

## **KRITIK TERHADAP KINERJA PENDEKATAN PROFITABILITY INDEX DAN PENDEKATAN NET PRESENT VALUE UNTUK MEMILIH SEJUMLAH PROYEK INDEPENDEN DALAM CAPITAL RATIONING**

*Y. Supriyanto*<sup>1</sup>

### **ABSTRACT**

Capital rationing is a situation where a constraint (budget ceiling) is placed on the total size of capital expenditures during a particular period. It is one of some potential difficulties faced by a firm to determine all possible combinations of the projects. The firm should choose some projects subject to available budget that can increase the highest value, i.e. net present value, which is the difference between the discounted cash inflows and cash outflow(s). Practically, from the perspective of maximizing firm's value, the highest NPV may frequently be the decision makers' actual goal.

Two commonly used approaches to maximize organization value are profitability index (PI) and net present value (NPV). Although the two approaches are based on the concepts of linear programming, they do not always produce an optimum solution. This is an interest argument to evaluate performance of them, whether they can be applied to all cases faced by a firm. This study used nine cases to test and evaluate the performance of two approaches.

Principal criticism towards performance of PI and NPV approaches are that two approaches can not handle strongly to choose number of independent

investment project in situation capital rationing. The authors of the financial management textbook should develop a new heuristic algorithm to choose several best investment projects, besides with technique linear programming.

**Keywords:** capital rationing, net present value, profitability index.

### **PENDAHULUAN**

Pada sejumlah perusahaan, jumlah anggaran modal yang tersedia untuk investasi seringkali menjadi batasan yang harus diperhatikan. Beberapa proyek investasi yang dapat memberikan *net present value* (NPV) positif dianggap menarik bagi manajemen, sehingga seharusnya proyek-proyek tersebut dipertimbangkan untuk dipilih. Seringkali, manajemen tidak dapat melaksanakannya karena perusahaan memiliki jumlah anggaran yang terbatas, sehingga perusahaan hanya mempertimbangkan beberapa proyek investasi saja. Dalam teori *capital budgeting*, situasi seperti ini disebut *capital rationing* (Horne dan Wachowicz, 1992:346). Pada situasi seperti ini, perusahaan dituntut melakukan tindakan secara bijak dalam memilih kombinasi proyek-proyek yang

---

<sup>1</sup> Drs. Y. Supriyanto, MM., adalah Dosen Tetap Jurusan Manajemen STIE YKPN Yogyakarta

diharapkan dapat memberikan sejumlah NPV tertinggi. Pendekatan *profitability index* (PI) digunakan secara luas dalam memberikan peringkat proyek-proyek independen untuk sejumlah anggaran yang terbatas (Shim dan Siegel, 2007:216).

Manajemen memiliki berbagai alasan yang berbeda-beda mengenai *capital rationing* ini (Brigham dan Gapenski, 1993:367). Sebagai contoh, beberapa perusahaan tidak ingin mendanai semua investasi proyek dengan sumber-sumber dana eksternal (misalnya melakukan pinjaman, menerbitkan obligasi baru, atau menjual saham baru); Manajemen yang masih terikat dengan sejumlah utang tertentu akan menolak menambah utang baru; Manajemen tidak ingin menjual saham baru karena para pemegang saham lama khawatir akan kehilangan hak suaranya; Manajemen menolak menggunakan berbagai bentuk pendanaan dari luar perusahaan dengan pertimbangan bahwa keamanan dan pengendalian perusahaan dianggap jauh lebih penting daripada penambahan laba. Hal ini merupakan sebagian kasus-kasus *capital rationing*.

Artikel ini mengungkapkan beberapa hal penting. Pertama adalah penelusuran apakah pendekatan PI dan NPV merupakan dua pendekatan yang pada dasarnya satu ide dan dapat memberikan hasil akhir yang dapat diyakini kebenarannya. Penelusuran ini dilakukan melalui tinjauan literatur. Selanjutnya, artikel ini juga akan menunjukkan kinerja kedua pendekatan dengan menggunakan sembilan kasus dan melihat apakah terdapat konsistensi pada hasil akhir. Usulan model merupakan bagian penting berikutnya untuk mengidentifikasi awal adanya kesamaan karakteristik kasus. Usulan model dilanjutkan dengan uji model yang digunakan untuk memastikan apakah setiap kasus memiliki kemiripan sifat dengan kasus-kasus lain, atau bahkan berbeda sifat sama sekali. Hal penting berikutnya adalah kritik terhadap para penulis buku-buku teks manajemen keuangan yang tidak membahas secara tuntas persoalan-persoalan *capital rationing*. Ini mengakibatkan para mahasiswa tidak akan memperoleh gambaran yang jelas mengenai bagaimana mereka harus memilih kombinasi proyek-proyek yang optimal yang dapat memaksimalkan nilai perusahaan. Implikasi dan simpulan merupakan bagian yang paling akhir dari artikel ini.

## TINJAUAN LITERATUR

Berbagai pendekatan telah digunakan untuk memprioritaskan calon-calon proyek independen yang *feasible* dengan batasan jumlah anggaran yang tersedia. *Profitability index* (PI) merupakan salah satu pendekatan yang paling sering dan secara luas digunakan untuk menentukan peringkat pilihan beberapa proyek independen dengan memper-timbangkan keterbatasan jumlah anggaran yang tersedia (Shim dan Siegel, 2007:216). Dalam *capital rationing*, pendekatan PI bekerja berdasarkan pada penggunaan konsep *linear programming* (LP). Hasil perhitungan dengan konsep LP akan menunjukkan dua kemungkinan status calon suatu proyek, yaitu calon proyek terpilih (diberi notasi 1) dan calon proyek tidak terpilih (diberi notasi 0). Oleh karena itu, konsep *linear programming* sering kali disebut konsep *zero-one programming* (Weingartner, 1966).

PI menunjukkan indeks atau rasio antara *present value cash inflows* ( $PVCI_k$ ) dan *cash outflows* ( $CO_k$ ) suatu proyek, yang dapat dirumuskan dengan  $PI_k = PVCI_k / CO_k$ . Prioritas penen-tuan suatu proyek dilakukan dengan cara mengurutkan  $PI_k$ , mulai dari yang tertinggi ke yang terendah (*descending order*) sehingga sejumlah proyek dapat diperoleh tanpa melanggar jumlah anggaran yang tersedia. Menurut pendekatan ini, proyek-proyek yang terpilih tersebut diasumsikan dapat menunjukkan solusi optimal karena sejumlah proyek tersebut akan memaksimalkan nilai perusahaan dengan jumlah anggaran yang terbatas (Horne dan Wachowicz, 1995:353).

Meskipun pendekatan PI ini sangat mudah digunakan, namun dalam berbagai kasus pendekatan ini ternyata tidak selalu dapat menunjukkan solusi yang optimal (Yang dan Lin, 1994). Hal ini dapat dengan mudah dipahami dari kenyataan bahwa dua proyek yang memiliki nilai PI sama seharusnya dipandang sebagai dua proyek yang memiliki kesempatan sama untuk dipilih. Seringkali, prioritas pemilihan proyek-proyek dengan pendekatan PI justru dapat menyesatkan, terutama jika proyek-proyek tersebut memiliki perbedaan skala investasi yang cukup signifikan. Sebagai contoh, sebuah proyek (disebut proyek k) memiliki  $PVCI_k = 72.000$  dan  $CO_k = 30.000$ ; sedangkan proyek lain (disebut proyek j) memiliki  $PVCI_j$

dan  $CO_j$  berturut-turut 132.000 dan 55.000. Meskipun kedua proyek tersebut memiliki skala investasi yang jauh berbeda, namun dengan pendekatan PI seharusnya kedua proyek k dan j memiliki kesempatan yang sama untuk dipilih karena keduanya memiliki nilai PI yang persis sama, yaitu 2,4. Untuk mengukur kontribusi penambahan nilai bagi sebuah perusahaan, pendekatan PI ini tidak selalu menunjukkan *intrinsic character* pada setiap kasus *capital rationing*. Ini merupakan kritik yang sangat serius dalam masalah *capital rationing* yang dihadapi oleh sebuah perusahaan (Shim dan Siegel, 2007:217).

