

Aplikasi Program Linier Lindo Pada Akselerasi Proyek Rehabilitasi SDN 16 Pinrang Sulawesi Selatan

*Application Program Lindo Linear Acceleration In Rehabilitation Projects
SDN 16 Pinrang South Sulawesi*

Indah Handayasari¹ dan Nona Novita Salida²

¹Jurusan Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknik - PLN
e-mail : indahhalim22@gmail.com

²Jurusan Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknik - PLN

Abstrak --- Akselerasi pada jaringan kerja proyek yang sederhana biasanya dilakukan dengan prosedur manual yaitu dengan Critical Path Method (CPM) atau Project Evaluation and Review Technique (PERT). Pada dasarnya metode tersebut menggunakan pendekatan trial and error yang berguna untuk memperagakan logika akselerasi. Namun dalam persoalan jaringan kerja proyek yang lebih rumit dan membutuhkan kecepatan pengolahan data yang tinggi, analisis CPM/PERT akan mengalami kesulitan dan bahkan tidak memungkinkan lagi dilakukan dikarenakan ketergantungan kegiatan yang satu dengan yang lainnya serta perbedaan biaya dari kegiatan tersebut. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode analisis yang dapat menentukan kombinasi nilai percepatan yang tepat untuk setiap kegiatan proyek. Seiring perkembangan zaman dan teknologi telah banyak program komputer yang dibuat khusus untuk memproses pengolahan data proyek, salah satu diantaranya adalah program aplikasi LINDO (Linier Interactive Discrete Optimizer). Berdasarkan perhitungan aplikasi metode program linier LINDO pada kasus proyek rehabilitasi SDN 16 Pinrang Sulawesi Selatan diperoleh biaya total minimum sebesar Rp 45.349.571,65.- untuk akselerasi dari 120 hari menjadi 70 hari serta didapatkan besarnya waktu percepatan yang tepat untuk masing-masing aktivitas.

Kata Kunci : Akselerasi, Jaringan kerja, LINDO, Critical Path Method, Project Evaluation and Review Technique

Abstract --- Acceleration on simple network project work usually done by manual procedures, namely the Critical Path Method (CPM) or Project Evaluation and Review Technique (PERT). Basically the method of using the trial and error approach that is useful to demonstrate the acceleration logic. But in matters of network project that is more complicated and requires a high speed data processing, analysis CPM/PERT will have difficulties and even no longer possible due to the dependence of the activities carried out with one another as well as differences in the cost of these activities. Therefore, we need a method of analysis that can determine the right combination of acceleration values for each project activity. As the times and technology has a lot of programs designed specifically to process data processing projects, one of which is an application LINDO (Linear Interactive Discrete Optimizer) program. Based on the calculation method of linear programming LINDO application in the case of rehabilitation projects SDN 16 Pinrang South Sulawesi obtained a minimum total cost of Rp 45,349,571.65.- to accelerate from 120 days to 70 days and obtained the magnitude of the acceleration time is right for each activity.

Keywords : Acceleration, Networking, LINDO, Critical Path Method, Project Evaluation and Review Technique

1. PENDAHULUAN

Dalam penjadwalan suatu proyek terkadang pelaksanaannya dihadapkan dengan masalah keharusan untuk mengurangi waktu pelaksanaan pekerjaan proyek yang dijadwalkan untuk memenuhi batas akhir penyelesaian proyek tersebut. Dengan kata lain, penyelesaian proyek tersebut harus lebih cepat daripada yang diindikasikan sebelumnya. Percepatan penyelesaian proyek (*Akselerasi*) dapat dilakukan apabila disertai dengan penambahan sumber daya, baik tenaga kerja, peralatan, jam lembur dan lainnya, tetapi hal tersebut akan menimbulkan penambahan biaya proyek secara

keseluruhan. Oleh karena itu, keputusan untuk mengurangi lamanya waktu pelaksanaan proyek harus didasarkan atas pertimbangan analisis pertukaran (*Trade-Off*) antara waktu dan biaya.

Salah satu metode analisis yang dianggap praktis untuk permasalahan ini adalah penggunaan Program Linier. Seiring perkembangan zaman dan teknologi, telah banyak program komputer yang dibuat (siapa pun) dengan menyediakan data dalam format yang telah ditentukan) khusus untuk memproses pengolahan data proyek yang diinginkan. Program yang telah jadi ini disebut *Application Program* dan untuk penyelesaian masalah program linier,

Application Program yang dapat digunakan antara lain LINDO (*Linear Interactive Discrete Optimizer*). Program ini memiliki banyak keunggulan diantaranya memungkinkan perhitungan masalah pemrograman linear dengan “n” variabel, dimana prinsip kerja utama LINDO yaitu memasukkan data, menyelesaikan serta menaksirkan kebenaran dan kelayakan data berdasarkan penyelesaiannya. Selain itu juga program LINDO sangat mudah dioperasikan.

