

OPTIMASI ANGGARAN PROYEK KONSTRUKSI DENGAN TEKNIK *LINEAR PROGRAMING*

(Studi Kasus Pilar Panca Group)

Anang Bakhtiar, Bayu Teguh Ujianto

ABSTRAK

Linear Programming merupakan suatu model umum yang dapat digunakan dalam pemecahan masalah pengalokasian sumber-sumber yang terbatas. Dengan menggunakan teknik *Linear Programming* dapat dianalisa kemampuan perusahaan dalam menangani proyek-proyek yang akan berjalan, selain itu juga dapat dianalisa jumlah dana tambahan yang dapat dialokasikan pada proyek tersebut seandainya dana yang tersedia di perusahaan tidak memenuhi syarat. Penelitian ini akan menganalisa kemampuan dalam mengerjakan proyek, perencanaan pendanaan dan keuntungan yang optimal bagi Pilar Panca Group, dengan cara membandingkan metode pekerjaan yang dikerjakan secara *single project* dan *multi project*. Proses penelitian ini diawali dengan penghitungan *cashflow* tiap-tiap proyek yang menjadi obyek penelitian untuk menentukan nilai variabel proyek, dan kemudian menerjemahkannya menjadi permodelan matematis untuk dimasukkan dan dijalankan kedalam alat bantu penelitian (*software WinQSB*). Hasil penelitian menunjukkan modal awal yang dibutuhkan (diluar pinjaman) apabila dikerjakan secara *multi project* lebih kecil yaitu 8,55%, dibandingkan dengan metode pengerjaan *single project* Proyek I 13,51%, Proyek II 33,94%, Proyek III 8,70% dan Proyek IV 67,49%. Dana pinjaman yang dibutuhkan untuk *multi project* juga lebih kecil yaitu Rp. 321juta apabila dibandingkan dengan pekerjaan *single project* (Proyek III) yaitu Rp. 335juta. Dari segi keuntungan kotor, nilai yang dihasilkan tidak jauh berbeda antara kedua jenis metode pekerjaan, yaitu untuk *multi project* didapatkan keuntungan 22,19%, sedangkan untuk *single project* keuntungan Proyek I, II, III dan IV masing-masing menghasilkan keuntungan 22,17%, 22,45%, 22,13% dan 22,17%. Keuntungan bersih antara metode pekerjaan *single project* (Proyek III) dan *multi project* memiliki perbedaan persentase, walaupun tidak terlalu besar yaitu 19,22% untuk Proyek III dan 20,82% untuk pekerjaan *multi project*.

Kata Kunci: *linear programming*, optimasi anggaran, keuntungan maksimal, *cashflow*

ABSTRACT

Linear Programming is a general model that can be used in solving the problem of allocating limited resources. By using *Linear Programming* techniques can be analyzed a company's ability to handle projects that will run, it also can be analyze the amount of additional funds that can be allocated to the project if funds are available in the company are not eligible. This study will analyze the ability to work on projects, planning funding and the optimal benefit of Pilar Panca Group, by comparing the works method of *single-project* and *multi-project*. The research process begins with the calculation of the *cashflow* for each project that became the object of a study to determine the value of projects variables, and then translate it into mathematical modeling to be included and run into the research tools (*WinQSB software*). The results showed the initial funds required (excluding loans) of *multi-projects* method is smaller, that is 8.55%, compared with the *single project* method, Project I 13.51%, Project II 33.94%, Project III 8.70% and Project IV 67.49%. Loan funds are needed for *multi-project* is also smaller Rp. 321million when compared with the *single project* method (Project III) Rp. 335million. In terms of gross profit, the resulting value is not much different between the two types of work methods, which is the benefit of *multi-project* is 22.19%, while for a *single project* gains Project I, II, III and IV respectively generate profit 22.17%, 22.45%, 22.13% and 22.17%. The net gain between *single project* methods work (Project III) and *multi-project* has a differences percentage, although are not too large ie 19.22% for Project III and 20.82% for *multi-project* work.

Keywords: *linear programming*, budget optimization, maximum profit, *cashflow*

PENDAHULUAN

Menurut Keputusan Presiden Republik Indonesia No. 80 Tahun 2003 tentang Pedoman Pelaksanaan Pengadaan Barang dan Jasa Pemerintah Pasal 11, menyatakan bahwa salah satu persyaratan penyedia barang atau jasa dalam pelaksanaan pengadaan adalah memiliki sumber daya manusia, modal, peralatan, dan fasilitas lain yang diperlukan dalam pengadaan barang atau jasa. Jika sumber dana yang ada pada perusahaan konstruksi tersebut terbatas, maka seorang pemimpin proyek harus dapat merencanakan anggaran proyek (*cashflow*) pada satu atau beberapa proyek tersebut.

Pendanaan yang terbatas serta pemilihan jumlah proyek yang kurang tepat dapat mengakibatkan kerugian dari sisi pemilik maupun rekanan proyek dalam hal ini Pilar Panca Group. Kerugian yang dialami pemilik proyek tentunya adalah keterlambatan penyelesaian proyek. Sedangkan kerugian yang dialami dari sisi kontraktor adalah penghentian kontrak karena tidak dapat memenuhi ketentuan kontrak proyek, selain itu kontraktor sulit mendapat kepercayaan dari pemilik proyek untuk mengerjakan proyek-proyek berikutnya.

Masalah pendanaan yang terbatas dapat diselesaikan dengan pengalokasian dana yang tepat. Alokasi dana dapat di hasilkan dari evaluasi terhadap jenis kontrak dan termijn pembayaran. Ketepatan perhitungan proporsi sumber daya dan sumber dana yang harus dikeluarkan oleh suatu proyek konstruksi, akan dapat terorganisir apabila terdapat suatu standar yang digunakan sebagai suatu acuan sehingga penggunaan cost secara efisien akan tercapai.

Pemrograman Linier (*Linear Programing*) merupakan suatu model umum yang dapat digunakan dalam pemecahan masalah pengalokasian sumber-sumber yang terbatas. Masalah tersebut akan timbul apabila seseorang diharuskan memilih atau menentukan setiap kegiatan yang akan dilakukan dimana setiap kegiatan membutuhkan sumber yang sama sedangkan jumlahnya terbatas.

Dengan menggunakan teknik *Linear Programing* dapat dianalisa kemampuan perusahaan dalam menangani proyek-proyek yang sedang atau akan berjalan. Dengan model

tersebut juga dapat dianalisa kemungkinan-kemungkinan sumber dan jumlah dana lain yang dapat dialokasikan pada proyek tersebut seandainya dana yang tersedia di perusahaan tidak memenuhi syarat. Jika sumber dana diperoleh dari Bank, juga dapat dikaji kapan dan berapa jumlah dana yang harus dicairkan dari Bank, berapa besar bunga Bank dan lama waktu pelunasan hutang.

Secara umum teknik ini berhubungan dengan perkiraan *cashflow* yang mungkin akan terjadi pada rekanan pada saat melaksanakan proyek. Teknik ini juga dapat digunakan oleh panitia pengadaan untuk menentukan apakah rekanan yang ikut dalam proses tender memiliki kemampuan dalam melaksanakan proyek.

