

## OPTIMALISASI WAKTU PELAKSANAAN PROYEK MARK HOUSE SEBATU DENGAN METODE LEAST COST ANALYSIS

Ida Bagus Gede Indramanik<sup>1)</sup>, Juniada Pagehgi<sup>2)</sup>, Mohammad Sholi<sup>3)</sup>  
E-mail : [ibgindramanikstmt@gmail.com](mailto:ibgindramanikstmt@gmail.com)<sup>1)</sup>, [juniadapagehgi@gmail.com](mailto:juniadapagehgi@gmail.com)<sup>2)</sup>,  
[sholimohammad70@gmail.com](mailto:sholimohammad70@gmail.com)<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Teknik Sipil Universitas Ngurah Rai

### ABSTRAK

Proyek Mark House Sebatu beralamat di Desa Sebatu, Kecamatan Tegalalang, Kabupaten Gianyar. Proyek pekerjaan struktur pada proyek Mark House Sebatu senilai Rp 5.468.320.000. Proyek ini direncanakan selama 210 hari kalender yang dimulai tanggal 1 Oktober 2019 dan direncanakan selesai tanggal 31 April 2020, akan tetapi realisasi dilapangan proyek Mark House Sebatu mencapai progres 100% pada september 2020, dengan begitu proyek mengalami kemunduran penyelesaian 5 bulan. Metode yang digunakan untuk melakukan analisa optimalisasi durasi dan biaya dalam rangka mengembalikan durasi normal dan durasi optimum penyelesaian proyek adalah metode *Least Cost Analysis* dengan langkah awal membuat WBS ( *Work Breakdown Structure* ) kemudian menyusun jaringan kerja menggunakan metode PDM ( *Precedence Diagram Method* ) dengan bantuan software Ms project 2016, sehingga menghasilkan lintasan kritis yang kemudian dilakukan *crashing* dan melakukan percepatan dengan penambahan jam kerja atau lembur. Kemudian menghitung biaya langsung (*direct cost*) dan biaya tidak langsung (*indirect cost*) lalu membandingkan data yang di hasilkan dalam bentuk grafik. Hasil dari analisa menggunakan metode *Least Cost Analysis* untuk dapat mengembalikan durasi normal proyek dapat dilakukan dengan melakukan kerja lembur 4 jam pada pekerjaan, *RB2-Ring Beam, Suspended Slab roof 120mm thick (Roof dack SL +2.500), B6C-Beam, C1-Colum, Ground Slab floor 100mm thick (Service/Staff/Garage), C4-Colum, C10-Colum, C9-Colum, RB1-Ring Beam, RB1-Ring Beam, B5-Beam, RB3-Ring Beam*. Biaya total percepatan sebesar Rp5.490.063.811 dari biaya normal Rp 5.468.320.000 terjadi penambahan Rp 21.743.811. Atau biaya naik sekitar 0,40 % dari biaya normal, Sedangkan durasi dan biaya optimal proyek dapat dilakukan dengan melakukan kerja lembur 4 jam pada pekerjaan, *RB2- Ring Beam, Suspended Slab roof 120mm thick (Roof dack SL +2.500), B6C- Beam, Brick Wall Ground Floor*.

**Kata kunci:** *Optimalisasi, Percepatan Proyek, Metode Least Cost Analysis.*

### ABSTRACT

The Mark House Sebatu project is located in Sebatu Village, Tegalalang District, Gianyar Regency. The structural work project on the Mark House Sebatu project is worth Rp 5,468,320,000. This project is planned for 210 calendar days starting on October 1, 2019 and is planned to be completed on April 31, 2020, but the realization in the Sebatu Mark House project field reached 100% progress in September 2020, so the project experienced a 5-month delay in completion. The method used to analyze the duration and cost optimization in order to restore the normal duration and the optimum duration of project completion is the Least Cost Analysis method with the initial step of making a WBS (Work Breakdown Structure) then compiling a network using the PDM (Precedence Diagram Method) method with software tools. Ms project 2016, resulting in a critical path which is then crashing and accelerating with additional working hours or overtime. Then calculate the direct costs (direct costs) and indirect costs (indirect costs) and then compare the data generated in graphical form. The results of the analysis using the Least Cost Analysis method to be able to restore the normal duration of the project can be done by doing 4 hours of overtime work on the job, *RB2-Ring Beam, Suspended Slab roof 120mm thick (Roof dack SL +2,500), B6C-Beam, C1-Colum, Ground Slab floor 100mm thick (Service/Staff/Garage), C4-Colum, C10-Colum, C9-Colum, RB1-Ring Beam, RB1-Ring Beam, B5-Beam, RB3-Ring Beam*. The total cost of acceleration is Rp. 5,490,063,811 from the normal cost of Rp. 5,468,320,000, there is an addition of Rp. 21,743,811. Or costs increase about 0.40% from normal costs, While the optimal duration and cost of the project can be done by doing 4 hours of overtime work on the job, *RB2- Ring Beam, Suspended Slab roof 120mm thick (Roof dack SL +2,500), B6C- Beam, Brick Wall Ground Floor*.

**Keywords:** *Optimization, Project Acceleration, Least Cost Analysis Method*

## 1. PENDAHULUAN

Proyek Mark House Sebatu yang beralamat di Desa Sebatu, Kecamatan Tegalalang, Kabupaten Gianyar, merupakan rumah tinggal moderen yang bernuansa villa, bahkan suatu saat bisa saja dialih fungsikan menjadi villa, pada pelaksanaan proyek terdapat kendala-kendala yang timbul diantaranya cuaca yang kurang mendukung saat berlangsungnya kegiatan dalam proyek, akses jalan yang sulit untuk mencapai proyek mengakibatkan sering terlambat material proyek, dan semua kegiatan pengecoran dilakukan dengan *site mix*. Hal-hal ini mengakibatkan keterlambatan pada proyek tersebut. Proyek pekerjaan *structure* pada Mark House Sebatu senilai Rp 5.468.320.000, proyek ini direncanakan selama 210 hari kalender yang dimulai tanggal 1 Oktober 2019 dan direncanakan selesai tanggal 31 April 2020, akan tetapi realisasi dilapangan proyek Mark House Sebatu mencapai progress 100% pada september 2020. Pada tanggal 31 April 2020 progress proyek mencapai 71,35%. Maka presentase keterlambatan pada proyek tersebut sebesar 28,64%. Untuk mengatasi keterlambatan penyelesaian proyek, maka diperlukan usaha-usaha percepatan proyek, guna mengembalikan durasi penyelesaian proyek agar tepat waktu dan sesuai dengan *time secedule* yang sudah direncanakan di awal proyek.

