

## **ANALISIS BIAYA DAN WAKTU OPTIMAL PADA PROYEK RUKO PASKAL HYPERSQUARE DENGAN LEAST COST SCHEDULING**

Yohanes L.D. Adianto<sup>1</sup>, Ali Maliki<sup>1</sup>, Wisnu Prasetyo<sup>2</sup>

### **ABSTRACT**

*So many construction projects had been done without optimal project cost and optimal project time completion. Time needed for project completion actually can be shortened with using more economical resources.*

*This paper will try to analyze how to get an optimal project cost and optimal project time completion. This is a case study of Paskal Hypersquare Ruko project which is located at Pasir Kaliki Street, Bandung.*

*Analysis will be done on structural works and wall fixing, both activities will be accelerated using overtime work schedule on critical works. All will be done in accordance with worker's coefficient standard which is set by Dinas Tata Ruang dan Permukiman Jawa Barat for year 2004, and also in accordance with worker's pay standard issued by Jurnal Bahan Bangunan Jawa Barat year 2004 edition.*

*From 21 acceleration alternatives which were analyzed, finally found the most optimal project alternative. With this alternative, the project can be completed in 158 days with a total project cost Rp 31.658.654.555,00.*

*As conclusion, this optimal alternative will save cost as much as Rp 14.831.515,00 and shortened the completion time 7 days earlier.*

**Keywords** : *least cost scheduling, time, cost, optimal project cost, project acceleration*

### **PENDAHULUAN**

Dalam perencanaan jadwal suatu proyek konstruksi, sering kali timbul pertanyaan apakah kurun waktu tersebut sudah optimal, dapatkah kurun waktu penyelesaian proyek dipersingkat dengan menambah biaya atau sumber daya lain, dalam batas-batas yang ekonomis.

Biaya proyek terdiri dari biaya langsung dan biaya tak langsung. Biaya langsung adalah biaya untuk segala sesuatu yang akan

menjadi komponen permanen hasil akhir proyek sedangkan biaya tak langsung adalah biaya pengeluaran untuk manajemen, supervisi, dan pembayaran material serta jasa untuk pengadaan proyek yang tidak akan menjadi produk permanen, tetapi diperlukan dalam rangka proses pembangunan proyek.

Salah satu cara menentukan total biaya proyek yang optimal adalah dengan menjumlahkan kurva biaya langsung dan biaya tak langsung pada proyek tersebut.

<sup>1</sup> Staf Pengajar Tetap Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.

<sup>2</sup> Alumnus Jurusan Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.

Biaya optimal didapat dengan mencari total biaya proyek yang terendah.

Kurva biaya langsung terhadap waktu penyelesaian proyek dibuat dengan cara cost & scheduling trade off, yang menganalisis sejauh mana jadwal dapat diperpendek secara ekonomis dengan menambahkan biaya langsung terhadap kegiatan yang masih bisa dipercepat kurun waktu pelaksanaannya.

Least Cost Scheduling, bertujuan mempersingkat waktu penyelesaian proyek untuk mencari jadwal proyek yang optimal yaitu jadwal dengan biaya langsung, tak langsung, dan total yang minimal. Tulisan ini bertujuan menentukan biaya dan waktu optimal pada proyek Ruko Paskal HyperSquare yang berlokasi di jalan Pasir Kaliki, Bandung. Analisis dilakukan pada pekerjaan struktur dan pasangan dinding, yang mempergunakan alternatif percepatan mengadakan lembur pada pekerjaan kritis, dengan koefisien pekerja yang dikeluarkan oleh Dinas Tata Ruang dan Permukiman Jawa Barat tahun 2004, dan upah pekerja yang dikeluarkan oleh Jurnal Bahan Bangunan Jawa Barat edisi 2004.

## JARINGAN KERJA

Suatu proyek dapat berjalan baik jika penjadwalan tiap-tiap kegiatan yang harus dilakukan direncanakan dengan tepat. Sehubungan dengan hal tersebut maka baik pemilik proyek maupun pelaksana biasanya membuat suatu jadwal waktu pelaksanaan pekerjaan (*time schedule*).

Jadwal waktu pelaksanaan pekerjaan ini ditentukan berdasarkan hasil analisa jaringan kerja (*network analysis*). Yang dimaksud dengan jaringan kerja adalah urutan-urutan langkah kerja berupa kegiatan-kegiatan yang saling berhubungan dan membentuk suatu jaringan kerja. Jaringan kerja ini akan menunjukkan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek.

