

PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU KAIN PADA DEPARTEMEN PRINTING-DYEING PT. KHS DENGAN ALGORITMA WAGNER WHITIN

Emayuliasuti¹, Wakhid Ahmad Jauhari², Cucuk Nur Rosyidi³
^{1,2,3}Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126

Telp. 0271-632110

Email: ¹emayuliasuty@gmail.com, ²wachid_aj@yahoo.com, ³cucuk@uns.ac.id

ABSTRAK

PT. KHS merupakan perusahaan tekstil yang menghasilkan produk utama kain katun dan rayon motif, memiliki tiga departemen yaitu Weaving untuk memproduksi benang menjadi kain, departemen Pretreatment yang melakukan proses persiapan kain mentah menjadi kain siap, dan departemen Printing-Dyeing yang melakukan proses pencapan atau pencelupan kain. Permasalahan manajemen persediaan terjadi pada departemen Printing-Dyeing yang belum menetapkan kebijakan ukuran pemesanan bahan baku kain yang optimal, sehingga sering terjadi keterlambatan proses produksi pencapan atau pencelupan. Pengadaan terhadap bahan baku kain dilakukan dengan hanya memberikan toleransi 10% yaitu untuk susut kain sebesar 7% dan untuk mengantisipasi cacat sebesar 3%, pada kondisi nyata cacat dapat terjadi sekitar 12,8 %. Dengan demikian apabila terjadi produksi ulang maka perusahaan tidak memiliki stock kain, hal ini menyebabkan sering terjadi keterlambatan dalam pengiriman ke konsumen. Pada penelitian ini dilakukan perencanaan pemesanan bahan baku kain untuk tahun 2015 menggunakan algoritma Wagner Whitin sehingga diperoleh total biaya persediaan sebesar Rp136.094.757,00 dibandingkan biaya awalnya yaitu Rp 346.708.427,00.

Kata kunci: algoritma wagner whitin, deterministik, peramalan, time series.

PENDAHULUAN

Seiring perkembangan ekonomi di Indonesia saat ini memacu pertumbuhan industri di segala bidang, hal ini menyebabkan ikut meningkatnya persaingan antara perusahaan untuk mendapatkan konsumen. Tersedianya bahan baku yang cukup merupakan faktor penting guna menjamin kelancaran produksi suatu perusahaan. Diperlukan dukungan manajemen persediaan yang baik agar tidak terjadi kelebihan ataupun kekurangan bahan baku, penentuan kuantitas dan waktu pemesanan yang tepat dapat menjadi salah satu kunci untuk meminimasi biaya persediaan yang akan dikeluarkan perusahaan.

PT. KHS merupakan salah satu perusahaan tekstil yang menghasilkan produk utama kain katun dan rayon motif, memiliki tiga departemen yaitu *weaving* untuk memproduksi benang menjadi kain, departemen *pretreatment* yang melakukan proses persiapan kain mentah menjadi kain siap, dan departemen *printing-dyeing* yang melakukan proses pencapan atau pencelupan kain.

Permasalahan manajemen persediaan terjadi pada departemen *printing-dyeing* yang belum menetapkan kebijakan ukuran pemesanan bahan baku kain yang optimal, sehingga sering terjadi keterlambatan proses produksi pencapan atau pencelupan. Pengadaan terhadap bahan baku kain dilakukan dengan hanya memberikan toleransi 10% yaitu untuk susut kain sebesar 7% dan untuk mengantisipasi cacat sebesar 3%, pada kondisi nyata cacat dapat terjadi sekitar 12,8 %. Dengan demikian apabila terjadi produksi ulang maka perusahaan tidak memiliki *stock* kain, hal ini menyebabkan sering terjadi keterlambatan dalam pengiriman ke konsumen.

Dalam penelitian ini dilakukan perencanaan terhadap jumlah dan waktu pengadaan bahan baku kain yang diperlukan untuk produksi departemen *printing-dyeing* agar sesuai dengan target produksi. Bahan baku kain yang diperlukan oleh departemen *printing-dyeing* ini berasal dari departemen *pretreatment* yang berada pada satu area perusahaan. Persiapan kain untuk proses produksi *printing-dyeing* merupakan prioritas dari departemen *pretreatment*, sehingga berapapun jumlah yang diminta dapat terpenuhi selama masih sesuai dengan kapasitas produksi.

