

ANALISIS PERCEPATAN WAKTU DAN BIAYA DENGAN METODE *CRASHING PROGRAM* PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG RAWAT JALAN RSUD KANJURUHAN

Oleh: Riski Ramadan , Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, ITN, Indonesia
Ramadanriski424@yahoo.com

Abstrak

Pelaksanaan Proyek pada proyek pembangunan gedung rawat jalan rumah sakit umum daerah kanjuruhan kabupaten malang pada pekerjaan struktur dimulai tanggal 15 mei 2018 dengan waktu penyelesaian selama 283 hari atau direncanakan selesai pada tanggal 9 april 2019, namun mengalami keterlambatan pada pelaksanaannya. Semua faktor tersebut dapat berdampak besar terhadap waktu dan biaya pada proyek.

Pelaksanaan yang mengalami keterlambatan perlu dilakukan percepatan. Salah satu metode percepatan yang dilakukan yaitu *crashing program* dengan pengurangan durasi proyek agar dapat mengejar prestasi yang tertinggal pada waktu-waktu sebelumnya dengan melakukan analisis jaringan kerja berupa CPM. Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah data sekunder berupa data *time schedule*, rencana anggaran biaya proyek dan jumlah tenaga kerja setiap item pekerjaan. Analisis kemudian dilakukan untuk mengetahui waktu dan biaya akibat percepatan dengan penambahan jam kerja dan penambahan tenaga kerja, selanjutnya dicari perbandingan waktu dan biaya yang optimum dari dua alternatif tersebut.

Dari perhitungan percepatan waktu dan biaya proyek dapat dibandingkan percepatan penambahan jam kerja (lembur) dengan pengurangan durasi 29 hari (waktu penyelesaian proyek proyek menjadi 254 hari) dan penambahan biaya sebesar Rp 92.741.225,09 dari total biaya pekerjaan normal yang jumlahnya sebesar Rp 10.322.112.083,33 menjadi Rp 10.409.529.391,76 atau naik 0,85% dari total biaya proyek normal, sedangkan dengan penambahan tenaga kerja dengan pengurangan durasi 52 hari (waktu penyelesaian proyek proyek menjadi 231 hari) tetapi penambahan hanya sebesar Rp 68.033.777,17 dari total biaya pekerjaan normal yang jumlahnya sebesar Rp 10.322.112.083,33 menjadi Rp 10.380.599.527,17 atau naik 0,57% dari total biaya proyek normal. Sehingga hasil *crash* yang optimum adalah dengan penambahan tenaga kerja.

Kata Kunci : Waktu, Biaya, Manajemen.

Abstract

Project Implementation in the outpatient building construction project of the general hospital in the district of Malang district on structural work began on 15 May 2018 with a completion time of 283 days or planned to be completed on 9 April 2019, but experienced delays in its implementation. All of these factors can have a large impact on the time and cost of the project.

Accelerated implementation needs to be accelerated. One method of acceleration is done by crashing the program by reducing the duration of the project in order to catch up on the achievements that were left in earlier times by conducting a network analysis in the form of CPM. The data needed in this study is secondary data in the form of time schedule data, project cost budget plans and the number of workers for each work item. Analysis is then performed to determine the time and cost due to acceleration with the addition of working hours and addition of labor, then the optimum time and cost comparison of the two alternatives is sought.

From the calculation of the acceleration of time and project costs can be compared to the acceleration of the addition of working hours (overtime) with a reduction in the duration of 29 days (project completion time to 254 days) and additional costs of Rp. 92,741,225.09 from the total cost of normal work which amounts to Rp. 10,322,112,083.33 to Rp 10,409,529,391.76 or an increase of 0.85% of the total normal project costs, whereas with the addition of labor with a reduction in the duration of 52 days (project completion time to 231 days) but the addition of only Rp 68,033,777,17 of the total normal work costs which amounted to Rp 10,322,112,083.33 to Rp 10,380,599,527.17 or an increase of 0.57% of the total normal project costs. So that the optimum result of crashes is the addition of labor.

