

ANALISIS PERCEPATAN WAKTU PENYELESAIAN PROYEK DENGAN METODE *CRASHING* DAN *FAST TRACKING* PADA PELEBARAN JALAN DAN JEMBATAN

Bambang Wijanarko, Wateno Oetomo
Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Email : sipil@untag-sby.ac.id

ABSTRAK

Untuk memperoleh keuntungan yang lebih baik tanpa mengabaikan keselamatan kerja serta kualitas pekerjaan, percepatan pelaksanaan kerja suatu proyek konstruksi dapat dilakukan dengan menggunakan metoda *Crashing* dan *Fast Track*. Tujuan penelitian adalah untuk menentukan besarnya biaya dan waktu yang terjadi dengan adanya percepatan pelaksanaan serta menentukan besarnya perbedaan anggaran dan waktu yang terpakai dengan metoda *Crashing* dan *Fast Track*. Untuk metoda *Crashing* menggunakan 2 macam variable, yaitu variable penambahan jam kerja lembur 1 jam, 2 jam dan 3 jam serta variable penambahan alat berat dan tenaga kerja, sedangkan untuk metode *Fast Track* menggunakan 3 kali uji penerapan tumpang tindih item pekerjaan. Ternyata didapat hasil yang paling optimal adalah penambahan 2 jam kerja lembur selama 163 hari sehingga terdapat pengurangan biaya sebesar Rp. 156.358.936, sedangkan untuk Metode *Fast Track* didapat hasil yang paling efisien adalah hasil operasi dengan total durasi adalah 130 hari kalender, serta dengan biaya total sebesar Rp. 16.812.941,734,38, adapun selisih total rencana dengan biaya setelah *Fast Track* adalah : Rp. 340.933.265,63. Metoda *Fast Track* lebih murah dibandingkan dengan metoda *Crashing* yang menggunakan penambahan jam lembur selama 2 jam.

Kata Kunci : percepatan waktu dan biaya proyek, metode *Crashing*, metode *Fast Track*.

ABSTRACT

To obtain a better profit without ignoring work safety and quality of work, the acceleration of the implementation of the work of a construction project can be done using the Crashing and Fast Track method. The research objective is to determine the amount of cost and time incurred by the acceleration of implementation and determine the magnitude of the difference in budget and time spent with the Crashing and Fast Track methods. The Crashing method uses 2 types of variables, namely the addition of 1 hour, 2 hours and 3 hours overtime, and the addition of heavy equipment and labor, while the Fast Track method uses 3 times the overlapping application of work items. It turns out that the most optimal result is the addition of 2 hours of overtime work for 163 days so there is a reduction in costs of Rp. 156,358,936, while the Fast Track Method obtained the most efficient results are the results of operations with a total duration of 130 calendar days, and with a total cost of Rp. 16,812,941,734,38, while the difference between the total plan and the cost after Fast Track is: Rp. 340,933,265.63. The Fast Track method is cheaper than the Crashing method which uses overtime hours for 2 hours.

Keywords: acceleration of project time and cost, *Crashing method*, *Fast Track method*.

PENDAHULUAN

Dalam pelaksanaan suatu proyek konstruksi akan sering didapati kondisi dimana dibutuhkan percepatan waktu untuk pelaksanaan pekerjaannya, hal ini diyakini oleh pelaksana proyek merupakan hal yang membutuhkan pemikiran yang sulit dan penambahan biaya yang cukup besar. Waktu menjadi hal yang sangat penting dalam sebuah proyek, dengan manajemen yang baik, waktu dan biaya dapat diusahakan untuk dilakukan lebih optimal atau dengan kata lain waktu pelaksanaan dapat lebih diperpendek dengan biaya yang sesuai dengan koridor anggaran tanpa mengubah kualitas pekerjaan.

Paket Pelebaran Jalan dan Jembatan Batas Provinsi Sulawesi Tengah–Asera–Taipa merupakan bagian dari Paket dari Kontrak HK.02.03/SPJN-WIL.II/PPK-09/56 sepanjang 3,0 Km. Proyek ini mempunyai dana sebesar Rp. 17.153.875.000,00 dengan target waktu pelaksanaan selama 180 hari. Proyek ini begitu penting, karena jalan ini akan memperlancar lalu-lintas di Asera ke Batas Provinsi Sulawesi Tengah di Provinsi Sulawesi Tenggara. Karena adanya tuntutan waktu yang mendesak, proyek akan dicoba untuk dipercepat. Namun yang menjadi persoalan adalah seberapa berapa besar nilai biaya dan waktu yang dapat dipangkas dan seberapa besar perbedaan anggaran yang ada. Pada penelitian terdahulu, Dannyanti (2010) mengatakan bahwa untuk dapat mengurangi dampak keterlambatan dan pembengkakan biaya proyek dapat diusulkan proses crashing dengan tiga alternatif pengendalian, yaitu penambahan tenaga kerja, kerja lembur dan subkontrak. Ternyata percepatan durasi dilakukan pada pekerjaan pekerjaan yang ada di lintasan kritis dan jumlah pemendekkan durasi tiap pekerjaan pada masing-masing alternatif disamakan. Hasil penelitian menunjukkan durasi optimal proyek adalah 150 hari dengan biaya total proyek sebesar Rp21.086.217.636,83 pada alternative subkontrak.

Sementara peneliti lain Frederika (2010) mengatakan bahwa alternatif percepatan yang digunakan yaitu penambahan jam kerja, dari satu jam sampai dengan empat jam tanpa adanya penambahan tenaga kerja. Dengan berbantuan *Microsoft Project* kemudian dilakukan crashing untuk mendapatkan *cost slope* kegiatan yang berada pada lintasan kritis, dan selanjutnya dilakukan analisis dengan metode *Time Cost Trade Off Analysis* akhirnya didapat biaya optimum pada penambahan satu jam kerja dengan pengurangan biaya dan waktu masing-masing sebesar Rp784.104,16 dan 8 hari, sedangkan waktu optimum didapat pada penambahan dua jam kerja, dengan pengurangan waktu dan biaya masing-masing sebesar 14 hari dan Rp700.377,35. Artinya, percepatan dengan biaya optimum didapat pada penambahan satu jam kerja dan waktu optimum didapat pada penambahan dua jam kerja (Frederika, 2010).

Proyek menurut Project Management Institute adalah *A project is a temporary endeavor undertaken to accomplish a unique purpose* atau suatu usaha temporer yang dilaksanakan untuk mencapai tujuan tertentu. Dengan definisi tersebut, proyek bukan hanya untuk pekerjaan civil work, yang berskala milyaran rupiah. Akan tetapi, acara pernikahan, renovasi rumah, acara tujuh belas agustus, sampai dengan kegiatan nasional pemilihan umum, juga sebuah proyek. Menurut Oetomo (2014) beberapa ciri dan karakteristik proyek adalah memiliki satu ujuan dan idak berulang (*one goal and on repetitive*), mempunyai siklus hidup (*life cycle*), saling ketergantungan (*inter dependencies*), unik (*uniqueness*), konflik (*conflict*) dan komplek (*complex*).

Dalam penyelesaian sebuah pekerjaan konstruksi, baik yang berskala kecil maupun besar, penjadwalan merupakan salah satu hal yang sangat penting dan perlu di perhatikan. Dalam penjadwalan tidak hanya pengalokasian waktu dan dana serta sumberdaya yang tersedia yang dipertimbangkan, tapi juga mempertimbangkan keterbatasan-keterbatasan lain

agar penyelesaian suatu proyek dapat optimal, dengan adanya penjadwalan dapat diketahui perkembangan pelaksanaan proyek. Dari hasil penjadwalan akan diketahui apakah proyek telah berjalan dengan baik atau tidak, dan apakah telah sesuai dengan waktu dan kuantitas yang direncanakan atau tidak. Ada beberapa metode penjadwalan proyek yang dapat digunakan dalam mengelola waktu dan sumber daya proyek dimana masing-masing metode memiliki kelebihan dan kekurangannya. Penggunaan metode ini tergantung dari kebutuhan proyek serta hasil dan tujuan yang ingin dicapai dalam suatu proyek.