Pendekatan lain, yang juga berdasarkan pada konsep *linear programming* dan sering digunakan, adalah pendekatan *net present value* (NPV) (Horne dan Wachowicz, 1992:346). Pendekatan kedua ini menggunakan formula  $NPV_k = PVCI_k - CO_k$ . Prioritas penentuan suatu proyek dilakukan dengan mengurutkan  $NPV_k$ , mulai dari yang tertinggi ke yang terendah (*descending order*) sehingga sejumlah proyek dapat diperoleh tanpa melanggar jumlah anggaran yang tersedia. Analog dengan pendekatan PI, proyek-proyek yang terpilih dengan pendekatan NPV ini juga menunjukkan solusi optimal karena sejumlah proyek tersebut diharapkan dapat memaksimumkan nilai perusahaan dengan jumlah anggaran yang terbatas.

Seperti telah ditunjukkan pada pendekatan PI, kedua proyek k dan j memiliki prioritas yang sama untuk dipilih, namun dengan pendekatan NPV, kedua proyek tersebut sangat jelas menunjukkan kesempatan yang tidak sama untuk dipilih. Proyek j berada pada peringkat posisi yang lebih tinggi daripada proyek k karena kontribusi penambahan nilai, yaitu *net present value*, bagi perusahaan untuk proyek j ini 77.000 jauh lebih tinggi dibandingkan kontribusi penambahan nilai untuk proyek k, yang hanya 42.000. Prioritas kesempatan kedua proyek untuk dipilih dengan pendekatan NPV secara jelas tidak lagi sama seperti pada pendekatan PI.

Berdasarkan perspektif nilai perusahaan, sebaiknya pengambil keputusan memberikan perhatian pada maksimisasi NPV sebagai tujuan nyata perusahaan. Jadi, solusi terbaik dalam kasus *capital rationing* ini adalah maksimisasi nilai perusahaan, yaitu maksimisasi NPV, tanpa melanggar jumlah anggaran

yang tersedia (Bradley dan Frey, 1978). Argumen yang sangat menarik tentang penggunaan NPV dalam *capital budgeting* adalah bahwa NPV positif dapat menjadi sebuah ukuran eksplisit akibat adanya suatu investasi proyek terhadap nilai perusahaan. Sebuah proyek investasi dengan NPV positif akan meningkatkan nilai perusahaan dan menjadikan para pemiliknya (pemegang saham) semakin makmur (Brigham *et al.*, 1999:447). Pertimbangan inilah yang akan dijadikan sebagai kriteria dalam artikel ini untuk memilih beberapa proyek independen sebagai solusi optimal dengan sebuah *heuristic algorithm* yang dianggap efisien.

### HEURISTIC ALGORITHM PENDEKATAN PI DAN NPV DENGAN DATA SIMULASI

Artikel ini menggunakan sembilan kasus yang berbeda dengan data simulasi. Enam kasus di antaranya diambil dari Horne dan Wachowicz, Brigham dan Louis, Nemhauser, dan Yang dan Lin dan tiga kasus lainnya dibuat secara random. *Heuristic algorithm* dengan pendekatan PI dan NPV memiliki kesamaan dan dapat dilakukan dengan cara yang sangat sederhana sebagai berikut:

1. Tentukan PI dan NPV untuk setiap proyek k. PI diperoleh dengan cara membagi  $PVCI_k$  dengan  $CO_k$ , atau  $PI_k = PVCI_k / CO_k$ . Sedangkan NPV diperoleh dengan cara mengurangi  $PVCI_k$  dengan  $CO_k$ , atau  $NPV_k = PVCI_k - CO_k$ .
2. Untuk pendekatan PI, susun peringkat semua  $PI_k$  dari yang tertinggi ke yang terendah dengan urutan: PI (*descending*),  $NPV_k$  (*descending*), dan  $CO_k$  (*ascending*). Hasil peringkat  $PI_k$  menunjukkan prioritas kesempatan proyek untuk dipilih lebih dahulu. Untuk pendekatan NPV, susun peringkat semua  $NPV_k$  dari yang tertinggi ke yang terendah dengan urutan  $NPV_k$  (*descending*) dan  $CO_k$  (*ascending*). Hasil peringkat  $NPV_k$  menunjukkan prioritas kesempatan proyek untuk dipilih lebih dahulu.
3. Sesuai dengan urutan pada butir 2, pilih sebuah proyek atau beberapa proyek yang dimungkinkan dengan memperhatikan jumlah anggaran yang tersedia.

Penjelasan berikut ini menunjukkan gambaran hasil *heuristic algorithm* pada pendekatan PI dan NPV untuk sembilan kasus dengan data simulasi. Huruf k menunjuk-kan banyaknya calon proyek-proyek terpilih dan huruf B menunjukkan batasan jumlah maksimum budget (anggaran) yang tersedia bagi perusahaan.

**KASUS 1. k = 8 dan B = 65.000 (Horne dan Wachowicz, 1995:345)**

Kasus pertama yang ditunjukkan pada Tabel 1 ini menunjukkan delapan proyek independen dengan budget (batas anggaran) 65.000.

**Tabel 1**  
**Kasus 1: n = 8 dan B = 65.000**

k	CO <sub>k</sub>	PVCI <sub>k</sub>	NPV <sub>k</sub>	PI <sub>k</sub>	k	CO <sub>k</sub>	PVCI <sub>k</sub>	NPV <sub>k</sub>	PI <sub>k</sub>
1	50.000	62.000	12.000	1,2400	5	15.000	25.000	10.000	1,6667
2	35.000	50.000	15.000	1,4286	6	10.000	21.000	11.000	2,1000
3	30.000	72.000	42.000	2,4000	7	10.000	23.000	13.000	2,3000
4	25.000	26.000	1.000	1,0400	8	1.000	1.100	100	1,1000

Menurut pendekatan PI, kombinasi proyek yang dapat memaksimumkan nilai perusahaan adalah {3,5,6,7}. Kombinasi proyek ini diperoleh dari Tabel 2. Semua anggaran yang tersedia 65.000 digunakan dan proyek-proyek terpilih tersebut diharapkan dapat menambah nilai perusahaan (ONPV) sebesar 76.000. Tabel 3 memperlihatkan kinerja pendekatan NPV. Kombinasi proyek yang dianggap sebagai solusi optimal adalah {2,3}. Semua anggaran yang tersedia

65.000 habis digunakan dan proyek-proyek terpilih tersebut diharapkan dapat menambah nilai perusahaan (ONPV) sebesar 57.000. Pada kasus 1 ini, kombinasi proyek dengan pendekatan PI dapat memberikan penambahan nilai yang lebih besar bagi perusahaan, yaitu 76.000. Ini menunjukkan bahwa bahwa pendekatan PI dianggap lebih baik daripada pendekatan NPV yang hanya mampu memberikan penambahan nilai 57.000 bagi perusahaan.

**Tabel 2**  
**Kasus 1: k = 8 dan B = 65.000 Prioritas Pemilihan Proyek Berdasarkan Pendekatan PI**

k	CO <sub>k</sub>	PVCI <sub>k</sub>	NPV <sub>k</sub>	PI <sub>k</sub>	ΣCO <sub>k</sub>	ΣNPV <sub>k</sub>
3	30.000	72.000	42.000	2,4000		
7	10.000	23.000	13.000	2,3000		
6	10.000	21.000	11.000	2,1000	30.000	42.000
5	15.000	25.000	10.000	1,6667	40.000	55.000
2	35.000	50.000	15.000	1,4286	50.000	66.000
1	50.000	62.000	12.000	1,2400	65.000	76.000
8	1.000	1.100	100	1,1000		
4	25.000	26.000	1.000	1,0400		

**Tabel 3**  
**Kasus 1: k = 8 dan B = 65.000** Prioritas Pemilihan Proyek Berdasarkan Pendekatan NPV

k	CO <sub>k</sub>	PVCI <sub>k</sub>	NPV <sub>k</sub>	ΣCO <sub>k</sub>	ΣNPV <sub>k</sub>
3	30.000	72.000	42.000		
2	35.000	50.000	15.000		
7	10.000	23.000	13.000		
1	50.000	62.000	12.000	30.000	42.000
6	10.000	21.000	11.000	65.000	57.000
5	15.000	25.000	10.000		
4	25.000	26.000	1.000		
8	1.000	1.100	100		

**KASUS 2. k = 7 dan B = 500.000 (Brigham dan Louis, 1993)**

Tujuh data proyek independen pada Kasus 2 yang ditunjukkan pada Tabel 4 memiliki anggaran 500.000. Meskipun jumlah anggaran yang tersedia ini dapat digunakan untuk memilih beberapa proyek, namun,

sekali lagi, dua pendekatan seperti yang ditunjukkan pada Lampiran 1 dan 2 menunjukkan hasil yang berbeda. Kombinasi proyek terbaik dengan pendekatan PI adalah {2,3,4,6} dengan  $\hat{O}NPV_k$  sebesar 135.333 dan  $\hat{O}CO_k$  sebesar 475.000. Kombinasi proyek terbaik dengan pendekatan NPV adalah {1,3} dengan  $\hat{O}NPV_k$  sebesar 126.933 dan  $\hat{O}CO_k$  sebesar 500.000.

