

Pakej Pengaturcaraan Linear : LINDO

Maslin Masrom

Jabatan Penyelidikan Operasi
Institut Sains Komputer
Universiti Teknologi Malaysia

Abstrak

Pengaturcaraan linear adalah kaedah yang efisien untuk menentukan kataputus optima bagi masalah yang melibatkan pengagihan sumber yang terhad. Kataputus optima merupakan kataputus yang memenuhi objektif pengurusan tertentu, tertakluk kepada berbagai batas dan kekangan. Di sini, pengaturcaraan linear biasanya dianggap sebagai satu kaedah yang hanya boleh diimplementasikan pada komputer-komputer kerangka utama sahaja. Namun demikian, sebenarnya kaedah ini telah boleh dilaksanakan pada komputer-komputer mikro. Pada tahun-tahun kebelakangan ini, berbagai-bagai pakej telah muncul di pasaran yang dipercayai berupaya membantu menyelesaikan masalah pengaturcaraan linear pada komputer-komputer mikro terkini yang terkenal. Justeru itu, kertas ini akan membincangkan tentang salah satu daripada pakej perisian tersebut yang dikenali sebagai pakej perisian LINDO. Ia akan menyentuh tentang apakah itu LINDO, bagaimana ia digunakan dan apakah arahan-arahan yang disediakan serta meninjau beberapa kebaikan, kelemahan dan penghadan yang wujud dalam sistem tersebut.

Katakunci : Pengaturcaraan Linear, Komputer Mikro, Pakej Perisian, Ramah-Pengguna, Interaktif, Fungsi Objektif, Pembolehubah, Kekangan

Abstract

Linear programming is an efficient method for determining an optimal decision, for the problem that involved limited resource. The optimal decision is the one that meets a specified objective of management, subject to various restrictions and constraints. It is normally thought of as a method to be implemented on mainframes. However, this method is already implemented on microcomputers. In recent years, a variety of packages have appeared on the market which is believed capable to solve linear programming problems on recent popular microcomputers. This paper discusses one of the software packages known as LINDO. It touches on what is LINDO, how it is implemented, identifies the commands available and surveys on several advantages, weakness and limitations that occurs in that system.

Keywords : Linear Programming, Microcomputer, Software Package, User-Friendly, Interactive, Objective Function, Variable, Constraint

1.0 Pendahuluan

Dewasa ini, pakej perisian komputer yang direkabentuk terutamanya untuk menyelesaikan masalah-masalah pengaturcaraan linear semakin meluas disediakan. Kebanyakan syarikat-syarikat besar dan juga pusat-pusat pengajian tinggi telah terdedah dengan pakej perisian sebegini. Usaha untuk membangunkan pakej perisian ini bermula daripada pembuat-pembuat komputer khususnya dan syarikat-syarikat perkhidmatan komputer amnya. Biasanya ciri-ciri khusus pakej perisian tersebut boleh dipelajari oleh pengguna dalam masa yang singkat dengan hanya mengalami sedikit kesukaran saja.

Kim, masalah pengaturcaraan linear yang melibatkan beribu-ribu pembolehubah dan beribu-ribu kekangan boleh diselesaikan secara rutin melalui penggunaan pakej perisian komputer yang sedia ada. Kebanyakan aturcara-aturcara linear yang besar boleh diselesaikan dengan hanya beberapa minit masa komputer, manakala aturcara-aturcara linear yang kecil pula hanya akan memerlukan masa beberapa saat sahaja. Sebagaimana yang kita sedari, satu "ledakan" kebolehsediaan perisian untuk digunakan pada komputer mikro telah wujud. Seiring dengan itu, aturcara-aturcara komputer yang "ramah-pengguna" (user-friendly) yang boleh digunakan untuk menyelesaikan masalah pengaturcaraan linear pada komputer mikro pun turut sama wujud. Aturcara-aturcara ini yang telah ada dibangunkan oleh syarikat-syarikat atau rumah-rumah perisian dan juga para akademik adalah mudah digunakan dan boleh digunakan untuk menyelesaikan aturcara-aturcara linear yang kecil iaitu sekurang-kurangnya melibatkan seratus pembolehubah (Wayne L. Winston, 1987). Untuk menyelesaikan aturcara-aturcara linear skala-besar yang melibatkan beribu-ribu pembolehubah dan kekangan, pakej perisian untuk komputer-komputer kerangka utama juga telah direkabentuk.

