

USULAN PENERAPAN *MATERIAL REQUIREMENT PLANNING* (MRP) UNTUK PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU PRODUK *ANT INK* (STUDI KASUS: CV. SINAR MUTIARA)

Paula Theresia¹, Lithrone Laricha Salomon²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Industri Universitas Tarumanagara, Jakarta

²Staf Pengajar Program Studi Teknik Industri Universitas Tarumanagara, Jakarta
e-mail: paula.theresia@ymail.com

ABSTRACT

CV. Sinar Mutiara is a ink manufacturing manufacture of ink or paint stencil. Based on the results of the survey in the field, the company has yet to have a method that is specialized in raw material inventory planning. In doing raw material inventory planning begins with a sales forecast based on historical data with DES, DMA, Liner Regression, and Quadratic. After that calculating forecasting error parameter with MAD, ME, MSE and MAPE then selected forecasting is DMA (5X5) method. The problems that exist in the company, especially in raw material inventory is excess stocks of raw materials of ink or paint stencil, especially for products PSN Yellow, PSN Orange, PSN Blue and PSN Warm Red. As a result of excess stock this increased inventory costs. To reduce inventory costs then do the planning starts from the raw materials forecasting with the method according to the pattern of demand and select the best method based on the value of the smallest error. Then perform the aggregate planning, disaggregate, lot sizing calculation and application of Material Requirement Planning (MRP). With MRP implementation, the purchase of raw materials more precisely. Lot sizing calculations using Silver Meal, Least Unit Cost (LUC), Wagner-Within Algorithm. Wagner-Within Algorithm method produces a total cost of inventory is Rp 958.147.746 the lowest compared to other methods.

Keywords: *Material Requirement Planning, Silver Meal, Least Unit Cost (LUC), Wagner-Within Algorithm.*

ABSTRAK

CV. Sinar Mutiara merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur pembuatan tinta atau cat sablon. Berdasarkan hasil survei di lapangan, perusahaan ini belum memiliki metode yang khusus dalam perencanaan persediaan bahan baku. Permasalahan yang ada di perusahaan khususnya di persediaan bahan baku adalah kelebihan stok bahan baku tinta atau cat sablon khususnya untuk produk PSN Yellow, PSN Orange, PSN Blue, dan PSN Warm Red. Dalam melakukan perencanaan persediaan bahan baku dimulai dengan melakukan peramalan penjualan berdasarkan data historis dengan metode DES, DMA, Regresi Liner, dan Kuadrat. Setelah itu melakukan perhitungan parameter kesalahan peramalan dengan MAD, ME, MSE, dan MAPE lalu terpilih metode peramalan DMA (5X5). Kemudian melakukan perencanaan agregat, disgregat, perhitungan lot sizing serta penerapan Material Requirement Planning (MRP). Dengan diterapkan MRP maka pembelian bahan baku lebih tepat. Perhitungan lot sizing menggunakan metode Silver Meal, Least Unit Cost (LUC), Algoritma Wagner Within. Metode Algoritma Wagner Within menghasilkan total biaya persediaan sebesar Rp 958.147.746 yang paling rendah dibandingkan metode lain.

Kata kunci: *Material Requirement Planning, Silver Meal, Least Unit Cost (LUC), Algoritma Wagner-Within.*

PENDAHULUAN

CV. Sinar Mutiara adalah perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur yang memproduksi tinta atau cat sablon. Industri sablon kini semakin berkembang dan kebutuhan akan faktor-faktor produksi semakin meningkat. Oleh karena itu, untuk memenuhi kebutuhan industri sablon, maka dibutuhkan perencanaan produksi

khususnya di persediaan bahan baku. CV. Sinar Mutiara memiliki strategi bisnis *make to stock* sehingga memiliki persediaan bahan baku dan produk dalam jumlah yang banyak untuk mengantisipasi kebutuhan konsumen. Berdasarkan hasil survei, perusahaan ini memiliki kendala pada persediaan bahan baku yang berlebihan karena perencanaan persediaan bahan baku yang belum optimal. Kerugian yang harus

ditanggung perusahaan yaitu biaya persediaan semakin besar, selain itu risiko kerusakan bahan baku yang ditanggung perusahaan juga besar. Kemudian dana yang dipersiapkan untuk pembelian bahan baku cukup besar. Oleh karena itu, persediaan bahan baku dalam jumlah yang terlalu besar akan menyebabkan alokasi modal untuk investasi pada bidang-bidang yang lain akan berkurang. Dengan kata lain jumlah persediaan bahan baku yang terlalu besar akan menjadi penghambat dari kemajuan bidang-bidang yang lain di perusahaan tersebut. Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana merencanakan persediaan bahan baku yang tepat dengan biaya persediaan yang minimum. Tujuan dari penelitian ini adalah merencanakan persediaan bahan baku yang tepat, menentukan lot size yang optimal, dan mengetahui biaya persediaan yang minimum. Dengan demikian penulis mengusulkan penerapan *Material Requirement Planning* sebagai salah satu solusi untuk masalah tersebut.

