



Perencanaan Produksi Dengan Metode Goal Programming Pada UKM XYZ

Dimas Krissyda^{1*}, Teguh Oktiarso²

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Ma Chung
Jl. Villa Puncak Tidar N-01, Malang, Jawa Timur, Indonesia
teguh.oktiarso@machung.ac.id

INFO ARTIKEL

Jejak Artikel :

Upload artikel

20 Juli 2020

Revisi

02 September 2021

Publish

30 September 2021

Kata Kunci :

Goal Programming, Rencana Produksi, Nilai Pengendalian Produk Rata-rata

ABSTRAK

UKM XYZ merupakan produsen empat belas jenis sambungan pipa dan satu jenis karet paku. Perusahaan mengalami kondisi overstock dan out-of-stock secara terus menerus karena perencanaan produksi yang kurang sesuai. Diusulkan sebuah rencana produksi menggunakan metode goal programming untuk memenuhi tujuan perusahaan yaitu memenuhi permintaan dan minimasi stok. Data permintaan historis akan digunakan sebagai data masukan pada model dan diolah dengan tiga metode peramalan deret waktu. Program LINGO 16.0 akan digunakan untuk perhitungan model rencana produksi. Hasil model pertama tidak dapat memenuhi permintaan dan memiliki nilai pengendalian stok produk rata-rata Rp 498.125,00 lebih banyak dari rencana UKM XYZ, maka diusulkan dua model perbaikan. Model kedua akan menggunakan pembobotan kuadrat dan model ketiga akan menggunakan variabel pemenuhan permintaan pada dua periode di masa depan. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kedua model dapat memenuhi permintaan. Nilai pengendalian produk rata-rata dengan model kedua adalah Rp 678.333,00 lebih sedikit dari rencana UKM XYZ, sedangkan nilai pengendalian produk rata-rata model ketiga adalah Rp 303.542,00 lebih sedikit dari rencana UKM XYZ. Kedua model dapat memenuhi tujuan perusahaan dengan model kedua sebagai usulan terbaik.

1. Pendahuluan

UKM XYZ merupakan perusahaan *make-to-stock* yang memproduksi empat belas jenis sambungan pipa dan satu jenis karet paku. Perusahaan ini sering mengalami *overstock* dan *out-of-stock* pada produknya. Hal ini menunjukkan kondisi produksi dan persediaan yang kurang efisien. Diperlukan suatu rencana perbaikan yang dapat membantu memperbaiki kondisi perusahaan ini [1].

Masalah penjadwalan produksi sederhana dapat diselesaikan dengan metode program linear, namun metode ini tidak dapat menghitung penjadwalan dengan beberapa tujuan. Disamping itu, UKM XYZ menetapkan tujuannya untuk memenuhi permintaan dan minimasi stok. Maka, akan digunakan metode *goal programming* yang dapat memenuhi beberapa tujuan secara bersamaan. Metode ini merupakan pengembangan dari metode program linear.

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat peramalan permintaan yang dapat digunakan untuk membantu penjadwalan produksi, membuat jadwal produksi optimal, dan merencanakan pengendalian persediaan dengan memanfaatkan penjadwalan produksi.

2. Metode Penelitian

Peramalan permintaan akan menggunakan peramalan deret waktu dengan menggunakan tiga metode. Ketiga metode tersebut adalah *horizontal moving average forecasts*, *horizontal (exponentially) smoothing forecasts*, dan *linear trend line* [2]. Pemilihan penggunaan metode pada setiap data produk akan didasarkan pada tingkat akurasi peramalan yang digunakan [3],[4]. Nilai akurasi peramalan akan dihitung menggunakan *mean absolute deviation* (MAD). Semakin kecil nilai MAD, maka data hasil peramalan akan semakin mendekati nilai permintaan aktualnya [5],[6].

Penggunaan metode *integer linier programming* untuk penjadwalan produksi *multi product* telah dilakukan dengan bantuan Lingo 16. Hasil dari penggunaan metode ini adalah minimasi total *tardiness* untuk produksi empat jenis produk container dibandingkan dengan metode FCFS.[7]

Goal Programming memodelkan penjadwalan produksi pakaian sesuai dengan tren yang sedang berlangsung [8]. Hasil dari penjadwalan

adalah income, coat dan utilisasi mesin yang meningkat sesuai dengan tren yang berlangsung.

