

PERENCANAAN PRODUKSI CAT GENTENG DUTA PAINT UNTUK
MENGURANGI *OVERSTOCK*
(Studi Kasus: CV. Dharma Utama)

*PRODUCTION PLANNING FOR DUTA PAINT ROOF TINT TO DECREASE
OVERSTOCK*
(Case Study: CV. Dharma Utama)

Ella Dewi Retnaning Ayu¹⁾, Arif Rahman²⁾, Rahmi Yuniarti³⁾

Jurusan Teknik Industri, Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang, 65145, Indonesia

E-mail: ellalovecheetah@yahoo.com¹⁾, posku@ub.ac.id²⁾, rahmi_yuniarti@ub.ac.id³⁾

Abstrak

CV Dharma Utama adalah sebuah industri skala kecil yang memproduksi dua macam cat genteng yaitu Duta Paint SSP dan Duta Paint SP. Tiap family product memiliki tiga pilihan warna produk yaitu warna dengan kode 101, 104, 105 untuk jenis SSP, dan kode 201, 202, 204 untuk jenis SP. Pada beberapa periode tertentu, perusahaan mengalami kenaikan dan penurunan permintaan yang cukup signifikan. Perusahaan mengalami overstock pada awal periode perencanaan dengan stock level sebesar 484 jam yang setara dengan demand selama 1 bulan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pola permintaan cat genteng Duta Paint dan kemudian merencanakan produksi yang sesuai dengan kondisi perusahaan untuk mengatasi overstock di gudang. Metode yang digunakan untuk melakukan peramalan didalam penelitian ini adalah metode Holt Winter dengan komponen musiman, dilanjutkan perencanaan agregat dengan pendekatan Chase Strategy, kemudian dilakukan disagregasi dengan metode Hax and Meal dari hasil perencanaan agregat untuk mendapatkan Jadwal Induk Produksi (JIP). Hasil dari penelitian ini, perusahaan dapat mengurangi penumpukan persediaan di awal periode yang sebesar 484 jam dan hasil di akhir periode sebesar 93 jam yaitu mendekati jumlah safety stock 113 jam. Jadwal Induk Produksi (JIP) didapatkan dari perencanaan disagregat yang menggunakan metode Hax and Meal dengan Qij yang berbeda setiap periodenya. Dari JIP diketahui bahwa terdapat penurunan persediaan, karena jumlah persediaan akhir lebih kecil dari jumlah persediaan awal.

Kata Kunci : Perencanaan produksi, overstock, peramalan, perencanaan agregat, JIP

1. Pendahuluan

Pada saat ini, semakin pesatnya perkembangan baik industri jasa maupun manufaktur, menyebabkan terjadinya persaingan yang ketat. Agar tetap mampu bersaing, perusahaan berusaha dengan memenuhi permintaan konsumen tepat waktu dan menekan biaya produksi seminimal mungkin. Oleh karena itu dibutuhkan strategi produksi yaitu dengan melakukan perencanaan dan penjadwalan produksi yang teratur dan terkontrol. Perencanaan dan penjadwalan produksi didalam sebuah perusahaan memungkinkan perusahaan untuk mengontrol fluktuasi permintaan yang ekstrim dan mengontrol jumlah persediaan. Perencanaan produksi yang tidak tepat dapat mengakibatkan tingginya/rendahnya tingkat persediaan, sehingga mengakibatkan peningkatan ongkos simpan/ongkos kehabisan persediaan. Dan

yang lebih fatal, hal tersebut dapat mengurangi pelayanan kepada konsumen karena keterlambatan penyerahan produk (Nasution, 2003).

Selain itu, perencanaan dan penjadwalan produksi memungkinkan perusahaan untuk menghindari biaya-biaya ekstra dalam proses produksi, contohnya pembengkakan biaya *inventory* akibat tumpukan barang di gudang. Dengan menggunakan perencanaan dan penjadwalan produksi, perusahaan mampu mengoptimalkan penggunaan sumberdaya.

CV Dharma Utama adalah sebuah perusahaan yang memproduksi dua *family product* cat genteng yaitu Duta Paint Genteng SSP dan Duta Paint Genteng SP. Tiap *family product* memiliki tiga pilihan warna produk yaitu warna dengan kode 101, 104, 105 untuk jenis SSP, dan kode 201, 202, 204 untuk jenis SP. Setiap item produk memiliki jumlah permintaan yang berbeda disetiap periodenya. Terkadang permintaan mengalami

kenaikan secara drastis dan mengalami penurunan permintaan yang ekstrim.

Selama ini CV Dharma Utama melaksanakan penjadwalan produksi berdasarkan perkiraan data historis penjualan periode sebelumnya, tanpa menggunakan metode standar. Sehingga sering terjadi selisih antara jumlah produksi dan jumlah permintaan. Salah satu contoh selisih permintaan dan produksi, yaitu pada bulan September 2013 perusahaan mengalami *overstock*, dimana permintaan SP 101 menunjukkan jumlah 37 galon dan produksi periode itu mencapai 50 galon. Pada periode tersebut mengakibatkan terjadi penumpukan produk SP 101 yang cukup banyak untuk satu jenis produk dalam satu periode di gudang. Hal ini mengakibatkan munculnya biaya ekstra dan dibebankan dalam biaya produksi, yang seharusnya dapat diredam atau bahkan dihilangkan tanpa harus membuat perusahaan mengalami kekurangan produk.