Terdapat beberapa cara untuk membuat tampilan grafis jaringan kerja suatu proyek, antara lain Metode Jalur Kritis (*Critical Path Method*), Precedence Diagram Method (PDM), Program Evaluation and Review Technique (PERT), Graphical Evaluation and Review Technique (GERT).

Tipe analisa jaringan kerja yang akan dipakai pada pembahasan ini adalah Precedence Diagram Method. PDM ini adalah salah satu tipe jaringan kerja yang sering digunakan pada proyek-proyek teknik sipil.

## Hubungan Biaya Dengan Waktu Pelaksanaan

Salah satu cara untuk mengetahui hubungan antara biaya dengan waktu pelaksanaan suatu proyek adalah dengan menggambarkannya pada sebuah grafik. Berdasarkan pembagian komponen biaya diatas, maka terdapat dua buah grafik, yaitu grafik waktu-biaya langsung dan grafik waktu-biaya tak langsung. lalu dari kedua grafik tersebut dibuat sebuah grafik yang menunjukkan hubungan antara waktu dengan biaya total pelaksanaan suatu proyek.

Besarnya biaya langsung (*direct cost*) untuk pelaksanaan suatu proyek berdasarkan pada tenaga kerja yang tersedia atau banyaknya tenaga kerja yang dapat bekerja secara efisien, serta jumlah peralatan yang tersedia yang bekerja dengan produktivitas maksimum. Dengan dibuatnya jaringan kerja, dapat ditentukan jalur kritis proyek tersebut untuk selanjutnya didapat waktu pelaksanaan proyek.

Besarnya biaya tidak langsung (*indirect cost*) untuk pelaksanaan suatu proyek bergantung pada lamanya waktu pelaksanaan proyek tersebut. Semakin lama waktu pelaksanaan pekerjaan tersebut maka jumlah biaya tidak langsung yang harus dikeluarkan semakin besar. Penambahan biaya tidak langsung proyek biasanya ditetapkan sebagai fungsi

langsung dari waktu pelaksanaan proyek, berupa sejumlah biaya tetap yang harus dikeluarkan untuk setiap satuan waktu pelaksanaan.

### **LEAST COST SCHEDULING**

Konsep dari *Least Cost Scheduling* ini adalah menentukan kondisi yang optimal untuk biaya dan waktu dalam proses pelaksanaan proyek konstruksi, dimana untuk mendapatkan kondisi yang optimal tersebut dilakukan percepatan pelaksanaan proyek.

Untuk mempercepat waktu pelaksanaan proyek maka yang harus dipercepat adalah kegiatan-kegiatan yang bersifat kritis. Ada beberapa alternatif untuk mempercepat durasi proyek, yaitu seperti menambah tenaga kerja, mengadakan lembur, atau dapat juga melakukan perubahan metode pelaksanaan konstruksi. Dengan melaksanakan beberapa alternatif agar durasi proyek lebih pendek, maka pada proyek tersebut akan muncul tambahan biaya sesuai alternatif yang dilaksanakan.

Untuk membuat perencanaan waktu dan biaya pelaksanaan suatu proyek perlu dilakukan hal-hal mempelajari spesifikasi pekerjaan, menguraikan pekerjaan, mempelajari hubungan antar kegiatan, membuat jaringan kerja, membuat analisis waktu dan biaya tiap kegiatan, membuat tabel waktu dan biaya pelaksanaan, melakukan proses optimasi waktu dan biaya, dan yang terakhir mendapatkan waktu dan biaya yang optimal.

Mempelajari spesifikasi pekerjaan yaitu Spesifikasi pekerjaan akan didapat dari data-data awal untuk pelaksanaan proyek, seperti jangka waktu pelaksanaan, metode pelaksanaan yang akan dipakai, dan lain-lain yang akan menentukan dalam perencanaan waktu dan biaya pelaksanaan proyek tersebut.

Menguraikan pekerjaan menjadi sejumlah kegiatan yang relevan untuk dianalisa. Selanjutnya mempelajari hubungan

ketergantungan logis antar kegiatan untuk pelaksanaannya yaitu pada tahap ini dicari hubungan antara kegiatan-kegiatan tersebut. Hubungan yang menentukan dalam tahap ini adalah hubungan yang bersifat seri, atau secara logika kegiatan tersebut hanya dapat dilakukan setelah kegiatan sebelumnya dikerjakan.

