

ANALISA KEPUTUSAN PENGOPTIMALAN JADWAL KERJA PADA PROYEK PEMBANGUNAN *DISTRIBUTION CENTER* ALFAMART PONTIANAK

Reni Juniarti¹, Riyanny Pratiwi², Safaruddin M. Nuh³

¹Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak

^{2,3}. Dosen Teknik Sipil Universitas Tanjungpura Pontianak

Abstrak

Pada pelaksanaan proyek konstruksi, sering dijumpai permasalahan mengenai keterhambatan pekerjaan. Sehingga mengakibatkan ketidaksesuaian jadwal rencana dan realisasi di lapangan. Seperti pada proyek pembangunan *Distribution Center* Alfamart ini yang mengalami keterhambatan dalam pelaksanaannya. Kurang memadainya kebutuhan pekerja dan keterlambatan pengiriman material, mengakibatkan 10 pekerjaan terhambat dan tidak mengalami progress selama 3 minggu. Berdasarkan permasalahan tersebut maka dilakukanlah analisa keputusan agar penjadwalan proyek dapat dioptimalkan. Dalam pengambilan keputusan tentu harus memperhatikan agar biaya tetap minimum tanpa mengabaikan mutu dan standar sesuai yang diinginkan. Berdasarkan hasil analisis terdapat pekerjaan terhambat yang tergolong kedalam pekerjaan kritis, maka dari itu diperlukan suatu percepatan agar tidak terjadi keterlambatan pada penjadwalan proyek secara keseluruhan. Analisa percepatan dilakukan dengan penambahan 1 jam, 2 jam dan 3 jam lembur. Dari hasil analisis penambahan 1 jam kerja (lembur) dinilai paling optimal karena memerlukan tambahan biaya paling kecil yaitu sebesar Rp. 158.276.116. Dan memiliki nilai laba paling besar dari durasi percepatan yang lain yaitu sebesar Rp. 3.118.632.975. Dengan efisiensi waktu sebesar 12,23% dan efisiensi biaya sebesar 1,88%.

Kata kunci: *jadwal kerja, pengoptimalan, pengambilan keputusan, pekerjaan kritis, penambahan jam kerja*

Abstract

In the implementation of construction projects, problems are often encountered regarding work delays. This resulted in a mismatch in the schedule of plans and realization in the field. As in the Alfamart Distribution Center construction project, it is experiencing delays in its implementation. Inadequate needs of workers and delays in delivery of materials resulted in 10 jobs being blocked and no progress for 3 weeks. Based on these problems, a decision analysis is carried out so that project scheduling can be optimized. In making decisions, of course you must pay attention to keeping costs to a minimum without neglecting the quality and standards as desired. Based on the results of the analysis, there is hampered work which is classified as critical work, therefore a crashing is needed so that there is no delay in the overall project scheduling. The crashing analysis is done by adding 1 hour, 2 hours and 3 hours of overtime. From the analysis, the addition of 1 hour of work (overtime) is considered the most optimal because it requires the smallest additional cost, namely Rp. 158,276,116. And has the greatest profit value from duration of the other crashing, namely Rp. 3,118,632,975. With a time efficiency of 12.23% and a cost efficiency of 1.88%.

Keywords: *work schedule, , optimization, decision making, critical work, additional working hours*

1. Pendahuluan

Distribution Center (DC) adalah bangunan besar yang diciptakan untuk tempat terjadinya suatu proses kerja yang utuh berkaitan dengan penerimaan barang dari *supplier*, tempat penyimpanan barang dengan skala yang besar serta untuk penyuplai barang guna memenuhi

kebutuhan pedagang disuatu kawasan. *DC* memiliki peranan penting dalam sistem rantai pasok yang

*) Reni Juniarti.

E-mail: renijuniarti@student.untan.ac.id

diharapkan mampu untuk memperlancar proses distribusi produk dan meminimalkan total biaya logistik yang dikeluarkan.

Mengingat pentingnya peranan *DC* bagi suatu perusahaan, maka dalam proyek pembangunannya pun dibutuhkan perencanaan, pelaksanaan serta pengendalian proyek yang baik agar proyek tersebut dapat diselesaikan dengan tepat waktu dan menggunakan biaya yang optimal.

Penelitian ini mengambil studi kasus pada proyek pembangunan *Distribution Center* Alfamart Pontianak yang mengalami keterhambatan dalam pelaksanaannya. Kebijakan karantina wilayah yang sempat diberlakukan pemerintah karena pandemi covid-19 mengakibatkan para pekerja dan material kesulitan ke lokasi proyek. Sehingga proyek mengalami kekurangan tenaga kerja ahli untuk mengerjakan pekerjaan spesialis dan pengiriman material yang terlambat. Akibatnya pelaksanaan di lapangan menjadi terhambat dan ketidaksesuaian antara jadwal rencana dan realisasi di lapangan.

Pekerjaan spesialis tersebut meliputi : pekerjaan atap dan *cladding*, *floor hardener* serta pekerjaan mekanikal dan elektrikal. Untuk mengerjakan pekerjaan spesialis tersebut tidak dapat dikerjakan oleh sembarang orang, haruslah menggunakan tenaga ahli yang memiliki kemampuan di bidangnya. Begitu juga dengan material seperti mortar utama plesteran dan atap *zincalume*, yang mana spesifikasi yang digunakan belum ada dijual di kota Pontianak sehingga memang harus dipesan dari luar daerah.

Walaupun dengan faktor penghambat tersebut, proyek pembangunan *Distribution Center* ini tetap harus berjalan dan diselesaikan tepat waktu. Karena apabila proyek ini terlambat, kedua belah pihak antara *owner* dan kontraktor akan sama-sama dirugikan. PT. Sumber Alfaria Trijaya, TBK selaku *owner* harus membayar ganti rugi kepada investor apabila tidak dapat memenuhi kebutuhan *supply* untuk setiap gerai Alfamart yang tersebar di kota Pontianak dan sekitarnya. Belum lagi harus memperpanjang sewa gudang sementara, seharga 1,24 Milyar per tahun. Sedangkan pihak kontraktor akan menanggung denda keterlambatan 1‰ per hari dari nilai kontrak dan resiko yang paling buruknya dapat *blacklist*.