Keywords : Time, Cost, Management.

1. Pendahuluan

Tuntutan pembangunan di segala bidang semakin dirasakan, terutama di negara yang sedang berkembang, hal ini dilakukan dalam rangka meningkatkan taraf hidup rakyatnya. Banyak kemajuan yang harus dikejar dengan pembangunan, terutama dibidang infrastruktur. Kegagalan dari suatu pelaksanaan pembangunan infrastuktur sering kali disebabkan kurang terencananya kegiatan proyek serta pengendalian yang kurang efektif, sehingga kegiatan proyek tidak efisien, hal ini mengakibatkan keterlambatan, menurunnya kualitas pekerjaan, dan membengkaknya biaya pelaksanaan. Keterlambatan penyelesaian proyek sendiri adalah kondisi yang sangat tidak dikehendaki, karena dapat merugikan kedua belah pihak baik dari segi waktu maupun biaya.

Dalam kaitannya dengan waktu, biaya dan kualitas produksi, perusahaan harus bisa seefisien mungkin dalam penggunaan waktu di setiap kegiatan atau aktifitas, sehingga biaya tidak melebihi dari rencana semula dan tidak mengurangi mutu. Pada pembangunan sebuah gedung misalnya, diperlukan adanya penanganan manajemen penjadwalan kerja yang baik. Suatu proyek dikatakan baik jika penyelesaian proyek tersebut efisien, ditinjau dari segi waktu dan biaya serta mencapai efisiensi kerja baik manusia maupun alat (Badri, 1997). Kebutuhan sumber daya untuk masing-masing aktifitas proyek bisa berbeda, sehingga ada kemungkinan ada fluktuasi kebutuhan sumber daya. Fluktuasi ini berpengaruh terhadap anggaran, karena ada kalanya sumber daya tidak diberdayakan tetapi biaya tetap keluar, yang disebut dengan biaya tetap (*fixed cost*).

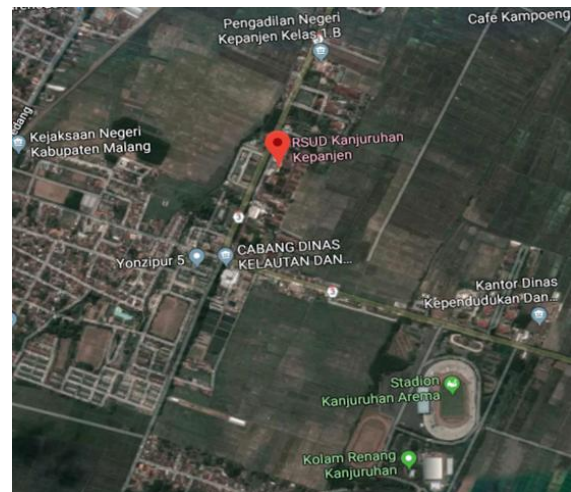
Karena cepat dan efektifnya pembangunan suatu proyek sangat diperlukan. Oleh karena itu optimasi perlu dilakukan menggunakan metode yang baik karena optimasi yang dilakukan dengan biaya yang terbatas. Terdapat beberapa metode untuk percepatan penjadwalan, salah satunya adalah yang digunakan untuk mengoptimasi biaya dan waktu dalam studi ini yaitu *cashing program*. Metode *crashing program* dilakukan dengan mempercepat durasi pekerjaan-pekerjaan yang berada pada jalur kritis dan memiliki *cost slope* yang paling rendah kemudian dilakukan perhitungan biaya yang dibutuhkan setelah dilakukn percepatan waktu perencanaan agar mencapai titik optimal. Dalam melakuka optimasi biaya dan waktu menggunakan metode *crashing program*, penyusun mempertimbangkan percepatan waktu mana yang paling efektif dan penambahan biaya seminimal mungkin.