Membuat diagram jaringan kerja untuk pekerjaan tersebut, dimana hasil dari langkah-langkah sebelumnya berupa kegiatan-kegiatan yang harus dilakukan beserta logika ketergantungannya menjadi masukan bagi pembuatan diagram jaringan kerja. Setelah diagram selesai dibuat maka dapat dilihat model waktu pelaksanaan untuk masing-masing kegiatan.

Membuat analisis waktu dan biaya langsung untuk masing-masing kegiatan yaitu tiap-tiap kegiatan pada proyek tersebut akan dianalisis waktu dan biaya langsung pelaksanaan untuk tiap-tiap alternatif metode pelaksanaan. Langkah-langkah kerja yang dilakukan dalam melakukan analisis waktu dan biaya pelaksanaan untuk tiap-tiap kegiatan akan dijelaskan pada pembahasan tersendiri.

Membuat tabel waktu dan biaya langsung pelaksanaan, tabel waktu dan biaya langsung pelaksanaan ini berisikan data waktu dan biaya langsung pelaksanaan tiap-tiap alternatif metode pelaksanaan untuk seluruh kegiatan proyek tersebut.

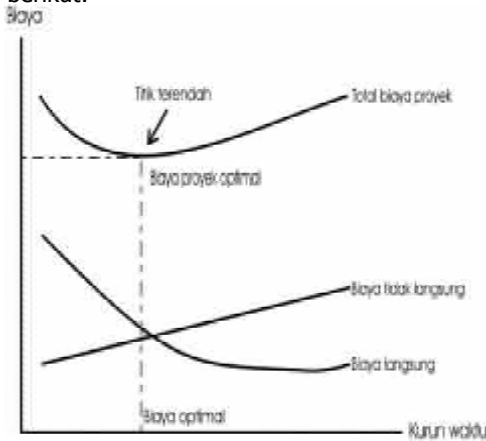
Melakukan proses optimasi waktu dan biaya langsung pelaksanaan proyek, dari data berupa tabel waktu dan biaya pelaksanaan dilakukan proses optimasi untuk mendapatkan waktu dan biaya langsung pelaksanaan proyek yang optimal. Hasil dari proses optimasi ini adalah biaya langsung terendah untuk tiap-tiap waktu pelaksanaan proyek yang mungkin dilakukan.

Mendapatkan waktu dan biaya pelaksanaan proyek yang optimal, setelah biaya langsung dan biaya tak langsung didapat maka diperoleh biaya pelaksanaan proyek tersebut untuk tiap-tiap waktu pelaksanaan

Analisis Biaya dan Waktu Optimal pada Proyek Ruko Paskal Hypersquare  
dengan Least Cost Scheduling

proyek yang mungkin dilaksanakan. Selanjutnya, pada suatu waktu pelaksanaan akan didapat biaya pelaksanaan yang paling rendah, yang menjadi tujuan dari perencanaan waktu dan biaya pelaksanaan proyek.

Perhitungan *cost & scheduling trade off* (*cost slope*) dan total biaya proyek dapat menggunakan rumus-rumus sebagai berikut:



Gambar 1. Hubungan Biaya dan Waktu Pelaksanaan Proyek (Ahuja, 1994)-

$$\text{Cost Slope} = (C_c - C_n) / (T_n - c) \dots\dots\dots (1)$$

dimana:

$C_c$  = Biaya dipercepat

$C_n$  = Biaya normal

$T_n$  = Waktu normal

$T_c$  = Waktu dipercepat

$$\text{Total biaya proyek} = B. \text{ langsung} + B. \text{ tak langsung} \dots\dots\dots (2)$$

Titik optimal untuk biaya proyek ini dapat dilihat pada kurva hubungan antara biaya dan waktu, seperti terlihat pada Gambar 1.

**STUDI KASUS**

Studi kasus pada penulisan ini adalah Proyek Ruko Hyper Square Blok A & B yang berlokasi di Pasir Kaliki Bandung. Dengan

jumlah ruko 126 unit, luas total bangunan 31.752 m<sup>2</sup>. Biaya total proyek adalah Rp. 31.673.487.068 yang terdiri dari biaya langsung proyek Rp. 30.373.487.068 dan biaya tak langsung Rp. 1.300.000.000. Proyek dilaksanakan selama 165 hari.

