

# Pemanfaatan Model Linear Programming dalam Analisa Investasi dengan Dana Terbatas

---

**Zulian Yamit**

---



Zulian Yamit, adalah Dosen Fak. Ekonomi UII  
Putera Bengkulu kelahiran 16-09-1957  
Alumnus FE. UII tahun 1981  
Aktif mengajar sejak tahun 1982  
Sebelumnya sebagai asisten sejak tahun 1979  
Mengajar mata kuliah Pembelanjaan dan Operation Research  
Ketua Jurusan Manajemen periode 1986-1987  
Sekarang Direktur Pusat Pelayanan Teknis FE. UII  
Anggota ISEI.

## Pendahuluan

Asumsi umum yang sering digunakan di dalam analisa penentuan investasi adalah tersedianya dana untuk membiayai seluruh proyek yang menguntungkan diantara proyek-proyek yang sedang dianalisa. Anggapan ini dilandasi oleh selalu tersedianya dana di pasar modal yang dapat dipergunakan oleh perusahaan untuk membiayai proyek-proyek yang menguntungkan dengan ongkos tertentu.

Pada kenyataannya, banyak perusahaan yang berhadapan dengan masalah keterbatasan dana untuk membiayai proyek-proyek mereka. Untuk perusahaan ini jumlah dana yang tersedia untuk diinvestasikan pada setiap periode dapat dikatakan sudah tertentu dan independen dari pasar modal. Oleh karena itu masalah penganggaran dan untuk investasi melibatkan pengalokasian sumber danayang terbatas ke dalam beberapa proyek yang menguntungkan dan saling bersaing, sehingga akhirnya tidak semua proyek-proyek tersebut dapat diambil (dilaksanakan). Problem seperti ini biasa disebut dengan investasi dengan dana terbatas (Capital Rationing).

## 2. Penyebab Capital Rationing

Meskipun batasan dalam pemilihan proyek dengan Capital Rationing selalu dicerminkan oleh tersedianya dana, tidak berarti bahwa keterbatasan dari sektor lain tidak ada. Beberapa pembatasan yang tidak bersifat uang secara langsung ikut pula membatasi perusahaan di dalam memilih proyek-proyeknya.

Sebagai contoh, terbatasnya tenaga ahli di dalam perusahaan, akan membatasi jumlah proyek yang akan diambil, masih selaras dengan ini adalah tersedianya sarana dari pihak manajemen untuk mengelola proyek. Untuk memudahkan penanganan dari pembatasan-pembatasan non kapital tersebut, maka sudah lazim untuk menyatakan pembatasan-pembatasan tersebut dalam bentuk modal. Oleh karena adanya keterbatasan dari segi personil, maka modal yang akan ditanam (di investasikan) dibatasi jumlahnya. Contoh klasik untuk kasus ini adalah bila kita berada di dalam keadaan dimana sudah tidak ada lagi supply buruh, sehingga meskipun proyek tersebut menguntungkan tetapi tidak ada yang akan mengerjakannya. Dengan demikian tidak ada modal yang ditanam (di investasikan).

Sudah barang tentu pembatas-pembatas tadi lebih tepat untuk dikatakan sebagai pembatas buruh atau pembatas manajemen, bukan pembatas dana. Akan tetapi keduanya akhirnya akan membatasi jumlah dana yang akan diinvestasikan. Dengan demikian, untuk memudahkan didalam analisa, maka pembatas sering dibahas dalam bentuk dana.

## 3. Menganalisa problema Capital Rationing dengan cara sederhana.

Untuk memberikan dasar yang akan dipakai didalam analisa lebih lanjut, pada bagian ini akan dikemukakan beberapa asumsi untuk menyederhanakan pembahasan. Asumsi-asumsi tersebut adalah:

- a. Besaran dan saat-saat dari cash flow diketahui sebelumnya dengan pasti.
- b. Cost of capital diketahui (independen dari keputusan yang sedang dipertimbangkan), sehingga present value dari setiap proyek juga dapat dihitung.
- c. Semua proyek independen antara satu dengan yang lainnya sehingga pengambilan satu proyek tidak mempengaruhi ongkos dan benefit dari proyek lainnya.

