

PENERAPAN METODE LINIER PROGRAMMING DALAM PENENTUAN KOMBINASI PRODUK

EDI PURWANTO

Politeknik Negeri Malang
Jl. Veteran PO. Box 04 Malang

ABSTRACT

This Research was conducted in PT X Tbk, Pandaan as a mean to look for combination amount of optimal product. PT X Tbk in the field of plastic production, goods the produced bottle by is assorted of size measure and colour. As for bottle the taken Image of Chamomile and of Nivea, while colour of Image bottle of Chamomile is green and its size measure is 120 ml and 250 ml. For the bottle of white Nivea chromatic and its size measure is 100 ml and 200 ml. From various produced bottle type cause incidence of a problem of that is problem of determination of less precise production volume. This matter is known from often happened product insufficiency or excess causing the loss of opportunity of request so that obtained advantage less optimal. In research to determine optimal product combination with Linear Programming method through two phase, that is first request of forecasting by using method of time series constructively Minitab software among others Moving Average, Single Exponential Smoothing, Double Exponential Smoothing, Winter'S and of Trend Linear, and second stage to conduct calculation of Linear Programming model constructively QS. From result of calculation by using QS hence got optimal solution of product combination between Image bottle of Chamomile 120 ml Green, Image of Chamomile 250 ml Green, Nivea 100 ml Slimdes RW White, and Nivea 200 ml Slimdes RW White which must produce. As for obtained advantage from after applying of Linear Programming method representing result of calculation during 12 period is equal to Rp421,918,752, while obtained advantage before conducted by Linear Programming is Rp410,250,750, so that happened the make-up of advantage equal to 2.84% that is Rp11,668,002.

Key words: forecasting, linear programming, combination product

PENDAHULUAN

Dalam dunia industri, telah diketahui bahwa sumber daya yang dapat digunakan untuk memproduksi berbagai jenis produk yang dibutuhkan oleh konsumen sangat terbatas. Untuk menghadapi hal itu perusahaan harus dapat memanfaatkan sumber daya tersebut seefektif dan seefisien mungkin agar dapat menghasilkan produk yang bermanfaat dan berkualitas di pasaran. Dan pada dasarnya setiap perusahaan bertujuan untuk dapat memperoleh keuntungan semaksimal mungkin dengan biaya yang dikeluarkan seminimal mungkin akan tetapi dapat memenuhi permintaan konsumen. Karena itu diperlukan perencanaan dan penentuan kombinasi produksi yang tepat, efektif dan efisien.

PT X merupakan suatu perusahaan Mouldshop yang memproduksi berbagai macam jenis produk plastik untuk pasta gigi, botol dan sebagainya, yang mana produk yang mereka buat banyak dibutuhkan oleh masyarakat dari berbagai macam kalangan.

Dalam menjalankan produksinya, perusahaan ini menggunakan sistem kombinasi dari MTO (*Make to Order*) dan MTS (*Make to Stock*). Namun seringkali perusahaan menghadapi permasalahan yang berkaitan dengan penentuan kombinasi produksi yang kurang tepat disebabkan produksi hanya didasarkan pada perkiraan pemasaran. Akibatnya sering terjadi kelebihan dan kekurangan produk yang dapat menyebabkan menurunnya keuntungan yang diperoleh perusahaan. Dengan melihat kondisi tersebut diperlukan suatu metode untuk mencari kombinasi jumlah produk yang tepat sehingga membantu perusahaan dalam memperoleh keuntungan yang paling optimal.

Linier programming merupakan suatu teknik matematis untuk mencari kombinasi yang paling optimal dari pemanfaatan sumber-sumber daya yang tersedia yang terbatas di mana berupa memaksimalkan laba/meminimumkan biaya-biaya atau suatu cara untuk menyelesaikan persoalan-persoalan pengalokasian sumber-

sumber daya yang terbatas di antaranya berupa aktivitas yang bersaing dengan cara yang terbaik yang mungkin dilakukan. Persoalan pengalokasian ini akan muncul apabila seorang/perusahaan harus memilih tingkat aktivitas-aktivitas tertentu yang bersaing dalam hal penggunaan sumber daya langka yang dibutuhkan untuk melaksanakan aktivitas tersebut (Subagyo, 1983). sedangkan (Supranto, 1993) mendefinisikan Linier Programming adalah salah satu teknik dari riset operasi untuk memecahkan persoalan optimasi (maksimasi atau minimasi) dengan menggunakan persamaan dan pertidaksamaan linier dalam rangka untuk mencari pemecahan yang optimum dengan memperhatikan kendala-kendala yang ada.