Maksud dan Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai pada penulisan ini adalah :

1. Menganalisis bagaimana mengoptimisasi biaya akselerasi total pada proyek akselerasi berdasarkan batas seberapa jauh aktivitas-aktivitas proyek yang bersangkutan secara terpisah dapat dipercepat.
2. Memberikan alternatif penyelesaian masalah-masalah akselerasi proyek yang lebih mudah, terutama pada proyek yang lebih kompleks dengan menggunakan Metode Program Linier dengan menggunakan software yang disebut LINDO.

Program Linier

Program Linier adalah program yang menggunakan model matematika linier untuk menjelaskan persoalan yang dihadapinya. Kata sifat *linier* di sini adalah seluruh fungsi matematik berupa fungsi-fungsi linier yang menggunakan hubungan antar dua atau lebih variabel dimana hubungan yang dimaksud adalah hubungan langsung antar dua variabelnya. Sedangkan kata *program* di sini menyatakan penggunaan teknik matematika tertentu untuk mendapatkan kemungkinan pemecahan yang terbaik atas persoalan yang melibatkan sumberdaya yang terbatas. Jadi, program linier dalam kasus ini adalah suatu metode perencanaan aktifitas-aktifitas untuk memperoleh hasil yang optimum dengan menggunakan teknik matematika linier.

Model Dasar Program Linier

Model program linier memiliki tiga unsur utama, yaitu:

1. Variabel Putusan yaitu variabel yang akan menentukan nilai suatu analisis tujuan.
2. Fungsi Tujuan yaitu fungsi matematik yang menunjukkan tujuan yang dikehendaki, baik itu maksimum maupun minimum.
3. Fungsi Kendala yaitu fungsi matematik yang akan membatasi pemaksimalan atau meminimuman nilai tujuan.

Model dasar program linier adalah :

$$Z = C_1 x_1 + C_2 x_2 + \dots + C_n x_n \dots\dots\dots (1)$$

Persamaan ini merupakan rumusan dari fungsi tujuan, dimana yang dicari adalah nilai-nilai $x_1, x_2,$

...., x_n . Dengan syarat bahwa fungsi tujuan tersebut memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

$$\begin{aligned} a_{11}.x_1 + a_{12}.x_2 + a_{1n}.x_n &\leq \text{atau} \geq b_1 \\ a_{21}.x_1 + a_{22}.x_2 + a_{2n}.x_n &\leq \text{atau} \geq b_2 \\ \dots\dots\dots + \dots\dots\dots + \dots\dots\dots &\leq \text{atau} \geq \dots \\ \dots\dots\dots + \dots\dots\dots + \dots\dots\dots &\leq \text{atau} \geq \dots \\ \dots\dots\dots + \dots\dots\dots + \dots\dots\dots &\leq \text{atau} \geq \dots \\ a_{m1}.x_1 + a_{m2}.x_2 + a_{mn}.x_n &\leq \text{atau} \geq b_m \dots\dots (2) \end{aligned}$$

Atau dituliskan dengan singkat sebagai berikut :

Fungsi tujuan :
 $Z = \sum C_j x_j$; untuk $j = 1, 2, \dots, n$ (3)

Dengan syarat :
 $\sum a_{ij} x_j \leq \text{atau} \geq b_i$; untuk $i = 1,2, \dots, m$ dan $x_j > 0$
 Dimana :

- C_j = Koefisien bilangan tertentu
- X_j = Variabel fungsi tujuan
- $a_{i,j}$ = Koefisien perubah fungsi kendala
- b_i = Bilangan konstanta tertentu
- Z = Nilai fungsi tujuan

Selanjutnya dalam penyelesaian program linier diperlukan asumsi-asumsi tertentu yang harus terpenuhi, antara lain :

1. Program linier dapat diselesaikan dengan baik bila koefisien $a_{i,j}$ bernilai positif.
2. $F(x)$ = Fungsi linier atau $a_{i,j}.x_{i,j} = b_i$ adalah fungsi linier dan seluruh pembatasnya harus berbentuk persamaan dengan menggunakan pertanda $\geq, =, \text{maupun} \leq$, dengan ruas kanan yang non negatif.
3. Fungsi tujuannya juga merupakan fungsi linier
 $C_j x_j = F(x) =$ Fungsi tujuan.

Gambaran verbal dari lingkungan persoalan, identifikasi tujuan yang dikehendaki, sumberdaya yang tersedia serta batasannya, cara sumberdaya tersebut diolah secara bersamaan, kebutuhan yang harus dipenuhi, juga semua angka dan variabel relevan yang mengukur semua aspek lingkungan adalah aspek yang diperlukan sebelum memecahkan persoalan program linier. Proses mengubah data yang diperoleh dari lapangan kedalam ekspresi matematika guna menangkap hubungan yang relevan dengan tujuan dan batasan tersebut disebut sebagai Pemodelan matematik dan hasil gambaran persoalan matematik disebut model matematik.

