

Critical Path Method pada Crashing Project Pembangunan Gedung Business Park Citraland City Losari Makassar

Asdar Sain^{1*}, Yanto²

¹Program Studi Program Profesi Insinyur, Fakultas Biosains, Teknologi, dan Inovasi Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya. Jl. Jend. Sudirman No.51 Jakarta 12930

²Program Studi Teknik Industri, Fakultas Biosains, Teknologi, dan Inovasi Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya. Jl. Jend. Sudirman No.51 Jakarta 12930

Article Info	Abstract (english)
<i>Article history:</i> Received 20 Desember 2024 Accepted 24 April 2025	<i>Dealing with project delays can be done by accelerating project work, known as crashing projects. This study uses the Critical Path Method (CPM) with the alternative of adding 6.3 hours of overtime per day and adding 25% of the total workforce per work item. This research is conducted by analyzing the network that is on the critical path and accelerating the work items that are on the critical path. The purpose of this study is to determine the duration (time) of the project implementation crash, compare the time and cost of project implementation before and after project implementation. In this case, the building studied by the author is the construction project of the Citraland City Losari Makassar Ruko Business Park. The results showed that the duration became 56 days 51% faster than the normal duration of 109 days. Regarding this, the direct cost had changed from Rp. 2,759,614,089.00 to Rp. 2,930,874,985.09. The indirect costs also changed. The initial cost has increased as much as Rp. 127,024,719.08 so that the total project value is Rp. 3,159,567,673.76.</i>
<i>Keywords:</i> Project Delay, Project Crashing, CPM, Normal Cost, Crash Cost.	

Article Info	Abstrak (bahasa Indonesia)
<i>Article history:</i> Diserahkan 20 Desember 2024 Diterima 24 April 2025	Menangani keterlambatan proyek dapat dilakukan dengan mempercepat durasi pengerjaan proyek, disebut <i>crashing project</i> . Digunakan metode <i>Critical Path Methode</i> (CPM) dengan alternatif penambahan jam kerja lembur 6,3 jam per hari dan penambahan tenaga kerja 25% dari jumlah total tenaga kerja per item pekerjaan. Penelitian ini dilakukan dengan menganalisa jaringan kerja yang berada pada jalur kritis dan melakukan percepatan pada item pekerjaan yang berada pada jalur kritis tersebut. Bangunan yang diteliti adalah proyek pembangunan Ruko Business Park Citraland City Losari Makassar. Dari penelitian diperoleh hasil bahwa durasi proyek dapat dipercepat menjadi 56 hari lebih cepat 51% dari durasi normal yaitu 109 hari. Berkaitan dengan itu, biaya langsung mengalami perubahan yang semula Rp. 2.759.614.089,00 menjadi Rp. 2.930.874.985,09. Dengan percepatan proyek, maka biaya tidak langsung juga mengalami perubahan. Biaya proyek mengalami yaitu sebanyak Rp. 127.024.719,08 sehingga nilai total proyek sebesar Rp. 3.159.567.673,76.
<i>Keywords:</i> Keterlambatan Proyek, Percepatan Proyek, CPM, Anggaran Normal, Anggaran Percepatan	

PENDAHULUAN

Proyek merupakan rangkaian kegiatan dan tugas yang memiliki tujuan tertentu dan akan selesai dalam spesifikasi tertentu, serta telah ditetapkan tanggal mulai dan selesainya (Kerzner, 2009). Proyek konstruksi adalah proyek yang berkaitan dengan pembangunan suatu bangunan atau infrastruktur, umumnya mencakup pekerjaan pokok dalam bidang teknik sipil dan arsitek. Bangunan yang diciptakan berupa struktur fisik seperti gedung, jalan, dan jembatan.

*Corresponding author. Asdar
Email address: asdarsain9@gmail.com

Keberhasilan dan kegagalan proyek dipengaruhi oleh waktu dan biaya dimana tolak ukur keberhasilan proyek dilihat dari waktu penyelesaian yang singkat, biaya yang minimal tanpa meninggalkan mutu. Oleh karena itu pengoptimalan biaya dan waktu sangat penting dalam perencanaan suatu proyek. Untuk itu, diperlukan manajemen proyek agar ketiganya dapat dipadukan dengan baik (Soeharto, 1997).

