

PENERAPAN METODE LINIER PROGRAMMING UNTUK MEMBUAT PERENCANAAN PRODUKSI YANG OPTIMAL

Ayudina Puji E¹, Bagus Asmono²

ABSTRACT

Alocation problem of sources among the chalbanged activities will appear when company have to some activities that have limited resources to do it like PT.Berlina Plastics Pandaan face limited time machine for their each activity makes under time and over time on it. This make unexpected production cost caused subjective production planning that have been done based on the last experience.

To solve this problem we can use linier programming to find optimum production planning to look for the best fisible alternative aims. Firstly, forecast the next demand using moving average method, single exponential smoothing method, double exponential smoothing and winter's method. Then find the lowest MAPE (Mean Apsolute Prosentage Error) after that use linier programming with QS program as a good to find optimum goal that have low overtime and reguler time can be used efectively without undertime with overall production cost about Rp 2.144.802.688,00 aalong next six months..

Key Words : *Schedulling, linier programming, optimum*

PENDAHULUAN

Pada P.T. Berlina Plastics Pandaan merupakan perusahaan job-order yang bergerak dalam bidang pembuat kemasan dari plastic, diantaranya Botol Citra 60 ml wl bengkoang , Botol Citra 120 ml , Botol Lux 100 ml, Botol Lux 300 ml, Kendala yang dihadapi perusahaan ini adalah sering kali terjadi pembengkakan total biaya produksi yang diakibatkan oleh timbulnya *biaya over time, under time, dan juga inventori* yang terlalu berlebihan, sehingga menyebabkan keuntungan yang tidak bisa maksimal. Hal ini terjadi akibat dari perusahaan Berlina Plastics masih dihadapkan pada keterbatasan kapasitas jam operasi mesin. Maka diperlukan metode Linier Programming yang bisa menyelesaikan minimasi biaya produksi.

TINJAUAN PUSTAKA

Linier Programming

Menurut Tjutju Tarliah Dimiyati,-Ahmad Dimiyati, (1992, h.38), Pada dasarnya metode-metode yang dikembangkan untuk memecahkan model Programa Linier ditujukan untuk mencari solusi dari beberapa alternatif solusi yang dibentuk oleh persamaan-persamaan pembatassehingga diperoleh nilai fungsi tujuan yang optimum.

Menurut T. Hani Handoko,(1984, h. 379), Linier Programming adalah suatu metode analitik paling terkenal yang merupakan suatu bagian kelompok teknik-teknik yang disebut programasi matematik. Pada umumnya, metoda-metoda programasi matematikal

¹⁾ Dosen Jurusan Teknik Industri & ²⁾ Alumni Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang

dirancang untuk mengalokasikan berbagai sumber daya yang terbatas diantara berbagai alternatif penggunaan sumber daya –sumber daya tersebut agar berbagai tujuan yang telah ditetapkan, yaitu maksimasi laba atau minimasi biaya yang dicapai atau dioptimalkan.

Sebutan “ Linier “ dalam Linier Programming berarti hubungan-hubungan antara factor-faktor adalah bersifat linier atau konstan,atau fungsi-fungsi matematik yang disajikan dalam model haruslah fungsi-fungsi linier. Hubungan-hubungan Linier berarti bahwa bila suatu faktor berubah maka suatu faktor lain berubah dan ddengan jumlah yang konstan secara proporsional. Sebagai contoh, fungsi pengupahan jam kerja para karyawan atas dasar satuan jam kerja adalah linier : semakin banyak jam kerja, semakin besar upah total. Linieritas dapat juga berarti sebaliknya ; semakin bertambahnya sesuatu, semakin berkurangnya sesuatu yang lain.