### 1.1 Rumusan Masalah

1. Berapa biaya yang diperlukan dalam rangka mengembalikan progres proyek ke durasi normal akibat terjadi keterlambatan dengan menggunakan Metode *Least Cost Analysis*?
2. Berapa durasi dan biaya optimal dalam rangka menyelesaikan proyek yang mengalami keterlambatan dengan menggunakan Metode *Least Cost Analysis*?

## 2. KAJIAN PUSTAKA

Proyek konstruksi merupakan rangkaian kegiatan yang dilaksanakan satu kali dan umumnya berjangka pendek, pada rangkaian tersebut terdapat proses pengolahan sumber daya proyek menjadi kegiatan yang menghasilkan bangunan, proses yang terjadi dalam rangkaian kegiatan tersebut melibatkan pihak-pihak yang terkait baik secara langsung dan tidak langsung, hubungan pihak-pihak yang terkait dibedakan menjadi dua bagian yaitu hubungan fungsional dan hubungan kerja, dengan banyaknya pihak yang terlibat dalam suatu proyek konstruksi menimbulkan potensi konflik cukup tinggi (Ervianto,2005).

### 2.1 Precedence Diagram Method ( PDM )

Metode *Precedence Diagram* (PDM) adalah jaringan kerja yang termasuk AON (*Activity On Node*). Di sini kegiatan dituliskan di dalam node yang umumnya berbentuk segi empat, sedangkan anak panah hanya sebagai petunjuk hubungan antara kegiatan-kegiatan yang bersangkutan (Soeharto, 1999:279). Menurut (Ervianto, 2005:249) Dalam penyusunan jaringan kerja PDM tidak memerlukan kegiatan semu (*dummy*) yaitu kegiatan yang tidak mempunyai waktu pelaksanaan dan hanya digunakan sebagai penggambaran adanya hubungan antara kegiatan ke 1 dan ke 2, hubungan *overlapping* yang berbeda dapat dibuat tanpa menambah jumlah kegiatan, kegiatan dalam *precedence diagram method* diwakili oleh sebuah lambang yang mudah diidentifikasi, misalnya sebagai berikut:

ES	JENIS KEGIATAN	EF
LS		LF
NO. KEGIATAN		DURASI

Gambar 1. Lambang Kegiatan

Sumber : Ervianto, 2005:249

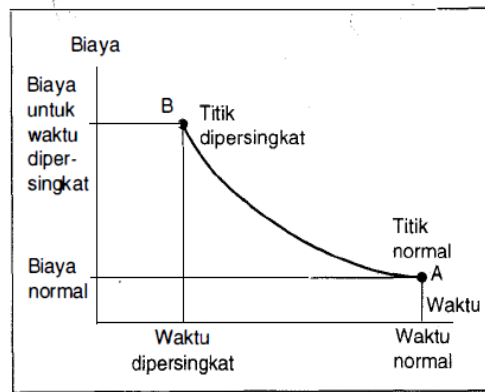
## 2.2 Percepatan Durasi Proyek

Dalam mempercepat waktu pekerjaan konstruksi dapat dilakukan dengan *crash program* yaitu suatu proses yang disengaja, sistematis dan analistik dengan melakukan pengujian dari semua kegiatan dalam suatu proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada dalam jalur kritis. (Ervianto, 2004). Menurut (Husen, 2011) *Crash program* atau *Project crashing* dilakukan agar pekerjaan selesai dengan pertukaran silang waktu dan biaya dan dengan menambah jumlah shift kerja, jumlah jam kerja, jumlah tenaga kerja, jumlah ketersediaan bahan, serta memakai peralatan yang lebih produktif dan metode instalasi yang lebih cepat sebagai komponen biaya *direct cost*. Konsekuensi *project crashing* adalah meningkatkan biaya langsung (*direct cost*) dan menurunya biaya tidak langsung (*indirect cost*). Berikut rumus untuk menghitung besar biaya untuk mempersingkat waktu satu hari dan grafik hubungan waktu-biaya yang dipersingkat dalam kegiatan.

$$1. \text{ Rumus menghitung durasi crashing : } \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas kerja (percepatan)} \times \text{jumlah tenaga kerja}} \quad (2.5)$$

$$2. \text{ Rumus total upah tenaga kerja : Upah (percepatan)} \times \text{durasi proyek} \times \text{jumlah tenaga kerja} \quad (2.6)$$

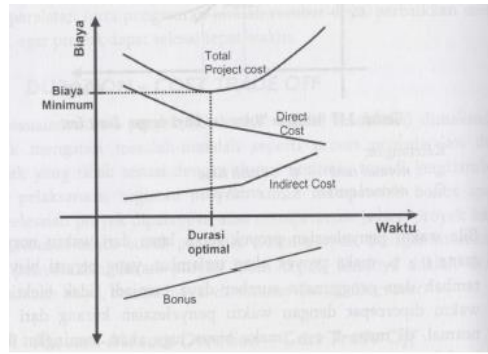
$$3. \text{ Slope Biaya} = \frac{\text{Biaya dipersingkat} - \text{Biaya normal}}{\text{Waktu normal} - \text{Waktu dipersingkat}} \quad (2.7)$$