Peramalan

Peramalan (*forecasting*) adalah perpaduan antara seni dan ilmu dalam memperkirakan keadaan di masa yang akan datang, dengan cara memproyeksikan data-data masa lampau ke masa yang akan datang dengan menggunakan model matematika maupun perkiraan yang subjektif [1]. Peramalan merupakan awal dari suatu proses pengambilan suatu keputusan untuk memperkirakan tingkat permintaan yang diharapkan untuk suatu produk atau beberapa produk dalam periode waktu tertentu di masa yang akan datang.

a. Metode Double Exponential Smoothig

Metode ini menggunakan sebuah parameter α , yang dibobotkan kepada data yang paling baru dan membobotkan nilai $(1-\alpha)$ kepada hasil peramalan periode sebelumnya. Beberapa rumus yang digunakan adalah: [2]

$$S't = \frac{\alpha Y(t) + (1-\alpha)S't-1}{N} \dots\dots\dots(1)$$

$$S''t = CY(t) + (1-\alpha) S''t-1 \dots\dots\dots(2)$$

$$\alpha_t = 2 S't - S''t \dots\dots\dots(3)$$

$$bt = \frac{\alpha S't - S''t}{(1-\alpha)} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana:

- S't = Nilai pemulusan eksponensial tunggal
- S''t = Nilai pemulusan eksponensial ganda
- M = Jumlah periode ke muka yang diramalkan
- F_{t+m} = Peramalan data untuk m periode ke depan

b. Metode Double Moving Average (DMA)

Rata-rata bergerak ganda merupakan nilai perhitungan rata-rata terhadap data observasi yang baru untuk menggantikan nilai observasi yang lama. Rata-rata bergerak ganda ini merupakan rata-rata bergerak dari rata-rata bergerak pertama. Berikut ini adalah beberapa rumus yang digunakan. [2]

$$S't = \frac{X_t + X_{t-1} + X_{t-2} + \dots + X_{t-N+1}}{N} \dots\dots\dots(5)$$

$$S''t = \frac{S't + S't-1 + S't-2 + \dots + S't-N+1}{N} \dots\dots\dots(6)$$

$$\alpha_t = S't + (S't - S''t) = 2 S't - S''t \dots\dots\dots(7)$$

$$bt = \frac{2S't - S''t}{(N-1)} \dots\dots\dots(8)$$

$$F_{t+m} = \alpha_t + b_t m \dots\dots\dots(9)$$

Dimana:

- N = Rata-rata bergerak N periode
- F_{t+m} = Ramalan untuk m periode ke muka dari t
- X_t = Data ramalan

c. Metode Regresi Linier

Model persamaan Regresi Linier adalah sebagai berikut: [2]

$$Y = a + Bx \dots\dots\dots(10)$$

Dimana:

- Y = Variabel *response* atau variabel akibat (*Dependent*)
- X = Variabel *predictor* atau variabel faktor penyebab (*Independent*)
- a = Konstanta
- b = Koefisien regresi

Nilai-nilai a dan b dapat dihitung dengan menggunakan rumus di bawah ini:

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \dots\dots\dots(11)$$

$$b = \frac{n(\sum y) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \dots\dots\dots(12)$$

d. Metode Kuadratik

Metode kuadratik adalah metode merupakan trend non linier dan jika kita gambar berbentuk garis melengkung. Sedangkan persamaan dari bentuk metode kuadratik adalah: [4]

$$Y' = A + BX + CX^2 \dots\dots\dots(13)$$

Dimana:

Y = Variabel yang akan di ramalkan

a = Konstanta yang akan menunjukkan besarnya harga Y apabila X sama dengan 0

b dan c adalah variabel per X, yaitu menunjukkan besarnya perubahan satu unit X.

X = Unit waktu yang dapat dinyatakan dalam minggu, bulan, semester, tahun tergantung pada data perusahaan.

