

Analisis Percepatan Proyek Menggunakan Metode *Crashing* Dengan Penambahan Jam Kerja Empat Jam dan Sistem *Shift* Kerja (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Gedung RSUB Malang)

*(Project Acceleration Analysis Using the Crashing Method With The Addition of Four Hours of Work and The Shift Work System)
(Case Study : RSUB Malang Building Construction Project)*

Ahmad Ridwan

Universitas Kadiri, Kediri

Abstrak: Dalam proses pembangunan proyek konstruksi sering terjadi keterlambatan pekerjaan pada proyek. Maka diperlukan alternatif yang bisa digunakan untuk menunjang percepatan penyelesaian proyek. Dalam Penelitian ini akan menganalisis percepatan durasi pada proyek pembangunan Gedung RSUB Malang, dengan alternatif penambahan jam kerja empat jam dan sistem *shift* kerja (*shift* pagi dan *shift* malam). Total anggaran biaya proyek dalam kondisi sesudah *crashing* dengan alternatif penambahan jam kerja didapat sebesar Rp.12.312.448.567,00 atau lebih mahal 0,82% dari total anggaran biaya proyek pada kondisi normal dan durasi pelaksanaan proyek didapat 191 hari kerja atau lebih cepat 9,05 % dari durasi normal, sedangkan total anggaran biaya proyek dalam kondisi sesudah *crashing* dengan alternatif sistem *shift* kerja didapat sebesar Rp.12.155.175.517,00 atau lebih murah 0,47% dari total anggaran biaya proyek pada kondisi normal dan durasi pelaksanaan proyek didapat 179 hari atau lebih cepat 14,76% dari durasi normal. Dapat disimpulkan bahwa dengan menerapkan sistem *shift* kerja merupakan alternatif *crashing* yang lebih efektif dan ekonomis, karena durasi lebih cepat dan anggaran total biaya proyek lebih murah.

Kata Kunci : Percepatan Proyek, Metode *Crashing*, Direct Cost, Indirect Cost

Abstract: In the process of building a construction project, work delays often occur on the project. So we need an alternative that can be used to support the acceleration of project completion. In this study, we will analyze the acceleration of duration in the construction project of RSUB Malang Building, with the alternative of adding four hours of work and the work shift system (morning shift and night shift). The total project cost budget in post-crashing conditions with the alternative of additional working hours was Rp.12,312,448,567.00 or more expensive 0.82% of the total project cost budget under normal conditions and the duration of project implementation was 191 working days or faster 9, 05% of the normal duration, while the total project budget in conditions after crashing with an alternative work shift system was Rp. 12,155,175,517.00 or 0.47% cheaper than the total project cost budget under normal conditions and the duration of project implementation was 179 days or 14.76% faster than the normal duration. It can be concluded that implementing a work shift system is a more effective and economical alternative to crashing, because the duration is faster and the total project cost budget is cheaper.

Keywords: Project Acceleration, Crashing Method, Direct Cost, Indirect Cost

Alamat Korespondensi:

Dr. Ahmad Ridwan, S.E., S.T., M.T., Universitas Kadiri, Kediri, Jalan Selomangkeng No. 1 Kediri.
e-mail : ahmad_ridwan@unik-kediri.ac.id

PENDAHULUAN

Dalam dunia konstruksi ketentuan mengenai biaya, mutu dan waktu penyelesaian pekerjaan konstruksi sudah diikat di dalam kontrak kerja dan ditetapkan sebelum pelaksanaan pekerjaan konstruksi dikerjakan. Seperti diketahui, waktu penyelesaian yang dibutuhkan untuk proses pekerjaan konstruksi selalu

dicantumkan dalam dokumen kontrak karena akan berpengaruh penting terhadap nilai pelelangan dan biaya pekerjaan. Oleh karena itu dalam suatu proyek konstruksi diperlukan adanya pengendalian proyek.

Keterlambatan pekerjaan proyek sering terjadi akibat adanya perbedaan kondisi lokasi, perubahan desain, pengaruh cuaca, dan kesalahan dalam perencanaan. Keterlambatan

proyek dapat diantisipasi dengan melakukan percepatan (*crashing*) dalam pelaksanaannya, namun harus tetap memperhatikan faktor biaya. Pertambahan biaya yang dikeluarkan diharapkan seminimum mungkin dan tetap memperhatikan standar mutu. Percepatan (*crashing*) pelaksanaan dapat dilakukan dengan mengadakan penambahan jam kerja, alat bantu yang lebih produktif, penambahan jumlah pekerja, menggunakan material yang lebih cepat pemasangannya, dan metode konstruksi yang lebih cepat. Percepatan penyelesaian proyek harus dilakukan dengan perencanaan yang baik. Alternatif yang biasa digunakan untuk menunjang percepatan penyelesaian proyek adalah dengan menambah jam kerjadan melakukan sistem *shift* kerja yang kemudian akan berpengaruh pada biaya total proyek.

Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi adalah suatu kegiatan yang bersifat sementara, terdiri dari serangkaian kegiatan yang antara lain mempunyai tujuan khusus dengan spesifikasi tertentu, mempunyai batasan waktu awal dan akhir yang jelas, membutuhkan sumber daya, yaitu : biaya, tenaga manusia dan peralatan serta mempunyai keterbatasan pendanaan (Kerzer, 2000). Menurut Ervianto (2005), proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang hanya satu kali dilaksanakan dan umumnya berjangka waktu pendek serta dalam rangkaian kegiatan tersebut, terdapat suatu proses yang mengelola sumber daya proyek menjadi suatu hasil kegiatan yang berupa bangunan.

Dalam suatu proyek, waktu pelaksanaan harus diselesaikan lebih awal dari waktu normalnya sehingga dari situlah timbul permasalahan dalam suatu proyek. Disinilah pentingnya sebuah perencanaan yang harus di persiapkan dengan matang agar biaya yang akan berdampak pada percepatan

proyek dapat terkontrol dengan baik.

Penjadwalan Proyek (*Time Schedule*)

Menurut Paulus (1986) dalam Sutisna, (2013), penjadwalan proyek merupakan tahap menerjemahkan suatu perencanaan ke dalam skala waktu. Penjadwalan diantaranya menimbang kapan suatu aktivitas akan dimulai, ditunda, dan diselesaikan sehingga dapat disesuaikan antara kebutuhan menurut jangka waktu dengan pembiayaan dan pemakaian sumber daya yang telah dialokasikan.

Dalam teori kedua penjadwalan proyek merupakan salah satu elemen hasil perencanaan, yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber daya berupa biaya, tenaga kerja, peralatan, dan material serta rencana durasi proyek dan progress waktu untuk penyelesaian proyek (Husen, 2009).

Semakin besar skala proyek, maka semakin kompleks pengelolaan penjadwalan karena dana, kebutuhan dan penyediaan sumber daya juga besar. Penjadwalan waktu dikelompokkan menjadi dua, yaitu untuk proyek yang berulang (*repetitive*) seperti pembangunan proyek rumah yang sama (seperti proyek perumahan rakyat) dan untuk proyek yang tidak berulang itu seperti proyek pembangunan rumah yang tidak sama (Sutisna, 2013).

Rencana Anggaran Biaya

Kegiatan estimasi adalah suatu proses utama dalam proyek konstruksi untuk menjawab pertanyaan “Berapa besar dana yang harus disediakan untuk sebuah bangunan?”. Sebagai dasar untuk membuat sistem pembiayaan dalam sebuah perusahaan, kegiatan estimasi juga digunakan untuk merencanakan jadwal pelaksanaan konstruksi. Estimasi dapat diartikan peramalan kejadian yang akan datang.

Kegiatan estimasi pada umumnya dilakukan dengan mempelajari terlebih dahulu gambar rencana dan spesifikasi. Berdasarkan gambar rencana, dapat mengetahui kebutuhan material yang nantinya akan digunakan, sedangkan berdasarkan spesifikasi dapat diketahui kebutuhan kualitas bangunannya. Penghitungan kebutuhan material dilakukan secara teliti dan konsisten kemudian ditentukan harganya (Ervianto, 2002).