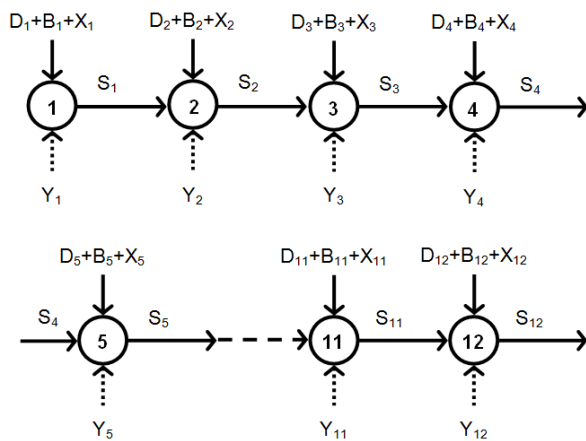
Berdasarkan permasalahan diatas, maka tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah menganalisa kemampuan dalam mengerjakan proyek dengan keterbatasan dana yang dimiliki oleh Pilar Panca Group, dan juga menganalisa perencanaan pendanaan dan keuntungan yang optimal untuk Pilar Panca Group. Dalam analisa perencanaan pendanaan akan dibahas berapa kebutuhan dana minimum yang dibutuhkan tiap bulan, termasuk besar nilai dan kapan dana tambahan dibutuhkan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini direncanakan melalui beberapa tahapan, antara lain:

- Studi Pendahuluan. Studi pendahuluan dilakukan dengan melakukan observasi secara langsung pada perusahaan Pilar Panca Group di Pasuruan. Studi pendahuluan ini dilakukan dengan mengadakan wawancara pada perusahaan tersebut.
- Identifikasi Masalah. Adapun identifikasi permasalahan yang terjadi pada perusahaan dilakukan dengan cara melakukan wawancara terhadap beberapa pihak yang berkompeten dari Pilar Panca Group.
- Tinjauan Pustaka. Definisi yang disajikan dalam tinjauan pustaka adalah definisi proyek, kontrak, termijn pembayaran dan *Linear Programing*. Studi pustaka dilakukan dengan cara melalui bacaan literatur, referensi buku teks dan sumber pustaka

- lainnya seperti website yang berkaitan dengan permasalahan yang dibahas
- Pembuatan Rumusan Masalah. Berdasarkan studi pendahuluan dan identifikasi masalah penelitian ini, masalah yang akan diangkat dalam tesis ini adalah adanya keterbatasan sumber dan jumlah dana, maka dibutuhkan perencanaan pendanaan yang efisien.
 - Penentuan Tujuan Penelitian. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui kemampuan pendanaan, optimasi perencanaan pendanaan proyek selama pelaksanaan pekerjaan dan keuntungan maksimum yang akan diperoleh bagi pihak kontraktor dengan alat bantu Linear Programming.
 - Pembuatan Batasan Masalah, adalah parameter batasan yang ditinjau.
 - Pengumpulan Data.
 - Penghitungan Proyeksi *cashflow* masing-masing proyek berdasarkan data Time Schedule Proyek yang telah didapat.
 - Pembuatan Diagram *cashflow* Proyek. Perkiraan *cashflow* beberapa proyek tersebut secara diagramatis dapat digambarkan sebagai berikut:



Keterangan:

- D → alokasi dana tiap bulan
- B → dana bantuan/pinjaman
- X → *termijn* proyek
- Y → pengeluaran proyek
- S → *surplus* dana tiap bulan
- Uang Masuk
-→ Uang Keluar

Gambar 1. Diagram *Cashflow* Proyek

- Penentuan Variabel. Sebagai contoh penentuan variabel dapat di ilustrasikan sebagai berikut: Sebuah perusahaan konstruksi akan mengerjakan beberapa proyek konstruksi dalam periode 1 tahun. Berdasarkan Time Schedule Proyek, maka rencana *cash-in* dan rencana *cash-out* perusahaan konstruksi tersebut dapat digambarkan sebagai berikut:

Tabel 1. Rencana *cashflow* "Proyek 1"

Bulan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Cash-in</i>	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₆	X ₁₇	X ₁₈	X ₁₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂
<i>Cash-out</i>	Y ₁₁	Y ₁₂	Y ₁₃	Y ₁₄	Y ₁₅	Y ₁₆	Y ₁₇	Y ₁₈	Y ₁₉	Y ₁₀	Y ₁₁	Y ₁₂
Variabel P	P ₁₁	P ₁₂	P ₁₃	P ₁₄	P ₁₅	P ₁₆	P ₁₇	P ₁₈	P ₁₉	P ₁₀	P ₁₁	P ₁₂

Tabel 2. Rencana *cashflow* "Proyek 2"

Bulan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Cash-in</i>	X ₂₁	X ₂₂	X ₂₃	X ₂₄	X ₂₅	X ₂₆	X ₂₇	X ₂₈	X ₂₉	X ₂₀	X ₂₁	X ₂₂
<i>Cash-out</i>	Y ₂₁	Y ₂₂	Y ₂₃	Y ₂₄	Y ₂₅	Y ₂₆	Y ₂₇	Y ₂₈	Y ₂₉	Y ₂₀	Y ₂₁	Y ₂₂
Variabel P	P ₂₁	P ₂₂	P ₂₃	P ₂₄	P ₂₅	P ₂₆	P ₂₇	P ₂₈	P ₂₉	P ₂₀	P ₂₁	P ₂₂

Tabel 3. Rencana *cashflow* "Proyek n"

Bulan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Cash-in</i>	X _{n1}	X _{n2}	X _{n3}	X _{n4}	X _{n5}	X _{n6}	X _{n7}	X _{n8}	X _{n9}	X _{n0}	X _{n1}	X _{n2}
<i>Cash-out</i>	Y _{n1}	Y _{n2}	Y _{n3}	Y _{n4}	Y _{n5}	Y _{n6}	Y _{n7}	Y _{n8}	Y _{n9}	Y _{n0}	Y _{n1}	Y _{n2}
Variabel P	P _{n1}	P _{n2}	P _{n3}	P _{n4}	P _{n5}	P _{n6}	P _{n7}	P _{n8}	P _{n9}	P _{n0}	P _{n1}	P _{n2}

Variabel P adalah nilai selisih dari pengurangan uang masuk dengan uang keluar tiap bulan dari masing-masing proyek.

- Formulasi Model Matematis. Dari tabel variabel diatas, maka permodelan matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

Fungsi Tujuan:

$$\text{Max } Z = S_{12}$$

Fungsi Batasan:

$$D1 + B1 + (X - Y)P - S1 = 0$$

$$D2 + B2 + (X - Y)P + S1 - S2 = 0$$

$$D3 + B3 + (X - Y)P + S2 - S3 = 0$$

.....