Crash Program

Salah satu cara menganalisis pelaksanaan proyek adalah dengan menggunakan metoda critical path (CPM). Metoda ini dikembangkan oleh Du Pont Inv. yang bekerja sama dengan Rand Corporation pada tahun 1958 juga untuk pengembangan sistem manajemen. Sistem ini digunakan untuk perencanaan dan pengendalian kegiatan yang memiliki ketergantungan yang kompleks dalam masalah perencanaan, perkerjasama, konstruksi dan pemeliharaan. Tetapi banyak yang mengalami pengecualian seperti Eli Company menggunakan CPM untuk proyek penelitian (Oetomo, 2014). CPM menggunakan unsur waktu proyek dengan menggunakan satu estimasi waktu sebagai estimasi waktu aktivitas yang ditetapkan (*deterministic activity time estimate*), yang disebut sebagai waktu yang ditetapkan. Dari estimasi tersebut direncanakan untuk mengendalikan aspek waktu dan biaya proyek. Dengan CPM waktu dan biaya dapat saling dipertukarkan (*trade-off*), dan waktu dapat dipersingkat atau diperpendek (*crushed /expended*) dengan biaya ekstra untuk mempercepat waktu penyelesaian. Dengan begitu metoda dapat pula dapat digunakan untuk menentukan penggunaan waktu yang optimum dengan penggunaan biaya yang minimum untuk mendapatkan keuntungan maksimum.

CPM menjadi sangat penting, karena bila terjadi penundaan pekerjaan pada lintasan kritis, menyebabkan seluruh proyek tertunda penyelesaiannya dan sebaliknya ketika ada pekerjaan di lintasan kritis dapat dipercepat, maka seluruh proyek dapat dipercepat penyelesaiannya. Oleh karena itu pengawasan yang ketat pada lintasan kritis bukanlah berlebihan. Dan bila diemungkinan dilakukan *trade off* dengan *crash program*; dipersingkat waktunya dengan tambahan biaya. Kelonggaran waktu (*Time Slack*) terdapat pada pekerjaan pekerjaan yang tidak dilalui lintasan kritis. Ini memungkinkan bagi manager untuk merelokasi/memindahkan tenaga kerja, alat alat, dan biaya biaya ke pekerjaan pekerjaan di lintasan kritis demi efisiensi.

Fast Track

Metode *fast-track* adalah suatu metode penjadwalan yang waktu penyelesaian proyek lebih cepat dari waktu normalnya (Easthan, 2002). Mora dan Li, 2001, menyatakan bahwa metode *fast-track* merupakan metode percepatan dalam pembangunan dengan pelaksanaan aktifitas-aktifitas secara parallel/tumpang tindih sehingga waktu pelaksanaan yang lebih cepat dan biaya lebih efisien. Penjadwalan dengan CPM dalam pelaksanaan proyek sering kali terjadi keterlambatan waktu yang disebabkan antara lain oleh kelemahan pengawasan, kurangnya komunikasi- koordinasi, manajemen logistik sehingga jadwal tidak dapat tercapai (Praboyo, 1999, Kaming, 2000). Untuk mengatasi problem ini dilakukan upaya percepatan/*fast-track*.

Realisasi analisis *fast-track* untuk aktifitas-aktifitas pada lintasan kritis model CPM dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut (Tjaturono, 2004):

1. Penjadwalan harus logis antara aktifitas satu dengan aktifitas lainnya sehingga cukup realistis untuk dilaksanakan (meliputi: tenaga kerja, produktivitas, bahan, alat, teknis, dan dana).
2. Melakukan fast-track hanya pada lintasan kritis saja, terutama pada aktifitas-aktifitas yang memiliki durasi panjang.
3. Waktu terpendek yang akan dilakukan fast-track ≥ 2 hari.
4. Hubungan antara aktifitas kritis yang akan di *fast-track* :
 - a. Apabila durasi $i <$ durasi j ,
Maka aktifitas kritis j dapat dilakukan percepatan setelah aktifitas i telah ≥ 1 hari dan aktifitas i harus selesai lebih dulu atau bersama-sama.
 - b. Apabila durasi $i >$ durasi j , maka aktifitas j dapat dimulai bila sisa durasi aktifitas $i < 1$ hari dari aktifitas j .
5. Periksa float yang ada pada aktifitas yang tidak kritis, apakah masih memenuhi syarat dan tidak kritis setelah fast-track dilakukan.
6. Apabila setelah dilakukan fast-track tahap awal, lintasan kritis bergeser, lakukan langkah-langkah yang sama pada aktifitas-aktifitas di lintasan kritis yang baru.
7. Percepatan selanjutnya dilakukan tidak lebih dari 50% dari waktu normal.
Asumsi yang diberlakukan pada metode *fast-track* ini:
 1. Kemampuan manajemen yang menangani percepatan layak.
 2. Koordinasi-komunikasi antar site manager, pengawas lapangan, dan pelaksana dilakukan sepanjang waktu pembangunan sehingga hal - hal yang bersifat ketidak pastian dapat secepatnya diatasi.

MATERI DAN METODA

Pada metoda *Crash program* akan menggunakan 2 macam variable, yaitu variable penambahan alat berat dan tenaga kerja serta variable lain yaitu penambahan jam kerja lembur yaitu lembur 1 jam, lembur 2 jam dan lembur 3 jam, sedangkan untuk metode *Fast Track* menggunakan 3 kali uji penerapan tumpang tindih (*overlapping*) item pekerjaan.

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Batasan waktu pada penelitian ini adalah batasan waktu pelaksanaan pekerjaan, tidak termasuk waktu lelang dan waktu perencanaan pekerjaan.
2. Analisis terhadap proyek diambil dari sudut pandang kontraktor pelaksana pekerjaan.
3. Sebagai dukungan software untuk menganalisis jaringan kerja adalah *Microsoft Project*, *Excel* dan *CAD*
4. Waktu pelaksanaan pekerjaan (durasi) disesuaikan dengan waktu pelaksanaan sesuai kontrak fisik pekerjaan dengan memperhitungkan libur nasional sedang hari minggu dan sabtu tetap masuk kerja.

Asumsi Penelitian

Asumsi penelitian ini diuraikan sebagai berikut :

1. Kondisi harga dan tingkat kesulitan mendapatkan material adalah masih sama saat perencanaan dilakukan.
2. Tingkat emosional site manager untuk masing masing item pekerjaan tidak mempengaruhi penyelesaian pekerjaan yang dilakukan percepatan atau tidak
3. Lokasi sumber material mempunyai jarak dan harga yang sama seperti saat perencanaan

4. Saat dilakukan pelaksanaan percepatan tidak ada kondisi yang mengganggu sosial ekonomi di masyarakat.

Obyek dan variable penelitian

Lokasi penelitian berada di daerah Belalo, Lasolo, Taipa yang berada di Kabupaten Konawe Utara di Popinsi Sulawesi Tenggara, ruas jalan ini menghubungkan antara Konawe Utara dengan batas Provinsi Sulawesi Tengah yang berada di sisi Pantai Timur Pulau Sulawesi. Sebagai obyek penelitian dalam penelitian ini adalah adalah durasi proyek, biaya dan waktu pekerjaan, sedang yang menjadi variabel bebas dalam hal ini adalah durasi proyek atau lama waktu penyelesaian proyek atau kegiatan, sedang variable terikat adalah waktu dan biaya pekerjaan atau proyek itu dikerjakan.