Data awal jadwal penyelesaian proyek diasumsikan sebagai kondisi normal (kondisi yang belum dipercepat), seperti diperlihatkan oleh jadwal pelaksanaan pekerjaan struktur pada Gambar 2 dan dengan biaya langsung tiap kegiatan pada Tabel 1.

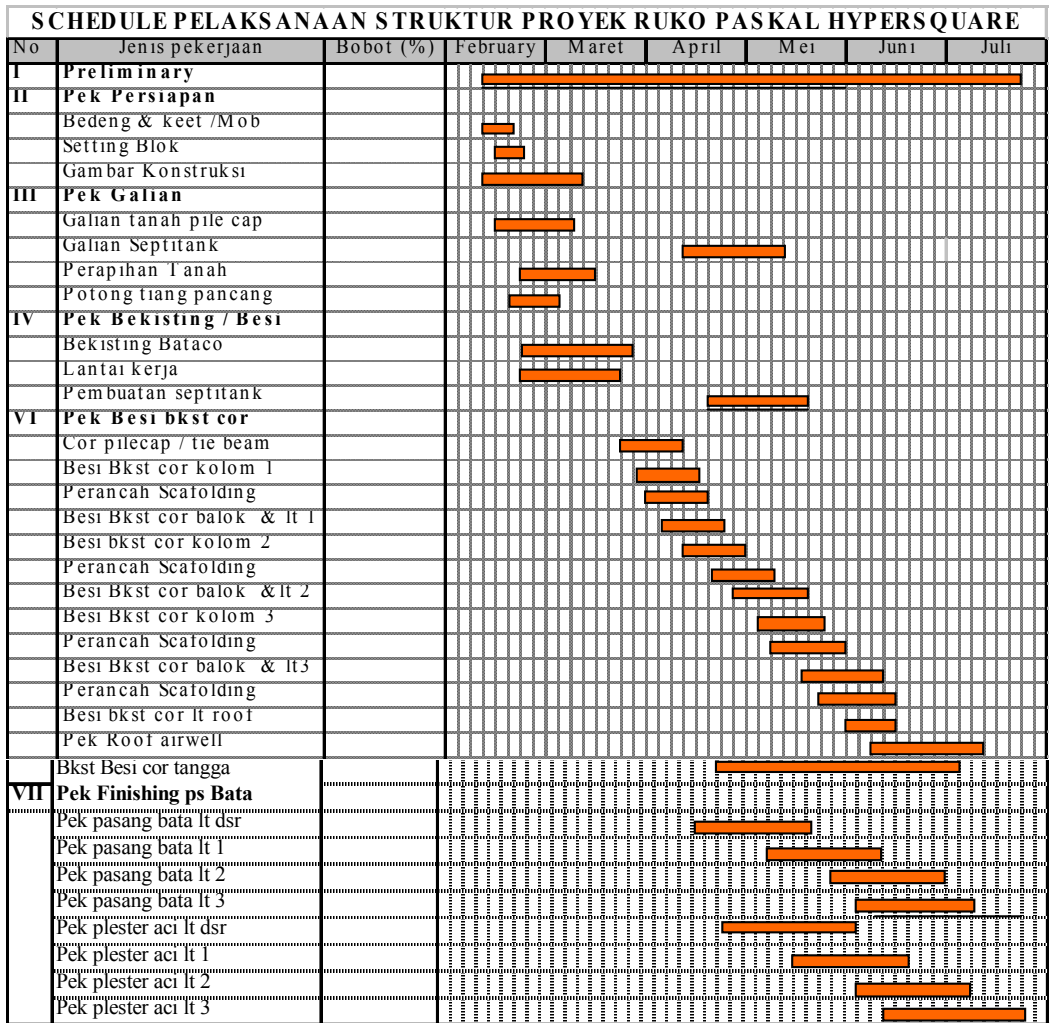
Tabel 1. Biaya Langsung Pekerjaan

Pekerjaan	Biaya Langsung (Rp)
Balok lt 1	1.791.304.536,16
Pelat lt 1	1.798.262.319,15
Kolom lt 1	772.280.514,27
Tangga lt 1	1.072.039.858,41
Balok lt 2	1.746.652.255,59
Pelat lt 2	2.112.157.038,87
Kolom lt 2	588.275.942,85
Tangga lt 2	995.747.535,18
Balok lt 3	1.704.376.214,62
Pelat lt 3	2.106.844.238,35
Kolom lt 3	441.048.416,99
Balok lt atap	1.934.711.776,76
Pelat lt atap	593.097.063,17
Roof airwell	496.962.966,50