Dengan asumsi-asumsi di atas persoalan kita adalah sama dengan bagaimana memilih proyek-proyek yang mempunyai Net Present Value Positif (NPV).

## 4. Formulasi Linear Programming masalah Capital Rationing

Disini kita akan membuat formulasi masalah capital rationing. Sebagai kasus akan diambil contoh yang sering digunakan dalam setiap pembahasan capital rationing. Didalam kasus ini pemilihan proyek dilaksanakan dengan pembatas jumlah dana yang akan ditanam dalam dua periode waktu yaitu periode satu dan periode dua. Masing-masing periode tersedia dana sebesar Rp. 50.000,- untuk periode satu dan Rp. 20.000,- untuk periode dua. Di-

asumsikan setiap proyek hanya ada satu dan boleh diambil sebagian.

Kita asumsikan Net Present Value (NPV) setiap proyek sudah diketahui, sehingga persoalan dari perusahaan adalah bagaimana mengalokasikan anggaran yang sudah dipastikan jumlahnya sedemikian rupa sehingga NPV yang akan diterima maksimum.

Berikut ini adalah tabel Net Present Value (NPV) maupun Present Value (nilai sekarang) dari pengeluaran setiap periode dan jumlah proyek yang tersedia.

(dalam ribuan)

Proyek NPV Present Value dari pengeluaran			
	Periode I		Periode II
1	14	12	3
2	17	54	7
3	17	6	6
4	15	6	2
5	40	30	35
6	12	6	6
7	14	48	4
8	10	36	3
9	12	18	3

Didalam formulasi Linear Programming dipakai notasi  $(x_j) = (j = 1, 2, \dots, 9)$  sebagai variable keputusan dari proyek ke- (j) yang diambil. Model linear programming dari persoalan di atas secara lengkap adalah sebagai berikut :

Maksimum NPV =  $14x_1 + 17x_2 + \dots + 12x_9$   
 Dengan batasan :  $12x_1 + 54x_2 + \dots + 18x_9 \leq 50$   
 $3x_1 + 7x_2 + \dots + 3x_9 \leq 20$   
 Untuk harga :  $x_j \geq 0, x_j \leq 1, (j=1,2,\dots,9)$

Secara umum formulasi linear program di atas dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\text{Maximum} = \sum_{j=1}^j \sum_{t=0}^t [a_{jt} / (1+k)^t] x_j$$

Subject to.

$$\sum_{j=1}^j b_{jt} x_j \leq m_t \quad t=0,1,\dots,t$$

$$x_j \geq 0 \quad j=1,2,\dots,j$$

Dimana :

k = discount rate yang sudah diketahui dan besarnya tetap untuk berbagai (t).

$a_{jt}$  = Net Cash Flow yang didapat dari 1 unit project (j) selama periode (t).

$b_{jt}$  = Jumlah dana yang diperlukan oleh proyek (j) selama periode (t).

$x_j$  = Jumlah unit atau bagian dari proyek (j) yang diambil.

$m_t$  = Jumlah dana yang tersedia, dari luar proyek yang sedang dipertimbangkan, selama periode (t).

Formulasi primal di atas dapat dinyatakan dalam bentuk formulasi dual sebagai berikut :

$$\text{Minimum} = \sum_{t=0}^t p_t m_t$$

Subject to:

$$\sum_{t=0}^t p_t b_{jt} \geq \sum_{t=0}^t a_{jt} / (1+k)^t$$

$$p_t \geq 0$$

Dimana :

$p_t$  = dual variabel dari pembatas budget untuk periode (t) dengan kata lain sebagai profit productivity atas penambahan 1 unit dana ke dalam ( $m_t$ ).