Metode Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan metoda *crash program*. Adapun tahap-tahapan pelaksanaan analisis dengan *Crash Program* diuraikan sebagai berikut :

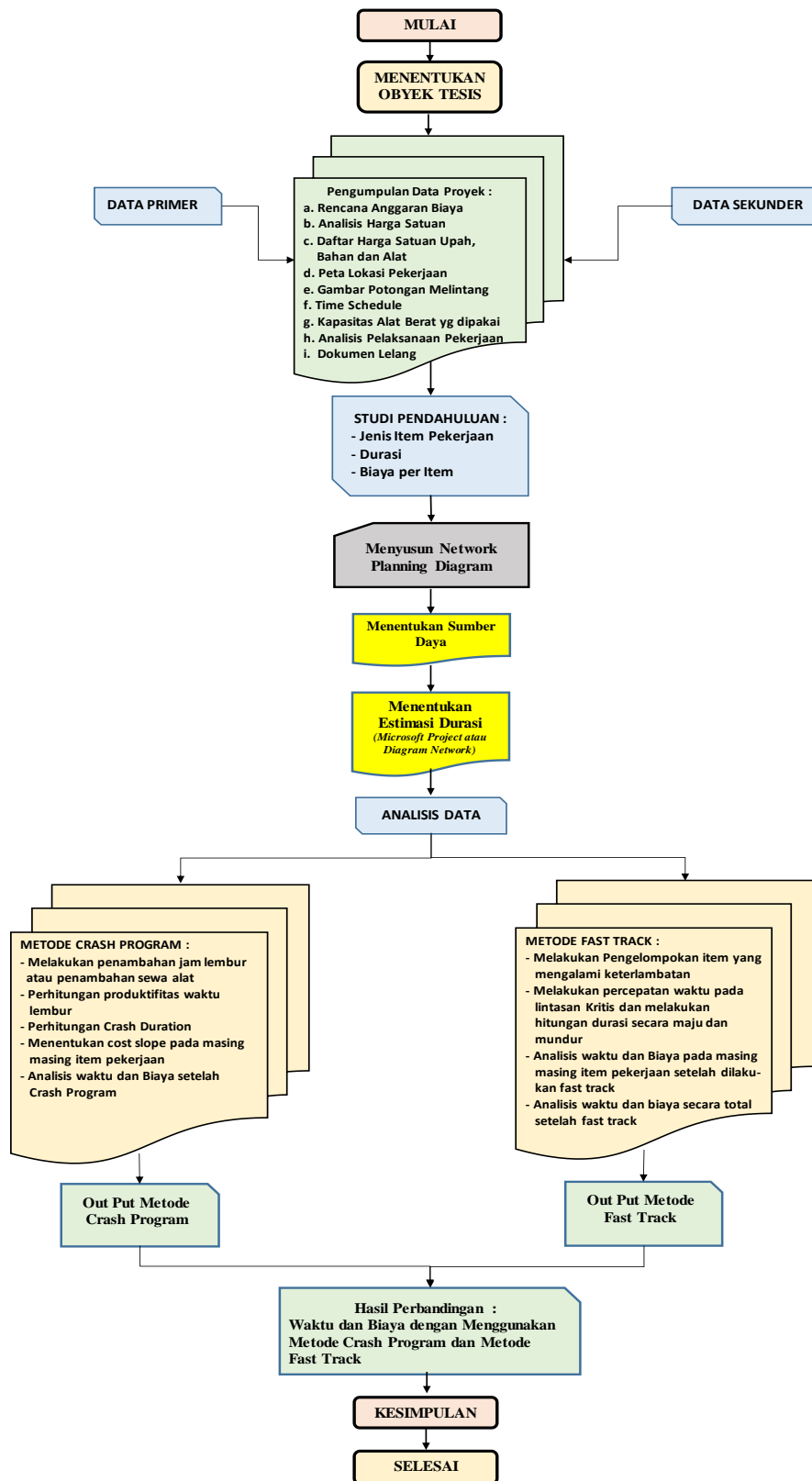
1. Mengumpulkan data-data proyek seperti ;
2. Membuat urutan aktivitas dan hubungan yang logis antara aktivitas yang ada dan cukup realistis untuk dilaksanakan.
3. Menentukan lintasan kritis dengan bantuan program Microsoft Project atau dengan membuat diagram jaringan kerja melalui metode diagram network.
4. Setelah diketahui aktivitas-aktivitas di lintasan kritis dengan program Microsoft Project atau metode diagram, selanjutnya dilakukan analisis percepatan waktu pada aktivitas-aktivitas di lintasan kritis.
5. Menghitung biaya *crash cost* dari setiap aktivitas-aktivitas di lintasan kritis.
6. Menghitung nilai slope masing- masing kegiatan, dengan rumus :
$$Cost\ Slope = (Crash\ Cost - Normal\ Cost) / (Normal\ duration - Crash\ Duration)$$
7. Menghitung total *cost normal* dan *total cost* setelah *crash program*.

Disamping penggunaan *crash program*, analisis juga menggunakan metoda *Fast Track* yaitu penyelesaian pelaksanaan suatu proyek yang lebih cepat dari pada waktu normal. Untuk itu akan dilakukan penjadwalan proyek dengan menerapkan prinsip kegiatan pelaksanaan pembangunan secara paralel dan penyelesaian pembangunan yang cepat, tanpa menurunkan kualitas dan spesifikasi mutu material, telah mendapat perhatian yang cukup besar pada dekade ini (Mora dkk, 2001). Dengan *fast track*, akan mempersingkat waktu pelaksanaan serta menghemat biaya proyek dibanding metode tradisioanl atau biasa disebut konvensional yang mengandalkan urutan aktivitas-aktivitas secara kaku (Tjaturono, 2009). Untuk mencapai hasil seperti yang diharapkan pada pembangunan konstruksi yang akan dilakukan dengan metode *fast track*, hal yang perlu dilakukan sebelumnya adalah sebagai berikut :

1. Penyusunan kembali schedule dan penjadwalan harus sistematis dan efektif.
2. Kemampuan manajemen yang menangani pekerjaan, terutama manajemen logistiknya menerapkan metode *Just In Time*, hal ini perlu, mengingat keterlibatan leveransir di lapangan harus dapat menyediakan stock pile untuk waktu yang cukup lama.
3. Diharapkan, antar site manager telah terjadi koordinasi dan tindak lanjut penanganan pekerjaan yang sama atau berbeda lokasi, apabila harus dikerjakan secara paralel.
4. Akibat sosial perubahan percepatan harusnya bisa di eliminir oleh pengawas lapangan, dengan melakukan pendekatan pendekatan ke personil maupun ke pemangku lahan dan masyarakat setempat.

Keunggulan *fast track* adalah waktu pelaksanaan proyek dapat dipercepat tanpa menambah biaya. Dan kerugiannya adalah harus menyediakan terlebih dahulu material dan tenaga kerja dilapangan baru bisa dilaksanakan fast track. Pada pembiayaan proyek dengan penerapan metode *fast track*, yang dihitung adalah pembiayaan pelaksanaan aktifitas-aktifitas pada lintasan kritis maupun aktifitas pada lintasan yang tidak kritis seperti halnya pada pembiayaan normal. Pelaksanaan aktifitas-aktifitas kritis dilakukan secara paralel/tumpang tindih dan over lap. Tidak ada penambahan jumlah tenaga kerja dan biaya pada masing-masing aktifitas baik aktifitas pada lintasan kritis maupun pada aktifitas tidak kritis.

Kerangka Analisis Penelitian



HASIL DAN PEMBAHASAN

Lingkup Pekerjaan Konstruksi

Obyek penelitian ini adalah paket pekerjaan dengan pendanaan APBN di Provinsi Sulawesi Tenggara, Paket Pelebaran Jalan dan Jembatan Batas Provinsi Sulawesi Tengah–Asera–Taipa, yang terletak pada pantai sisi timur pulau Sulawesi di perbatasan Provinsi Sulawesi Tenggara dengan Provinsi Sulawesi Tengah.

Lintasan Kritis

Sesuai dengan hasil Microsoft Project 2016, maka lintasan kritis pekerjaan dalam kondisi normal serta kegiatan dalam lintasan kritis ini yang nantinya akan dilakukan crashing, baik untuk tenaga kerja maupun alat beratnya disajikan dalam Tabel 1 berikut ini :

Tabel 1. Kegiatan Pekerjaan (*Resource*) Kritis saat Kondisi Schedule Normal

No.	Kode	Uraian Kegiatan Pekerjaan	Durasi (Hari)
		DRAINASE	
1	2.1	Pek. Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	37
2	2.2	Pekerjaan Pasangan Batu dengan Mortar	86
3	2.4.1	Bahan Porous Untuk Bahan Penyaring (Filter)	31
		PERKERASAAN ASPAL	
4	6.1(1)a	Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair	57
5	6.1(2)a	Lapis Perekat-Aspal Cair	32
6	Skh=6 6.3.1(1a)	CBA. AsbLawele Lapis Aus (AC-WC AsbLawele)	32
7	Skh=6 6.3.1(2a)	CBA. AsbLawele Lapis Antara (AC-BC AsbLawele)	32
8	Skh=6 6.3.1(4)	Aspal Keras	57
9	Skh=6 6.3.1(5)	Asbuton Lawele Butir	57
10	Skh=6 6.3.1(6)	Bahan anti pengelupasan	57
11	Skh=6 6.3.1(7b)	Bahan Pengisi (Filler) Tambahan Semen	57

Didalam Tabel 1 dapat dilihat kegiatan kegiatan yang masuk dalam lintasan Kritis dimana pada kegiatan tersebut mengandung unsur tenaga kerja dan alat berat yang dapat dilakukan percepatan dengan melakukan crashing tenaga kerja dan alat berat.