Dari definisi di atas maka *Linier programming* sangat cocok diterapkan untuk menyelesaikan permasalahan yang dihadapi PT X sehingga tujuan dari penelitian ini merencanakan kombinasi jumlah produk yang optimal dengan menggunakan model *Liner programming*.

METODE

Sumber data dalam penelitian ini digolongkan menjadi 2 bagian, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data atau informasi orisinil/terbaru yang dikumpulkan untuk maksud tertentu dari sumber pertama baik individu atau organisasi. Data primer diperoleh dari wawancara atau observasi. Data Sekunder adalah data atau informasi yang dikumpulkan secara tidak langsung dari sumber lain atau data yang telah diolah lebih lanjut dan disajikan, baik oleh pihak pengumpul data primer atau pihak lain. Dalam pengumpulan data digunakan berbagai metode pendekatan untuk mendapatkan data-data yang relevan dengan permasalahan yang diteliti. Adapun metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah riset lapangan, observasi, dan wawancara

Dokumentasi, bertujuan untuk memperoleh data secara efektif, data yang diperlukan telah terdokumentasi secara lengkap di perusahaan. Data-data yang dikumpulkan dan digunakan adalah sebagai berikut: 1) data histori permintaan; 2) komposisi bahan baku; 3) harga jual dan keuntungan produk; 4) jenis dan kapasitas bahan baku; dan data kapasitas waktu produksi.

Peramalan permintaan merupakan langkah pertama dalam pengolahan data yang dilakukan untuk memprediksikan permintaan masing-masing jenis produk selama 12 periode yang akan datang. Metode yang digunakan adalah: *Trend Linier, Trend Quadratik, Moving Average, Single Eksponential Smoothing, Double Eksponential Smoothing, Winter's, Trend Linier*.

Tahapan dalam peramalan permintaan yang akan dilakukan adalah sebagai berikut. Membuat plot diagram data permintaan masa lalu dengan tujuan untuk mengetahui pola data. Memilih metode yang sesuai dengan jenis pola data. Jika jenis pola data sulit ditentukan, maka dilakukan cara mencoba salah (*trial and error*) dari semua metode yang dipakai (Baroto, 2002). Selanjutnya memprediksikan komponen peramalan permintaan sesuai dengan metode yang dipilih. Masing-masing metode memiliki rumus yang berbeda. Komponen tersebut adalah level, trend, dan faktor musiman. Menentukan MAPE (*Mean Absolut Presentage Error*) dari masing-masing metode yang telah digunakan. Meramalkan permintaan untuk 12 periode yang akan datang.

Setelah melakukan peramalan, dipilih metode terbaik dengan cara mengevaluasi ketepatan peramalan (Subagyo, 1984). Langkah ini berdasarkan MAPE yang dihasilkan oleh masing-masing metode. Metode peramalan terbaik adalah metode yang menghasilkan MAPE terkecil dan selanjutnya digunakan sebagai formulasi LP untuk 12 periode yang akan datang.

Dalam penelitian ini digunakan model *linear programming* untuk membentuk sebuah model matematis yang mempresentasikan sistem nyata sehingga didapat solusi optimal. Dengan dibentuknya sebuah model *Linear Programming* yang akan digunakan untuk mencari solusi dari permasalahan.

Pencarian solusi model *Linier programming* dilakukan dengan memasukkan data yang telah diperoleh pada model, kemudian dilakukan perhitungan dengan menggunakan bantuan program *Quantitative System (QS)* sehingga didapat solusi. Jika hasil running program QS menunjukkan kondisi solusi tidak layak atau ruang solusinya tidak terbatas maka akan dilakukan pengecekan model yang sudah ada mulai dari fungsi tujuan sampai fungsi pembatasnya.