Berdasarkan permasalahan di lapangan, maka dari itu diperlukan suatu analisa keputusan untuk mengoptimalkan jadwal kerja agar proyek pembangunan *Distribution Center* Alfamart ini dapat diselesaikan tepat waktu dan tetap menggunakan biaya yang optimal. Keterlambatan pekerjaan proyek dapat diantisipasi dengan melakukan percepatan dalam pelaksanaannya, namun harus tetap memperhatikan faktor biaya. Pertambahan biaya yang dikeluarkan diharapkan seminimal mungkin dan tetap memperhatikan standar mutu. Ada beberapa cara yang dapat dilakukan yaitu :

- Melakukan penambahan waktu kerja (lembur)
- Menggunakan peralatan yang lebih produktif
- Menggunakan bahan dan material yang pemasangannya lebih cepat.
- Mengubah metode pelaksanaan pekerjaan

Karena keterbatasan tenaga kerja, maka alternatif yang dapat digunakan adalah dengan melakukan penambahan waktu kerja (lembur) untuk pekerjaan yang berada pada jalur kritis atau berkaitan dengan pekerjaan kritis tersebut. Memaksimalkan sumber daya dan produktivitas tenaga kerja yang ada adalah salah satu cara yang tepat, agar penjadwalan dapat dioptimalkan.

Dengan penelitian ini maka dapat ditentukan pekerjaan mana yang paling tepat untuk dipercepat dan dimaksimalkan produktivitas pekerjaannya. Dapat dilihat juga sejauh mana pekerjaan tersebut dapat dipercepat. Sehingga pihak pelaksana pun dapat menentukan solusi yang tepat agar penjadwalan proyek secara keseluruhan dapat dioptimalkan dan proyek pembangunan *Distribution Center* Alfamart ini dapat diselesaikan tepat waktu.

2. Bahan dan Metode

Teori Pengambilan Keputusan : Analisa keputusan adalah prosedur logis dan kuantitatif yang tidak hanya menerapkan proses pengambilan keputusan, tapi juga merupakan cara membuat keputusan yang memungkinkan dilakukan pemeriksaan dan pengujian. Tujuan analisis keputusan adalah untuk mengidentifikasi apa yang harus dikerjakan, mengembangkan kriteria khusus untuk mencapai tujuan, mengevaluasi alternatif yang tersedia yang berhubungan dengan kriteria dan mengidentifikasi risiko yang melekat pada keputusan tersebut. Dalam manajemen konstruksi aturan pengambilan keputusan yaitu antara dua keputusan mengambil satu dengan indikator : a. Durasi Paling Singkat, b. Biaya Terendah, c. Kualitas Tertinggi, d. Metode Teraman. Yang dapat diberikan bobot untuk membantu sebagai panduan dalam mengambil keputusan terbaik.

Penyusunan Jaringan Kerja dengan Critical Path Method (CPM) : Metode *CPM (Critical Path Method)* adalah suatu metode dengan menggunakan diagram anak panah dalam menentukan lintasan kritis, sehingga disebut juga metode lintasan kritis.

Berikut bentuk *CPM* :



Gambar 1. Hubungan EET dan LET (Husen, Abrar. 2008)

Keterangan :

○ = Simbol peristiwa/kejadian/*event*

- Menunjukkan titik waktu mulainya/ selesainya suatu kegiatan dan tidak mempunyai jangka waktu
- = Simbol kegiatan (*Activity*)
- Kegiatan membutuhkan jangka waktu dan sumber daya
- = Simbol kegiatan semu
- Kegiatan berdurasi nol, tidak membutuhkan sumber daya. Dalam *CPM (Critical Path Method)* dikenal *EET (Earliest Event Time)*, peristiwa paling awal atau waktu tercepat dari *event* dan *LET (last event time)*, peristiwa paling akhir atau waktu paling lambat dari *event*, *Total Float*, *Free Float*, dan *Float Interferen*.

EET (Earliest Event Time)

Perhitungan maju untuk menghitung *EET (earliest event time)*

$$EET_j = (EET_i + d) \quad (1)$$

Prosedur menghitung *EET* :

- Tentukan nomor dari peristiwa dari kiri ke kanan, mulai dari peristiwa nomor satu berturut – turut sampai nomor maksimal.
- Tentukan nilai *EET* untuk peristiwa nomor satu (paling kiri) sama dengan nol.

Dapat dihitung nilai *EET* berikutnya dengan rumus diatas.

LET (Last Event Time)

Perhitungan waktu mundur untuk menghitung *LET (Last Event Time)*

$$LET_i = (LET_j + d) \max \quad (2)$$

Prosedur Perhitungan *LET* :

- Tentukan nilai *LET* peristiwa terakhir (paling kanan) sesuai dengan nilai *EET* kegiatan terakhir.
- Dapat dihitung nilai *LET* dari kanan ke kiri dengan rumus di atas.
- Bila terdapat lebih dari satu kegiatan maka dipilih *LET* yang minimum.

a. Total Float (TF)

Total float adalah jumlah waktu yang diperkenankan untuk suatu kegiatan boleh ditunda atau terlambat tanpa mempengaruhi jadwal penyelesaian proyek secara keseluruhan. Nilai *Total Float (TF)* dapat dirumuskan seperti berikut :

$$TF = LET - d - EET \quad (3)$$

b. Free Float (FF)

Free float adalah jumlah waktu yang diperkenankan untuk suatu kegiatan boleh ditunda atau terlambat, tanpa mempengaruhi atau menyebabkan keterlambatan pada kegiatan berikutnya. Nilai *Free Float (FF)* dapat dihitung:

$$FF = EET \text{ berikut}(j) - d - EET \text{ awal}(i) \quad (4)$$

c. Inferent Float (IF)

Inferent float adalah suatu kegiatan yang boleh digeser atau dijadwalkan lagi yang merupakan selisih dari *Total Float (TF)* dengan *Free Float (FF)*, Sedikitpun tidak sampai mempengaruhi penyelesaian proyek secara keseluruhan.

$$F = TF - FF \quad (5)$$

Dalam metode *CPM* kita juga akan mendapatkan lintasan kritis yaitu lintasan yang menghubungkan kegiatan-kegiatan kritis yaitu kegiatan yang tidak boleh terlambat atau ditunda pelaksanaannya karena keterlambatan kegiatan kritis akan menyebabkan keterlambatan pada waktu total penyelesaian proyek. Cara menentukan lintasan kritis dalam suatu perencanaan jaringan kerja adalah sebagai berikut:

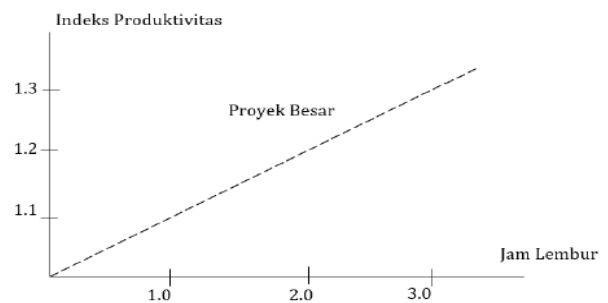
- Lintasan kritis dapat ditentukan dengan menghubungkan kegiatan-kegiatan kritis, yaitu kegiatan yang mempunyai nilai *free float* dan *total float* sama dengan nol
- Lintasan kritis dapat pula ditentukan dengan mencari lintasan durasi total terpanjang.