Akselerasi Proyek

Akselerasi proyek adalah suatu metode untuk mempersingkat lamanya waktu penyelesaian proyek dengan mengurangi waktu satu atau lebih aktifitas proyek menjadi kurang dari waktu normal aktifitas. Pengurangan dalam waktu normal inilah yang didefinisikan sebagai *akselerasi*. Akselerasi proyek juga sering diidentikkan dengan *Crash Program* yaitu proses mempercepat waktu pelaksanaan,

sedangkan proyek yang mengalami percepatan atau akselerasi disebut dengan proyek akselerasi.

Beberapa hal yang menjadi alasan atau penyebab sehingga suatu proyek mengalami percepatan (akselerasi), antara lain :

- Adanya perubahan rencana pelaksanaan proyek dari pihak yang terkait.
- Adanya keterlambatan pelaksanaan pekerjaan dari schedule, sedang waktu pelaksanaan pekerjaan terbatas.

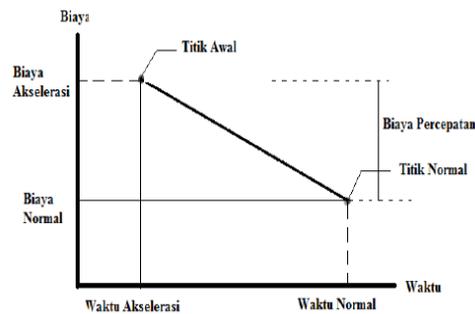
Pada akselerasi proyek, hubungan antara waktu dan biaya walaupun tidak selamanya berbanding lurus, namun dalam kasus ini dianggap berbanding lurus, dimana semakin banyak waktu yang dipersingkat maka semakin besar pula biaya yang timbul. Hal ini dikarenakan adanya penambahan pemakaian sumberdaya yang menimbulkan biaya langsung maupun biaya tidak langsung pada saat proyek diakselerasi. Lamanya waktu pelaksanaan proyek dapat dikurangi dengan menambah sumberdaya untuk aktifitas proyek baik itu tenaga kerja, material, peralatan dan juga seringkali dalam bentuk penambahan jam kerja (lembur). Penambahan sumberdaya ini akan mengakibatkan peningkatan biaya proyek secara keseluruhan, sehingga keputusan untuk mempercepat pelaksanaan proyek harus didasarkan pada analisis pertukaran (*trade-off*) antara waktu dan biaya yang sekecil mungkin.

Analisis Waktu dan Biaya Proyek Akselerasi

Salah satu metode analisis yang banyak dipakai dalam menganalisis waktu dan biaya suatu proyek adalah analisis CPM/PERT. Persoalan pokok yang menjadi obyek analisis metode ini adalah :

- Berapa besar waktu dan biaya yang diperlukan untuk suatu proyek bila waktu penyelesaian normal.
- Berapa besar waktu dan biaya yang diperlukan untuk suatu proyek bila waktu pelaksanaannya diakselerasi, kegiatan mana yang harus diakselerasi agar biaya akselerasi minimum.

Bila suatu proyek diselesaikan dalam waktu normal, biaya yang dibutuhkan dalam penyelesaian kegiatan tersebut dikategorikan sebagai biaya normal dan waktu yang digunakannya disebut waktu normal. Namun bila akselerasi suatu proyek dikehendaki maka diperlukan suatu biaya tambahan sebagai biaya akselerasi dan waktu untuk menyelesaikan proyek lebih cepat dari waktu normalnya disebut waktu akselerasi. Dari gambaran di atas dapat diasumsikan bahwa hubungan biaya proyek dan waktu penyelesaian kegiatan tersebut berbanding terbalik secara linier. Hubungan dari kedua kondisi itu secara sederhana dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 1. Grafik hubungan waktu-biaya normal dan akselerasi

Pada Gambar 1. di atas dapat dilihat bahwa semakin cepat waktu akselerasi suatu kegiatan maka biaya aktifitas semakin meningkat secara linier. Jika selisih biaya antara biaya normal dengan biaya akselerasi dinyatakan dengan “**Bt**” dan selisih waktu normal dengan waktu akselerasi dinyatakan dengan “**y**”, maka biaya akselerasi persatuan waktu atau **Slope Cost (Cs)** dapat ditunjukkan dengan persamaan :

$$Cs = Bt / y \dots\dots\dots (4)$$

Slope cost dan waktu akselerasi tersebut akan menjadi pusat perhatian dalam analisis CPM/PERT, karena salah satu persoalan pokok yang ingin diselesaikan dalam analisis ini adalah menemukan kombinasi waktu akselerasi yang tepat pada masing-masing kegiatan agar biaya total akselerasi menjadi minimum.