Metode yang digunakan yaitu algoritma Wagner Whitin (WW) dengan tujuan untuk mendapatkan strategi pemesanan optimal dengan meminimasi biaya pemesanan dan biaya simpan dimana jumlah pemesanan dan waktu pemesanan tidak tetap (Tersine, 1994). Pemilihan metode ini dikarenakan pola data permintaan terhadap produk jadi telah diketahui dengan pasti, dan laju permintaan bervariasi tiap periodenya atau deterministik dinamis (Verma dkk, 2014).

Penelitian mengenai pengendalian persediaan menggunakan algoritma WW pernah dilakukan oleh Tannady (2013) yang melakukan penelitian pada perusahaan manufaktur pembuatan gula rafinasi di

Makassar, dengan membuat perencanaan pemenuhan permintaan kepada perusahaan distributor area Makassar dan Manado menggunakan algoritma WW. Irwansyah (2010) juga melakukan penelitian mengenai penggunaan algoritma WW dalam menentukan perencanaan bahan baku Jamu Sehat Perkasa pada PT. Nyonya Meneer Semarang. Peneliti menggunakan tiga metode *lot sizing*, yaitu algoritma WW, *Lot for Lot* dan *Part Period Balancing*. Dari ketiga metode tersebut, algoritma WW memberikan hasil total biaya persediaan yang paling minimum.

Berdasarkan penelitian terdahulu yang pernah dilakukan, maka dalam penelitian ini digunakan algoritma WW yang dapat menghasilkan total biaya persediaan yang lebih kecil apabila dibandingkan dengan metode *lot sizing* yang lain (Irwansyah, 2010)

LANDASAN TEORI

Menurut Lestari (2014), metode ini menggunakan prosedur optimasi yang didasari program dinamis untuk mendapatkan ukuran pemesanan yang optimal dari seluruh jadwal kebutuhan dengan cara meminimalkan total biaya pengadaan dan penyimpanan. Metode ini melakukan pengujian untuk semua cara pemesanan yang mungkin dalam memenuhi jadwal kebutuhan setiap periode pada horizon perencanaan sehingga dapat memberikan solusi yang optimal (Sadjadi dkk, 2009). Dengan penggunaan algoritma WW ini, dimungkinkan untuk mengkombinasikan semua periode guna memenuhi periode setelahnya, dan hasil terbaik memberikan *minimum cost* yang optimal dari semua kombinasi yang ada.

Cara penentuan ukuran lot yang akan dipesan dan waktu pemesanan, dilakukan dengan menggunakan perhitungan algoritma sebagai berikut:

Langkah 1

Hitung matriks biaya total (biaya pesan dan biaya simpan) untuk semua alternatif pemesanan (order) selama horizon perencanaannya (terdiri dari N periode perencanaan). Selanjutnya definisikan Z_{ce} sebagai biaya dari periode c sampai periode e , bila order dilakukan pada periode c untuk memenuhi permintaan dari periode c sampai dengan periode e . Persamaan untuk Z_{ce} dinyatakan sebagai berikut:

$$Z_{ce} = A + H \sum_{t=c}^e (q_{ce} - q_{ct}) \text{ untuk } 1 \leq c \leq e \leq N \quad (1)$$

$$q_{ct} = \sum_{t=c}^e D_t \quad (2)$$

dimana,

A = Biaya pesan (Rp/pesan)

H = Biaya simpan per unit per periode (Rp/unit/periode)

D_t = Permintaan pada periode t (unit)

c = Batas awal periode yang dicakup pada pemesanan q_{ct}

n = Batas maksimum periode yang dicakup pada pemesanan q_{ct}

Langkah 2

Hitung f_N dimana f_N didefinisikan sebagai biaya minimum yang mungkin dari periode e sampai periode n , dengan asumsi tingkat persediaan di akhir periode n adalah nol. Mulai dengan $f_0 = 0$ selanjutnya hitung secara berurutan $f_1, f_2, f_3, \dots, f_N$. Nilai f_N adalah nilai biaya total dari pemesanan optimal yang dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$F_e = \text{Min} \{Z_{ce} + f_{c-1}\} \text{ untuk } e = 1, 2, \dots, N \quad (3)$$

Dengan kata lain dalam setiap periode semua kombinasi dari setiap alternatif pemesanan yang mungkin dibandingkan, hasil kombinasi terbaik disimpan sebagai strategi f_N terbaik untuk memenuhi permintaan selama periode e sampai dengan periode ke n . Harga f_N adalah nilai optimal dari cara pemesanan sampai periode ke N .