Studi ini membahas tentang pelaksanaan percepatan pekerjaan proyek konstruksi Pembangunan Gedung Rawat Jalan Rumah Sakit Umum Daerah Kanjuruhan Kabupaten Malang. Percepatan pelaksanaan menggunakan metode percepatan *crashing program*. Setelah dilakukan percepatan pelaksanaan proyek, selanjutnya dilakukan analisis lama waktu yang berhasil dipercepat dan kebutuhan biaya dalam percepatan

crashing program. Setelah itu penyusun membandingkan waktu dan biaya dalam kondisi normal dengan waktu dan biaya setelah dilakukan percepatan menggunakan *crashing program*.

2. Deskripsi Obyek Penelitian

Rumah Sakit Umum Derah Kanjuruhan yang terletak di Jalan Panji No. 100, Kepanjen, Kabupaten Malang perlu membangun fasilitas yang memadai untuk meningkatkan ketrersediaan sarana kesehatan bagi masyarakat. Maka dari itu dilaksanakan Pembangunan Gedung Rawat Jalan yang baru agar pelayanan terhadap kesehatan masyarakat di daerah Kanjuruhan lebih baik.

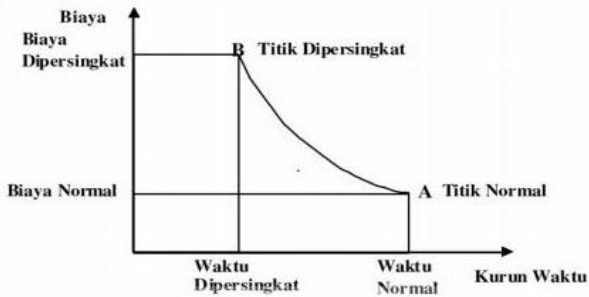


3. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas, maka penyusun menyimpulkan rumusan masalah yaitu: 1) Berapa lama durasi dan biaya untuk pelaksanaan proyek dengan percepatan (*crashing program*) Penambahan jam kerja? 2) Berapa durasi dan biaya untuk pelaksanaan proyek dengan percepatan (*crashing program*) penambahan tenaga kerja? 3) Beberapa perbandingan waktu dan biaya pelaksanaan pekerjaan pada percepatan dengan penambahan jam kerja dan penambahan tenaga kerja.

4. Metode Penelitian

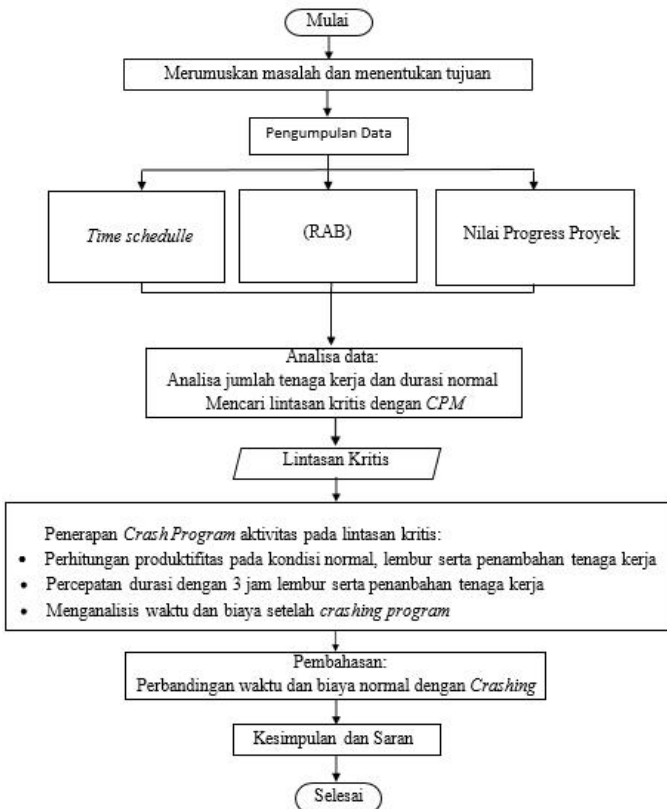
Metode crashing merupakan tindakan mengurangi durasi proyek secara keseluruhan pekerjaan setelah menganalisa alternatif-alternatif yang ada dari jaringan kerja. Untuk menganalisis lebih lanjut hubungan antara biaya dengan waktu suatu kegiatan, dipakai beberapa istilah yaitu, kurun waktu normal (*Normal Duration*), kurun waktu yang di persingkat (*crash duration*), biaya normal (*Normal Cost*), dan Biaya untuk waktu dipersingkat (*crash cost*).