Pada umumnya biaya akselerasi persatuan waktu (**Cs**) tiap kegiatan pada suatu proyek akselerasi berbeda-beda. Dengan memilih nilai **Cs** yang terkecil pada suatu kegiatan untuk diakselerasi semaksimal mungkin, maka secara otomatis biaya akselerasi total yang merupakan jumlah dari biaya akselerasi tiap kegiatan akan minimum. Yang menjadi masalah adalah bila waktu maksimum akselerasi kegiatan yang memiliki nilai **Cs** terkecil telah di akselerasi semaksimal mungkin sedangkan umur penyelesaian proyek yang dikehendaki belum tercapai.

Program Linier pada Proyek Akselerasi

Penentuan waktu akselerasi pada suatu jaringan kerja proyek akselerasi dengan metode program linier bukan hal yang baru. CPM proyek akselerasi mengutamakan analisis biaya dan waktu penyelesaian proyek agar bisa diketahui berapa besar biaya tambahan yang harus dikeluarkan bila waktu penyelesaian proyek tersebut dipercepat. Sejauh waktu percepatan itu mempunyai hubungan linier dengan biaya total percepatannya maka persoalan tersebut dapat diselesaikan dengan model *Program Linier*.

Sebagai langkah awal dalam merumuskan program linier dalam CPM proyek akselerasi ada tiga hal utama yang harus ditentukan yaitu :

1. Variabel Keputusan

Variabel keputusan dari CPM proyek akselerasi dapat ditemukan dengan menganalisis hal-hal yang dapat mempengaruhi tujuan yang hendak dicapai yaitu menemukan kegiatan yang harus dipercepat serta menentukan waktu percepatannya agar biaya percepatan totalnya minimum. Variabel putusan dari model ini adalah waktu percepatan kegiatan. Hal-hal yang terkait dengan waktu percepatan sebagai variabel-variabel putusan adalah :

- Waktu tercepat mulai suatu item pekerjaan
- Waktu tercepat selesai suatu item pekerjaan
- Jumlah waktu akselerasi suatu item pekerjaan

2. Fungsi Tujuan

Tujuan akselerasi proyek adalah untuk mengurangi lamanya waktu proyek pada tingkat biaya akselerasi minimum. Koefisien fungsi tujuan adalah berupa aktifitas biaya akselerasi persatuan waktu. Biaya akselerasi adalah biaya biaya tambahan persatuan waktu dengan waktu percepatan. Sedangkan variabel-variabel pada fungsi tujuan mengindikasikan jumlah satuan waktu masing-masing aktifitas akan dipercepat.

3. Fungsi Kendala

Fungsi kendala adalah fungsi matematik yang menjadi pembatas untuk mencapai nilai ekstrim. Dalam CPM kendala-kendala itu muncul sebagai akibat dari keterkaitan dan ketergantungan antara kegiatan yang satu dengan yang lain. Kendala tersebut menggambarkan batas jumlah waktu masing-masing aktifitas dapat dipercepat agar memenuhi syarat-syarat akselerasi.

Hal lain yang juga penting dalam merumuskan metode program linier adalah kelengkapan data yang diperlukan. Adapun data yang dimaksudkan antara lain :

1. Diagram jaringan kerja proyek.
2. Data biaya akselerasi maksimum tiap kegiatan hasil analisis CPM/PERT sebelumnya.
3. Data waktu akselerasi maksimum tiap kegiatan hasil analisis CPM/PERT sebelumnya.
4. Waktu akselerasi total/umur proyek berdasarkan permintaan dari pihak proyek.

2. METODA

Adapun tahapan-tahapan penelitian yang dilakukan yaitu :

1. Studi literatur.
2. Pengumpulan data sekunder.
3. Pemodelan matematik :
 - Penentuan variabel keputusan
 - Penentuan variabel waktu percepatan aktifitas
4. Penyusunan fungsi tujuan.
5. Penyusunan fungsi kendala.