**Tabel 4**  
**Kasus 2: k = 7 dan B = 500.000**

k	CO <sub>k</sub>	PVCI <sub>k</sub>	NPV <sub>k</sub>	PI <sub>k</sub>	k	CO <sub>k</sub>	PVCI <sub>k</sub>	NPV <sub>k</sub>	PI <sub>k</sub>
1	400.000	498.895	98.895	1,2472	5	75.000	78.395	3.395	1,0453
2	250.000	337.951	87.951	1,3518	6	50.000	53.071	3.071	1,0614
3	100.000	128.038	28.038	1,2804	7	250.000	251.927	1.927	1,0077
4	75.000	91.273	16.273	1,2170					

**KASUS 3. k = 8 dan B = 21.000 (Brigham dan Louis, 1993)**

Anggaran yang tersedia 21.000 pada Kasus 3 seperti terlihat pada Tabel 5 ini cukup besar untuk memilih beberapa proyek independen. Data pada Lampiran 3 dan 4 menunjukkan bahwa kedua pendekatan mampu memilih lima dari delapan proyek yang ada tanpa

melanggar jumlah anggaran yang tersedia. Meskipun demikian, kombinasi proyek yang dapat dipilih untuk kedua pendekatan ini masih menunjukkan perbedaan. Pendekatan PI menghasilkan kombinasi proyek optimal {1,3,4,6,8} dengan  $\hat{O}NPV_k$  sebesar 20.016 dan  $\hat{O}CO_k$  sebesar 20.324; dan pendekatan NPV menghasilkan kombinasi proyek optimal {1,3,6,7,8} dengan  $\hat{O}NPV_k$  sebesar 20.097 dan  $\hat{O}CO_k$  sebesar 20.924.

**Tabel 5**  
**Kasus 3: k = 8 dan B = 21.000**

k	CO <sub>k</sub>	PVCI <sub>k</sub>	NPV <sub>k</sub>	PI <sub>k</sub>	k	CO <sub>k</sub>	PVCI <sub>k</sub>	NPV <sub>k</sub>	PI <sub>k</sub>
1	4.404	8.480	4.076	1,9255	5	8.193	10.467	2.274	1,2776
2	7.620	8.689	1.069	1,1403	6	3.435	7.540	4.105	2,1951
3	4.225	6.600	2.375	1,5621	7	5.621	9.161	3.540	1,6298
4	5.021	8.480	3.459	1,6889	8	3.239	9.240	6.001	2,8527

**KASUS 4. k = 10 dan B = 81.500**

Tabel 6 menunjukkan data sepuluh proyek independen yang harus dipilih dengan jumlah anggaran maksimum 81.500. Kedua pendekatan dapat memperoleh kombinasi

proyek yang tepat sama, yaitu {1,2,4,9} tanpa melebihi jumlah anggaran yang tersedia seperti ditunjukkan pada Lampiran 5 dan 6. Penambahan nilai bagi perusahaan 111.585 dengan penggunaan anggaran 71.980.

**Tabel 6**  
**Kasus 4: k = 10 dan B = 81.500**

k	CO <sub>k</sub>	PVCI <sub>k</sub>	NPV <sub>k</sub>	PI <sub>k</sub>	k	CO <sub>k</sub>	PVCI <sub>k</sub>	NPV <sub>k</sub>	PI <sub>k</sub>
1	30.000	55.672	25.672	1,8557	6	16.850	30.652	13.802	1,8191
2	12.000	49.341	37.341	4,1118	7	24.980	42.995	18.015	1,7212
3	22.430	29.194	6.764	1,3016	8	28.345	39.128	10.783	1,3804
4	17.100	36.226	19.126	2,1185	9	12.880	42.326	29.446	3,2862
5	36.140	48.657	12.517	1,3463	10	32.118	52.868	20.750	1,6461

**KASUS 5. k = 12 dan B = 105.500**

Dengan jumlah anggaran yang tersedia maksimum 105.500, tidak semua proyek investasi independen seperti terlihat pada Tabel 7 dapat dipilih. Sama seperti pada kasus 4, kedua pendekatan dapat menunjukkan

kombinasi proyek yang sama, yaitu {1,5,7,10,11,12} untuk memaksimalkan jumlah NPV sebesar 194.455. Pada kedua pendekatan ini, jumlah anggaran yang tersedia hanya digunakan 87.539. Kombinasi proyek dengan dua pendekatan ditunjukkan pada Lampiran 7 dan 8.

**Tabel 7.**  
**Kasus 5: k = 12 dan B = 105.500**

k	CO <sub>k</sub>	PVCI <sub>k</sub>	NPV <sub>k</sub>	PI <sub>k</sub>	k	CO <sub>k</sub>	PVCI <sub>k</sub>	NPV <sub>k</sub>	PI <sub>k</sub>
1	15.926	52.728	36.802	3,3108	7	8.852	36.088	27.236	4,0768
2	26.380	51.775	25.395	1,9267	8	19.228	39.821	20.593	2,0710
3	18.365	39.887	21.522	2,1719	9	38.445	45.018	6.573	1,1710
4	24.168	42.834	18.666	1,7223	10	14.654	51.223	36.569	3,4955
5	9.885	38.416	28.531	3,8863	11	21.864	49.768	27.904	2,2763
6	19.824	29.663	9.839	1,4963	12	16.358	53.771	37.413	3,2871

**KASUS 6.  $k = 15$  dan  $B = 1.500$  (Nemhauser, 1998)**

Jumlah kasus pada Tabel 8 menunjukkan 15 proyek independen, namun anggaran yang tersedia untuk memilih sejumlah proyek ini sangat terbatas, yaitu hanya 1.500. Menurut pendekatan PI dan NPV, banyaknya proyek yang dapat dipilih dengan jumlah anggaran tersebut hanya terdiri atas dua proyek saja. Sama seperti pada kasus 3, meskipun kedua pendekatan

memperoleh jumlah proyek yang sama, namun kedua pendekatan ini masih menunjukkan perbedaan hasil. Pendekatan PI pada Lampiran 9 menghasilkan kombinasi proyek optimal {1,8} dengan  $\text{ONPV}_k$  sebesar 5.734 dan  $\text{OCO}_k$  sebesar 1.161; dan pendekatan NPV pada Lampiran 10 menghasilkan kombinasi proyek optimal {8,12} dengan  $\text{ONPV}_k$  sebesar 6.106 dan  $\text{OCO}_k$  sebesar 1.475.

**Tabel 8**  
**Kasus 6:  $k = 15$  dan  $B = 1.500$**

k	$\text{CO}_k$	$\text{PVCI}_k$	$\text{NPV}_k$	$\text{PI}_k$	k	$\text{CO}_k$	$\text{PVCI}_k$	$\text{NPV}_k$	$\text{PI}_k$
1	518	3.219	2.701	6,2143	9	1.997	3.358	1.361	1,6815
2	689	3.749	3.060	5,4412	10	1.100	2.646	1.546	2,4055
3	1.133	2.721	1.588	2,4016	11	740	2.576	1.836	3,4811
4	705	2.607	1.902	3,6979	12	832	3.905	3.073	4,6935
5	1.121	2.940	1.819	2,6227	13	1.097	2.642	1.545	2,4084
6	1.115	2.674	1.559	2,3982	14	541	2.936	2.395	5,4270
7	1.826	3.600	1.774	1,9715	15	1.062	4.016	2.954	3,7815
8	643	3.676	3.033	5,7170					

**KASUS 7.  $k = 20$  dan  $B = 7.000$  (Nemhauser, 1998)**

Data kasus ini dapat dilihat pada Tabel 9. Meskipun pendekatan PI dan NPV dapat menunjukkan jumlah proyek yang sama seperti pada kasus-kasus 3,5, dan 6, namun harapan penambahan nilai dengan kedua pendekatan tidak dapat memberikan hasil yang sama.