Langkah 3

Terjemahkan f_N menjadi ukuran lot, waktu pemesanan, dan biaya total persediaan dengan cara seperti berikut:

$f_N = O_{wN} + f_{w-1}$: Pemesanan terakhir dilakukan pada periode w untuk memenuhi permintaan dari periode w sampai periode N .

$f_{w-1} + f_{v-1}$: Pemesanan sebelum pemesanan terakhir harus dilakukan pada periode v untuk memenuhi permintaan dari periode v sampai periode $w-1$.

$f_{u-1} = O_{1u-1} + f_0$: Pemesanan yang pertama harus dilakukan pada periode 1 untuk memenuhi permintaan dari periode 1 sampai periode $u-1$.

METODOLOGI PENELITIAN

Terdapat tiga tahap dalam melakukan penelitian ini, yaitu identifikasi awal, pengumpulan data, dan pengolahan data. Tahap pertama yaitu identifikasi awal yang terdiri dari observasi awal yaitu meninjau keadaan nyata perusahaan, identifikasi masalah dilakukan pada departemen *Printing-Dyeing* dengan memahami alur proses bahan baku masuk hingga menjadi produk akhir dan proses perencanaan pengadaan bahan baku yang diterapkan perusahaan, perumusan masalah dilakukan untuk dikaji dan dicari pemecahan atau solusinya, yang terakhir yaitu penentuan tujuan dan manfaat agar masalah lebih terfokus atau tidak menyebar. Adapun tujuan yang hendak dicapai yaitu menentukan jumlah dan waktu pemesanan bahan baku kain departemen *Printing-Dyeing* dengan algoritma Wagner Whitin.

Tahap kedua yaitu pengumpulan data yang terdiri dari profil perusahaan, data permintaan produk jadi tahun 2013-2014 yang akan digunakan sebagai dasar untuk melakukan peramalan tahun 2015, data cacat produk jadi tahun 2014, data pemakaian bahan baku kain, dan data biaya pesan serta biaya simpan.

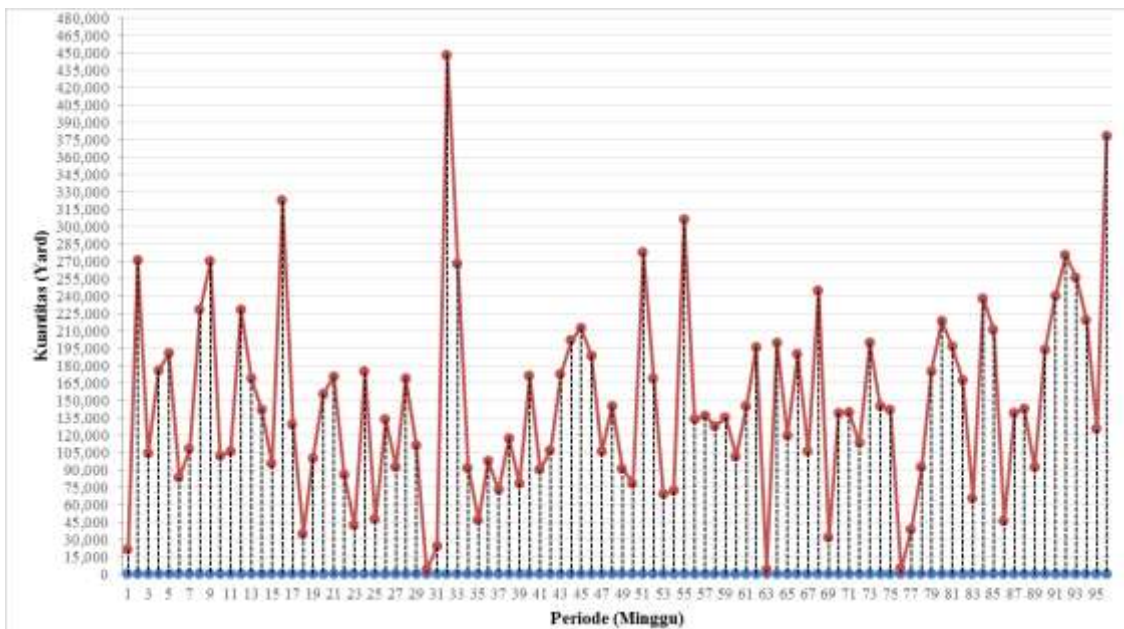
Tahap ketiga yaitu pengolahan data yang dilakukan dengan meramalkan permintaan produk jadi tahun 2015 menggunakan metode *moving average*, *weight moving average*, *exponential smoothing*, dan *double exponential smoothing*. Selanjutnya yaitu melakukan perencanaan pemesanan bahan baku kain menggunakan algoritma Wagner Whitin.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengolahan data dilakukan dengan melakukan peramalan agregat terhadap permintaan kain jadi, selanjutnya dilakukan proses disagregasi hasil peramalan agregat menjadi permintaan terhadap masing-masing jenis kain. Kemudian setelah diperoleh data peramalan permintaan bahan baku kain untuk tahun 2015 maka dilakukan perhitungan jumlah pemesanan bahan baku kain menggunakan algoritma Wagner Whitin selama 48 periode (periode 97 hingga 144).