Pakej perisian yang akan direncanakankan di sini adalah pakej LINDO yang telah dibangunkan khas untuk menyelesaikan masalah pengaturcaraan linear pada komputer-komputer peribadi. Dan ia lebih dikenali sebagai LINDO/PC.

2.0 Apakah Itu LINDO/PC?

LINDO/PC adalah singkatan nama bagi "Linear, Interactive, and Discrete Optimizer/Personal Computer". Ia dibangunkan oleh Linus E. Schrage di Universiti Chicago, Amerika Syarikat pada tahun 1981 dengan menggunakan bahasa pengaturcaraan FORTRAN [Linus Schrage; Wayne L. Winston, 1987]. Tujuan utama LINDO/PC dibangunkan adalah untuk membolehkan pengguna menginputkan rumusan pengaturcaraan linear dengan cepat, menyelesaikan rumusan tersebut dan membuat penilaian ke atas rumusan itu tadi berdasarkan kepada penyelesaian yang terhasil. Selanjutnya perubahan boleh dibuat dengan segera sekiranya diperlukan dan proses yang sama kemudiannya akan diulangi. LINDO/PC ini merupakan versi pakej perisian komputer mikro yang terkenal. Penggunaannya adalah begitu meluas sehingga meliputi beberapa buah negara seperti Amerika Syarikat, Switzerland, Sweden, Portugal, Norway, New Zealand, Mexico, Japan, Israel, Ireland, Holland, Great Britain, Germany, Perancis, Finland, Chile, Canada, California, Brazil, Australia, Austria, Argentina dan Afrika [Linus Schrage].

Pakej perisian yang direkabentuk khas pada komputer peribadi ini membenarkan pengguna berinteraksi dengan komputer dalam mod perbualan. Mod perbualan ini bermaksud, apabila aturcara dimuatkan ke dalam komputer, pengguna akan menginputkan contohnya, data-data yang terdiri daripada fungsi objektif dan kekangan-kekangan model aturcara linear yang diminta oleh sistem komputer tersebut. Apabila kesemua data telah dimasukkan dengan betul, pengguna akan memasukkan arahan-arahan tertentu bagi membolehkan sistem LINDO/PC menyelesaikan masalah yang telah dimasukkan itu tadi. Selanjutnya, penyelesaian optima dan maklumat-maklumat yang berkaitan akan dipaparkan pada monitor komputer pengguna. Situasi ini jelas menunjukkan wujudnya maklumbalas antara sistem dan pengguna, yang mana ciri ini telah menjadikan LINDO/PC sebagai sistem interaktif yang "ramah-pengguna".

3.0 Perlaksanaan Sistem LINDO/PC

Seperti biasa, sebelum sesuatu sistem atau pakej perisian itu boleh digunakan, beberapa arahan tertentu perlu diketahui oleh pihak pengguna. Dalam konteks ini, ciri "ramah-pengguna" yang dimiliki oleh pakej LINDO/PC sedikit sebanyak dapat membantu memudahkan bukan saja pengguna yang mempunyai kemahiran menggunakan komputer malah pengguna yang tiada pengetahuan komputer juga boleh menggunakannya. Bagi pengguna yang mempunyai pengetahuan pengaturcaraan linear sudah pastilah akan lebih mudah untuk mempelajarinya.

3.1 Arahan-arahan mudah LINDO/PC

Berikut adalah senarai arahan yang memadai digunakan dalam melaksanakan pakej perisian LINDO/PC bagi kebanyakan masalah pengaturcaraan linear.

Arahan -----	Penggunaan -----
MAX	Mula inputkan masalah pengaturcaraan linear yang maksima.
MIN	Mula inputkan masalah pengaturcaraan linear yang minima.
END	Masalah tamat diinputkan dan kembali kepada aras arahan.
GO	Menyelesaikan masalah pengaturcaraan linear semasa yang telah diinputkan dan mempamirkan penyelesaian yang terhasil.
LOOK	Mempamirkan bahagian model pengaturcaraan linear semasa yang dipilih.
ALTER	Menukar elemen-elemen model pengaturcaraan linear semasa.
EXT	Menambah satu atau lebih kekangan.
DEL	Menghapus satu atau lebih kekangan daripada model pengaturcaraan linear semasa.
DIVERT	Mengalihkan penyelesaian yang terhasil (output) kepada fail, dan dengan itu penyelesaian tersebut boleh dicetak.
RVRT	Mengakhiri arahan DIVERT.
SAVE	Menyimpan model pengaturcaraan linear ke dalam, semoga dengan itu ia boleh didapatkan kembali untuk kegunaan masa depan.
RETR	Mendapatkan kembali masalah atau model pengaturcaraan linear yang disimpan.