Pelaksanaan Percepatan Durasi :

a. Penambahan jam kerja (lembur) :

Kerja lembur dapat dilakukan dengan menambah jam kerja setiap hari dengan sumber daya yang sama tanpa menambah tenaga kerja. Penambahan jam kerja bertujuan untuk memperbesar produksi selama satu hari sehingga penyelesaian suatu aktivitas akan lebih cepat.

Biasanya waktu kerja normal pekerja adalah 8 jam (dimulai jam 08.00 Wib dan selesai pukul 17.00 Wib dengan waktu istirahat 1 jam), dan biasanya kerja lembur dilakukan setelah jam kerja normal. Penambahan jam kerja bisa dilakukan dengan penambahan 1 jam, 2 jam, dan 3 jam penambahan sesuai dengan waktu penambahan yang diinginkan. Dengan adanya penambahan jam kerja (lembur), maka produktivitas tenaga kerja akan mengalami penurunan. Penurunan ini disebabkan oleh kelelahan pekerja, keterbatasan pandangan waktu malam hari, serta keadaan cuaca yang lebih dingin . Adapun indikasi penurunan produktivitas pekerja terhadap penambahan jam kerja dapat dilihat pada grafik, sebagai berikut :



Gambar 2. Penurunan produktivitas akibat penambahan jam kerja (Soeharto, 1995)

Dari grafik di atas, maka perumusannya dapat ditulis sebagai berikut :

$$\text{Produktivitas Harian} = \frac{\text{volume}}{\text{Durasi Normal}} \quad (6)$$

$$\text{Produktivitas Tiap Jam} = \frac{\text{Produktivitas Harian}}{8 \text{ Jam}} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas Harian Sesudah Crash} \\ = (8 \text{ jam} \times \text{produktivitas tiap jam}) + (a \times b \times \\ \text{produktivitas tiap jam}) \end{aligned} \quad (8)$$

Keterangan :

a = lama penambahan jam kerja

b = koefisien penurunan produktivitas penambahan jam kerja

$$\text{Crash Duration} = \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas Harian Sesudah Crash}} \quad (9)$$

Tabel 1. Koefisien penurunan produktifitas

Jam Lembur (jam)	Penurunan Indeks Produktivitas	Prestasi Kerja (%)	Koefisien Penurunan Produktivitas
1	0,1	90	0,9
2	0,2	80	0,8
3	0,3	70	0,7
4	0,4	60	0,6

b. Biaya Tambahan (*Crash Cost*)

Dengan penambahan waktu kerja (lembur), maka biaya untuk pekerja konstruksi akan bertambah dari biaya normal tenaga kerja. Berdasarkan Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor KEP. 102/MEN/VI/2004 menyatakan upah penambahan kerja bervariasi, untuk penambahan waktu kerja satu jam pertama, pekerja mendapatkan tambahan upah 1,5 kali upah perjam waktu normal, dan untuk penambahan waktu kerja berikutnya pekerja mendapatkan 2 kali upah perjam waktu normal. Adapun perhitungan biaya tambahan pekerja dapat dirumuskan sebagai berikut, yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Biaya Normal Pekerja Perhari} = \\ \text{Produktivitas Harian} \times \text{Harga Satuan Upah Pekerja} \end{aligned} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Normal Pekerja Perjam} = \\ \text{Produktivitas Perjam} \times \text{Harga Satuan Upah Pekerja} \end{aligned} \quad (11)$$

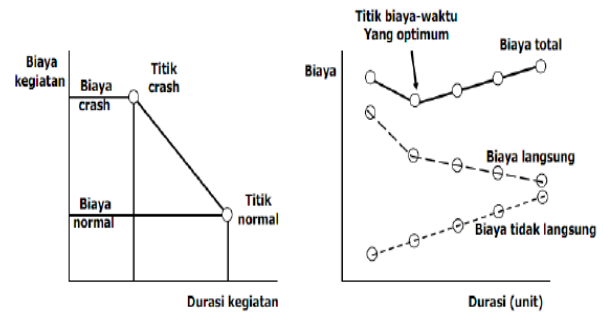
$$\begin{aligned} \text{Biaya Lembur Pekerja} = \\ 1,5 \times \text{Upah Normal Untuk Jam Kerja Lembur Pertama} \\ + 2 \times n \times \text{Upah Sejam Normal Untuk Jam Kerja} \\ \text{Lembur berikutnya} \end{aligned} \quad (12)$$

Dimana: n = jumlah penambahan jam kerja

$$\begin{aligned} \text{Crash Cost Pekerja Perhari} = \\ (8 \text{ jam} \times \text{Normal Cost Pekerja}) + (n \times \text{Biaya Lembur} \\ \text{Perjam}) \end{aligned} \quad (13)$$

c. Hubungan Biaya dan Waktu

Dengan diadakannya percepatan proyek ini akan terjadi pengurangan durasi kegiatan. Biaya total proyek adalah penjumlahan dari biaya langsung dan biaya tidak langsung yang dikeluarkan proyek tersebut. Besarnya biaya total sangat tergantung oleh lamanya waktu pelaksanaan proyek. Keduanya akan berubah sesuai dengan waktu dan kemajuan proyek walaupun tidak dapat dihitung dengan rumus tertentu, akan tetapi umumnya semakin lama proyek berjalan maka makin tinggi biaya tidak langsung yang diperlukan (Soeharto, 1995).