Kembali pada contoh kasus di atas, dapat dipecahkan dengan menambah-

kan slack variabel ( $s_1$  dan  $S_2$ ) untuk mengubah ketidak samaan kendala menjadi persamaan, sehingga menjadi :

$$\begin{aligned} 12x_1 + 54x_2 + \dots + 18x_9 + S_1 &= 50 \\ 3x_1 + 7x_2 + \dots + 3x_9 + S_2 &= 20 \\ x_1 + Q_1 &= 1 \\ x_2 + Q_2 &= 1 \\ x_3 + Q_3 &= 1 \\ x_4 + Q_4 &= 1 \\ x_5 + Q_5 &= 1 \\ x_6 + Q_6 &= 1 \\ x_7 + Q_7 &= 1 \\ x_8 + Q_8 &= 1 \\ x_9 + Q_9 &= 1 \end{aligned}$$

Mode di atas akan menguji semua kombinasi proyek yang feasible dan memilih portfolio dari proyek-proyek dengan NPV yang maksimum.

Solusi optimum dari persoalan di atas adalah :

$$\begin{aligned} x_1 &= 1 & x_4 &= 1 & x_7 &= 0,045 & S_1 &= 0 \\ x_2 &= 0 & x_5 &= 0 & x_8 &= 0 & S_2 &= 0 \\ x_3 &= 1 & x_6 &= 0,97 & x_9 &= 1 & & \end{aligned}$$

NPV maksimum = 70,72 atau (70.720).

Kedua slack variabel berharga nol, hal ini menunjukkan pembatas dana untuk kedua periode tersebut telah menjadi pembatas yang aktif dalam pemilihan proyek. Portfolio yang optimal terdiri dari proyek : 1, 3, 4 dan 9 (proyek-proyek yang memiliki  $x = 1$ ). Solusi  $x_6 = 0,97$  dan  $x_7 = 0,045$  menunjukkan sebagian dari proyek 6 dan 7 (masing-masing 97% dan 4,5%) akan diambil, dengan catatan pengambilan sebagian dari proyek diperbolehkan.

Apabila dilihat dari harga dual variabel yang berhubungan dengan pembatas dana adalah  $P_1 = 0,136$  dan  $P_2 = 1,864$ .  $P_1$  dan  $P_2$  lazim disebut dengan shadow price dari pembatas dana untuk periode pertama dan kedua. Interpretasi dan

harga-harga ini adalah:  $P_{12} = 0,136$  berarti apabila jumlah dana untuk periode pertama dinaikkan Rp 1,0 maka total NPV akan bertambah dengan Rp 0,136. Dengan cara yang sama, penambahan Rp 1,0 pada dana yang tersedia periode dua akan menyebabkan penambahan NPV sebesar Rp 1,864. Dilihat dari harga-harga ini, tidak terlalu sulit bila disimpulkan bahwa keterbatasan dana pada periode ke dua lebih serius jika dibandingkan dengan keterbatasan dana pada periode satu.

Selain dua dual variabel di atas, kita masih mempunyai 9 dual variabel yang bersangkutan dengan proyek 1 sampai dengan proyek 9. Dual variabel untuk proyek yang termasuk dalam optimal portfolio akan mempunyai harga positive. Sebagai contoh nilai untuk proyek 1, adalah 6,776 :

$$1 = 14 - (12 \times 0,136 + 3 \times 1,864) = 6,776$$

Hal ini menunjukkan bahwa proyek mempunyai NPV positive, setelah memperhitungkan opportunity cost dari dana yang dipakai pada periode 1 dan 2.

Dipihak lain, untuk proyek-proyek yang ditolak atau sebagian ditolak akan mempunyai shadow price = 0, atau  $j = 0$ .

Net present value untuk proyek ini adalah nol atau negative.

Sebagai contoh, net present value dari proyek ke 6 (yang sebagiannya diterima) adalah nol.

$$6 = 12 - (6 \times 0,136 + 6 \times 1,864) = 0$$

### Daftar Bacaan

1. Don T. Philips A. Ravindran James Solberg, Operation Research: Principles and Practice, John Wiley & Sons, New York, 1976.

2. G. Hadley, Linear Programming, Addison-Wesley Publishing Company, USA, 1980.

3. Richard Brealey & Stewart Myers, Principles of Corporate Finance, McGraw-Hill Book Company, USA, 1981.