Berdasarkan penjabaran diatas rencana anggaran biaya adalah sebuah kegiatan estimasi biaya, waktu dan mutu untuk sebuah proyek pembangunan, dengan mempelajari gambar rencana kerja dan spesifikasi proyek.

Percepatan Durasi Penyelesaian Proyek (*Crashing*)

Salah satu cara untuk mempercepat durasi proyek dalam istilah asingnya adalah *crashing*. Terminologi proses *crashing* adalah dengan mereduksi durasi suatu pekerjaan yang akan berpengaruh terhadap waktu penyelesaian proyek. *Crashing* adalah suatu proses yang disengaja, sistematis, dan analitik dengan cara melakukan pengujian dari semua kegiatan dalam suatu proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis (Ervianto, 2005).

Mempercepat waktu penyelesaian proyek adalah suatu usaha menyelesaikan proyek lebih awal dari waktu penyelesaian dalam keadaan normal. Dengan diadakannya percepatan proyek ini akan terjadi pengurangan durasi kegiatan yang akan diadakan *crash program*. Durasi crashing maksimum suatu aktivitas adalah durasi tersingkat untuk menyelesaikan suatu aktivitas yang secara teknis masih mungkin dengan asumsi sumber daya bukan merupakan hambatan. Durasi percepatan maksimum dibatasi oleh luas proyek

atau lokasi kerja, namun ada empat faktor yang dapat dioptimalkan untuk melaksanakan percepatan pada suatu aktivitas yaitu meliputi penambahan jumlah tenaga kerja, penjadwalan kerja lembur, penggunaan peralatan berat dan pengubahan metode konstruksi di lapangan (Frederika, 2010).

Percepatan Dengan Alternatif Penambahan Jam Kerja (Lembur)

Adapun rencana kerja yang akan dilakukan dalam mempercepat durasi

sebuah pekerjaan dengan metode penambahan jam kerja adalah :

1. Waktu kerja normal adalah 8 jam (08.00-17.00), sedangkan lembur dilakukan setelah waktu kerja normal.
2. Cara perhitungan harga upah pekerja untuk lembur menurut Keputusan

Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP. 102/MEN/VI/2004 Tentang Waktu Kerja Lembur Dan Upah Kerja Lembur Pasal 11, yang sebelumnya sudah diatur pada pasal 8 diperhitungkan sebagai berikut:

1. Perhitungan upah lembur berdasarkan pada upah bulanan
2. Cara menghitung sejam adalah — kali upah sebulan

Rumus :

$$\text{Upah jam lembur pertama} = 1,5 \times \frac{1}{173} \times \text{upah sebulan}$$

$$\text{Upah jam lembur kedua dan seterusnya} = 2 \times \frac{1}{173} \times \text{upah sebulan}$$

Percepatan Dengan Alternatif Sistem *Shift* Kerja

Penggunaan metode *shift* dalam suatu pekerjaan lebih cocok jika durasi yang ditetapkan oleh pemilik proyek sangat singkat. Adapun hal yang harus diperhatikan saat menggunakan metode *shift* misalnya masalah penerangan layanan pendukung, keamanan, dan produktifitas pekerja. Biasanya dengan penggunaan metode

shift, biaya yang dikeluarkan akan melampaui rencana anggaran yang ditetapkan untuk pengeluaran fasilitas guna layanan kerja. Sehingga dapat dikatakan bahwa penggunaan shift dalam suatu pekerjaan akan menambah biaya yang harus dikeluarkan (Ervianto, 2005). Namun, secara drastis dapat mereduksi durasi pekerjaan hingga mencapai 50% dari durasi yang ditetapkan (Edward M, 1986).

Masalah yang biasanya muncul pada penggunaan metode shift kerja berkaitan dengan kurang efisiensinya komunikasi antar tenaga kerja, kondisi kesehatan yang buruk, kinerja pekerjaan yang buruk, dan kondisi mental dan fisik yang tidak sehat dan bahkan keamanan pada saat bekerja (Penkala (1997) dan Huug (1992) dalam Hanna, 2008). Dampak terbesar lainnya dalam metode *shift* adalah kurangnya waktu tidur tenaga kerja dan tubuh tidak mudah untuk menyesuaikan siklus tidur yang baru. Siklus tidur yang kurang teratur dan bekerja yang tidak sesuai dengan waktu normal akan mempengaruhi kesehatan para tenaga kerja dan performa kinerjanya. Penyesuaian ritme tubuh ke siklus kerja baru membutuhkan waktu 7-12 hari (Costa (1996) dalam Hanna, 2008) atau 24 sampai 30 hari (Fly(1980) dalam Hanna, 2008). Beberapa masalah tersebut yang akan mempengaruhi penurunan produktivitas tenaga kerja, angka koefisien penurunan produktivitas dalam persen telah diketahui sebesar 11% - 17% dan biaya langsung kerja *shift* biasanya dikenakan biaya tambahan sebesar 15% untuk upah pekerja dari upah pekerja normal (Hanna, 2008).

Produktivitas Tenaga Kerja

Produktivitas didefinisikan sebagai rasio antara output dengan input, atau rasio antara hasil produksi

dengan total sumber daya yang digunakan. Dalam proyek konstruksi, rasio produktivitas adalah nilai yang diukur selama proses konstruksi, dapat dipisahkan menjadi biaya tenaga kerja, material, uang, metoda dan alat. Sukses atau tidaknya proyek konstruksi tergantung pada efektifitas pengelolaan sumber daya (Ervianto, 2002). Sumber daya yang digunakan pada proses proyek konstruksi adalah *material, machines, men, method, and money*.

METODE PENELITIAN

Metode Penjadwalan Proyek

Ada beberapa metode penjadwalan proyek yang digunakan untuk mengelola waktu dan sumber daya proyek, dan masing-masing metode mempunyai kelebihan dan kekurangan. Kinerja waktu akan berimplikasi terhadap kinerja biaya, sekaligus kinerja proyek secara keseluruhan. Pertimbangan penggunaan metode-metode penjadwalan didasarkan atas kebutuhan dan hasil yang ingin dicapai terhadap kinerja penjadwalan (Husen, 2009).

Metode Bagan Balok atau *Barchart*

Barchart ditemukan oleh Gantt dan Fredick W. Taylor dalam bentuk bagan balok, dengan panjang balok sebagai representasi dari durasi setiap kegiatan. Bagan balok terdiri atas sumbu y yang menyatakan kegiatan atau paket kerja dari lingkup proyek, sedangkan sumbu x menyatakan satuan waktu dalam hari, minggu, atau bulan sebagai durasinya.

Penyajian informasi bagan balok agak terbatas, misal hubungan antar kegiatan tidak jelas dan lintasan kritis kegiatan proyek tidak dapat diketahui. Karena urutan kegiatan kurang terinci, maka bila terjadi keterlambatan proyek, prioritas kegiatan yang akan dikoreksi menjadi susah untuk dilakukan.

Metode Kurva S atau Hanumm Curve

Kurva S adalah sebuah grafik yang dikembangkan oleh Warren T. Hanumm atas dasar pengamatan terhadap sejumlah besar proyek sejak awal hingga akhir proyek. Kurva S dapat menunjukkan kemajuan proyek berdasarkan kegiatan, waktu, dan bobot pekerjaan yang direpresentasikan sebagai persentase kumulatif dari seluruh kegiatan proyek. Visualisasi kurva S dapat memberikan informasi mengenai kemajuan proyek dengan membandingkannya terhadap jadwal rencana, dari sinilah diketahui bahwa apakah ada keterlambatan atau percepatan pada proyek. Jika dikaitkan dengan *network planning*, kurva S sangat efektif untuk menunjukkan prestasi kerja yang telah dicapai, memonitor waktu pelaksanaan yang telah dikerjakan, dan berapa biaya yang telah dikeluarkan. Suatu proyek terlambat atau tidak dapat dikontrol dengan memberi baseline pada periode tertentu, sehingga keadaan aktualnya dapat dibandingkan dengan bobot penyelesaian kumulatif dari masing-masing kegiatan.