Hubungan Antara Waktu – Biaya dan Dipersingkat

(Sumber: Soeharto, 1995, p.294)

5. Bagan alir Penelitian



Flow chart /Bagan Alir Penelitian

6. Analisa Jumlah Tenaga Dan Upah Pekerjaan Normal

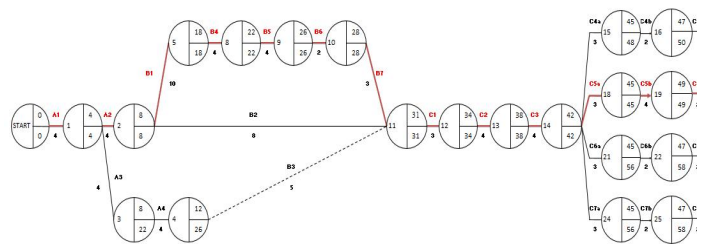
Dari koefisien sumber daya dan durasi normal pekerjaan proyek dapat diketahui jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan serta durasi suatu pekerjaan dapat diselesaikan. Pada Tabel 4.5 menunjukkan perhitungan total kapasitas produktifitas perhari sehingga didapatkan durasi pelaksanaan pekerjaan tersebut.

Tabel 4.5 Analisa Tenaga Kerja

Uraian Pekerjaan	Satuan Pekerjaan	Koefisien	Volume Pekerjaan	Hari Kerja Per Orang		Hari kerja Dibutuhkan	Total Pekerja Tenaga Pembulatan
				Hari	Pembulatan		
- Beton Kolom K1 30x60(K.300.)							
- Memasang 1MF Bekisting untuk sloof 2x pakai	m ²						
Pekerja	OH	0.66	14.76	9.7416	10		3.33
Tukang Batu	OH	0.33		4.8708	5	3	1.67
Kepala Tukang	OH	0.033		0.48708	1		0.33
Mandor	OH	0.033		0.48708	1		0.33
- Pembastian 10 kg Besi Ulir	kg						
Pekerja	OH	0.07		1.0332	2		1.00
Tukang Besi	OH	0.07		1.0332	2	2	1.00
Kepala Tukang	OH	0.007		0.10332	1		0.50
Mandor	OH	0.004		0.05904	1		0.50
- Membuat 1m ³ Beton Mutu Fc= 26.4 Mpa (K300)	m ³						
Pekerja	OH	0.07		1.033	2		2.00
Tukang Batu	OH	0.07		1.033	2	1	2.00
Kepala Tukang	OH	0.007		0.103	1		1.00
Mandor	OH	0.004		0.059	1		1.00

7. Analisa Jaringan Kerja Critical Path Method

Dari *time schedule* berupa diagram batang (*bar chart*) dan kurva S, dapat dibuat jaringan kerja dengan menggunakan durasi normal sehingga didapatkan waktu normal penyelesaian proyek. Dalam hal ini jaringan kerja yang disusun adalah CPM dengan cara manual. Dari jaringan kerja CPM ini diperoleh waktu penyelesaian proyek dengan kondisi normal adalah 283 hari. Dari hasil jaringan kerja CPM pekerjaan normal juga diperoleh kegiatan-kegiatan yang kritis, yang membentuk sebuah lintasan kritis (*critical path*). Sedangkan kegiatan-kegiatan yang akan di *crashing* dengan penambahan jam kerja (lembur) 3 jam dan penambahan tenaga kerja ditunjukkan pada Tabel 4.1



Gambar 4.1 Critical Path Method (CPM)

8. Analisis Percepatan Proyek Dengan Tambah Jam Kerja

a. Durasi Crash (Dc)