Dasar pemilihan crashing program pada kegiatan yang masuk dalam lintasan kritis adalah sebagai berikut :

- Pada kegiatan yang masuk dalam lintasan kritis tersebut apabila dilakukan crashing program akan terjadi pengurangan biaya tak langsung, seberapa besar biaya yang dapat dikurangi, akan dibuktikan dengan rincian perhitungan.
- Untuk mendapatkan percepatan pada kegiatan yang masuk dalam lintasan kritis dapat dilakukan dengan cara penambahan jam lembur pada tenaga kerja atau dengan penambahan jumlah tenaga kerja, hal ini akan mengakibatkan penambahan dana penyelesaian pekerjaan, akan tetapi tidak terlalu signifikan karena koefisien tenaga kerja yang kecil.
- Pada setiap kolom resource sheet yang memiliki type work yang masuk pada lintasan kritis akan mempunyai potensi untuk masuk dalam program crashing karena dapat diolah untuk dipercepat

Percepatan Proyek (*Crashi program*) Penambahan Jam Kerja (Jam Lembur)

Arti kata dari “Lembur” adalah pekerjaan dinas yg dikerjakan di luar jam (waktu) dinas: atau dengan kata lain adalah bekerja di luar waktu dinas: untuk menambah penghasilan, ia selalu di tempat kerjanya.

Dalam merencanakan penambahan jam kerja atau lembur, dimana jam dinas kerja normal adalah 7 jam dan 1 jam istirahat (08.00 – 16.00), sesuai dengan Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. KEP.102/MEN/VI/2004, pasal 3, pasal 7 dan pasal 11, standar upah dan kegiatan lembur adalah :

1. Waktu jam lembur pertama harus dibayar sebesar 1,5 kali upah sejam gaji normal.
2. Waktu kerja lembur hanya dapat dilakukan paling banyak 4 jam dalam satu hari dan 14 jam dalam satu minggu, dalam tesis ini diambil hanya 3 jam dalam sehari.
3. Memberikan makanan dan minuman sekurang kurangnya 1.400 kalori apabila kerja lembur dilakukan selama 3 jam atau lebih
4. Untuk setiap jam kerja lembur berikutnya harus dibayarkan upah sebesar 2 kali lipat upah satu jam.

Penerapan *Duration Cost Trade Off Method*

Berikut perhitungan produktivitas alat berat dan tenaga kerja pada pekerjaan Pasangan batu dengan Mortar untuk mendapatkan kebutuhan alat berat dan tenaga kerja, sebagai berikut :

Analisis Kebutuhan Alat Berat dan Tenaga Kerja

Nama Pekerjaan = Pekerjaan Pasangan Batu dengan Mortar

Durasi Pekerjaan = 86 hari; Jam Kerja, $T_k = 7$ jam/hari

Jarak rata rata base camp ke lokasi pekerjaan, = 2,50 Km; Volume pekerjaan= 2.124,48 m^3

1. Mendapatkan Koefisien Alat Concrete Mixer :

Kapasitas Alat, $V_a = 500$ liter; Faktor Efisiensi Alat, $F_a = 0,83$

Waktu Siklus ($T_1+T_2+T_3+T_4$) = T_{s1}

Memuat, $T_1 = 2$ menit; Mengaduk, $T_2 = 2$ menit; Menuang, $T_3 = 2$ menit

Menunggu, $T_4 = 2$ menit; $T_{s1} = 8$ menit

Kapasitas Produksi/jam, $Q_1 = (V_a \times F_a \times 60) / (1000 \times T_{s1}) = 3,113 \text{ m}^3/\text{Jam}$

Koefisien Alat / $m^3 = 1/ Q_1 = 0,3213 \text{ Jam}$

Alat bantu yang diperlukan :

Sekop = 4 buah; Pacul = 4 buah; Sendok semen = 4 buah; Ember cor = 4 buah

Gerobak Dorong = 4 buah

2. Perhitungan Tenaga Kerja :

Produksi per hari diambil dari Kapasitas *Concrete Mixer*, Q_1

$Q_1 = 3,113 \text{ m}^3/\text{Jam}$

Produksi per hari, $Q_t = \text{Produksi agregat/hari} = T_k \times Q_1 = 7 \times 3,113 \text{ m}^3/\text{Jam} = 21,79 \text{ m}^3$

Kebutuhan Tenaga :

Mandor, $M = 1$ orang, Tukang Batu, $T_b = 1$ orang, Pekerja, $P = 6$ orang

Koefisien tenaga/ m^3 Mandor, $M = (T_k \times M) : Q_t = 0.321$; Tukang Batu, $T_b = (T_k \times T_b)$

: $Q_t = 0.321$; Pekerja, $P = (T_k \times P) : Q_t = 1.927$

3. Perhitungan Tenaga Kerja untuk Pekerjaan Mortar

Produksi per hari diambil dari Kapasitas *Concrete Mixer*, $Q_1 = 3,113 \text{ m}^3/\text{Jam}$

Produksi per hari, $Q_t = \text{Produksi Mortar/hari} = T_k \times Q_1 = 7 \times 3,113 \text{ m}^3/\text{Jam} = 21,791 \text{ m}^3/\text{hari}$

Kebutuhan Tenaga :

Pekerja, $P = 6$ orang; Mandor, $M = 1$ orang; Koefisien tenaga/ m^3 ,

Pekerja = $(T_k \times P) : Q_t = (7 \times 6) / 21,791 = 1,927$ jam

Mandor, M = $(T_k \times M) : Q_t = 0,3212$ jam

Analisis Biaya Lembur

Analisis biaya lembur dicari besarnya untuk menentukan besarnya biaya lembur untuk alat dan tenaga kerja yang digunakan untuk mengetahui besarnya biaya total dari kegiatan yang di pantau untuk dilemburkan.

Berikut perhitungan lembur untuk alat berat dan tenaga kerja :

1. Alat Berat

Untuk *resource name* : Excavator 80 – 140 Hp

Biaya Normal Alat : Rp. 565,217.87 / jam

Biaya Lembur = bo : Biaya operator per jam = Rp. 14,452.38

bpo: Biaya pembantu operator per jam = Rp. 8,738.10

Sewa Excavator kondisi normal per jam : Rp. 565,217.87

Lembur 1 jam

Biaya Normal+(bo+bpo)x 0,5= $565.217,87 + (14.452,38+8.738,10) \times 0.50 =$ Rp. 576.813,11

Lembur 2 jam = Biaya Normal + (bo+bpo) x 1 + Lembur 1 jam

= $565.217,87 + (14.452,38+8.738,10) \times 1.00 + 576.813.11 =$ Rp.

1.165.221,46

Lembur 3 jam = Biaya Normal + (bo+bpo) x 1 + Lembur 2 jam

= $565.217,87 + (14.452,38+8.738,10) \times 1.00 + 582.610,73 =$ Rp.

1.753.629,81

Biaya Lembur per jam ;

Lembur 1 jam = Rp. 576.813,11 / 1 jam = Rp. 576.813,11

Lembur 2 jam = Rp. 1.165.221,46 / 2 jam = Rp. 582.610,73

Lembur 3 jam =Rp. 1.753.629,81 / 3 jam = Rp. 584.543,27

2. Tenaga Kerja

Untuk *resource name* : Pekerja

Biaya Normal Pekerja per jam : Rp. 6,595.24/ jam

Biaya Lembur :

Lembur 1 jam= Biaya Normal x 1,5= Rp. 6,595.24 x 1,50= Rp. 9.892,86

Lembur 2 jam= Lembur 1 jam + (Biaya Normal x 2,00)

= Rp. 9.892,86 + (6.595,24 x 2,00) = Rp. 23.083,33

Lembur 3 jam = Lembur 2 jam + (Biaya Normal x 2,00)

= Rp. 23.083,33 + (6.595,24 x 2,00) = Rp. 36.273,81

Biaya Lembur per jam ;

Lembur 1 jam = Rp. 9.892,86 / 1 jam = Rp. 9.892,86

Lembur 2 jam = Rp. 23.083,33 / 2 jam = Rp. 11.541,67

Lembur 3 jam= Rp. 36.273,81 / 3 jam = Rp. 12.091,27

Berikut Tabel 2 adalah hasil perhitungan untuk lembur alat berat dan tenaga kerja selama 1 jam, 2 jam dan 3 jam pada proyek ini.