Metode *linear programming* merupakan teknik permodelan matematis yang digunakan untuk menentukan tingkatan aktivitas operasional untuk mencapai satu fungsi tujuan dengan batasan-batasan tertentu. Batasan yang digunakan dapat berupa keterbatasan waktu, tenaga kerja, energi, bahan baku, atau uang. Metode ini digunakan banyak digunakan untuk memaksimalkan keuntungan atau meminimalkan biaya. Metode ini menggunakan rumus [4]:

$$\text{Maksimasi (atau minimasi)} Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \quad (1)$$

Dengan batasan:

$$a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nn}x_n (\leq, =, \geq) b_n \quad (2)$$

$$x_i \geq 0 \quad (3)$$

Keterangan:

x_i	= variabel keputusan
b_i	= tingkatan batasan
c_j	= koefisien fungsi tujuan
a_{ij}	= koefisien batasan

Penelitian akan diawali dengan melakukan observasi pada perusahaan untuk melihat kondisi awal dari bisnis yang dijalankan. Identifikasi masalah akan dilakukan berdasarkan data kasar yang didapat saat melakukan observasi. Masalah akan dirumuskan berdasarkan hasil identifikasi dan tujuan penelitian akan didasarkan pada perumusan masalah.

Berdasarkan masalah yang dihadapi, langkah pertama dalam sebuah perencanaan produksi yaitu peramalan permintaan akan dilakukan terhadap data historis permintaan pada lima belas jenis produk. Data historis yang digunakan adalah data permintaan mingguan dari Oktober 2016 (periode 1) hingga data pada akhir Februari 2017 (periode 22). Hasil dari peramalan permintaan akan digunakan sebagai dasar pemenuhan permintaan pada model.

LINGO versi 16 merupakan *software* matematika yang cukup lengkap dalam perancangan model *linear programming*. Pada perencanaan model untuk *Goal Programming*, multi kriteria tujuan dari model dapat disertakan sehingga solusi dari *software* adalah optimasi dari model tersebut. [9] Pemodelan untuk penjadwalan produksi yang menggunakan

linear programming akan terbantu dengan membuat model yang lebih kompleks seperti *fuzzy goal programming* dengan beberapa multi kriteria untuk meminimalkan biaya, memaksimalkan utilisasi mesin serta meminimalkan kejadian *backorder* [10][11][12].

Pembuatan model *goal programming* akan dilakukan dengan menggunakan model matematika. Perhitungan model akan dilakukan dengan program LINGO 16.0 dengan penyesuaian model [13][14][15]. Program LINGO 16.0 akan menghasilkan data penjadwalan produksi dari model. Data ini akan diolah untuk mendapatkan data persediaan di setiap akhir periode. Data persediaan ini akan digunakan untuk menghitung nilai pengendapan barang pada gudang. Data hasil model akan dianalisis dan dibandingkan dengan data hasil perencanaan UKM XYZ. Hasil analisis dari hasil perencanaan produksi dengan menggunakan *goal programming* akan digunakan untuk menunjukkan apakah perencanaan produksi dengan menggunakan *goal programming* lebih baik dibandingkan dengan perencanaan produksi yang selama ini digunakan oleh UKM XYZ.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Peramalan Permintaan

Peramalan permintaan akan dilakukan dengan menggunakan data permintaan historis dari lima belas jenis produk sejak Oktober 2016 (periode 1) hingga Februari 2017 (periode 22). Data ini akan digunakan untuk peramalan permintaan periode 23 hingga periode 28. Berikut merupakan tabel pemilihan metode pada setiap jenis produk:

Tabel 1. Metode Peramalan 15 Produk

Produk Mesin 1	Metode	MAD
K4	Moving Average 9 Periode	149,57
S4	Regresi Linear	80,87
T3	Moving Average 5 Periode	86,41
Produk Mesin 2	Metode	MAD
K3	Regresi Linear	346,75
K2,5	Regresi Linear	151,87
S3	Moving Average 4 Periode	94,00

T2,5	Regresi Linear	60,07
ST	Moving Average 6 Periode	58,85
Produk Mesin 3	Metode	MAD
K2	Regresi Linear	183,98
S2,5	Horizontal Smoothing	66,04
S2	Moving Average 10 Periode	57,25
T2	Moving Average 10 Periode	43,00
T1,5	Regresi Linear	33,51
TT	Regresi Linear	136,42
KP	Horizontal Smoothing	813,62

Terdapat tiga buah mesin untuk memproduksi lima belas jenis produk tersebut. Ketiga mesin merupakan mesin kapasitas besar, mesin kapasitas menengah, dan mesin kapasitas kecil. Setiap data produk telah diolah menggunakan tiga jenis metode peramalan dan dipilih peramalan dengan nilai MAD terkecil. Hasil peramalan permintaan akan digunakan sebagai variabel dalam perhitungan perencanaan produksi dengan metode *goal programming*.