Sedangkan koefisiennya adalah:

$$A = (\sum y - c\sum x^2)/n \dots\dots\dots(14)$$

$$B = (\sum xy / \sum x^2) \dots\dots\dots(15)$$

$$C = (n\sum x^2y) - ((\sum x^2)(\sum y)) / (n\sum x^4) - ((\sum x^2)^2) \dots\dots\dots(16)$$

Pemilihan Peramalan [4]

a. Rata-rata deviasi mutlak (Mean Absolute Deviation = MAD)

$$MAD = \sum | \frac{At - Ft}{n} | \dots\dots\dots(17)$$

Dimana:

At = Permintaan aktual pada periode t

Ft = Peramalan permintaan pada periode t

n = Jumlah periode peramalan yang terlibat

b. Rata-rata kuadrat kesalahan (Mean Square Error = MSE)

MSE dirumuskan sebagai berikut:

$$MSE = \sum | \frac{(At - Ft)^2}{n} | \dots\dots\dots(18)$$

c. Rata-rata kesalahan peramalan (Mean Forecast Error = MFE)

Rumus MFE dinyatakan sebagai berikut:

$$MFE = \sum \frac{(At - Ft)}{N} \dots\dots\dots(19)$$

d. Rata-rata persentase kesalahan absolut (Mean Absolute Percentage Error = MAPE)

$$MAPE = \left(\frac{100}{n} \right) \sum | At - \frac{Ft}{At} | \dots\dots\dots(20)$$

e. Moving Range Chart

Moving Range Chart didefinisikan sebagai berikut:

$$MR = |f^1 - f| - |f_{m-1}^1 - f_{m-1}| \dots\dots\dots(21)$$

$$\overline{MR} = \frac{\sum MR}{m-1} \dots\dots\dots(22)$$

Garis pusat untuk *Moving Range Chart* adalah nol dan batas kontrolnya adalah:

$$UCL = + 2,66 * \overline{MR} \dots\dots\dots(23)$$

$$LCL = - 2,66 * \overline{MR} \dots\dots\dots(24)$$

Variabel yang diplot pada *Moving Range Chart* adalah:

$$Error = f_{m-1}^1 - f_{m-1} \dots\dots\dots(25)$$

Perencanaan Agregat

Setelah melakukan peramalan maka dilakukan perencanaan agregat dan disagregat. Perencanaan agregat adalah perencanaan produksi yang dinyatakan secara agregat. Perencanaan agregat merupakan perencanaan kuantitas dan pengaturan waktu keluaran selama periode tertentu melalui penyesuaian variabel-variabel yang dapat dikendalikan [5]. Perencanaan ini berhubungan dengan penentuan jumlah dan waktu produksi untuk jangka waktu menengah.

Perencanaan Disagregat

Perencanaan disagregat adalah memisahkan tingkat persediaan agregat yang diinginkan, seperti yang ditentukan oleh metode agregat berdasarkan peramalan-peramalan bulanan dari permintaan produksi standar yang individu. Metode disagregasi pada umumnya digunakan untuk meminimalkan total ongkos yang dihasilkan, sub kontrak, persediaan, jam kerja lembur, dan lain-lain. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk melakukan disagregasi yaitu dengan pendekatan persentase dengan menghitung persentase permintaan dari peramalan [6].

Material Requirement Planning

Berikut ini adalah penjelasan singkat mengenai sistem MRP yang diterapkan untuk perusahaan:

a. Silver Meal [7]

Metode ini dikembangkan oleh Edward Silver dan Harlan Meal berdasarkan periode biaya. Penentuan rata-rata biaya per periode adalah jumlah periode dalam penambahan pesanan yang meningkat. Penambahan pesanan dilakukan ketika rata-rata biaya periode pertama meningkat. Jika pesanan datang pada awal periode pertama dan dapat mencukupi kebutuhan hingga akhir periode T. Total biaya relevan per periode adalah sebagai berikut: [9]

$$TRC(T) = \frac{C + Ph \sum_{k=1}^T (k-1) R_k}{T} \dots\dots\dots(26)$$

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

b. Least Unit Cost (LUC) [7]

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) terkecil dari setiap ukuran lot yang akan dipilih. Total biaya relevan per unit adalah sebagai berikut:

$$\frac{TRC(T)}{\sum_{k=1}^T R_k} = \frac{C + Ph \sum_{k=1}^T (k-1) R_k}{\sum_{k=1}^T R_k} \dots\dots\dots(27)$$

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

c. Algoritma Wagner-Within [7]

Metode ini menggunakan pendekatan program dinamis untuk mencari solusi yang optimal. Berikut langkah untuk perhitungan algoritma *Wagner-Within*.