Pendekatan PI pada Lampiran 11 menunjukkan kombinasi proyek {3,7,8,17} dengan penambahan nilai sebesar 10.278 dan penggunaan anggaran sebesar 6.245; dan pendekatan NPV pada Lampiran 12 menghasilkan kombinasi proyek optimal {3,6,7,8} dengan penambahan nilai sebesar 10.501 dan penggunaan anggaran sebesar 6.930.

**Tabel 9**  
**Kasus 7:  $k = 20$  dan  $B = 7.000$**

k	$\text{CO}_k$	$\text{PVCI}_k$	$\text{NPV}_k$	$\text{PI}_k$	k	$\text{CO}_k$	$\text{PVCI}_k$	$\text{NPV}_k$	$\text{PI}_k$
1	1.833	4.140	2.307	2,2586	11	1.840	3.661	1.821	1,9897
2	1.754	3.506	1.752	1,9989	12	1.960	3.560	1.600	1,8163
3	1.246	3.819	2.573	3,0650	13	2.184	4.440	2.256	2,0330
4	1.529	2.310	781	1,5108	14	2.549	2.890	341	1,1338
5	2.034	3.370	1.336	1,6568	15	2.254	3.643	1.389	1,6162
6	2.568	5.276	2.708	2,0545	16	2.289	4.224	1.935	1,8453
7	1.508	3.859	2.351	2,5590	17	1.883	4.368	2.485	2,3197
8	1.608	4.477	2.869	2,7842	18	1.682	1.922	240	1,1427
9	1.691	3.269	1.578	1,9332	19	1.711	3.844	2.133	2,2466
10	2.112	3.807	1.695	1,8026	20	1.578	3.484	1.906	2,2079

**KASUS 8.  $k = 23$  dan  $B = 11.500$  (Nemhauser, 1998)**

Meskipun jumlah anggaran yang tersedia pada kasus 8 seperti pada Tabel 10 ini cukup besar dan dapat mengakomodasi 12 proyek independen, namun kedua pendekatan memberikan hasil yang berbeda. Bandingkan hasil yang diperoleh dengan pendekatan PI pada Lampiran 13 dan pendekatan NPV pada

Lampiran 14. Pendekatan PI menunjukkan 12 kombinasi proyek, yaitu {1,4,5,7,8,11,12,13,14,15,20,23} dengan penambahan nilai 26.288 dan penggunaan anggaran 10.509; Sedangkan pendekatan NPV juga menunjukkan 12 kombinasi proyek, yaitu {1,4,7,8,11,12,13,14,15,17,18,23} dengan jumlah penambahan nilai 26.649 dan penggunaan anggaran 10.811.

**Tabel 10**  
**Kasus 8:  $k = 23$  dan  $B = 11.500$**

k	CO <sub>k</sub>	PVCI <sub>k</sub>	NPV <sub>k</sub>	PI <sub>k</sub>	k	CO <sub>k</sub>	PVCI <sub>k</sub>	NPV <sub>k</sub>	PI <sub>k</sub>
1	796	3.191	2.395	4,0088	13	957	3.132	2.175	3,2727
2	1.225	2.963	1.738	2,4188	14	787	2.746	1.959	3,4892
3	1.066	2.916	1.850	2,7355	15	1.031	3.304	2.273	3,2047
4	847	3.104	2.257	3,6647	16	1.067	2.870	1.803	2,6898
5	1.003	2.947	1.944	2,9382	17	1.082	3.127	2.045	2,8900
6	1.057	2.902	1.845	2,7455	18	1.187	3.295	2.108	2,7759
7	693	3.314	2.621	4,7821	19	1.107	2.900	1.793	2,6197
8	823	3.074	2.251	3,7351	20	964	2.812	1.848	2,9170
9	1.498	3.107	1.609	2,0741	21	1.012	2.868	1.856	2,8340
10	1.242	2.824	1.582	2,2738	22	1.196	2.818	1.622	2,3562
11	891	3.140	2.249	3,5241	23	801	2.762	1.961	3,4482
12	916	3.271	2.355	3,5710					

**KASUS 9.  $k = 28$  dan  $B = 2.800$  (Yang dan Lin, 1994)**

Jumlah proyek independen pada kasus ini (Tabel 11) adalah paling banyak dibandingkan dengan kasus-kasus sebelumnya. Mirip dengan kasus 8, jumlah anggaran yang sangat terbatas ini hanya mampu memilih tiga proyek independen, baik dengan

pendekatan PI maupun NPV. Berdasarkan data dari Lampiran 15 dan 16, pendekatan PI menghasilkan kombinasi proyek optimal {13,17,25} dengan jumlah penambahan nilai 7.350 dan penggunaan anggaran 2.377; pendekatan NPV menghasilkan kombinasi proyek optimal {5,15,27} dengan jumlah penambahan nilai 7.593 dan penggunaan anggaran 2.657.



**Tabel 11**  
**Kasus 9: k = 28 dan B = 2.800**

k	CO <sub>k</sub>	PVCI <sub>k</sub>	NPV <sub>k</sub>	PI <sub>k</sub>	k	CO <sub>k</sub>	PVCI <sub>k</sub>	NPV <sub>k</sub>	PI <sub>k</sub>
1	1.049	2.984	1.935	2,8446	15	925	3.459	2.534	3,7395
2	1.425	3.284	1.859	2,3046	16	965	3.484	2.519	3,6104
3	759	3.050	2.291	4,0184	17	821	3.337	2.516	4,0646
4	1.073	2.929	1.856	2,7297	18	1.280	3.438	2.158	2,6859
5	827	3.348	2.521	4,0484	19	951	2.759	1.808	2,0912
6	1.068	2.953	1.885	2,7650	20	987	2.766	1.779	2,8024
7	895	2.772	1.877	3,0972	21	1.042	2.811	1.769	2,6977
8	1.550	3.109	1.559	2,0058	22	1.072	2.935	1.863	2,7379
9	769	2.973	2.204	3,8661	23	768	2.975	2.207	3,8737
10	1.106	3.512	2.406	3,1754	24	1.010	2.779	1.769	2,7515
11	1.065	2.960	1.895	2,7793	25	758	3.102	2.344	4,0923
12	1.101	3.512	2.411	3,1898	26	758	3.067	2.309	4,0462
13	798	3.288	2.490	4,1203	27	905	3.443	2.538	3,8044
14	1.036	2.803	1.767	2,7056	28	849	2.807	1.958	3,3062

#### USULANMODEL

Kedua pendekatan -PI dan NPV- sangat memaksakan penggunaan asumsi adanya hubungan yang bersifat linear antara CO<sub>k</sub> dan PVCI<sub>k</sub>. Ini merupakan kelemahan utama pada kedua pendekatan ini. Pemaksaan asumsi tidak akan dapat dipertahankan lagi karena kedua

pendekatan akan menghasilkan peringkat yang tidak konsisten (perhatikan perbandingan hasil pada Tabel 12). Pada umumnya, pendekatan-pendekatan yang secara tepat mampu menunjukkan hubungan antara CO<sub>k</sub> dan PVCI<sub>k</sub> diyakini akan dapat memberikan solusi *heuristic* yang lebih baik (Wei *et al.*, 1999).