Berdasarkan grafik diatas sumbu X menyatakan waktu proyek sedangkan sumbu Y menyatakan biaya/prestasi kumulatif dari kegiatan. Kurva S dibuat dari kumpulan aktifitas proyek dan merupakan representasi dari sebuah proyek. Kurva S yang akan ditampilkan adalah kurva S antara biaya langsung normal dan biaya langsung dengan waktu dipercepat, biaya tak langsung normal dan biaya tak langsung dipercepat, dan biaya total normal dengan biaya total waktu yang dipercepat.

Precedence Diagram Method (PDM)

Kegiatan dalam Precedence Diagram Method (PDM) digambarkan oleh sebuah gambar segi empat karena letak kegiatan ada pada bagian node sehingga sering disebut juga *Activity*

On Node (AON). PDM merupakan penyempurnaan dari *Critical Path Method* (CPM), karena pada prinsipnya CPM hanya menggunakan satu jenis hubungan aktifitas yaitu hubungan aktifitas akhir awa dan pada CPM sebuah kegiatan dapat dimulai apabila kegiatan yang mendahulunya selesai.

Pada *Precedence Diagram Method* (PDM), hubungan antara kegiatan berkembang menjadi beberapa kemungkinan yang berupa *constrain*. *Constrain* akan menunjukkan hubungan antar kegiatan dengan satu garis dari node terdahulu ke node berikutnya. Satu *constrain* hanya bisa menghubungkan dua node. Karena setiap node memiliki dua ujung yaitu ujung awal atau mulai (S) dan ujung akhir (F), maka ada empat macam *constrain* yaitu *start to start* (SS), *start to finish* (SF), *finish to start* (FS), dan *finish to finish* (FF). Pada garis *constrain* diberikan penjelasan mengenai waktu mendahului (*lead*) atau terlambat (*lag*) (Frederika, 2010).

A. Perhitungan Precedence Diagram Method (PDM)

Perhitungan PDM pada dasarnya sama dengan perhitungan CPM, yaitu menggunakan perhitungan ke depan (Forward Analysis) untuk menentukan Earliest Start (ES) dan Earliest Finish (EF). Dan menggunakan perhitungan ke belakang (Backward Analysis) untuk menentukan Latest Start (LS) dan Latest Finish (LF).

Pada *Precedence Diagram Method* digambarkan adanya empat jenis hubungan antar aktivitas, yaitu *start to start*, *start to finish*, *finish to start* dan *finish to finish*. Digambarkan oleh sebuah lambang segi empat karena letak kegiatan ada di bagian *node*.

B. Jalur Kritis

Untuk menentukan kegiatan yang bersifat kritis dan kemudian

menentukan jalur kritis dapat dilakukan perhitungan ke depan (*Forward Analysis*) dan perhitungan ke belakang (*Backward Analysis*). Perhitungan ke depan (*Forward Analysis*) dilakukan untuk mendapatkan besarnya *Earliest Start* (ES) dan *Earliest Finish* (EF). Yang merupakan kegiatan *predecessor* adalah kegiatan I, sedangkan yang dianalisis adalah kegiatan J.

C. *Float*

Float adalah sejumlah waktu yang tersedia dalam suatu kegiatan sehingga memungkinkan kegiatan tersebut dapat ditunda atau diperlambat secara sengaja atau tidak sengaja, tetapi penundaan tersebut tidak menyebabkan proyek menjadi terlambat dalam penyelesaiannya. *Float* dibedakan menjadi dua jenis, yaitu *total float* dan *free float* (Ervianto, 2002).

Total float adalah sejumlah waktu yang tersedia untuk terlambat atau diperlambatnya pelaksanaan kegiatan tanpa mempengaruhi selesainya proyek secara keseluruhan.

Total Float (TF)_i = Minimum (LS_j – EF_i)

Free float adalah sejumlah waktu yang tersedia untuk terlambat atau diperlambatnya pelaksanaan kegiatan tanpa mempengaruhi

Tabel 1. Rencana Anggaran Biaya Proyek

No	Jenis Pekerjaan	Harga
A.	Pekerjaan STRUKTUR	Rp 3,816.765,816.59
B.	Pekerjaan ARSITEKTUR	Rp 4,881,011,501.44
C.	Pekerjaan MEKANIK AL	Rp 1,169,377.268.10
D.	Pekerjaan ELEKTRIKAL	Rp 904,429,166.48
E.	Pekerjaan LANSEKAP	Rp 330,956,865.69
Jumlah		Rp 11,102,540,618.30
Jumlah sebelum ppn 10%		Rp 11,102,540,618.30
PPN 10%		Rp 1,110,254,061.83
Jumlah setelah PPN 10%		Rp 12,212,794,680.13
TOTAL BIAYA		Rp 12,212,794,680.13
Dibulatkan kebawah dalam ribuan		Rp 12,212,794,000.00

Sumber : Data Proyek

dimulainya kegiatan yang langsung mengikutinya.

Free Float (FF)_i = Minimum (ES_j – EF_i)

D. Lag

Link lag adalah garis ketergantungan antara kegiatan dalam suatu *Network Planning*. Perhitungan *lag* dapat dilakukan dengan cara :

1. Melakukan perhitungan ke depan untuk mendapatkan nilai-nilai *Earliest Start* (ES) dan *Earliest Finish* (EF).
2. Hitung besarnya *lag*
3. Buatlah garis ganda untuk *lag* yang nilainya = 0
4. Hitung *Free Float* (FF) dan *Total Float* (TF)

Rumus :

$$\text{Lag}_{ij} = \text{ES}_j - \text{EF}_i$$

$$\text{Free Float } i = \text{minimum } (\text{Lag}_{ij})$$

$$\text{Total Float } i = \text{minimum } (\text{Lag}_{ij} + \text{TF}_j)$$

PEMBAHASAN

Data Umum Proyek

Rencana Anggaran Biaya Proyek dapat dilihat pada Tabel 1. Pekerjaan yang berada pada jalur kritis dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pekerjaan yang berada pada jalur kritis

No	Jenis Pekerjaan	Volume	Sat	Durasi Normal (hr)
A.	PEKERJAAN STRUKTUR			
	LANTAI 1			
I.	Pekerjaan Persiapan			
	Pengukuran dan pemasangan	149.66	ml	10
II.	Pekerjaan Tanah			
	galian tanah fondasi	1,155.00	m3	14
III.	Pekerjaan Fondasi			
	pemasangan pondasi siklop 60% beton	470.63	m3	10
	fondasi F1	15.00	ttk	10
IV.	Pekerjaan Kolom LT1			
	kolom K1	6.59	m3	7
V.	Pekerjaan Sloof & Balok LT1			
	sloof S1	24.84	m3	6
	sloof S2	7.76	m3	5
	balok BI	22.46	m3	6
	balok B2	20.16	m3	6
VI.	Pekerjaan Plat LT1			
	plat A1	80.88	m3	25
II.	Pekerjaan tangga LT1			
	balok tangga	1.20	m3	13
III.	Pekerjaan GWT			
	galian tanah	79.94	m3	12
	LANTAI 2			
I.	Pekerjaan Kolom LT2			
	kolom K1	3.78	m3	8
II.	Pekerjaan Balok LT2			
	balok B1	20.74	m3	8
III.	Pekerjaan Plat LT2			
	plat A1	59.51	m3	28
IV.	Pekerjaan tangga LT2			
	balok tangga	1.20	m3	10
	LANTAI 3			
I.	Pekerjaan Kolom LT3			
	kolom K2	21.39	m3	13
II.	Pekerjaan Balok LT3			
	balok B2	22.02	m3	6
III.	Pekerjaan Plat LT3			
	plat A2	27.00	m3	10
IV.	Jembatan Penghubung			

No	Jenis Pekerjaan	Volume	Sat	Durasi Normal (hr)
	galian tanah fondasi	7.56	m3	5
	urug pasir bawah fondasi	0.45	m3	2
	urug tanah kembali	4.75	m3	3
	rabat beton bawah fondasi	0.36	m3	3
	fondasi 1000x1000x300	2.00	bh	3
	Sloof	0.14	m3	2
	kolom pedestal	0.72	m3	2
	pekerjaan pengelasan	32.40	m1	3
	pekerjaan perakitan	4,602.25	kg	4
	rangka atap baja ringan	26.05	m2	2
	atap solulosa bitumen	26.05	m2	2
	ATAP			
	Pekerjaan Baja			
	baja WF 250x125x6x9	9,163.91	kg	2
	baja WF 200x100x5.5x8	1,775.77	kg	2
	jurai WF 250x125x6x9	2,960.95	kg	2
	gording C 200x75x20x3.2	5,923.38	kg	2
	trekstang 0 16	113.84	kg	2
	sagrot 012 – 1200	542.16	kg	2
	pekerjaan pengelasan	770.18	m1	5
	pekerjaan perakitan	21,825.83	kg	20
	angkur D19	107.04	kg	2
	plat 15mm	132.64	kg	2
	plat 10mm	324.23	kg	2
	plat 6mm	56.49	kg	2
	plat pengaku gording 3mm	655.29	kg	2

Sumber : Data Diolah

Penentuan Jalur Kritis

Pada tahap penjadwalan terlebih dahulu harus diketahui durasi setiap pekerjaan pada proyek, dalam penelitian ini untuk mengetahui durasi setiap pekerjaan bisa dengan melihat *schedule* rencana pada proyek.