Pada suatu proyek konstruksi, keterlambatan (*delay*) merupakan permasalahan yang umum terjadi dan perlu menjadi perhatian khusus. Banyak proyek konstruksi mengalami keterlambatan dengan penyebab yang beragam. Penyebab keterlambatan yang sering terjadi adalah akibat terjadinya perbedaan kondisi lokasi, perubahan desain, pengaruh cuaca, kurang terpenuhinya kebutuhan pekerja, material atau peralatan, kesalahan perencanaan atau spesifikasi, dan pengaruh keterlibat pemilik proyek (Frederika, 2010). Keterlambatan ini dapat menyebabkan kerugian pada beberapa pihak, baik kontraktor pelaksana maupun pemilik proyek atau *owner*. Maka dari itu, penting mengetahui penyebab keterlambatan proyek sehingga dapat di carikan solusi. Dalam menangani keterlambatan proyek dapat dilakukan dengan mempercepat durasi pengerjaan proyek atau biasa disebut dengan *crashing project*. *Crashing project* merupakan metode yang dimana prinsipnya membuat sebuah simulasi *crashing project* dengan alternatif penambahan jam kerja lembur dan penambahan jumlah tenaga kerja yang tentunya dapat menyebabkan kenaikan biaya langsung pada proyek.

Penelitian percepatan proyek (*crashing project*) ini dilakukan di proyek pembangunan ruko Business Park Citraland City Losari Makassar. Hal ini dilakukan karena proyek mengalami keterlambatan. Keterlambatan proyek tersebut diakibatkan oleh beberapa faktor: (1) posisi basement yang dibawah eksisting tanah dasar tergenang air saat musim hujan, dan sementara kondisi lapangan saat pengecoran pile cap, tie beam, dan slab basement harus dalam keadaan kering, (2) pada proyek ini tidak menggunakan *tower crane* sehingga pelangsiran material menjadi lambat, dan (3) kontraktor mendapatkan surat peringatan 1 (SP 1) dari owner karna deviasi keterlambatan mencapai 10%. Hal ini menjadi latar belakang dilakukan penelitian tentang *Critical Path Methode* Pada *Crashing Project* Pembangunan Ruko Business Park Citraland City Losari Makassar. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan durasi (waktu) pada *crashing* pelaksanaan proyek serta membandingkan waktu dan biaya pelaksanaan proyek sebelum dan setelah pelaksanaan percepatan proyek.

METODE PELAKSANAAN

Tahap awal, dilakukan kajian literatur terkait penerapan metode *crashing program* pada konstruksi gedung yang akan digunakan dalam menyusun dan menganalisis biaya dan waktu percepatan progres yang akan digunakan untuk perhitungan percepatan progres pembangunan ruko Business Park Citraland City Losari Makassar. Langkah berikutnya adalah pengambilan data meliputi rencana anggaran dan biaya (RAB), analisa harga satuan pekerja (AHSP), gambar rencana proyek ruko Business Park, *time schedule*, kurva S proyek, data jumlah tenaga kerja. Data diperoleh dari KSO Ciputra Yasmin berupa rencana anggaran biaya (RAB), analisa harga satuan pekerjaan (AHSP), gambar kerja, *time schedule*, dan kurva s proyek. Input data yang telah didapat dilakukan dengan menggunakan *software microsoft project 2016*, kemudian melakukan *tracking* dan membuat perencanaan baru untuk percepatan durasi proyek. Untuk pengolahan data, metode CPM (*critical path method*) digunakan dalam menentukan durasi percepatan proyek, *microsoft project* digunakan dalam menganalisis jalur kritis, dan menganalisis durasi proyek, serta dalam perhitungan produktivitas pekerja dan dalam menganalisis anggaran proyek saat dilakukan *crashing*.

Untuk analisa data, dilakukan analisis percepatan durasi proyek pada *software microsoft excel 2016* dengan alternatif penambahan jam kerja lembur selama 6,3 jam dan penambahan tenaga kerja sebanyak 25% dari dari total tenaga kerja setiap item pekerjaan. Secara sistematis, untuk pengolahan dan analisis data dilakukan dengan tahapan (1) menentukan jalur kritis pada *time schedule* normal proyek, (2) melakukan analisa perhitungan biaya normal proyek, (3) melakukan analisa percepatan penambahan jam kerja lembur, (4) melakukan analisa percepatan proyek dengan sistem penambahan tenaga kerja, dan (5) melakukan analisa biaya langsung dan biaya tidak langsung. Sebagai batasan, penelitian ini berfokus pada percepatan durasi waktu (*crashin*) dengan penambahan jam kerja lembur selamat 6,3 jam per hari dan penambahan tenaga kerja sebanyak 25% dari jumlah tenaga kerja per item pekerjaan. Pekerjaan ini hanya memperhitungkan pada pekerjaan struktur gedung A ruko *Business Park*, tidak termasuk pada pekerjaan arsitektural dan mekanikal elektrikal gedung. Beberapa asumsi juga digunakan antara lain kondisi lingkungan proyek dan cuaca saat pengerjaan proyek tidak mendukung (cuaca ekstrim : hujan dan angin kencang), serta asumsi kebutuhan sumber daya manusia selalu menenuhi begitupun dengan biaya beserta material proyek. Pada pekerjaan struktur gedung A jumlah tenaga kerja sebanyak 120 orang dan dilakukan penambahan tenaga kerja sebanyak 25%, jam kerja lembur sampai jam 22.00 pm di tambah 2 jam kerja lembur sampai jam 24.00 pm. Rentang waktu penelitian dimulai bulan Maret 2021 sampai Mei 2021.