Model Linier Programming

Masalah Linier Programming dapat dinyatakan sebagai proses optimasi suatu fungsi tujuan (objective function) dalam bentuk :

$$\text{Maksimumkan (minimumkan) } Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_n X_n$$

Dengan mengingat batasan-batasan sumber daya dalam bentuk :

$$\begin{aligned} A_{11}X_1 + A_{12}X_2 + \dots + A_{1n}X_n &\leq B_1 \\ A_{21}X_1 + A_{22}X_2 + \dots + A_{2n}X_n &\leq B_2 \\ A_{m1}X_1 + A_{m2}X_2 + \dots + A_{mn}X_n &\leq B_m \end{aligned}$$

Dan

$$X_1 \geq 0, X_2 \geq 0 \dots\dots\dots X_n \geq 0$$

(Sumber : T. Hani Handoko, 1984, h. 380)

Dimana C_j , A_{ij} dan B_i adalah masukan – masukan konstan yang sering disebut sebagai parameter model.

Formulasi diatas dinamakan sebagai bentuk standart dari persoalan Linier Programming, dan setiap situasi yang formulasi matematisnya memenuhi model ini adalah persoalan Programa Linier. Istilah yang lebih umum dari model programa Linier ini adalah sebagai berikut :

- a. Fungsi yang dimaksimumkan, yaitu $c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$, disebut sebagai fungsi tujuan.
- b. Pembatas-pembatas atau konstrain.
- c. Sebanyak m buah konstrain pertama sering disebut sebagai konstrain fungsional atau pembatas teknologis.
- d. Pembatas $x_j \geq 0$ disebut sebagai konstrain non negatif.
- e. Variabel x_j adalah variabel keputusan.
- f. Konstanta-konstanta a_{ij} , b_i dan c_j adalah parameter-parameter model.

(Sumber : Tjutju Tarliah Dimiyati-Ahmad Dimiyati, 1992, h. 25)

Agar Linier Programming dapat diterapkan, asumsi-asumsi dasar berikut ini harus ditepati :

- 1. Fungsi Tujuan dan Persamaan setiap batasan harus linier, ini mencakup pengertian bahwa perubahan nilai Z

dan penggunaan sumber daya terjadi secara proporsional dengan perubahan tingkat kegiatan (proportionality).

$$\text{Maksimum } Z = C_1 X_1 + C_2 X_2 + C_3 X_3 + \dots + C_n X_j$$

Atau

$$\text{Minimum } Z = C_1 X_1 + C_2 X_2 + C_3 X_3 + \dots + C_n X_j$$

- Parameter-parameter harus diketahui atau dapat diperkirakan dengan pasti (deterministic). Dengan kata lain, probabilitas terjadinya setiap nilai C_j , A_{ij} dan B_i dianggap 1,0.
- Variabel-variabel keputusan harus dapat dibagi; ini berarti bahwa suatu penyelesaian "feasible" dapat berupa

bilangan pecahan, misal: $\frac{1}{2} X_1$ atau

$\frac{1}{4} X_2$, dan sebagainya.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode secara Operasional

Metode operasional mendapatkan data perusahaan secara tepat dan cepat adalah dengan menggunakan

metode pengamatan langsung (Field Research). Yaitu metode penelitian yang dilakukan ditempat penelitian dilaksanakan, dalam hal ini digunakan dua teknik pengumpulan data diantaranya:

1. Teknik Observasi
2. Teknik Interview

Metodologi Pemecahan Masalah

Metodologi penelitian yang digunakan dalam penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Riset Lapangan
 - a. Data wawancara.
 - b. Data kuesioner.
 - c. Data observasi.
2. Riset Kepustakaan.

Penelitian kepustakaan dilakukan untuk mendukung riset lapangan yang dilakukan. Riset ini dilakukan dengan cara membaca buku-buku yang berkaitan dengan topik dan masalah yang dihadapi untuk memecahkan masalah dalam penelitian tersebut.