$$D11 + B11 + (X - Y)P + S10 - S11 = 0$$

$$D12 + B12 + (X - Y)P + S11 - S12 = 0$$

$$0 \leq Di \leq 150 \quad i = 1 \dots 12$$

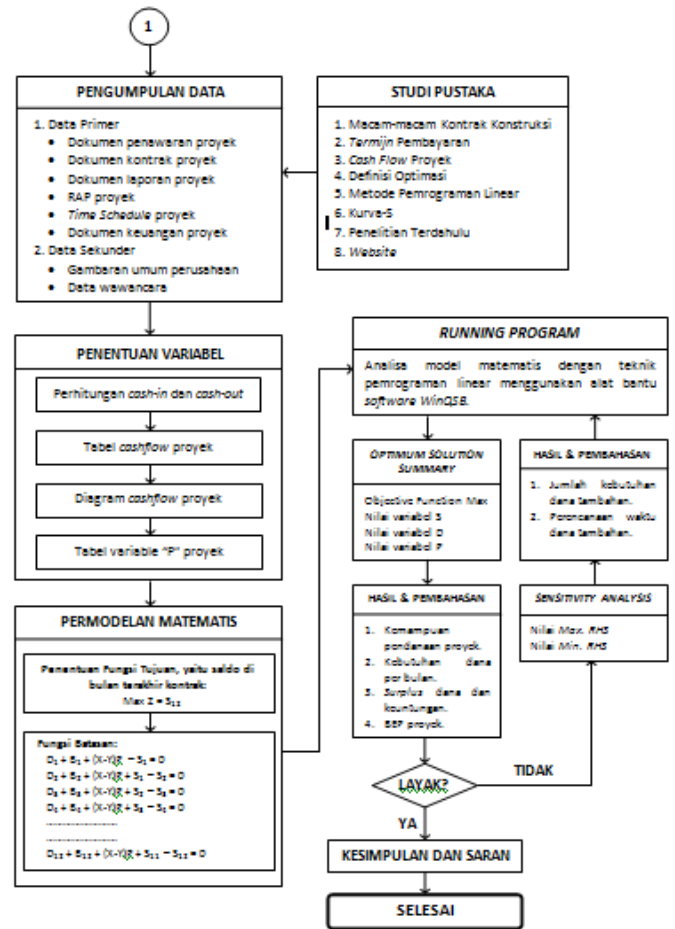
$$Bi \geq 0 \quad i = 1 \dots 12$$

$$0 \leq P \leq 1$$

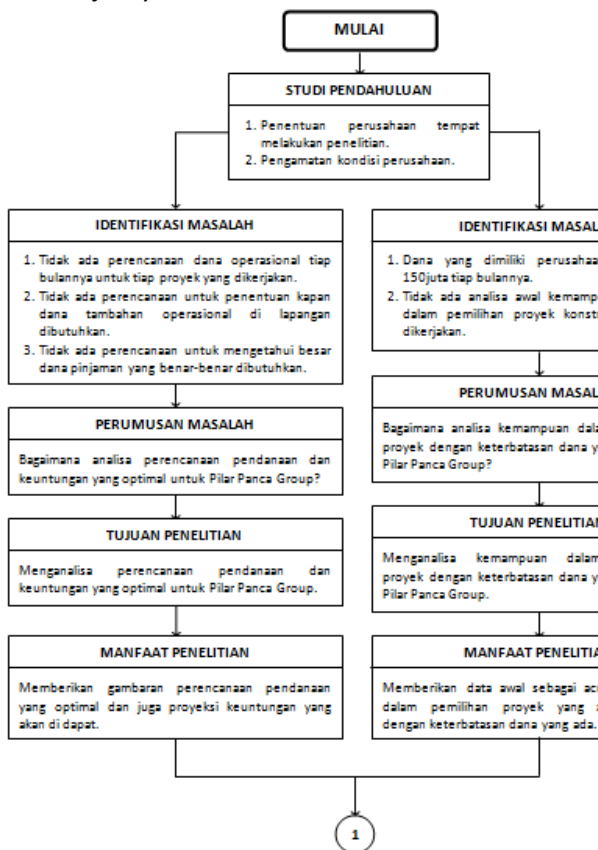
$$Si \geq 0 \quad i = 1 \dots 12$$

- l. Running Program atau Analisis Model dengan Teknik Pemrograman Linear. Analisis ini menggunakan Teknik Pemrograman Linear dengan *software WinQSB*.
- m. Pembahasan. Berisi mengenai perbandingan proyek yang dikerjakan secara *single project* dan *multi project*. Analisis model yang berisi kelayakan pendanaan proyek, kebutuhan dana tambahan, tujuan maksimum, surplus dana dan keuntungan yang didapat
- n. Kesimpulan dan Saran. Berisi kesimpulan hasil penelitian dan saran untuk penelitian selanjutnya.

Gambar 2. Bagan Alir Penelitian



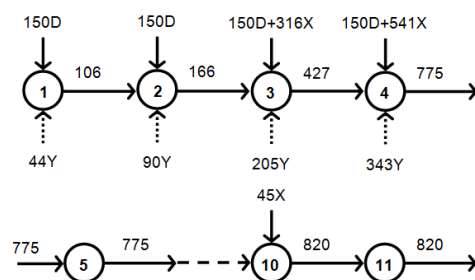
Gambar 3. Bagan Alir Penelitian (lanjutan)



HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa data proyek I

Pembuatan diagramatis alur uang masuk dan uang keluar perusahaan untuk proyek I sebagai berikut:



Keterangan:
 D → alokasi dana tiap bulan B → dana bantuan/pinjaman
 X → termijn proyek Y → pengeluaran proyek

Gambar 4. Diagramatis Rencana Alur Cashflow Proyek I

Tahap selanjutnya adalah menghitung variabel "P" (nilai kelayakan) sebagai berikut:

Tabel 4. Variabel "P₁" untuk Proyek I (juta rupiah)

Bulan	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agus
Cash-in			316	541		
Cash-out	44	90	205	343		
P ₁	-44	-90	111	198		
Bulan	Sept	Okt	Nov	Des	Jan	Feb
Cash-in				45		
Cash-out						
P ₁				45		

Selanjutnya adalah membuat model matematis proyek, yaitu:

Fungsi Tujuan:

$$\text{Max } Z = S_{11}$$

Fungsi Batasan:

$$D_1 + B_1 - 44P - S_1 = 0$$

$$D_2 + B_2 - 90P + S_1 - S_2 = 0$$

$$D_3 + B_3 + 111P + S_2 - S_3 = 0$$

$$D_4 + B_4 + 198P + S_3 - S_4 = 0$$

$$S_4 - S_5 = 0$$

$$\dots\dots\dots$$

$$\dots\dots\dots$$

$$S_8 - S_9 = 0$$

$$45P + S_9 - S_{10} = 0$$

$$S_{10} - S_{11} = 0$$

$$0 \leq D_i \leq 150 \quad i = 1 \dots 11$$

$$B_i \geq 0 \quad i = 1 \dots 11$$

$$0 \leq P \leq 1$$

$$S_i \geq 0 \quad i = 1 \dots 11$$

Dari hasil *running software* untuk Proyek I didapat hasil seperti dalam tabel dibawah ini:

Tabel 5. Hasil *Running Software* Proyek I (juta rupiah)

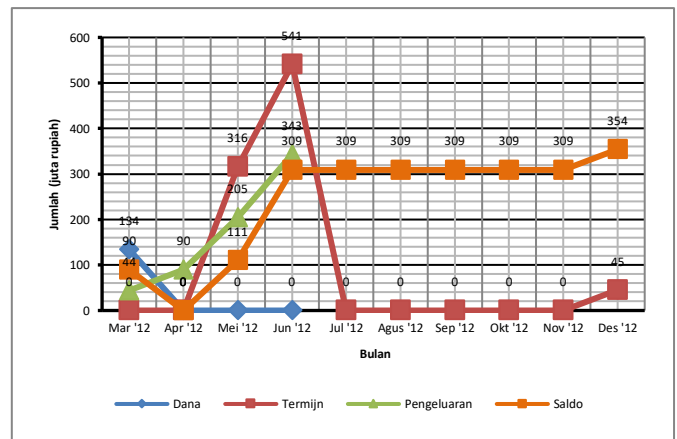
OPTIMUM SOLUTION SUMMARY "PROYEK 1"			
Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution
S1	90.00	0.00	0.00
S2	0.00	0.00	0.00
S3	111.00	0.00	0.00
S4	309.00	0.00	0.00
S5	309.00	0.00	0.00
S6	309.00	0.00	0.00
S7	309.00	0.00	0.00
S8	309.00	0.00	0.00
S9	309.00	0.00	0.00
S10	354.00	1.00	354.00
S11	0.00	0.00	0.00
D1	134.00	0.00	0.00
D2	0.00	0.00	0.00
D3	0.00	0.00	0.00
D4	0.00	0.00	0.00
D5	0.00	0.00	0.00
B1	0.00	0.00	0.00
B2	0.00	0.00	0.00
B3	0.00	0.00	0.00
B4	0.00	0.00	0.00
B5	0.00	0.00	0.00
P1	1.00	0.00	0.00
P2	0.00	0.00	0.00
P3	0.00	0.00	0.00
P4	0.00	0.00	0.00
Objective Function	(Max.) =		354.00

SENSITIVITY ANALYSIS "PROYEK 1"

Constraint	Shadow	Allowable	Allowable
	Price	Min. RHS	Max. RHS
Mar '12	-2.64	0.00	134.00
Apr '12	-2.64	0.00	134.00
Mei '12	-1.00	(-M)	111.00
Jun '12	-1.00	(-M)	309.00
Jul '12	-1.00	(-M)	309.00
Agus '12	-1.00	(-M)	309.00
Sep '12	-1.00	(-M)	309.00
Okt '12	-1.00	(-M)	309.00
Nov '12	-1.00	(-M)	309.00
Des '12	-1.00	(-M)	354.00
Jan '13	0.00	0.00	M

Dari hasil pemrograman linear untuk model Proyek I didapat hasil antara lain:

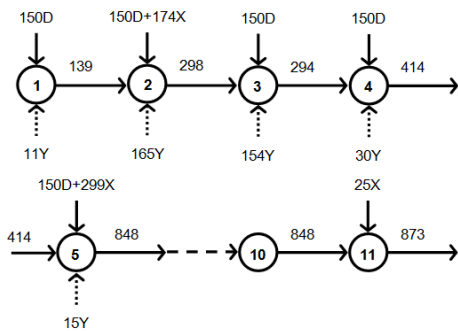
1. Nilai P₁=1, dimana menunjukkan bahwa kemampuan perusahaan (rekanan) untuk menangani proyek tersebut adalah sebesar 100% atau dapat menyelesaikan pekerjaan tanpa tambahan dana.
2. Dana sebesar Rp. 134juta (D1) hanya dibutuhkan di bulan pertama saja (Maret).
3. *Objective Function Max* pada bulan Desember 2012 sebesar Rp. 354.000.000,00, yang berarti keuntungan perusahaan adalah: Rp. 354juta - (D1) = Rp. 220.000.000,00 (22,17% dari nilai proyek)
4. BEP tercapai diantara bulan Mei dan Juni, yaitu pada saat nilai S₃-S₄ sebesar 111~309juta telah memenuhi kebutuhan modal dana D1 sebesar Rp. 134juta.



Gambar 5. Grafik *Cashflow* Proyek I

Analisa data proyek II

Pembuatan diagramatis alur uang masuk dan uang keluar perusahaan untuk proyek II sebagai berikut:



Keterangan:

D → alokasi dana tiap bulan B → dana bantuan/pinjaman

X → termijn proyek Y → pengeluaran proyek

Gambar 6. Diagramatis Rencana Alur *Cashflow* Proyek II

Tahap selanjutnya adalah menghitung variabel "P" (nilai kelayakan) sebagai berikut:

Tabel 6. Variabel "P₂" untuk Proyek II (juta rupiah)

Bulan	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agus
Cash-in		174			299	
Cash-out	11	165	154	30	15	
P ₂	-11	9	-154	-30	284	
Bulan	Sept	Okt	Nov	Des	Jan	Feb
Cash-in					25	
Cash-out						
P ₂					25	

Selanjutnya adalah membuat model matematis proyek, yaitu:

Fungsi Tujuan:

$$\text{Max } Z = S_{11}$$

Fungsi Batasan:

$$D_1 + B_1 - 11P - S_1 = 0$$

$$D_2 + B_2 + 9P + S_1 - S_2 = 0$$

$$D_3 + B_3 - 154P + S_2 - S_3 = 0$$

$$D_4 + B_4 - 30P + S_3 - S_4 = 0$$

$$D_5 + B_5 + 284P + S_4 - S_5 = 0$$

$$S_5 - S_6 = 0$$

.....

.....

$$S_9 - S_{10} = 0$$

$$25P + S_{10} - S_{11} = 0$$

$$0 \leq D_i \leq 150 \quad i = 1 \dots 11$$

$$B_i \geq 0 \quad i = 1 \dots 11$$

$$0 \leq P \leq 1$$

$$S_i \geq 0 \quad i = 1 \dots 11$$

Dari hasil *running software* untuk Proyek II didapat hasil seperti dalam tabel dibawah ini:

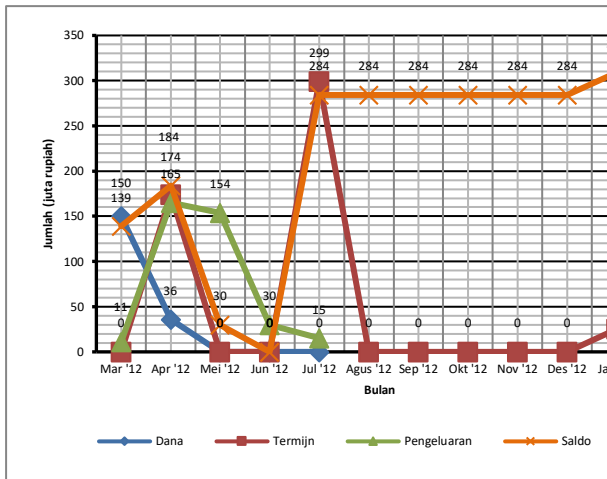
Tabel 7. Hasil *Running Software* Proyek II (juta rupiah)

OPTIMUM SOLUTION SUMMARY "PROYEK 2"			
Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution
S1	139.00	0.00	0.00
S2	184.00	0.00	0.00
S3	30.00	0.00	0.00
S4	0.00	0.00	0.00
S5	284.00	0.00	0.00
S6	284.00	0.00	0.00
S7	284.00	0.00	0.00
S8	284.00	0.00	0.00
S9	284.00	0.00	0.00
S10	284.00	0.00	0.00
S11	309.00	1.00	309.00
D1	150.00	0.00	0.00
D2	36.00	0.00	0.00
D3	0.00	0.00	0.00
D4	0.00	0.00	0.00
D5	0.00	0.00	0.00
B1	0.00	0.00	0.00
B2	0.00	0.00	0.00
B3	0.00	0.00	0.00
B4	0.00	0.00	0.00
B5	0.00	0.00	0.00
P1	0.00	0.00	0.00
P2	1.00	0.00	0.00
P3	0.00	0.00	0.00
P4	0.00	0.00	0.00
Objective	Function	(Max.) =	309.00

SENSITIVITY ANALYSIS "PROYEK 2"			
Constraint	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
Mar '12	-1.6613	0.00	147.74
Apr '12	-1.6613	0.00	186.00
Mei '12	-1.6613	0.00	186.00
Jun '12	-1.6613	0.00	186.00
Jul '12	-1.00	(-M)	284.00
Agus '12	-1.00	(-M)	284.00
Sep '12	-1.00	(-M)	284.00
Okt '12	-1.00	(-M)	284.00
Nov '12	-1.00	(-M)	284.00
Des '12	-1.00	(-M)	284.00
Jan '13	0.00	(-M)	309.00

Dari hasil pemrograman linear untuk model Proyek II didapat hasil antara lain:

1. Nilai P₂=1, dimana menunjukkan bahwa kemampuan perusahaan (rekanan) untuk menangani proyek tersebut adalah sebesar 100% atau dapat menyelesaikan pekerjaan tanpa tambahan dana.
2. Dana sebesar Rp. 150juta (D1) dibutuhkan di bulan pertama saja (Maret) dan pada bulan kedua (April) hanya dibutuhkan dana Rp. 36juta (D2).
3. *Objective Function Max* pada bulan Januari 2013 sebesar Rp. 309.000.000,00, yang berarti keuntungan perusahaan adalah: Rp. 309juta - (D1+D2) = Rp. 123.000.000,00 (22,45% dari nilai proyek)
4. BEP tercapai di antara bulan Juni dan Juli, yaitu pada saat nilai S₄-S₅ sebesar 0~284juta telah memenuhi kebutuhan modal dana D1+D2 sebesar Rp. 186juta.



Gambar 7. Grafik Cashflow Proyek II

Analisa data proyek III

Penghitungan variabel "P" (nilai kelayakan) proyek III sebagai berikut:

Tabel 8. Variabel "P₃" untuk Proyek III (juta rupiah)

Bulan	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agus
Cash-in			635	735	120	
Cash-out		485	552	149		
P ₃		-485	83	586	120	
Bulan	Sept	Okt	Nov	Des	Jan	Feb
Cash-in					78	
Cash-out						
P ₃					78	

Selanjutnya adalah membuat model matematis proyek, yaitu:

Fungsi Tujuan:

$$\text{Max } Z = S_{11}$$

Fungsi Batasan:

$$S_1 = 0$$

$$D_2 + B_2 - 485P + S_1 - S_2 = 0$$

$$D_3 + B_3 + 83P + S_2 - S_3 = 0$$

$$D_4 + B_4 + 586P + S_3 - S_4 = 0$$

$$D_5 + B_5 + 120P + S_4 - S_5 = 0$$

$$S_5 - S_6 = 0$$

.....