Rumus-rumus yang digunakan untuk menentukan percepatan pekerjaan untuk masing-masing tahap sebagai berikut:

1. Menentukan produktivitas pekerja setelah ditambahkan 6,3 jam kerja lembur pada proyek digunakan jam kerja perharinya ialah 7 jam/hari. Rumus perhitungan produktivitasnya adalah sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas perjam} = \frac{\text{Kapasitas kerja per hari}}{\text{Durasi jam normal}} \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{Produktivitas tenaga kerja lembur} = (\text{kap./hari} + (\text{jam lembur} \times \text{kap./jam} \times \dots(2) \text{ koefisien}))$$

2. Menentukan durasi setelah dilakukan penambaham jam lembur
Setelah menghitung nilai produktivitas tenagakerja jam lembur, maka tahap selanjutnya adalah mencari durasi pekerjaan setelah dipercepat.

$$\text{Durasi pekerjaan } \textit{crashing} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{produktivitas kerja 12 jam} \times \text{jumlah tenaga kerja}} \dots\dots (3)$$

3. Menentukan biaya total dan upah total pekerja setelah penambahan jam lembur
Setelah durasi pekerjaan dipercepat, maka dapat dihitung jumlah biaya tambah akibat penambahan jam kerja lembur dengan menggunakan rumus yang berdasarkan ketentuan yang tertulis pada keputusan menteri tenaga kerja nomor KEP.102/MEN/VI/2004 pasal 11 tentang upah jam kerja lembur. Rumus tersebut adalah sebagai berikut:

$$1). \text{ Penambahan upah jam lembur ke-1} = 1,5 \times \frac{1}{173} \times \text{upah normal} \times \text{hari kerja sebulan} \dots(4)$$

$$2). \text{ Penambahan upah jam lembur ke 2 dst.} = 2 \times \frac{1}{173} \times \text{upah normal} \times \text{hari kerja.} \dots (5)$$

4. Total Cost tenaga kerja Per hari

Setelah didapatkan jumlah upah tenaga kerja perjam pada perhitungan sebelumnya maka dapat ditentukan upah tenaga kerja perhari (13,3 jam kerja) dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Total cost perhari} = \text{upah normal} + \text{upah jam ke 1} + \text{upah jam ke 2} + \text{upah jam ke 3} + \text{upah jam ke 4} + \text{upah jam ke 5} + \text{upah jam ke 6} + \text{upah jam ke 6,3} \dots\dots (6)$$

5. Total upah pekerjaan

Setelah menghitung jumlah upah per 13,3 jam kerja per hari, maka selanjutnya dapat diitung total upah pekerjaan dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Total upah} = \text{total cost perhari} + \text{durasi item pekerjaan} + \text{jumlah tenaga kerja} \quad (7)$$

6. Cost slope

Setelah menentukan nilai *crash cost*, *normal cost*, *normal duration*, *crash duration* maka selanjutnya dapat dilakukan perhitungan *cost slope* hasil percepatan pada pekerjaan balok lantai 2 dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Cost slope} = \frac{\text{crash cost} - \text{normal cost}}{\text{normal duration} - \text{crash duration}} \quad (8)$$

Untuk analisis percepatan proyek dengan sistem penambahan tenaga kerja, digunakan beberapa persamaan. Pada pekerjaan struktur ruko Business Park Citraland City Losari Makassar jumlah tenaga kerja normal sebanyak 116 orang. Pada percepatan durasi proyek ini dilakukan pada item pekerjaan balok dan plat struktur gedung A, yang dimana jumlah tenaga kerja normal pekerjaan struktur balok dan plat lantai sebanyak 84 orang pekerja dan direncanakan akan dilakukan penambahan orang sebanyak 25% dari jumlah pekerja balok dan plat tersebut. Analisis percepatan penambahan tenaga kerja dilakukan sebagai berikut:

1. Penambahan tenaga kerja 25%

Pnambahan jumlah tenaga kerja sebanyak 25% dari jumlah total tenaga kerj per item pekerjaan dapat dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Tenaga kerja 25\%} = \text{jumlah tenaga kerja normal} \times 25\%$$

$$\text{Total tenaga kerja} = \text{jumlah tenaga kerja} + \text{tenaga kerja 25\%}$$

2. Menentukan Produktivitas normal (Pn)

Dalam melakukan analisa penambahan tenaga kerja, maka terlebih dahulu Menentukan produktivitas normal item pekerjaan proyek dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas normal (Pn)} = \frac{\text{volume}}{\text{durasi}}$$

3. Produktivitas *crashing*

Produktivitas *crashing* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut berikut:

$$\text{Produktivitas } \textit{crashing} = \frac{\text{Pn} \times (\text{Tot. OH normal} + \text{Tot. OH crash 25\%})}{\text{Tot. OH normal}}$$

4. *Crash duration* (Cd)

Crash duration dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Crash duration} = \frac{\text{volume}}{\text{produktivitas } \textit{crashing}}$$

5. Penambahan upah crash

perhitungan total penambahan upah sebagai berikut:

$$\text{Upah crash} = \text{jumlah tenaga crash} \times \text{upah 13,3 jam perhari} \times \text{durasi } \textit{crash}$$

6. *Crash cost*

Crash cost dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Crash cost} = \text{normal cost} + (\text{total penambahan upah} + \text{Cd})$$

7. *Cost slope*

Perhitungan *crash cost* dapat dilakukan dengan menggunakan rumus berikut:

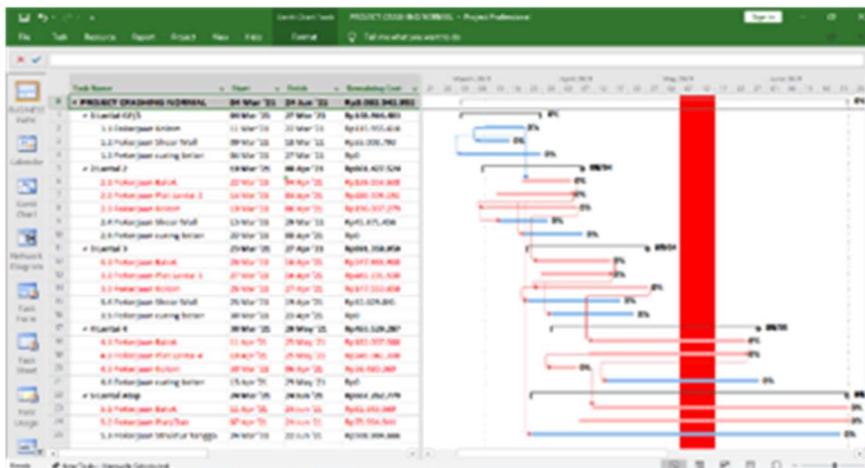
$$\text{Cost slope} = \frac{\text{crash cost} - \text{norma cost}}{\text{normal duration} - \text{crash duruation}}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah hubungan setiap pekerjaan tersebut selesai dimodelkan kedalam *microsoft project* 2016, maka akan didapatkan beberapa item pekerjaan yang berada pada jalur kritis dengan ciri pada *bar chart* maupun *network diagram* yang hasilnya ditunjukkan dengan garis berwarna merah pada Gambar 1. *Normal cost* adalah biaya total dari setiap aktivitas pekerjaan, yang terdiri dari *normal cost* bahan dan *normal cost* upah. *Normal cost* diperoleh dari rencana anggaran biaya proyek. Total anggaran normal proyek yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1. Pada Tabel 1, dijabarkan harga normal setiap item pekerjaan, total anggaran biaya normal yang akan digunakan dalam penelitian ini sesuai pada tabel adalah sebesar Rp. 3.032.542.952,00.