Setelah durasi setiap pekerjaan diketahui selanjutnya menentukan hubungan tiap pekerjaan, setelah hubungan setiap pekerjaan tersebut selesai dimodelkan ke dalam *Microsoft Project* 2013.

Perhitungan Biaya Normal (*Normal Cost*)

Normal cost merupakan biaya total dari masing-masing aktivitas pekerjaan, yang terdiri dari *normal cost* bahan dan *normal cost* upah. *Normal cost* didapat dari rencana anggaran biaya yang digunakan.

Perhitungan *normal cost* akan dibagi menjadi dua yaitu *normal cost* untuk bahan dan *normal cost* untuk upah.

Tabel 3. Hasil Analisis Harga Satuan Pekerjaan pengukuran dan pemasangan bouwplank

No	Uraian	Satuan	Indeks	Harga Satuan (Rp)	Jumlah		Jumlah Total
					Bahan	Upah	
1	Bahan						
	Paku	Kg	0.02	Rp 14,000.00	Rp 280.00		
	Paku Papan 3/20	m3	0.007	Rp 3,250,000.00	Rp 22,750.00		
	Kayu Usuk 5/7 x 4m	m3	0.012	Rp 2,250,000.00	Rp 27,000.00		
2	Upah						
	Pekerja	OH	0.1	Rp 52,100.00		Rp 5,210.00	
	Mandor	OH	0.005	Rp 80,000.00		Rp 400.00	
	Kepala Tukang	OH	0.01	Rp 70,000.00		Rp 700.00	
	Tukang Kayu	OH	0.1	Rp 65,000.00		Rp 6,500.00	
					Rp 50,030.00	Rp 12,810.00	Rp 62,840.00
	Overhead dan profit						Rp 6,284.00
					Jumlah Harga		Rp 69,124.00

Sumber : Data Proyek

Tabel 4. Hasil Analisis Harga Satuan Pekerjaan fondasi siklop 60% beton K300 40% batu belah

No	Uraian	Satuan	Indeks	Harga Satuan (Rp)	Jumlah		Jumlah Total
					Bahan	Upah	
1	Bahan						
	Batu Belah 15/20	m3	0.48	Rp 105,000.00	Rp 50,400.00		
	Besi beton	kg	126	Rp 7,800.00	Rp 982,800.00		
	Kawat beton	kg	1.8	Rp 16,000.00	Rp 28,800.00		
	Beton K300	m3	0.7202	Rp 785,714.29	Rp 565,940.66		
2	Upah						
	Tukang Batu	OH	0.85	Rp 60,000.00		Rp 51,000.00	
	Kepala tukang batu	OH	0.085	Rp 70,000.00		Rp 5,950.00	
	Pekerja	OH	3	Rp 52,100.00		Rp 156,300.00	
	Mandor	OH	0.15	Rp 80,000.00		Rp 12,000.00	
					Rp 1,627,940.66	Rp 225,250.00	Rp 1,853,190.66
	Overhead dan profit 10%						Rp 185,319.07
					Jumlah Harga		Rp 2,038,509.73

Sumber : Data Proyek

Volume pekerjaan: 470,63 m³

a) Biaya bahan: Rp. 1.627.940,66
(didapat dari harga bahan dikalikan koef. Pada AHS proyek)

b) Biaya bahan dan upah:
Rp. 1.853.190,66
(didapat dari penjumlahan biaya bahan dan upah)

c) Nilai HSP: Rp. 2.038.509,73
(didapat dari biaya bahan dan upah dijumlah biaya *overhead* dan profit)

Koefisien bahan

$$= \frac{\text{biaya bahan}}{\text{biaya bahan dan upah}} = \frac{\text{Rp. } 1.627.940,66}{\text{Rp. } 1.853.190,66} = 0,88$$

Biaya bahan dan upah merupakan biaya langsung dari anggaran biaya proyek, maka dari contoh perhitungan dapat diketahui bahwa biaya langsung sebesar Rp. 1.853.190,66 dan harga satuan

pekerjaan sebesar Rp. 2.038.509,73, maka bobot biaya langsung dapat diketahui sebesar :

Bobot biaya langsung

$$= \frac{\text{Rp. } 1.853.190,66}{\text{Rp. } 2.038.509,73} \times 100\% = 91\%$$

Maka, bobot biaya tidak langsung = 100% - 91% = 9% dari RAB

1. Perhitungan koefisien upah
Contoh pada analisa pekerjaan pengukuran dan pemasangan bouwplank
Volume pekerjaan : 470,63 m³
a) Biaya upah: Rp. 225.250,00
(didapat dari harga upah dikalikan koef. Pada AHS proyek)
b) Biaya bahan dan upah : Rp. 1.853.190,66
(didapat dari penjumlahan biaya bahan dan upah)

c) Nilai HSP: Rp. 2.038.509,73
 (didapat dari biaya bahan dan upah
 dijumlah biaya *overhead* dan profit)

Koefisien Upah =

$$\frac{\text{biaya upah}}{\text{biaya bahan dan upah}} = \frac{\text{Rp. } 225.250,00}{\text{Rp. } 1.853.190,66}$$

= 0,12

a. Contoh pada pekerjaan lantai kerja/rabat beton bawah

1. Perhitungan koefisien bahan

Tabel 5 adalah hasil Analisis Harga Satuan Pekerjaan lantai kerja/rabat beton bawah.

Volume pekerjaan: 0.36 m³

a) Biaya bahan: Rp. 464.200,00

(didapat dari harga bahan dikalikan koef. Pada AHS proyek)

b) Biaya bahan dan upah:

Rp. 573.315,00

(didapat dari penjumlahan biaya bahan dan upah)

c) Nilai HSP: Rp. 630.646,50

(didapat dari biaya bahan dan upah
 dijumlah biaya *overhead* dan profit)

Koefisien bahan

$$= \frac{\text{biaya bahan}}{\text{biaya bahan dan upah}} = \frac{\text{Rp. } 464.200,00}{\text{Rp. } 573.315,00}$$

= 0,81

Biaya bahan dan upah merupakan biaya langsung dari anggaran biaya proyek, maka dari contoh perhitungan dapat diketahui bahwa biaya langsung sebesar Rp. 573.315,00 dan harga satuan pekerjaan sebesar Rp.630.646,50, maka bobot biaya langsung dapat diketahui sebesar:

Tabel 5. hasil Analisis Harga Satuan Pekerjaan lantai kerja/rabat beton

No	Uraian	Satuan	Indeks	Harga Satuan (Rp)	Jumlah		Jumlah Total
					Bahan	Upah	
1	Bahan						
	Semen Portland	Kg	218	Rp 1.300,00	Rp 283.400,00		
	Pasir beton	m3	0,52	Rp 80.000,00	Rp 41.600,00		
	Split	m3	0,87	Rp 60.000,00	Rp 139.200,00		
2	Upah						
	Tukang batu	OH	0,25	Rp 60.000,00		Rp 15.000,00	
	Kepala tukang batu	OH	0,025	Rp 70.000,00		Rp 1.750,00	
	Pekerja	OH	1,65	Rp 52,100,00		Rp 85,965,00	
	Mandor	OH	0,08	Rp 80.000,00		Rp 6,400,00	
					Rp 464.200,00	Rp 109.115,00	Rp 573.315,00
	Overhead dan profit 10%						Rp 57,331,50
					Jumlah Harga		Rp 630.646,50