Data yang Diperlukan

Adapun data yang diperlukan untuk analisa antara lain:

Data Permintaan

Tabel 1
Data Historis Permintaan

No	Periode	Produksi			
		CT 60 ml	CT 120 ml	L-BS 100 ml	L-BS300 ml
1	Juli 2001	358290	242500	321000	270900
2	Agustus 2001	370650	247500	328860	282725
3	September 2001	444780	255000	357550	295625
4	Oktober 2001	451840	186000	349750	319275

5	November 2001	455370	194000	339500	311750
6	Desember 2001	444780	197000	328860	292400
7	Januari 2002	469490	208000	378450	317000
8	Februari 2002	453600	216000	417600	318200
9	Maret 2002	451840	208000	370650	332150
10	April 2002	467725	232000	417600	352600
11	Mei 2002	483600	204000	388890	35450
12	Juni 2002	455370	239000	407460	348300

Jenis Produk

Berbagai macam jenis produk yang diproduksi pada PT. Berlina Plastics Pandaan pada departemen pembotolan terdiri atas 4 jenis produk yang merupakan jenis produk yang telah mempunyai permintaan dan memiliki aliran produksi yang sama ditunjukkan pada tabel 4.1.

Tabel 2
Data Jenis Produk

No	Grup Produk	Jenis Produk	Kode Produk
1	Botol Citra	Citra 60 ml	CT 60 ml
2	Botol Citra	Citra 120 ml	CT 120ml
3	Botol Lux	Lux 100 ml	L-BS 100ml
4	Botol Lux	Lux 300 ml	L-BS 300ml

Sumber : P.T. Berlina Plastics (Juni 2002)

Mesin dan Peralatan

Pada departemen pembotolan di P.T. Berlina Plastics memiliki beberapa mesin dan peralatan untuk produksi yang dipakai untuk membuat keempat jenis botol adalah mesin blow molding, yang terdiri atas 2 jenis mesin, mesin injeksi, mesin printing dan crocking tower. Data jenis dan jumlah mesin-mesin tersebut seperti pada tabel 2.

Tabel 3
Data Mesin dan Peralatan

No	Mesin dan Peralatan	Jumlah (unit)
1	Blow Moulding Lien Yu Tipe HLL	3
2	Blow Moulding Lien Yu Tipe HGL	1
3	Injection Moulding Nissei	4
4	Mesin Printing	4
5	Crocking Tower	8

Sumber :P.T. Berlina Plastics (Juni 2002)

Waktu Produksi

Dalam perhitungan perencanaan Produksi harus diketahui waktu pembuatan satu unit produk. Pendekatan yang dapat dilakukan adalah mengkonversikan satu unit produk kedalam waktu produksinya. Sedangkan kapasitas alternatif produksi dinyatakan dalam satuan waktu.

Data waktu produksi diperoleh dari bagian produksi P.T. Berlina Plastics Pandaan, seperti yang terlihat pada peta proses operasi disebutkan waktu baku untuk 30 unit. Berarti dalam satu waktu proses didapatkan keluaran produk 30 unit. Data tersebut merupakan data waktu baku tiap aktifitas produksi yang ada dengan satuan waktu dalam jam. Data waktu produksi masing-masing jenis produk dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

$$\text{Waktu Produksi} = \frac{\text{Jam reguler tersedia}}{\text{Kapasitas produk per hari}} = 0.00094 \text{ jam}$$

$$= \frac{16 \text{ (jam)}}{17000 \text{ (unit)}}$$

Untuk mengetahui waktu standart tiap-tiap jenis produk dilakukan dengan perhitungan yang sama, data selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4

Data Waktu Produksi Tiap Produk

No	Grup Produk	Jenis Produk	Kode Produk	Waktu Produksi (jam)
1	Botol Citra	Citra 60 ml	CT 60 ml	0.00094
2	Botol Citra	Citra 120 ml	CT 120 ml	0.00107
3	Botol Lux	Lux 100 ml	L-BS 100ml	0.001
4	Botol Lux	Lux 300 ml	L-BS 300ml	0.00123

Sumber : P.T. Berlina Plastics (Juni 2002)

Prosentase Cacat Produk

Botol yang diproduksi pada departemen pembotolan tidak semuanya sesuai dengan standart perusahaan, dan prosentase cacat tersebut dapat diketahui setelah dilakukan beberapa macam percobaan pengambilan sampel, pihak manajemen di departemen pembotolan menetapkan prosentase cacat yang seragam.