.....

$$S_9 - S_{10} = 0$$

$$78P + S_{10} - S_{11} = 0$$

$$0 \leq D_i \leq 150 \quad i = 1 \dots 11$$

$$B_i \geq 0 \quad i = 1 \dots 11$$

$$0 \leq P \leq 1$$

$$S_i \geq 0 \quad i = 1 \dots 11$$

Dari hasil *running software* untuk Proyek III

didapat hasil seperti dalam tabel dibawah ini:

Tabel 9. Hasil *Running Software* Proyek III (juta rupiah)

OPTIMUM SOLUTION SUMMARY "PROYEK 3"			
Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution
S1	0.00	0.00	0.00
S2	0.00	0.00	0.00
S3	175.67	0.00	0.00
S4	506.91	0.00	0.00
S5	694.02	0.00	0.00
S6	694.02	0.00	0.00
S7	694.02	0.00	0.00
S8	694.02	0.00	0.00
S9	694.02	0.00	0.00
S10	694.02	0.00	0.00
S11	718.14	1.00	718.14
D1	0.00	0.00	0.00
D2	150.00	0.00	0.00
D3	150.00	0.00	0.00
D4	150.00	0.00	0.00
D5	150.00	0.00	0.00
B1	0.00	0.00	0.00
B2	0.00	0.00	0.00
B3	0.00	0.00	0.00
B4	0.00	0.00	0.00
B5	0.00	0.00	0.00
P1	0.00	0.00	0.00
P2	0.00	0.00	0.00
P3	0.31	0.00	0.00
P4	0.00	0.00	0.00
Objective	Function	(Max.) =	718.14

SENSITIVITY ANALYSIS "PROYEK 3"			
Constraint	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
Mar '12	0.00	0.00	M
Apr '12	-1.79	-335.00	150.00
Mei '12	-1.00	(-M)	175.67
Jun '12	-1.00	(-M)	506.91
Jul '12	-1.00	(-M)	694.02
Agus '12	-1.00	(-M)	694.02
Sep '12	-1.00	(-M)	694.02
Okt '12	-1.00	(-M)	694.02
Nov '12	-1.00	(-M)	694.02
Des '12	-1.00	(-M)	694.02
Jan '13	-1.00	(-M)	718.14

Dari hasil pemrograman linear untuk model Proyek III ternyata untuk dana maksimum sebesar Rp. 150juta setiap bulan didapat hasil nilai P₃=0,31, yang menunjukkan bahwa kemampuan perusahaan untuk menangani proyek tersebut adalah sebesar 31% atau tidak dapat menyelesaikan pekerjaan tanpa tambahan dana.

Berdasarkan hasil analisa sensitivitas Proyek III, didapat data nilai *Min. RHS* pada bulan April sebesar -335juta, dimana menunjukkan bahwa kekurangan dana pada bulan tersebut adalah sebesar Rp. 335juta (variabel "B₂").

Hasil *running software* untuk Proyek III setelah melakukan penyesuaian terhadap nilai variabel "B₂" didapat hasil seperti dalam tabel dibawah ini:

Tabel 10. Hasil *Running Software* Proyek III – Revisi (juta rupiah)

OPTIMUM SOLUTION SUMMARY "PROYEK 3"
(REVISI)

Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution
S1	0.00	0.00	0.00
S2	0.00	0.00	0.00
S3	83.00	0.00	0.00
S4	669.00	0.00	0.00
S5	789.00	0.00	0.00
S6	789.00	0.00	0.00
S7	789.00	0.00	0.00
S8	789.00	0.00	0.00
S9	789.00	0.00	0.00
S10	789.00	0.00	0.00
S11	867.00	1.00	867.00
D1	0.00	0.00	0.00
D2	150.00	0.00	0.00
D3	0.00	0.00	0.00
D4	0.00	0.00	0.00
D5	0.00	0.00	0.00
B1	0.00	0.00	0.00
B2	335.00	0.00	0.00
B3	0.00	0.00	0.00
B4	0.00	0.00	0.00
B5	0.00	0.00	0.00
P1	0.00	0.00	0.00
P2	0.00	0.00	0.00
P3	1.00	0.00	0.00
P4	0.00	0.00	0.00
Objective	Function	(Max.) =	867.00

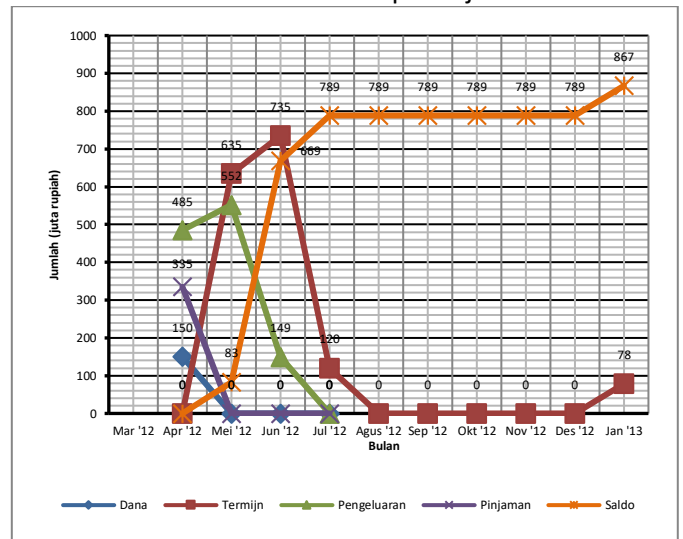
SENSITIVITY ANALYSIS "PROYEK 3"
(REVISI)

Constraint	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
Mar '12	0.00	0.00	M
Apr '12	-1.79	0.00	485.00
Mei '12	-1.00	(-M)	83.00
Jun '12	-1.00	(-M)	669.00
Jul '12	-1.00	(-M)	789.00
Agus '12	-1.00	(-M)	789.00
Sep '12	-1.00	(-M)	789.00
Okt '12	-1.00	(-M)	789.00
Nov '12	-1.00	(-M)	789.00
Des '12	-1.00	(-M)	789.00
Jan '13	-1.00	(-M)	867.00

Dari hasil revisi pemrograman linear untuk model Proyek III didapat hasil antara lain:

1. Nilai $P_3=1$, dimana menunjukkan bahwa kemampuan perusahaan (rekanan) untuk menangani proyek tersebut adalah sebesar 100%.
2. Dana sendiri sebesar Rp. 150juta tiap bulan dibutuhkan di bulan April.
3. Pada bulan April dibutuhkan tambahan dana pinjaman Rp. 335juta (B2).
4. *Objective Function Max* pada bulan Januari 2013 sebesar Rp. 867.000.000,00, yang berarti keuntungan kotor perusahaan adalah: Rp. 867juta - (D2+B2) = Rp. 382.000.000,00 (22,13% dari nilai proyek)
5. Dengan memperhatikan besar bunga bank 15% per tahun, maka keuntungan bersih perusahaan adalah:
 = Rp. 867juta - (D2) - (B2 x 115%)
 = Rp. 867juta - Rp. 150juta - Rp. 385,25juta
 = Rp. 331.750.000,00 (19,22% dari nilai

- proyek)
6. BEP tercapai di antara bulan Mei dan Juni, yaitu pada saat nilai S_3-S_4 sebesar 83~669juta telah memenuhi kebutuhan modal dana D_2+B_2 sebesar Rp. 485juta.