3.2 Arahan-arahan utama LINDO/PC

Bagi membolehkan pengguna mendapat maklumat lanjut yang terdapat pada pakej perisian LINDO/PC, tiga arahan utama ada disediakan iaitu, HELP, CATEGORIES (singkatannya adalah CAT) dan COMMAND (singkatannya adalah COM). Di sini arahan HELP akan membantu dalam menyediakan maklumat-maklumat am yang diperlukan oleh pengguna. Arahan COM pula akan menyenaraikan semua arahan-arahan yang disediakan. Manakala arahan CAT akan membolehkan kategori-kategori arahan disenaraikan, yang mana ia memudahkan seseorang pengguna melihat arahan-arahan dalam kategori yang spesifik dengan lebih terperinci.

Di bawah ini digambarkan sebahagian daripada pelaksanaan arahan CAT.

: cat

LINDO COMMANDS BY CATEGORY FOR INFORMATION ON A SPECIFIC COMMAND,
TYPE : HELP FOLLOWED BY THE COMMAND NAME.

- 1) INFORMATION
- 2) INPUT
- 3) DISPLAY
- 4) FILE OUTPUT
- 5) SOLUTION
- 6) PROBLEM EDITING
- 7) QUIT
- 8) INTEGER, QUADRATIC, AND PARAMETRIC PROGRAMS
- 9) CONVERSATIONAL PARAMETERS
- 10) USER SUPPLIED ROUTINES
- 11) MISCELLANEOUS

WHICH CATEGORY IS OF INTEREST (1 TO 11)?

?5

THE COMMANDS IN THIS CATEGORY ARE:

GO PIV

WHICH CATEGORY IS OF INTEREST (1 TO 11)?

?0

: help go

GO COMMAND

USE : TO SUBMIT THE CURRENT FORMULATION TO THE PROCESSING PROGRAM,
WHICH WILL EXECUTE AND THEN PRINT OUT THE SOLUTION : THE FORMULATION
WILL REMAIN INTACT THROUGHOUT

:quit

4.0 Contoh Penyelesaian Masalah Pengaturcaraan Linear Menggunakan LINDO/PC

Pakej perisian LINDO/PC boleh menyelesaikan beberapa model aturcara linear yang digunakan dalam kehidupan sebenar. Contoh model tersebut adalah model penjadualan pekerja, model perancangan kewangan, model pasaran dan model pengurusan. Andaikan kita mempunyai masalah pengaturcaraan linear seperti berikut:

$$\text{Maksima } z = 10X_1 + 9X_2$$

Tertakluk kepada :

$$0.7 X_1 + 1 X_2 \leq 630$$

$$0.5 X_1 + 0.83333 X_2 \leq 600$$

$$0.1 X_1 + 0.25 X_2 \leq 135$$

$$X_1, X_2 \geq 0$$

Pakej Pengaturcaraan Linear : LINDO

Contoh masukan data bagi menyelesaikan masalah aturcara linear mudah ini bagi sesi komputer LINDO/PC pada komputer peribadi IBM (International Business Machine) ditunjukkan dalam Rajah 1 .

Rajah 1 : Sesi input data dengan menggunakan pakej LINDO/PC

```
A>LINDO <----- Arahan pengguna memuatkan aturcara LINDO/PC daripada
LINDO/PC (26 MAR 85) cakera floppy

COPYRIGHT (C) 1984, 1985 LINDO SYSTEMS, INC. PORTIONS COPYRIGHT (C) 1981
MICROSOFT CORPORATION. LICENSED MATERIAL, ALL RIGHTS RESERVED.
COPYING EXCEPT AS AUTHORIZED IN LICENSE AGREEMENT IS PROHIBITED.

SITE LICENSE - OKLAHOMA STATE UNIV., COLLEGE OF BUS. ADMIN.

: MAX 10 X1 + 9X2
? ST
? .7X1 + 1X2 < 630
? .5X1 + .83333X2 < 600 <----- Pengguna menginputkan masalah pengaturcaraan linear
? .1X1 + .25X2 < 135
? END
:
: LOOK ALL <----- Pengguna memohon mempamerkan data yang telah
diinputkan

MAX 10X1 + 9X2
SUBJECT TO
2) .7X1 + X2 <= 630
3) .5X1 + .83333X2 <= 600
4) X1 + .66667X2 <= 708
5) .1X1 + .25X2 <= 135
END
:
```

Pentafsiran input:

Beberapa arahan spesifik dan simbol yang ditunjukkan dalam Rajah 1 diterangkan seperti berikut.