Analisis Durasi Percepatan

Produktivitas untuk jam lembur tidak sama untuk per jam lembur dibanding dengan jam normal, untuk perhitungan selanjutnya produktivitas setiap jamnya di asumsikan sebagai berikut :

Tabel 2. Biaya Lembur Tenaga Kerja dan Alat Berat

No.	Pekerja / Alat Berat	Biaya Normal per Jam Rp./Jam	Biaya Lembur (Rp,-)		
			Lembur 1 Rp./Jam	Lembur 2 Rp./Jam	Lembur 3 Rp./Jam
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	Pekerja	6,595.24	9,892.86	11,541.67	12,091.27
2	Tukang	8,738.10	13,107.14	15,291.67	16,019.84
3	M a n d o r	9,452.38	14,178.57	16,541.67	17,329.37
4	Operator	14,452.38	21,678.57	25,291.67	26,496.03
5	Pembantu Operator	8,738.10	13,107.14	15,291.67	16,019.84
6	Sopir / Driver	10,166.67	15,250.00	17,791.67	18,638.89
7	Pembantu Sopir / Driver	5,880.95	8,821.43	10,291.67	10,781.75
8	Mekanik	14,452.38	21,678.57	25,291.67	26,496.03
9	Pembantu Mekanik	8,738.10	13,107.14	15,291.67	16,019.84
10	Kepala Tukang	9,452.38	14,178.57	16,541.67	17,329.37
11	ASPHALT MIXING PLANT	7,249,547.73	7,261,142.97	7,266,940.59	7,268,873.13
12	ASPHALT FINISHER	396,385.09	407,980.33	413,777.95	415,710.49
14	BULLDOZER 100-150 HP	890,421.76	902,017.00	907,814.62	909,747.15
15	COMPRESSOR 4000-6500 LV	152,151.95	163,747.19	169,544.81	171,477.35
16	CONCRETE MIXER 0.3-0.6 M	106,652.03	118,247.26	124,044.88	125,977.42
17	CRANE 10-15 TON	375,071.89	386,667.12	392,464.74	394,397.28
18	DUMP TRUCK 3.5 TON	300,844.02	312,439.25	318,236.87	320,169.41
19	DUMP TRUCK 10 TON	488,406.44	500,001.68	505,799.30	507,731.84
20	EXCAVATOR 80-140 HP	565,217.87	576,813.11	582,610.73	584,543.27
21	FLAT BED TRUCK 3-4 M3	476,646.87	488,242.10	494,039.72	495,972.26
22	GENERATOR SET	395,963.42	407,558.65	413,356.27	415,288.81
23	MOTOR GRADER >100 HP	569,124.60	580,719.84	586,517.46	588,450.00
24	TRACK LOADER 75-100 HP	312,800.53	324,395.77	330,193.39	332,125.93
25	WHEEL LOADER 1.0-1.6 M3	410,626.33	422,221.57	428,019.19	429,951.73
26	THREE WHEEL ROLLER 6-8 T	271,740.48	283,335.72	289,133.34	291,065.87
27	TANDEM ROLLER 6-8 T.	324,481.33	336,076.57	341,874.19	343,806.73
28	TIRE ROLLER 8-10 T.	360,618.59	372,213.82	378,011.44	379,943.98
29	VIBRATORY ROLLER 5-8 T.	300,962.18	312,557.42	318,355.04	320,287.58
30	CONCRETE VIBRATOR	49,965.45	61,560.68	67,358.30	69,290.84
31	STONE CRUSHER	1,026,128.58	1,037,723.82	1,043,521.44	1,045,453.98
32	WATER PUMP 70-100 mm	139,152.88	150,748.11	156,545.73	158,478.27
33	WATER TANKER 3000-4500 L	300,844.02	312,439.25	318,236.87	320,169.41

Untuk 1 jam per hari, produktivitas sebesar 90 %

Untuk 2 jam per hari, produktivitas sebesar 80 %

Untuk 3 jam per hari, produktivitas sebesar 70 %

Penurunan produktifitas ini disebabkan karena beberapa factor, diantaranya adalah :

Kelelahan, Kebosanan, Keterbatasan pandangan di malam hari Cuaca yang dingin, dan lain-lain. Untuk percepatan durasi dilakukan dengan melakukan lembur 1 jam/hari, 2 jam/hari dan 3 jam/hari dari durasi normal yang ada di proyek. Sebagai perhitungan dilakukan percepatan pada item pekerjaan Pasangan Batu dengan mortar berikut ini :

Nama kegiatan = Pasangan Batu dengan mortar

Volume Pekerjaan = 2124.48 m³. Durasi pekerjaan = 86 hari. Jam kerja per hari = 7 jam

Produktifitas pekerjaan = Volume / durasi = 2.124,48 / 86 = 24,70 m³/hari = 3,529 m³/jam

Durasi Crashing = (Volume Pekerjaan)/((k x Pa x Jk)+(Σjl x pp x Pa x k))

Keterangan :

Kebutuhan resource

Pekerja= 6.80 org/jam; Tukang Batu= 1.13 org/jam; Mandor = 1.13 org/jam; Batu = 4.23 m³; Semen (PC) = 568,17 Kg; Pasir = 1,70 m³; Concrete Mixer= 1,13 m³; Alat bantu = 0

Biaya resource

Pekerja= Rp. 6.595,24/jam

Tukang Batu = Rp. 8.738,10/jam; Mandor = Rp. 9.452,38/jam ; Batu = Rp. 136.500,00/ m³
Semen (PC) = Rp. 1.300,72/ Kg; Pasir = Rp. 154.800,00/ m³; Concrete Mixer = Rp. 106.652,03/ m³; Alat bantu = 0

Analisis percepatan dengan lembur 1 jam pekerja dan alat berat dirinci sebagai berikut :

Pekerja = 1,5 x Rp. 6.595,24 x 6,80 = Rp. 67.300,73

Tukang Batu = 1,5 x Rp. 8.738,10 x 1,13 = Rp. 14.861,23

Mandor = 1,5 x Rp. 9.452,38 x 1,13 = Rp. 16.076,05

Concrete Mixer= { 1 x Rp. 106.652,03 + 0,5 (Rp. 14.452,38+Rp. 8.738,10) } x 1,13
= Rp. 134.071,94

Alat bantu = 0

Analisis percepatan dengan lembur 1 jam material dan bahan dirinci sebagai berikut :

Biaya total resource = Harga satuan x volume

Batu = Rp. 136.500,00 x 4,23 = Rp. 578.056,19

Semen (PC)= Rp. 1.300,72 x 568,17 = Rp. 739.036,43

Pasir = Rp. 154.800,00 x 1,70 = Rp. 263.791,72

Biaya Total resources

Biaya Total = Biaya total Normal resource + Pekerja + Tukang Batu + Mandor + Concrete mixer + Alat Bantu = Rp. 1.304.918,68 + Rp. 67.300,73 + Rp. 14.861,23 + Rp. 16.076,05 + Rp. 134.071,94 = Rp. 1.537.228,63

Biaya Total Pekerjaan :

Biaya total = (Biaya total resource x durasi) + Batu + Semen (PC) + Pasir

=(Rp.1.403.156,69x76,20)+Rp.578.056,19+Rp.739.036,43+Rp.263.791,72=Rp.18.721.597,4

Tabel 3. Perbandingan Durasi dan Biaya dengan Percepatan Lembur 1 Jam

No.	Uraian Kegiatan Pekerjaan	Durasi Lbr 1	Biaya (Rp,-)	
			Normal	Lembur 1 Jam
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	DRAINASE			
1	Pek. Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	33	97,827,076	99,566,046
2	Pekerjaan Pasangan Batu dengan Mortar	76	113,803,890	118,721,597
3	Bahan Porous Untuk Bahan Penyaring (Filter)	25	63,032,290	67,377,678
	PERKERASAAN ASPAL			
4	Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair	51	2,128,833	2,177,424
5	Lapis Perekat-Aspal Cair	28	383,424	401,559
6	CBA. AsbLawele Lapis Aus (AC-WC AsbLawele)	28	1,075,368,204	1,091,372,207
7	CBA. AsbLawele Lapis Antara (AC-BC AsbLawele)	51	1,573,457,864	2,841,719,611
8	Aspal Keras	51	247,094,931	247,094,931
9	Asbuton Lawele Butir	51	110,546,143	110,546,143
10	Bahan anti pengelupasan	51	5,005,716	5,005,716
11	Bahan Pengisi (Filler) Tambahan Semen	51	8,848,558	8,848,558

Analisis Cost Variance, Cost Slope dan Duration Variance

Cost Variance adalah varian biaya adalah cara untuk menunjukkan kinerja keuangan suatu proyek. Secara khusus, itu adalah perbedaan matematika antara biaya yang dianggarkan dari

pekerjaan yang dilakukan, atau *Budgeted Cost of Work Performed (BCWP)*, dan biaya kerja yang sebenarnya dilakukan, atau *Actual Cost of Work Performed (ACWP)*.