3.2 Permodelan Matematika Pertama

Permodelan Matematika akan dibuat untuk setiap periode dan akan diulang proses permodelannya untuk menghasilkan model pada periode berikutnya. Model akan menggunakan data kapasitas produksi per hari, data jumlah stok awal, data peramalan permintaan, data kapasitas produksi, dan data kapasitas waktu produksi. Berikut merupakan keterangan model yang akan digunakan:

Tabel 2. Keterangan Model Matematika

Variabel Dasar	Keterangan	Variabel Dasar	Keterangan
A	Jumlah stok awal	y ₂	Mesin 2 (Y) produk K2,5
D	Jumlah peramalan permintaan	y ₃	Mesin 2 (Y) produk S3
C	Kapasitas produksi (buah)	y ₄	Mesin 2 (Y) produk T2,5
T	Kapasitas waktu produksi (hari)	y ₅	Mesin 2 (Y) produk ST
R	Jumlah rencana produksi	z ₁	Mesin 3 (Z) produk K2
K	Jumlah stok akhir	z ₂	Mesin 3 (Z) produk S2,5

P	Jumlah stok akhir lebih dari nol	z_3	Mesin 3 (Z) produk S2
N	Jumlah stok akhir kurang dari nol	z_4	Mesin 3 (Z) produk T2
x_1	Mesin 1 (X) produk K4	z_5	Mesin 3 (Z) produk T1,5
x_2	Mesin 1 (X) produk S4	z_6	Mesin 3 (Z) produk TT
x_3	Mesin 1 (X) produk T3	z_7	Mesin 3 (Z) produk KP
y_1	Mesin 2 (Y) produk K3		

Berikut merupakan model fungsi tujuannya:

$$\begin{aligned} \text{Minimize } & (P_{X1} + N_{X1}) + (P_{X2} + N_{X2}) + \\ & (P_{X3} + N_{X3}) + (P_{Y1} + N_{Y1}) + (P_{Y2} + N_{Y2}) + \\ & (P_{Y3} + N_{Y3}) + (P_{Y4} + N_{Y4}) + (P_{Y5} + \\ & N_{Y5}) + (P_{Z1} + N_{Z1}) + (P_{Z2} + N_{Z2}) + \\ & (P_{Z3} + N_{Z3}) + \\ & (P_{Z4} + N_{Z4}) + (P_{Z5} + N_{Z5}) + (P_{Z6} + \\ & N_{Z6}) + (P_{Z7} + N_{Z7}) \end{aligned} \quad (8)$$

Berikut merupakan model batasan waktu dan mesin:

$$T_{X1} + T_{X2} + T_{X3} \leq 6 \quad (9)$$

$$T_{Y1} + T_{Y2} + T_{Y3} + T_{Y4} + T_{Y5} \leq 6 \quad (10)$$

$$T_{Z1} + T_{Z2} + T_{Z3} + T_{Z4} + T_{Z5} + T_{Z6} + T_{Z7} \leq 6 \quad (11)$$

$$\begin{aligned} T_{X1} + T_{X2} + T_{X3} + T_{Y1} + T_{Y2} + T_{Y3} + T_{Y4} + \\ T_{Y5} + T_{Z1} + T_{Z2} + T_{Z3} + T_{Z4} + T_{Z5} + \\ T_{Z6} + T_{Z7} \leq 12 \end{aligned} \quad (12)$$

Berikut merupakan model persamaan pertama untuk periode 23:

$$125 T_{X1} - P_{X1} + N_{X1} = 239 \quad (13)$$

$$125 T_{X2} - P_{X2} + N_{X2} = -141 \quad (14)$$

$$225 T_{X3} - P_{X3} + N_{X3} = 162 \quad (15)$$

$$300 T_{Y1} - P_{Y1} + N_{Y1} = 177 \quad (16)$$

$$300 T_{Y2} - P_{Y2} + N_{Y2} = -407 \quad (17)$$

$$300 T_{Y3} - P_{Y3} + N_{Y3} = 94 \quad (18)$$

$$250 T_{Y4} - P_{Y4} + N_{Y4} = -315 \quad (19)$$

$$300 T_{Y5} - P_{Y5} + N_{Y5} = -791 \quad (20)$$

$$450 T_{Z1} - P_{Z1} + N_{Z1} = -419 \quad (21)$$

$$300 T_{Z2} - P_{Z2} + N_{Z2} = -143 \quad (22)$$

$$450 T_{Z3} - P_{Z3} + N_{Z3} = -947 \quad (23)$$

$$300 T_{Z4} - P_{Z4} + N_{Z4} = -1074 \quad (24)$$

$$450 T_{Z5} - P_{Z5} + N_{Z5} = -326 \quad (25)$$

$$450 T_{Z6} - P_{Z6} + N_{Z6} = -385 \quad (26)$$

$$1000 T_{Z7} - P_{Z7} + N_{Z7} = 1576 \quad (27)$$

Persamaan tersebut didapatkan dengan melakukan substitusi terhadap setiap variabel yang digunakan. Berikut merupakan rumus perhitungan jumlah rencana produksi:

$$R_{X1} = C_{X1} \times T_{X1} \quad (28)$$

Berikut merupakan rumus jumlah stok akhir:

$$K_{X1} = A_{X1} + R_{X1} - D_{X1} \quad (29)$$

Berikut merupakan persamaan matematis *goal programming* dengan tujuan meminimalkan deviasi positif dan negatif dari persediaan akhir:

$$K_{X1} - P_{X1} + N_{X1} = 0 \quad (30)$$

3.3 Permodelan LINGO Pertama

Permodelan LINGO akan menggunakan logika model matematika sebelumnya dengan penyesuaian terhadap bahasa program LINGO 16.0. Berikut merupakan gambar dari model pertama periode 23:

```
!Variabel;
SETS:
  M1 / R04 S04 T03 /:StockB1,DFore1,CAP1,WORKCAP1,DIF1,P1,StockE1,UL1,LL1;
  M2 / R03 K25 S03 T25 ST0 /:StockB2,DFore2,CAP2,WORKCAP2,DIF2,P2,StockE2,UL2,LL2;
  M3 / R02 S25 S02 T02 T15 TT0 KP0 /:StockB3,DFore3,CAP3,WORKCAP3,DIF3,P3,StockE3,UL3,LL3;
ENDSETS

!Goals;
MIN = @SUM(M1:UL1 + LL1) + @SUM(M2:UL2 + LL2) + @SUM(M3:UL3 + LL3);

!Time and Machine constraints;
L2=@SUM(M1:WORKCAP1)+@SUM(M2:WORKCAP2)+@SUM(M3:WORKCAP3);

SUM1=@SUM(M1:WORKCAP1);
SUM1<=6;
SUM2=@SUM(M2:WORKCAP2);
SUM2<=6;
SUM3=@SUM(M3:WORKCAP3);
SUM3<=6;

!Reset variable type;
@FOR(M1:@GIN(WORKCAP1); @FREE(DIF1));
@FOR(M2:@GIN(WORKCAP2); @FREE(DIF2));
@FOR(M3:@GIN(WORKCAP3); @FREE(DIF3));

!Codes;
@FOR(M1:P1 = CAP1*WORKCAP1);
@FOR(M1:DIF1=StockB1-DFore1);
@FOR(M1:P1+DIF1=StockE1);
@FOR(M1:StockE1-UL1+LL1=0);
|
@FOR(M2:P2 = CAP2*WORKCAP2);
@FOR(M2:DIF2=StockB2-DFore2);
@FOR(M2:P2+DIF2=StockE2);
@FOR(M2:StockE2-UL2+LL2=0);
|
@FOR(M3:P3 = CAP3*WORKCAP3);
@FOR(M3:DIF3=StockB3-DFore3);
@FOR(M3:P3+DIF3=StockE3);
@FOR(M3:StockE3-UL3+LL3=0);
```

```
DATA:
StockB1 DFore1 CAP1 =
40 279 125
200 59 125
0 162 225;
StockB2 DFore2 CAP2 =
300 477 300
800 393 300
150 244 300
375 60 250
850 59 300;
StockB3 DFore3 CAP3 =
676 257 450
175 32 300
1000 53 450
1100 26 300
350 24 450
550 165 450
0 1576 1000;
ENDDATA
END
```

Gambar 1. Model Pertama Periode 23

3.4 Hasil dan Analisis Model Pertama

Model pertama akan menghasilkan jumlah produksi dari setiap produk berdasarkan prinsip *goal programming*. Jumlah produksi tersebut akan dikurangi dengan data permintaan nyata untuk mendapatkan jumlah persediaan akhir pada setiap periode. Berikut merupakan tabel perbandingan persediaan Model Pertama dengan UKM XYZ:

Tabel 3. Perbandingan Persediaan Model 1 dan UKM XYZ

Periode	Persediaan	K4	S4	T3	K3	K2,5	S3	T2,5	ST	K2	S2,5	S2	T2	T1,5	TT	KP
23	UKM	490	250	325	1550	800	450	375	850	676	175	1000	1100	350	475	0
	Model 1	240	500	225	350	800	450	875	850	676	175	1000	1100	350	475	2000
24	UKM	215	750	150	850	550	2050	375	850	376	175	1000	1100	350	1175	0
	Model 1	90	1125	150	-50	550	250	2125	850	376	175	1000	1100	350	275	2000
25	UKM	135	1125	750	600	2200	2050	375	780	176	175	1000	1100	350	1105	0
	Model 1	260	1625	75	300	400	550	2875	780	176	175	1000	1100	350	205	2000
26	UKM	735	1125	450	1300	1400	1750	300	680	626	10	1000	1000	350	1105	-2000
	Model 1	110	2250	0	100	-100	250	3550	680	176	10	1000	1000	350	205	0
27	UKM	810	1125	1575	850	1075	1750	300	655	1001	610	1000	1000	350	930	800
	Model 1	185	2500	325	250	175	250	3550	655	551	310	1000	1000	350	30	1800
28	UKM	1360	1125	1425	1080	975	1450	300	425	701	460	800	1000	350	900	1800
	Model 1	235	3000	75	-150	375	-50	4050	425	251	160	800	1000	350	450	800