Gambar 2. Hubungan waktu-biaya pada keadaan normal dan dipersingkat untuk satu kegiatan  
Sumber : Soeharto, 1999:294

## 2.3 Metode Least Cost Analysis

*Least cost analysis* adalah suatu analisis untuk memperoleh durasi proyek yang optimal, yaitu durasi dengan biaya total proyek yang minimal. Di dalam analisis ini, bila durasi proyek dipersingkat biasanya *direct cost* akan naik dan *indirect cost* akan turun. Sering pula diperhitungkan adanya bonus bila hal ini dapat mempersingkat waktu penyelesaian proyek sebagai penghargaan oleh pemilik proyek. Untuk melakukan perbaikan jadwal dengan menggunakan metode ini, tambahan biaya sebagai pertukaran antara biaya dengan waktu yang dipercepat adalah biaya total (Husen, 2009:187). Dalam melakukan perbaikan jadwal dengan menggunakan metode ini, tambahan biaya sebagai pertukaran antara biaya dengan waktu yang dipercepat adalah biaya totalnya, seperti diuraikan pada gambar berikut ini:

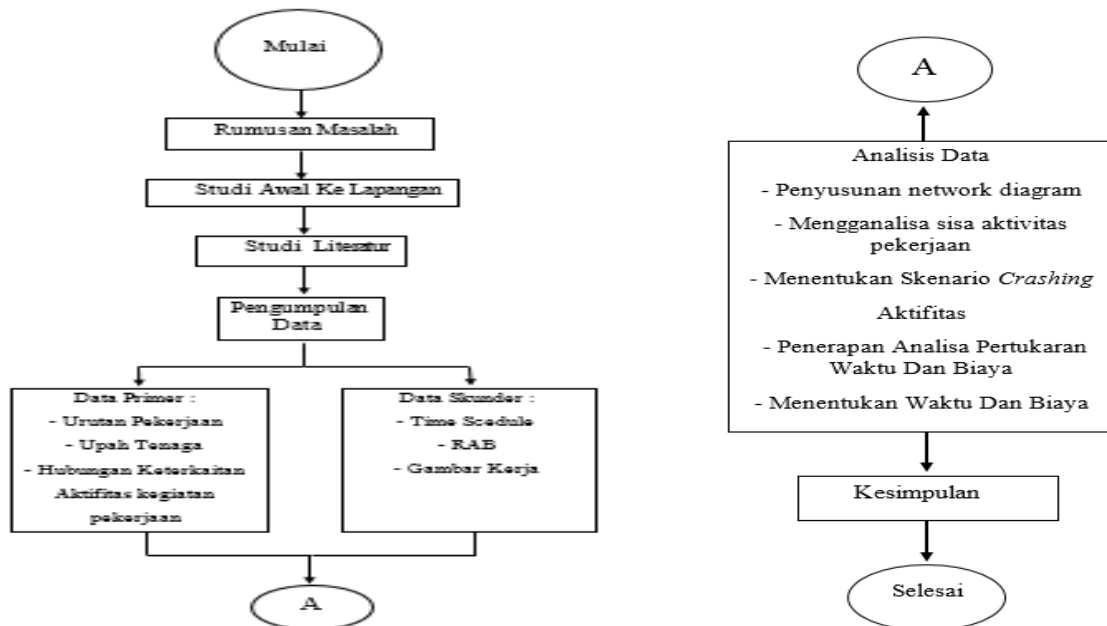


Gambar 3. Total Project Cost  
Sumber : Husen, 2009

Dari gambar 3 terlihat bahwa total proyek adalah  $direct\ cost + indirect\ cost - bonus$ , dimana nilai yang diambil adalah nilai total proyek terkecil sehingga durasi proyek yang lebih singkat didapat sebagai hasil dari proses *least cost analysis*. Dalam proses ini dapat ditunjukkan bahwa *direct cost* akan cenderung naik seiring dengan berkurangnya durasi proyek, sebaliknya *indirect cost* akan cenderung menurun dengan berkurangnya durasi proyek.

### 3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian secara singkat disajikan dalam diagram air pada Gambar 4 berikut ini :



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proyek mengalami kemunduran dari jadwal pelaksanaan, yang diketahui dari data progress bulanan yang diajukan oleh pihak kontraktor pelaksana kepada *owner* setiap akhir bulan kemudian membandingkannya dengan progress rencana pada *time schedule*. Pada minggu ke tiga puluh akhir

Bulan April 2020, proyek direncanakan mencapai progres 100% sedangkan realisasi di lapangan progress tercapai 71,35%, artinya proyek mengalami kemunduran 28,64%.

#### 4.1 Menyusun Network Diagram

Setelah mengetahui item pekerjaan proyek di RAB (rencana anggaran biaya), maka langkah selanjutnya menyusun WBS (*Work Breakdown Structure*) dan membuat logika hubungan keterkaitan antar aktivitas (*predecessor* dan *successor*) berdasarkan urutan pekerjaan yang akan dilaksanakan di lapangan, hubungan antar aktivitas disesuaikan dengan kapan aktivitas ini akan dimulai dan harus selesai. Hubungan antar aktivitas pekerjaan diperoleh dari data *time scedule* proyek. selanjutnya yaitu menyusun jaringan kerja (*network planning*) penyusunan jaringan kerja menggunakan bantuan *Software Microsoft Project 2016* dengan menggunakan metode PDM (*Precedence Diagram Method*). Kemudian dari jaringan kerja kita dapatkan normal duration proyek, yaitu total durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan kegiatan-kegiatan pada proyek tersebut, durasi jaringan kerja bersumber pada *time scedule* proyek yang sudah ada di awal proyek.