1. Hitung matriks ongkos total untuk semua alternatif pemesanan (*order*) selama horison perencanaannya (terdiri dari N periode perencanaan).
 $O_{en} = A + h \sum_{t=e}^n (q_{et} - q_{et}) \dots\dots\dots(28)$
 Untuk $1 \leq e \leq n \leq N$

Dimana:

- A = Biaya pesan (Rp/pesan)
- H = Biaya simpan per unit per periode (Rp/unit/periode)
- $q_{et} = \sum_{t=e}^n Dt$
- Dt = Permintaan pada periode t
- e = Batas awal periode dicakup pada pemesanan q_{et}

2. Hitung f_n (ongkos minimum yang mungkin dari periode e sampai dengan periode n), asumsi tingkat inventori di akhir periode n adalah nol.
 - a) Mulai dengan $f_0 = 0$
 - b) Selanjutnya hitung secara berurutan f_1, f_2, \dots, f_N .
 - c) Nilai f_N adalah nilai ongkos total dari pemesanan optimal $f_n = \text{Min} [O_{en} + f_{e-1}]$ untuk $e = 1, 2, \dots, n$ dan $n = 1, 2, \dots, N$
 - d) Setiap periode semua kombinasi dari setiap alternatif pemesanan yang mungkin dibandingkan
 - e) Hasil kombinasi terbaik disimpan sebagai strategi f_n terbaik untuk memenuhi permintaan selama periode e sampai dengan periode ke-n.
 - f) Harga f_N adalah nilai optimal dari cara pemesanan sampai periode ke-N.

3. Solusi optimal f_t diperoleh dari perhitungan rekursif mundur seperti berikut:

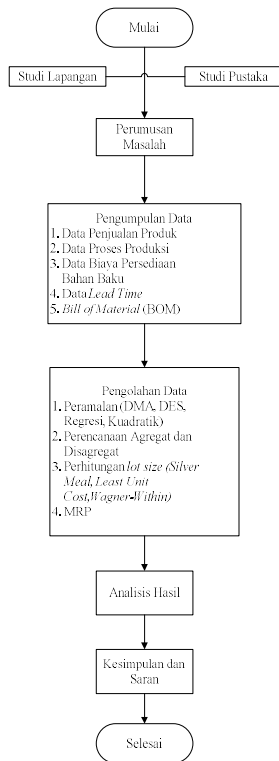
$$a) f_N = O_{en} + f_{e-1} \dots\dots\dots(29)$$

$$b) f_{e-1} = O_{ve-1} + f_{v-1} \dots\dots\dots(30)$$

$$c) f_{u-1} = O_{u-1} + f_0 \dots\dots\dots(31)$$

METODOLOGI PENELITIAN

Beberapa tahapan metodologi penelitian dalam penelitian di CV. Sinar Mutiara dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Metodologi Penelitian

	MAD	ME	MSE	MAPE
DES 0,1	230,7	6,7	83289,8	22,4
DES 0,3	243,5	45,3	95793,4	22,7
DES 0,5	337,2	102,0	175347,7	32,0
DES 0,9	1877,3	705,6	5531000,9	185,1
DMA 3x3	286,9	30,2	162796,1	27,0
DMA 4x4	218,6	44,8	105409,7	20,6
DMA 5x5	214,3	41,6	98761,2	20,4
Regresi	216,1	14,9	67079,0	21,0
Kuadratik	763,2	-751,6	791160,0	81,4

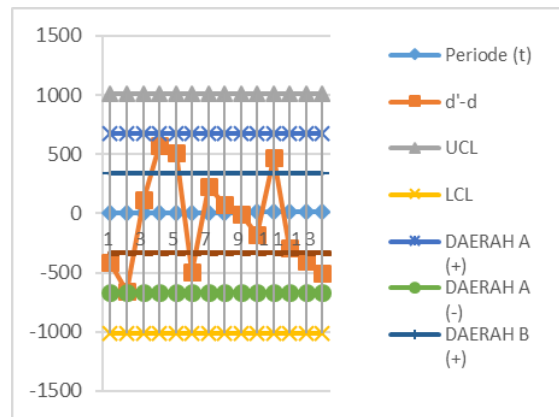
HASIL DAN PEMBAHASAN

Peramalan

Pengumpulan data penjualan produk tinta atau cat sablon tipe PSN dari bulan Januari 2015 sampai bulan November 2016 lalu dilakukan peramalan dengan metode *Double Exponential Smoothing* (DES), *Double Moving Average* (DMA), Regresi Linier, dan Kuadratik. Berikut ini adalah parameter kesalahan peramalan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Kesalahan Peramalan

Berdasarkan tabel diatas maka metode peramalan yang terpilih adalah DMA 5x5. Selanjutnya melakukan verifikasi peramalan dengan *moving range chart*. Grafik *moving range chart* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Moving Range Chart (MRC)

Hasil peramalan dengan metode DMA (5x5) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Peramalan

Bulan	Periode	Hasil Peramalan
Des-16	24	1294
Jan-17	25	1354
Feb-17	26	1576
Mar-17	27	1695
Apr-17	28	1778
Mei-17	29	1786
Jun-17	30	1889
Jul-17	31	2021
Agt-17	32	2112
Sep-17	33	2192
Okt-17	34	2260
Nov-17	35	2360

Perencanaan Agregat dan Disagregat.