Dalam perhitungan percepatan dengan menambahkan jam kerja (lembur) dapat menurunkan

efisiensi kerja seperti terlihat pada Gambar 4.2 berikut. Berdasarkan keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP.102/MEN/VI/2004 pasal 3, lembur yang diperbolehkan paling lama yaitu selama 3 jam sehingga untuk alternatif percepatan penambahan jam kerja dilakukan selama 3 jam. Pada Tabel 2.2 menunjukkan indeks penurunan produktivitas menjadi 0,70 dari produktifitas pada jam kerja normal. bila jumlah jam per hari dan hari per minggu bertambah. Perhitungan penurunan produktivitas pekerjaan bekisting Balok Type B1 30x70 Cm, K-300 Lantai 2 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Volume pekerjaan} &= 112,14 \text{ m}^2 \\ \text{Jumlah tenaga kerja} &= 19 \text{ orang} \\ \text{Durasi normal} &= 7 \text{ hari} \\ \text{Jam kerja normal perhari} &= 8 \text{ jam} \\ \text{Produktivitas perhari} &= \frac{\text{Volume}}{\text{Durasi normal}} = \frac{112,14}{7 \text{ hari}} \\ &= 16,02 \text{ m}^2/\text{hari} \\ \text{Prod normal perjam} &= \frac{\text{Produktivitas harian}}{\text{Jumlah jam kerja normal harian}} \\ &= \frac{16,02}{8 \text{ jam}} \end{aligned}$$

$$= 2,00 \text{ m}^2/\text{jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Prod lembur} &= \text{Jam Lembur} \times \text{Koef. Produktivitas} \times \text{Prod./Jam} \\ &= 3 \times 0,70 \times 2,00 \\ &= 4,21 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Produktivitas harian setelah *crashing*

$$\begin{aligned} \text{Prod. Crashing} &= \text{Prod. Harian} + \text{Prod. Lembur} \\ &= 16,02 + 4,21 \\ &= 20,23 \text{ m}^2 \\ &= \frac{112,14}{20,23} \\ &= 5,54 \approx 6 \text{ hari} \end{aligned}$$

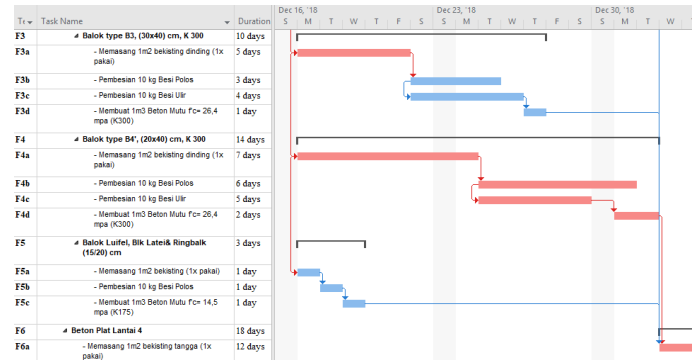
9. Biaya Crash (Cc)

$$\text{Cost Slope} = \frac{\text{Crash cost} - \text{normal cost}}{\text{Normal duration} - \text{Crash duration}}$$

10. Analisis Percepatan Proyek dengan Tambahan Tenaga Kerja

a. Durasi Crash (Dc)

Durasi percepatan maksimal di dapat dari *total float* (TF) antara pekerjaan kritis dan non kritis.