**Tabel 12**  
**Perbandingan Hasil Kinerja Pendekatan PI dan NPV**

Kasus dan Pendekatan	Kombinasi Proyek Optimal	Penggunaan Anggaran	Sisa Anggaran	$\Sigma NPV_k$ Optimal	Peringkat
Kasus 1: n = 8 dan B = 65.000					
1. PI	{3,5,6,7}	65.000	0	76.000	1
2. NPV	{2,3}	65.000	0	57.000	2
Kasus 2: n = 7 dan B = 500.000					
1. PI	{2,3,4,6}	475.000	25.000	135.333	1
2. NPV	{1,3}	500.000	0	126.933	2
Kasus 3: n = 8 dan B = 21.000					
1. PI	{1,3,4,6,8}	20.324	676	20.016	2
2. NPV	{1,3,6,7,8}	20.924	76	20.097	1
Kasus 4: n = 10 dan B = 81.500					
1. PI	{1,2,4,9}	71.980	9.520	111.585	1
2. NPV	{1,2,4,9}	71.980	9.520	111.585	1
Kasus 5: n = 12 dan B = 105.500					
1. PI	{1,5,7,10,11,12}	87.539	17.961	194.455	1
2. NPV	{1,5,7,10,11,12}	87.539	17.961	194.455	1
Kasus 6: n = 15 dan B = 1.500					
1. PI	{1,8}	1.161	339	5.734	2
2. NPV	{8,12}	1.475	25	6.106	1
Kasus 7: n = 20 dan B = 7.000					
1. PI	{3,7,8,17}	6.245	755	10.278	2
2. NPV	{3,6,7,8}	6.930	70	10.501	1
Kasus 8: n = 23 dan B = 11.500					
1. PI	{1,4,5,7,8,11,12, 13,14,15,20,23}	10.509	901	26.288	2
2. NPV	{1,4,7,8,11,12,13, 14,15,17,18,23}	10.811	689	26.649	1
Kasus 9: n = 28 dan B = 2.800					
1. NPV	{13,17,25}	2.377	423	7.350	2
2. PI	{5,15,27}	2.657	143	7.593	1

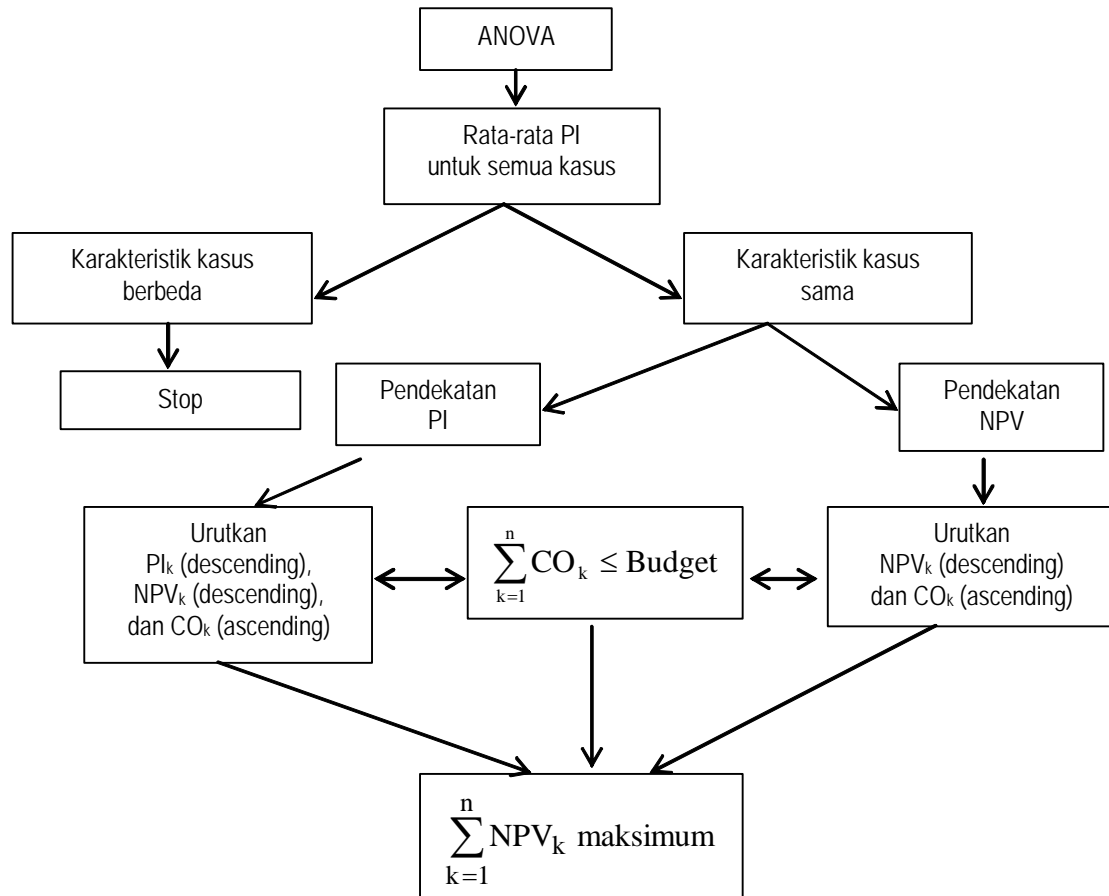
Usulan model, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1, dapat yang digunakan untuk meng-identifikasi adanya kesamaan karakteristik melalui rata-rata PI semua kasus. Penggunaan PI, sebagai rasio relatif antara  $CO_k$  dan  $PVCI_k$ , dimaksudkan untuk menghilangkan perbedaan skala investasi pada semua kasus.

Selanjutnya, setelah melakukan identifikasi awal, model ini akan melanjutkannya dengan pendekatan PI atau pendekatan NPV untuk memperoleh

sejumlah proyek (kombinasi proyek) independen yang dapat memaksimum-kan nilai perusahaan tanpa melanggar batasan anggaran. Jadi, jika pada identifikasi awal sudah diketahui tidak ada kesamaan karakteristik antar kasus, sebaiknya pengambil keputusan bertindak secara bijak dan tidak memaksakan diri menggunakan kedua pendekatan tersebut. Penggunaan pendekatan PI atau pendekatan NPV dengan memaksakan asumsi bahwa semua kasus memiliki kesamaan karakteristik, tidak akan menjamin diperoleh hasil yang optimal.

Sebagai catatan penting, jika dalam hal ini ternyata penggunaan pendekatan NPV atau pendekatan PI dapat memberi solusi optimal, maka solusi tersebut dapat

dikatakan hanya sebagai peristiwa yang kebetulan saja terjadi dan belum tentu berlaku untuk kasus-kasus yang lain.



**Gambar 1**  
**Model Identifikasi Kesamaan Karakteristik untuk Semua Kasus**

**UJI MODEL DAN ANALISIS**

Tabel 13 menunjukkan hasil uji rata-rata PI dengan ANOVA. Nilai F hitung = 13,072 lebih besar daripada F tabel, yaitu  $F_{8;122;0,05} = 2,02$ . Secara statistik, hal ini menunjukkan bahwa sembilan kasus yang telah ditunjukkan memiliki perbedaan karakteristik. Sesuai dengan usulan model yang telah ditunjukkan pada Gambar 1, *decision maker* sebaiknya tidak perlu memaksakan penggunaan pendekatan-pendekatan PI atau NPV jika identifikasi awal telah menunjukkan

adanya perbedaan karakteristik semua kasus. Identifikasi awal yang ditunjukkan pada Tabel 13 membuk-tikan bahwa sembilan kasus yang digunakan sebagai ilustrasi dalam artikel ini tidak memiliki kesamaan karakteristik. Oleh karena itu, dua pendekatan PI dan NPV tidak dapat digunakan lagi karena dua pendekatan tersebut tidak akan memberikan hasil yang konsisten dalam memilih sejumlah proyek yang diinginkan tanpa melanggar jumlah anggaran yang tersedia. Hal ini telah dibuktikan pada Tabel 12.