Gambar 8. Grafik Cashflow Proyek III

3.4. Analisa data proyek IV

Penghitungan variabel "P" (nilai kelayakan) proyek IV sebagai berikut:

Tabel 11. Variabel "P₄" untuk Proyek IV (juta rupiah)

Bulan	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agus
Cash-in				3	207	
Cash-out			4	163		
P ₄			-4	-160	207	

Bulan	Sept	Okt	Nov	Des	Jan	Feb
Cash-in					11	
Cash-out						
P ₄					11	

Setelah mendapatkan nilai variabel "P" dan alur *cashflow* perusahaan, selanjutnya adalah membuat model matematis proyek, yaitu:

Fungsi Tujuan:

$$\text{Max } Z = S_{11}$$

Fungsi Batasan:

$$S_1 = 0$$

$$S_1 - S_2 = 0$$

$$D_3 + B_3 - 4P + S_2 - S_3 = 0$$

$$D_4 + B_4 - 160P + S_3 - S_4 = 0$$

$$D_5 + B_5 + 207P + S_4 - S_5 = 0$$

$$S_5 - S_6 = 0$$

$$\dots\dots\dots$$

$$\dots\dots\dots$$

$$S_9 - S_{10} = 0$$

$$11P + S_{10} - S_{11} = 0$$

$$0 \leq D_i \leq 150 \quad i = 1 \dots 11$$

$$B_i \geq 0 \quad i = 1 \dots 11$$

$$0 \leq P \leq 1$$

$$S_i \geq 0 \quad i = 1 \dots 11$$

Dari hasil *running software* untuk Proyek IV didapat hasil seperti dalam tabel dibawah ini:

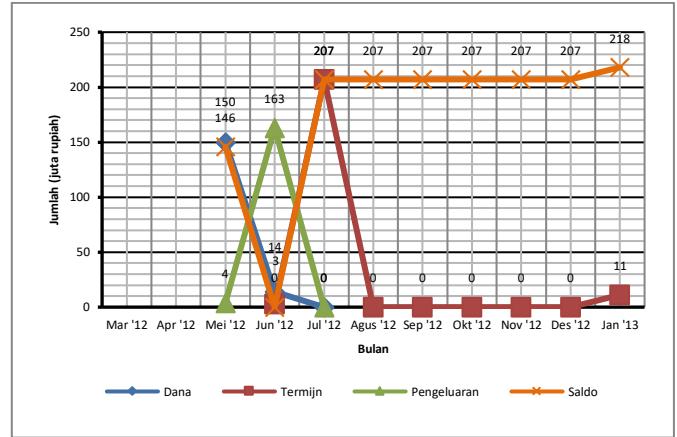
Tabel 12. Hasil *Running Software* Proyek IV (juta rupiah)

OPTIMUM SOLUTION SUMMARY "PROYEK 4"			
Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution
S1	0.00	0.00	0.00
S2	0.00	0.00	0.00
S3	146.00	0.00	0.00
S4	0.00	0.00	0.00
S5	207.00	0.00	0.00
S6	207.00	0.00	0.00
S7	207.00	0.00	0.00
S8	207.00	0.00	0.00
S9	207.00	0.00	0.00
S10	207.00	0.00	0.00
S11	218.00	1.00	218.00
D1	0.00	0.00	0.00
D2	0.00	0.00	0.00
D3	150.00	0.00	0.00
D4	14.00	0.00	0.00
D5	0.00	0.00	0.00
B1	0.00	0.00	0.00
B2	0.00	0.00	0.00
B3	0.00	0.00	0.00
B4	0.00	0.00	0.00
B5	0.00	0.00	0.00
P1	0.00	0.00	0.00
P2	0.00	0.00	0.00
P3	0.00	0.00	0.00
P4	1.00	0.00	0.00
Objective	Function	(Max.) =	218.00

SENSITIVITY ANALYSIS "PROYEK 4"			
Constraint	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
Mar '12	0.00	0.00	M
Apr '12	0.00	0.00	M
Mei '12	-1.33	0.00	149.65
Jun '12	-1.33	0.00	164.00
Jul '12	-1.00	(-M)	207.00
Agus '12	-1.00	(-M)	207.00
Sep '12	-1.00	(-M)	207.00
Okt '12	-1.00	(-M)	207.00
Nov '12	-1.00	(-M)	207.00
Des '12	-1.00	(-M)	207.00
Jan '13	-1.00	(-M)	218.00

Rp. 218juta – (D3+D4) = Rp. 54.000.000,00 (22,17% dari nilai proyek)

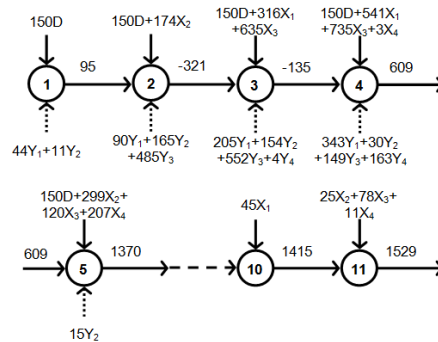
- BEP tercapai di antara bulan Juni dan Juli, yaitu pada saat nilai S4-S5 sebesar 0~207juta telah memenuhi kebutuhan modal dana D3+D4 sebesar Rp. 164juta.



Gambar 9. Grafik *Cashflow* Proyek IV

3.5. Analisa data multi proyek

Pembuatan diagramatis alur uang masuk dan uang keluar perusahaan adalah sebagai berikut:



Keterangan:

- D → alokasi dana tiap bulan
- X → termijn proyek
- B → dana bantuan/pinjaman
- Y → pengeluaran proyek

Gambar 10. Diagramatis Rencana Alur *Cashflow* Multi Proyek

Dari hasil pemrograman linear untuk model Proyek IV didapat hasil antara lain:

- Nilai P4=1, dimana menunjukkan bahwa kemampuan perusahaan (rekanan) untuk menangani proyek tersebut adalah sebesar 100% atau dapat menyelesaikan pekerjaan tanpa tambahan dana.
- Dana sebesar Rp. 150juta (D3) dibutuhkan di bulan Mei dan pada bulan kedua Juni hanya dibutuhkan dana Rp. 14juta (D4).
- Objective Function Max* pada bulan Januari 2013 sebesar Rp. 218.000.000,-, yang berarti keuntungan perusahaan adalah:

Dari hasil analisa data proyek I, II, III dan IV di atas, apabila perusahaan menginginkan mengerjakan keempat proyek tersebut secara bersamaan, maka didapat permodelan matematis gabungan sebagai berikut:

Fungsi Tujuan:

$$\text{Max } Z = S_{11}$$

Fungsi Batasan:

$$D_1 + B_1 - 44P_1 - 11P_2 - S_1 = 0$$

$$D_2 + B_2 - 90P_1 + 9P_2 - 485P_3 + S_1 - S_2 = 0$$

$$D_3 + B_3 + 111P_1 - 154P_2 + 83P_3 - 4P_4 + S_2 - S_3 = 0$$

$$\begin{aligned}
&D_4 + B_4 + 198P_1 - 30P_2 + 586P_3 - 160P_4 + S_3 - S_4 \\
&= 0 \\
&D_5 + B_5 + 284P_2 + 120P_3 + 207P_4 + S_4 - S_5 = 0 \\
&S_5 - S_6 = 0 \\
&S_6 - S_7 = 0 \\
&S_7 - S_8 = 0 \\
&S_8 - S_9 = 0 \\
&45P_1 + S_9 - S_{10} = 0 \\
&25P_2 + 78P_3 + 11P_4 + S_{10} - S_{11} = 0 \\
&0 \leq D_i \leq 150 \quad i = 1 \dots 5 \\
&0 \leq P_i \leq 1 \quad i = 1 \dots 4 \\
&B_i \geq 0 \quad i = 1 \dots 5 \\
&S_i \geq 0 \quad i = 1 \dots 11
\end{aligned}$$

Dari hasil *running software* didapatkan hasil seperti dalam tabel dibawah ini:

Tabel 13. Hasil *Running Software* Multi Proyek (juta rupiah)