Gambar 4.3 durasi percepatan maksimal (Sumber: durasi pekerjaan normal)

Dalam perhitungan *crash* dengan melakukan penambahan tenaga kerja angka produktivitas akan menurun jika terjadi kepadatan area kerja tenaga kerja yang ditunjukkan pada Gambar 2.10 merupakan hasil penelitian untuk proyek-proyek berukuran sedang ke atas di USA dengan titik optimal 200 ft²/orang dengan indeks produktivitasnya maksimal = 1. Jika makin padat 150 ft²/orang atau 100 ft²/orang maka indeks produktivitasnya akan menurun menjadi 1,2 dan 1,3. Maka dapat dianalisa sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Indeks Produktivitas 1} &= 200 \text{ ft}^2/\text{orang} = 18,5806 \text{ m}^2/\text{orang} \\ \text{Indeks Produktivitas 1,2} &= 150 \text{ ft}^2/\text{orang} = 13,9355 \text{ m}^2/\text{orang} \\ \text{Indeks Produktivitas 1,3} &= 100 \text{ ft}^2/\text{orang} = 9,2903 \text{ m}^2/\text{orang} \end{aligned}$$

Dengan dasar kepadatan yang ideal yaitu 18,5806 m²/orang dengan indek produktivitas = 1. luas area per tenaga kerja akan semakin padat yaitu 18,5806/2 = 9,2903 m²/orang dengan indeks produktivitas = 1,3. Maka efektifitas tenaga kerja dapat dihitung dengan:

$$\begin{aligned} \text{Efektifitas tenaga kerja} &= \frac{1}{1,3} \times 100 \% \\ &= 77\% = 0,77 \end{aligned}$$

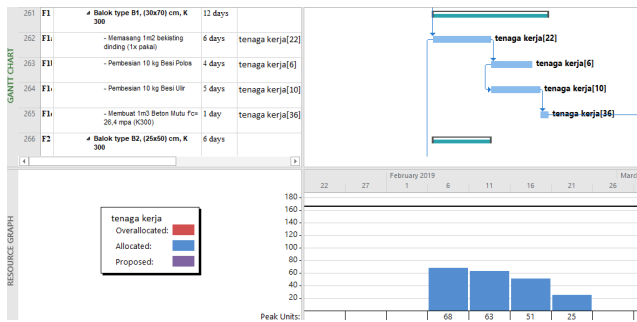
Penurunan produktivitas = 23%

Total tenaga kerja maxsimal di dapat dari luas area pekerjaan dan luas area proyek dengan perhitungan:
Luas area proyek = Luas gedung + luas halaman

$$\begin{aligned} &= 104,04 \text{ m}^2 + 537,04 \text{ m}^2 \\ &= 1541,08 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Pek. Max} &= \frac{\text{luas area proyek}}{\text{kepadatan max}} \\ &= \frac{1541,08 \text{ m}^2}{1541,08 \text{ m}^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 9,2903 \text{ m}^2 \\ &= 165,89 \text{ dibulatkan } 166 \text{ tenaga kerja maxsimal dalam 1 hari} \end{aligned}$$



Gambar 4.4 Jumlah tenaga kerja (Sumber: Jumlah tenaga kerja)

b. Biaya Crash (Cc)

$$\text{Cost Slope} = \frac{\text{Crash cost} - \text{Normal cost}}{\text{Normal duration} - \text{Crash duration}}$$

c. Biaya Tidak Langsung

Uraian	Jumlah	Harga Satuan	Total
1. Gaji Staf Proyek			
Pimpinan Proyek	1 org	Rp 8,000,000.00	Rp 8,000,000.00
Keuangan	1 org	Rp 3,500,000.00	Rp 3,500,000.00
Logistik	1 org	Rp 3,000,000.00	Rp 3,000,000.00
Teknikal dan Lapangan/Field	1 org	Rp 4,500,000.00	Rp 4,500,000.00
Pelaksana MEP	1 org	Rp 4,500,000.00	Rp 4,500,000.00
Pelaksana Sipil/Arsitek	1 org	Rp 4,000,000.00	Rp 4,000,000.00
Drafter	1 org	Rp 3,500,000.00	Rp 3,500,000.00
Satpam/Keamanan	1 org	Rp 2,000,000.00	Rp 2,000,000.00
Sub Total I (Gaji Staf Proyek)			Rp 37,500,000.00
2. Fasilitas			
Listrik	total/bln		Rp 3,000,000.00
Air	total/bln		Rp 1,000,000.00
ATK	total/bln		Rp 500,000.00
Transportasi	2 unit	Rp 500,000.00	Rp 1,000,000.00
Telepon/Pulsa	total/bln		Rp 7,500.00
Sub Total II (Fasilitas)			Rp 5,507,500.00
Total Biaya Tidak Langsung Proyek (1 + 2)			Rp 43,007,500.00