6. Penyelesaian program linier dengan aplikasi program LINDO.

7. Analisa dan Pembahasan.

8. Kesimpulan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

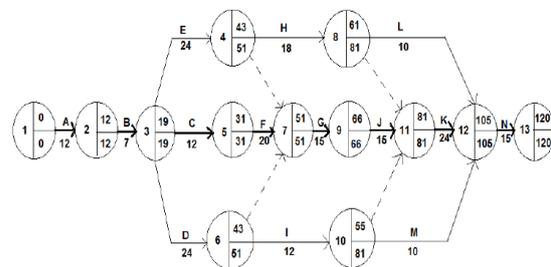
Data Proyek Akselerasi

Data yang digunakan diperoleh dari Dinas Pendidikan dan Olahraga Kabupaten Pinrang Sulawesi Selatan untuk proyek rehabilitasi SDN 16 Pinrang. Berdasarkan data yang didapatkan dikarenakan satu dan lain hal proyek tersebut harus dipercepat dari waktu normalnya. Dari hasil analisis CPM/PERT proyek tersebut diperoleh durasi maksimum dan biaya percepatan tiap item pekerjaan seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Proyek Akselerasi

No	Aktivitas	Waktu (Hari)		Biaya (Rp)	
		Normal	Revisi Max.	Normal	Revisi Max.
1	A	12	6	5.1250.00,00	7.687.500,00
2	B	7	4	1.854.877,27	2.473.169,693
3	C	12	6	56.027.778,78	97.541.668,17
4	D	24	17	202.536.181,42	243.043.417,70
5	E	20	17	39.529.829,92	47.435.795,70
6	F	20	11	71.080.951,54	94.774.602,05
7	G	15	9	143.109.936,30	178.887.420,40
8	H	18	9	66.816.825,92	100.225.230,90
9	I	12	6	80.555.946,90	120.833.920,00
10	J	15	8	7.630.288,90	10.173.718,53
11	K	24	17	5.021.037,82	6.025.245,384
12	L	10	5	6.170.601,00	9.255.901,50
13	M	10	5	8.840.850,12	13.261.275,18
14	N	15	9	59.701.89,11	74.627.367,64

Proyek ini ingin dipercepat waktu penyelesaiannya menjadi 70 hari dari waktu normal 120 hari seperti yang terlihat pada Gambar 2. dengan nilai akselerasi yang tepat untuk masing-masing item pekerjaan dari sekian kemungkinan yang terjadi pada tiap item pekerjaan sehingga dapat tercapai umur proyek yang diinginkan dengan tingkat biaya akselerasi paling minimum.



Gambar 2. Diagram Kerja Waktu Normal

Pemodelan Matematik

Langkah pemodelan matematika untuk proyek akselerasi tersebut adalah sebagai berikut :

1. Penentuan Variabel Keputusan

Variabel-variabel keputusan dalam analisis proyek akselerasi ini terdiri dari variabel waktu kejadian tercepat simpul. Jumlah variabel keputusan pada waktu kejadian tercepat simpul (X_i atau X_j) dalam

proyek akselerasi ini sama dengan banyaknya simpul pada jaringan proyek akselerasi yaitu sebanyak 13 variabel. Untuk simpul (1) variabel keputusannya adalah X_1 dan X_2 untuk simpul (2), demikian seterusnya. Variabel keputusan waktu kejadian tercepat simpul secara lengkap dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2. Variabel Keputusan Waktu Kejadian Tercepat Simpul

Nomor Simpul	Variabel Keputusan
1	X_1
2	X_2
3	X_3
4	X_4
5	X_5
6	X_6
7	X_7
8	X_8
9	X_9
10	X_{10}
11	X_{11}
12	X_{12}
13	X_{13}

2. Variabel Waktu Percepatan Aktifitas

Jumlah variabel keputusan waktu percepatan (Y_i, j) dalam proyek akselerasi ini adalah sebanyak 18 variabel, sesuai dengan jumlah kegiatan ditambah jumlah *dummy*. Variabel-variabel keputusan percepatan aktifitas selengkapnya dapat dilihat pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Variabel Keputusan Percepatan Aktifitas

Item	Aktifitas		Variabel Keputusan
	$i \rightarrow j$		
A	1 → 2		$Y_{1.2}$
B	2 → 3		$Y_{2.3}$
C	3 → 5		$Y_{3.5}$
D	3 → 6		$Y_{3.6}$
E	3 → 4		$Y_{3.4}$
F	5 → 7		$Y_{5.7}$
G	7 → 9		$Y_{7.9}$
H	4 → 8		$Y_{4.8}$
I	6 → 10		$Y_{6.10}$
J	9 → 11		$Y_{9.11}$
K	11 → 12		$Y_{11.12}$
L	8 → 12		$Y_{8.12}$
M	10 → 12		$Y_{10.12}$
N	1 → 13		$Y_{1.13}$
d1	4 → 7		$Y_{4.7}$
d2	6 → 7		$Y_{6.7}$
d3	8 → 11		$Y_{8.11}$
d4	10 → 11		$Y_{10.11}$

Penyusunan Fungsi Tujuan (Objective Function)

Hal pertama yang perlu diketahui sebelum menyusun fungsi tujuan adalah menentukan koefisien ($C_{i,j}$) dalam fungsi tujuan, dimana koefisien tersebut merupakan *slope biaya percepatan* masing-masing kegiatan. Hasil perhitungan koefisien $C_{i,j}$ secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Slope Cost Aktifitas