Berdasarkan nilai persediaan di atas, dapat diketahui bahwa terdapat beberapa nilai persediaan yang bernilai negatif, baik dari rencana UKM, maupun dari rencana model pertama. Hal ini menunjukkan bahwa perencanaan produksi dari UKM XYZ dan model pertama masih belum dapat memenuhi permintaan secara tepat. Hal ini dapat terjadi karena terdapat alokasi perencanaan produksi yang kurang sesuai dengan kondisi permintaan di masa depan. Berikut merupakan tabel perbandingan nilai pengendapan persediaannya:

Tabel 4. Perbandingan Nilai Pengendapan Persediaan Model 1 dan UKM XYZ (Rupiah)

Periode	23	24	25	26	27	28	Rata-rata
UKM XYZ	24.558.775	26.243.775	33.955.025	34.207.275	40.809.150	41.267.900	33.506.983
Model 1	24.083.775	28.141.275	34.815.025	34.702.275	40.544.150	41.744.150	34.005.108
Selisih	475.000	-1.897.500	-860.000	-495.000	265.000	-476.250	-498.125

Hasil perbandingan di atas menunjukkan perencanaan model pertama memiliki nilai pengendapan persediaan rata-rata sebesar Rp 498.125,00 lebih besar dari rencana produksi UKM XYZ. Berdasarkan kemampuan pemenuhan permintaan dan besaran nilai pengendapan persediaan, maka hasil model pertama tidak lebih baik dari rencana UKM XYZ, maka akan dilakukan perbaikan terhadap model pertama.

3.5 Perancangan Model Perbaikan

Akan dibuat dua model perbaikan dengan tujuan utama agar model dapat memenuhi permintaan dengan baik. Kedua model akan menggunakan model pertama sebagai dasar logika. Model kedua menggunakan pembobotan kuadrat pada nilai deviasi positif persediaan akhir dengan tujuan membuat program memprioritaskan alokasi pada produk yang jumlah stoknya minimal. Model ketiga akan dibuat agar dapat memenuhi jumlah peramalan permintaan untuk dua periode di masa depan. Model ketiga dibuat dengan tujuan agar program dapat melakukan alokasi produksi pada produk yang cenderung akan habis terlebih dahulu pada 2 periode di masa depan.

3.6 Perancangan Model Matematika Kedua

Model matematika kedua memiliki rumus yang hampir sama dengan model pertama. Perbedaannya hanya terletak pada fungsi tujuan dengan memanfaatkan pembobotan kuadrat pada minimasi defiasi positif stok akhir. Berikut merupakan rumus tujuan model matematika kedua:

$$\begin{aligned} \text{Minimize } & (P_{X1}^2 + N_{X1}) + (P_{X2}^2 + N_{X2}) + \\ & (P_{X3}^2 + N_{X3}) + (P_{Y1}^2 + N_{Y1}) + (P_{Y2}^2 + \\ & N_{Y2}) + \\ & (P_{Y3}^2 + N_{Y3}) + (P_{Y4}^2 + N_{Y4}) + (P_{Y5}^2 + \\ & N_{Y5}) + (P_{Z1}^2 + N_{Z1}) + (P_{Z2}^2 + N_{Z2}) + \\ & (P_{Z3}^2 + N_{Z3}) + (P_{Z4}^2 + N_{Z4}) + (P_{Z5}^2 + \\ & N_{Z5}) + (P_{Z6}^2 + N_{Z6}) + (P_{Z7}^2 + N_{Z7}) \quad (31) \end{aligned}$$



3.7 Perancangan Model LINGO Kedua

Model LINGO kedua akan mengikuti model pertama dengan perbedaan pada rumus tujuannya saja. Berikut merupakan gambar model tujuan LINGO kedua:

```
!Goals:;
MIN = @SUM(M1:UL1*UL1 + LL1) + @SUM(M2:UL2*UL2 + LL2) + @SUM(M3:UL3*UL3 + LL3);
```