Gambar 3. Hubungan waktu-biaya normal dan dipercepat untuk suatu kegiatan (kiri), grafik biaya – durasi proyek (kanan) (Soeharto, 1995)

Hubungan antara waktu dan biaya digambarkan seperti pada grafik di atas. Gambar 2.6 (kiri) merupakan grafik hubungan waktu-biaya untuk keadaan normal dan dipercepat suatu kegiatan, titik A menunjukkan titik normal, sedangkan B adalah titik dipersingkat. Garis yang menghubungkan titik A dengan B disebut kurva waktu biaya. Grafik ini menunjukkan dengan adanya percepatan, maka biaya akan meningkat. Sedangkan pada Gambar 2.6 (kanan) menunjukkan hubungan biaya langsung, biaya tak langsung dan biaya total. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa biaya optimum didapat dengan mencari total biaya proyek yang terkecil. Menurut Soeharto (1995), seandainya diketahui bentuk kurva waktu biaya suatu kegiatan, maka dapat mengetahui berapa *slope* atau sudut kemiringannya. Sehingga bisa menghitung berapa besar biaya untuk mempersingkat suatu hari. Penambahan biaya langsung (*direct cost*) untuk mempercepat suatu aktivitas per satuan waktu disebut *cost slope*. Perumusam *cost slope* sebagai berikut :

$$\text{Cost Slope} = \frac{\text{Crash Cost} - \text{Normal Cost}}{\text{Normal Duration} - \text{Crash Duration}} \quad (14)$$

3. Hasil Dan Pembahasan Ketergantungan Item Pekerjaan

Tabel 2. Hubungan ketergantungan item pekerjaan

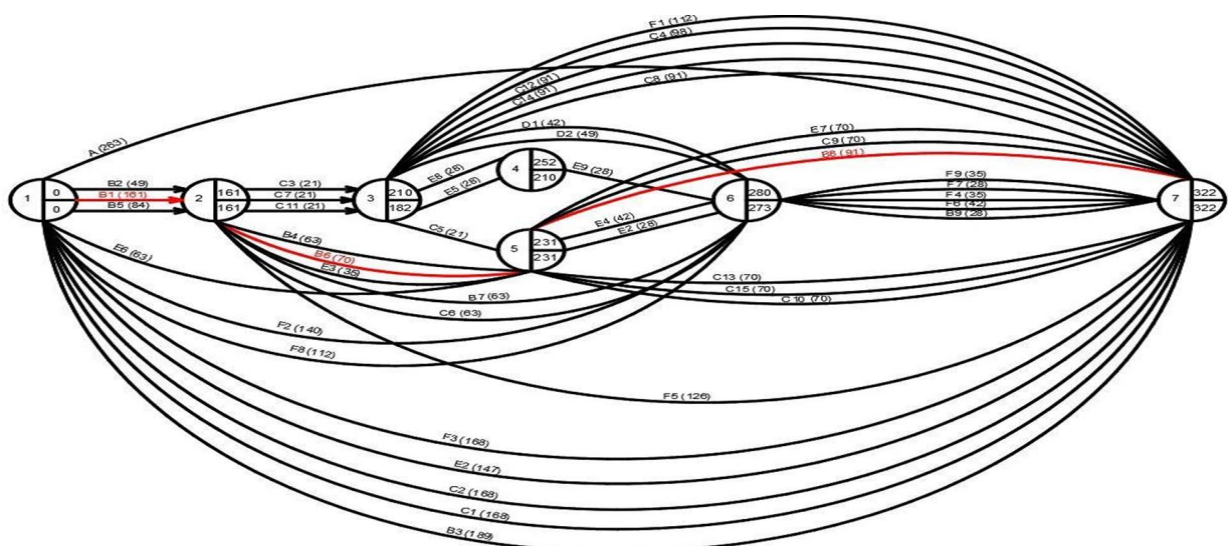
NO	ITEM PEKERJAAN	SIMBOL	PREDECESSOR	DURASI (Hari)
I	Pekerjaan persiapan	A	-	263
II	Pekerjaan warehouse			
II.2	Pekerjaan tiang pancang	B1	-	161
II.3	Pekerjaan struktur			
II.3.1	Pekerjaan <i>pilecap</i> dan <i>tiebeam</i>	B2	-	49
II.3.2	Pekerjaan baja	B3	-	189
II.3.3	Pekerjaan atap dan <i>cladding</i>	B4	B2	63
II.3.4	Pengecoran lantai	B5	-	84
II.4	Pekerjaan arsitektur			
II.4.1	Pasang dinding	B6	B2	70
II.4.2	Pasang pintu dan jendela	B7	B2	63
II.4.3	<i>Finishing</i> lainnya	B8	B1,B2,B5,C3,C5,C7, C11,E3,E6	91
II.5	Pekerjaan lain-lain	B9	B1,B2,B4,B5,B6,B7,C3, C5,C6,C7,D1,D2,E1,E3, E4,E5,E6,E8,E9,F8	28
III	Pekerjaan office			
III.1	Pekerjaan struktur lantai 1			
III.1.1	Pekerjaan <i>pilecap</i> dan <i>tiebeam</i>	C1	-	168
III.1.2	Pekerjaan kolom dan balok	C2	-	168
III.2	Pekerjaan struktur lantai 2			
III.2.1	Pekerjaan plat lantai 2	C3	B2	21
III.2.2	Pekerjaan kolom dan ring balok	C4	B2,B5,C3,C7	98
III.3	Pekerjaan struktur atap			
III.3.1	Pemasangan atap	C5	B2,B5,C3,C7,C11	21
III.3.2	Pemasangan rangka atap	C6	B2	63
III.4	Pekerjaan arsitektur lantai 1			
III.4.1	Dinding luar	C7	B2	21
III.4.2	Dinding dalam	C8	B2,B5,C3,C7,C11	91
III.4.3	<i>Plafond</i>	C9	B1,B2,B4,B5,B6,C3,C5, C7,E3,E6	70
III.4.4	Pintu dan jendela	C10	B1,B2,B4,B5,B6,C3,C5, C7,E3,E6	70
III.5	Pekerjaan arsitektur lantai 2			
III.5.1	Dinding luar	C11	B2	21
III.5.2	Dinding dalam	C12	B2,B5,C3,C7,C11	91
III.5.3	<i>Plafond</i>	C13	B1,B2,B4,B5,B6,C3,C5, C7,E3,E6	70
III.5.4	Pintu dan jendela	C14	B2,B5,C3,C7,C11	91
III.6	Pekerjaan arsitektur atap	C15	B1,B2,B5,C3,C5,C7,C11, E3,E6	70
IV	Pekerjaan bangunan penunjang			
IV.1	Pos <i>security</i> , <i>toilet</i> , ruang tunggu Sopir & kantin	D1	B2,B5,C3,C7,C11	42
IV.2	Ruang genset, tangki solar & Mushola	D2	B2,B5,C3,C7,C11	49
V	Pekerjaan infrastruktur			
V.1	Pekerjaan pagar dan pintu gerbang	E1	B1,B2,B5,C3,C5,C7,C11, E3,E6	28
V.2	Pekerjaan jalan	E2	-	147