#### 4.2 Menganalisa Keterlambatan Aktivitas Pekerjaan

Identifikasi keterlambatan ditinjau pada minggu ke 16 yaitu pada progres ke 4, Bulan Januari 2020, Pada minggu ke 16 proyek seharusnya mencapai progres 59,11%, akan tetapi realisasi di lapangan progres tercapai 44,74%. Yang artinya proyek mengalami keterlambatan progress 14,37%. dengan kejadian tersebut proyek mengalami kemunduran 17 hari dari penjadwalan pada *time scedule*. Item pekerjaan yang berada dalam jalur kritis dan akan dilakukan crashing, disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Tabel 1. Kegiatan yang akan dilakukan crashing

ID	Item Pekerjaan	Area	Durasi
			Normal
131	C9-Column, 200x200mm	Service/Staff/Garage	4
152	Suspended Slab roof, 120mm thick	Roof dack SL +2.500	5
137	C4-Column, 150x500mm	Bedroom 123/D&L Room	3
144	RB2-Ring Beam, 200x200mm	Service/Staff/Garage	2
146	B5-Beam, 200x300mm	Library/Kitchen	4
150	RB3-Ring Beam, 130x250mm	Living & Dining Room	4
136	C1-Column, 300x300mm	Bedroom 123/D&L Room	5
138	C10-Column, 150x600mm	Bedroom 123/D&L Room	3
141	B5-Beam, 200x300mm	Service/Staff/Garage	4
133	C1-Column, 300x300mm	Master bedroom/Library/Kitchen	4
142	B6C-Beam, 200x450mm	Service/Staff/Garage	2
149	RB1-Ring Beam, 200x300mm	Living & Dining Room	6
124	Service/Staff/Garage	Service/Staff/Garage	5
129	C7-Column, 130x400mm	Service/Staff/Garage	4

(Lanjut)

Tabel 1. Kegiatan yang akan dilakukan crashing (Lanjut)

ID	Item Pekerjaan	Area	Durasi
			Normal
130	C7X-Column, 130x400mm	Service/Staff/Garage	4
249	Brick Wall	Ground Floor ( Dining and living Room)	24
246	Brick Wall	Ground Floor ( Library and kitchen)	24
245	Brick Wall	Lower floor ( Master Bedroom, Powder Room & Storage)	28
143	RB1-Ring Beam, 200x300mm	Service/Staff/Garage	4
243	Brick Wall	Service/Staff/Garage	34
134	C6-Column, 130x500mm	Master bedroom/Library/Kitchen	4
248	Brick Wall	Lower floor ( Bedroom 123)	28
153	Suspended Slab roof, 120mm thick	Roof dack SL +3.100	6
126	Suspended Slab floor, 120mm thick	Living & Dining Room	10
125	Suspended Slab floor, 120mm thick	Library/Kitchen	10

Sumber: Hasil Analisis, 2021

### 4.3 Menentukan *Scenario Crashing*

*Crashing* dilakukan untuk mempercepat durasi penyelesaian proyek yang mengalami keterlambatan, dengan menambah jam kerja atau lembur selama 4 dan 8 jam setiap harinya. Untuk perhitungan upah tenaga pada saat pelaksanaan *crashing* untuk 4 jam lembur gaji setengah hari durasi normal akan ditambah 0,25% dan untuk 8 jam lembur gaji 1 hari durasi normal akan di tambah 50% serta penambahan konsumsi di lapangan, hal tersebut dilakukan untuk mendapat hasil produktivitas yang dilakukan saat pekerjaan lembur dengan kerja normal sama. Ketetapan pelaksanaan perhitungan *crashing* sebagai berikut: Koefisien pekerja didapat dari ASHP Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat PUPR No 28 2016, waktu pelaksanaan jam pekerjaan : Mulai kerja 08.00 wita s/d 12.00 wita (Istirahat 1 jam), Mulai kerja 13.00 wita s/d 17.00 wita (waktu bekerja durasi normal selesai), Mulai kerja 19.00 wita s/d 22.00 wita (penambahan jam kerja atau lembur 4 jam), Mulai kerja 19.00 wita s/d 02.00 wita (penambahan jam kerja atau lembur 8 jam).

Misalnya contoh perhitungan *crashing* untuk pekerjaan kolom tipe C7 mutu beton K-250 pada area service/staf/garage (*grond floor*)

1. Jumlah tenaga kerja : Koefisien x Volume pekerjaan setiap item pekerjaan

- Pekerjaan begesting

Pekerja :  $0,66 \times 23,4 = 15,4$

Tukang kayu :  $0,33 \times 23,4 = 7,7$

Kepala tukang :  $0,033 \times 23,4 = 0,8$

Mandor :  $0,033 \times 23,4 = 0,8$

- Pekerjaan pembesian

Pekerja :  $0,07 \times 31 = 2,2$

Tukang besi :  $0,07 \times 31 = 2,2$

Kepala tukang :  $0,007 \times 31 = 0,2$

Mandor :  $0,004 \times 31 = 0,1$

- Pekerjaan beton

Pekerja :  $1,650 \times 1,14 = 1,9$

Tukang cor :  $0,275 \times 1,14 = 0,3$   
 Kepala tukang :  $0,028 \times 1,14 = 0,03$   
 Mandor :  $0,083 \times 1,14 = 0,1$

- Total jumlah tenaga kerja bila pekerjaan diselesaikan 1 hari :

Pekerja : 19,5 OH (Orang hari)  
 Tukang Kayu : 7,7 OH (Orang hari)  
 Tukang Besi : 2,5 OH (Orang hari)  
 Kepala tukang : 1 OH (Orang hari)  
 Mandor : 1 OH (Orang hari)

2. Perhitungan jumlah tenaga terhadap durasi : Jumlah tenaga / Durasi penyelesaian

- Durasi normal : 4 hari

Pekerja :  $19,5 / 4 = 4,9$  OH (Orang hari)  
 Tukang Kayu :  $7,7 / 4 = 1,9$  OH (Orang hari)  
 Tukang Besi :  $2,50 / 4 = 0,6$  OH (Orang hari)  
 Tukang Cor :  $2,17 / 4 = 0,5$  OH (Orang hari)  
 Kepala Tukang :  $1,02 / 4 = 0,3$  OH (Orang hari)  
 Mandor :  $0,99 / 4 = 0,2$  OH (Orang hari)