11. Hasil dan Pembahasan

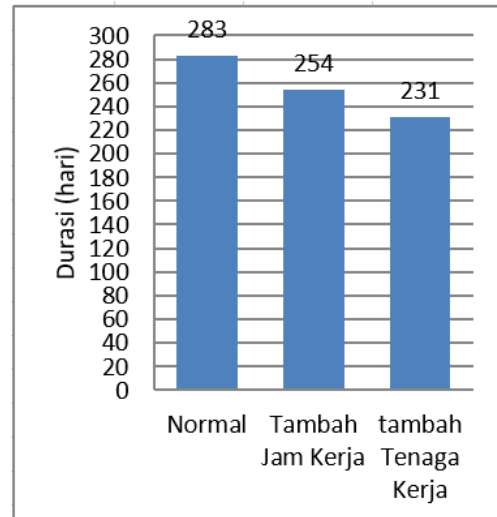
Untuk dapat diketahui dengan jelas mengenai perbandingan waktu dan biaya hasil analisis waktu dan biaya yang dilakukan percepatan dengan penambahan jam kerja (lembur) 3 jam dan penambahan tenaga kerja ditunjukkan pada Tabel di bawah.

Tabel Perbandingan Waktu dan Biaya Pada Pekerjaan Normal dan *Crashing*

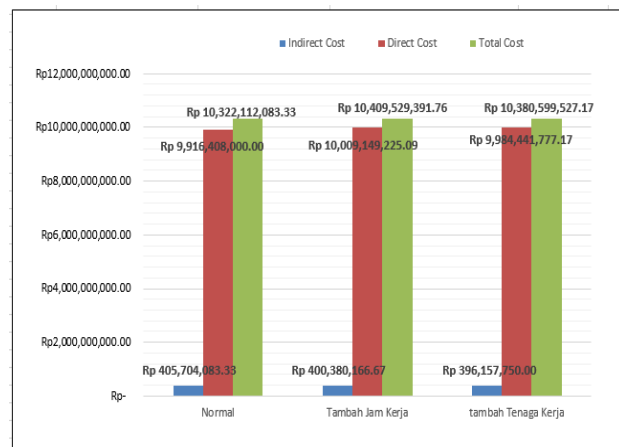
Kegiatan	Durasi (hari)	Direct Cost	Indirect Cost	Total Cost
Normal	283	Rp 9.916.408.000,00	Rp 405.704.083,33	Rp 10.322.112.083,33
Tambah Jam Kerja	254	Rp 10.009.149.225,09	Rp 400.380.166,67	Rp 10.409.529.391,76
Tambah Tenaga Kerja	231	Rp 9.984.441.777,17	Rp 396.157.750,00	Rp 10.380.599.527,17

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Perbandingan durasi normal terhadap durasi percepatan dengan penambahan jam kerja dan penambahan tenaga kerja dan perbandingan biaya langsung, biaya tidak langsung dan total biaya antara durasi normal dengan durasi dipercepat dapat dilihat pada Gambar di bawah.



Gambar Perbandingan Durasi Pekerjaan Normal dan Dipercepat



Gambar perbandingan *Cost* Pekerja

12. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis percepatan dengan menambah jam kerja (lembur) dan menambah tenaga kerja pada Proyek Pembangunan Gedung Rawat Jalan Rumah Sakit Umum Daerah Kanjuruhan disimpulkan sebagai berikut.

1. Total biaya pekerjaan percepatan (*crashing*) dengan penambahan jam kerja (lembur) selama 3 jam didapat penambahan biaya sebesar Rp 92.741.225,09 dari total biaya pekerjaan normal yang jumlahnya sebesar Rp Rp 10.322.112.083,33 menjadi Rp 10.409.529.391,76 atau naik 0,85% dari total biaya pekerjaan normal dengan pengurangan durasi selama 29 hari dari waktu normal 283 hari menjadi 254 hari.