Tabel 1.
Total anggaran normal proyek

No	Item Pekerjaan	Sisa biaya
II	PEKERJAAN BETON	Rp 3.032.542.952,00
II.2	Lantai GF/1	Rp 148.964.404,00
	Pekerjaan Kolom	Rp 115.955.610,00
	Pekerjaan Shear Wall	Rp 33.008.793,00
	Pekerjaan curing beton	Rp -
II.3	Lantai 2	Rp 861.427.525,00
	Pekerjaan Balok	Rp 139.653.638,00
	Pekerjaan Plat Lantai 2	Rp 480.395.151,00
	Pekerjaan Kolom	Rp 196.007.279,00
	Pekerjaan Shear Wall	Rp 45.371.456,00
	Pekerjaan curing beton	Rp -
II.4	Lantai 3	Rp 891.358.958,00
	Pekerjaan Balok	Rp 247.983.930,00
	Pekerjaan Plat Lantai 3	Rp 463.191.530,00
	Pekerjaan Kolom	Rp 147.553.658,00
	Pekerjaan Shear Wall	Rp 32.629.841,00
	Pekerjaan curing beton	Rp -
II.5	Lantai 4	Rp 463.529.286,00
	Pekerjaan Balok	Rp 182.007.580,00
	Pekerjaan Plat Lantai 4	Rp 245.041.338,00
	Pekerjaan Kolom	Rp 36.480.369,00
	Pekerjaan curing beton	Rp -
II.6	Lantai Atap	Rp 158.278.113,00
	Pekerjaan Balok	Rp 82.343.569,00
	Pekerjaan Plat/Dak	Rp 75.934.544,00
	Pekerjaan Struktur Tangga	Rp 508.984.666,00



Gambar 1.
Time schedule normal perencanaan percepatan proyek

Untuk durasi *crashing* penambahan jam lembur 6,3 jam/hari dengan mempertimbangkan penurunan tenaga kerja pada saat lembur, dapat dilihat pada Tabel 2. Tabel 2 menunjukkan produktivitas jam kerja lembur pekerja per jam berdasarkan indeks penurunan produktivitas waktu lembur, karena diterapkan pekerjaan jam lembur 6,3 jam, maka koefisien produktivitas lembur yang digunakan adalah 0,35. Terlihat indikasi menurunnya produktivitas karena kerja lembur.

Tabel 2.

Tabel produktivitas jam lembur pekerja

Jam Lembur (A)	Penurunan Indeks Produktivitas (B)	Penurunan Prestasi Kerja (Perjam) (C = A×B)	Penurunan Jam Kerja (%) (D)	Koefisien Produktivitas (E = 100% - D)
1	0,1	0,1	10	0,9
2	0,1	0,2	20	0,8
3	0,1	0,3	30	0,7
4	0,1	0,4	40	0,6
5	0,1	0,5	50	0,5
6	0,1	0,6	60	0,4
6,3	0,1	0,63	63	0,35

Dari hasil perhitungan dapat diketahui bahwa pada percepatan durasi pada item pekerjaan kolom lantai 1 dengan durasi normal 12,25 hari dapat dipercepat menjadi 10 hari dengan biaya normal sebesar Rp. 37.706.482,26 dan biaya *crash* sebesar Rp. 87.604.293,64. Dari analisa tersebut didapatkan nilai *cost slope* senilai Rp. 22.176.805,06. Pada Tabel 3, disajikan data hasil percepatan progress dengan penambahan 6,3 jam per hari.

Pada Tabel 3 ditunjukkan *cost slope* hasil *crashing* proyek dengan penambahan jam kerja sebanyak 6,3 jam per hari, *Cost slope* dari semua item pekerjaan yang sudah dianalisa pada *microsoft excel 2016* senilai Rp. 129.043.552,29. Tabel 4 menyajikan data hasil percepatan proyek dengan *alternative* penambahan jumlah tenaga kerja. Pada Tabel 4, disajikan data hasil percepatan proyek dengan penambahan alternatif tenaga kerja, pada alternatif tersebut didapatkan *cost slope* untuk semua item pekerjaan yang dipercepat senilai Rp. 42.217.343,79.

Tabel 3.

Hasil percepatan progress dengan penambahan 6,3 jam per hari.