Setelah didapatkan solusi optimal maka dihitung keuntungan yang didapatkan sebelum dan sesudah diterapkannya model *Linear Programming*. Jika setelah perhitungan dengan LP keuntungan yang didapat meningkat maka dilanjutkan ke analisis pembahasan. Tetapi jika setelah menggunakan LP keuntungan tidak meningkat maka perlu diulangi tahap pembentukan model LP.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode peramalan permintaan yang dievaluasi adalah *Moving Average, Single Exponential Smoothing, Double Exponential Smoothing, Winter, Trend Linier*, dan semua metode tersebut diaplikasikan dengan menggunakan Software Minitab. Metode peramalan terbaik ditentukan berdasarkan nilai MAPE yang dimiliki setiap metode. Dalam hal ini nilai MAPE < 10% merupakan metode terbaik. Apabila semua metode peramalan yang dianalisis memiliki nilai MAPE ≤ 10% maka dipilih metode dengan nilai MAPE terkecil.

Daftar nilai MAPE untuk masing-masing metode dapat dilihat pada Tabel 1. Dari Tabel tersebut dapat dilihat bahwa metode peramalan

yang menghasilkan MAPE terkecil untuk keempat produk adalah metode *winters*, sehingga metode ini terpilih untuk meramalkan permintaan selama 12 periode mendatang. Hasil peramalan dengan metode *winters* dapat dilihat pada Tabel 2.

Selama ini perusahaan dalam menentukan kombinasi jumlah produk hanya berdasarkan perkiraan saja tanpa menggunakan metode tertentu. Rencana produksi PT X untuk masing-masing jenis botol dengan metode yang diterapkan perusahaan saat ini dapat disimak pada Tabel 3.

Penyusunan Model LP dimulai dengan menentukan variabel keputusan. Dalam penelitian ini variabel keputusan dinotasikan dengan X_{ij} = banyaknya produksi produk ke-*i* pada minggu ke-*j*. Dengan *i* = 1,2, 3,4 (*i* = 1 menyatakan produk botol Citra Chamomile 120 ml, *i* = 2 menyatakan produk botol Citra Chamomile 250 ml, *i* = 3 menyatakan produk botol Nivea Slimdes 100 ml, *i* = 4 menyatakan Nivea Slimdes 200 ml) dan *j* = 1, 2, ..., 12. Selanjutnya penentuan fungsi tujuan, pada permasalahan ini fungsi tujuannya adalah maksimasi jumlah keuntungan bersih dari masing-masing botol yang dibuat untuk setiap minggunya. Secara matematis dinyatakan dengan:

Tabel 1. Daftar Nilai MAPE

Metode	Citra Chamomile 120 ml Green	Citra Chamomile 250 ml Green	Nivea 100 ml Slimdes RW White	Nivea 200 ml Slimdes RW White
Moving Average	10	17	20	12
SES	10	17	21	12
DES	12	19	22	13
Winter's	2	2	4	2
Trend Linier	10	17	20	11

Tabel 2. Hasil Peramalan Tiap Jenis Botol untuk 12 Periode ke Depan (pcs/Minggu)

Minggu	Citra Chamomile 120 ml Green	Citra Chamomile 250 ml Green	Nivea 100 ml Slimdes RW White	Nivea 200 ml Slimdes RW White
1	192957	103737	27600.3	38763.4
2	158136	145526	18845.0	48615.8
3	191410	103799	17058.6	40560.0
4	162408	145532	19252.7	49804.0
5	187834	103543	26930.6	39826.0
6	156766	143195	17693.5	48608.1
7	188859	103876	26734.4	38182.9
8	148515	144462	17624.6	48886.4
9	190026	105204	26546.5	37593.5
10	151210	145857	17462.5	48289.9
11	184531	101557	26917.2	39411.6
12	154584	148908	18322.1	49572.6