Sumber : Data Proyek

$$\text{Bobot biaya langsung} = \frac{\text{Rp. } 573.315,00}{\text{Rp. } 630.646,60} \times$$

100% = 91%

Maka, bobot biaya tidak langsung = 100% - 91% = 9% dari RAB

2. Perhitungan koefisien upah

Contoh pada analisa pekerjaan pengukuran dan pemasangan bouwplank

Volume pekerjaan : 0.36 m³

a) Biaya upah : Rp. 109.115,00
 (didapat dari harga upah dikalikan koef. Pada AHS proyek)

b) Biaya bahan dan upah : Rp. 573.315,00
 (didapat dari penjumlahan biaya bahan dan upah)

c) Nilai HSP : Rp. 630.646,50
 (didapat dari biaya bahan dan upah
 dijumlah biaya *overhead* dan profit)

$$\text{Koefisien upah} = \frac{\text{biaya upah}}{\text{biaya bahan dan upah}}$$

$$= \frac{\text{Rp. } 109.115,00}{\text{Rp. } 573.315,00} = 0,19$$

Berdasarkan dari ketiga contoh perhitungan koefisien bahan dan koefisien upah, dalam penelitian ini untuk koefisien bahan dan koefisien upah diambil koefisien rata-rata. Nilai koefisien bahan 0,80 , 0,88 dan 0,81 didapat nilai koefisien rata-rata sebesar 0,83. Sedangkan, koefisien upah sebesar 0,20 , 0,12 dan 0,19 didapat nilai koefisien upah rata-rata sebesar 0,17.

Biaya Normal Cost Bahan dan Upah

- a. Perhitungan pada pekerjaan pengukuran dan pemasangan bouwplank
 1. Perhitungan *normal cost* bahan

Volume pekerjaan : 159,66 m
 Biaya bahan dan upah:
 Rp. 69.124,00

Total *normal cost* bahan pada pekerjaan pengukuran dan pemasangan bouwplank :

$$= \text{koef. Bahan} \times \text{biaya bahan dan upah} \times \text{volume pekerjaan}$$

$$= 0,83 \times \text{Rp. } 69.124,00 \times 159,66$$

$$= \text{Rp. } 9.160.160,407$$
 2. Perhitungan *normal cost* upah

Volume pekerjaan : 159,66 m
 Biaya bahan dan upah :
 Rp. 69.124,00

Total *normal cost* upah pada pekerjaan pengukuran dan pemasangan bouwplank:

$$= \text{koef. Upah} \times \text{biaya bahan dan upah} \times \text{volume pekerjaan}$$

$$= 0,17 \times \text{Rp. } 69.124,00 \times 159,66$$

$$= \text{Rp. } 1.876.177,433$$
- b. Contoh perhitungan pada pekerjaan pemasangan fondasi siklop 60% beton K300 40% batu belah
 1. Perhitungan *normal cost* bahan

Volume pekerjaan : 470,63 m³
 Biaya bahan dan upah : Rp. 1.853.190,66

Total *normal cost* bahan pada pekerjaan pemasangan fondasi siklop 60% beton K300 40% batu belah :

$$= \text{koef. Bahan} \times \text{biaya bahan dan upah} \times \text{volume pekerjaan}$$

$$= 0,83 \times \text{Rp. } 1.853.190,66 \times 470,63$$

$$= \text{Rp. } 723.898.452$$
 2. Perhitungan *normal cost* upah

Volume pekerjaan : 470,63 m³
 Biaya bahan dan upah:
 Rp. 1.853.190,66

Total *normal cost* upah pada pekerjaan pemasangan fondasi siklop 60% beton K300 40% batu belah:

$$\begin{aligned} &= \text{koef. Upah} \times \text{biaya bahan dan upah} \times \text{volume pekerjaan} \\ &= 0,17 \times \text{Rp. } 1.853.190,66 \times 470,63 \\ &= \text{Rp. } 148.268.357,6 \end{aligned}$$

- c. Contoh perhitungan pada pekerjaan lantai kerja/rabat beton bawah
 1. Perhitungan *normal cost* bahan

Volume pekerjaan : 0,36 m³
 Biaya bahan dan upah:
 Rp. 573.315,00

Total *normal cost* bahan pada pekerjaan lantai kerja/rabat beton bawah:

$$= \text{koef. Bahan} \times \text{biaya bahan dan upah} \times \text{volume pekerjaan}$$

$$= 0,83 \times \text{Rp. } 573.315,00 \times 2,40$$

$$= \text{Rp. } 1.142.043,48$$
 2. Perhitungan *normal cost* upah

Volume pekerjaan : 0,36 m³
 Biaya bahan dan upah:
 Rp. 573.315,00

Total *normal cost* upah pada pekerjaan lantai kerja/rabat beton bawah:

$$= \text{koef. Upah} \times \text{biaya bahan dan upah} \times \text{volume pekerjaan}$$

$$= 0,17 \times \text{Rp. } 573.315,00 \times 2,40$$

$$= \text{Rp. } 233.912,52$$

Untuk menghitung *normal cost* bahan dan upah pekerjaan yang lainnya dapat dihitung dengan cara dan rumus yang sama seperti analisis diatas, dengan begitu akan didapat nilai total dari *normal cost* bahan dan upah. Pada penelitian ini dari keseluruhan pekerjaan didapat nilai total dari *normal cost* bahan sebesar Rp. 9.224.323.308,00 dan nilai total *normal cost* upah didapat sebesar Rp. 1.889.319.232,00 kedua komponen ini termasuk ke dalam biaya langsung (*direct cost*).

Analisis Produktivitas Tenaga Kerja (Resource)

Produktivitas tenaga kerja per hari digunakan untuk mencari jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan pada pekerjaan yang berada pada jalur kritis, sebelum mendapatkan angka produktivitas dibutuhkan nilai koefisien

tenaga kerja tersebut. Produktivitas tenaga kerja dapat dicari dengan menggunakan rumus :

Produktivitas tenaga kerja

$$= \frac{1}{\text{Koefisien Tenaga Kerja}}$$

1. Produktivitas tenaga kerja per hari pada pekerjaan pengukuran dan pemasangan bouwplank

Koefisien tenaga kerja

$$\text{Pekerja} = 0,100$$

$$\text{Tukang kayu} = 0,100$$

$$\text{Kepala tukang} = 0,010$$

$$\text{Mandor} = 0,005$$

(Nilai koefisien didapatkan dari

AHS proyek)

$$\text{Pekerja} = \frac{1}{0,100} = 10,000 \text{ m/hari}$$

$$\text{Tukang kayu} = \frac{1}{0,100} = 10,000 \text{ m/hari}$$

$$\text{Kepala tukang} = \frac{1}{0,010} = 100,000 \text{ m/hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{1}{0,005} = 200,000 \text{ m/hari}$$

2. Produktivitas tenaga kerja per hari pada pekerjaan pemasangan fondasi siklop 60% beton K300 40% batu belah

Koefisien tenaga kerja

$$\text{Pekerja} = 0,200$$

$$\text{Tukang batu} = 0,100$$

$$\text{Kepala tukang} = 0,010$$

$$\text{Mandor} = 0,010$$

(Nilai koefisien didapatkan dari AHS proyek)

$$\text{Pekerja} = \frac{1}{0,200} = 5,000 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Tukang batu} = \frac{1}{0,100} = 10,000 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Kepala tukang} = \frac{1}{0,010} = 100,000 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{1}{0,010} = 100,000 \text{ m}^3/\text{hari}$$

3. Produktivitas tenaga kerja per hari pada pekerjaan kolom lantai 1 (K1)

Koefisien tenaga kerja

$$\text{Pekerja} = 7,050$$

$$\text{Tukang batu} = 0,275$$

$$\text{Tukang kayu} = 1,650$$

$$\text{Tukang besi} = 2,100$$

$$\text{Kepala tukang} = 0,403$$

$$\text{Mandor} = 0,353$$

(Nilai koefisien didapatkan dari AHS proyek)

$$\text{Pekerja} = \frac{1}{7,050} = 0,142 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Tukang batu} = \frac{1}{0,275} = 3,636 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Tukang kayu} = \frac{1}{1,650} = 0,606 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Tukang besi} = \frac{1}{2,100} = 0,476 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Kepala tukang} = \frac{1}{0,403} = 2,481 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{1}{0,353} = 2,833 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Menentukan Jumlah Tenaga Kerja Per Hari