Identifikasi Pola Data Permintaan Produk Jadi

Pola data historis permintaan produk jadi tahun 2013-2014 disajikan pada Gambar 1 berikut, grafik menunjukkan tidak adanya kecenderungan tren, siklis, ataupun musiman. Sehingga dalam melakukan perhitungan peramalan digunakan metode *moving average* dengan $m = 3, 4, 5, 6, 7, 8$, *weight moving average* dengan $m = 3, 4, 5, 6, 7, 8$, *single exponential smoothing* dengan $\alpha = 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9$, dan *double exponential smoothing* dengan $\alpha = 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9$. Perhitungan peramalan permintaan produk jadi ini digunakan bantuan *software* Microsoft Excel.



Gambar 1. Pola Data Permintaan Produk Jadi

a. *Moving Average* (MA) dengan $m = 3, 4, 5, 6, 7, 8$

Berikut merupakan hasil peramalan MA dengan $m = 3, 4, 5, 6, 7, 8$.

Tabel 1. Hasil Peramalan MA

Periode	Hasil Peramalan					
	MA3	MA4	MA5	MA6	MA7	MA8
97	241.014	244.739	250.797	248.968	241.090	222.463
98	241.014	244.739	250.797	248.968	241.090	222.463
99	241.014	244.739	250.797	248.968	241.090	222.463
100	241.014	244.739	250.797	248.968	241.090	222.463
101	241.014	244.739	250.797	248.968	241.090	222.463
.
.
144	241.014	244.739	250.797	248.968	241.090	222.463

- b. *Weight Moving Average* (WMA) dengan $m = 3, 4, 5, 6, 7, 8$
 Berikut merupakan hasil peramalan WMA dengan $m = 3, 4, 5, 6, 7, 8$.

Tabel 2. Hasil Peramalan WMA

Periode	Hasil Peramalan					
	WMA3	WMA4	WMA5	WMA6	WMA7	WMA8
97	267.522	258.409	255.872	253.899	250.697	244.423
98	267.522	258.409	255.872	253.899	250.697	244.423
99	267.522	258.409	255.872	253.899	250.697	244.423
100	267.522	258.409	255.872	253.899	250.697	244.423
101	267.522	258.409	255.872	253.899	250.697	244.423
.
.
144	267.522	258.409	255.872	253.899	250.697	244.423

- c. *Single Exponential Smoothing* (SES) dengan $\alpha = 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9$
 Berikut merupakan hasil peramalan SES dengan $\alpha = 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9$.

Tabel 3. Hasil Peramalan SES

Periode	Hasil Peramalan								
	$\alpha=0,1$	$\alpha=0,2$	$\alpha=0,3$	$\alpha=0,4$	$\alpha=0,5$	$\alpha=0,6$	$\alpha=0,7$	$\alpha=0,8$	$\alpha=0,9$
97	192.885	226.037	247.492	263.804	278.686	294.353	311.943	331.858	354.082
98	192.885	226.037	247.492	263.804	278.686	294.353	311.943	331.858	354.082
99	192.885	226.037	247.492	263.804	278.686	294.353	311.943	331.858	354.082
100	192.885	226.037	247.492	263.804	278.686	294.353	311.943	331.858	354.082
101	192.885	226.037	247.492	263.804	278.686	294.353	311.943	331.858	354.082
.
.
144	192.885	226.037	247.492	263.804	278.686	294.353	311.943	331.858	354.082

- d. *Double Exponential Smoothing* (DES) dengan $\alpha = 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9$
 Berikut merupakan hasil peramalan DES dengan $\alpha = 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9$.