Tabel 3. Rencana Produksi dengan Metode Perusahaan

Minggu	Citra Chamomile 120 ml Green	Citra Chamomile 250 ml Green	Nivea 100 ml Slimdes RW White	Nivea 200 ml Slimdes RW White
1	190000	101000	25000	36000
2	156000	143000	16000	46000
3	189000	101000	15000	38000
4	160000	143000	17000	47000
5	185000	101000	24000	37000
6	154000	141000	15000	46000
7	186000	101000	24000	36000
8	146000	142000	15000	46000
9	188000	103000	24000	35000
10	149000	143000	15000	46000
11	182000	99000	24000	37000
12	152000	146000	16000	47000

$$\begin{aligned} \text{Max } Z = & 81 (X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} + X_{16} \\ & + X_{17} + X_{18} + X_{19} + X_{110} + X_{112} + X_{112}) + 120 (X_{21} \\ & + X_{22} + X_{23} + X_{24} + X_{25} + X_{26} + X_{27} + X_{28} + X_{29} + \\ & X_{210} + X_{211} + X_{212}) + 67,5 (X_{31} + X_{32} + X_{33} + X_{34} + \\ & X_{35} + X_{36} + X_{37} + X_{38} + X_{39} + X_{310} + X_{311} + X_{312}) \\ & + 108,75 (X_{41} + X_{42} + X_{43} + X_{44} + X_{45} + X_{46} + X_{47} + \\ & X_{48} + X_{49} + X_{410} + X_{411} + X_{412}) \end{aligned}$$

Fungsi Batasan dalam model LP ini adalah:

a. Batasan waktu produksi per minggu:

$$\begin{aligned} 0,004 X_{11} + 0,006 X_{21} + 0,005 X_{31} + 0,006 X_{41} &\leq 5680 \\ 0,004 X_{12} + 0,006 X_{22} + 0,005 X_{32} + 0,006 X_{42} &\leq 5680 \\ 0,004 X_{13} + 0,006 X_{23} + 0,005 X_{33} + 0,006 X_{43} &\leq 5680 \\ 0,004 X_{14} + 0,006 X_{24} + 0,005 X_{34} + 0,006 X_{44} &\leq 5680 \\ 0,004 X_{15} + 0,006 X_{25} + 0,005 X_{35} + 0,006 X_{45} &\leq 5680 \\ 0,004 X_{16} + 0,006 X_{26} + 0,005 X_{36} + 0,006 X_{46} &\leq 5680 \\ 0,004 X_{17} + 0,006 X_{27} + 0,005 X_{37} + 0,006 X_{47} &\leq 5680 \\ 0,004 X_{18} + 0,006 X_{28} + 0,005 X_{38} + 0,006 X_{48} &\leq 5680 \\ 0,004 X_{19} + 0,006 X_{29} + 0,005 X_{39} + 0,006 X_{49} &\leq 5680 \\ 0,004 X_{110} + 0,006 X_{210} + 0,005 X_{310} + 0,006 X_{410} &\leq 5680 \\ 0,004 X_{111} + 0,006 X_{211} + 0,005 X_{311} + 0,006 X_{411} &\leq 5680 \\ 0,004 X_{112} + 0,006 X_{212} + 0,005 X_{312} + 0,006 X_{412} &\leq 5680 \end{aligned}$$

b. Batasan kapasitas HDPE per minggu:

$$\begin{aligned} 0,006864 X_{11} + 0,0143 X_{21} + 0,0057 X_{31} + 0,00114 X_{41} &\leq 12000 \\ 0,006864 X_{12} + 0,0143 X_{22} + 0,0057 X_{32} + 0,00114 X_{42} &\leq 12000 \\ 0,006864 X_{13} + 0,0143 X_{23} + 0,0057 X_{33} + 0,00114 X_{43} &\leq 12000 \\ 0,006864 X_{14} + 0,0143 X_{24} + 0,0057 X_{34} + 0,00114 X_{44} &\leq 12000 \\ 0,006864 X_{15} + 0,0143 X_{25} + 0,0057 X_{35} + 0,00114 X_{45} &\leq 12000 \\ 0,006864 X_{16} + 0,0143 X_{26} + 0,0057 X_{36} + 0,00114 X_{46} &\leq 12000 \\ 0,006864 X_{17} + 0,0143 X_{27} + 0,0057 X_{37} + 0,00114 X_{47} &\leq 12000 \\ 0,006864 X_{18} + 0,0143 X_{28} + 0,0057 X_{38} + 0,00114 X_{48} &\leq 12000 \\ 0,006864 X_{19} + 0,0143 X_{29} + 0,0057 X_{39} + 0,00114 X_{49} &\leq 12000 \\ 0,006864 X_{110} + 0,0143 X_{210} + 0,0057 X_{310} + 0,00114 X_{410} &\leq 12000 \\ 0,006864 X_{111} + 0,0143 X_{211} + 0,0057 X_{311} + 0,00114 X_{411} &\leq 12000 \\ 0,006864 X_{112} + 0,0143 X_{212} + 0,0057 X_{312} + 0,00114 X_{412} &\leq 12000 \end{aligned}$$