Langkah selanjutnya setelah menentukan nilai produktivitas tenaga kerja ialah mencari jumlah tenaga kerja per hari dapat dilihat pada Tabel 6 dan Tabel 7 Jumlah tenaga kerja per hari dicari dengan menggunakan rumus :

Jumlah Tenaga Kerja

$$= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas kerja + Durasi pekerjaan}}$$

Tabel 6. Rekapitulasi Produktivitas Tenaga Kerja Per Hari

	Produktivitas tenaga kerja			
	Pekerja	Tukang	Kepala tukang	Mandor
Pekerjaan Bouwplank (m/hari)	10,000	10,000	100,000	200,000
Pekerjaan fondasi siklop (m ³ /hari)	5,000	10,000	100,000	100,000
Pekerjaan kolom lt. 1 (m ³ /hari)	0,142	3,636	2,481	2,833

Sumber : Data Diolah

Tabel 7. Rekapitulasi Jumlah Tenaga Kerja

	Jumlah tenaga kerja			
	Pekerja	Tukang	Kepala tukang	Mandor
Pekerjaan bouwplank (OH)	1,497	1,497	0,150	0,075
Pekerjaan fondasi siklop (OH)	9,413	4,706	0,471	0,471
Pekerjaan kolom lt. 1 (Kl) (OH)	6,637	0,259	0,379	0,332

Sumber : Data Diolah

Menghitung Upah Per Hari Tenaga Kerja Pekerjaan Normal

Tabel 8. Rekapitulasi Upah Tenaga Kerja Per Hari Normal

	Upah tenaga kerja normal			
	Pekerja	Tukang	Kepala tukang	Mandor
Pekerjaan bouwplank	Rp. 77.973	Rp. 97.279	Rp. 10.479	Rp. 5.986
Pekerjaan fondasi siklop	Rp. 490.396	Rp. 282.378	Rp. 32.944	Rp. 37.650
Pekerjaan kolom lantai 1 (Kl)	Rp. 345.791	Rp. 15.534	Rp. 27.510	Rp. 31.800

Sumber : Data Diolah

Tabel 9. Koefisien Produktivitas Pada Jam Lembur

Jam Lembur (jam)	Penurunan Indeks Produktivitas	Penurunan Prestasi Kerja (Per jam)	Presentase Penurunan Prestasi Kerja (%)	Koefisien Produktivitas
a	b	$C = a * b$	d	$E = 100\% - d$
Ke - 1	0,1	0,1	10	0,9
Ke-2	0,1	0,2	20	0,8
Ke-3	0,1	0,3	30	0,7
Ke-4	0,1	0,4	40	0,6

Sumber : Data Diolah

Analisis Percepatan Durasi Penyelesaian Proyek

Analisis Percepatan Durasi Penyelesaian Proyek Dengan Menambahkan Empat Jam Kerja

Produktivitas masing-masing tenaga kerja per hari sudah diketahui dari analisis sebelumnya dengan durasi jam kerja normal adalah 8 jam/hari. Sehingga untuk selanjutnya akan

dihitung durasi *crashing* menambah jam kerja 61 empat jam/hari dengan mempertimbangkan penurunan produktivitas tenaga kerja pada saat jam lembur.

- Menentukan produktivitas tenaga kerja setelah ditambahkan empat jam kerja

Pada proyek digunakan jam kerja per harinya ialah 8 jam/hari. Maka dapat dicari produktivitas per

jamnya dengan menggunakan rumus :

Produktivitas Per Jam =

$$\frac{\text{Kapasitas kerja per hari}}{\text{Durasi jam kerja normal}}$$

Produktivitas Tenaga Kerja Lembur = (kap./hari + (jam lembur x kap./jam x koef))

2. Menentukan durasi setelah ditambah jam lembur empat jam

Setelah mendapatkan nilai produktivitas tenaga kerja jam lembur, maka selanjutnya dapat mencari durasi pekerjaan setelah dipercepat. Rumus yang digunakan sebagai berikut :

Durasi pekerjaan *crashing* =

$$\frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{kapasitas kerja 12 jam x jumlah tenaga kerja}}$$

Tabel 10. Rekapitulasi Produktivitas Tenaga Kerja Jam Lembur

	Produktivitas Tenaga Kerja Jam Lembur			
	Pekerja	Tukang	Kepala tukang	Mandor
Pekerjaan bouwplank	13,000	13,000	130,000	260,000
Pekerjaan fondasi siklop	6,500	13,000	130,000	130,000
Pekerjaan kolom lantai 1 (KL)	0,184	4,727	3,226	3,683

Sumber : Data Diolah

Tabel 11. Rekapitulasi Durasi Setelah Ditambah Empat Jam Kerja

	Durasi Pekerjaan (hari)			
	Pekerja	Tukang	Kepala tukang	Mandor
Pekerjaan bouwplank	7,692	7,692	7,692	7,692
Pekerjaan fondasi siklop	7,692	7,692	7,692	7,692
Pekerjaan kolom lantai 1 (KL)	5,385	5,385	5,385	5,385

Sumber : Data Diolah

3. Menentukan biaya tambahan dan upah total tenaga kerja

Tabel 12. Rekapitulasi Upah Total Tenaga Kerja Ditambah Empat Jam Kerja

	Upah total tenaga kerja ditambah empat jam kerja	<i>Cost Slope</i> total
Pekerjaan bouwplank	Rp. 6.525.265,00	Rp. 4.608.121,00
Pekerjaan fondasi siklop	Rp. 13.766.901,00	Rp. 5.333.212,00
Pekerjaan kolom lantai 1	Rp. 3.324.217,00	Rp. 3.324.217,00

Sumber : Data Diolah

Tabel 13. Rekapitulasi Total Upah Tenaga Kerja Dengan Sistem Shift

	Upah total tenaga kerja dengan sistem shif	<i>Cost Slope</i> total
Pekerjaan bouwplank	Rp. 2.473.117,00	Rp. 555.972,00
Pekerjaan fondasi Siklop	Rp. 10.879.460,00	Rp. 2.445.770,00
Pekerjaan kolom lantai 1 (KL)	Rp. 5.452.889,00	Rp. 1.014.491,00

Sumber : Data Diolah

Analisis Percepatan Durasi Proyek Dengan Sistem Shift

Produktivitas masing-masing tenaga kerja per hari sudah diketahui dari analisis sebelumnya dengan durasi jam kerja normal adalah delapan jam/hari. Dalam penelitian ini koefisien produktivitas tenaga kerja pada sistem *shift* diambil 72 angka 11% dari 11%-17% (Hanna, 2008) dan upah tenaga kerja *shift* malam akan ditambah 15 % dari upah normal.

Analisis Biaya Langsung dan Biaya Tidak Langsung

Setelah proses analisis percepatan selesai dan sudah mendapatkan durasi percepatannya, maka selanjutnya akan menghitung total dari biaya proyek pada kondisi normal dan pada kondisi sesudah percepatan. Biaya proyek tersebut terdiri dari biaya langsung dan biaya tidak langsung. Berikut perhitungan biaya total proyek.

Pada Kondisi Normal

Durasi normal = 210 hari
Rencana anggaran biaya = Rp. 12.212.794.000,00

Biaya tidak langsung disini terdiri dari biaya *overhead*. Maka selanjutnya akan mencari biaya *overhead* dan *profit*, biaya *overhead* dan *profit* itu sendiri merupakan biaya yang dikeluarkan secara tidak langsung seperti keuntungan, gaji, biaya listrik, operasional, dan lain-lain. Berdasarkan Perpres 70/2012 tentang keuntungan penyedia jasa adalah 0-15%.