OPTIMUM SOLUTION SUMMARY "PROYEK 1, 2, 3, 4"			
Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution
S1	95.00	0.00	0.00
S2	0.00	0.00	0.00
S3	131.07	0.00	0.00
S4	487.22	0.00	0.00
S5	1168.80	0.00	0.00
S6	1168.80	0.00	0.00
S7	1168.80	0.00	0.00
S8	1168.80	0.00	0.00
S9	1168.80	0.00	0.00
S10	1213.80	0.00	0.00
S11	1276.17	1.00	1276.17
D1	150.00	0.00	0.00
D2	150.00	0.00	0.00
D3	150.00	0.00	0.00
D4	150.00	0.00	0.00
D5	150.00	0.00	0.00
B1	0.00	0.00	0.00
B2	0.00	0.00	0.00
B3	0.00	0.00	0.00
B4	0.00	0.00	0.00
B5	0.00	0.00	0.00
P1	1.00	0.00	0.00
P2	1.00	0.00	0.00
P3	0.34	0.00	0.00
P4	1.00	0.00	0.00
Objective	Function	(Max.) =	1276.17

SENSITIVITY ANALYSIS "PROYEK 1, 2, 3, 4"			
Constraint	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
Mar '12	-1.79	-321.00	95.00
Apr '12	-1.79	-321.00	164.00
Mei '12	-1.00	(-M)	131.07
Jun '12	-1.00	(-M)	487.22
Jul '12	-1.00	(-M)	1168.80
Agus '12	-1.00	(-M)	1168.80
Sep '12	-1.00	(-M)	1168.80
Okt '12	-1.00	(-M)	1168.80
Nov '12	-1.00	(-M)	1168.80
Des '12	-1.00	(-M)	1213.80
Jan '13	-1.00	(-M)	1276.17

Dari hasil pemrograman linear untuk model proyek diatas ternyata untuk dana maksimum sebesar Rp. 150juta setiap bulan didapat hasil nilai P3=0,34, dimana menunjukkan bahwa

kemampuan perusahaan untuk menangani proyek tersebut adalah sebesar 34% atau tidak dapat menyelesaikan pekerjaan tanpa tambahan dana.

Berdasarkan hasil analisa sensitivitas, didapat nilai *Min. RHS* pada bulan Maret dan April sebesar -321juta, yang menunjukkan bahwa tambahan dana yang harus disediakan adalah sebesar Rp. 321juta, dimana dana bantuan tersebut dapat dimasukan pada bulan Maret dan paling lambat adalah pada bulan April.

Hasil *running software* setelah dilakukan penyesuaian dengan memasukkan nilai variabel "B2" didapat hasil seperti dalam tabel dibawah ini:

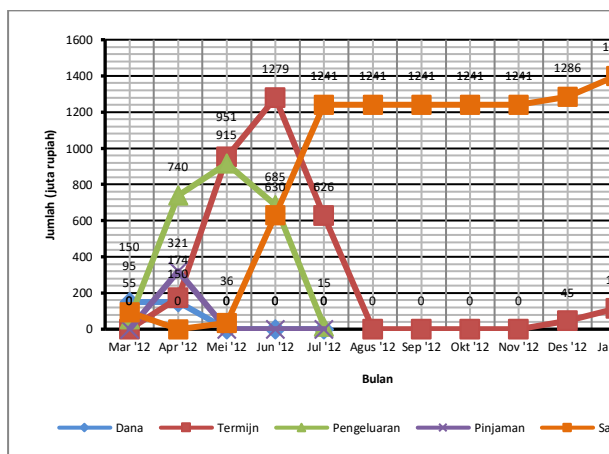
Tabel 14. Hasil *Running Software* Multi Proyek – Revisi (juta rupiah)

OPTIMUM SOLUTION SUMMARY "PROYEK 1, 2, 3, 4" (REVISI)			
Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution
S1	95.00	0.00	0.00
S2	0.00	0.00	0.00
S3	36.00	0.00	0.00
S4	630.00	0.00	0.00
S5	1241.00	0.00	0.00
S6	1241.00	0.00	0.00
S7	1241.00	0.00	0.00
S8	1241.00	0.00	0.00
S9	1241.00	0.00	0.00
S10	1286.00	0.00	0.00
S11	1400.00	1.00	1400.00
D1	150.00	0.00	0.00
D2	150.00	0.00	0.00
D3	0.00	0.00	0.00
D4	0.00	0.00	0.00
D5	0.00	0.00	0.00
B1	0.00	0.00	0.00
B2	321.00	0.00	0.00
B3	0.00	0.00	0.00
B4	0.00	0.00	0.00
B5	0.00	0.00	0.00
P1	1.00	0.00	0.00
P2	1.00	0.00	0.00
P3	1.00	0.00	0.00
P4	1.00	0.00	0.00
Objective	Function	(Max.) =	1400.00

SENSITIVITY ANALYSIS "PROYEK 1, 2, 3, 4" (REVISI)			
Constraint	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
Mar '12	-1.00	(-M)	0.00
Apr '12	1.00	(-M)	0.00
Mei '12	-1.00	(-M)	36.00
Jun '12	-1.00	(-M)	630.00
Jul '12	-1.00	(-M)	1241.00
Agus '12	-1.00	(-M)	1241.00
Sep '12	-1.00	(-M)	1241.00
Okt '12	-1.00	(-M)	1241.00
Nov '12	-1.00	(-M)	1241.00
Des '12	-1.00	(-M)	1286.00
Jan '13	-1.00	(-M)	1400.00

Dari hasil revisi pemrograman linear untuk model keempat proyek diatas, didapatkan hasil antara lain:

1. Nilai P_1, P_2, P_3 dan $P_4 = 1$, dimana menunjukkan bahwa kemampuan perusahaan untuk menangani proyek tersebut adalah sebesar 100%.
2. Dana sendiri sebesar Rp. 150juta tiap bulan dibutuhkan di bulan Maret dan April.
3. Pada bulan April dibutuhkan tambahan dana pinjaman Rp. 321juta (B2).
4. *Objective Function Max* pada bulan Januari 2013 sebesar Rp. 1.400.000.000,00, yang berarti keuntungan kotor perusahaan adalah: Rp. 1.400juta - $(D_1+D_2+B_2) =$ Rp. 779.000.000,00 (22,19% dari nilai total proyek I, II, III dan IV)
5. Dengan memperhatikan besar bunga bank 15% per tahun, maka keuntungan bersih perusahaan adalah:
 $=$ Rp. 1.400juta - $(D_1+D_2+D_3) - (B_2 \times 115\%)$
 $=$ Rp. 1.400juta - Rp. 300juta - Rp. 369,15juta
 $=$ Rp. 730.850.000,00 (20,82% dari nilai total proyek I, II, III dan IV)
6. BEP tercapai di antara bulan Mei dan Juni, yaitu pada saat nilai S_3-S_4 sebesar 36~630juta telah memenuhi kebutuhan modal dana $D_1+D_2+B_2$ sebesar Rp. 621juta.



Gambar 11. Grafik Cashflow Multi Proyek

KESIMPULAN

Dari uraian hasil dan analisa yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan dalam penelitian ini, antara lain:

1. Dengan menggunakan metode pemrograman linear dapat dianalisa kemampuan perusahaan dalam mengerjakan proyek, yaitu:
 - a) Kemampuan perusahaan untuk mengerjakan Proyek I (*single project*), variabel kelayakan didapat nilai $P_1=1$

yang menunjukkan bahwa kemampuan perusahaan untuk menyelesaikan proyek tersebut adalah sebesar 100% atau dapat menyelesaikan pekerjaan tanpa tambahan dana.