V.3	Pekerjaan struktur GWT, SPT & torn	E3	B2	35
V.4	Pekerjaan <i>septictank</i> , tanki <i>recycle</i>	E4	B1,B2,B5,C3,C5,C7,C11, E3,E6	42
V.5	Pekerjaan tempat sampah	E5	B2,B5,C3,C7,C11	28
V.6	Pekerjaan saluran	E6	-	98
V.7	Pekerjaan penghijauan	E7	B1,B2,B5,C3,C5,C7,C11 E3,E6	70
V.8	Pekerjaan gardu apar	E8	B2,B5,C3,C7,C11	28
V.9	Pekerjaan tiang bendera	E9	B1,B2,B4,B5,B6,C3,C5, C7, C11,E3,E5,E6,E8	28
VI	Pekerjaan mekanikal elektrik			
VI.1	Mekanikal			
VI.1.1	Pekerjaan tata udara	F1	B2,B5,C3,C7	112
VI.1.2	Pekerjaan <i>plumbing</i>	F2	-	140
VI.1.3	Pekerjaan pemadam	F3	-	168
VI.1.4	<i>Test commisioning</i>	F4	B1,B2,B4,B5,B6,B7,C3, C5,C6,C7,C11,D1,D2,E1, E3,E4,E5,E6,E8,E9,F2,F8	35
VI.2	Elektrikal			
VI.2.1	Pekerjaan elektrik	F5	B2	126
VI.2.2	Pekerjaan tata suara	F6	B1,B2,B4,B5,B6,B7,C3, C5,C6,C7,C11,D1,D2,E1, E3,E5,E6,E9,F8	42
VI.2.3	Pekerjaan telepon	F7	B1,B2,B4,B5,B6,B7,C3,C5, C6,C7,C11,D1,D2,E1,E3, E4,E5,E6,E8,E9,F2,F8	28
VI.2.4	Pekerjaan pasang daya	F8	-	112
VI.2.5	Perizinan & <i>test commisioning</i>	F9	B1,B2,B4,B5,B6,B7,C3, C5,C6,C7,C11,D1,D2,E1, E3,E4,E5,E6,E8,E9,F2,F8	35

Berdasarkan laporan mingguan proyek, pekerjaan yang diberi tanda warna kuning pada tabel di atas adalah pekerjaan yang terhambat. Yang mana terdapat 10 item pekerjaan meliputi : pekerjaan atap dan *cladding*, pengecoran lantai *warehouse*, pemasangan dinding *warehouse*, pemasangan pintu dan jendela *warehouse*, pemasangan rangka atap *office*, pekerjaan *plumbing*, pekerjaan pemadam, pekerjaan elektrik, pekerjaan telepon, dan pekerjaan pasang daya

pekerjaan sesudahnya, maka digambar ke dalam bentuk jaringan kerja (*network diagram*) menggunakan metode *Critical Path Method (CPM)*. Kemudian melakukan perhitungan maju dan perhitungan mundur untuk mengetahui jalur lintasan kritis dan pekerjaan mana saja yang kritis. Pekerjaan kritis tersebut yang nantinya akan mengalami percepatan (*crashing*) sebagai bagian dari proses optimasi penjadwalan. Bentuk *CPM* dari proyek pembangunan *Distribution Center* Alfamart Pontianak dapat dilihat pada Gambar 4

Membuat Diagram Jaringan Kerja : Setelah didapatkan urutan pekerjaan yang mendahului dan



Gambar 4. Jaringan kerja *critical path method (CPM)* proyek pembangunan *Distribution Center* Alfamart Pontianak

Tabel 3. Perhitungan *total float* dan *free float*

DURASI (Hari)	PERHITUNGAN MAJU		PERHITUNGAN MUNDUR		FF	TF
	ES	EF	LS	LF		
263	0	322	0	322	59	59
161	0	161	0	161	0	0
49	0	161	0	161	112	112
189	0	322	0	322	133	133
63	161	231	161	231	7	7
84	0	161	0	161	77	77
70	161	231	161	231	0	0
63	161	273	161	280	49	56
91	231	322	231	322	0	0
28	273	322	280	322	21	21
168	0	322	0	322	154	154
168	0	322	0	322	154	154
21	161	182	161	210	0	28
98	182	322	210	322	42	42
21	182	231	210	231	28	28
63	161	273	161	280	49	56
21	161	182	161	210	0	28
91	182	322	210	322	49	49
70	231	322	231	322	21	21
70	231	322	231	322	21	21
21	161	182	161	210	0	28
91	182	322	210	322	49	49
70	231	322	231	322	21	21
91	182	322	210	322	49	49
70	231	322	231	322	21	21
42	182	273	210	280	49	56
49	182	273	210	280	42	49
28	231	273	231	280	14	21
147	0	322	0	322	175	175
35	161	231	161	231	35	35
42	231	273	231	280	0	7
28	182	210	210	252	0	42
98	0	231	0	231	133	133
70	231	322	231	322	21	21
28	182	210	210	252	0	42
28	210	273	252	280	35	42
112	182	322	210	322	28	28
140	0	273	0	280	133	140
168	0	322	0	322	154	154
35	273	322	280	322	14	14
126	161	322	161	322	35	35
42	273	322	280	322	7	7
28	273	322	280	322	21	21
112	0	273	0	280	161	168
35	273	322	280	322	14	14

Dari tabel hasil perhitungan di atas, pekerjaan kritis adalah pekerjaan yang memiliki nilai *free float* (*FF*) dan *total float* (*TF*) = 0 (ditandai dengan warna merah), sehingga jalur kritisnya adalah B1-B6-B8.

Berdasarkan hasil perhitungan *Total Float* (*TF*) dan *Free Float* (*FF*) didapatkanlah pekerjaan-pekerjaan kritis yaitu : Pekerjaan tiang pancang (B1), pemasangan dinding *warehouse* (B6) dan *finishing warehouse* (B8). Yang ternyata pekerjaan pemasangan dinding *warehouse* (B6) merupakan salah satu pekerjaan yang mengalami keterhambatan. Hal ini lah yang memperkuat alasan untuk dilakukannya tindakan percepatan pada proyek ini. Karena jika tidak dilakukan tindakan percepatan (*crashing*), keterhambatan pada

pekerjaan kritis dapat menyebabkan keterlambatan pada penjadwalan proyek secara keseluruhan. Maka dari itu, diperlukanlah suatu analisa agar dapat menentukan keputusan yang tepat untuk melakukan tindakan percepatan.