c. Batasan kapasitas Afval per minggu:

$$\begin{aligned} 0,0048 X_{11} + 0,001 X_{21} + 0,004 X_{31} + 0,008 X_{41} &\leq 6500 \\ 0,0048 X_{12} + 0,001 X_{22} + 0,004 X_{32} + 0,008 X_{42} &\leq 6500 \\ 0,0048 X_{112} + 0,001 X_{212} + 0,004 X_{312} + 0,008 X_{412} &\leq 6500 \end{aligned}$$

- d. Batasan kapasitas pigmen per minggu:
 $0,00336 X_{11} + 0,007 X_{21} + 0,003 X_{31} + 0,006 X_{41} \leq 2000$
 $0,00336 X_{12} + 0,007 X_{22} + 0,003 X_{32} + 0,006 X_{42} \leq 2000$
 $0,00336 X_{112} + 0,007 X_{212} + 0,003 X_{312} + 0,006 X_{412} \leq 2000$
- e. Batasan permintaan per minggu botol Citra Chamomile 120 ml Green
 $X_{11} \leq 192957$ $X_{17} \leq 188859$
 $X_{12} \leq 158136$ $X_{18} \leq 148515$
 $X_{13} \leq 191410$ $X_{19} \leq 190026$
 $X_{14} \leq 162408$ $X_{110} \leq 151210$
 $X_{15} \leq 187834$ $X_{111} \leq 184531$
 $X_{16} \leq 156766$ $X_{112} \leq 154584$
- f. Batasan permintaan per minggu botol Citra Chamomile 120 ml Green
 $X_{21} \leq 103737$ $X_{27} \leq 103876$
 $X_{22} \leq 145526$ $X_{28} \leq 144462$
 $X_{23} \leq 103799$ $X_{29} \leq 105204$
 $X_{24} \leq 145532$ $X_{210} \leq 145857$
 $X_{25} \leq 103543$ $X_{211} \leq 101557$
 $X_{26} \leq 143195$ $X_{212} \leq 148908$
- g. Batasan permintaan per minggu botol Nivea Slimdes 100 ml:
 $X_{31} \leq 27600$ $X_{37} \leq 26734$
 $X_{32} \leq 18845$ $X_{38} \leq 17624$
 $X_{33} \leq 17058$ $X_{39} \leq 26546$
 $X_{34} \leq 19252$ $X_{310} \leq 17462$
 $X_{35} \leq 26930$ $X_{311} \leq 26917$
 $X_{36} \leq 17693$ $X_{312} \leq 18322$
- h. Batasan permintaan per minggu botol Nivea Slimdes 200 ml:
 $X_{41} \leq 38763$ $X_{47} \leq 38182$
 $X_{42} \leq 48615$ $X_{48} \leq 48886$
 $X_{43} \leq 40560$ $X_{49} \leq 37593$
 $X_{44} \leq 49804$ $X_{410} \leq 48289$
 $X_{45} \leq 39826$ $X_{411} \leq 39411$
 $X_{46} \leq 48608$ $X_{412} \leq 49572$

Penyelesaian formulasi model *Linier programming* untuk permasalahan kombinasi produk dilakukan dengan bantuan *software QS* karena memiliki variabel keputusan yang cukup banyak. Adapun hasil optimal dari kombinasi botol perminggu dalam pcs yang telah diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Optimal Kombinasi Produk (pcs/Minggu)