Gambar 2. Model Kedua Fungsi Tujuan

3.8 Perancangan Model Matematika Ketiga

Model matematika ketiga memiliki rumus yang hampir sama dengan model pertama. Perbedaannya terletak pada masukan nilai peramalan permintaan yang merupakan total permintaan dari dua periode di masa depan. Berikut merupakan model persamaan kedua pada periode 23:

$$125 T_{X1} - P_{X1} + N_{X1} = 496 \quad (32)$$

$$125 T_{X2} - P_{X2} + N_{X2} = -84 \quad (33)$$

$$225 T_{X3} - P_{X3} + N_{X3} = 312 \quad (34)$$

$$300 T_{Y1} - P_{Y1} + N_{Y1} = 641 \quad (35)$$

$$300 T_{Y2} - P_{Y2} + N_{Y2} = -3 \quad (36)$$

$$300 T_{Y3} - P_{Y3} + N_{Y3} = 338 \quad (37)$$

$$250 T_{Y4} - P_{Y4} + N_{Y4} = -255 \quad (38)$$

$$300 T_{Y5} - P_{Y5} + N_{Y5} = -741 \quad (39)$$

$$450 T_{Z1} - P_{Z1} + N_{Z1} = -163 \quad (40)$$

$$300 T_{Z2} - P_{Z2} + N_{Z2} = -111 \quad (41)$$

$$450 T_{Z3} - P_{Z3} + N_{Z3} = -894 \quad (42)$$

$$300 T_{Z4} - P_{Z4} + N_{Z4} = -1055 \quad (43)$$

$$450 T_{Z5} - P_{Z5} + N_{Z5} = -303 \quad (44)$$

$$450 T_{Z6} - P_{Z6} + N_{Z6} = -219 \quad (45)$$

$$1000 T_{Z7} - P_{Z7} + N_{Z7} = 2836 \quad (46)$$

3.9 Perancangan Model LINGO Ketiga

Permodelan LINGO untuk model ketiga akan menggunakan beberapa variabel tambahan untuk menghitung permintaan pada dua periode di masa depan. Pada dasarnya, permodelan ini memiliki logika yang sama dengan model pertama. Perbedaannya hanya terletak pada nilai permintaan yang harus

dipenuhi merupakan total nilai permintaan pada dua periode di masa depan. Berikut merupakan gambar permodelan ketiga dengan menggunakan program LINGO 16.0:

```
!Variabel:;
SETS:
M1 / M04 S04 T03 /:StoekB1,DFore1,CAP1,WORKCAP1,DIF1,P1,StoekE1,UL1,LL1,DFore11,StoekE11,UL11,LL11;
M2 / M03 S03 T02 S70 /:StoekB2,DFore2,CAP2,WORKCAP2,DIF2,P2,StoekE2,UL2,LL2,DFore22,StoekE22,UL22,LL22;
M3 / M02 S02 T02 T15 T10 KFO /:StoekB3,DFore3,CAP3,WORKCAP3,DIF3,P3,StoekE3,UL3,LL3,DFore33,StoekE33,UL33,LL33;
ENDSETS

!Goals:;
MIN = @SUM(M1:UL11+ LL11) + @SUM(M2:UL22+ LL22) + @SUM(M3:UL33+ LL33);

!Time and Machine constraints:;
L1=@SUM(M1:WORKCAP1)+@SUM(M2:WORKCAP2)+@SUM(M3:WORKCAP3);

SUM1=@SUM(M1:WORKCAP1);
SUM1<=6;
SUM2=@SUM(M2:WORKCAP2);
SUM2<=6;
SUM3=@SUM(M3:WORKCAP3);
SUM3<=6;

!Reset variable type:;
@FOR(M1:@GIN(WORKCAP1); @FREE(DIF1); @FREE(StoekE11));
@FOR(M2:@GIN(WORKCAP2); @FREE(DIF2); @FREE(StoekE22));
@FOR(M3:@GIN(WORKCAP3); @FREE(DIF3); @FREE(StoekE33));

!Codes:;
@FOR(M1:P1 = CAP1*WORKCAP1);
@FOR(M1:DIF1=StoekB1-DFore1);
@FOR(M1:P1+DIF1=StoekE1);
@FOR(M1:StoekE1-UL1+LL1=0);
@FOR(M1:StoekE11=StoekE1-DFore11);
@FOR(M1:StoekE11-UL11+LL11=0);

@FOR(M2:P2 = CAP2*WORKCAP2);
@FOR(M2:DIF2=StoekB2-DFore2);
@FOR(M2:P2+DIF2=StoekE2);
@FOR(M2:StoekE2-UL2+LL2=0);
@FOR(M2:StoekE22=StoekE2-DFore22);
@FOR(M2:StoekE22-UL22+LL22=0);

@FOR(M3:P3 = CAP3*WORKCAP3);
@FOR(M3:DIF3=StoekB3-DFore3);
@FOR(M3:P3+DIF3=StoekE3);
@FOR(M3:StoekE3-UL3+LL3=0);
@FOR(M3:StoekE33=StoekE3-DFore33);
@FOR(M3:StoekE33-UL33+LL33=0);

DATA:
StoekB1 DFore1 CAP1 DFore11=
40 279 125 257
200 59 125 57
0 162 225 150;
StoekB2 DFore2 CAP2 DFore22=
300 477 300 464
800 393 300 404
150 244 300 244
375 60 250 60
850 59 300 50;
StoekB3 DFore3 CAP3 DFore33=
676 257 450 256
175 32 300 32
1000 53 450 53
1100 26 300 19
350 24 450 23
550 165 450 166
0 1576 1000 1260;
ENDDATA

END
```