Tabel 4. Hasil Peramalan DES

Periode	Hasil Peramalan								
	$\alpha=0,1$	$\alpha=0,2$	$\alpha=0,3$	$\alpha=0,4$	$\alpha=0,5$	$\alpha=0,6$	$\alpha=0,7$	$\alpha=0,8$	$\alpha=0,9$
97	154.795	184.672	209.482	227.508	241.171	254.725	272.609	298.109	333.095
98	154.795	184.672	209.482	227.508	241.171	254.725	272.609	298.109	333.095
99	154.795	184.672	209.482	227.508	241.171	254.725	272.609	298.109	333.095
100	154.795	184.672	209.482	227.508	241.171	254.725	272.609	298.109	333.095
101	154.795	184.672	209.482	227.508	241.171	254.725	272.609	298.109	333.095
.
.
144	154.795	184.672	209.482	227.508	241.171	254.725	272.609	298.109	333.095

Pemilihan Metode Peramalan

Terdapat sejumlah indikator dalam pengukuran akurasi peramalan sehingga dapat diketahui metode peramalan terbaik. Dalam penelitian ini digunakan indikator MAD dan peta kontrol *Tracking Signal*.

MAD (Mean Absolute Deviation)

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n (At - Ft)}{n} \quad (4)$$

dimana,

At = Data periode ke- t

Ft = Peramalan periode ke- t

n = Jumlah periode peramalan

Tabel 5. MAD (Mean Absolute Deviation)

No.	Teknik Peramalan	MAD	No.	Teknik Peramalan	MAD
1	SES 0,9	80.939,02	16	DES 0,5	68.932,19
2	DES 0,9	78.396,56	17	MA4	68.341,74
3	SES 0,8	77.950,84	18	DES 0,4	68.254,09
4	DES 0,8	74.267,02	19	MA5	68.059,68
5	MA3	72.866,72	20	SES 0,3	67.715,24
6	DES 0,7	71.688,20	21	WMA6	67.580,25
7	WMA3	71.603,12	22	MA6	67.516,76
8	SES 0,5	70.896,70	23	DES 0,3	67.341,72
9	SES 0,7	70.896,70	24	DES 0,2	67.047,27
10	DES 0,6	70.045,45	25	WMA7	67.041,64
11	WMA4	70.024,72	26	SES 0,2	66.837,02
12	DES 0,1	69.852,00	27	MA7	66.539,01
13	SES 0,4	69.353,80	28	WMA8	66.422,13
14	SES 0,6	69.353,80	29	SES 0,1	66.418,84
15	WMA5	69.064,90	30	MA8	65.597,79

Untuk menentukan teknik peramalan yang terbaik maka dapat dilihat nilai MAD yang terkecil. Namun, selain berdasarkan nilai MAD dilihat pula nilai *tracking signal* apakah menunjukkan nilai yang valid atau tidak.

Peta Kontrol Tracking Signal

Tracking signal adalah suatu ukuran bagaimana baiknya suatu ramalan memperkirakan nilai-nilai aktual. Nilai *tracking signal* tersebut dapat dicari menggunakan rumus berikut:

$$Tracking\ Signal = \frac{RSFE}{MAD} \quad (5)$$

$$RSFE = \sum_{t=1}^n At - Ft \quad (6)$$

dimana,

RSFE = *Running Sum of The Forecast Errors*

MAD = *Mean Absolute Deviation*

Tabel 6. Tracking Signal

Teknik Peramalan	Tracking Signal	Keterangan	Teknik Peramalan	Tracking Signal	Keterangan
MA3	43,06	Tidak Valid	SES 0,4	4,44	Tidak Valid
MA4	43,46	Tidak Valid	SES 0,5	3,43	Valid
MA5	44,16	Tidak Valid	SES 0,6	2,72	Valid
MA6	42,05	Tidak Valid	SES 0,7	2,20	Valid
MA7	42,94	Tidak Valid	SES 0,8	1,85	Valid
MA8	42,49	Tidak Valid	SES 0,9	1,60	Valid
WMA3	-0,19	Valid	DES 0,1	27,60	Tidak Valid
WMA4	-0,49	Valid	DES 0,2	15,57	Tidak Valid
WMA5	-0,81	Valid	DES 0,3	10,39	Tidak Valid
WMA6	0,50	Valid	DES 0,4	7,34	Tidak Valid
WMA7	1,13	Valid	DES 0,5	5,37	Tidak Valid
WMA8	-0,11	Valid	DES 0,6	4,02	Tidak Valid
SES 0,1	17,03	Tidak Valid	DES 0,7	3,05	Valid
SES 0,2	9,09	Tidak Valid	DES 0,8	2,32	Valid
SES 0,3	6,08	Tidak Valid	DES 0,9	1,79	Valid

Berdasarkan nilai MAD yang terkecil terpilihlah teknik WMA8 yang juga menunjukkan hasil *tracking signal* yang valid, suatu teknik peramalan dianggap valid apabila memiliki nilai *tracking signal* diantara -4 hingga +4. Sehingga, teknik WMA8 inilah yang terpilih untuk menghitung permintaan 48 periode kedepan.

Disagregasi Kebutuhan Tiap Jenis Kain

Disagregasi merupakan perhitungan untuk menentukan kebutuhan masing-masing jenis kain, hal tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan rasio pemakaian setiap jenis kain terhadap hasil peramalan setiap jenis kain setiap periode.

$$Rq = \frac{R_u \times R_f}{T_u} \quad (7)$$

dimana,

- R_q = Kebutuhan setiap jenis kain setiap periode (yard)
- R_u = Pemakaian setiap jenis kain selama 1 tahun (yard)
- R_f = Hasil peramalan agregat setiap periode (yard)
- T_u = Total pemakaian semua jenis kain selama 1 tahun (yard)

Contoh perhitungan untuk kain jenis CDP 2024 periode 97, sebagai berikut:

$$Rq = \frac{4.216.954 \times 244.423}{7.187.483}$$

$$= 143.405 \text{ yard}$$

Perhitungan Biaya Pesan (A)

Biaya pesan merupakan biaya yang dibutuhkan untuk memperoleh barang dari *supplier* dalam penelitian ini yang berperan sebagai *supplier* adalah departemen Weaving PT. KHS. Dalam perhitungan ini, yang menjadi elemen penyusun biayanya adalah biaya telekomunikasi, biaya administrasi, dan biaya inspeksi.

Biaya tarif telepon lokal untuk melakukan pemesanan kepada *supplier* yaitu sebesar Rp 125,00/menit, setiap kali pemesanan dilakukan membutuhkan waktu selama 10 menit sehingga biaya pesannya sebesar:

$$A = \text{Biaya telekomunikasi} + \text{biaya administrasi} + \text{biaya inspeksi}$$

$$= (\text{Rp } 125,00 \times 10 \text{ menit}) + \text{Rp } 3.500,00 + \text{Rp } 144.230,00$$

$$= \text{Rp } 148.980,00 / \text{pesan}$$

Perhitungan Biaya Simpan (H)

Biaya simpan merupakan biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk menjaga persediaan selama berada di dalam gudang. Besarnya biaya ini dapat ditentukan dari hasil penjumlahan antara *interest rate* dengan biaya operasional gudang.

$$H = I + B \quad (8)$$

dimana,

- H = Biaya simpan (Rp/yard/periode)
- I = *Interest Rate* (Rp/yard/periode)
- B = Biaya operasional gudang (Rp/yard/periode)

Besarnya bunga pinjam Bank Indonesia pada tahun 2015 yaitu sebesar 7,5%, dan biaya pembelian kain yaitu Rp 9.000,00/yard. Sehingga besarnya *interest rate* yaitu:

$$\text{Interest Rate } (I) = \frac{7,5\%}{48} \times 9000$$

$$= \text{Rp } 14,1 / \text{yard/periode}$$

Dalam menentukan biaya operasional gudang, komponen yang diperhitungkan yaitu gaji karyawan gudang yang berjumlah 15 orang. Setiap hari persediaan yang berada dalam gudang yaitu 30.000 yard, sehingga dalam satu periode terdapat 210.000 yard.

$$\text{Gaji karyawan per orang} = \text{Rp } 1.200.000,00 / \text{bulan (4 minggu)}$$

$$= \text{Rp } 300.000 / \text{minggu}$$

$$\text{Biaya Operasional Gudang (B)} = \frac{15 \times 300.000}{210.000}$$

$$= \text{Rp } 21,43/\text{yard}$$

Sehingga diperoleh biaya simpan (H) sebesar Rp 35,53 / yard.