Tabel 2. Koefisien dan Upah Pekerja

Pekerjaan	Koefisien Pekerja	Upah Pekerja (Rp)
Pembesian	0,068	30.000
Pembekistingan	0,47	30.000
Pengecoran	1,00	30.000
Galian	0,875	30.000

Untuk keperluan analisis jumlah dan upah pekerja di lapangan, digunakan tabel Dinas Tata Ruang dan Pemukiman Jawa Barat tahun 2004 dan Jurnal Bahan Bangunan edisi 2004 seperti pada Tabel 2.



Gambar 2. Jadwal Pelaksanaan Pekerjaan Struktur

Tabel 3. Volume Pekerjaan Struktur

	Volume Pekerjaan		
	Pembesian (kg)	Pembekistingan (m <sup>2</sup> )	Pembetonan (m <sup>3</sup> )
Lantai Dasar	226.348	16.450	1.852
Lantai 1	241.781	21.340	1.510
Lantai 2	231.865	20.216	1.636
Lantai 3	212.338	14.445	1.009
Lantai Atap	147.868	8.112	850
Lubang Udara	17.861	1.037	171

Analisis Biaya dan Waktu Optimal pada Proyek Ruko Paskal Hypersquare  
dengan Least Cost Scheduling

Tabel 4. Volume Pasangan Dinding

	Volume (m <sup>2</sup> )
Lantai Dasar	9.145,69
Lantai 1	9.511,62
Lantai 2	9.511,62
Lantai 3	11.337,79
Lantai Atap	642,88

Tabel 5. Alternatif Percepatan Proyek

Alt	Pekerjaan yang dipercepat	Durasi perc. (hari)	Biaya percepatan (Rp)	Pengurangan durasi proyek (hari)	Tambahan biaya per hari (Rp)
1	Kolom lt 3	2	3.930.000	1	-
2	Kolom lt 3	4	7.860.000	2	3.390.000
3	Kolom lt 3	4			
	Kolom lt 2	2	13.290.000	3	5.430.000
4	Kolom lt 3	4			
	Kolom lt 2	4	18.720.000	4	5.430.000
5	Alt 4				
	Galian	4	25.920.000	5	7.200.000
6	Alt 4				
	Galian	8	33.120.000	6	7.200.000
7	Alt 4				
	Galian	12	40.320.000	7	7.200.000
8	Alt 7				
	Finishing lt 3	1	51.480.000	8	11.160.000
9	Alt 7				
	Finishing lt 3	2	62.640.000	9	11.160.000
10	Alt 7				
	Finishing lt 3	3	73.800.000	10	11.160.000
11	Alt 7				
	Finishing lt 3	4	84.960.000	11	11.160.000
12	Alt 11				
	Kolom lt 1	4	102.150.000	12	17.190.000
13	Alt 12				
	Balok & pelat lt 2	2	125.540.000	13	23.390.000
14	Alt 12				
	Balok & pelat lt 2	4	148.930.000	14	23.390.000
15	Alt 12				
	Balok & pelat lt 2	6	172.320.000	15	23.390.000
16	Alt 15				
	Balok & pelat lt 3	2	197.220.000	16	24.900.000
17	Alt 15				
	Balok & pelat lt 3	4	222.120.000	17	24.900.000
18	Alt 18				
	Balok&pelat lt atap	3	252.090.000	18	29.970.000
19	Alt 18				
	Balok&pelat lt atap	6	282.060.000	19	29.970.000
20	Alt 19				
	Pile cap & tie beam	6	323.010.000	20	40.950.000
21	Alt 20				
	Balok & pelat lt 1	4	382.950.000	21	59.940.000