Kemudian dari 10 pekerjaan yang terhambat, ada 1 yaitu pekerjaan yang memiliki nilai *Total Float* (*TF*) = 7 hari yaitu, pekerjaan atap dan *cladding* (B4). Sehingga untuk keterhambatan selama 21 hari sudah melebihi batas waktu yang diperbolehkan untuk pekerjaan tersebut boleh ditunda. 8 diantaranya memiliki nilai *Total Float* (*TF*) \geq 21 hari sehingga untuk pekerjaan tersebut masih dapat ditoleransi untuk keterhambatan yang terjadi dan tidak akan mempengaruhi jadwal penyelesaian proyek secara keseluruhan.

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan, maka pekerjaan yang akan dipercepat (*crashing*) adalah sebagai berikut :

I. Pekerjaan tiang pancang

1. Pekerjaan *cut*
2. Pekerjaan urugan kembali akibat penurunan / *fill levelling* + 0.00
3. Pekerjaan urugan akibat penurunan ($\pm 20\%$) – dari luar

II. Pekerjaan atap dan *cladding*

1. *Steel structure* u/ rangka atap 1 + Atap 2 – *warehouse*
 - a. Baut HTB A-325
 - b. Pengecatan struktur baja
2. Gording, *bracing* & *sagrod* atap 1 + atap 2 *warehouse*
 - a. Gording CNP 150×50×20×2.3
 - b. *Plate* (*base, joit, end* , dll)
 - c. Ikatan angin Ø19
 - d. *Turn buckle* M19
 - e. *Trekstang* Ø 12 + mur
 - f. Baut hitam Ø 1/2"
 - g. Pengecatan struktur baja
3. *Steel structure* u/ rangka *canopy loading dock*
 - a. *Rafter* RF2, WF 350×175×7×11
 - b. *Plate* (*base, joit, end* , dll)
 - c. *Girder beam* GB2, WF 400×200×8×13
 - d. Gording CNP 150×50×20×2,3
 - e. Pipa
 - f. *Stiffener*
 - g. *Trekstang* Ø 12 + mur
 - h. Baut hitam Ø 1/2"
 - i. Baut HTB A-325
 - j. Pengecatan struktur baja
 - k. Ikatan angin Ø19
 - l. *Turn buckle* M19
4. Rangka *Lisplank*
 - a. CNP 125×50×20×2,3
 - b. *Plate* (*base, joit, end* , dll)

- c. Baut HTB A-325
- d. Pengecatan struktur baja
- 5. Rangka dudukan AC
 - a. Balok F, WF 300×150×6,5×9
 - b. Checker plat thk. 6mm
 - c. Plate (base, joit, end , dll)
 - d. Baut HTB A-325
 - e. Pengecatan struktur baja
- 6. Rangka talang atap
 - a. L100.100.10
 - b. Zincalume
 - c. Pengecatan struktur baja
- 7. Rangka cladding
 - a. CNP-150×50×20×2,3
 - b. Balok F, WF 300×150×6,5×9
 - c. Plate (base, joit, end , dll)
 - d. Baut HTB A-325 - M12
 - e. Pengecatan struktur baja
 - f. Trekstang Ø 12 + mur
- III. Pemasangan dinding warehouse
 - 1. Pekerjaan pemasangan brick wall
 - 2. Pemasangan bata roaster

IV. Finishing warehouse

- 1. Pekerjaan finishing lantai
 - a. Beton flat area warehouse
 - b. Beton flat u/ lantai loading dock
 - c. Beton flat u/ lantai gudang
 - d. Keramik L-04, uk. 400mm×400mm
 - e. Keramik L-05, uk. 400mm×400mm
 - f. Super flat flowcreed
- 2. Pekerjaan finishing dinding
 - a. Plaster mortar instan
 - b. Aci mortar instan
 - c. Finishing expose kolom pedestal
 - d. Finishing expose beton
 - e. Pengecatan dinding interior
 - f. Pengecatan dinding enamel
 - g. Keramik D-06, uk. 200mm×400mm
 - h. Plint keramik - SK-03 uk.100mm×400mm
 - i. Waterproofing coating membrane
 - j. Pekerjaan naad dan perapian di atas dinding keramik
 - k. Cladding MP deck
- 3. Pekerjaan plafond
 - a. Plafond gypsum tile
 - b. Pekerjaan plafond gypsumboard
 - c. Plafond calsium silikat
 - d. Plafond teralis
 - e. Beton ekspose
 - f. Pengecatan plafond
- 4. Pekerjaan sanitary
 - a. Kloset jongkok
 - b. Partition urinal
 - c. Counter lavatory
 - d. Keran dinding
 - e. Floor drain

- f. Shower spray
- g. Kloset duduk
- h. Urinoir
- i. Kaca cermin
- j. Kitchen zick single bowl
- k. Keran pantry
- l. Pekerjaan meja beton wastafel & pantry
- 5. Pekerjaan atap
 - Atap 1 dan 2 warehouse
 - a. Atap zincalume
 - b. Lisplank zincalume
 - c. Nok atap zincalume
 - d. Sky light
 - e. Flasing zincalume
 - Area canopy loading dock
 - f. Atap zincalume
 - g. Lisplang zincalume
 - h. Flasing zincalume
 - i. Insulation all - bubble
- 6. Pekerjaan bumper
 - a. Rubber loading dock

Menghitung Waktu Percepatan Proyek :

Analisa percepatan dilakukan mulai minggu ke-23 setelah terjadi keterhambatan pekerjaan selama 3 minggu (21 hari) hingga akhir penjadwalan proyek. Pada minggu ke- 23 ini keadaan sudah mulai normal, kebutuhan tenaga pekerja dan material sudah tersedia. Analisa percepatan yang dilakukan yaitu dengan penambahan 1 jam, 2 jam, dan 3 jam kerja (lembur) pada pekerjaan yang tergolong kritis. Analisa perhitungan dimulai dari : 1. Menghitung Produktivitas Harian, 2. Menghitung Produktivitas Perjam, 3. Menghitung Produktivitas harian Sesudah Crash, 4. Menghitung Waktu Percepatan Proyek (*Crash Duration*)