2. Total biaya pekerjaan percepatan (*crashing*) dengan penambahan tenaga kerja didapatkan penambahan biaya sebesar Rp 68.033.777,17 dari total biaya pekerjaan normal yang jumlahnya sebesar Rp 10.322.112.083,33 menjadi Rp 10.380.599.527,17 atau naik 0,57% dari total biaya pekerjaan normal dengan pengurangi durasi pekerjaan waktu selama 52 hari dari waktu normal 283 hari menjadi 231 hari.
3. Dari perhitungan percepatan waktu dan biaya proyek dapat dibandingkan percepatan penambahan jam kerja (lembur) dengan pengurangan durasi 29 hari (waktu penyelesaian proyek proyek menjadi 254 hari) dan biaya 0,85% dari total biaya proyek normal, sedangkan dengan penambahan tenaga kerja dengan pengurangan durasi 52 hari (waktu penyelesaian proyek proyek menjadi 231 hari) tetapi ada penambahan biaya lebih besar 0,57% dari total biaya proyek normal. Sehingga hasil *crash* yang optimum adalah dengan penambahan tenaga kerja.

13. Saran

Dari kesimpulan diatas, penulis membarikan saran untuk penyempurnaan dalam perencanaan dan penyusunan skripsi sebagai berikut:

1. Pihak kontraktor sebaiknya lebih meningkatkan ketersediaan tenaga pekerja sehingga jika ada keterlambatan pada pelaksanaan proyek, akan lebih mudah di percepat sehingga pelaksanaan proyek tetap dapat terkendali dan selsesai sesuai dengan rencana.
2. Bagi penulis perlu mencoba metode percepatan atau alternatif lain untuk mengetahui hasil yang maksimal, misalkan dengan memadukan penambahan jam kerja dan tenaga kerja secara bersamaan.

14. Daftar Pustaka

- Anonim. *Critical Path Method (CPM)*. <http://pixelbali.com/informasi-teknologi/critical-path-method.html>. (diakses pada rabu 7 november 2018).
- Apri Widiya Laksana, dkk. *Optimasi Waktu dan Biaya Proyek dengan Analisa Crashing Program*. Jurnal Karya Teknik Sipil. Volume 3, Nomor 3, Tahun (2014), Halaman 747-759.
- Arum Putri Khinasih. *Evaliasi Waktu dan Biaya Dengan Metoda Crashing Pada proyek Pembangunan Rumah Sakit UII*. Tesis Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia (2018).
- Ervianto, Wulfram I. (2002). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta: ANDI.
- Ervianto, Wulfram I. (2005). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Fika Giri Aspia Ningrum, dkk. *Penerapan Metode Crashing Dalam Percepatan Durasi Proyek Dengan Alternatif Penambahan Jam Lembur dan Shift Kerja*. Jurnal Matriks Teknik Sipil, Tahun (2017), Halaman 583-591.
- Nyimas Syarifah Khodijah, dkk. *Optimasi Pelaksanaan Proyek Pembangunan Persinyalan elektrik di Stasiun Kertapati dengan Penerapan Metode Crashing Program*. Jurnal Penelitian Sains, Volume 16, Nomor 2(A) April (2013).
- Restu Rama Bayu Adi, dkk. *Analisa Percepatan Proyek Metode Crash Program Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung Mixed Use Sentraland*. Jurnal Karya Teknik Sipil, Volume 5, Nomor 2, Tahun (2016), Halaman 148-158.
- Soeharto, Iman. (1995). *Manajemen Proyek, Manajemen Proyek dari Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta: Erlangga.
- Yohanes Stefanus, dkk. *Analisa Percepatan Waktu Penyelesaian Proyek Menggunakan Metode Fast-Track dan Crashing Program*. Media Teknik Sipil Universitas Brawijaya, Volume 15 Nomor 1 (2017), Halaman 74-81.