Tabel 6. Analisa Biaya dan Waktu Penyelesaian Proyek

Alt	Waktu (hari)	Biaya Langsung (Rp)	Biaya Tak Langsung (Rp)	Total Biaya Proyek (Rp)
Normal	165	30.373.487.068,00	1.300.000.000,00	31.673.487.068,00
1	164	30.377.537.068,00	1.292.121.212,00	31.669.658.280,00
2	163	30.381.347.068,00	1.284.242.424,00	31.665.589.492,00
3	162	30.386.777.068,00	1.276.363.636,00	31.663.140.704,00
4	161	30.392.207.068,00	1.268.484.848,00	31.660.691.916,00
5	160	30.399.407.068,00	1.260.606.061,00	31.660.013.129,00
6	159	30.406.607.068,00	1.252.727.273,00	31.659.334.341,00
7	158	30.413.807.068,00	1.244.848.485,00	31.658.655.553,00
8	157	30.424.967.068,00	1.236.969.697,00	31.661.936.765,00
9	156	30.436.127.068,00	1.229.090.909,00	31.665.217.977,00
10	155	30.447.287.068,00	1.221.212.121,00	31.668.499.189,00
11	154	30.459.447.068,00	1.213.333.333,00	31.672.780.401,00
12	153	30.475.637.068,00	1.205.454.545,00	31.681.091.613,00
13	152	30.499.027.068,00	1.197.575.758,00	31.696.602.826,00
14	151	30.522.417.068,00	1.189.696.970,00	31.712.114.038,00
15	150	30.545.807.068,00	1.181.818.182,00	31.727.625.250,00
16	149	30.570.707.068,00	1.173.939.394,00	31.744.646.462,00
17	148	30.595.607.068,00	1.166.060.606,00	31.761.667.674,00
18	147	30.625.577.068,00	1.158.181.818,00	31.783.758.886,00
19	146	30.655.547.068,00	1.150.303.030,00	31.805.850.098,00
20	145	30.696.497.068,00	1.142.424.242,00	31.838.921.310,00
21	144	30.756.437.068,00	1.134.545.455,00	31.890.982.523,00

Tabel 7. Biaya Optimal dan Waktu Penyelesaian Optimal

	Durasi Normal	Durasi Optimal	Selisih
Waktu penyelesaian Proyek	165 hari	158 hari	7 hari
Biaya Total Proyek	Rp31.673.487.068,00	Rp31.658.655.553,00	Rp14.831.515,00

## ANALISIS PERCEPATAN PROYEK

Untuk mempercepat pelaksanaan proyek maka perlu dilakukan percepatan pada pekerjaan-pekerjaan kritis. Jadwal pelaksanaan proyek yang sudah ada kemudian dianalisis dengan bantuan program primavera maka didapat pekerjaan-pekerjaan kritis pada proyek Ruko Paskal Hypersquare yaitu galian, balok lt 3 dan pelat lt 3, finishing lt 3, kolom lt 1, balok lt 1 dan pelat lt 1, pile cap dan tie beam, balok lt 2 dan pelat lt 2, kolom lt 2, kolom lt 3, balok lt atap dan pelat lt atap.

Analisis pekerjaan dalam kondisi normal dilakukan dengan cara menentukan jumlah pekerjaan yang dibutuhkan yang mempergunakan koefisien pekerja yang diambil dari daftar koefisien yang dikeluarkan oleh Dinas Tata Ruang dan Peremukiman Jawa Barat tahun 2004, sedangkan upah pekerja diambil dari jurnal bahan bangunan propinsi Jawa Barat tahun 2004. Setelah dihitung jumlah pekerja yang dibutuhkan, dapat dihitung biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek dalam kondisi normal.

Analisis pekerjaan-pekerjaan kritis yang dipercepat dilakukan dengan cara merubah koefisien pekerja yang dipengaruhi oleh jam kerja dan produktivitas pekerja pada saat jam lembur. Dengan demikian dapat diketahui jumlah pekerja lembur yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan proyek sesuai dengan waktu percepatan. Dengan mengetahui jumlah pekerja lembur, dapat dihitung tambahan biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek dalam kondisi percepatan. Dari