Berikut ini adalah hasil perhitungan *crash duration* :

Tabel 4. Total waktu percepatan proyek untuk penambahan 1 jam, 2 jam dan 3 jam kerja

No	Uraian Pekerjaan	Total Waktu Normal Duration	Total Waktu Crash Duration Dengan Penambahan Waktu Kerja		
			1 Jam	2 Jam	3 Jam
1	Pekerjaan tiang pancang (Cut and fill)	28	25,169	23,333	22,178
2	Pekerjaan atap dan cladding	35	31,461	29,167	27,723
3	Pemasangan dinding warehouse	35	31,461	29,167	27,723
4	Finishing warehouse	91	81,798	75,833	72,079
	Rencana	189	169,888	157,500	149,703
			Dibulatkan 170	Dibulatkan 157	Dibulatkan 150
	Total waktu crash		19 hari	32 hari	39 hari

Menghitung Biaya Setelah Percepatan Dengan Penambahan 1 Jam, 2 Jam dan 3 Jam Waktu Kerja : perhitungan biaya mengacu pada RAP proyek dengan total Rp. 48.909.090.909. Analisa perhitungan dimulai dari : 1. Menghitung Biaya Normal Pekerja Perhari, 2. Menghitung Biaya Normal Pekerja Perjam, 3. Menghitung Biaya Lembur Penambahan 1 Jam, 2 Jam dan 3 Jam Waktu Kerja, 4. Menghitung *Crash Cost* Pekerja Perhari Penambahan 1 Jam, 2 Jam dan 3 Jam Waktu Kerja, 5. Menghitung Total *Crash Cost* Pekerja Perhari Penambahan 1 Jam, 2 Jam dan 3 Jam Waktu Kerja, 6. Menghitung Biaya Tambahan Penambahan 1 Jam, 2 Jam dan 3 Jam Waktu Kerja, 7. Menghitung *Cost Slope* Penambahan 1 Jam, 2 Jam dan 3 Jam Waktu Kerja

Berikut ini adalah hasil perhitungan *cost slope* :

Tabel 5. Perhitungan *cost slope* penambahan 1 jam, 2 jam dan 3 jam waktu kerja

Waktu	Durasi	Jumlah Waktu Yang Dipercepat (Hari)	Biaya Langsung Proyek (Rp)	Biaya Tambahan (Rp)	Cost Slope (Rp)
Normal	189	0	3.834.295.062	0	0
1 Jam	170	19	4.092.786.864	258.491.802	13.604.832
2 Jam	157	32	4.593.165.960	758.870.898	23.714.716
3 Jam	150	39	5.125.047.855	1.290.752.793	33.096.225

Menghitung Biaya Tidak Langsung Proyek (*Indirect Cost*) : Perhitungan biaya yang berhubungan dengan proyek secara keseluruhan atau biaya tak langsung untuk penelitian diestimasikan dari besaran RAB sebesar Rp. 53.800.000.000,00.

$$\text{Presentase Biaya langsung} = \frac{\text{Rp. 48.909.090.909}}{\text{Rp. 53.800.000.000}} \times 100\% = 91\%$$

Sehingga dapat disimpulkan 9% dari nilai proyek diestimasikan untuk biaya tidak langsung (*Indirect Cost*). Biaya tidak langsung sendiri terdiri dari biaya *overhead* dan *profit*. Yang mana merupakan biaya yang dikeluarkan secara tidak langsung seperti keuntungan, gaji staff karyawan, biaya listrik, operasional dan lain-lain. Berdasarkan Perpres 70/2012 keuntungan penyedia jasa adalah 0-15%. Nilai *profit* diestimasikan sebesar 6% dari total biaya proyek dan biaya *overhead* 3% dari total biaya proyek. Dari uraian di atas maka dapat dihitung nilai *profit* dan *overhead* sebagai berikut :

- $\text{Profit} = \text{Total Biaya Proyek} \times 6\% = \text{Rp. 53.800.000.000} \times 6\% = \text{Rp. 3.276.909.091}$
- $\text{Biaya Overhead} = \text{Total Biaya Proyek} \times 3\% = \text{Rp. 53.800.000.000} \times 3\% = \text{Rp. 1.614.000.000}$
- $\text{Biaya Overhead Perhari} = \frac{\text{Biaya Overhead}}{\text{Durasi}} = \frac{\text{Rp. 1.614.000.000}}{263 \text{ hari}} = \text{Rp. 6.136.882}$

Menghitung Biaya Total Proyek : $\text{Total Cost} = \text{Biaya Langsung Sebelum Melakukan Crash} + \text{Biaya Langsung Setelah Crash} + \text{Overhead} + \text{Profit}$

Dari hasil analisis yang dilakukan, dengan penambahan 1 jam kerja proyek dapat dipercepat selama 19 hari, durasi proyek yang semula 263 hari kerja menjadi 244 hari kerja, atau 7,22% lebih cepat dari durasi awal. Untuk penambahan 2 jam kerja, proyek dapat dipercepat selama 32 hari, durasi proyek menjadi 231 hari kerja atau 12,17% lebih cepat dari durasi awal. Sedangkan untuk penambahan 3 jam kerja, proyek dapat dipercepat 39 hari, durasi proyek menjadi 224 hari kerja atau 14,83% lebih cepat dari durasi awal.

Akibat percepatan ini biaya langsung proyek mengalami kenaikan yang semula Rp. 3.834.295.062 untuk durasi normal, menjadi Rp. 4.092.786.864 untuk penambahan 1 jam kerja atau naik sebesar 6,74%, untuk penambahan 2 jam kerja menjadi Rp. 4.593.165.960 atau naik sebesar 19,79% dan untuk penambahan 3 jam kerja menjadi Rp. 5.125.047.855 atau naik sebesar 33,66% .

Sedangkan biaya *overhead* mengalami penurunan dikarenakan durasi proyek setelah *crashing* lebih singkat. Dari Rp. 1.614.000.000 untuk durasi normal menjadi Rp. 1.497.399.240 untuk durasi percepatan 19 hari atau turun 7,22%. Untuk durasi percepatan 32 hari, biaya *overhead* menjadi Rp. 1.417.619.772 atau turun 12,17%. Dan untuk durasi percepatan 39 hari, biaya *overhead* menjadi Rp. 1.374.661.597 atau turun 14,83%.