Untuk mengatasi masalah tersebut perusahaan perlu membuat peramalan (*forecasting*) permintaan konsumen untuk memperkirakan jumlah permintaan yang harus diproduksi pada periode satu tahun yang akan datang. Menurut Kusuma (2009), peramalan adalah perkiraan tingkat permintaan satu atau lebih produk selamabeberapa periode mendatang. Setelah peramalan, dilakukan perencanaan agregat yaitu perencanaan secara garis besar mengenai rencana produksi. Kemudian dilakukan analisis kesalahan peramalan. Menurut Herjanto (1999), untuk melakukan prakiraan yang selalu tepat sangat sukar, bahkan dapat dikatakan tidak mungkin. Perencanaan agregat dibuat untuk menyesuaikan kemampuan produksi dalam menghadapi permintaan pasar yang tidak pasti (Nasution, 2006). Handoko (2000) berpendapat bahwa perencanaan agregat adalah proses perencanaan kuantitas dan pengaturan waktu keluaran selama periode waktu tertentu (umumnya 3-12 bulan) melalui penyesuaian tingkat produksi, karyawan, persediaan dan variabel-variabel yang dapat dikendalikan lainnya. Hasil dari perencanaan agregat akan digunakan dalam tahap selanjutnya yaitu disagregasi untuk menyusun dan menetapkan Jadwal Induk Produksi (JIP) yang baik. JIP bertujuan untuk mewujudkan perencanaan agregat menjadi suatu perencanaan terpisah untuk masing-masing item (Nasution, 2003).

Peramalan permintaan yang akan dilakukan di dalam penelitian ini adalah peramalan

menggunakan metode *Holt Winter* dengan faktor musiman. Kemudian hasil peramalan permintaan akan langsung dikonversikan ke dalam satuan *Man Hour* untuk perencanaan agregat. Perencanaan agregat menggunakan pendekatan *chase strategy*. Selanjutnya, untuk mendapatkan JIP secara rinci untuk setiap produknya, diperlukan proses disagregasi perencanaan agregat dengan menggunakan metode *Hax and Meal*.

Dengan menggunakan JIP, diharapkan perusahaan dapat meredam fluktuasi permintaan yang akan datang, sehingga perusahaan dapat memenuhi permintaan produk pada saat yang tepat dan tanpa harus kelebihan produk jadi.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dibagi menjadi 5 tahap, yaitu identifikasi awal, pengumpulan data, pengolahan data, analisis dan pembahasan serta kesimpulan dan saran.

2.1 Tahap Identifikasi Awal

Tahap identifikasi awal dibagi menjadi beberapa langkah berikut.

1. Penelitian pendahuluan
2. Studi Pustaka
3. Identifikasi Masalah
4. Perumusan Masalah
5. Penentuan Tujuan Penelitian

2.2 Tahap Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan dua cara, yaitu wawancara dan dokumentasi. Data yang dikumpulkan adalah data yang berkaitan dengan keperluan perencanaan produksi :

1. Data Historis Permintaan

Data permintaan diperoleh dari bagian pemasaran, berupa data permintaan 24 periode sebelumnya mulai dari bulan November 2011 sampai dengan bulan Oktober 2013. Data ini akan dipakai untuk meramalkan jumlah permintaan 12 periode mendatang. Data permintaan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Data Permintaan Selama 24 Periode

Per.	Data Permintaan					
	101	104	105	201	202	204
Nop-11	32	34	40	36	38	36
Des-11	35	34	34	38	37	37
Jan-12	34	35	37	34	38	36
Feb-12	35	34	35	37	40	41
Mar-12	46	44	39	40	42	44
Apr-12	49	52	46	48	48	43

Lanjutan Tabel 1 Data Permintaan Selama 24 Periode

Per.	Data Permintaan					
	101	104	105	201	2204	204
Mei-12	53	55	50	55	54	50
Jun-12	51	54	53	53	55	56
Jul-12	55	53	58	50	48	54
Agust-12	45	49	55	44	43	47
Sep-12	38	44	46	39	36	43
Okt-12	37	33	43	36	34	40
Nop-12	38	35	38	37	35	37
Des-12	33	33	36	36	36	36
Jan-13	36	34	35	39	35	42
Feb-13	39	37	34	40	44	38
Mar-13	35	43	37	45	50	46
Apr-13	40	53	46	54	55	49
Mei-13	45	55	50	56	58	55
Jun-13	55	54	56	54	56	59
Jul-13	53	50	61	55	51	53
Agust-13	45	43	53	54	45	48
Sep-13	37	39	46	46	40	43
Okt-13	34	35	39	39	37	45

2. Data Historis Produksi

Data produksi diperoleh dari bagian produksi, berupa data jadi produksi 24 periode lalu yaitu mulai bulan November 2011 sampai dengan bulan Oktober 2013. Data historis cat genteng Duta Paint dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Data Permintaan Selama 24 Periode

Per.	Data produksi					
	101	104	105	201	202	204
Nop-11	30	31	35	35	40	38
Des-11	32	34	40	36	38	36
Jan-12	35	34	40	38	37	37
Feb-12	34	35	37	35	38	40
Mar-12	35	35	35	40	50	45
Apr-12	50	44	39	55	45	45
Mei-12	55	55	46	55	50	50
Jun-12	55	55	55	55	55	55
Jul-12	55	55	55	55	55	55
Agust-12	55	55	55	55	55	55
Sep-12	45	50	55	44	45	45
Okt-12	38	44	46	33	40	40
Nop-12	37	32	40	36	36	35
Des-12	38	35	38	37	37	37
Jan-13	33	33	36	36	36	36
Feb-13	36	34	35	39	40	42
Mar-13	39	37	34	50	40	40
Apr-13	35	40	37	50	50	50
Mei-13	40	55	55	55	55	55
Jun-13	45	55	55	55	55	55
Jul-13	55	55	55	60	55	60
Agust-13	55	55	55	55	55	55
Sep-13	50	40	55	50	50	50
Okt-13	37	39	46	45	40	30

3. Waktu produksi

Data waktu produksi diperoleh dari CV Duta Paint. Data tersebut merupakan data waktu baku tiap aktivitas produksi yang ada dengan satuan waktu dalam menit. Berdasarkan proses pembuatan cat genteng, total waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi cat genteng SP dan SSP adalah sama yaitu :

$$\begin{aligned} \text{WaktuProd.} &= \text{Tahap1} + \text{Tahap2} + \text{Tahap3} + \text{Tahap4} \\ &+ \text{Tahap5} + \text{Tahap6} + \text{Tahap7} + \text{Tahap8} \quad (\text{Pers.1}) \\ &= 8 + 3 + 5 + 42 + 3 + 32 + 23 + 4 \\ &= 120 \text{ menit} \end{aligned}$$