Item	$i \rightarrow j$	Waktu			Biaya			Slope Cost (Rp/Hari) (Bt : (Nt - Aks.))
		Normal (Hari)	Revisi (Hari)	Akselerasi (Hari)	Normal (Nc)	Revisi Maks (Cc)	Biaya Tambahan (Bt = Cc - Nc)	
A	1 → 2	12	6	6	5.1250.00.00	7.687.500.00	2.564.500	427.416.67
B	2 → 3	7	5	4	1.854.877.27	2.473.169.69	618.292.42	206.097.47
C	3 → 5	12	7	6	56.027.778.78	97.541.668.17	32.513.889.39	5.418.981.57

D	3 → 6	24	20	17	202.536.181.42	243.043.417.70	40.507.236.28	5.786.748.04
E	3 → 4	24	20	17	39.529.829.92	47.435.795.70	7.905.965.98	1.129.423.71
F	5 → 7	20	10	11	71.080.951.54	94.774.620.05	23.693.668.51	2.632.629.83
G	7 → 9	15	11	9	143.109.936.30	178.887.420.40	35.777.484.10	5.962.914.02
H	4 → 8	18	12	9	66.816.825.92	100.225.230.90	33.408.404.98	3.712.045.00
I	6 → 10	12	6	6	80.555.946.90	120.833.920.00	40.277.973.10	6.712.995.52
J	9 → 11	15	9	8	7.630.288.90	10.173.718.53	2.543.429.63	363.347.09
K	11 → 12	24	24	17	5.021.037.82	6.025.245.38	1.004.207.56	143.458.22
L	8 → 12	10	10	5	6.170.601.00	9.255.901.50	3.085.300.50	617.060.10
M	10 → 12	10	5	5	8.840.850.12	13.261.275.18	4.420.425.06	884.085.01
N	1 → 13	15	9	9	59.701.89.11	74.627.367.64	14.925.473.53	2.487.578.92
d1	4 → 7	0	0	0	.....	.....	.....	.....
d2	6 → 7	0	0	0	.....	.....	.....	.....
d3	8 → 11	0	0	0	.....	.....	.....	.....
d4	10 → 11	0	0	0	.....	.....	.....	.....
Total					763.000.000,00	.....	.....	.....

Setelah mengetahui koefisien $C_{i,j}$, dengan mengacu pada persamaan sebelumnya, maka fungsi tujuan untuk proyek akselerasi ini adalah sebagai berikut :

Minimumkan :

$$Z = 427.416,67y_{1.2} + 206.097,47y_{2.3} + 5.418.981,57y_{3.5} + 5.786.748,04y_{3.6} + 1.129.432,71y_{3.4} + 2.632.629,83y_{5.7} + 5.962.914,02y_{7.9} + 2.712.045,00y_{4.8} + 6.712.995,52y_{6.10} + 363.347,09y_{9.11} + 143.458,22y_{11.12} + 617.060,1y_{8.12} + 884.085,01y_{10.12} + 2.487.578,92y_{12.13}$$

Penyusunan Fungsi Kendala (Constraint Function)

Fungsi kendala program linier pada proyek akselerasi terdiri dari :

a. Fungsi kendala 1 : Batasan waktu percepatan aktifitas

Tabel 5. Fungsi Kendala Percepatan

Item	Aktifitas		Fungsi
	$i \rightarrow j$		
A	1 → 2		$Y_{1.2} \leq 6$
B	2 → 3		$Y_{2.3} \leq 4$
C	3 → 5		$Y_{3.5} \leq 6$
D	3 → 6		$Y_{3.6} \leq 17$
E	3 → 4		$Y_{3.4} \leq 17$
F	5 → 7		$Y_{5.7} \leq 11$
G	7 → 9		$Y_{7.9} \leq 9$
H	4 → 8		$Y_{4.8} \leq 9$
I	6 → 10		$Y_{6.10} \leq 6$
J	9 → 11		$Y_{9.11} \leq 8$
K	11 → 12		$Y_{11.12} \leq 17$
L	8 → 12		$Y_{8.12} \leq 5$
M	10 → 12		$Y_{10.12} \leq 5$
N	1 → 13		$Y_{1.13} \leq 9$
d1	4 → 7		$Y_{4.7} = 0$
d2	6 → 7		$Y_{6.7} = 0$
d3	8 → 11		$Y_{8.11} = 0$
d4	10 → 11		$Y_{10.11} = 0$