Tabel 5
Data Prosentase Cacat

No	Kode Produk	Prosentase Cacat (%)
1	CT 60 ml	0.5
2	CT 120 ml	0.5
3	L-BS 100 ml	0.5
4	L-BS 300 ml	0.5

Alternatif Produksi

Pada PT. Berlina Plastics Pandaan menggunakan beberapa macam alternatif produksi demi terpenuhinya semua permintaan yang sekali waktu bisa melonjak

di departemen pembotolan, seperti kapasitas dan biaya tenaga kerja dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 6
Data Alternatif Produksi

No	Alternatif Produksi	Kapasitas (jam/Org/Hr)	Biaya (rupiah)
1	Reguler Time	16	14000/jam/kru
2	Over Time	3	25000/jam/kru
3	Inventory	-	-
4	Subkontrak	-	-

Sumber: P.T. Berlina Plastics (Juni 2002)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peramalan permintaan

Untuk meramalkan permintaan di sini digunakan software OS, dan dicoba untuk beberapa metode, dan hasil perhitungan MAPE serta peramalan untuk 6 periode mendatang adalah sebagai berikut :

Tabel 6
Metode Terpilih Dengan MAPE Terkecil

No	Kode Produk	Metode Peramalan Terpilih	MAPE
1	CT 60 ml	Moving Average	4%
2	CT 120 ml	Double Exponential Smoothing	9%
3	L-BS 100 ml	Double Exponential Smoothing	5%
4	L-BS 300 ml	Double Exponential Smoothing	3%

Dengan berbagai metode peramalan yang memiliki MAPE terkecil, maka didapat ramalan permintaan sebagai berikut:

Tabel 7
Ramalan Permintaan 6 Periode Mendatang

No	Periode	Produksi (unit)			
		CT 60 ml	CT 120 ml	L-BS 100 ml	L-BS 300 ml
1	Juli 2002	472574	233573	419598	360269
2	Agustus 2002	472574	234534	427598	367308
3	September 2002	472574	235494	435598	374346
4	Oktober 2002	472574	236455	443598	381384
5	November 2002	472574	237416	451599	388423
6	Desember 2002	472574	238376	459599	395461

Perencanaan Produksi (Production Planning)

Perencanaan produksi merupakan jadwal produksi bulanan untuk masing-masing produk. Perencanaan produksi akan dibuat dalam periode 6 bulan. Dalam pembuatan rencana produksi ini, dilakukan dengan pendekatan metode linear programming, yang telah dikembangkan oleh Bedworth. Pada sub-sub bab berikut ini disajikan perhitungan-perhitungan yang dipakai dalam pengembangan model linear.

Permintaan Produksi

Hasil peramalan yang yang diperoleh merupakan perkiraan permintaan produk (baik) pada masa yang akan datang. Akan tetapi pada proses pembuatan produk biasanya terdapat reject (cacat), sehingga perlu adanya penyesuaian terhadap

besarnya reject. Dengan demikian permintaan produksi harus mempertimbangkan prosentase cacat produksi sebagai penyesuaian dengan rumus:

$$P_{gij,t} = \frac{P_{oij,t}}{1 - P_{ij}}$$

Keterangan :

$P_{gij,t}$ = Jumlah yang harus diproduksi (ij) pada periode t

$P_{oij,t}$ = Hasil ramalan permintaan produk j dalam produk 1 pada periode t

P_{ij} = Prosentase cacat untuk produk j dalam group I

$$P_{gij,t} = \frac{472574}{1 - 0.1} = 525082.22 \approx 525082 \text{ unit}$$

Untuk selanjutnya permintaan yang sudah disesuaikan dengan prosentase cacat ini digunakan sebagai nilai permintaan

yang harus dipenuhi oleh perusahaan untuk 6 periode mencatang, terhitung mulai Juli 2002 sampai dengan Desember 2002 dan

nilai-nilai tersebut dapat dilihat pada tabel berikut dengan menggunakan perhitungan manual yang sama seperti diatas :