4. Biaya-Biaya yang terkait dengan perencanaan

Alternatif produksi yang ditetapkan di CV Duta Paint dalam memproduksi cat genteng adalah jumlah pekerja disesuaikan dengan kondisi permintaan. Perusahaan akan menambah (*hiring*) pekerja jika permintaan cat genteng tinggi dan perusahaan akan mengurangi (*firing*) pekerja jika permintaan cat menurun. Biaya yang terkait dengan alternatif produksi tersebut adalah biaya *firing* dan biaya persediaan per tahun. Selain itu, perusahaan menggunakan gudang untuk persediaan dengan biaya sebesar 14% per tahun. Biaya persediaan ini meliputi biaya perawatan dan peralatan gudang, karyawan, dan harga sewa. Data biaya *Hiring* dan *Firing* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Data Biaya Alternatif Produksi

No.	Alternatif Produksi	Biaya (Rupiah)
1	<i>Hiring</i>	Rp 200.000/orang
2	<i>Firing</i>	Rp 2.000.000/orang

Biaya *hiring* dan *firing* merupakan data yang langsung diperoleh langsung dari perusahaan.

Selain itu data biaya yang diperlukan dalam perencanaan produksi CV. Dharma Utama adalah:

- a. *Unit Cost* adalah biaya yang berasal dari biaya bahan baku, biaya tenaga kerja dan biaya overhead. Satu unit cat genteng berisi 1 galon (5 kg).
- b. *Set up Cost* adalah biaya yang berasal dari biaya tenaga kerja untuk mempersiapkan mesin, listrik yang

digunakan selama persiapan mesin, dan bahan pelumas mesin jika dibutuhkan. Besarnya total biaya produksi per unit dan biaya set up dapat diketahui pada Tabel 4.

Tabel 4 Data Unit Cost dan Set up Cost

No.	Grup Produk	Unit Cost (Rp/unit)	Set up cost (Rp)
1	SSP	30.000	6.000
2	SP	35.000	6.000

5. Data Persediaan

Data persediaan barang jadi diambil pada awal periode perencanaan. Data ini diperoleh sebagai data jadi dari perusahaan yang merupakan sisa persediaan barang jadi yang terdapat di gudang, dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Data Persediaan Awal dan Persediaan Akhir

No	Kode produk	Awal Nov. 2011 (galon)	Akhir Okt. 2013 (galon)
1	101	38	33
2	104	46	40
3	105	40	42
4	201	40	40
5	202	41	44
6	204	45	43

6. Data Persentase Cacat

Selama ini, CV Duta Paint tidak selalu menghasilkan produk tanpa cacat, walaupun dibantu oleh mesin. Cacat dapat disebabkan warna yang diinginkan tidak tercapai, kekentalan cat genteng yang tidak sama dan lain-lain. Berdasarkan yang didapatkan dari perusahaan, persentase cacat untuk setiap jenis produk masing-masing adalah sebesar 2%.

7.

2.3 Tahap Pengolahan Data

1. Peramalan produk cat genteng SSP 101 dengan menggunakan Metode *Holt Winter* dengan komponen *Additive Seasonal*.

Berikut cara perhitungan yang digunakan untuk peramalan .

a. Inisialisasi

1) Contoh perhitungan *Seasonal Factor* (S_t) pada *season* pertama periode 1:

$$S_t = Y_t - \sum_{i=1}^p \frac{Y_i}{p} \quad (\text{Pers.2})$$

$$= 32 - \frac{32+35+34+35+\dots+37}{12}$$

$$= -10,68$$

Cara perhitungan yang sama digunakan untuk periode selanjutnya hingga periode 12 pada *season* pertama

2) Contoh perhitungan *Base Level* (E_t) pada *season* pertama periode 12:

$$E_p = Y_p - S_p \quad (\text{Pers. 3})$$

$$= 32 - (-10,68)$$

$$= 42,68$$

3) *Trend* (T_t) pada *season* pertama periode 12:

$$T_t = 0$$

b. Perhitungan Pada *Season* Berikut:

1) Contoh Perhitungan *Base Level* (E_t) pada *season* kedua periode 13:

$$E_t = \alpha(Y_t - S_{t-p}) + (1 - \alpha)(E_{t-1} + T_{t-1}) \quad (\text{Pers.4})$$

$$= 0,9(38 - (-10,68)) + (1 - 0,9)(42,48 + 0)$$

$$= 48,06$$

Cara perhitungan yang sama digunakan untuk periode selanjutnya hingga periode 24 pada *season* kedua.

2) Contoh perhitungan ekspektasi nilai *trend* pada *season* kedua periode 13:

$$T_t = \beta(E_t - E_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (\text{Pers. 5})$$

$$= 0,1(48,06 - 42,48) + (1 - 0,1)0$$

$$= 0,56$$

Cara perhitungan yang sama digunakan untuk periode selanjutnya hingga periode 24 pada *season* kedua.

3) Contoh perhitungan *seasonal factor* (S_t) pada *season* kedua periode 13:

$$S_t = \gamma(Y_t - E_t) + (1 - \gamma)S_{t-p} \quad (\text{Pers.6})$$

$$= 0,2(38 - 48,06) + (1 - 0,2) \cdot 10,68$$

$$= -10,56$$

Cara perhitungan yang sama digunakan untuk periode selanjutnya hingga periode 24 pada *season* kedua.

4) Contoh perhitungan hasil *forecast* pada *season* kedua periode 13:

$$\hat{Y}_{t+1} = E_t + T_t + S_{t-p} \quad (\text{Pers.7})$$

$$= 48,06 + 0,56 + (-10,68)$$

$$= 38$$

Cara perhitungan yang sama digunakan untuk periode selanjutnya hingga periode 24 pada *season* kedua.

Pada *season* ketiga periode 25 hingga periode 36 menggunakan perhitungan berikut:

$$\hat{Y}_{25} = E_{20} + 1 \cdot T_{20} + S_{17} \quad (\text{Pers.8})$$

$$\hat{Y}_{26} = E_{20} + 2 \cdot T_{20} + S_{18} \quad (\text{Pers.9})$$

$$\hat{Y}_{27} = E_{20} + 3 \cdot T_{20} + S_{19} \quad (\text{Pers.10})$$

$$\hat{Y}_{28} = E_{20} + 4 \cdot T_{20} + S_{20} \quad (\text{Pers.11})$$

$$\hat{Y}_{29} = E_{20} + 5 \cdot T_{20} + S_{21} \quad (\text{Pers.12})$$

Perhitungan yang sama dilakukan hingga periode ke 12.

2. Untuk mengetahui seberapa besar

kesalahan peramalan dengan *Holt Winter* Komponen *Additive Seasonal*, maka digunakan MAPE. Metode MAPE dipilih karena metode ini dapat mengindikasikan seberapa besar kesalahan dalam meramal yang dibandingkan dengan data aktual. Berikut cara perhitungan yang digunakan untuk mengetahui besar kesalahan peramalan:

a. Contoh perhitungan deviasi :

$$\text{Deviasi Absolut} = 38 - 38 \quad (\text{Pers.13})$$

$$= |0|$$

b. Contoh perhitungan persentase kesalahan :

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Deviasi Absolut}}{\text{Permintaan Aktual}} \times 100\% \quad (\text{Pers.14})$$

$$= 0$$

3. Peramalan produk cat genteng SSP 101 dengan menggunakan Metode *Holt Winter* dengan komponen *Multiplicative Seasonal*. Berikut cara perhitungan yang digunakan untuk peramalan:

a. Inisialisasi

1) Contoh perhitungan *Seasonal Factor* (S_t) pada *season* pertama periode 1:

$$S_t = \frac{Y_t}{\sum_{i=1}^p Y_i} \quad (\text{Pers.15})$$

$$= \frac{32}{\frac{32+35+34+\dots+37}{12}}$$

$$= 0,75$$

Cara perhitungan yang sama digunakan untuk periode selanjutnya hingga periode 12 pada *season* pertama

2) Contoh perhitungan *Base Level* (E_t) pada *season* pertama periode 12:

$$E_p = \frac{Y_t}{S_{t-p}} \quad (\text{Pers.16})$$

$$= \frac{32}{0,75}$$

$$= 42,48$$

3) *Trend* (T_t) pada *season* pertama periode 12:

$$T_t = 0$$

b. Perhitungan Pada *Season* Kedua:

1) Contoh Perhitungan *Base Level* (E_t) pada *season* kedua periode 13:

$$E_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-p}} + (1 - \alpha)(E_{t-1} + T_{t-1}) \quad (\text{Pers.17})$$

$$= 0,9 \frac{38}{0,75} + (1 - 0,9)(42,48 + 0)$$

$$= 49,94$$

Cara perhitungan yang sama digunakan untuk periode selanjutnya hingga periode 24 pada *season* kedua.

2) Contoh perhitungan ekspektasi nilai *trend* pada *season* kedua periode 13:

$$T_t = \beta (E_t - E_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (\text{Pers.18})$$

$$= 0,1 (49,94 - 42,48) + (1 - 0,1) 0$$

$$= 0,75$$

Cara perhitungan yang sama digunakan untuk periode selanjutnya hingga periode 24 pada *season* kedua.

3) Contoh perhitungan *seasonal factor* (S_t) pada *season* kedua periode 13:

$$S_t = \gamma \left(\frac{Y_t}{E_t} \right) + (1 - \gamma)S_{t-p} \quad (\text{Pers.19})$$

$$= 0,3 \left(\frac{38}{49,94} \right) + (1 - 0,3)0,75$$

$$= 0,75$$

Cara perhitungan yang sama digunakan untuk periode selanjutnya hingga periode 24 pada *season* kedua.

4) Contoh perhitungan hasil *forecast* pada *season* kedua periode 13:

$$\hat{Y}_{t+1} = (E_t + T_t)S_{t-p} \quad (\text{Pers.20})$$

$$= 49,94 + 0,75 + 0,75$$

$$= 38$$

Cara perhitungan yang sama digunakan untuk periode selanjutnya hingga periode 24 pada *season* kedua.

Pada *season* ketiga periode 25 hingga periode 36 menggunakan perhitungan berikut:

$$\hat{Y}_{25} = (E_{20} + 1 \cdot T_{20})S_{17} \quad (\text{Pers.21})$$

$$\hat{Y}_{26} = (E_{20} + 2 \cdot T_{20})S_{18} \quad (\text{Pers.22})$$

$$\hat{Y}_{27} = (E_{20} + 3 \cdot T_{20})S_{19} \quad (\text{Pers.23})$$

$$\hat{Y}_{28} = (E_{20} + 4 \cdot T_{20})S_{20} \quad (\text{Pers.24})$$

$$\hat{Y}_{29} = (E_{20} + 5 \cdot T_{20})S_{21} \quad (\text{Pers.25})$$

Perhitungan yang sama dilakukan hingga periode 12.

4. Untuk mengetahui seberapa besar kesalahan peramalan *Holt Winter* dengan komponen *Multiplicative Seasonal*, maka digunakan MAPE. Persentase kesalahan peramalan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Persentase Kesalahan Peramalan Produk 101 Menggunakan Metode Holt Winter *Multiplicative Seasonal*

Permintaan Aktual	Ramalan	Deviasi Absolut	(Deviasi Absolut) ²	Pers. Kesalahan
38	38,00	0	0,00	0
33	34,00	-1	1,00	3
36	36,00	0	0,00	0
39	39,00	0	0,00	0
35	36,00	-1	1,00	3
40	39,00	1	1,00	3
45	44,00	1	1,00	2
55	54,00	1	1,00	2
53	53,00	0	0,00	0

45	45,00	0	0,00	0
37	37,00	0	0,00	0
34	34,00	0	0,00	0
			Jumlah	12
			MAPE	1,04

a. Contoh perhitungan deviasi:

$$\text{Deviasi Absolut} = 38-38 \quad (\text{Pers.26})$$

$$= |0|$$

b. Contoh perhitungan persentase kesalahan:

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Deviasi Absolut}}{\text{Permintaan Aktual}} \times 100\% \quad (\text{Pers.27})$$

$$= 0$$

Jika dibandingkan secara keseluruhan kedua metode peramalan diatas yang memiliki jumlah kesalahan nilai MAPE terkecil adalah metode *Holt Winter* komponen *Additive Seasonal* dengan nilai variabel $\alpha=0,9$, $\beta=0,1$, $\gamma=0,2$ untuk setiap item produk. Maka metode peramalan yang dipilih adalah *Holt Winter* dengan komponen *Additive Seasonal*. Berikut hasil peramalan produk 101, 104,105, 201,202 dan 205 selama periode November 2013-Oktober 2014

5. Menurut Suriyanto (2013), dalam setiap produksi, tidak selalu semua produk yang dihasilkan berupa produk yang sempurna.maka hasil peramalan produksi produk cat genteng SSP dan SP akan dikonversikan dengan menyesuaikan perkiraan prosentase cacat. Hasil ramalan yang telah menyesuaikan dengan prosentase cacat dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Hasil Ramalan Setelah Disesuaikan Dengan Prosentase Cacat

Per.	Hasil Peramalan (galon)					
	101	104	105	201	202	204
Nop-13	30	36	36	40	42	42
Des-13	32	36	31	42	41	43
Jan-14	31	37	32	39	42	43
Feb-14	32	37	31	41	44	47
Mar-14	41	45	33	44	46	50
Apr-14	45	54	40	51	52	51
Mei-14	49	59	44	59	58	57
Jun-14	48	59	47	58	60	63
Jul-14	51	58	51	56	55	63
Agust-14	43	54	49	50	49	57
Sep-14	36	50	41	45	43	53
Okt-14	33	40	36	41	40	50
JUMLAH	473	566	472	567	572	619

Berikut contoh perhitungan untuk setiap jenis produk pada 1 periode pertama :

$$\text{Produk SSP 101} = \frac{F_n}{1-P} \quad (\text{Pers.28})$$

$$= \frac{29}{1-0,02}$$

$$= 30$$

$$\text{Produk SSP 104} = \frac{F_n}{1-P} \quad (\text{Pers.29})$$

$$= \frac{36}{1-0,02}$$

$$= 36$$

$$\text{Produk SSP 105} = \frac{F_n}{1-P} \quad (\text{Pers.30})$$

$$= \frac{36}{1-0,02}$$

$$= 36$$

$$\text{Produk SP 201} = \frac{F_n}{1-P} \quad (\text{Pers.31})$$

$$= \frac{40}{1-0,02}$$

$$= 40$$

$$\text{Produk SP 202} = \frac{F_n}{1-P} \quad (\text{Pers.32})$$

$$= \frac{41}{1-0,02}$$

$$= 42$$

$$\text{Produk SP 205} = \frac{F_n}{1-P} \quad (\text{Pers.33})$$

$$= \frac{41}{1-0,02}$$

$$= 42$$

Untuk perhitungan periode ke-2 hingga periode ke-12 dapat dicari dengan cara yang sama.

6. Dalam perencanaan agregat, menentukan *safety stock* dianggap penting karena dapat mengurangi resiko *stockout*. Jumlah *safety stock* yang untuk setiap produk dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Jumlah *Safety Stock* Untuk Setiap Jenis Produk

Kode Prod.	Total Permintaan (galon)	Rata-Rata Permintaan (galon)	St. Dev. (galon)	Safety Stock (galon)
101	473	39	7	9
104	566	47	9	12
105	472	39	7	9
201	567	47	7	9
202	572	48	6	8
204	619	52	8	10
Jumlah				56

Contoh perhitungan standar deviasi dan *safety stock* pada Tabel 11 untuk produk 10:

a. Standar Deviasi

$$\delta = \sqrt{\frac{(30-39)^2 + \dots + (33-39)^2}{12-1}} \quad (\text{Pers.34})$$

$$= 7 \text{ galon/periode}$$

Perhitungan yang sama digunakan untuk 5 jenis produk berikutnya.

b. *Safety Stock*

$$SS = 1,282 \times 7 \quad (\text{Pers.35})$$

$$= 9 \text{ galon/periode}$$

Keterangan:

Tingkat kepercayaan 90%,

$$K = 1,282$$

Perhitungan yang sama digunakan untuk 5 jenis produk berikutnya.

7. Dalam perencanaan agregat, semua satuan galon akan dikonversikan ke dalam satuan jam untuk perhitungan kebutuhan jam, termasuk persediaan awal dan *safety stock*.

Jumlah *safety stock* dalam satuan jam dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9 Konversi Persediaan Awal dan *Safety Stock*

Kode Produk	Faktor Konversi (jam/galon)	Persediaan Awal (jam)	Safety Stock (jam)
101	2	66	18
104	2	80	23
105	2	84	18
201	2	80	18
202	2	88	15
204	2	86	21
Jumlah		484	113

Berikut contoh perhitungan konversi persediaan awal dan *safety stock*:

a. Menentukan faktor konversi

$$\text{Faktor konv.} = \frac{\text{total waktu produksi (Pers.36)}}{2 \text{ jam/galon}}$$

b. Menentukan persediaan awal

Persediaan awal yang digunakan adalah persediaan pada periode terakhir.

$$\begin{aligned} \text{Pers. awal} &= \text{Pers. awal} \times \text{faktor konversi (Pers.37)} \\ &= 33 \text{ galon} \times 2 \text{ jam/galon} \\ &= 66 \text{ jam} \end{aligned}$$

c. Menentukan *Safety Stock*(SS)

$$\begin{aligned} \text{SS} &= \text{SS} \times \text{faktor konv. (Pers.38)} \\ &= 9 \text{ galon} \times 2 \text{ jam/galon} \\ &= 18 \text{ jam} \end{aligned}$$

Setelah Inventori Awal dan *Safety Stock* di konversikan, maka berikut hasil peramalan yang telah disesuaikan dengan persentase cacat dikonversikan dan dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10 Hasil Konversi Permintaan

Per.	Hasil Konversi (jam)					
	101	104	105	201	202	204
Nop13	60	72	73	81	84	83
Des13	64	73	63	84	83	86
Jan14	63	75	65	78	84	86
Feb14	64	74	62	82	88	93
Mar14	82	91	67	88	93	101
Apr14	91	108	79	102	103	102
Mei-14	99	117	88	117	116	113
Jun14	97	117	94	117	120	126
Jul-14	103	115	102	111	109	126
Agu14	87	109	99	100	99	115
Sep14	71	100	82	90	85	106
Okt-14	66	80	73	83	80	100
$\sum D_{ij}$	945	1132	944	1133	1144	1237

Contoh perhitungan konversi hasil peramalan produk 101 dari satuan unit produk menjadi satuan jam pada periode November 2013:

$$\begin{aligned} \text{Hasil Konv.} &= 30 \text{ galon} \times 2 \text{ jam/gallon (Pers.39)} \\ &= 60 \text{ jam} \end{aligned}$$

8. Pendekatan alternatif perencanaan produksi yang digunakan adalah *Chase Strategy*. Alternatif ini merupakan alternatif yang paling memungkinkan untuk diterapkan dalam perusahaan, untuk mengurangi penumpukan persediaan di gudang. Dimana tenaga kerja awal adalah 4 orang. Dalam periode tertentu, perusahaan dapat merekrut pegawai jika permintaan cat genteng cenderung naik dan memberhentikan pegawai ketika permintaan sedang menurun. Persediaan awal bulan November 2013 adalah 484 jam. Contoh perhitungan perencanaan agregat pada periode pertama:

a. Rencana Jumlah Tenaga Kerja

Diketahui bahwa pada awal periode terdapat penumpukan persediaan sebesar 484 jam. Maka digunakan perhitungan *Chase Strategy* untuk menentukan jumlah tenaga kerja yang diperlukan di setiap periodenya. Dalam hal ini, penumpukan persediaan tetap diperhitungkan, sehingga persediaan tetap digunakan dan berkurang di setiap periodenya hingga mencapai jumlah yang mendekati dengan *safety stock*. Pertimbangan persediaan awal dan *safety stock* selama periode perencanaan, dinotasikan dengan A. Untuk itu perencanaan tenaga kerja dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Rencana TK} &= \frac{\text{Permintaan}-A}{\text{jumlah jam kerja per periode}} \text{ (Pers.40)} \\ &= \frac{452 \text{ jam}-31}{200 \text{ jam/orang}} \\ &= \frac{421}{200 \text{ jam/orang}} \\ &= 2,105 \approx 2 \text{ orang} \end{aligned}$$

Dimana ,

$$A = \frac{\text{Persediaan Awal}-\text{Safety Stock}}{\text{Periode Perencanaan}} \text{ (Pers.41)} = \frac{484-113}{12} = 31$$

Penentuan jumlah tenaga kerja sangat dipengaruhi oleh jumlah permintaan dan jam kerja per periode. Jumlah tenaga kerja akan selalu mengimbangi jam kerja per periode untuk dapat memenuhi permintaan. Selain itu jumlah tenaga kerja sangat mempengaruhi jumlah persediaan akhir. Penentuan jumlah tenaga kerja yang tidak tepat, dapat berimbas kekurangan atau kelebihan persediaan di akhir periode.

b. *Hiring* dan *Firing*

Jika jumlah tenaga kerja perusahaan < rencana jumlah tenaga kerja, maka perusahaan perlu merekrut tenaga kerja baru untuk memenuhi permintaan.

$$\text{Hiring} = \text{Rencana TK} - \text{TK Saat ini} \text{ (Pers.42)}$$

= 2 orang - 4 orang
 = -2 orang

Pada hasil perhitungan diatas bernilai negatif 2 orang, maka perlu dilakukan *firing* sebanyak 2 orang dari jumlah *real* karyawan saat ini.

Jika bernilai positif, maka perlu dilakukan *hiring* atau penambahan tenaga kerja dari jumlah tenaga kerja saat ini.

c. Output Per periode

Output per periode merupakan total jam produksi yang perlu dilakukan setiap periode. Contoh perhitungan pada periode 1:

$$\begin{aligned} \text{Output per periode} &= \text{Jam kerja} \times \text{TK} && \text{(Pers.43)} \\ &= 200 \times 2 \\ &= 400 \text{ jam} \end{aligned}$$

d. Persediaan Awal

Pada periode pertama, persediaan awal menggunakan jumlah persediaan akhir periode sebelumnya yaitu periode Oktober 2013. Pada periode berikut, persediaan awal merupakan jumlah persediaan akhir pada periode sebelumnya

e. Persediaan Akhir

$$\begin{aligned} \text{Pers. Akhir} &= (\text{Output Per Periode} + \text{Pers. Awal}) - \\ &\text{Konversi Hasil Peramalan Permintaan} && \text{(Pers.44)} \\ &= (400 \text{ jam} + 484 \text{ jam}) - 452 \text{ jam} \\ &= 432 \text{ jam} \end{aligned}$$

f. Persediaan Rata-Rata

$$\begin{aligned} \text{Pers. Rata-Rata} &= \frac{\text{Pers. awal} + \text{Pers. akhir}}{2} && \text{(Pers.45)} \\ &= \frac{484 \text{ jam} + 432 \text{ jam}}{2} \\ &= 458 \text{ jam} \end{aligned}$$

Pada awal periode perencanaan permintaan, terdapat tumpukan inventori sebesar 484 jam. Dengan menggunakan pendekatan alternatif *Chase Strategy*, tumpukan persediaan berkurang setiap bulan hingga pada akhir periode perencanaan, persediaan akhir hanya sebesar 93 jam.

9. Pada Lampiran 2 menunjukkan perhitungan disagregasi dimana SSP dan SP diuraikan dari perencanaan agregat. Perhitungan ini bertujuan untuk memperoleh volume produksi optimal untuk tiap periode.