b. Fungsi kendala 2 : Kendala pada waktu kejadian tercepat simpul

Tabel 6. Fungsi Kendala Waktu Kejadian Tercepat

Item	Aktifitas		Fungsi
	$i \rightarrow j$		
A	1 → 2		$X_1 - X_2 + Y_{1.2} \geq 6$
B	2 → 3		$X_2 - X_3 + Y_{2.3} \geq 4$
C	3 → 5		$X_3 - X_5 + Y_{3.5} \geq 6$
D	3 → 6		$X_3 - X_6 + Y_{3.6} \geq 17$
E	3 → 4		$X_3 - X_4 + Y_{3.4} \geq 17$
F	5 → 7		$X_5 - X_7 + Y_{5.7} \geq 11$
G	7 → 9		$X_7 - X_9 + Y_{7.9} \geq 9$
H	4 → 8		$X_4 - X_8 + Y_{4.8} \geq 9$
I	6 → 10		$X_6 - X_{10} + Y_{6.10} \geq 6$
J	9 → 11		$X_9 - X_{11} + Y_{9.11} \geq 8$
K	11 → 12		$X_{11} - X_{12} + Y_{11.12} \geq 17$
L	8 → 12		$X_8 - X_{12} + Y_{8.12} \geq 5$

M	10 → 12	$X_{10} - X_{12} + Y_{10.12} \geq 5$
N	1 → 13	$X_1 - X_3 + Y_{1.13} \geq 9$
d1	4 → 7	$X_4 - X_7 + Y_{4.7} \geq 0$
d2	6 → 7	$X_6 - X_7 + Y_{6.7} \geq 0$
d3	8 → 11	$X_8 - X_{11} + Y_{8.11} \geq 0$
d4	10 → 11	$X_{10} - X_{11} + Y_{10.11} \geq 0$

c. Fungsi kendala 3 : Batasan durasi proyek
 Pada proyek akselerasi ini aktifitas terakhirnya adalah aktifitas N, sehingga nilai simpul akhir waktu kejadian tercepat aktifitas N (x_{13}) diharuskan bernilai 70, yang merupakan jumlah waktu penyelesaian kegiatan proyek akselerasi yang diinginkan sehingga fungsi kendala tersebut dapat dinyatakan sebagai $x_{13} = 70$.

Penyelesaian Program Linier Dengan Aplikasi Program LINDO

Berdasarkan hasil pemodelan matematika program linier pada proyek akselerasi di atas sudah terbilang rumit dan kompleks serta memiliki fungsi kendala yang cukup banyak, maka dipilih menyelesaikannya dengan komputerisasi atau dengan software yang dikenal dengan sebutan LINDO v6.1. Dari hasil aplikasi yang dilakukan didapatkan hasil sebagai berikut :

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1.2	6.000000	0.000000
Y2.3	4.000000	0.000000
Y3.5	0.000000	2786351.750000

Gambar 3. Hasil Program LINDO v6.1

Pada Gambar 3. baris pertama variabel keputusan $Y_{1.2}$ bernilai 6 pada kolom "Value" yang berarti $Y_{1.2} = 6$ yang mengindikasikan bahwa nilai percepatan dari kegiatan $1 \rightarrow 2$ adalah 6 hari, sehingga waktu revisi (durasi baru) aktifitas $1 \rightarrow 2$ harus dikurangi 6 hari dari durasi semula. Interpretasi data hasil pengolahan program LINDO untuk nilai variabel-variabel keputusan secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8. berikut :

Tabel 7. Nilai Variabel Percepatan Aktivitas

Aktivitas	Variabel Percepatan	Nilai
A	Y1.2	6
B	Y2.3	4
C	Y3.5	0
D	Y3.6	0
E	Y3.4	0
F	Y5.7	6
G	Y7.9	0
H	Y4.8	0
I	Y6.10	0
J	Y9.11	8
K	Y11.12	17
L	Y8.12	0
M	Y10.12	0
N	Y1.13	9
d1	Y4.7	0
d2	Y6.7	0
d3	Y8.11	0
d4	Y10.11	0

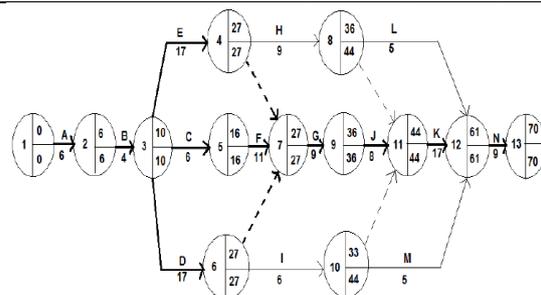
Tabel 8. Nilai Variabel Waktu Kejadian Tercepat Simpul

Nomor Simpul	Variabel Keputusan	Nilai
1	X_1	0
2	X_2	6
3	X_3	9
4	X_4	33
5	X_5	21
6	X_6	35
7	X_7	35
8	X_8	51
9	X_9	50
10	X_{10}	47
11	X_{11}	57
12	X_{12}	64
13	X_{13}	70