Item Pekerjaan	Durasi crash	Upah Normal	Upah Crash	Cost Slope
Lantai 1				
Pekerjaan Kolom	8	Rp 23.191.122,00	Rp 53.156.380,12	Rp 14.982.629,06
Lantai 2				
Pekerjaan Balok	10	Rp 37.706.482,26	Rp 87.604.293,64	Rp 22.176.805,39
Pekerjaan Plat	15	Rp 81.667.175,67	Rp 165.203.231,79	Rp 19.889.537,17
Pekerjaan Kolom	18	Rp 39.201.455,80	Rp 80.732.278,61	Rp 7.551.058,69
Lantai 3				
Pekerjaan Balok	14	Rp 66.955.661,10	Rp 81.673.318,15	Rp 3.344.922,06
Pekerjaan Plat	14	Rp 78.742.560,10	Rp 161.504.591,10	Rp 22.899.480,94
Pekerjaan Kolom	21	Rp 29.510.731,60	Rp 69.644.686,47	Rp 6.080.990,82
Lantai 4				
Pekerjaan Balok	20	Rp 49.142.046,60	Rp 82.688.131,79	Rp 5.619.109,75
Pekerjaan Plat	21	Rp 41.657.027,46	Rp 81.262.444,36	Rp 5.757.188,31
Pekerjaan Kolom	5	Rp 7.296.073,00	Rp 19.945.853,76	Rp 1.405.311,06
Lantai Atap				
Pekerjaan Balok	40	Rp 22.232.763,63	Rp 82.571.087,86	Rp 5.028.193,69
Pekerjaan Plat/Dak	42	Rp 12.908.872,48	Rp 22.898.259,19	Rp 768.414,36
Total		Rp 490.211.972,50	Rp 988.884.657,34	Rp 129.043.552,29

Tabel 4.

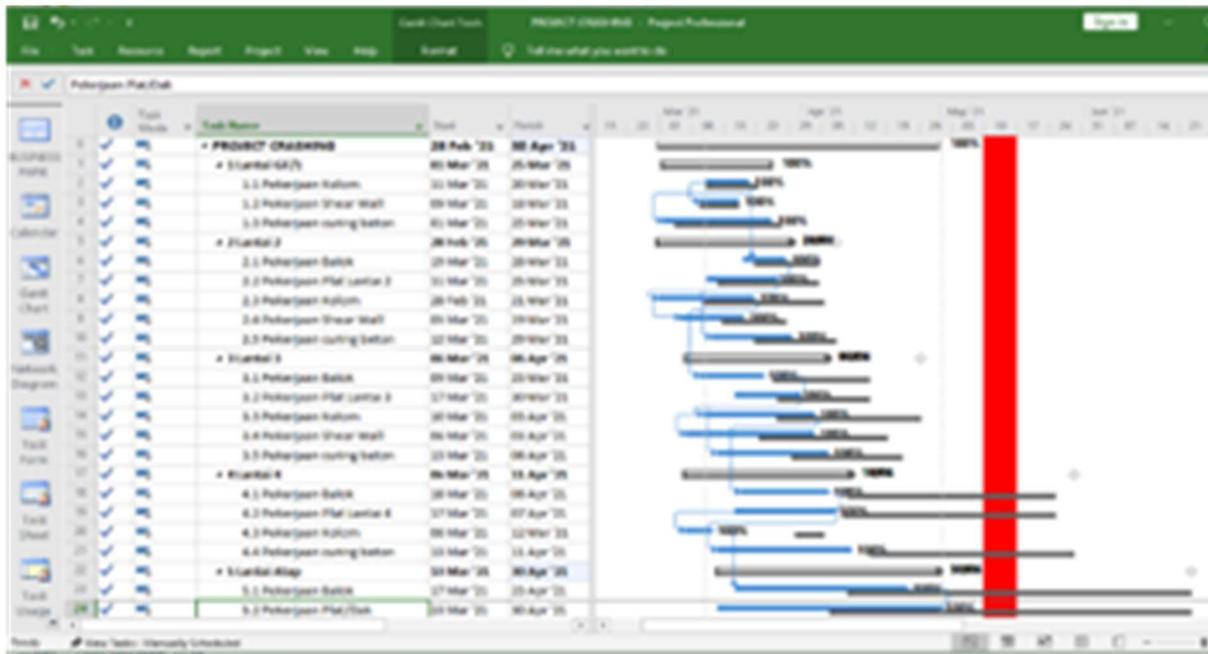
data hasil percepatan proyek dengan alternatif penambahan jumlah tenaga kerja.

Item Pekerjaan	Durasi Normal	Durasi Crash	Upah Normal	Upah Crash	Cost Slope
Lantai 2					
Pekerjaan Balok	10	8	Rp 37.706.482,26	Rp 55.191.800,18	Rp 8.742.658,96
Pekerjaan Plat	15	13	Rp 81.667.175,67	Rp 100.403.707,46	Rp 9.368.265,90
Lantai 3					
Pekerjaan Balok	14	12	Rp 66.955.661,10	Rp 80.069.649,54	Rp 6.556.994,22
Pekerjaan Plat	14	12	Rp 78.742.560,10	Rp 96.037.820,22	Rp 8.647.630,06
Lantai 4					
Pekerjaan Balok	20	17	Rp 49.142.046,60	Rp 60.988.983,02	Rp 3.948.978,91
Pekerjaan Plat	21	19	Rp 41.657.027,46	Rp 48.277.374,28	Rp 3.310.173,41
Lantai Atap					
Pekerjaan Balok	40	33	Rp 22.232.763,63	Rp 33.731.260,74	Rp 1.642.642,44
Total					Rp 42.217.343,79