Contoh perhitungan kebutuhan produksi optimal produk SSP 10:

$$\begin{aligned} Q_{ij} &= \sqrt{\frac{2S_i T_{ij}^2}{I \sum C_{ij} T_{ij}}} && \text{(Pers.46)} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times 6000 \times 30^2}{0,012 \{ (30000 \times 30) + (30000 \times 36) + (30000 \times 36) \}}} \\ &= 6 \end{aligned}$$

10. Setelah volume produksi didapatkan maka selanjutnya adalah menghitung jumlah produk yang harus diproduksi dan membuat

Jadwal Induk Produksi

Contoh perhitungan SSP 101 pada Lampiran 2 periode pertama sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Q_{adj} &= \frac{\frac{Q_{ij} \times k}{k}}{Q_{tot}} \times Q_{ij} && \text{(Pers.47)} \\ &= \frac{X_i}{Q_{tot}} \times Q_{ij} \\ &= 4,166 \times 6 \\ &= 24 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_t &= (Q_{adj} + I_0) - D && \text{(Pers.48)} \\ &= (24 + 33) - 30 \\ &= 27 \text{ unit} \end{aligned}$$

Persediaan awal pada periode pertama diperoleh dari persediaan akhir dari persediaan akhir periode oktober 2013. Pada periode berikutnya, persediaan awal diperoleh dari persediaan akhir periode sebelumnya.

2.4 Tahap Analisis Dan Pembahasan

Setelah mendapatkan hasil dari pengolahan data dari perencanaan dan disagregasi, maka disusun Jadwal Induk Produksi sebagai panduan perusahaan untuk melakukan perencanaan produksi.

2.5 Tahap Kesimpulan Dan Saran

Tahap kesimpulan dan saran merupakan tahap terakhir dari penelitian ini yang berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil pengumpulan, pengolahan dan analisa yang menjawab tujuan penelitian yang ditetapkan.

3. Hasil dan Pembahasan

Peramalan yang dilakukan untuk periode November 2013-Oktober 2014, menggunakan data historipermintaan selama periode November 2011-Oktober 2013. Historipermintaan yang digunakan dalam jangka waktu 2 tahun untuk mengetahui pola permintaan produk. Berdasarkan pada Gambar pada Lampiran 2 dan Lampiran 3, produk cat genteng memiliki pola permintaan musiman karena pola pada tahun pertama mengulang pada tahun berikutnya, meskipun pola permintaan mengalami pergeseran. Untuk pola data musiman, digunakan dua pilihan metode, yaitu metode peramalan *Holt-Winter* komponen *Additive Seasonal* dengan nilai variabel $\alpha = 0,9$, $\beta = 0,1$, $\gamma = 0,2$ dan metode peramalan *Holt Winter* komponen *Multiplicative Seasonal* dengan nilai $\alpha = 0,9$, $\beta = 0,1$, $\gamma = 0,3$. Nilai variabel pada setiap metode didapatkan dari *trial error* dengan rentang nilai 0-1. Ketiga nilai variabel tersebut diubah dan dicoba satu persatu hingga

didapatkan kombinasi nilai variabel terbaik, yang dapat meminimalkan selisih antara hasil peramalan dengan permintaan aktual. Setelah didapatkan hasil peramalan, dilakukan perhitungan persentase kesalahan peramalan dari kedua metode peramalan yang digunakan dengan menggunakan MAPE. Berdasarkan hasil MAPE pada Lampiran 6 dan 8, diketahui bahwa total persentase kesalahan seluruh produk (cat genteng 101,104,105,201,202 dan 204) selama periode peramalan dengan menggunakan metode *Holt Winter* dengan komponen *Additive Seasonal* adalah 2% sedangkan menggunakan metode *Holt Winter* dengan komponen *Multiplicative Seasonal* adalah 3%. Maka, metode peramalan yang dipilih adalah *Holt Winter* dengan menggunakan *Additive Seasonal* untuk semua jenis produk.

Dengan menggunakan hasil peramalan metode terpilih, dilanjutkan dengan melakukan perencanaan agregat untuk periode November 2013-Oktober 2014. Strategi perencanaan agregat yang dipilih adalah pendekatan alternatif *Chase Strategy* dipilih dengan tujuan untuk mengatasi *overstock* cat genteng di gudang dan menyesuaikan jumlah tenaga kerja dengan jumlah permintaan selama periode perencanaan. Selama periode perencanaan, jumlah tenaga kerja berbeda hampir di setiap periodenya. Penentuan jumlah tenaga kerja didapatkan dengan mempertimbangkan penumpukan persediaan di awal periode dan jumlah *safety stock*. Dilihat pada Lampiran 1, jumlah persediaan awal di periode 1 adalah 484 jam/orang dan pada akhir periode akhir persediaan menurun hingga 93 jam/orang. Maka penurunan inventori setelah menggunakan perencanaan agregat *Chase Strategy* adalah sebesar 391 jam/orang. Pada akhir periode diketahui jumlah persediaan akhir menurun jika dibandingkan dengan persediaan di periode awal dan mendekati jumlah *safety stock* yang dibutuhkan.

Agar didapatkan hasil yang lebih rinci, yaitu perencanaan per item produk per periode, maka hasil dari perencanaan agregat dilanjutkan dalam perhitungan disagregat. Metode yang digunakan dalam perhitungan disagregat adalah metode *Hax and Meal*. Untuk mendapatkan JIP yang optimal, maka volume produksi (Q_{ij}) perlu ditentukan pada setiap periodenya, dengan mengikuti jumlah permintaan. Jumlah produksi (Q_{adj}) setiap periodenya menyesuaikan dengan hasil perencanaan agregat. Pada Tabel 4.18 dan

Lampiran 09, dapat diketahui bahwa Q_{ij} berbeda disetiap periodenya. Contoh untuk item SSP 105 pada periode 1 $Q_{ij} = 8$, periode 2 $Q_{ij} = 6$, dan periode 3 $Q_{ij} = 7$.