Gambar 3 Model Ketiga Periode 23

3.10 Hasil dan Analisis Model Perbaikan

Kedua model akan menghasilkan jumlah produksi dari setiap produk berdasarkan prinsip *goal programming*. Jumlah produksi tersebut akan dikurangi dengan data permintaan nyata untuk mendapatkan jumlah persediaan akhir pada setiap periode. Berikut merupakan tabel perbandingan persediaan model kedua, model ketiga, dan rencana UKM XYZ:



Tabel 5. Perbandingan Persediaan Model 2, Model 3 dan UKM XYZ

Periode	Persediaan	K4	S4	T3	K3	K2,5	S3	T2,5	ST	K2	S2,5	S2	T2	T1,5	TT
23	UKM XYZ	490	250	225	1550	800	450	375	850	676	175	1000	1100	350	475
	Model 2	490	250	225	650	800	450	375	850	676	475	1000	1100	350	475
	Model 3	490	125	450	650	800	450	375	850	676	175	1000	1100	350	475
24	UKM XYZ	215	750	150	850	350	2050	375	850	376	175	1000	1100	350	1175
	Model 2	465	625	375	250	850	350	875	850	376	775	1000	1100	350	275
	Model 3	340	750	375	250	350	350	1375	850	376	175	1000	1100	350	275
25	UKM XYZ	135	1125	750	600	2200	2050	375	780	176	175	1000	1100	350	1105
	Model 2	885	750	525	900	700	850	875	780	626	775	1000	1100	350	655
	Model 3	510	1250	300	900	700	550	1625	780	626	175	1000	1100	350	205
26	UKM XYZ	735	1125	450	1300	1400	1750	300	680	626	10	1000	1000	350	1105
	Model 2	1110	1000	450	700	300	850	1050	680	176	610	1000	1000	800	655
	Model 3	360	2000	0	400	200	250	2550	680	176	10	1000	1000	350	655
27	UKM XYZ	810	1125	1375	850	1075	1750	300	655	1001	610	1000	1000	350	980
	Model 2	1310	1250	900	550	775	850	1050	655	551	610	1000	1000	800	480
	Model 3	685	2000	225	550	775	250	2550	655	551	310	1000	1000	350	480
28	UKM XYZ	1360	1125	1425	1050	975	1450	300	425	701	460	800	1000	350	900
	Model 2	1610	1600	750	450	975	350	1050	725	251	760	800	1000	800	450
	Model 3	610	2625	75	150	975	250	3050	425	251	160	800	1000	350	450

Hasil persediaan akhir model kedua dan model ketiga tidak memiliki nilai negatif. Hal ini menunjukkan bahwa kedua model perbaikan berhasil memenuhi permintaan sesungguhnya. Selanjutnya akan dihitung nilai pengendapan persediaan dari setiap rencana. Berikut merupakan tabel perbandingannya:

Tabel 6 Perbandingan Nilai Pengendapan Persediaan Model 2, Model 3, dan rencana UKM XYZ (Rupiah)

Periode	23	24	25	26	27	28	Rata-rata
UKM XYZ	24.558.775	26.243.775	33.955.025	34.207.275	40.809.150	41.267.900	33.506.983
Model 2	23.563.775	27.023.775	33.823.775	33.246.025	39.670.400	39.644.150	32.828.650
Model 3	24.366.275	27.823.775	34.205.025	33.051.025	39.612.900	40.161.650	33.203.442
Selisih Model 2	995.000	-780.000	131.250	961.250	1.138.750	1.623.750	678.333
Selisih Model 3	192.500	-1.580.000	-250.000	1.156.250	1.196.250	1.106.250	303.542

Hasil perbandingan nilai pengendapan persediaan menunjukkan bahwa kedua model memiliki nilai pengendapan rata-rata lebih sedikit daripada rencana UKM XYZ. Model kedua memiliki nilai pengendapan rata-rata Rp 678.333,00 lebih sedikit dari rencana UKM XYZ, sedangkan model ketiga memiliki nilai pengendapan rata-rata Rp 303.542,00 lebih sedikit dari rencana UKM XYZ.