**Tabel 13**  
**Ringkasan Uji Rata-rata PI Semua Kasus dengan ANOVA**

----- ANALYSIS OF VARIANCE -----						
ONE-WAY ANOVA						
Perhitungan Rata-rata PI untuk Sembilan Kasus						
GROUP	MEAN	N				
1	1.659	8				
2	1.173	7				
3	1.784	8				
4	2.059	10				
5	2.574	12				
6	3.623	15				
7	1.999	20				
8	3.086	23				
9	3.213	28				
GRAND MEAN		2.614	131			
SOURCE	SUM OF SQUARES	D.F.	MEAN SQUARE	F RATIO	PROB.	
BETWEEN	68.428	8	8.553	13.072	1.700E-13	
WITHIN	79.830	122	.654			
TOTAL	148.258	130				

**KRITIK DAN HARAPAN**

Beberapa buku teks manajemen keuangan, yang dianggap baik dan sering diguna-kan untuk mengajar di berbagai perguruan tinggi, tidak banyak membahas masalah bagaimana memilih sejumlah proyek investasi yang dapat memaksimumkan nilai perusahaan dengan jumlah anggaran yang terbatas<sup>1</sup>. Selain itu, buku-buku teks tersebut sama sekali juga tidak mengemuka-kan algoritma pengguna-an prosedur-prosedur (*heuristic algorithm*) dan cara-cara yang dapat digunakan untuk mencapai solusi optimal dalam memilih sejumlah

proyek. Pada umumnya, buku-buku teks manajemen keuangan yang digunakan di kelas hanya menunjukkan suatu teori untuk memilih kombinasi proyek yang dapat memaksimumkan nilai perusahaan dengan sebuah teknik yang disebut *linear programming* (Brigham *et al.*, 1999: 523). Meskipun beberapa buku teks manajemen keuangan telah menunjukkan beberapa artikel pada catatan kaki tentang penggunaan teknik *linear programming* untuk mem-peroleh solusi optimal, namun tidak satupun buku teks memberikan ilustrasi secara lengkap kasus-kasus *capital rationing* sampai dengan memperoleh solusi optimal<sup>2</sup>. Sebenarnya, ini

<sup>1</sup> Eugene F. Brigham, Louis C. Gapenski, dan Michael C. Ehrhardt 1999 dalam *Financial Management: Theory and Practice* membahas capital rationing kurang dari dua halaman (hal. 522-523); James C. Van Horne dan John M. Wachowicz, Jr. 1995 dalam *Fundamental of Financial Management* membahas pemilihan proyek dalam situasi capital rationing dua halaman (hal. 352-353); Eugene F. Brigham dan Louis C. Gapenski 1993 dalam *Intermediate Financial Management* membahas capital rationing kurang dari lima halaman (hal. 366-370).

merupakan kritik yang dialamatkan secara langsung kepada *authors* buku-buku teks manajemen keuangan, dengan harapan bahwa mereka bersedia melengkapi materi *capital rationing* dengan sebuah *heuristic algorithm* yang mudah dipelajari oleh para pembacanya, terutama mahasiswa. Meskipun tidak perlu menjadi materi utama (bukan bab tersendiri), namun *heuristic algorithm* ini dapat dijadikan sebagai materi tambahan pada bagian akhir dari bab yang membicarakan *capital budgeting*.

#### **SIMPULAN DAN IMPLIKASINYA**

Hasil kinerja pendekatan PI dan NPV untuk sembilan kasus, yang digunakan pada artikel ini dan telah diringkas pada Tabel 12 di bagian depan, memberi kesimpulan bahwa kedua pendekatan tidak selalu memberi hasil yang sama untuk setiap kasus. Pada tabel tersebut, meskipun kedua pendekatan dapat menunjukkan kombinasi proyek optimal yang sama untuk beberapa kasus, namun kedua pendekatan tidak dapat mempertahankannya untuk kasus-kasus yang lain. Akibatnya, peringkat penambahan nilai dengan jumlah anggaran terbatas menjadi tidak konsisten (lihat Tabel 12 pada kolom peringkat).

Perbedaan karakteristik yang ditunjukkan dengan uji statistik pada Tabel 13 merupakan penyebab utama terjadinya ketidak-konsistenan pada hasil akhir. Penggunaan pendekatan PI dan NPV untuk memperoleh solusi optimal, dengan pemaksaan asumsi adanya kesamaan karakteristik untuk semua kasus, merupakan keputusan yang tidak efektif. Pemaksaan ini akan mengakibatkan timbulnya keraguan pada hasil akhir. Implikasinya adalah:

1. Pendekatan PI dan NPV tidak dapat dijadikan sebagai pegangan yang cukup kuat (*grasp*) untuk memilih sejumlah proyek investasi independen dalam situasi *capital rationing*.
2. Perlu dikembangkan suatu *heuristic algorithm* baru yang efisien untuk memilih beberapa proyek terbaik, selain dengan teknik *linear programming*.

Pengembangan *heuristic algorithm* baru memang masih merupakan ide awal dan masih memerlukan pemikiran lebih lanjut. Masalah *capital rationing* yang muncul dalam artikel ini dapat dijadikan sebagai alasan bagi para pengajar, khususnya di bidang manajemen keuangan, untuk memberi apresiasi yang semakin tinggi terhadap konsep *capital rationing* dan permasalahannya.

### DAFTAR PUSTAKA

- Bradly S.P. dan S.C. Frey, Jr., "Equivalent Mathematical Programming Models of Pure Capital Rationing," *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, pp. 345-361, 1978.
- Brigham E.F., L.C. Gapenski, dan M.C. Ehrhardt, *Financial Management: Theory and Practice*, 9<sup>th</sup> edition, The Dryden Press, Orlando, 1999.
- Brigham, E.F. dan Louis C. Gapenski, *Intermediate Financial Management capital rationing*, 1993
- Horne, J.C., dan J.M. Wachowicz, Jr., *Fundamentals of Financial Management*, 9<sup>th</sup> edition, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1995.
- Nemhauser, G.L., dan L.A. Wolsey, *Integer and Combinatorial Optimization*, John Wiley & Sons Publishing Company, 1988.
- Shim, Jae K., dan Joel G. Siegel, *Financial Management*, Third edition, (McGraw-Hill, New York, 2007).
- Wei, C.C., C.B. Chen, dan C.H. Tsai, "An Efficient Approach to Prioritize Projects Under Budget Constraints", *The Engineering Economist*, vol. 44, pp. 261-275, 1999.
- Weingartner, Martin H, "Capital Budgeting of Interrelated Projects-Survey and Synthesis", *Management Science*, vol. 12, March 1966, pp. 485-516.
- Yang, C., dan R.Y. Lin, "Budget Management of Network Capacity Planning by Searching Constrained Range and Dominant Set," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol. 12, pp. 1031-1038, 1994.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1.

Kasus 2: k = 7 dan B = 500.000

Prioritas pemilihan proyek berdasarkan pendekatan PI

K	CO <sub>k</sub>	PVCI <sub>k</sub>	NPV <sub>k</sub>	PI <sub>k</sub>	ΣCO <sub>k</sub>	ΣNPV <sub>k</sub>
2	250.000	337.851	87.951	1,3518	250.000	87.951
3	100.000	128.038	28.038	1,2804	350.000	115.989
1	400.000	498.895	98.895	1,2472	x	x
4	75.000	91.273	16.273	1,2170	425.000	132.262
6	50.000	53.071	3.071	1,0614	475.000	135.333
5	75.000	78.395	3.395	1,0453	x	x
7	250.000	251.927	1.927	1,0077	x	x

Lampiran 2.

Kasus 2: k = 7 dan B = 500.000

Prioritas pemilihan proyek berdasarkan pendekatan NPV

k	CO <sub>k</sub>	PVCI <sub>k</sub>	NPV <sub>k</sub>	ΣCO <sub>k</sub>	ΣNPV <sub>k</sub>
1	400.000	498.895	98.895	400.000	98.895
2	250.000	337.951	87.951	x	x
3	100.000	128.038	28.038	500.000	126.933
4	75.000	91.273	16.273	x	x
5	75.000	78.395	3.395	x	x
6	50.000	53.071	3.071	x	x
7	250.000	251.927	1.927	x	x

Lampiran 3.

Kasus 3: k = 8 dan B = 21.000

Prioritas pemilihan proyek berdasarkan pendekatan PI

K	CO <sub>k</sub>	PVCI <sub>k</sub>	NPV <sub>k</sub>	PI <sub>k</sub>	ΣCO <sub>k</sub>	ΣNPV <sub>k</sub>
8	3.239	9.240	6.061	2,8527	3.239	6.001
6	3.435	7.540	4.105	2,1951	6.674	10.106
1	4.404	8.480	4.076	1,9255	11.078	14.182
4	5.021	8.480	3.459	1,6889	16.099	17.641
7	5.621	9.161	3.540	1,6298	x	x
3	4.225	6.600	2.375	1,5621	20.324	20.016
5	8.193	10.467	2.274	1,2776	x	x
2	7.620	8.689	1.069	1,1403	x	x

Lampiran 4.