Menentukan Penambahan Jam Kerja Paling Optimal

- Menghitung Perkiraan Laba Proyek
Perkiraan Laba Proyek = RAB – RAP Proyek

Tabel 6. Perhitungan perkiraan laba proyek untuk kondisi normal, penambahan 1 jam, 2 jam dan 3 jam waktu kerja

Keterangan Waktu	Jumlah Waktu Yang Dipercepat (hari)	Durasi Total Proyek	RAP Crash Proyek	Perkiraan Keuntungan Proyek
Normal	0	263	50.523.090.909	3.276.909.091
Penambahan 1 Jam	19	244	50.664.981.951	3.135.018.049
Penambahan 2 Jam	32	231	51.085.581.579	2.714.418.421
Penambahan 3 Jam	39	224	51.574.505.299	2.225.494.701

- Membandingkan Biaya Percepatan Dengan Denda Keterlambatan : Berdasarkan hasil analisa sebelumnya menggunakan metode *Critical Path Method (CPM)*, terdapat satu pekerjaan yang terhambat termasuk ke dalam jalur kritis. Yang artinya jika tidak dilakukan percepatan (*crashing*) maka proyek ini akan mengalami keterlambatan sesuai dengan lamanya waktu keterhambatan yaitu 21 hari. Jika terlambat maka kontraktor harus membayar denda sebesar 1 permil dari

nilai kontrak perhari. Maka selanjutnya membandingkan perhitungan denda keterlambatan tersebut dengan biaya percepatan.

Denda Keterlambatan

$$= \text{Durasi Keterlambatan} \times \frac{\text{Nilai Kontrak}}{1000}$$

$$\begin{aligned} \text{Denda Keterlambatan} &= 21 \times \frac{53.800.000.000}{1000} \\ &= \text{Rp. 1.129.800.000} \end{aligned}$$

Tabel 7. Perbandingan biaya percepatan dan biaya keterlambatan

Durasi Total Proyek	Biaya Total Sebelum Denda (Rp)	Durasi Keterlambatan (Hari)	Denda (Rp)	Biaya Total Setelah Denda (Rp)	Perkiraan Sisa Keuntungan (Rp)
263	50.523.090.909	21	1.129.800.000	51.652.890.909	2.147.109.091
244	50.664.981.951	0	0	50.664.981.951	3.135.018.049
231	51.085.581.579	0	0	51.085.581.579	2.714.418.421
224	51.574.505.299	0	0	51.574.505.299	2.225.494.701

Berdasarkan hasil analisa, maka keputusan yang dapat diambil untuk mengatasi keterlambatan dan mengoptimalkan jadwal kerja pada proyek Pembangunan *Distribution Center* Alfamart Pontianak ini adalah dengan melakukan penambahan 1 jam waktu kerja (lembur) untuk pekerjaan yang termasuk ke dalam pekerjaan kritis. Penambahan 1 Jam kerja merupakan keputusan yang paling optimal, dengan durasi total proyek 244 hari dan total biaya pelaksanaan Rp. 50.664.981.951 Dapat dikatakan optimal karena memiliki nilai laba paling besar dari durasi percepatan (*crashing*) yang lain yaitu sebesar Rp. 3.135.018.049.

Berikut ini adalah presentase efisiensi waktu dan biaya untuk percepatan penambahan 1 jam kerja :

- Efisiensi waktu proyek :

$$\begin{aligned} \text{Durasi total proyek} + \text{durasi keterlambatan} &= 263 + 21 = 284 \text{ hari} \\ &= 284 \text{ hari kerja} - 244 \text{ hari kerja} = 40 \text{ hari} \\ &\frac{284 - 244}{284} \times 100\% = 14,08\% \end{aligned}$$
- Efisiensi biaya proyek :

$$\begin{aligned} \text{Rp. 51.652.890.909} - \text{Rp. 50.681.367.025} &= \text{Rp. 971.523.884} \\ \text{Atau, } \frac{\text{Rp. 51.652.890.090} - \text{Rp. 50.664.981.951}}{\text{Rp. 51.652.890.090}} \times 100\% &= 1,91\% \end{aligned}$$

3. Kesimpulan : Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan pada Proyek Pembangunan *Distribution Center* Alfamart Pontianak dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Untuk percepatan dengan penambahan 1 jam kerja (lembur) didapatkan durasi 244 hari dengan persentase 7,22% lebih cepat dari durasi normal 263 hari dengan total biaya proyek semula Rp. 53.800.000.000 menjadi Rp. 53.941.891.041. Untuk percepatan dengan penambahan 2 jam kerja (lembur) didapatkan durasi 231 hari dengan persentase 12,17% lebih cepat dari durasi normal dengan total biaya proyek menjadi Rp.

54.362.490.670. Untuk percepatan dengan penambahan 3 jam kerja (lembur) didapatkan durasi 224 hari dengan persentase 14,83% lebih cepat dari durasi normal dengan total biaya proyek menjadi Rp. 54.851.414.390.

- Pelaksanaan proyek konstruksi perlu dilakukan perencanaan dan pengendalian yang tepat sehingga dapat mempercepat waktu pelaksanaan proyek dengan biaya seminimal mungkin. Dari hasil analisis penambahan 1 jam kerja (lembur) dinilai paling optimal karena memerlukan tambahan biaya paling kecil yaitu sebesar Rp. 141.891.041 Dan memiliki nilai laba paling besar dari durasi percepatan (*crashing*) yang lain yaitu sebesar Rp. 3.135.018.049. Dengan efisiensi waktu sebesar 14,08% dan efisiensi biaya sebesar 1,91%

Daftar Pustaka

- Soeharto, Iman. 1995. *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional* Jakarta: Erlangga.
- Abrar, Husein. 2008. *Manajemen Proyek, Perencanaan, Penjadwalan & Pengendalian Proyek*. Yogyakarta: Andi.
- Frederika, A. 2011. Analisis Percepatan Pelaksanaan Dengan Menambah Jam Kerja Optimum Pada Proyek Konstruksi. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*. Bali: Universitas Udayana.
- Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia, Nomor Kep. 102/Men/VI/2004 Tentang Waktu Kerja Lembur dan Upah Kerja Lembur.
- Kusumawardani, Rani G dan Biemo W. Soemardi. 2010. Studi Praktek Biaya Tidak Langsung Pada Proyek Konstruksi. *Konferensi Nasional Teknik Sipil (KonTekS 4)*. Sanur - Bali 2-3 Juni 2010.