3. Upah tenaga kerja durasi normal : Upah x Jumlah tenaga

Pekerja :  $4,9 \times \text{Rp } 95.000 = \text{Rp}462.835$   
 Tukang Kayu :  $1,9 \times \text{Rp } 130.000 = \text{Rp}250.675$   
 Tukang Besi :  $0,6 \times \text{Rp } 130.000 = \text{Rp}80.764$   
 Tukang Cor :  $0,5 \times \text{Rp } 130.000 = \text{Rp}70.516$   
 Kepala Tukang :  $0,3 \times \text{Rp } 140.000 = \text{Rp } 35.714$   
 Mandor :  $0,2 \times \text{Rp } 155.000 = \text{Rp } 38.380$

4. Produktivitas rata-rata perhari : Volume / Durasi normal

:  $1,14 / 4$   
 :  $0,3 \text{ m}^3/\text{hari}$

5. Produktivitas rata-rata perjam : Produktivitas perhari / 8 jam

:  $0,3 / 8$   
 :  $0,04 \text{ m}^3/\text{jam}$

6. Jumlah durasi dipercepat : Penambahan jam kerja lembur x produktivitas perjam

:  $4 \text{ jam} \times 0,04 \text{ m}^3/\text{jam}$   
 :  $0,1 \text{ m}^3/\text{hari}$

7. Total produktivitas setelah penambahan lembur : Produktivitas Normal + Produktivitas lembur

:  $0,3 + 0,1$   
 :  $0,4 \text{ m}^3/\text{hari}$

8. Durasi dipercepat : Volume / Total produktivitas setelah penambahan lembur

:  $1,14 / 0,4 \text{ m}^3/\text{hari}$   
 :  $2,7 \text{ hari} \sim 3 \text{ hari}$

9. Upah lembur 4 jam : (Upah kerja normal setengah hari + 0,25%) x jumlah tenaga

Pekerja :  $\text{Rp } 71.250 \times 4,9 \text{ OH (Orang hari)}$   
 :  $\text{Rp}1.041.379$  upah perhari  
 Tukang kayu :  $\text{Rp } 97.500 \times 1,9 \text{ OH (Orang hari)}$   
 :  $\text{Rp}564.020$  upah perhari  
 Tukang Besi :  $\text{Rp } 97.500 \times 0,6 \text{ OH (Orang hari)}$   
 :  $\text{Rp}181.718$  upah perhari  
 Tukang Cor :  $\text{Rp } 97.500 \times 0,5 \text{ OH (Orang hari)}$   
 :  $\text{Rp}158.661$  upah perhari

Kepala tukang : Rp 105.000 x 0,3 OH (Orang hari)  
: Rp80.355 upah perhari  
Mandor : Rp 116.250 x 0,2 OH (Orang hari)  
: Rp86.356 upah perhari

10. Total upah akibat percepatan : (Total upah normal + total upah lembur + konsumsi) x durasi percepatan

Pekerja : (Rp462.835 + Rp1.041.379 + Rp 15000) x 3  
: Rp 1.519.214  
Tukang kayu : (Rp250.675+ Rp564.020+ Rp 15000) x 3  
: Rp 829.696  
Tukang besi : (Rp 38.380+ Rp181.718 + Rp 15000) x 3  
: Rp 277.482  
Tukang cor : (Rp70.516+ Rp158.661 + Rp 15000) x 3  
: Rp 244.177  
Kepala tukang : (Rp 35.714+ Rp80.355 + Rp 15000) x 3  
: Rp 131.069  
Mandor : (Rp Rp 38.380+ Rp86.356 + Rp 15000) x 3  
: Rp 139.736  
11. Cost slope :  $\frac{\text{Biaya percepatan}-\text{Biaya normal}}{\text{Waktu nomal}-\text{Waktu percepatan}}$   
:  $\frac{\text{Rp 12.668.940}-\text{Rp 11.114.338}}{4-3}$   
: Rp 1.554.603

Hasil dari semua perhitungan *cost slope* sebagai berikut :