Varians biaya dapat berupa angka positif atau negatif. Angka negatif terjadi jika membelanjakan lebih banyak untuk sebuah proyek daripada yang izinkan dalam anggaran. Angka-angka positif menghasilkan jika menghabiskan lebih sedikit untuk sebuah proyek daripada perkiraan anggaran.

Duration Variance adalah berisi perbedaan antara durasi normal dan total durasi (perkiraan saat terselesainya) suatu task (tugas).

Cost Slope biaya didefinisikan sebagai rasio kemiringan biaya, perbedaan antara biaya Crash & biaya Normal dan perbedaan antara Waktu Normal & Waktu Kerusakan.

Selisih Biaya = Biaya Percepatan – Biaya Normal

Sebagai ilustrasi contoh untuk Analisis *Cost Variance* diambil item pekerjaan Pasangan Batu dengan Mortar, sebagai berikut :

Biaya Normal = Rp. 113.803.890,46

Biaya Percepatan Lembur 1 jam =Rp. 118.721.597,45

Biaya Percepatan Lembur 2 jam =Rp. 127.200.402,61

Biaya Percepatan Lembur 3 jam =Rp. 135.662.584,80

Untuk selisih biaya adalah sebagai berikut :

Biaya Percepatan Lembur 1 jam =Rp.118.721.597,45- Rp.113.803.890,46= Rp. 4.917.706,992

Biaya Percepatan Lembur 2 jam =Rp.127.200.402,61-Rp.113.803.890,46=Rp. 13.396.512,153

Biaya Percepatan Lembur 3 jam=Rp. 135.662.584,80-Rp.113.803.890,46=Rp. 21.858.694,339

Duration variance dalam tesis ini diimplementasikan merupakan selisih antara durasi normal dan durasi percepatan yang terjadi akibat adanya penambahan jam lembur untuk masing masing pekerjaan.

Cost Slope dalam hal ini adalah merupakan perbandingan antara biaya normal dengan biaya percepatan serta selisih durasi normal dengan durasi percepatan.

Analisis Biaya

Analisis Biaya disini dimaksudkan adalah meliputi Biaya Langsung dan Biaya Tidak langsung, adapun definisi Biaya Langsung adalah biaya yang dapat secara akurat ditelusuri ke obyek biaya dengan sedikit usaha. Obyek biaya dapat berupa produk, departemen, proyek, dengan kata lain, biaya langsung adalah

Biaya yang langsung berhubungan dengan pekerjaan konstruksi di lapangan.

Biaya tidak langsung adalah biaya yang tidak dapat secara akurat dikaitkan dengan obyek biaya tertentu. Biaya ini mencakup hal hal seperti, iklan dan pemasaran, depresiasi produk, biaya persediaan perusahaan, akuntansi dan penggajian. Biaya tak langsung adalah beragam biaya yang berguna untuk mempertahankan seluruh proyek atau perusahaan dan bukan biaya yang terkait dengan pembuatan produk.

Menentukan Biaya Tak Langsung

Menentukan biaya tak langsung menggunakan hasil penelitian tentang permodelan Biaya Tak Langsung Proyek Konstruksi di PT. Wijaya Karya (Studi Kasus : Proyek Konstruksi di Provinsi Kalimantan Timur) oleh : Odik Fajrin Jayadewa (2016)

Menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Y = -0,95 - 4,888(\ln \frac{f_0}{f_1}) \left[(x_1 - 0,21) - \ln \frac{f_0}{f_1} (x_2) + \epsilon \right]$$

Dimana :

x_1 = Nilai Total Proyek x_2 = Durasi proyek
 ε = random error Y = prosentase biaya tak langsung

Parameter yang digunakan untuk menentukan biaya tak langsung adalah sebagai berikut :
 Semakin besar nilai sebuah proyek maka pengeluaran untuk biaya tak langsung akan semakin kecil

Semakin panjang durasi dari sebuah proyek, maka akan semakin besar biaya yang harus dikeluarkan sebuah proyek

Dengan demikian implementasi dari paket yang ditangani adalah :

x_1 = Rp. 17.153.875.000,00; x_2 = 180 hari; Y = 10,60%

Pada proyek Pelebaran Jalan dan Jembatan Batas Provinsi Sulawesi Tengah – Asera – Taipa, dengan nilai total proyek sebesar Rp. 17.153.875.000,00 di dapatkan presentase untuk biaya tak langsung sebesar 10,60% dari total proyek tersebut, secara detil disajikan sebagai berikut :

Biaya Tak Langsung = 10,60 % x Rp. 17.153.875.000 =Rp. 1.818.310.750,00

Biaya Tak Langsung/hari = (Biaya Tak Langsung)/(Durasi normal (hari))

Biaya Tak Langsung/hari= 1.818.310.750,00/180 = Rp. 10.101.726,39

Biaya Langsung = Biaya Total Rencana – Biaya Tidak Langsung = Rp. 17.153.875.000 - Rp. 1.818.310.750,00 = Rp. 15.335.564.250,00

Biaya Tidak Langsung

Untuk mendapatkan biaya tak langsung akibat percepatan dapat diambil contoh pada pekerjaan Pasangan Batu dengan Mortar, sebagai berikut :

Lembur 1 jam = $\{(1.818.310.750)/180\} \times 170$ = Rp. 1.717.293.486.

Lembur 2 jam = $\{(1.818.310.750)/180\} \times 163$ = Rp. 1.648.555.302

Lembur 3 jam = $\{(1.818.310.750)/180\} \times 158$ = Rp. 1.596.502.630.

Biaya Langsung

Menentukan biaya langsung terhadap total durasi proyek adalah :

Biaya Langsung = Nilai Total Proyek – Biaya Tidak Langsung

Nilai biaya langsung pada proyek ini adalah sebagai berikut :

Biaya Langsung = Rp. 17.153.875.000 - Rp. 1.818.310.750,00

Biaya Langsung = Rp. 15.335.564.250,00

Uraian untuk mencari biaya langsung akibat percepatan untuk Pasangan Batu dengan mortar adalah :

Lembur 1 jam = Biaya Langsung + selisih biaya

= Rp. 15.335.564.250 + Rp. 4.917.706,99

= Rp. 15.340.481.957

Lembur 2 jam = Biaya Langsung + selisih biaya = Rp. 15.335.564.250 + Rp. 13.396.512,15

= Rp. 15.348.960.762

Lembur 3 jam = Biaya Langsung + selisih biaya = Rp. 15.335.564.250 + Rp. 21.858.694,34

= Rp. 15.357.422.944

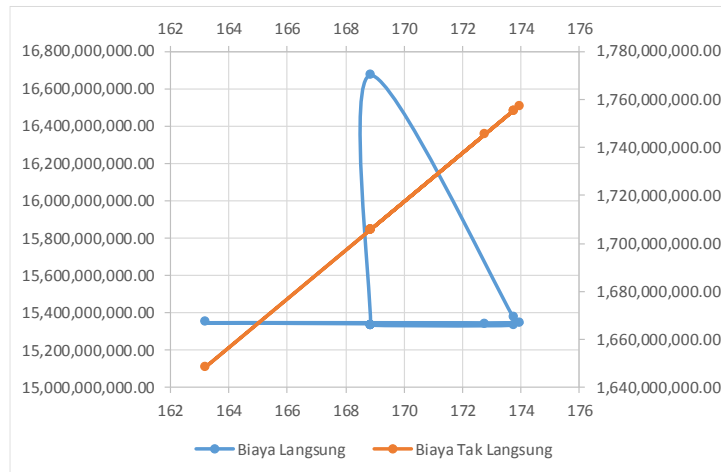
Biaya Total

Untuk mendapatkan biaya total adalah dengan persamaan sebagai berikut :