Setelah melakukan perhitungan penambahan jumlah tenaga kerja sebanyak 25% , didapatkan total jumlah tenaga kerja yang ditambahkan yaitu sebanyak 21 orang. Perhitungan jumlah tenaga *crash* dapat dilihat pada perhitungan berikut ini:

$$\begin{aligned} \text{Tenaga kerja } crash &= \text{tenaga kerja normal} + \text{tenaga kerja tambahan} \\ \text{Tenaga kerja } crash &= 116 \text{ orang} + 21 \text{ orang} \\ &= 137 \text{ orang} \end{aligned}$$

Apabila sudah melakukan serhitungan dan analisa percepatan proyek dengan alternatif penambahan jam kerja lembur dan penambahan tenaga kerja, maka selanjutnya mengisikan data tersebut kedalam *baseline time schedule* pada *microsoft project 2016* yang sudah dibuat sebelumnya. Jika pengimputan data telah selesai pada *baselinea time schedule* rencana maka didapatkan data berupa durasi hasil percepatan proyek. *Time schedule* hasil perhitungan percepatan progres pembangunan ruko Business Park Citraland City Losari Makassar dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2.

Time schedule setelah dilakukan perhitungan percepatan

Setelah analisis percepatan selesai dan sudah didapatkan durasi percepatan yang optimal, maka langkah selanjutnya adalah menghitung total biaya dari proyek pada kondisi normal dan pada kondisi sesudah di *crashing*. Biaya proyek tersebut terdiri dari biaya langsung (*direct cost*) dan biaya tidak langsung (*indirect cost*).

4.1 Hasil perhitungan biaya total proyek pada kondisi normal:

Pada kondisi normal, durasi normal adalah 109 hari dengan rencana anggaran Rp. 3.032.542.952,00. Biaya tidak langsung disini terdiri dari biaya *overhead*. Maka selanjutnya dihitung biaya *overhead* dan *profit*, yang merupakan biaya yang dikeluarkan secara tidak langsung seperti keutungan, gaji, biaya listrik, operasional, dan biaya lainnya. Berdasarkan Perpres 70/2012 tentang keuntungan penyedia jasa adalah 0-15%. Pada perhitungan biaya sebelumnya didapatkan bobot biaya langsung sebesar 91% dan bobot biaya tidak langsung sebesar 9% (6% *profit* dan 3% *overhead*). Karena *profit* dan biaya *overhead* merupakan biaya tidak langsung, maka pada penelitian ini diambil nilai *profit* sebesar 6% dari total biaya normal proyek dan biaya *overhead* 3% dari total biaya proyek. Dari uraian diatas maka dapat dicari nilai *profit* dan biaya *overhead* dengan cara berikut

- a) *Profit* = total biaya proyek x 6%
- b) Biaya *overhead* = total biaya proyek x 3%
- c) *Overhead* perhari = $\frac{\text{biaya overhead}}{\text{durasi normal}}$

Setelah mendapatkan nilai profit dan biaya overhead, maka selanjutnya dapat dihitung biaya langsung dan biaya tidak langsung sebagai berikut:

- a. *Direct cost* = 91% x total biaya proyek
- b. *Indirect cost* = *profit* + biaya *overhead*
- c. Biaya total proyek = *direct cost* + *indirect cost*

Dari perhitungan rata-rata biaya normal didapat koefisien biaya bahan senilai 0,80 senilai dengan 80%, dan biaya upah senilai 0,20 senilai dengan 20%, maka dapat dihitung bobot biaya bahan dan upah dalam biaya langsung (*direct cost*) pada proyek.

- a. Biaya bahan = *direct cost* + koefisien bahan
- b. Biaya upah = *direct cost* + koefisien bahan

4.2 Hasil perhitungan biaya total proyek pada kondisi dipercepat

Pekerjaan yang telah di *crashing* akan memiliki durasi yang lebih cepat dari durasi normal. Pada penelitian ini dilakukan dua alternatif percepatan, yaitu penambahan jam lembur 6,3 jam dan penambahan tenaga kerja. karna durasi pekerjaan dipercepat, maka upah yang dikeluarkan akan lebih banyak dari biaya normal sehingga biaya langsung (*indirect cost*) meningkat. Sebaliknya karna percepatan menjadi lebih singkat, maka pengeluaran biaya tidak langsung (*indirect cost*) akan lebih kecil.