Tabel 2. Perhitungan *cost slope* akibat penambahan jam kerja atau lembur 4 jam

ID	Item Pekerjaan	Area	Durasi	Durasi	Biaya		Cost Slope
			Normal	Dipercepat	Normal	Dipercepat	
144	RB2-Ring Beam, 200x200mm	Service/Staff/Carage	2	1	Rp 3.911.247	Rp 4.045.476	Rp 134.229
152	Suspended Slab roof, 120mm thick	Roof dack SL +2.500	5	3	Rp 5.117.490	Rp 5.398.402	Rp 140.456
142	B6C-Beam, 200x450mm	Service/Staff/Carage	2	1	Rp 3.821.548	Rp 4.000.239	Rp 178.691
136	C1-Column, 300x300mm	Bedroom 123/D&L Room	5	3	Rp 11.287.892	Rp 11.726.877	Rp 219.493
124	Ground Slab floor, 100mm thick	Service/Staff/Carage	5	3	Rp 59.617.362	Rp 60.223.803	Rp 303.221
137	C4-Column, 150x500mm	Bedroom 123/D&L Room	3	2	Rp 5.343.229	Rp 5.774.977	Rp 431.749
138	C10-Column, 150x600mm	Bedroom 123/D&L Room	3	2	Rp 7.409.366	Rp 7.963.900	Rp 554.534
131	C9-Column, 200x200mm	Service/Staff/Carage	4	3	Rp 4.008.200	Rp 4.620.802	Rp 612.602
149	RB1-Ring Beam, 200x300mm	Living & Dining Room	6	4	Rp 17.784.452	Rp 19.168.993	Rp 692.270
147	RB1-Ring Beam, 200x300mm	Library/Kitchen	6	4	Rp 19.893.770	Rp 21.442.524	Rp 774.377
249	Brick Wall	Ground Floor	24	16	Rp 64.592.330	Rp 70.995.863	Rp 800.442
		(Dining and living Room)					
246	Brick Wall	Ground Floor ( Library and kitchen)	24	16	Rp 59.885.162	Rp 67.734.267	Rp 981.138
146	B5-Beam, 200x300mm	Library/Kitchen	4	3	Rp 13.480.686	Rp 14.565.443	Rp 1.084.757
150	RB3-Ring Beam, 130x250mm	Living & Dining Room	4	3	Rp 8.299.536	Rp 9.404.494	Rp 1.104.958
141	B5-Beam, 200x300mm	Service/Staff/Carage	4	3	Rp 12.451.166	Rp 13.650.021	Rp 1.198.855
133	C1-Column, 300x300mm	Master bedroom/Library/Kitchen	4	3	Rp 10.372.657	Rp 11.649.002	Rp 1.276.344
245	Brick Wall	Lower floor ( Master Bedroom,	28	19	Rp 91.425.380	Rp 103.340.339	Rp 1.323.884
		Powder Room & Storage)					
129	C7-Column, 130x400mm	Service/Staff/Carage	4	3	Rp 11.114.338	Rp 12.668.940	Rp 1.554.603
243	Brick Wall	Service/Staff/Carage	34	23	Rp 117.761.273	Rp 135.076.206	Rp 1.574.085
130	C7X-Column, 130x400mm	Service/Staff/Carage	4	3	Rp 12.644.149	Rp 14.311.412	Rp 1.667.263
248	Brick Wall	Lower floor ( Bedroom 123)	28	19	Rp 122.307.539	Rp 143.107.477	Rp 2.311.104
143	RB1-Ring Beam, 200x300mm	Service/Staff/Carage	4	3	Rp 23.554.059	Rp 26.505.140	Rp 2.951.081
134	C6-Column, 130x500mm	Master bedroom/Library/Kitchen	4	3	Rp 28.005.161	Rp 31.551.243	Rp 3.546.082
153	Suspended Slab roof, 120mm thick	Roof dack SL+3.100	6	4	Rp 66.970.886	Rp 74.115.138	Rp 3.572.126
126	Suspended Slab floor, 120mm thick	Living & Dining Room	10	7	Rp 96.880.998	Rp 108.583.803	Rp 3.900.935
125	Suspended Slab floor, 120mm thick	Library/Kitchen	10	7	Rp 114.976.480	Rp 128.805.539	Rp 4.609.686

Sumber: Hasil Analisis, 2021



Tabel 3. Perhitungan *cost slope* akibat penambahan jam kerja atau lembur 8 jam

ID	Item Pekerjaan	Area	Durasi		Biaya		Cost
			Normal	Dipercepat	Normal	Dipercepat	Slope
131	C9-Column, 200x200mm	Service/Staff/Garage	4	2	Rp4.008.200	Rp4.293.496	Rp142.648
152	Suspended Slab roof, 120mm thick	Roof dack SL +2.500	5	2,5	Rp5.117.490	Rp5.526.929	Rp163.776
137	C4-Column, 150x500mm	Bedroom 123/D&L Room	3	1,5	Rp5.343.229	Rp5.667.040	Rp215.874
144	RB2-Ring Beam, 200x200mm	Service/Staff/Garage	2	1	Rp3.911.247	Rp4.146.959	Rp235.712
146	B5-Beam, 200x300mm	Library/Kitchen	4	2	Rp13.480.686	Rp13.978.556	Rp248.935
150	RB3-Ring Beam, 130x250mm	Living & Dining Room	4	2	Rp8.299.536	Rp8.814.496	Rp257.480
136	C1-Column, 300x300mm	Bedroom 123/D&L Room	5	2,5	Rp11.287.892	Rp11.933.790	Rp258.359
138	C10-Column, 150x600mm	Bedroom 123/D&L Room	3	1,5	Rp7.409.366	Rp7.825.267	Rp277.267
141	B5-Beam, 200x300mm	Service/Staff/Garage	4	2	Rp12.451.166	Rp13.009.485	Rp279.159
133	C1-Column, 300x300mm	Master bedroom/Library/Kitchen	4	2	Rp10.372.657	Rp10.966.186	Rp296.764
142	B6C-Beam, 200x450mm	Service/Staff/Garage	2	1	Rp3.821.548	Rp4.136.395	Rp314.847
149	RB1-Ring Beam, 200x300mm	Living & Dining Room	6	3	Rp17.784.452	Rp18.822.857	Rp346.135
124	Service/Staff/Garage	Service/Staff/Garage	5	2,5	Rp59.617.362	Rp60.495.932	Rp351.428
129	C7-Column, 130x400mm	Service/Staff/Garage	4	2	Rp11.114.338	Rp11.837.778	Rp361.720
147	RB1-Ring Beam, 200x300mm	Library/Kitchen	6	3	Rp19.893.770	Rp21.055.336	Rp387.188
130	C7X-Column, 130x400mm	Service/Staff/Garage	4	2	Rp12.644.149	Rp13.419.600	Rp387.726
249	Brick Wall	Ground Floor ( Dining and living Room	24	12	Rp64.592.330	Rp69.394.979	Rp400.221
246	Brick Wall	Ground Floor ( Library and kitchen)	24	12	Rp59.885.162	Rp65.771.991	Rp490.569
245	Brick Wall	Lower floor ( Master Bedroom, Powder Room & Storage)	28	14	Rp91.425.380	Rp99.649.244	Rp587.419
143	RB1-Ring Beam, 200x300mm	Service/Staff/Garage	4	2	Rp23.554.059	Rp24.929.342	Rp687.642
243	Brick Wall	Service/Staff/Garage	34	17	Rp117.761.273	Rp129.882.955	Rp713.040
134	C6-Column, 130x500mm	Master bedroom/Library/Kitchen	4	2	Rp28.005.161	Rp29.653.904	Rp824.372
248	Brick Wall	Lower floor ( Bedroom 123)	28	14	Rp122.307.539	Rp136.662.960	Rp1.025.387
153	Suspended Slab roof, 120mm thick	Roof dack SL +3.100	6	3	Rp66.970.886	Rp72.329.075	Rp1.786.063
126	Suspended Slab floor, 120mm thick	Living & Dining Room	10	5	Rp96.880.998	Rp106.498.942	Rp1.923.589
125	Suspended Slab floor, 120mm thick	Library/Kitchen	10	5	Rp114.976.480	Rp126.339.351	Rp2.272.574