Perencanaan agregat berdasarkan data hasil peramalan bertujuan untuk menentukan perencanaan produksi untuk memenuhi permintaan produk dalam satuan agregat. Perencanaan agregat dalam penelitian ini menggunakan strategi

campuran (*mix strategy*). Tabel *Mix Strategy* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perencanaan Agregat *Mix Strategy*

Bulan	Demand (kg)	Demand (jam)	Hari Kerja	Waktu Reguler (jam)	Regular Production (kg)	Inventori (kg)	Inventori Kumulatif	Overtime	Hire	Sub kontrak	Pekerja
1	1294	106,73	23	184	2230	936,65	936,65	0	0	0	23
2	1354	111,68	23	184	2230	876,60	1813,25	0	0	0	23
3	1576	129,99	22	176	2133	557,67	2370,92	0	0	0	23
4	1695	139,81	22	176	2133	438,61	2809,53	0	0	0	23
5	1778	146,69	21	168	2036	258,25	3067,78	0	0	0	23
6	1786	147,38	23	184	2230	443,83	3511,61	0	0	0	23
7	1889	155,86	23	184	2230	341,12	3852,73	0	0	0	23
8	2021	166,74	22	176	2133	112,27	3965,00	0	0	0	23
9	2112	174,25	21	168	2036	-75,75	3889,25	0	0	0	23
10	2192	180,80	21	168	2036	-155,20	3734,06	0	0	0	23
11	2260	186,45	23	184	2230	-29,71	3704,35	0	0	0	23
12	2360	194,67	23	184	2230	-129,36	3574,99	0	0	0	23

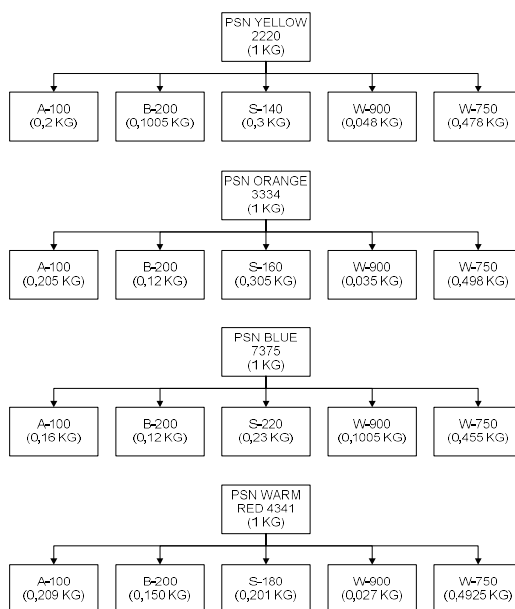
Setelah melakukan perencanaan agregat, selanjutnya adalah melakukan perencanaan disagregat untuk menentukan perencanaan produksi untuk masing-masing produk ANT *Ink* tipe PSN. Teknik yang digunakan adalah teknik persentase dan hasil perencanaan disagregat dan jadwal induk produksi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Perencanaan Disagregat dan Jadwal Induk Produksi

Periode	Family X	PSN Yellow	PSN Orange	PSN Blue	PSN Warm Red
Des-16	2230	617	374	608	631
Jan-17	2230	617	374	608	631
Feb-17	2133	590	358	582	603
Mar-17	2133	590	358	582	603
Apr-17	2036	563	342	555	576
Mei-17	2230	617	374	608	631
Jun-17	2230	617	374	608	631
Jul-17	2133	590	358	582	603
Agu-17	2036	563	342	555	576
Sep-17	2036	563	342	555	576
Okt-17	2230	617	374	608	631
Nov-17	2230	617	374	608	631

Material Requirement Planning (MRP)

Berikut ini adalah *Bill of Material* (BOM) masing-masing produk pada Gambar 3. Pada *bill of material* terdapat persentase masing-masing bahan baku yang digunakan untuk menentukan jumlah permintaan bahan baku.



Gambar 3. *Bill of Material* Produk Tipe PSN

Berdasarkan *bill of material* diatas maka dapat dilihat persentase masing-masing bahan baku pada masing-masing produk yang digunakan untuk menghitung jumlah

permintaan bahan baku dari MRP produk. MRP produk dan komposisi bahan baku serta jumlah permintaan bahan baku dapat dilihat pada Tabel 5 sampai Tabel 9.