Total biaya = Biaya Langsung + Biaya Tidak Langsung = Rp. 15.335.564.250,00 + Rp. 1.818.310.750,00 = Rp. 17.153.875.000,00

Efisiensi Waktu dan Biaya Proyek

Dengan ditemukannya durasi percepatan dan biaya total proyek, maka akan dapat diketahui efisiensi biaya dan waktu dari proyek tersebut, berikut ini contoh perhitungan Analisis efisiensi waktu dan biaya untuk masing masing kegiatan yang ada dalam lintasan kritis. Contoh hitungan untuk Pasangan Batu dengan mortar :



Gambar 1. Perbandingan Biaya Langsung dan Biaya Tak Langsung akibat percepatan Lembur 2 jam

Efisiensi Waktu dan Biaya Lembur 1 jam :

Efisiensi Waktu : $E_t = (180-170)/180 \times 100\% = 5,56\%$

Efisiensi Biaya : $E_c = (17.153.875.000-17.057.775.443)/17.153.875.000 \times 100\% = 0,56\%$

Efisiensi Waktu dan Biaya Lembur 2 jam :

Efisiensi Waktu : $E_t = (180-163)/180 \times 100\% = 9,44\%$

Efisiensi Biaya : $E_c = (17.153.875.000-16.997.516.064)/17.153.875.000 \times 100\% = 0,91\%$

Efisiensi Waktu dan Biaya Lembur 3 jam :

Efisiensi Waktu : $E_t = (180-158)/180 \times 100\% = 12,22\%$

Efisiensi Biaya : $E_c = (17.153.875.000-16.953.925.574)/17.153.875.000 \times 100\% = 1,17\%$

Analisis Penambahan Alat Berat dan Tenaga Kerja

Kondisi Durasi Percepatan dengan Lembur 1 jam

Nama Pekerjaan = Pasangan Batu dengan Mortar; Volume Pekerjaan = 2.124,48 m³; Durasi

Pekerjaan = 76,00 hari; Jam kerja per hari (jk) = 7 jam

Kebutuhan resource :

Pekerja = 7,698 org/jam; Tukang Batu = 1,283 org/jam; Mandor = 1,283 org/jam

Batu = 4,235 m³; Semen (PC) = 568,175 kg; Pasir = 1,704 m³

Con. Mixer = 1,283 unit/jam; Alat bantu = 0

Biaya resource:

Pekerja = Rp. 6.595,24 /jam; Tukang Batu = Rp. 8.738,10 /jam; Mandor = Rp.9.452,38 /jam

Batu = Rp. 136.500,00 /m³; Semen (PC) = Rp. 1300,72 /kg; Pasir = Rp. 154.800,00 /m³

Con. Mixer = Rp. 106.652,03 /jam; Alat bantu = 0

Biaya total resource = Biaya Normal x keb. resource x jam kerja

Pekerja = Rp. 6.595,24 x 7,698 x 7 = Rp. 355.395,09 / hari

Tukang Batu = Rp. 8.738,10 x 1,28 x 7 = Rp. 78.477,74

Mandor = Rp. 9.452,38 x 1,28 x 7 = Rp. 84.892,81

Batu = Rp. 136.500,00 x 4,23 = Rp. 578.077,50

Semen (PC) = Rp. 1300,72 x 568,17 = Rp. 739.036,59

Pasir = Rp. 154.800,00 x 1.7 = Rp. 263.779,20

Con. Mixer = Rp. 106.652,03 x 1,283 x 7 = Rp. 957.852,86; Alat bantu = 0

Biaya total resource adalah = Pekerja + Tukang batu + Mandor + Con. Mixer + alat bantu
= Rp. 355.395,09 + Rp. 78.477,74 + Rp.84.892,81 +Rp. 957.852,86 + 0 =Rp. 1.476.618,50/hari

Biaya total Pekerjaan = (Biaya Total resource x durasi) + batu + semen (PC)+pasir + alat bantu

=Rp.1.476.618,50x76,00+Rp.578.077,50+Rp.739.036,59+Rp.263.779,20=Rp.13.803.899,40

Seperti pada perhitungan percepatan pelaksanaan pekerjaan dengan penambahan jam lembur 1 jam, 2 jam dan 3 jam, maka pada alternatif lain percepatan pelaksanaan pekerjaan dengan penambahan personel dan alat berat diberlakukan sama untuk perhitungannya dan di dapat efisiensi salah satu pekerjaan yang masuk pada jalur kritis, yaitu pasangan batu dengan mortar, berikut ini :

Efisiensi Waktu dan Biaya untuk Lembur 1 jam

Efisiensi Waktu : $E_t = ((180-170,20))/180 \times 100\% = 5,44\%$

Efisiensi Biaya :

$E_c = ((17,153,875,000.00-17.153.875.008,95))/17.153.875.000 \times 100\% = 0,00\%$

Efisiensi Waktu dan Biaya untuk Lembur 2 jam

Efisiensi Waktu : $E_t = ((180-163,20))/180 \times 100\% = 9,336\%$

Efisiensi Biaya: $E_c = ((17,153,875,000.00-17.153.875.109,05))/17.153.875.000 \times 100\% = 0,0\%$

Efisiensi Waktu dan Biaya untuk Lembur 3 jam

Efisiensi Waktu : $E_t = ((180-158,04))/180 \times 100\% = 12,199\%$

Efisiensi Biaya: $E_c = ((17,153,875,000.00-17.153.875.909,05))/17.153.875.000 \times 100\% = 0,0\%$

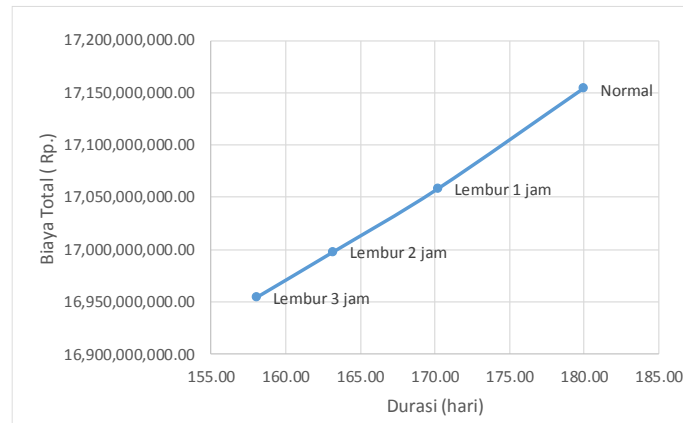
Perbandingan Crashing antara Penambahan Jam Kerja dengan Penambahan Alat Berat

Tabel 4. Perbandingan Biaya Normal dengan Biaya Penambahan Jam Lembur

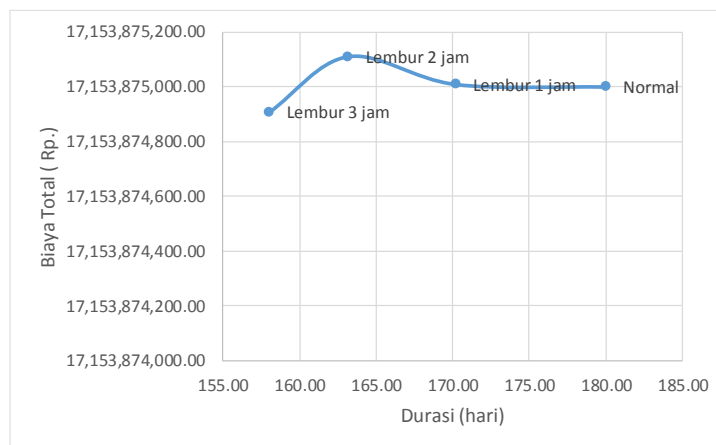
No.	Lembur (jam)	Durasi (hari)	Biaya Penambahan Jam Lembur (Rp)
1	Normal	180.00	17,153,875,000.00
2	1	170.20	17,057,775,443.00
3	2	163.20	16,997,516,064.00
4	3	158.04	16,953,925,574.00

Tabel 5. Perbandingan Biaya Normal dan Biaya Penambahan Alat dan Tenaga kerja

No.	Lembur (jam)	Durasi (hari)	Biaya Penambahan Alat dan Tenaga Kerja (Rp)
1	Normal	180.00	17,153,875,000.00
2	1	170.20	17,153,875,008.95
3	2	163.20	17,153,875,109.05
4	3	158.04	17,153,874,909.05



Gambar 2. Perbandingan Biaya Normal dengan Biaya Penambahan Jam kerja Lembur 1jam, 2 jam, 3 jam



Gambar 3. Perbandingan Biaya Normal dengan Biaya Penambahan Alat dan Tenaga Kerja

Fast Track Program

Dari schedule yang dibuat kontraktor diketahui bahwa durasi proyek adalah 180 hari diawali dari tanggal 22 Maret 2018 dan berakhir pada tanggal 17 September 2018, dengan nilai kontrak adalah sebesar Rp. 17.153.875.000,-

Berikut ditabelkan kondisi awal daftar pekerjaan dan selanjutnya dengan bantuan Microsoft Project 2016 dilakukan analisis sehingga diketahui aktifitas aktifitas di lintasan kritis, kemudian selanjutnya dilakukan modifikasi dengan ketentuan fast track :

Apabila durasi $i < j$, maka aktifitas kritis j dapat dilakukan percepatan setelah aktivitas i telah ≥ 1 hari dan aktivitas 1 harus selesai lebih dahulu atau bersama sama.