Perhitungan matriks total biaya pesan dan biaya simpan untuk semua alternatif pemesanan selama horizon perencanaan. Z_{ce} , didefinisikan sebagai total biaya pesan dan biaya simpan dari periode c hingga periode e , dimana periode c merupakan periode pemesanan untuk memenuhi permintaan hingga periode e . Nilai Z_{ce} tersebut dapat dicari menggunakan persamaan (1) dan (2).

Untuk mengantisipasi adanya susut kain akibat proses produksi, maka diberikan toleransi sebesar 7% dalam pemesanannya, selain itu untuk mengantisipasi adanya cacat maka diberikan toleransi sebesar 12,8%. Sehingga total kebutuhan kain diperoleh dengan menambahkan hasil peramalan dengan presentase susut dan cacat kain.

Berikut contoh perhitungan matriks total biaya untuk produk kain CDP 2024.

$$\begin{aligned} Z_{97,97} &= 148.980 + 35,53 * (171.799 - 171.799) \\ &= 148.980 \\ Z_{97,98} &= 148.980 + 35,53 * ((343.598 - 171.799) + (343.598 - 343.598)) \\ &= 6.252.993 \\ Z_{97,99} &= 148.980 + 35,53 * ((515.397 - 171.799) + (515.397 - 343.598) + (515.397 - 515.397)) \\ &= 18.461.019 \\ Z_{97,100} &= 148.980 + 35,53 * ((687.195 - 171.799) + (687.195 - 343.598) + (687.195 - 515.397) + (687.195 - 687.195)) \\ &= 36.773.059 \\ Z_{97,101} &= 148.980 + 35,53 * ((858.994 - 171.799) + (858.994 - 343.598) + (858.994 - 515.397) + (858.994 - 687.195) + (858.994 - 858.994)) \\ &= 61.189.111 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama dilakukan perhitungan hingga $Z_{144,144}$.

Perhitungan Matriks Biaya Minimum

Hitung matriks biaya minimum yang mungkin untuk semua alternatif pemesanan, biaya minimum tersebut digunakan sebagai dasar penentuan waktu dan jumlah pemesanan bahan baku kain. Biaya minimum dapat dicari menggunakan persamaan (3). Berikut contoh perhitungan nilai F_e untuk produk kain CDP 2024.

$$\begin{aligned} F_{96} &= 0 \\ F_{97} &= \text{Min} (Z_{97,97} + F_{96}) \\ &= \text{Min}(148.980+0) \\ &= 148.980 \\ F_{98} &= \text{Min} ((Z_{97,98} + F_{96}), (Z_{98,98} + F_{97})) \\ &= \text{Min} ((6.252.993+ 0), (148.980+148.980)) \\ &= \text{Min} ((6.252.993), (297.960)) \\ &= 297.960 \end{aligned}$$

Perhitungan dilakukan dengan cara yang sama hingga F_{144} .

Penerjemahan Matriks Total Biaya dan Matriks Biaya Minimum

Menterjemahkan matriks total biaya dan matriks biaya minimum menjadi ukuran jumlah pemesanan, waktu pemesanan, dan biaya total persediaan.

Tabel 7. Perencanaan Pemesanan Bahan Baku Kain

Jenis Kain	Periode Pemesanan (Minggu Ke-)	Jumlah Pemesanan (Yard)
CDP 2024	Setiap periode	171,799
RYP 2001	Setiap periode	27,816
RYP 2048	97, 101, 105, 109, 113, 117, 121, 125, 129, 133, 137, 141	1,842
RYP 2029	Setiap periode	5,508
RYP 2067	Setiap periode	11,048
CMP 2039	Setiap periode	12,932