Sumber : Hasil Analisis, 2021

#### 4.4 Penerapan Analisa Pertukaran Waktu Dan Biaya

Analisa pertukaran waktu dan biaya dengan memilih *cost slope* yang rendah dan durasi percepatan yang maksimal, analisa ini bertujuan untuk mencari penambahan biaya langsung (*direct cost*) yang kecil dan pengurangan biaya tidak langsung (*indirect cost*) yang besar, Percepatan durasi proyek dilakukan dengan lima opsi yaitu dengan mempercepat 17 hari, 20 hari, 25 hari, 30 hari, 35 hari. Perhitungan *direct cost* dan *indirect cost* akan dijelaskan pada uraian sebagai berikut:

Misal dalam opsi percepatan penyelesaian proyek 25 hari penambahan lembur 4 jam

1 Biaya langsung : Biaya langsung RAB + Perhitungan *cost slope* + Biaya lembur staf + Alat yang digunakan saat lembur

$$: \text{Rp } 5.099.320.000 + \text{Rp } 26.167.597 + \text{Rp } 15.950.867 + \text{Rp } 1.260.000$$

$$: \text{Rp } 5.142.738.896$$

2 Biaya tidak langsung : Biaya tidak langsung RAB – Pengurangan biaya tidak langsung akibat durasi dipercepat

$$: \text{Rp } 369.000.000 - \text{Rp } 13.955.128$$

$$: \text{Rp } 355.044.872$$

3 Biaya total : Biaya langsung + Biaya tidak langsung

$$: \text{Rp } 5.142.738.896 + \text{Rp } 355.044.872$$

$$: \text{Rp } 5.497.783768$$

Dilakukan perhitungan yang sama seperti contoh uraian perhitungan *direct cost* dan *indirect cost*, pada lima opsi percepatan yaitu 17 hari, 20 hari, 25 hari, 30 hari, 35 hari dengan penambahan lembur 4 jam dan 8 jam dalam bentuk tabel dan membandingkan *direct cost* dan *indirect cost* dalam bentuk grafik.

Tabel 4. Rekap biaya total lembur 4 jam

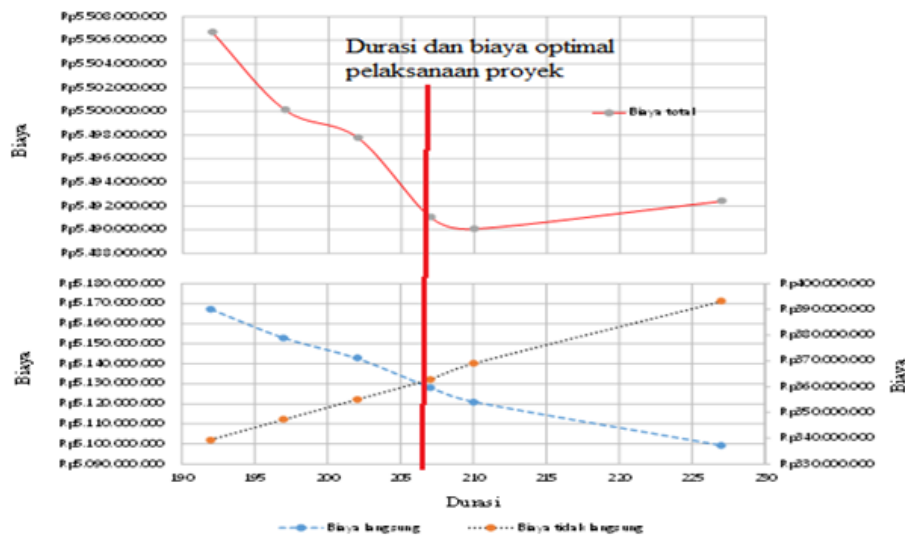
Durasi	Biaya langsung	Biaya tidak langsung	Total Biaya proyek
227	Rp5.099.320.000	Rp393.083.333	Rp5.492.403.333
210	Rp5.121.063.811	Rp369.000.000	Rp5.490.063.811
207	Rp5.128.219.508	Rp362.820.513	Rp5.491.040.021
202	Rp5.142.738.896	Rp355.044.872	Rp5.497.783.768
197	Rp5.152.855.898	Rp347.269.231	Rp5.500.125.129
192	Rp5.167.212.030	Rp339.493.590	Rp5.506.705.620