Variable Number	Variable Name	Solution
1	X11	192957
2	X12	158136
3	X13	191410
4	X14	162408
5	X15	187834
6	X16	156766
7	X17	188859
8	X18	148515
9	X19	190026
10	X110	151210
11	X111	184531
12	X112	154584
13	X21	103737
14	X22	145526
15	X23	103799
16	X24	145532
17	X25	103543
18	X26	143195
19	X27	103876
20	X28	144462
21	X29	105204
22	X210	145857
23	X211	101557
24	X212	148908
25	X31	27600,3
26	X32	18845
27	X33	17058,6
28	X34	19252,7
29	X35	26930,6
30	X36	17693,5
31	X37	26734,4
32	X38	17624,6
33	X39	26546,5
34	X310	17462,5
35	X311	26917,2
36	X312	18322,1
37	X41	38763,4
38	X42	48615,8
39	X43	40560
40	X44	49804
41	X45	39826
42	X46	48608,1
43	X47	38182,9
44	X48	48886,4
45	X49	37593,5
46	X410	48289,9
47	X411	39411,6
48	X412	49572,6

Maximized OBJ = 421918752
Iteration = 48 Elapsed CPU seconds = .3300781

Keuntungan sebelum menggunakan program linear untuk jumlah produksi 12 periode ke depan dari rencana produksi perusahaan adalah:
 $= (\text{Rp}81,00 \times 2037000) + (\text{Rp}120,00 \times 1464000) + (\text{Rp}67,5,00 \times 230000) + (\text{Rp}108,75,00 \times 497000)$
 $= \text{Rp}410.250.750,00$

Tabel 5. Kombinasi Produk Optimal yang Didapat dengan Metode *Linier Programming* untuk 12 Periode Mendatang (dalam pcs) adalah:

Minggu	Citra Chamomile 120 ml Green	Citra Chamomile 250 ml Green	Nivea 100 ml Slimdes RW White	Nivea 200 ml Slimdes RW White
1	192957	103737	27600.3	38763.4
2	158136	145526	18845	48615.8
3	191410	103799	17058.6	40560
4	162408	145532	19252.7	49804
5	187834	103543	26930.6	39826
6	156766	143195	17693.5	48608.1
7	188859	103876	26734.4	38182.9
8	148515	144462	17624.6	48886.4
9	190026	105204	26546.5	37593.5
10	151210	145857	17462.5	48289.9
11	184531	101557	26917.2	39411.6
12	154184	148908	18322.1	49572.6

Dari Tabel 4 maka keuntungan yang diperoleh perusahaan pada 12 periode mendatang dengan model Linier programming adalah Rp421.918.752,00. Total keuntungan perusahaan setelah dilakukan perhitungan kombinasi produk mengalami peningkatan sebesar 2,84% yaitu Rp11.668.002,00, yang perinciannya sebagai berikut. Total keuntungan = setelah menggunakan LP – sebelum menggunakan LP
 = Rp421.918.752,00 – Rp410.250.750,00
 = Rp11.668.002,00

$$\text{Persentase} = \frac{11668002}{410250750} * 100\%$$

$$= 2,84 \%$$

SIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah sebagai berikut. Kombinasi produk optimal yang didapat dengan metode *Linear Programming* untuk 12 periode mendatang (dalam pcs) dapat disimak pada Tabel 5.

Total keuntungan perusahaan sebelum dilakukan penerapan *Linear Programming* selama 12 periode adalah sebesar Rp410.250.750,00 sedangkan total keuntungan perusahaan setelah penerapan metode *Linear Programming* selama 12 periodedari tabel diatas adalah Rp421.918.752,00. Sehingga terjadi peningkatan keuntungan sebesar 2,84%, yaitu Rp11.668.002,00.

DAFTAR PUSTAKA

- Baroto, T., 2002. *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Penerbit Ghalia Indonesia.
- Russel, T., 1995. *Operation Management*.
- Subagyo, P., dkk., 1984. *Dasar-dasar Operations Operations Research*. Yogyakarta: Penerbit BPFE.
- Subagyo, P., 1984. *Forecasting Konsep Dan Aplikasi*. Yogyakarta: Penerbit BPFE.
- Supranto, J., 1983. *Linear Programming*.
- Yamit, Z., 1997. *Manajemen Kuantitatif untuk Bisnis*. Penerbit Ekonisia.
- Yamit, Z., 2002, *Manajemen Produksi dan Operasi*. Penerbit Ekonisia.