Tabel 5. MRP PSN *Yellow* 2220 dan Komposisi Bahan Baku

Periode (Bulan)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
GR		617	617	590	590	563	617	617	590	563	563	617	617
OH	652	35											
NR			582	590	590	563	617	617	590	563	563	617	617
POR			582	590	590	563	617	617	590	563	563	617	617
POREL		582	590	590	563	617	617	590	563	563	617	617	
A-100		116	118	118	113	123	123	118	113	113	123	123	
B-200		59	59	59	57	62	62	59	57	57	62	62	
S-140		175	177	177	169	185	185	177	169	169	185	185	
W-900		28	28	28	27	30	30	28	27	27	30	30	
W-750		278	282	282	269	295	295	282	269	269	295	295	

Tabel 6. MRP PSN *Orange* 3334 dan Komposisi Bahan Baku

Periode (Bulan)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
GR		374	374	358	358	342	374	374	358	342	342	374	374
OH	381	7			0	0	0	0	0	0	0	0	0
NR			367	358	358	342	374	374	358	342	342	374	374
POR			367	358	358	342	374	374	358	342	342	374	374
POREL		367	358	358	342	374	374	358	342	342	374	374	
A-100		75	73	73	70	77	77	73	70	70	77	77	
B-200		44	43	43	41	45	45	43	41	41	45	45	
S-160		112	109	109	104	114	114	109	104	104	114	114	
W-900		13	13	13	12	13	13	13	12	12	13	13	
W-750		183	178	178	170	187	187	178	170	170	187	187	

Tabel 7. MRP PSN *Blue* 7375

Periode (Bulan)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
GR		608	608	582	582	555	608	608	582	555	555	608	608
OH	611	3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NR			605	582	582	555	608	608	582	555	555	608	608
POR			605	582	582	555	608	608	582	555	555	608	608
POREL		605	582	582	555	608	608	582	555	555	608	608	
A-100		97	93	93	89	97	97	93	89	89	97	97	
B-200		73	70	70	67	73	73	70	67	67	73	73	
S-220		139	134	134	128	140	140	134	128	128	140	140	
W-900		61	58	58	56	61	61	58	56	56	61	61	
W-750		275	265	265	253	277	277	265	253	253	277	277	

Tabel 8. MRP PSN *Warm Red* 4341

Periode (Bulan)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
GR		631	631	603	603	576	631	631	603	576	576	631	631
OH	635	4		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NR			627	603	603	576	631	631	603	576	576	631	631
POR			627	603	603	576	631	631	603	576	576	631	631
POREL		627	603	603	576	631	631	603	576	576	631	631	
A-100		131	126	126	120	132	132	126	120	120	132	132	
B-200		94	91	91	86	95	95	91	86	86	95	95	
S-180		126	121	121	116	127	127	121	116	116	127	127	
W-900		17	16	16	16	17	17	16	16	16	17	17	
W-750		309	297	297	284	311	311	297	284	284	311	311	

Tabel 9. Jumlah Permintaan Bahan Baku

Periode	A-100	B-200	S-140	S-160	S-220	S-180	W-900	W-750
1	420	269	175	112	139	126	119	1045
2	411	263	177	109	134	121	116	1022
3	411	263	177	109	134	121	116	1022
4	392	251	169	104	128	116	110	976
5	429	275	185	114	140	127	121	1069
6	429	275	185	114	140	127	121	1069
7	411	263	177	109	134	121	116	1022
8	392	251	169	104	128	116	110	976
9	392	251	169	104	128	116	110	976
10	429	275	185	114	140	127	121	1069
11	429	275	185	114	140	127	121	1069

Selanjutnya menghitung *safety stock* untuk menjaga kemungkinan terjadinya *stock out* untuk mendeskripsikan fungsi permintaan pada level manufaktur biasanya menggunakan distribusi normal [7]. *Safety stock* ini akan digunakan dalam

perhitungan MRP bahan baku, dan ditambahkan pada awal periode sebagai *net requirement* untuk mengantisipasi adanya fluktuasi permintaan [3]. *Service level* perusahaan adalah 90% dengan nilai

z yaitu 1,28. *Safety stock* dihitung dengan persamaan: [8]
 $SS = z \times \sigma \dots \dots \dots (26)$
 Contoh perhitungan *safety stock* dan bahan baku A-100:

Standar deviasi bahan A-100 = 16
 $SS = 1,28 \times 16 = 20$
 Hasil perhitungan *safety stock* dan dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. *Safety Stock*

Bahan Baku	A-100	B-200	S-140	S-160	S-220	S-180	W-900	W-750
<i>Safety stock</i>	20	13	9	5	7	6	6	50

Selanjutnya menghitung *lot size* masing-masing bahan baku. Hasil perhitungan *lot size* bahan baku A-100 dengan metode *Silver Meal* dan *Least Unit Cost (LUC)* dapat dilihat pada Tabel 11 dan Tabel 12.