1. "A>" adalah prom pengguna untuk komputer peribadi IBM. Arahan pengguna "LINDO" akan menyebabkan aturcara LINDO/PC dimuatkan daripada cakera floppy.
2. LINDO/PC akan menghantar simbol ":" untuk menandakan bahawa ia menunggu arahan seterusnya daripada pengguna.
3. Pengguna akan memulakan operasi dengan memasukkan fungsi objektif yang berbentuk pernyataan matematik bagi masalah pengaturcaraan linear.
4. Kemudiannya, LINDO/PC akan menghantar simbol "?" untuk menandakan ia menunggu input atau masukan data seterusnya.

Pakej Pengaturcaraan Linear : LINDO

5. Pengguna akan memasukkan "ST" iaitu singkatan bagi "Subject To", memberitahu pakej bahawa kekangan-kekangan perlu diikuti. LINDO menganggap semua pemboleh ubah adalah bukan negatif. Oleh yang demikian, apabila menggunakan LINDO, adalah tidak perlu menaip kekangan bukan negatif. Untuk menginput kekangan \leq atau \geq , taip saja $<$ atau $>$.
6. Selepas memasukkan setiap kekangan dengan simbol $<$, yang ditafsirkan sebagai \leq oleh komputer, pengguna memasukkan arahan "END", untuk memberitahu masukan data telah lengkap.
7. Sekali lagi LINDO/PC akan menghantar ":", untuk menandakan bahawa ia menunggu arahan selanjutnya.
8. Pengguna memasukkan arahan pilihan "LOOK ALL ". Arahan ini menyebabkan masalah pengaturcaraan linear yang akan diselesaikan oleh LINDO/PC dipamirkan. "LOOK ALL." sebenarnya bukanlah arahan yang begitu diperlukan, tetapi ia digunakan untuk membekalkan semakan yang mudah ke atas data yang telah dimasukkan. Dalam pakej ini, fungsi objektif dikenalpasti sebagai baris pertama dan di bawah "SUBJECT TO", kekangan pertama dikenalpasti sebagai baris kedua dan kekangan kedua dikenalpasti sebagai baris ketiga dan begitu juga dengan kekangan seterusnya.

Pakej LINDO/PC seterusnya menyelesaikan masalah pengaturcaraan linear yang diberi apabila arahan pengguna "GO" dilaksanakan. Output yang terhasil daripada LINDO/PC ditunjukkan dalam Rajah 2.

Rajah 2 : Sesi output yang terhasil menggunakan pakej LINDO/PC

```
: GO < ----- Pengguna memohon masalah diselesaikan
LP OPTIMUM FOUND AT STEP      2
                                OBJECTIVE FUNCTION VALUE
1)                             7667.99400
VARIABLE      VALUE      REDUCED COST
  X1          539.998400      .000000
  X2          252.001100      .000000
ROW           SLACK OR SURPLUS      DUAL PRICES
  2)           .000000           4.374956
  3)          120.000700           .000000
  4)           .000000           6.937531
  5)          17.999870           .000000
NO. ITERATIONS=      2
DO RANGE (SENSITIVITY) ANALYSIS?
? YES < ----- Pengguna memohon melakukan analisis kepekaan
```

Pakej Pengaturcaraan Linear : LINDO

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

OBJ COEFFICIENT RANGES

VARIABLE	CURRENT COEF	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
X1	10.000000	3.499932	3.700000
X2	9.000000	5.285715	2.333300

RIGHTHAND SIDE RANGES

ROW	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	630.000000	52.363130	134.400000
3	600.000000	INFINITY	120.000700
4	708.000000	192.000000	127.998600
5	135.000000	INFINITY	17.999870

: QUIT

Berhenti - Aturcara berakhir dan keluar dari sistem

Pentafsiran Output:

1. Arahan pengguna "GO" memulakan pengiraan penyelesaian pengaturcaraan linear.
2. Pakej komputer kemudiannya mempamerkan maklumat penyelesaian yang berikut:
 - (i) Penyelesaian memerlukan dua lelaran simpleks.
 - (ii) Keuntungan (baris pertama) adalah sebanyak 7668 (selepas nilai dibulatkan)
 - (iii) Penyelesaian optima adalah $x_1 = 540$ (selepas nilai dibulatkan) dan $x_2 = 252$ (selepas nilai dibulatkan).
 - (iv) Lajur kos terkurang ("REDUCED COST") menunjukkan nilai-nilai baris $c_j - z_j$ bagi x_1 dan x_2 dalam tablo simpleks yang terakhir.
 - (v) Maklumat-maklumat lalai dan harga bayangan (dipanggil harga dual oleh LINDO/PC) selepas nilai dibulatkan:

Baris	Kekangan	Lalai	Harga Dual
2	1	0.00	4.375
3	2	120.00	0.00
4	3	0.00	6.938
5	4	18.00	0.00

3. LINDO/PC kemudiannya akan menanya samada pengguna hendak melihat maklumat analisis kepekaan. Dalam kes ini, maklumbalas pengguna adalah "YES".

4. LINDO/PC mempamerkan maklumat analisis kepekaan seperti berikut:

Pakej Pengaturcaraan Linear : LINDO

Setelah melakukan penambahan dan pengurangan ke atas pekali-pekali semasa, julat-julat keoptimalan adalah seperti berikut:

- (i) Julat-julat pekali objektif dengan penambahan dan pengurangan maksimum yang dibenarkan kepada pekali-pekali semasa yang akan memelihara penyelesaian optima semasa adalah:

Selepas nilai dibulatkan,

$$\begin{aligned} 6.3 &\leq c1 \leq 13.5 \\ 6.67 &\leq c2 \leq 14.29 \end{aligned}$$

- (ii) Manakala julat-julat ketersauran bagi nilai sebelah kanan kekangan adalah:

Selepas nilai dibulatkan,

$$\begin{aligned} 495.6 &\leq b1 \leq 682.36 \\ 480.0 &\leq b2 \leq \infty \\ 580.0 &\leq b3 \leq 900.0 \\ 117.0 &\leq b4 \leq \infty \end{aligned}$$

5. Pada bahagian akhir analisis kepekaan, LINDO/PC menghantar ":" dan menunggu arahan lain. Dalam kes ini, pengguna memilih "QUIT" untuk menandakan tamatnya sesi LINDO/PC. Arahan ganti atau gilir pada titik ini adalah "ALT", yang akan membolehkan pengguna mengubahsuai satu atau lebih aspek masalah bagi mendapatkan maklumat penyelesaian tambahan.

Daripada model pengaturcaraan linear di atas, yang disalin semula seperti di bawah, beberapa pemerhatian boleh dilakukan.

$$\text{Mak } z = 10 X1 + 9X2$$

Tertakluk kepada:

$$\begin{aligned} 0.70000 X1 + 1.00000 X2 &\leq 630 &< \text{-----} &(1) \\ 0.50000 X1 + 0.83333 X2 &\leq 600 &< \text{-----} &(2) \\ 1.00000 X1 + 0.66667 X2 &\leq 708 &< \text{-----} &(3) \\ 0.10000 X1 + 0.25000 X2 &\leq 135 &< \text{-----} &(4) \end{aligned}$$

Pekali X2 dalam kekangan (2) ditulis sebagai 0.83333 yang mempunyai lima tempat perpuluhan adalah hampir kepada pecahan 5/6. Pekali X2 dalam kekangan (3) pula yang ditulis sebagai 0.66667 juga mempunyai lima tempat nilai perpuluhan adalah hampir kepada pecahan 2/3. Apabila proses pembulatan bagi input data diperlukan, kita boleh membuat jangkaan bahawa penyelesaian yang terhasil daripada komputer adalah berbeza sedikit daripada pengiraan secara manual (kiraan tangan) berdasarkan kepada nilai-nilai pecahan yang sebenar. Walaubagaimanapun, sebagaimana yang akan dilihat kelak, penyelesaian yang terhasil daripada pakej LINDO/PC adalah hampir sama dan pembulatan yang sedikit bagi input data tidak akan menyebabkan perubahan yang besar ataupun masalah yang serius.