Sebelumnya pada perhitungan biaya normal didapat bobot biaya langsung sebesar 91 % dan bobot biaya tidak langsung sebesar 9% (6% *profit* dan 3% *overhead*). Karena *profit* dan biaya *overhead* merupakan bagian biaya tidak langsung, maka pada penelitian ini diambil nilai *profit* sebesar 6% dari total biaya 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*

$$\begin{aligned} &= \text{Total biaya proyek} \times 6\% \\ &= \text{Rp. } 12.212.794.000,00 \times 6\% \\ &= \text{Rp. } 732.767.640,00 \end{aligned}$$

b. Biaya *Overhead*

$$\begin{aligned} &= \text{Total biaya proyek} \times 3\% \\ &= \text{Rp. } 12.212.794.000,00 \times 3\% \\ &= \text{Rp. } 366.383.820,00 \end{aligned}$$

c. *Overhead* per hari

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{biaya overhead}}{\text{durasi normal}} \\ &= \frac{366.383.820}{210} \\ &= \text{Rp. } 1.744.685,00 \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan nilai *profit* dan biaya *overhead*, maka selanjutnya dapat menghitung biaya langsung dan biaya tidak langsung.

a. *Direct cost*

$$\begin{aligned} &= 91\% \times \text{Total biaya proyek} \\ &= 91\% \times \text{Rp. } 12.212.794.000,00 \\ &= \text{Rp. } 11.113.642.540,00 \end{aligned}$$

b. *Indirect cost*

$$\begin{aligned} &= \text{Profit} + \text{Biaya Overhead} \\ &= \text{Rp. } 732.767.640,00 + \text{Rp. } 366.383.820,00 \\ &= \text{Rp. } 1.099.151.460,00 \end{aligned}$$

c. Biaya total proyek
 $= Direct cost + Indirect cost$
 $= Rp. 11.113.642.540,00 + Rp.$
 $1.099.151.460,00$
 $= Rp. 12.212.794.000,00$

Dari perhitungan analisis biaya normal sebelumnya didapat nilai koefisien rata-rata untuk biaya bahan 0,83/83% dan biaya upah 0,17/17%. Maka dapat dihitung bobot biayabahan dan biaya upah dalam biaya langsung (*Direct cost*) pada proyek.

a. Biaya bahan
 $= Direct cost \times \text{koefisien bahan}$
 $= Rp. 11.113.642.540,00 \times 83\%$
 $= Rp. 9.224.323.308,00$

b. Biaya upah
 $= Direct cost \times \text{koefisien upah}$
 $= Rp. 11.113.642.540,00 \times 17\%$
 $= Rp. 1.889.319.232,00$

Pada Kondisi Dipercepat (*Crashing*)

Pekerjaan yang telah dipercepat akan memiliki durasi yang lebih cepat dari pada pekerjaan yang masih pada kondisi normal. Percepatan durasi pada penelitian ini memakai dua alternatif yaitu dengan menambah jam lembur yaitu empat jam lembur dan dengan menerapkan sistem *shift* kerja. Karena proses percepatan, maka upah yang akan dikeluarkan akan lebih banyak dari biaya normal sehingga biaya langsung (*direct cost*) meningkat. Sebaliknya karena durasi setelah percepatan menjadi lebih singkat, maka pengeluaran biaya tidak langsung (*indirect cost*) akan lebih kecil.

Pada perhitungan percepatan sebelumnya didapat biaya tambah (*cost slope*) sebesar Rp. 88.411.640,00 untuk alternatif percepatan dengan sistem *shift* dan Rp. 189.156.900,00 untuk alternatif panambahan jam lembur empat jam. Kemudian durasi proyek yang didapat setelah dilakukan percepatan ialah 179 hari untuk alternatif percepatan dengan sistem *shift* selisih 31 hari dari durasi normal dan 191 hari untuk alternatif

panambahan jam lembur empat jam selisih 19 hari dari durasi normal.

1. Biaya langsung (*direct cost*)
 - a. *Crashing* dengan menambah jam lembur empat jam
 $= \text{biaya langsung normal} + \text{cost slope} \times \text{jam lembur 4 jam}$
 $= Rp. 11.113.642.540,00 + Rp.$
 $189.156.900,00$
 $= Rp. 11.302.799.440,44$
 - b. *Crashing* dengan menerapkan sistem *shift*
 $= \text{biaya langsung normal} + \text{cost slope} \times \text{sistem shift}$
 $= Rp. 11.113.642.540,00 + Rp.$
 $88.411.640,00$
 $= Rp. 11.202.054.180,00$
2. Biaya tidak langsung (*indirect cost*)
 - a. *Crashing* dengan menambah jam lembur empat jam
 $= (\text{durasi crashing} \times \text{overhead per hari}) + \text{profit}$
 $= (191 \times Rp. 1.744.685,00) + Rp.$
 $732.767.640,00$
 $= Rp. 1.066.002.447,00$
 - b. *Crashing* dengan menerapkan sistem *shift*
 $= (\text{durasi crashing} \times \text{overhead per hari}) + \text{profit}$
 $= (179 \times Rp. 1.744.685,00) + Rp.$
 $732.767.640,00$
 $= Rp. 1.045.066.229,00$
3. Total biaya proyek sesudah *crashing*
 - a. *Crashing* dengan menambah jam lembur empat jam
 $= direct cost + indirect cost$
 $= Rp. 11.302.799.440,44 + Rp.$
 $1.066.002.447,00$
 $= Rp. 12.368.801.888,00$
 - b. *Crashing* dengan menerapkan sistem *shift*
 $= direct cost + indirect cost + profit$
 $= Rp. 11.202.054.180,00 + Rp.$
 $1.045.066.229,00$
 $= Rp. 12.247.120.409,00$

Hasil Analisis Percepatan Penyelesaian Proyek

Percepatan dengan alternatif

metode *shift* pada Proyek Pembangunan Gedung RSUB didapat durasi percepatan sebesar 179 hari atau 14,76% lebih cepat dari durasi normal yaitu 210 hari kerja untuk pekerjaan seluruh proyek dengan biaya *cost slope* total sebesar Rp. 88.411.640,00. Maka dapat dikatakan bahwa dengan mempercepat durasi pekerjaan proyek, durasi pekerjaan proyek akan lebih cepat dari durasi pekerjaan proyek pada kondisi normal, tetapi proses percepatan durasi proyek akan berdampak pada perubahan biaya langsung yang akan bertambah. Sedangkan biaya tidak langsung akan menghasilkan biaya yang berbanding lurus dengan pengurangan durasi proyek, semakin cepat duraasi proyek maka semakin sedikit biaya tidak langsung yang akan dikeluarkan.

Hasil dari proses percepatan menunjukkan bahwa percepatan dengan alternatif sistem *shift* menghasilkan durasi total lebih sedikit, yaitu 179 hari jika dibanding dengan alternatif penambahan jam kerja empat jam yaitu 191 hari. Hal tersebut dikarenakan produktivitas tenaga kerja pada alternatif sistem *shift* lebih besar. Maka dalam hal efisiensi durasi waktu pekerjaanm, percepatan dengan alternatif sistem *shift* lebih unggul dibanding percepatan dengan alternatif penambahan jam kerja empat jam. Namun dalam hal ini tenty ada keuntungan dan kerugian sendiri untuk menggunakan menggunakan kedua

alternatif tersebut, salah satunya untuk menggunakan metode sistem *shift* memiliki produktivitas pekerja yang lebih tinggi dari jam lembur. Karena pekerja pada *shift* malam adalah pekerja dengan tenaga yang baru, akan tetapi untuk memenuhi pekerja pada *shift* malam adalah hal yang tidak mudah karena keterbatasan sumber daya pekerja.

Perbandingan Durasi Dan Biaya Proyek

Proyek Pembangunan Gedung RSUB direncakan selesai dalam waktu 210 hari dengan 14 hari waktu libur lebaran, untuk pekerjaan struktur dimulai pada tanggal 16 maret 2020 dan selesai pada tanggal 21 juni 2020 dengan rencana anggaran biaya sebesar Rp. 12.212.794.000,00. Dengan melakukan percepatan durasi proyek terhadap pekerjaan yang berada pada jalur kritis, maka akan menambahkan pengeluaran biaya langsung (*direct cost*) proyek dan mempersingkat waktu penyelesaian proyek yang akan berdampak pada biaya tidak langsung (*indirect cost*) proyek.