Pada perhitungan percepatan didapat nilai *cost slope* sebesar Rp. 171.260.896,09. Kemudian durasi proyek yang didapatkan setelah melakukan percepatan ialah 56 hari dari durasi normal 109 hari, lebih cepat 53 hari.

- a. *derect cost* = biaya langsung normal + *cost slope* total
- b. *indirect cost* = (durasi *crashing* x *overhead* per hari) + *profit*
- c. *Total biaya crashing* = *direct cost* + *indirect cost*

Rekapitulasi perbandingan durasi dan biaya antara durasi proyek dalam kondisi normal dan durasi proyek setelah dilakukan percepatan dengan alternative penambahan jam lembur

dan tenaga kerja dapat dilihat pada Tabel 5. Pada Tabel 5, disajikan perbandingan data durasi dan biaya proyek dalam keadaan normal dan keadaan dipercepat, pada tabel tersebut didapatkan *cos slope* pada *direct cost* sebesar Rp. 171.260.896,09 dan *indirect cost* berkurang sebanyak Rp. 44.236.177,01 sehingga didapatkan total *cos slope* senilai Rp. 127.024.719,08.

Tabel 5.

Rekapitulasi perbandingan durasi dan biaya antara durasi proyek dalam kondisi normal dan durasi proyek setelah dilakukan percepatan.

Situasi Proyek	Durasi (hari)	Direct Cost	Indirect Cost	Total Cost
Proyek kondisi normal	109	Rp 2.759.614.089,00	Rp 272.928.865,68	Rp 3.032.542.954,68
Proyek kondisi crash	56	Rp 2.930.874.985,09	Rp 228.692.688,67	Rp 3.159.567.673,76
Cost slope		Rp 171.260.896,09	Rp (44.236.177,01)	Rp 127.024.719,08

Dari analisis *crasing* yang dilakukan dengan menambahkan jam kerja 6,3 jam dan penambahan tenaga kerja 25% dari jumlah normal, ternyata durasi proyek dapat dipercepat menjadi 56 hari lebih cepat 51% dari durasi normal yaitu 109 hari, dengan artian proyek lebih cepat selesai 53 hari. Namun setelah dilakukan percepatan terbukti bahwa biaya langsung (*direct cost*) mengalami perubahan yang semula Rp. 2.759.614.089,00 menjadi Rp. 2.930.874.985,09. Dengan terjadinya durasi percepatan proyek, maka biaya tidak langsung juga mengalami perubahan yaitu semula Rp. 272.928.865,68 menjadi Rp. 228.692.688,67. Sehingga terjadi perubahan biaya total dari keadaan normal sebanyak Rp. 3.032.542.954,68 meningkat menjadi Rp. 3.159.567.673,76 setelah dilakukan *crashing* proyek.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil perhitungan optimasi waktu dan biaya *crashing* Pembangunan Ruko Business Park Citraland City Losari Makassar dapat diambil kesimpulan bahwa durasi *crash* proyek yaitu 56 hari dari durasi normal yaitu 109 hari, dan waktu penyelesaian proyek *crash* yaitu 56 hari dengan biaya total proyek sebesar Rp. 3.159.567.673,76. Sedangkan waktu penyelesaian normal 109 hari dengan biaya total proyek Rp. 3.032.542.952,68. Jadi, terjadi pengurangan durasi 53 hari dan penambahan biaya sebesar Rp. 127.024.719,08. Berdasarkan perhitungan di atas, apabila keterlambatan pelaksanaan proyek terjadi maka untuk mengejar sasaran jadwal, sebaiknya percepatan pekerjaan segera dilakukan.

5. DAFTAR PUSTAKA

1. Frederika, A. (2010). Analisis Percepatan Pelaksanaan dengan Menambah Jam Kerja Optimum pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Super Villa, Peti Tenget-Bandung). *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*. 14(2), 113-126.
2. Husen, A. (2009). *Manajemen Proyek: Perencanaan, Penjadwalan, dan Pengendalian Proyek*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
3. Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi. (2004). *KEP.102/MEM/VI/2004 tentang Waktu Kerja Lembur dan Upah Kerja Lembur*. Jakarta: Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi RI.
4. Kerzner, H. (2009). *Project Management A System Approach to Planning, Schedulling and Controlling*. 10th Edition. New Jersey: John Wiley and Sons.
5. Soeharto, I. (1997). *Manajemen Proyek dari Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta: Erlangga.