RYP 2026	97, 99, 101, 103, 105, 107, 109, 111, 113, 115, 117, 119, 121, 123, 125, 127, 129, 131, 133, 135, 137, 139, 141, 143.	6,732
RYT 2025	Setiap periode	8,117
CMP 1005	Setiap periode	7,805
TCP 2005	Setiap periode	7,812
RP 22	97, 99, 101, 103, 105, 107, 109, 111, 113, 115, 117, 119, 121, 123, 125, 127, 129, 131, 133, 135, 137, 139, 141, 143.	7,005
RYM 2008	97, 99, 101, 103, 105, 107, 109, 111, 113, 115, 117, 119, 121, 123, 125, 127, 129, 131, 133, 135, 137, 139, 141, 143.	4,495
RYP 2027	97, 99, 101, 103, 105, 107, 109, 111, 113, 115, 117, 119, 121, 123, 125, 127, 129, 131, 133, 135, 137, 139, 141, 143.	3,696
CMP 1003	97, 99, 101, 103, 105, 107, 109, 111, 113, 115, 117, 119, 121, 123, 125, 127, 129, 131, 133, 135, 137, 139, 141, 143.	3,595
LLP 2002	97, 101, 105, 109, 113, 117, 121, 125, 129, 133, 137, 141.	2,016
RYS 2004	97, 100, 103, 106, 109, 112, 115, 118, 121, 124, 127, 130, 133, 136, 139, 142.	3,336
CDP 2040	97, 99, 101, 103, 105, 107, 109, 111, 113, 115, 117, 119, 121, 123, 125, 127, 129, 131, 133, 135, 137, 139, 141, 143.	3,199
RYP 1036	97, 100, 103, 106, 109, 112, 115, 118, 121, 124, 127, 130, 133, 136, 139, 142.	3,102
RHM 1018	97, 107, 117.	976
	127, 136	879
CMP 1012	97, 100, 103, 106, 109, 112, 115, 118, 121, 124, 127, 130, 133, 136, 139, 142.	2,107
RYP 2069	Setiap periode	13,701
CDT 2019	97, 101, 105, 109, 113, 117, 121, 125, 129, 133, 137, 141.	2,492
CSP 2006	97, 109, 121, 133.	834
RYM 2006	97, 105, 113, 121, 129, 137	1,123
CMP 2043	97, 107, 117, 127, 136.	744
LLP 2008	97, 107, 117, 127, 136.	860
CDP 2026	97, 113, 129.	674
CMS 2006	97	440
	122	405
LCS 1002	97, 121.	342
CDP 1023	Setiap periode	6,975

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data dan pembahasan yang dilakukan dapat diambil kesimpulan, yaitu jumlah dan waktu pemesanan bahan baku kain Departemen *Printing-Dyeing* untuk setiap jenis kain tidak sama, seperti pada kain CDP 2024 dengan jumlah 171.799 yard, RYP 2001 dengan jumlah 27.816 yard, RYP 2029 dengan jumlah 5.508 yard, RYP 2067 dengan jumlah 11.048 yard, CMP 2039 dengan jumlah 12.932 yard, RYT 2025 dengan jumlah 8.117 yard, CMP 1005 dengan jumlah 7.805 yard, TCP 2005 dengan jumlah 7.812 yard, RYP 2069 dengan jumlah 13.701 yard, CDP 1023 dengan jumlah 6.975 yard dilakukan setiap periode, untuk jenis kain yang lain tidak setiap periode dilakukan pemesanan.

PUSTAKA

- Irwansyah, Dwika Ery., (2010). Penerapan Material Requirement Planning (MRP) dalam Perencanaan Persediaan Bahan Baku Jamu Sehat Perkasa pada PT. Nyonya Meneer Semarang. Semarang: Program Sarjana Fakultas Ekonomi Universitas Diponegoro.
- Lestari, dan Akbar Adhiutama. (2014). Optimal Lot Sizing Decision Case Study: a Pharmaceutical Manufacture in Indonesia. International Conference on Trends in Economics, Humanities and Management.
- Sadjadi, S.J., dkk. (2009). An Improved Wagner Whitin Algorithm. International Journal of Industrial Engineering and Production Research Vol 20. Page 117-123.
- Tannady, HENDY. (2013). Perancangan Pemenuhan Permintaan Pasokan Gula Rafinasi dengan Metode Wagner Whitin. J@TI Undip Vol VIII.
- Tersine, Richard J. (1994). Principles of Inventory and Materials Management (Fourth Edition), Prentice-Hall, Inc., New Jersey.
- Verma, P., dkk. (2014). Use of Fuzzy Demand to Obtain Optimal Order Size Through Dynamic Programming. Production and Operations Management Society.