Dari data interpretasi hasil pengoperasian program LINDO dapat diaplikasikan kedalam perencanaan proyek akselerasi seperti pada Tabel 9. serta percepatannya langsung ke dalam diagram kerja proyek akselerasi seperti pada Gambar 4. berikut ini :

Tabel 9. Hasil Analisis Program Linier LINDO Pada Proyek Akselerasi

Item	i → j	Waktu			Biaya			Slope Cost (Rp/Hari) (Bt : (Nt - Aks.)
		Normal (Hari)	Revisi (Hari)	Akselerasi (Hari)	Normal (Nc)	Revisi Maks (Cc)	Biaya Tambahan (Bt = Cc - Nc)	
A	1 → 2	12	6	6	5.1250.000,00	7.687.500,00	2.564.500	427.416,67
B	2 → 3	7	5	4	1.854.877,27	2.473.169,69	618.292,42	206.097,47
C	3 → 5	12	7	6	56.027.778,78	97.541.668,17	.....	.....
D	3 → 6	24	20	17	202.536.181,42	243.043.417,70	.....	.....
E	3 → 4	24	20	17	39.529.829,92	47.435.795,70	.....	.....
F	5 → 7	20	10	11	71.080.951,54	94.774.620,05	23.693.668,51	2.632.629,83
G	7 → 9	15	11	9	143.109.936,30	178.887.420,40	.....	.....
H	4 → 8	18	12	9	66.816.825,92	100.225.230,90	.....	.....
I	6 → 10	12	6	6	80.555.946,90	120.833.920,00	.....	.....
J	9 → 11	15	9	8	7.630.288,90	10.173.718,53	2.543.429,63	363.347,09
K	11 → 12	24	24	17	5.021.037,82	6.025.245,38	1.004.207,56	143.458,22
L	8 → 12	10	10	5	6.170.601,00	9.255.901,50	.....	.....
M	10 → 12	10	5	5	8.840.850,12	13.261.275,18	.....	.....
N	1 → 13	15	9	9	59.701.89,11	74.627.367,64	14.925.473,53	2.487.578,92
d1	4 → 7	0	0	0	.....	.....	.....	.....
d2	6 → 7	0	0	0	.....	.....	.....	.....
d3	8 → 11	0	0	0	.....	.....	.....	.....
d4	10 → 11	0	0	0	.....	.....	.....	.....
Total					763.000.000,00	808.349.571,65	45.349.571,65	.....



Gambar 4. Diagram Kerja Waktu Akselerasi

Tabel 9. dan Gambar 4. merupakan kesimpulan informasi yang lengkap untuk seluruh aktifitas dalam jaringan proyek akselerasi dan merupakan jawaban pengambilan keputusan manajemen dalam proyek akselerasi tersebut. Pada Gambar 4. menunjukkan Informasi lain untuk aktifitas A yaitu aktifitas A dalam kondisi akselerasi dimulai pada hari ke-0 dan selesai pada hari ke-6 dengan durasi baru 6 hari. Demikian pula untuk aktifitas yang lainnya dapat dilihat data akselerasinya pada informasi dari hasil analisis tersebut.

4. SIMPULAN

1. Dalam aplikasi metode program linier untuk menganalisis dan menentukan waktu akselerasi proyek yang tepat untuk mendapatkan biaya akselerasi proyek yang optimum, ada tiga hal yang harus diketahui yaitu penentuan variabel keputusan, penentuan fungsi tujuan dan perumusan seluruh fungsi kendala yang ada dalam jaringan kerja proyek.
2. Berdasarkan perhitungan aplikasi metode program linier LINDO pada kasus proyek rehabilitasi SDN 16 Pinrang Sulawesi Selatan diperoleh biaya total minimum sebesar Rp 45.349.571,65,- untuk akselerasi dari 120 hari menjadi 70 hari serta juga didapat besarnya waktu percepatan yang tepat untuk masing-masing aktivitas.

5. SARAN

Untuk menjamin keakuratan dan ketepatan hasil yang didapat pada penggunaan program linier sangat perlu dicermati terutama dalam membuat pemodelan matematika yaitu penentuan variabel, penyusunan variabel dan penyusunan fungsi tujuan.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kepala Sekolah SDN 16 Pinrang Sulawesi Selatan beserta jajarannya, sehingga terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Haedar Ali, Tubagus., 1997, *Prinsip-prinsip Network Planning*, Gramedia Pustaka Utama, Indonesia.
- Santosa, Budi., 2000, *Manajemen Proyek, Konsep dan Implementasi*, Graha Ilmu.
- Soeharto, Iman, Ir., 1997, *Manajemen Proyek, dari Konsep sampai Operasional*, Erlangga, Jakarta, Indonesia.
- Taylor, W. Bernard., 2005, *Sains Manajemen*, Salemba Empat, Jakarta, Indonesia.