528.907
NR						259.205					241.988					248.296		
POREC						1.178.532					1.216.727					1.272.737		
POREL			1.216.727					1.272.737					1.321.474					1.321.474
Periode	Bulan	PD	13				14				15							
	Minggu		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60				
GR			264.718	264.189	264.189	264.189	264.718	264.189	264.189	264.189	264.718	264.189	264.189	264.189				
SR																		
POH			264.189	0	1.057.285	793.096	528.378	264.189	0	1.057.285	792.567	528.378	264.189	0				
NR					264.189					264.189								
POREC					1.321.474					1.321.474								
POREL																		