Tabel 11. Perhitungan *Lot Size* dengan Metode *Silver Meal* Bahan Baku A-100

<i>Gab Periode Trial</i>	Total Demand	TC	TC/t
1*	420	66000	66000
1,2	830	2119075	1059537
2*	411	66000	66000
2,3	821	2119075	1059537
3*	411	66000	66000
3,4	803	2025753	1012877
4*	392	66000	66000
4,5	821	2212396	1106198
5*	429	66000	66000
5,6	859	2212396	1106198
6*	429	66000	66000
6,7	840	2119075	1059537
7*	411	2025753	1012877
7,8	803	2025753	1012877
8*	392	66000	66000
8,9	784	2119075	1059537
9*	392	66000	66000
9,10	821	2025753	1012877
10*	429	66000	66000
10,11	859	2025753	1012877

Keterangan: * = optimal

Tabel 12. Perhitungan *Lot Size* dengan Metode *Least Unit Cost (LUC)* Bahan Baku A-100

t	Demand	Kum. Demand	Kum. Inv Cost	Total Holding Cost (biaya penyimpanan)	Biaya Total/periode
1*	420	420	0	66000	157
2	411	830	5132686	5198686	6262
2*	411	411	0	66000	161
3	411	821	5132686	5198686	6330
3*	411	411	0	66000	161
4	392	803	4899383	4965383	6187
4*	392	392	0	66000	168
5	429	821	5365990	5431990	6614
5*	429	429	0	66000	154
6	429	859	5365990	5431990	6327
6*	429	429	0	66000	154
7	411	840	5132686	5198686	6190
7*	411	411	0	66000	161
8	392	803	4899383	4965383	6187
t	Demand	Kum. Demand	Kum. Inv Cost	Total Holding Cost (biaya penyimpanan)	Biaya Total/periode
8*	392	392	0	66000	168

9	392	784	4899383	4899383	4965383	6334
9*	392	392	0	0	66000	168
10	429	821	5365990	5365990	5431990	6614
10*	429	429	0	0	66000	154
11	429	859	5365990	5365990	5431990	6327

Keterangan: * = optimal

Sebelum melakukan perhitungan MRP total. Untuk matriks biaya variabel total untuk *Wagner-Within*, terlebih dahulu bahan baku A-100 dapat dilihat pada melakukan perhitungan matriks variabel Tabel 13 dan Tabel 14.

Tabel 13. Matriks Biaya Variabel Total dan fe Bahan Baku A-100

c	5	6	7	8	9	10	11	12
5	66000	2212396	6318545	12197804	20036816	30768797	43647174	39354382
6		132000	2185075	6104581	11983840	20569424	33447801	33447801
7			198000	2157753	6077259	12516448	21102032	21102032
8				264000	2223753	6516545	12955734	12955734
9					330000	330000	6769188	6769188
10						396000	2542396	2542396
11							462000	462000
12								528000
Fe	66000	132000	198000	264000	330000	330000	462000	462000

Tabel 14. Hasil Lot Size

F _N	Lot size
f5	429
f6	429
f7	411
f8	392
f10	821
f12	429

Selanjut membuat MRP bahan baku berdasarkan hasil *lot size* dari metode *lot sizing*. Berikut ini adalah MRP A-100 metode *Silver Meal*, *Least Unit Cost*, dan *Wagner Within* pada Tabel 15 sampai dengan Tabel 20.

Tabel 15. *Silver Meal* MRP Bahan Baku A-100

Lead time: 1 bulan

Periode (bulan)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
GR		420	411	411	392	429	429	411	392	392	429	429	0	4545
OH	1857	1437	1026	615	223	203	203	203	203	203	203	203	203	6783
NR						226	226	208	189	189	226	226		1490
POR						429	429	411	392	392	429	429		2911
POREL					429	429	411	392	392	429	429			2911

Biaya pembelian = 2911 x Rp 50.000 = Rp 145.550.000
 Biaya pesan = 7 x Rp 66.000 = Rp 462.000
 Biaya simpan = 6783 x Rp 5.000 = Rp 33.915.000
 Biaya total = Rp 180.477.000

Tabel 17. *Least Unit Cost (LUC) MRP Bahan Baku A-100*

<i>Lead time: 1 bulan</i>														
Periode (bulan)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
GR		420	411	411	392	429	429	411	392	392	429	429	0	4545
OH	1857	1437	1026	615	223	203	203	203	203	203	203	203	203	6783
NR						226	226	208	189	189	226	226		1490
POR						429	429	411	392	392	429	429		2911
POREL					429	429	411	392	392	429	429			2911
Biaya pembelian		= 2911 x Rp 50.000					= Rp 145.550.000							
Biaya pesan		= 7 x Rp 66.000					= Rp 462.000							
Biaya simpan		= 6783 x Rp 5.000					= Rp 33.915.000							
Biaya total							= Rp 180.477.000							