Apabila durasi $i > j$, maka aktivitas j dapat dimulai nilai sisa durasi aktivitas $i < 1$ dari aktivitas j . Percepatan selayaknya dilakukan tidak lebih dari 50% dari waktu normal.

Maka setelah dilakukan pelaksanaan percepatan waktu pada aktifitas aktifitas di lintasan kritis dan kegiatan yang mendukungnya sebanyak 3 kali dengan menggunakan Microsoft Project 2016, dengan batasan-batasan sebagai berikut :

Kegiatan percepatan tidak ada penambahan biaya

Kegiatan percepatan tidak ada penambahan tenaga kerja dan alat berat serta lembur

Hari kerja sesuai dengan kontrak pekerjaan fisik adalah 180 hari, tanpa memperhitungkan hari minggu atau sabtu, akan tetapi bila libur nasional diterapkan, maka jumlah hari kerja adalah 160 hari kalender.

Dari hasil 3 kali analisis percepatan di dapat hasil sebagaimana dalam Tabel 6 berikut :

Tabel 6. Hasil Percepatan Pelaksanaan Fast Track

No.	Uraian Kegiatan	Durasi (Hari)	Hari Kalender (hari)	Percepatan (hari)	Hasil Percepatan	Penghematan Waktu (%)
1	Kondisi Awal	180	160	0	160	0.00%
2	Percepatan 1	180	160	10	150	6.25%
3	Percepatan 2	180	160	14	146	8.75%
4	Percepatan 3	180	160	30	130	18.75%

Hasil overlapping kegiatan yang masuk pada pekerjaan pada lintasan kritis dan telah dilakukan pergeseran secara tumpang tindih dengan menggunakan Microsoft Project 2016, hingga menghasilkan percepatan sebesar 30 hari kerja yang menyebabkan terjadinya pengurangan biaya pada bagian “biaya tak langsung” tersebut adalah sebagai berikut :

Biaya Tak Langsung = 10,60 % x Rp. 17.153.875.000 = Rp. 1.818.310.750,00

Biaya Tak Langsung/hari = (Biaya Tak Langsung) / (Durasi Normal (hari))

Biaya Tak Langsung / hari = Rp. 1.818.310.750/160

(Biaya tak Langsung) / hari = Rp.11.364.442,19

Biaya Langsung = Biaya total Rencana – Biaya Tidak Langsung

Biaya Langsung = Rp. 17.153.875.000 – Rp. 1.818.310.750

Biaya Langsung = Rp. 15.335.564.250,00

Setelah dilakukan fast track (diambil hasil 3) adalah :

Biaya Tak Langsung= 130 x Rp. 11.364.442,19 = Rp. 1.477.377.484,38

Total Biaya Proyek = Rp. 15.335.564.250,00 + Rp. 1.477.377.484,38

Total Biaya Proyek = Rp. 16.812.941.734,38

Selisih = Biaya Rencana – Biaya Setelah Fast Track = Rp.17.153.875.000–

Rp.16.812.941.734,38 = Rp. 340.933.265,63

Dari uraian analisis percepatan waktu pelaksanaan penyelesaian proyek dengan kedua metode menghasilkan perbedaan Anggaran dan Waktu yang digunakan, berikut disajikan rekapitulasi analisis percepatan pelaksanaan sebagaimana pada Tabel 7 berikut :

Tabel 7. Perbedaan Anggaran dan Waktu Kondisi Normal dengan Metoda Crashing dan Fast Track

Kondisi	Normal	Metode Crashing		Metode Fast Track	
		Hasil	Selisih dng Normal	Hasil	Selisih dng Normal
Anggaran (Rp.)	17,153,875,000.00	16,997,516,064.00	156,358,936.00	16,812,941,734.38	340,933,265.62
Waktu (hari)	180.00	163.20	16.80	130.00	50.00

KESIMPULAN

Akhirnya disimpulkan bahwa penggunaan metode *Crashing* untuk percepatan pelaksanaan proyek dengan penambahan jam lembur 1 jam, 2 jam dan 3 jam akan mendapatkan biaya sebesar Rp. 17.057.775.443,-, Rp. 16.997.516.064,- dan Rp. 16.953.925.574,- dengan durasi waktu penyelesaian menjadi 170,20 hari, 163,20 hari dan 158,04 hari, sedangkan untuk

metode Fast Track didapat biaya sebesar Rp. 16.812.941.734,38 dengan durasi waktu penyelesaian 130 hari. Pada saat kondisi normal biaya adalah sebesar Rp. 17.153.875.000,- dengan durasi 180 hari, besarnya perbedaan anggaran dan waktu yang digunakan untuk kondisi normal dengan diterapkannya metode *Crashing* dengan dipilih penambahan 2 jam lembur adalah sebesar Rp. 156.358.936,- dengan penghematan durasi 16,80 hari, sedangkan dengan penggunaan Fast track akan didapat penghematan biaya Rp. 340.933.265,62 dengan penghematan durasi sebesar 50 hari.

Saran :

1. Sebelum melakukan kegiatan, pelaku pelaksanaan konstruksi, yaitu Kontraktor, Konsultan Supervisi dan *Owner* hendaknya menyamakan persepsi berkaitan dengan metode percepatan pekerjaan yang akan diterapkan pada proyek yang bersangkutan.
2. Disarankan untuk peneliti yang akan melakukan kegiatan percepatan pelaksanaan proyek dengan metode *Crashing* dan *Fast Track* sebelum melakukan kegiatan yang akan diimplementasikan, sebaiknya dilakukan lebih dahulu koordinasi dengan pihak terkait pada proyek, yaitu pemilik, kontraktor dan supervisi agar semuanya mempunyai persepsi dan kepentingan yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Winanto, E. Kustamar, Iskandar T. (2013). *Penerapan Metode Fast Track Untuk Percepatan Waktu Pelaksanaan Proyek Pembangunan Gedung Icu, Iccu Dan Nicu Rsu Dr. Saiful Anwar Malang*.
- A. H. A, (2005). Perencanaan Dan Pengendalian Proyek Dengan Metode Pert – Cpm: Studi Kasus Fly Over Ahmad Yani, Karwang, *the Winners*, vol. 6(): 155–174.
- Mardianto D., (2015). *Analisis Pengaruh Metode Fast-Track Pada Penjadwalan Terhadap Biaya Pelaksanaan Proyek Apartemen Parahyangan Residences*.
- Soeharto, I. (1999). *Manajemen Konstruksi : Dari Konseptual sampai Operasional*. Jakarta: PT. Erlangga.
- Badri, S. (1983). *Dasar Network Planning*, 1st ed. Yogyakarta: PT. Bina Aksara Jakarta.
- Oetomo, W. (2014). *Manajemen Proyek dan Konstruksi Dalam Organisasi Kontemporer Bagian Pertama*, Surabaya: PT. Mediatama Sapta Karya.
- Dannyanti, E. (2010). *Optimalisasi Pelaksanaan Proyek dengan Metode PRT dan CPM*. skripsi.
- Frederika, A. (2010). *Analisis Percepatan Pelaksanaan dengan Menambah Jam Kerja Optimum pada Proyek Konstruksi*.
- Priyo, M., A. Sumanto. (2011). *Analisis Percepatan Waktu Dan Biaya Proyek Konstruksi Dengan Penambahan Jam*.