Tabel 8
Demand Sesuai Dengan Prosentase Cacat

No	Periode	Produksi (unit)			
		CT 60 ml	CT 120 ml	L-BS 100 ml	L-BS 300 ml
1	Juli 2002	525082	259526	466220	400299
2	Agustus 2002	525082	260593	475109	408120
3	September 2002	525082	261660	483998	415940
4	Oktober 2002	525082	262728	492887	423760
5	November 2002	525082	263796	501777	431581
6	Desember 2002	525082	264862	510666	439401

Kapasitas Produk Reguler

Kapasitas produksi reguler merupakan out put per hari (sudah termasuk allowance) yang dikalikan jumlah hari kerja

dalam periode tersebut. Dengan perhitungan secara manual :

$$170000 \text{ (unit)} \times 27 \text{ (hari)} = 459000 \text{ (unit)}$$

Dengan perhitungan yang sama didapatkan hasil :

Tabel 9
Kapasitas Produk Reguler

No	Periode	Produksi Reguler			
		CT 60 ml (unit)	CT 120 ml (unit)	L-BS 100 ml (unit)	L-BS 300 ml (unit)
1	Juli 2002	459000	405000	432000	351000
2	Agustus 2002	442000	390000	416000	338000
3	September 2002	425000	375000	400000	325000
4	Oktober 2002	442000	390000	416000	338000
5	November 2002	442000	390000	416000	338000
6	Desember 2002	391000	345000	368000	299000

Kapasitas Produk Overtime

Merupakan kapasitas produksi overtime per hari (sudah termasuk allowance) yang dikalikan dengan jumlah hari dalam periode tersebut. Dengan perhitungan :

$$3187 \text{ (unit)} \times 27 \text{ (hari)}$$

$$= 86049 \text{ (unit)}$$

Nilai dibawah ini merupakan kapasitas out put per hari untuk overtime dengan menggunakan perhitungan yang sama pula dengan diatas.

Tabel 9
Kapasitas Produksi Overtime

No	Periode	Produksi Overtime			
		CT 60 ml (unit)	CT 120 ml (unit)	L-BS 100 ml (unit)	L-BS 300 ml (unit)
1	Juli 2002	86049	75924	81000	65799
2	Agustus 2002	82862	73112	78000	63362
3	September 2002	79675	70300	75000	60925
4	Oktober 2002	82862	73112	78000	63362
5	November 2002	82862	73112	78000	63362
6	Desember 2002	73301	64676	69000	56051

Persediaan Awal Produk

Sisa produk pada akhir bulan Juni 2002 merupakan stock awal produk untuk bulan Juli 2002, seperti yang tercatat pada tabel 4.7. Stock masing-masing produk yang terdapat pada akhir Juni 2002 bukan merupakan ketetapan nilai inventori, jadi bisa berubah setiap saat dan bisa jadi tidak ada inventori pada suatu periode.

Biaya Produksi

Biaya produksi disini antara lain merupakan biaya pemakaian listrik, pemakaian bahan baku dan lain-lain selain biaya reguler time dan over time

Tabel 10
Biaya Produksi

No	Kode Produk	Unit Cost (Rp/unit)	Inventory (Rp/unit)
1	CT 60 ml	150	7.5
2	CT 120 ml	200	10
3	L-BS 100 ml	175	8.75
4	L-BS 300 ml	280	14

Biaya Subkontrak

Untuk mengatasi lonjakan dari permintaan yang tidak dapat dipenuhi baik dari reguler time, over time, maupun inventori maka kebijakan perusahaan adalah subkontrak pada perusahaan lain dengan

harga sesuai dengan kebijakan perusahaan yang bersangkutan dan nilainya tertera dibawah ini.

Tabel 11
Biaya Sub Kontrak

No	Kode Produk	Subkontrak (Rp/unit)
1	CT 60 ml	300
2	CT 120 ml	400
3	L-BS 100 ml	350
4	L-BS 300 ml	500

Pengembangan Model

Dalam pembuatan model matematis, dasar acuan yang dipakai adalah model matematis menurut Bedworth (1986), dan dari hasil pemodelan dapat dibedakan menjadi tiga bagian yaitu:

1. Variabel Keputusan.
2. Fungsi Tujuan dan koefisien fungsi tujuan
3. Fungsi Pembatas / Constrains dan koefisien fungsi pembatas.