Kasus 3: k = 8 dan B = 21.000

Prioritas pemilihan proyek berdasarkan pendekatan NPV

k	CO <sub>k</sub>	PVCI <sub>k</sub>	NPV <sub>k</sub>	ΣCO <sub>k</sub>	ΣNPV <sub>k</sub>
8	3.239	9.240	6.001	3.239	6.001
6	3.435	7.540	4.105	6.674	10.106
1	4.404	8.480	4.076	11.078	14.182
4	5.621	9.161	3.540	16.699	17.722
7	5.021	8.480	3.459	x	x
3	4.225	6.600	2.375	20.924	20.097
5	8.193	10.467	2.274	x	x
2	7.620	8.689	1.069	x	x

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 5.

Kasus 4: k = 10 dan B = 81.500

Prioritas pemilihan proyek berdasarkan pendekatan PI

K	CO <sub>k</sub>	PVCI <sub>k</sub>	NPV <sub>k</sub>	PI <sub>k</sub>	ΣCO <sub>k</sub>	ΣNPV <sub>k</sub>
2	12.000	49.341	37.341	4,1118	12.000	37.341
9	12.880	42.326	29.446	3,2862	24.880	66.787
4	17.100	36.226	19.126	2,1185	41.980	85.913
1	30.000	55.672	25.672	1,8557	71.980	111.585
6	16.850	30.652	13.802	1,8191	x	x
7	24.980	42.995	18.015	1,7212	x	x
10	32.118	52.868	20.750	1,6461	x	x
8	28.345	39.128	10.783	1,3804	x	x
5	36.140	48.657	12.517	1,3463	x	x
3	22.430	29.194	6.764	1,3016	x	x

Lampiran 6.

Kasus 4: k = 10 dan B = 81.500

Prioritas pemilihan proyek berdasarkan pendekatan NPV

k	CO <sub>k</sub>	PVCI <sub>k</sub>	NPV <sub>k</sub>	ΣCO <sub>k</sub>	ΣNPV <sub>k</sub>
2	12.000	49.341	37.341	12.000	37.341
9	12.880	42.326	29.446	24.880	66.787
1	30.000	55.672	25.672	54.880	92.456
10	32.118	52.868	20.750	x	x
4	17.100	36.226	19.126	71.980	111.585
7	24.980	42.995	18.015	x	x
6	16.850	30.652	13.802	x	x
5	36.140	48.657	12.517	x	x
8	28.345	39.128	10.783	x	x
3	22.430	29.194	6.764	x	x

Lampiran 7.

Kasus 5: k = 12 dan B = 105.500

Prioritas pemilihan proyek berdasarkan pendekatan PI

k	CO <sub>k</sub>	PVCI <sub>k</sub>	NPV <sub>k</sub>	PI <sub>k</sub>	ΣCO <sub>k</sub>	ΣNPV <sub>k</sub>
7	8.852	36.088	27.236	4,0768	8.852	27.236
5	9.885	38.416	28.531	3,8863	18.737	55.767
10	14.654	51.223	36.569	3,4955	33.391	92.336
1	15.926	52.728	36.802	3,3108	49.317	129.138
12	16.358	53.771	37.413	3,2871	65.675	166.551
11	21.864	49.768	27.904	2,2763	87.539	194.455
3	18.365	39.887	21.522	2,1719	x	x
8	19.228	39.821	20.593	2,0710	x	x
2	26.380	51.775	25.395	1,9627	x	x
4	24.168	42.834	18.666	1,7723	x	x
6	19.824	29.663	9.839	1,4963	x	x
9	38.445	45.018	6.573	1,1710	x	x

Lampiran 8.

Kasus 5: k = 12 dan B = 105.500

Prioritas pemilihan proyek berdasarkan pendekatan NPV

k	CO <sub>k</sub>	PVCI <sub>k</sub>	NPV <sub>k</sub>	ΣCO <sub>k</sub>	ΣNPV <sub>k</sub>
12	16.358	53.771	37.413	16.358	37.413
1	15.926	52.728	36.802	32.284	74.215
10	14.654	51.223	36.569	46.938	110.784
5	9.885	38.416	28.531	56.823	139.315
11	21.864	49.768	27.904	78.687	167.219
7	8.852	36.088	27.236	87.539	194.455
2	26.380	51.775	25.395	x	x
3	18.365	39.887	21.522	x	x
8	19.228	39.821	20.593	x	x
4	24.168	42.834	18.666	x	x
6	19.824	29.663	9.839	x	x
9	38.445	45.018	6.573	x	x



LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 9.

Kasus 6: k = 15 dan B = 1.500

Prioritas pemilihan proyek berdasarkan pendekatan PI

K	CO <sub>k</sub>	PVCI <sub>k</sub>	NPV <sub>k</sub>	PI <sub>k</sub>	ΣCO <sub>k</sub>	ΣNPV <sub>k</sub>
1	518	3.219	2.701	6,2143	518	2.701
8	643	3.676	3.033	5,7170	1.161	5.734
2	689	3.749	3.060	5,4412	x	x
14	541	2.936	2.395	5,4270	x	x
12	832	3.905	3.073	4,6935	x	x
15	1.062	4.016	2.954	3,7815	x	x
4	705	2.607	1.902	3,6979	x	x
11	740	2.576	1.836	3,4811	x	x
5	1.121	2.940	1.819	2,6227	x	x
13	1.097	2.642	1.545	2,4084	x	x
10	1.100	2.646	1.546	2,4055	x	x
3	1.133	2.721	1.588	2,4016	x	x
6	1.115	2.674	1.559	2,3982	x	x
7	1.826	3.600	1.774	1,9715	x	x
9	1.997	3.358	1.361	1,6815	x	x

Lampiran 10.

Kasus 6: k = 15 dan B = 1.500

Prioritas pemilihan proyek berdasarkan pendekatan NPV

k	CO <sub>k</sub>	PVCI <sub>k</sub>	NPV <sub>k</sub>	ΣCO <sub>k</sub>	ΣNPV <sub>k</sub>
12	832	3.905	3.073	832	3.073
2	689	3.749	3.060	x	x
8	643	3.676	3.033	1.475	6.106
15	1.062	4.016	2.954	x	x
1	518	3.219	2.701	x	x
14	541	2.936	2.395	x	x
4	705	2.607	1.902	x	x
11	740	2.576	1.836	x	x
5	1.121	2.940	1.819	x	x
7	1.826	3.600	1.774	x	x
3	1.133	2.721	1.588	x	x
6	1.115	2.674	1.559	x	x
10	1.100	2.646	1.546	x	x
13	1.097	2.642	1.545	x	x
9	1.997	3.358	1.361	x	x

LAMPIRAN-LAMPIRAN

**Lampiran 11.**  
Kasus 7: k = 20 dan B = 7.000  
Prioritas pemilihan proyek berdasarkan pendekatan PI

k	CO <sub>k</sub>	PVC <sub>k</sub>	NPV <sub>k</sub>	PI <sub>k</sub>	ICO <sub>k</sub>	ΣNPV <sub>k</sub>
3	1.246	3.819	2.573	3.0650	1.246	2.573
8	1.808	4.477	2.869	2.7842	2.854	5.442
7	1.508	3.859	2.351	2.5590	4.362	7.793
17	1.883	4.368	2.485	2.3197	6.245	10.278
1	1.833	4.140	2.307	2.2586	x	x
19	1.711	3.844	2.133	2.2466	x	x
20	1.578	3.484	1.906	2.2079	x	x
6	2.568	5.276	2.708	2.0545	x	x
13	2.184	4.440	2.256	2.0330	x	x
2	1.754	3.506	1.752	1.9889	x	x
11	1.840	3.661	1.821	1.9897	x	x
9	1.691	3.269	1.578	1.9332	x	x
16	2.289	4.224	1.935	1.8453	x	x
12	1.960	3.560	1.600	1.8163	x	x
10	2.112	3.807	1.695	1.8026	x	x
5	2.034	3.370	1.336	1.6568	x	x
15	2.254	3.643	1.389	1.6162	x	x
4	1.526	2.310	784	1.5138	x	x
18	1.682	1.922	240	1.1427	x	x
14	2.549	2.890	341	1.1338	x	x