Sumber : Hasil Analisa, 2021

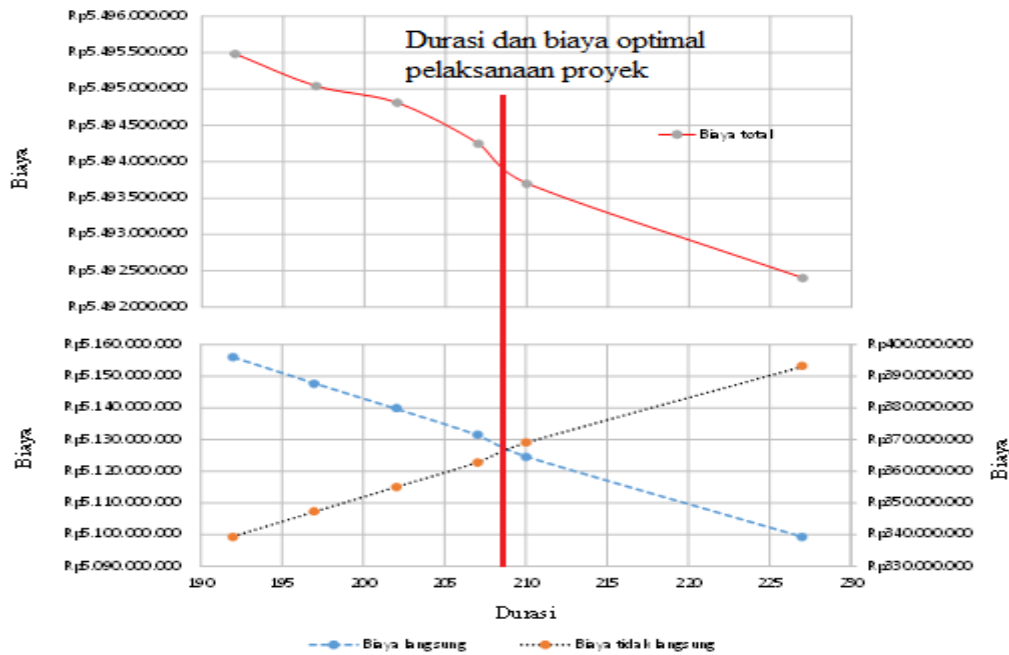
Tabel 5. Rekap biaya total lembur 8 jam

Durasi	Biaya langsung	Biaya tidak langsung	Total Biaya proyek
227	Rp5.099.320.000	Rp393.083.333	Rp5.492.403.333
210	Rp5.124.703.592	Rp369.000.000	Rp5.493.703.592
207	Rp5.131.433.235	Rp362.820.513	Rp5.494.253.748
202	Rp5.139.766.772	Rp355.044.872	Rp5.494.811.644
197	Rp5.147.772.609	Rp347.269.231	Rp5.495.041.840
192	Rp5.155.992.273	Rp339.493.590	Rp5.495.485.863

Sumber : Hasil Analisa, 2021



Gambar 6. Grafik hubungan biaya langsung, tidak langsung dan biaya total akibat lembur 4 jam  
 Sumber : Hasil Analisa, 2021



Gambar 7. Grafik hubungan biaya langsung, tidak langsung dan biaya total akibat lembur 8 jam  
 Sumber : Hasil Analisa, 2021

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan, maka kesimpulan dari optimalisasi percepatan proyek dengan Metode *Least Cost Analysis* sebagai berikut :

- Untuk dapat mengembalikan durasi keterlambatan 17 hari pada progres rencana pekerjaan 59,11% dapat dilakukan dengan melakukan menambahkan kerja lembur 4 jam pada pekerjaan-pekerjaan yang berada dalam lintasan kritis dan memilih slope terendah dan percepatan durasi yang maksimal pada saat dilakukan *crashing*. Biaya total percepatan sebesar Rp5.490.063.811 dari biaya normal Rp 5.468.320.000 terjadi penambahan Rp 21.743.811 atau biaya naik sekitar 0,40 % dari biaya normal.
- Untuk mencari biaya dan durasi penyelesaian proyek optimal, penyelesaian proyek dapat dipercepat 207 hari atau maju 3 hari dari durasi normal usaha percepatan dilakukan dengan melakukan menambahkan kerja lembur 4 jam pada pekerjaan-pekerjaan yang berada dalam lintasan kritis dan memilih slope terendah dan percepatan durasi yang maksimal pada saat dilakukan *crashing*. Biaya total percepatan Rp5.491.040.021 dari biaya normal Rp 5.468.320.000 terjadi penambahan Rp.22.720.021 atau biaya naik sekitar 0,42 % dari biaya normal.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Ajeng, A N. 2018. Percepatan Jadwal (Crashing) Menggunakan Sistem Shift Dengan Analisis PDM (Precedence Diagram Method). (Tugas Akhir tidak dipublikasikan, Program Studi Teknik Sipil Dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Islam Indonesia,2018)
- Ervianto, W I. 2005. *Manajemen Proyek Konstruksi*. Edisi revisi. Erlangga, Jakarta.
- Husen, A. 2011. *Manajemen Proyek*. Perencanaan, Penjadwalan Dan Pengendalian Proyek., C.V Andi Offset, Yogyakarta
- Intan, Syarifah kumala, Abdul Muhyi, dan Nana Maulana Tengku. 2018. Alternatif Percepatan Waktu Dengan Penerapan Metode Time Cost Trade Off Pada Proyek Pembangunan

- Jembatan. *Jurnal Teknik Sipil*. Teknik Sipil Politeknik Negeri Lokshuemawe, Vol. 10, No. 1, April 2018, hlm. 40-48.
- Kariani, A A. 1994. Pengantar Manajemen Proyek. Universitas Gunadarma.
- Priyo, Mandiyo, Adi Sumanto. 2016. Analisis Percepatan Waktu Dan Biaya Proyek Konstruksi Dengan Penambahan Jam Kerja (Lembur) Menggunakan Metode Time Cost Trade Off. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*. Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Vol. 19, No. 1, Mei 2016, hlm 1-15.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia, 2016, PP No. 28 Tahun 2016 Tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum, Jakarta
- Soeharto, I. 1999. *Manajemen Proyek*. Dari Konseptual Sampai oprasional jilid 1. Erlangga, Jakarta.
- Soeharto, I. 2001. *Manajemen Proyek*. Dari Konseptual Sampai oprasional jilid 2. Erlangga, Jakarta.
- Saputro R. 2015. Analisa Percepatan Dengan Metode Time Cost Trade Off Pada Proyek Hotel Ijen Padjajaran Malang. (Tugas Akhir tidak dipublikasikan, Program Studi Teknik Sipil Dan Perencanaan Fakultas Institut Teknologi Nasional Malang, 2015)
- Widiasanti, Lenggogeni. 2013. *Manajemen Konstruksi*. PT Remaja Rosdakarya, Bandung.