Dalam perhitungan disagregat, hasil perencanaan agregat (*output per periode*) di konversikan terlebih dahulu untuk mengetahui berapa galon cat genteng yang harus diproduksi pada setiap periode. Walaupun *output* disagregasi berupa jumlah produksi per item, namun jumlahnya keseluruhan ($Q_{adj} \times K_{ij}$) harus tetap sinkron dengan *output* perencanaan agregat disetiap periode. Pada Tabel 14 diketahui jumlah $Q_{adj} \times K_{ij}$ adalah 400 jam/orang, dan x_1 adalah 400 jam/orang, maka *output* disagregasi dan agregat adalah sinkron. Persediaan awal periode pertama pada Tabel 14, merupakan jumlah persediaan akhir pada periode sebelumnya, yaitu Oktober 2013.

4. Kesimpulan

1. Berdasarkan grafik historis permintaan, family produk SSP dan SP memiliki pola musiman. Grafik historis permintaan tiap-tiap jenis produk yaitu produk 101, 104, 105, 201, 202, dan 204 juga memiliki pola musiman. Oleh karena itu metode peramalan yang digunakan untuk enam jenis produk tersebut adalah metode *Holt-Winter* dengan komponen *Additive Seasonal* dengan nilai variabel $\alpha = 0,9$, $\beta = 0,1$, $\gamma = 0,2$. Selain itu, alasan menggunakan peramalan *additive seasonal* adalah nilai MAPE yang lebih kecil jika dibandingkan dengan MAPE dari peramalan *multiplicative seasonal*.
2. Untuk meminimalkan tumpukan penyimpanan di gudang dan mengoptimalkan tenaga kerja produksi, maka perusahaan perlu menerapkan perencanaan agregat dengan menggunakan pendekatan alternatif *Chase Strategy*. Dalam beberapa periode, perusahaan perlu merubah jumlah tenaga kerja untuk menyesuaikan pola permintaan musiman. Dengan menggunakan pendekatan alternatif *Chase Strategy*, perusahaan dapat mengurangi penumpukan persediaan di awal periode yang sebesar 484 jam dan hasil di akhir periode sebesar 93 jam yaitu mendekati jumlah *safety stock*.
3. Jadwal Induk Produksi (JIP) didapatkan dari perencanaan disagregat yang menggunakan metode *Hax and Meal* dengan Q_{ij} yang berbeda di setiap periodenya. Didapatkan bahwa jumlah dari

perencanaan produksi disagregat sama dengan hasil perencanaan agregat dalam satuan jam yaitu sebesar 400 jam untuk periode 1. JIP pada merincikan jumlah rencana unit yang harus di produksi, jumlah permintaan produk, inventori awal dan inventori akhir, untuk setiap periode selama 3 bulan kedepan.

Daftar Pustaka

Herjanto, Edi. (1999). *Manajemen Produksi Dan Operasi*. Edisi Kedua. Jakarta: Grasindo.

Handoko, T., (Hani), (2000), *Dasar-Dasar Manajemen Produksi Dan Operasi*, Edisi Satu, Yogyakarta : BPF.

Kusuma. H., (2009), *Manajemen Produksi Perencanaan dan Pengendalian Produksi*, Yogyakarta : Penerbit Andi.

Nasution, Armand Hakim, (2003), *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*, Cetakan Dua, Surabaya: Guna Widya.

Nasution, Armand Hakim, (2006), *Manajemen Industri*, Cetakan Dua. Yogyakarta: Andi Offset.

Surianto, Agus, (2013), *Penerapan Metode Material Requirement Planning (MRP) di PT. Bokormas Mojokerto*, Jurnal Ilmiah Mahasiswa, Malang: Universitas Brawijaya.

Lampiran 1 Perencanaan Agregat Dengan Menggunakan *Chase Strategy*

Per.	Permintaan Jam	Jam Kerja Per Periode	Rencana			Output per Periode (jam)	Persediaan		
			Rencana Jumlah Tenaga Kerja (orang)	Hiring (orang)	Firing (orang)		Awal (jam)	Akhir (jam)	Rata-rata (jam)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	452	200	2	0	2	400	484	432	458
2	452	192	2	0	0	384	432	364	398
3	451	184	2	0	0	368	364	281	322
4	464	192	2	0	0	384	281	201	241
5	521	200	3	1	0	600	201	280	241
6	585	200	3	0	0	600	280	295	288
7	650	208	3	0	0	624	295	269	282
8	670	200	4	1	0	800	269	399	334
9	667	184	3	0	1	552	399	284	342
10	608	200	3	0	0	600	284	276	280
11	534	208	2	0	1	416	276	158	217
12	482	208	2	0	0	416	158	93	126
Tot.	6535	2376				6535			

Lampiran 2 Perhitungan Volume Produksi Optimal Pada Periode 1

Family	Item	T _{ij} (galon)	Std. Deviasi	Setup Cost (Rp)	Unit Cost (Rp)	Safety Stock (galon)	K _{ij} (jam /galon)	Q _{ij} (galon)
SSP	101	30	7	6000	30000	9	2	6
	104	36	9			12	2	8
	105	36	7			9	2	8
SP	201	40	7		35000	9	2	8
	202	42	6			8	2	9
	204	42	8			10	2	9

JURNAL REKAYASA DAN MANAJEMEN SISTEM INDUSTRI VOL. 3 NO. 2
TEKNIK INDUSTRI UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Lampiran 3 Jadwal Induk Produksi Selama 3 Periode

Periode	Jadwal Induk Produksi (JIP)						Demand						Inventor Awal						Inventori Akhir					
	(Unit Produk)						(Unit Produk)						(Unit Produk)						(Unit Produk)					
	SSP			SP			SSP			SP			SSP			SP			SSP			SP		
	101	104	105	201	202	204	101	104	105	201	202	204	101	104	105	201	202	204	101	104	105	201	202	204
1	24	33	33	34	38	38	30	36	36	40	42	42	33	40	42	40	44	43	27	37	39	34	40	40
2	28	32	24	36	36	36	32	36	31	42	41	43	28	38	39	34	40	40	24	34	32	28	35	33
3	27	31	27	31	35	35	31	37	32	39	42	43	24	34	32	28	35	33	19	27	27	19	27	24