Variabel - variabel keputusan dalam model perencanaan produksi ini adalah :

- P_{ij} : Jumlah produk i yang diproduksi pada bulan ke j (unit).
- I_{ij} : Jumlah persediaan produk i pada akhir bulan ke j (unit).

- S_{ij} : Jumlah subkontrsk produk i pada bulan ke j (unit).
- R_j : Jumlah jam reguler yang tersedia pada periode j .
- O_j : Jumlah jam lembur yang tersedia pada periode j .
- U_j : Jumlah under time pada periode j .
 i = Jenis produk ($i = 1,2,3,4$).
 j = Periode perencanaan ($j = 1,2,3,4,5,6$).

Fungsi Tujuan

Formulasi bentuk fungsi Objective dari Linier Programming untuk minimasi total cost adalah :

$$\text{Min } Z = \sum_{t=1}^T A_{p,t} P_t + A_{r,t} R_t + A_{o,t} O_t + A_{i,t} I_t + A_{s,t} S_t + A_{c,t} C_t + A_{l,t} L_t$$

Dengan Constrain :

- 2. Mendapatkan rencana produksi berupa Jadwal Induk Produksi sbb. :

Produk	Periode					
	Juli 2002	Agustus 2002	September 2002	Oktober 2002	November 2002	Desember 2002
CT 60 ml	607463	434116	515667	525082	610304	439860
CT 120 ml	236726	260593	261660	262728	263796	264862
L-BS 100 ml	448220	475109	483998	492887	501777	510666
L-BS 300 ml	370299	408120	415940	423760	431581	439401

- 3. Biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk memproduksi semua jenis produk mulai bulan Juli 2002 sampai dengan bulan Desember 2002 sebesar Rp 214480268,00

DAFTAR PUSTAKA

Baker, Kenneth R., *Sequensing Rules and Due Date Assigment in A Job Shop*, Manajement Sceince, Vol. 30 n0. 9.
 Dervitsiotis, Kostas N., *Operation Management*, Mc., Graw Hill, Inc., 1994.

$$I_t - S_t = I_{t-1} + S_{t-1} + P_t - F_t \quad t = 1,2, .. T$$

$$R_t = R_{t-1} + C_t - L_t \quad t = 1,2, .. T$$

$$O_t - U_t = kP_t - R_t \quad t = 1,2, .. T$$

$$P_t, R_t, O_t, I_t, S_t, C_t, L_t, U_t, \geq 0 \quad t = 1,2, .. T$$

KESIMPULAN

- 1. Mendapatkan total jumlah over time, under time maupun inventori yang sedikit seperti pada tabel 5.3, sehingga tidak ada pembengkakan untuk biaya over time dan under time dengan pengalokasian berbagai aktifitas yang seimbang

Elsayed, Elsayed A. and Thomas Bbaucher, *Analysis and Control of Production System*, Prentice Hall Inc., New Jersey, 1985.
 Walpole, Ronsld and Raymond H. Myers, *Ilmu Peluang dan Statistik untuk Insinyur dan Ilmuwan*, ITB Bandung, 1986.

Bethworth, David D. and Bailey, James E.,
1982, **Integrate Production Control
System**, New york, John Wiley
and Sons Inc.

Gerald Keller, Brian Warrack, 2000,
*Statistics For Management And
economics*, Fifth Edition, Duxbury
Thomson Learning.

Lincoln Arsyad, 1994 , **Peramalan Bisnis**,
Edisi I, BPFE Yogyakarta.

Richard Bronson, Hans J. Waspakrik, 1991,
**Teori Dan Soal-Soal Operasional
Research**, *Seri Buku Schaum's*,
Erlangga.

Subagyo Pangestu, 1991., T. Hani Handoko,
Marwan Asri, **Dasar-dasar
Operation Research**, Edisi II, BPFE,
Yogyakarta.