Tabel 14 rekapitulasi perbandingan durasi dan biaya antara durasi proyek dalam kondisi normal dan durasi proyek yang sudah dipercepat dengan alternatif penambahan jam kerja empat jam serta menerapkan sistem *shift* kerja.

Tabel 14. Rekapitulasi Perbandingan Durasi dan Biaya Proyek

	Durasi (hari)	Direct cost	Indirect cost	Total biaya
Proyek kondisi normal	210	Rp. 11.113.642.540,00	Rp. 1.099.151.460,00	Rp. 12.212.794.000,00
Crashing dengan tambah jam kerja empat jam	191	Rp. 11.302.799.440,44	Rp. 1.066.002.447,00	Rp. 12.368.801.888,00
Crashing dengan sistem <i>shift</i>	179	Rp. 11.202.054.180,00	Rp. 1.045.066.229,00	Rp. 12.247.120.409,00

Sumber : Data Diolah

Dari hasil analisis *crash* program yang dilakukan dengan menambahkan jam kerja, ternyata durasi proyek dapat dipercepat menjadi 191 hari untuk *crashing* dengan memanambah jam kerja empat jam atau lebih cepat sebesar 9,05% dari durasi awal dan 179 hari untuk *crashing* dengan menerapkan sistem *shift* kerja atau lebih cepat sebesar 14,76% dari durasi awal. Namun setelah dilakukan percepatan terbukti bahwa biaya langsung (*direct cost*) mengalami perubahan yang semula Rp. 11.113.642.540,00 menjadi Rp. 11.302.799.440,44 untuk *crashing* dengan memanambah jam kerja empat jam dan Rp. 11.202.054.180,00 untuk *crashing* dengan menerapkan sistem *shift* kerja. Dengan terjadinya percepatan durasi proyek, maka biaya tidak langsung juga akan mengalami perubahan yang semula Rp. 1.099.151.460,00 menjadi Rp. 1.066.002.447,00 untuk *crashing* dengan memanambah jam kerja empat jam dan Rp. 1.045.066.229,00 untuk *crashing* dengan menerapkan sistem *shift* kerja.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan dapat ditarik kesimpulan yang dapat menggambarkan hasil dari *crashing* terhadap pelaksanaan proyek Pembangunan Gedung RSUB Malang sebagai berikut :

1. Total biaya proyek dalam kondisi normal ialah sebesar Rp. 12.212.794.000,00 dengan durasi pelaksanaan proyek 210 hari kerja. Dari hasil analisis pada penelitian ini didapat total biaya proyek dalam kondisi sesudah *crashing* dengan alternatif penambahan jam kerja selama empat jam didapat sebesar Rp. 12.368.801.888,00 atau lebih mahal 1,28% dari biaya proyek pada kondisi normal dan durasi pelaksanaan proyek 191 hari kerja atau lebih cepat 9,05 % dari durasi

normal, sedangkan total biaya proyek dalam kondisi sesudah *crashing* dengan alternatif menerapkan sistem *shift* kerja (*shift* pagi dan *shift* malam) didapat sebesar Rp. 12.247.120.409,00 atau lebih mahal 0,28% dari biaya proyek pada kondisi normal dan durasi pelaksanaan proyek 179 hari atau lebih cepat 14,76% dari durasi normal.

2. Dari kesimpulan nomor 1 dapat diambil kesimpulan kembali bahwa dengan menerapkan sistem *shift* kerja (*shift* pagi dan *shift* malam) merupakan alternatif program *crashing* yang lebih efektif dan ekonomis, karena dengan menerapkan sistem *shift* kerja (*shift* pagi dan *shift* malam) durasi pekerjaan proyek lebih cepat jika dibandingkan dengan durasi proyek pada percepatan dengan alternatif penambahan jam kerja empat jam dan total anggaran biaya proyek lebih murah jika dibandingkan dengan total anggaran biaya proyek sesudah percepatan dengan alternatif penambahan jam kerja empat jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni. (2016). Analisis Percepatan Proyek Menggunakan Metode *Crashing* dengan Penambahan Tenaga Kerja dan *Shift* Kerja. Tugas Akhir. (Tidak diterbitkan), Universitas Sebelas Maret.
- Azzam. (2016). Analisis Percepatan Proyek Pembangunan *Java Village Resort* Dengan Menambahkan Tenaga Kerja dan Jam Kerja. Tugas Akhir. (Tidak diterbitkan), Universitas Islam Indonesia.
- Budiono. (2006). Simulasi Waktu dan Biaya Pada Konstruksi PIER Pada Jalan Layang Suprapto Jakarta. Jakarta : Universitas Indonesia.
- Ervianto. (2002). Manajemen Proyek

- Konstruksi, Edisi Pertama. Yogyakarta : Salemba Empat.
- Ervianto. (2003). Manajemen Proyek Konstruksi, Edisi Revisi. Yogyakarta : Andi.
- Ervianto. (2004). Teori Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi. Yogyakarta : Salemba Empat.
- Ervianto. (2005). Manajemen Proyek Konstruksi, Edisi Revisi. Yogyakarta : Andi.
- Frederika. (2010). Analisis Percepatan Pelaksanaan dengan Menambah Jam Kerja Optimum pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Super Villa, Peti Tenget-Bandung), (*Journal Online*). (Tidak diterbitkan, <http://www.scribd.com/document/205836025/Jurnal-Analisis-PercepatanPelaksanaan-Dengan-Menambah-Jam-Kerja-Optimum-Pada-ProyekKonstruksi>, diakses pada 20 Desember 2020).
- Hanna. (2008). *Impact Of Shift Work On Labor Productivity For Labor Intensive Contractor*. *Journal Of Construction Engineering And Management*.
- Husen. (2009). Manajemen Proyek : Perencanaan, Penjadwalan, dan Pengandalian Proyek. Yogyakarta : Andi.
- Husen. (2010). Manajemen Proyek. Yogyakarta : Andi.
- Iramutyn. (2010). Optimasi Waktu Dan Biaya Dengan Metode Crash. Tugas Akhir. (Tidak diterbitkan), Universitas Sebelas Maret.
- Kerzner, (2000). *Project Management A System Approach to Planning, Schedulling and Controlling*. Singapore.
- Keputusan Menteri Tenaga Kerja No. KEP-102/MEN/VI/2004 Tentang Waktu Kerja Lembur dan Upah Kerja Lembur (*online*). (Tidak diterbitkan), <https://www.scribd.com/doc/131149015/KEPMEN-102-MEN- VI-2004> diakses pada 20 Desember 2020.
- Ningrum. (2016). Penerapan Metode Crashing dalam Percepatan Durasi Proyek Dengan Alternatif Penambahan Jam Lembur Dan Shift Kerja. Tugas Akhir. (Tidak diterbitkan), Universitas Sebelas Maret.
- Peraturan Presiden Nomor 70 Tahun 2012 Tentang Pengadaan Barang dan Jasa (*online*). (Tidak diterbitkan), <http://www.peraturan.go.id/perpres/nomor-70-tahun-2012-11e44c4f4ea07e708ca1313232303233.html> diakses pada 20 Desember 2020.
- Soeharto. (1997). Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional. Jakarta: Erlangga.
- Soeharto. (1999). Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional Jilid 1. Jakarta : Erlangga.
- Soeharto. (1999). Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional Jilid 2. Jakarta : Erlangga.
- Sutisna. (2013). Pengaruh Percepatan Waktu Pelaksanaan Terhadap Biaya Pada Pekerjaan Struktur Bawah Jembatan di Kabupaten Pekanbaru, Riau. Tugas Akhir. (Tidak diterbitkan), Universitas Indonesia.
- UU RI No. 25 Tahun 1997 Tentang Ketenagakerjaan (*online*). (Tidak diterbitkan), <http://www.hukumonline.com/pusatdata/downloadfile/lt4ec12f260b0ab/parent/734>, diakses pada 20 Desember 2020.
- Yana. (2009). Pengaruh Jam Kerja Lembur Terhadap Biaya Percepatan Proyek Dengan Time Cost Trade Off Analysis. Tugas Akhir. (Tidak diterbitkan), Universitas Udayana Bali.