**Lampiran 12.**  
Kasus 7: k = 20 dan B = 7.000  
Prioritas pemilihan proyek berdasarkan pendekatan NPV

k	CO <sub>k</sub>	PVC <sub>k</sub>	NPV <sub>k</sub>	ICO <sub>k</sub>	ΣNPV <sub>k</sub>
8	1.608	4.477	2.869	1.608	2.869
6	2.568	5.276	2.708	4.176	5.577
3	1.246	3.819	2.573	5.422	8.150
17	1.883	4.368	2.485	x	x
7	1.508	3.859	2.351	6.930	10.501
1	1.833	4.140	2.307	x	x
13	2.184	4.440	2.256	x	x
19	1.711	3.844	2.133	x	x
16	2.289	4.224	1.935	x	x
20	1.578	3.484	1.906	x	x
11	1.840	3.661	1.821	x	x
2	1.754	3.506	1.752	x	x
10	2.112	3.807	1.695	x	x
12	1.960	3.560	1.600	x	x
9	1.691	3.269	1.578	x	x
15	2.254	3.643	1.389	x	x
5	2.034	3.370	1.336	x	x
4	1.526	2.310	784	x	x
14	2.549	2.890	341	x	x
18	1.682	1.922	240	x	x

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 13.  
Kasus 8: k = 23 dan B = 11.500  
Prioritas pemilihan proyek berdasarkan pendekatan PI

k	CO <sub>k</sub>	PVC <sub>k</sub>	NPV <sub>k</sub>	PI <sub>k</sub>	ΣCO <sub>k</sub>	ΣNPV <sub>k</sub>
7	693	3.314	2.621	4,7821	693	2.621
1	796	3.191	2.395	4,0088	1.489	5.016
8	823	3.074	2.251	3,7351	2.312	7.267
4	847	3.104	2.257	3,6647	3.159	9.524
12	916	3.271	2.355	3,5710	4.075	11.879
11	891	3.140	2.249	3,5241	4.986	14.128
14	787	2.746	1.959	3,4882	5.753	16.087
23	801	2.762	1.961	3,4482	6.554	18.048
13	957	3.132	2.175	3,2727	7.511	20.223
15	1.031	3.304	2.273	3,2047	8.542	22.496
5	1.003	2.947	1.944	2,9382	9.545	24.440
20	964	2.812	1.848	2,9170	10.509	26.288
17	1.082	3.127	2.045	2,8900	x	x
21	1.012	2.868	1.856	2,8340	x	x
18	1.187	3.295	2.108	2,7759	x	x
6	1.057	2.902	1.845	2,7455	x	x
3	1.066	2.916	1.850	2,7355	x	x
16	1.067	2.870	1.803	2,6898	x	x
19	1.107	2.900	1.793	2,6197	x	x
2	1.225	2.983	1.738	2,4188	x	x
22	1.196	2.818	1.622	2,3562	x	x
10	1.242	2.824	1.582	2,2738	x	x
9	1.498	3.107	1.609	2,0741	x	x

Lampiran 14.  
Kasus 8: k = 23 dan B = 11.500  
Prioritas pemilihan proyek berdasarkan pendekatan NPV

k	CO <sub>k</sub>	PVC <sub>k</sub>	NPV <sub>k</sub>	ΣCO <sub>k</sub>	ΣNPV <sub>k</sub>
7	693	3.314	2.621	693	2.621
1	796	3.191	2.395	1.489	5.016
12	916	3.271	2.355	2.405	7.371
15	1.031	3.304	2.273	3.436	9.644
4	847	3.104	2.257	4.283	11.901
8	823	3.074	2.251	5.106	14.152
11	881	3.140	2.249	5.997	16.401
13	957	3.132	2.175	6.954	18.576
18	1.187	3.295	2.108	8.141	20.684
17	1.082	3.127	2.045	9.223	22.729
23	801	2.762	1.961	10.024	24.690
14	787	2.746	1.959	10.811	26.649
5	1.003	2.947	1.944	x	x
21	1.012	2.868	1.856	x	x
3	1.066	2.916	1.850	x	x
20	964	2.812	1.848	x	x
6	1.057	2.902	1.845	x	x
16	1.067	2.870	1.803	x	x
19	1.107	2.900	1.793	x	x
2	1.225	2.983	1.738	x	x
22	1.196	2.818	1.622	x	x
9	1.498	3.107	1.609	x	x
10	1.242	2.824	1.582	x	x

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 15.

Kasus 9: k = 28 dan B = 2.800

Prioritas pemilihan proyek berdasarkan pendekatan PI

k	CO <sub>k</sub>	PVC <sub>k</sub>	NPV <sub>k</sub>	PI <sub>k</sub>	ΣCO <sub>k</sub>	ΣNPV <sub>k</sub>
13	798	3,288	2,490	4,1203	798	2,490
25	758	3,102	2,344	4,0923	1,556	4,834
17	821	3,337	2,516	4,0646	2,377	7,350
5	827	3,348	2,521	4,0484	x	x
26	758	3,067	2,309	4,0462	x	x
3	759	3,050	2,291	4,0184	x	x
23	768	2,975	2,207	3,8737	x	x
9	769	2,973	2,204	3,8661	x	x
27	905	3,443	2,538	3,8044	x	x
15	925	3,459	2,534	3,7385	x	x
16	965	3,484	2,519	3,6104	x	x
28	849	2,807	1,958	3,3062	x	x
12	1,101	3,512	2,411	3,1898	x	x
10	1,106	3,512	2,406	3,1754	x	x
7	895	2,772	1,877	3,0972	x	x
19	951	2,759	1,806	2,9012	x	x
1	1,049	2,984	1,935	2,8446	x	x
20	967	2,766	1,779	2,8024	x	x
11	1,065	2,960	1,895	2,7783	x	x
6	1,068	2,953	1,885	2,7650	x	x
24	1,010	2,779	1,769	2,7515	x	x
22	1,072	2,935	1,863	2,7379	x	x
4	1,073	2,929	1,856	2,7297	x	x
14	1,036	2,803	1,767	2,7056	x	x
21	1,042	2,811	1,769	2,6977	x	x
18	1,280	3,438	2,158	2,6859	x	x
2	1,425	3,284	1,859	2,3046	x	x
8	1,550	3,109	1,559	2,0058	x	x

Lampiran 16.

Kasus 9: k = 28 dan B = 2.800

Prioritas pemilihan proyek berdasarkan pendekatan NPV

k	CO <sub>k</sub>	PVC <sub>k</sub>	NPV <sub>k</sub>	ΣCO <sub>k</sub>	ΣNPV <sub>k</sub>
27	905	3,443	2,538	905	2,538
15	925	3,459	2,534	1,830	5,072
5	827	3,348	2,521	2,657	7,593
16	965	3,484	2,519	x	x
17	821	3,337	2,516	x	x
13	798	3,288	2,490	x	x
12	1,101	3,512	2,411	x	x
10	1,106	3,512	2,406	x	x
25	758	3,102	2,344	x	x
28	758	3,067	2,309	x	x
3	759	3,050	2,291	x	x
23	768	2,975	2,207	x	x
9	769	2,973	2,204	x	x
18	1,280	3,438	2,158	x	x
28	849	2,807	1,958	x	x
1	1,049	2,984	1,935	x	x
11	1,065	2,960	1,895	x	x
6	1,068	2,953	1,885	x	x
7	895	2,772	1,877	x	x
22	1,072	2,935	1,863	x	x
2	1,425	3,284	1,859	x	x
4	1,073	2,929	1,856	x	x
19	951	2,759	1,808	x	x
20	967	2,766	1,779	x	x
24	1,010	2,779	1,769	x	x
21	1,042	2,811	1,769	x	x
14	1,036	2,803	1,767	x	x
8	1,550	3,109	1,559	x	x