5.0 Kebaikan-kebaikan Dan Kelemahan-kelemahan LINDO/PC

Terdapat beberapa kebaikan dan kelemahan pada pakej perisian LINDO/PC yang telah dikenalpasti. Dari aspek kebaikan, didapati sistem LINDO/PC ini adalah mudah dipelajari. Ini disebabkan wujudnya mod perbualan yang membenarkan pengguna melakukan operasi masukan data dengan senang. Pengguna juga tidak perlu menginputkan penghadan tanda kekangan \leq atau \geq . Ini adalah kerana adalah memadai jika dimasukkan tanda $<$ atau $>$ saja. Ia juga membenarkan pengguna menamakan pembolehubah. Contohnya, Mak 60 MEJA + 30 KERUSI. Di samping itu juga, masa maklumbalas penyelesaian masalah adalah cepat khususnya untuk masalah aturcara linear yang kecil. LINDO/PC yang lebih berorientasikan arahan (command oriented) daripada berorientasikan menu (menu oriented) tidak melakukan operasi dengan jujukan langkah-langkah yang tetap. Julat arahnya yang luas membenarkan sebarang arahan dilaksanakan pada sebarang masa.

Dari aspek kelemahan pula, didapati penggunaan mod interaktif untuk masukan data bagi aturcara linear boleh melibatkan penggunaan masa yang banyak dan ini boleh menyebabkan pengguna berasa bosan dan membebankan. Selain dari itu, output yang terhasil juga adalah tidak begitu terperinci. Kelemahan-kelemahan yang wujud ini memaparkan bahawa pakej perisian LINDO/PC ini perlu dikemaskinikan lagi.

6.0 Penghadan Pakej Perisian LINDO/PC

Pakej perisian LINDO/PC bukanlah merupakan pakej perisian yang sempurna dan mempunyai seratus peratus ciri boleh lentur (flexible). Pengemaskinian masih perlu dilakukan ke atas pakej ini. Penghadan-penghadan yang dikenalpasti adalah ia hanya membenarkan pembolehubah-pembolehubah bukan negatif (≥ 0) saja. Ia juga tidak boleh menerima simbol-simbol seperti $()$ atau $.$. Contohnya, $400 (X_1 + X_2)$ mestilah diinputkan sebagai $400 X_1 + 400 X_2$ manakala $10,000$ mestilah diinput sebagai 10000 . Di samping itu juga, setiap kekangan model aturcara linear mestilah disusun dalam keadaan di mana semua pembolehubah terletak pada sebelah kiri kekangan dan semua pemalar pada sebelah kanan kekangan.

7.0 Kesimpulan

Secara keseluruhannya, didapati pakej perisian LINDO/PC adalah merupakan perisian aplikasi yang sesuai dijadikan sebagai "alat" dalam membantu penyelesaian masalah menyelesaikan masalah-masalah aturcara linear. Ini adalah kerana memandangkan proses bagi menyelesaikan aturcara linear memerlukan pengiraan yang banyak, dan dengan itu adalah wajar ianya diselesaikan dengan bantuan aturcara komputer. Di samping itu juga, LINDO/PC juga boleh digunakan dalam menyelesaikan pengaturcaraan integer dan pengaturcaraan kuadratik. Ini jelas menggambarkan LINDO/PC sedikit sebanyak telah memainkan peranan yang tidak kurang pentingnya dalam menghubungkan penggunaan perisian komputer dengan bidang penyelidikan operasi khasnya dan matematik amnya. Pendek kata, para penyelesaian masalah seharusnya peka kepada kewujudan pakej-pakej perisian seperti LINDO/PC ini dalam konteks untuk mendapat dan menggarap segala faedah-faedah yang boleh diperolehi darinya, walaupun tidak dinafikan beberapa kekurangan akan pasti wujud dalam pakej-pakej itu nanti.

Rujukan

- [A.McKay, 1985], *Linear Programming On Microcomputers*, Journal of The Operational Research Society, Vol. 36, No.7, pp 633-635, Great Britain, London.
- [David R. Anderson, Dennis J. Sweeney, dan Thomas A. Williams, 1985], *An Introduction To Management Science Quantitative Approaches To Decision Making*, Fourth Edition, West Publishing Company.
- [Frederick P. Wheeler,1985], *A Starter Kit for Micro-Based L.P. Solvers*, Journal of The Operational Research Society, Vol. 36, No. 7, pp 637-641, Great Britain, London.
- [Linus Schrage], *Linear, Integer, and Quadratic Programming with LINDO*, User's Manual.
- [Moskowitz H., 1979], *Operations Research Techniques For Management*, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J..
- [Wayne L. Winston,1987] *Operations Research : Applications And Algorithm*, Indiana University, PWS-Kent Publishing Company Boston.