4. Kesimpulan dan Saran

Peramalan permintaan dapat dilakukan dengan menggunakan tiga metode peramalan deret waktu yang berbeda. Setiap produk dapat menggunakan peramalan yang berbeda dengan

produk lainnya. Model pertama tidak dapat memenuhi permintaan sesungguhnya dan memiliki nilai pengendapan persediaan yang lebih tinggi dari rencana UKM XYZ. Model pertama tidak lebih baik dari rencana UKM XYZ, maka dibuat perbaikan dari model tersebut.

Model kedua menggunakan pembobotan kuadrat pada fungsi minimasi defiasi positif persediaan akhir. Model ketiga menggunakan nilai permintaan berupa total dari permintaan pada dua periode di masa depan. Kedua model perbaikan dapat memenuhi permintaan sesungguhnya. Hal ini dapat dilihat dari jumlah persediaan akhir dari setiap periode yang bernilai positif. Model kedua memiliki nilai pengendapan persediaan rata-rata Rp 678.333,00 lebih sedikit dari rencana UKM XYZ. Model ketiga memiliki nilai pengendapan persediaan rata-rata sebesar Rp 303.542,00 lebih sedikit dari rencana UKM XYZ. Dapat disimpulkan bahwa model kedua dengan pembobotan kuadrat dapat menjadi solusi terbaik untuk usulan perencanaan produksi UKM XYZ.

Diharapkan penelitian selanjutnya dapat menggunakan data permintaan yang lebih lengkap agar peramalan permintaan memiliki hasil dengan nilai MAD yang lebih kecil. Peneliti selanjutnya juga dapat melakukan perbaikan model dengan cara yang lain agar dapat menemukan hasil yang lebih baik..

Daftar Pustaka

- [1] A. Sven, *Inventory Control. 2nd ed*, New York: Springer Science + Business Media, LCC. 2006.
- [2] S.H. Frederick dan J.L. Gerald, *Introduction to Operations Research. 7th ed*, Boston: McGraw-Hill, 2001.
- [3] R. Cristobal, *Handbook of Critical Issues in Goal Programming*, New York, Pergamon Press. 1991.
- [4] S.R. Roberta dan W.T. Bernard, *Operations Management: Creating Value Along the Supply Chain. 7th ed*, United Kingdom, John Wiley & Sons, 2011.
- [5] T.T. Nick, *Demand forecasting for inventory control*, Switzerland, Springer International Publishing AG, 2015.
- [6] W. Donald, *Inventory Control and Management. 2nd ed*, United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd, 2003.



- [7] C.Y. Livia dan T. Oktiarso, “Penjadwalan Untuk Meminimalkan Total Tardiness Dengan Metode Integer Linear Programming”, *Jurnal Teknik Industri*, Vol. 18, No.02, pp. 127~137, Agustus 2017
- [8] W. Anggreini, R.A. Vinarti, R. Tyasnurita dan J. Permatasari, “Production Planning Optimization Using Goal Programming Method in Habibah Busana”, *Journal of Advanced Management Science*, Vol. 3, No. 4, pp. 270-275, December 2015.
- [9] *Optimization Modelling with Lingo*, LINDO Systems Inc, Illinois, 2003.
- [10] T.F. Liang dan H.W. Cheng, “Multi-objective aggregate production planning decisions using two-phase fuzzy goal programming method”, *Journal of Industrial and Management Optimization*, Vol. 7, No. 2, pp. 365-383, April 2011.
- [11] M. Abolghasemi, E. Beh, G. Tarr, and R. Gerlach, “Demand forecasting in supply chain: The impact of demand volatility in the presence of promotion,” *Comput. Ind. Eng.*, vol. 142, no. February, p. 106380, 2020.
- [12] G. Wibisono, S. Rahayuningsih, and H. Santoso, “Analisis Penerapan MRP Terhadap Perencanaan Dan Pengendalian Persediaan Bahan Baku Pada PT. Latif Di Kediri,” *JATI UNIK J. Ilm. Tek. dan Manaj. Ind.*, vol. 1, no. 1, p. 40, 2017.
- [13] W. Muchaendepi, C. Mbohwa, T. Hamandishe, and J. Kanyepe, “Inventory management and performance of SMEs in the manufacturing sector of Harare,” *Procedia Manuf.*, vol. 33, pp. 454–461, 2019.
- [14] Y. Ye and Y. Ge, “A bibliometric analysis of inventory management research based on knowledge mapping,” *Electron. Libr.*, vol. 37, no. 1, pp. 127–154, 2019.
- [15] H. Jodlbauer and S. Strasser, “Capacity-driven production planning,” *Comput. Ind.*, vol. 113, p. 103126, 2019.