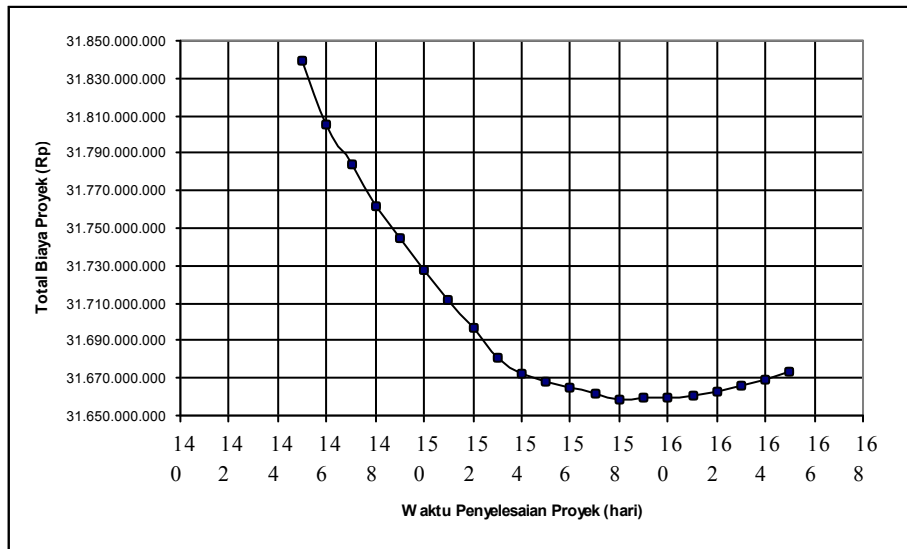
pertambahan biaya dan percepatan waktu dapat dihitung *cost slope* dengan menggunakan rumus (1).

Alternatif percepatan proyek didapat dengan menambahkan biaya tambahan mulai dari pekerjaan yang memiliki *cost slope* paling rendah sampai yang paling tinggi. Setelah dilakukan optimasi didapat alternatif percepatan dengan biaya pertambahannya seperti pada Tabel 5. Tabel 6 menunjukkan alternatif-alternatif biaya dan waktu penyelesaian proyek yang dapat dilakukan pada proyek Ruko Hyper Square.

## Analisa Biaya dan Waktu Penyelesaian Proyek Optimal

Biaya total proyek merupakan pertambahan antara biaya langsung dengan biaya tak langsung. Setelah tadi dilakukan beberapa analisis alternatif percepatan proyek dimana menghasilkan pertambahan biaya langsung, maka dengan melakukan penjumlahan antara biaya langsung hasil percepatan dan biaya tidak langsung yang akan berkurang akibat percepatan, maka kita dapat mengetahui besarnya biaya total proyek yang paling optimal. Hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 6 dan Tabel 7 menunjukkan biaya dan waktu optimal proyek.

Dengan menganalisa biaya optimal proyek menggunakan *Least Cost Scheduling* ini, maka nilai biaya proyek yang optimal akan terlihat jelas dengan menggunakan grafik hubungan antara biaya total proyek dan waktu penyelesaian proyek. Grafiknya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Hubungan Biaya Total Proyek dan Waktu Penyelesaian Proyek

### KESIMPULAN

Dari hasil analisis perhitungan didapat kesimpulan sebagai berikut :

- (1) Waktu optimal penyelesaian proyek ruko paskal hypersquare dicapai dengan mempercepat waktu pelaksanaan menjadi 158 hari, tujuh hari lebih cepat dari waktu penyelesaian rencana awal.
- (2) Biaya total optimal penyelesaian proyek ruko paskal hypersquare sebesar Rp31.658.655.553,00, lebih hemat sebesar Rp 14.831.515,00 dari anggaran awal.
- (3) Waktu Penyelesaian proyek tercepat yang dapat diterapkan untuk menyelesaikan proyek Ruko Paskal Hypersquare adalah selama 144 hari, 21 hari lebih cepat dari waktu penyelesaian rencana awal, dengan penambahan biaya total proyek sebesar Rp217.495.455,00.
- (4) Pekerjaan percepatan kolom lantai 3 memberikan *cost slope* paling rendah sebesar Rp3.930.000,00.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ahuja, H.N. 1994. *Project Management, Techniques in Planning and Controlling Construction Project*. USA: John Wiley & Sons Inc.
- Dipohusodo, Istimawan. 1996. *Manajemen Proyek dan Konstruksi. Jilid 1 & 2*. Jakarta: Kanisius.
- Sastraatmadja, A.Soedrajat. 1994. *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Bandung: Nova.
- Soeharto, Iman. 1997. *Manajemen Proyek: Dari Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta: Erlangga.
- Daftar Analisa Harga Satuan Pekerjaan*. 2004. Dinas Tata Ruang dan Permukiman Jawa Barat.
- Jurnal Bahan Bangunan Kota Bandung* (Edisi 2004). Dinas Tata Ruang dan Permukiman Jawa Barat.