Tabel 18. *Wagner-Within MRP Bahan Baku A-100*

<i>Lead time: 1 bulan</i>														
Periode (bulan)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
GR		420	411	411	392	429	429	411	392	392	429	429	0	4545
OH	1857	1437	1026	615	223	203	203	203	203	632	203	203	203	6801
NR						226	226	208	189	189		226		1264
POR						429	429	411	392	821		429		2911
POREL					429	429	411	392	821		429			2911

Biaya pembelian	= 2911 x Rp 50.000	= Rp 145.550.000
Biaya pesan	= 6 x Rp 66.000	= Rp 396.000
Biaya simpan	= 6801 x Rp 5.000	= Rp 34.005.000
Biaya total		= Rp 179.951.000

Setelah membuat Tabel MRP bahan baku maka dapat diketahui perbandingan total biaya persediaan yang akan

dikeluarkan perusahaan dalam periode satu tahun untuk semua bahan baku dapat dilihat pada Tabel 19.

Tabel 19. Perbandingan Total Biaya Persediaan

Nama Bahan Baku	Total Biaya Persediaan		
	<i>Silver Meal</i>	LUC	<i>Wagner-Within</i>
A-100	Rp180.477.000	Rp179.477.000	Rp179.951.000
B-200	Rp91.385.342	Rp91.385.342	Rp91.151.370
S-140	Rp146.144.240	Rp146.144.240	Rp146.144.240
S-160	Rp71.142.295	Rp71.142.295	Rp71.142.295
S-220	Rp106.919.310	Rp106.919.310	Rp106.751.750
S-180	Rp93.576.166	Rp93.576.166	Rp93.576.166
W-900	Rp24.527.250	Rp24.527.250	Rp24.527.250
W-750	Rp244.998.152	Rp244.998.152	Rp244.998.152
Total	Rp958.577.469	Rp958.577.469	Rp958.147.746

Berdasarkan tabel perbandingan total biaya persediaan tersebut dapat diketahui bahwa metode yang menghasilkan biaya paling rendah adalah metode Algoritma *Wagner Within* sehingga metode tersebut yang dipilih untuk diterapkan di perusahaan.

KESIMPULAN

Metode peramalan yang sesuai untuk produk tinta atau cat sablon tipe PSN adalah *Double Moving Average (DMA) (5x5)* karena memiliki nilai kesalahan terkecil. Perencanaan agregat

dengan *mix strategy* menghasilkan *output* bahwa kapasitas perusahaan mencukupi untuk fluktuasi permintaan pada bulan Desember 2016 sampai November 2017. Hasil dari *Material Requirement Planning* (MRP) untuk bahan baku produk tinta atau cat sablon tipe PSN yaitu: *Silver Meal* dengan total biaya persediaan sebesar Rp 958.577.469, LUC dengan total biaya persediaan sebesar Rp 958.577.469, Algoritma *Wagner Within* dengan total biaya persediaan sebesar Rp 958.147.746. dengan demikian metode yang terbaik untuk perusahaan dalam menerapkan MRP adalah Algoritma *Wagner Within*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Heizer, et. al. 2009. *Manajemen Operasi Buku 1 Edisi 9*. Jakarta: Salemba 4.
- [2] Nasution, Arman Hakim dan Prasetyawan, Yudha. 2008. *Perencanaan & Pengendalian Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [3] Madinah, et. al. Penentuan Metode *Lot Sizing* Pada Perencanaan Pengadaan Bahan Baku Kikir dan Mata Bor. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*. Vol. 3. No. 3 (2015).
- [4] Gaspersz, Vincent. 2004. *Production Planning and Inventory Control*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Umum.
- [5] Frestia, Izhar. 2012. Perencanaan Produksi Pedialyte Pada PT. Abbott Indonesia dengan Menggunakan Metode *Pure Strategy* dan *Mixed Strategy*. Tersedia di http://www.gunadarma.ac.id/library/articles/graduate/industrial-technology/2008/Artikel_30403405.pdf (Diakses pada 20 Oktober 2016, 17.54 WIB)
- [6] Marie, Iveline Anne, et. al. Usulan Perencanaan Kebutuhan Bahan Baku di PT. KMT. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*. Vol. 1. No. 2 (2013): 75-85.
- [7] Tersine, R. J. 1994. *Principle of Inventory and Materials Management Fourth Edition*, New Jersey. Prentice-Hall, Inc.
- [8] Prima, et. al. 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.). *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Industri*. Vol. 2. No.4 (2014).
- [9] Putri, et. al. Perencanaan Persediaan Bahan Baku Herbisida Menggunakan Metode *Silver Meal* dengan Memperhatikan Kapasitas Gudang (Studi Kasus di PT. X, Gresik). *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*. Vol. 2. No. 2 (Desember 2014).