- b) Kemampuan perusahaan untuk mengerjakan Proyek II (*single project*), variabel kelayakan didapat nilai $P_2=1$ yang menunjukkan bahwa kemampuan perusahaan untuk menyelesaikan proyek tersebut adalah sebesar 100% atau dapat menyelesaikan pekerjaan tanpa tambahan dana.
 - c) Kemampuan perusahaan untuk mengerjakan Proyek III (*single project*), variabel kelayakan didapat nilai $P_3=0,31$ yang menunjukkan bahwa kemampuan perusahaan untuk menyelesaikan proyek tersebut hanya sebesar 31% atau tidak dapat menyelesaikan pekerjaan tanpa tambahan dana.
 - d) Kemampuan perusahaan untuk mengerjakan Proyek I (*single project*), variabel kelayakan didapat nilai $P_4=1$ yang menunjukkan bahwa kemampuan perusahaan untuk menyelesaikan proyek tersebut adalah sebesar 100% atau dapat menyelesaikan pekerjaan tanpa tambahan dana.
 - e) Kemampuan perusahaan apabila mengerjakan keempat proyek secara bersamaan (*multi project*), variabel kelayakan didapat nilai $P_1=1, P_2=1, P_3=0,34$ dan $P_4=1$ yang menunjukkan bahwa kemampuan perusahaan untuk menyelesaikan keempat proyek secara bersamaan mengalami kendala pada Proyek III, dimana kemampuan perusahaan untuk mengerjakan proyek hanya sebesar 34% atau tidak dapat menyelesaikan pekerjaan tanpa tambahan dana.
2. Analisa perencanaan pendanaan dan keuntungan yang optimal untuk keempat proyek yang menjadi obyek penelitian didapatkan hasil optimasi sebagai berikut:
 - a) Proyek I, dana sebesar **Rp. 134juta** (D_1) hanya dibutuhkan di bulan pertama saja (Maret), dan nilai *Objective Function Max* pada bulan Desember 2012 sebesar Rp. 354.000.000,00, yang

berarti keuntungan perusahaan adalah: Rp. 354juta–(D1) = **Rp. 220.000.000,00 (22,17% dari nilai proyek).**

b) Proyek II, dana sebesar **Rp. 150juta** (D1) dibutuhkan di bulan pertama saja (Maret) dan pada bulan kedua (April) hanya dibutuhkan dana **Rp. 36juta** (D2), dan nilai *Objective Function Max* pada bulan Januari 2013 sebesar Rp. 309.000.000,00, yang berarti keuntungan perusahaan adalah: Rp. 309juta–(D1+D2) = **Rp. 123.000.000,00 (22,45% dari nilai proyek).**

c) Proyek III, dana sendiri sebesar **Rp. 150juta** (D2) dibutuhkan di bulan April saja, dan pada bulan April pula dibutuhkan tambahan dana pinjaman **Rp. 335juta** (B2). Nilai *Objective Function Max* pada bulan Januari 2013 sebesar Rp. 867.000.000,00, yang berarti keuntungan kotor perusahaan adalah: Rp. 867juta–(D2+B2) = **Rp. 382.000.000,00 (22,13% dari nilai proyek).** Dengan memperhatikan besar bunga bank 15% per tahun, maka keuntungan bersih perusahaan adalah: Rp. 867juta–(D2)–(B2 x 115%) = **Rp. 331.750.000,00 (19,22% dari nilai proyek).**

d) Proyek IV, dana sebesar **Rp. 150juta** (D3) dibutuhkan di bulan Mei dan pada bulan kedua Juni hanya dibutuhkan dana **Rp. 14juta** (D4), dan nilai *Objective Function Max* pada bulan Januari 2013 sebesar Rp. 218.000.000,-, yang berarti keuntungan perusahaan adalah: Rp. 218juta – (D3+D4) = **Rp. 54.000.000,00 (22,17% dari nilai proyek).**

e) *Multi project*, dana sendiri sebesar **Rp. 150juta** tiap bulan dibutuhkan di bulan Maret dan April. Pada bulan April pula dibutuhkan tambahan dana pinjaman **Rp. 321juta** (B2). Nilai *Objective Function Max* pada bulan Januari 2013 sebesar Rp. 1.400.000.000,00, yang berarti keuntungan kotor perusahaan adalah: Rp. 1.400juta – (D1+D2+B2) = **Rp. 779.000.000,00 (22,19% dari nilai total proyek I, II, III dan IV).** Dengan memperhatikan besar bunga bank 15%

per tahun, maka keuntungan bersih perusahaan adalah: Rp. 1.400juta – (D1+D2+D3) – (B2 x 115%) = **Rp. 730.850.000,00 (20,82% dari nilai total proyek I, II, III dan IV)**

SARAN

Beberapa saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya antara lain:

1. Obyek penelitian selanjutnya dapat mengambil jenis proyek konstruksi yang memiliki jenis kontrak selain lump-sum. Dapat dilakukan terhadap kontrak unit price, turnkey, atau penggabungan dari jenis kontrak lump-sum, unit price dan turnkey.
2. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan terhadap proyek konstruksi yang memiliki jangka waktu kontrak yang lebih panjang (lebih dari satu tahun).
3. Penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dengan cara melakukan analisa keuangan perusahaan dalam satu periode anggaran perusahaan.
4. Penelitian selanjutnya dapat dikembangkan pula dengan menambahkan optimasi terhadap waktu dan mutu proyek.

DAFTAR PUSTAKA

1. Agustini, Rahmadi. 2004. Riset Operasional Konsep-Konsep Dasar. Rineka Cipta, Jakarta
2. Burke, Rory. 2004. Project Management. John Willey & Sons Inc, Australia
3. Ervianto, Wulfram. 2005. Manajemen Proyek Konstruksi. Andi Offset, Yogyakarta
4. Gilbreath, Robert D. 1992. Managing Construction Contracts: Operational Controls for Commercial Risks, 2nd Edition. John Willey & Sons Inc, Australia
5. Hiller, Libberman. 1990. Pengantar Riset Operasi. Mc Graw-Hill Book Company, Jurong-Singapore
6. Hinze, Jimmie W. 1997. Construction Safety. Prentice Hall Inc., Columbus Ohio
7. Keputusan Presiden Nomor 80 Tahun 2003 Tentang Pedoman Pelaksanaan Pengadaan Barang / Jasa Pemerintah : Beserta Penjelasannya. Karina, Surabaya
8. Kistiani, Frida. 2010. Optimasi Pendanaan Proyek Dengan Teknik Pemrograman Linier (Studi Kasus:

- Proyek-proyek dengan Kontrak Unit Price).
Universitas Diponegoro, Semarang
9. Mawdesley, Michael. 1997. Planning and Controlling Construction Projects The Best Laid Plans. Addison Wesley Longman, British
 10. Mulyono, Sri. 1999. Operations Research. Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, Jakarta
 11. Muzayanah, Yannu. 2008. Pemodelan Proporsi Sumber Daya Proyek Konstruksi. Universitas Diponegoro, Semarang
 12. Nisendi B, Anwar. 2000. Linear Programming . Gramedia, Jakarta
 13. Partono, Windu. 2007. Evaluasi Kelayakan Pendanaan Proyek dengan Teknik Pemrograman Linier. Jurnal Teknik (ISSN: 1978-1697) Vol. 28 hal 1-8
 14. Persero, PP. 2003. Buku Referensi Untuk Kontraktor Bangunan Gedung dan Sipil. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
 15. Sahid, Muh. Nur. 2004. Pengendalian dan Optimasi Waktu, Biaya Menggunakan Metode Simulated Annealing. Indonesian Scientific Jurnal Database Vol. 15 hal 143-153
 16. Siswanto. 1992. Pemrograman Linear Lanjutan. Penerbit Universitas Atma Jaya, Yogyakarta
 17. Soeharto, Iman. 2001. Manajemen Proyek. Penerbit Erlangga, Jakarta
 18. Stokes, Mc Neil. 1990. Construction Law in Contractor's Language. McGraw-Hill Companies, Michigan
 19. Sudarsana, Dewa Ketut. 2008. Pengendalian Biaya dan Jadwal Terpadu Pada Proyek Konstruksi. Jurnal Teknik Sipil Vol. 12 No.2
 20. Taha, H.A. 1993. Operations Research 5th edition. Collier Macmillan
 21. Widjaya, Ali Aksum. 2007. Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 85 tahun 2006 Tentang Perubahan Keenam Atas Keputusan Presiden Nomor 80 Tahun 2003 Tentang Pedoman Pelaksanaan Pengadaan Barang Jasa Pemerintah. CV Duta Nusindo, Semarang
 22. Winston, Wayne L. 2003. Introduction to Mathematical Programming 4 th Edition. Brooks Cole, Pacific Grove
 23. Yasin, H. Nazarkhan. 2006. Mengenal Kontrak Konstruksi di Indonesia. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta