

Analisis Percepatan Proyek Serta Pengaruhnya Terhadap Waktu Dan Biaya Menggunakan Metode *Critical Path Method* (CPM)

Agung Saputro¹⁾, Kusnul Yakin²⁾, Maulidya Octaviani B²⁾

¹⁾ Prodi Teknik Sipil, Teknik, Universitas Dr. Soetomo
Jalan Semolowaru 84 Surabaya, 60118

Email: saputroag96@gmail.com

²⁾ Prodi Teknik Sipil, Teknik, Universitas Dr. Soetomo
Jalan Semolowaru 84 Surabaya, 60111

Email: kusnul.yakin@unitomo.ac.id

²⁾ Prodi Teknik Sipil, Teknik, Universitas Dr. Soetomo
Jalan Semolowaru 84 Surabaya, 60111

Email: lidyaocta@unitomo.ac.id

Abstract

Delays in project implementation are caused by a lack of inaccurate controls that affect costs and time for completion. This study aims to analyze the time and cost of the project from the start of implementation to the end and plan rescheduling with the Critical Path Method (CPM) on the Bank Jatim Development Project, Pamekasan Branch. In this project there is a delay of 21 days or 3 weeks. Project scheduling helps show the relationship of each activity to other activities on the whole project, identify other precedence relationships, and show realistic time estimates for each activity. The Critical Path Method (CPM) assumes that the activity time is known with certainty so that only one time factor is required for each activity. One of the advantages is that this method is suitable for formulating, scheduling, and managing various activities in all construction works, because it provides an empirically constructed schedule. By using the Critical Path Method (CPM), the critical path of the project can be identified. Acceleration is carried out on the critical path with 3 alternatives, namely the alternative of additional working hours (overtime), alternative work shifts and the alternative of adding labor. From the three alternatives, the most efficient alternative is the work shift alternative with an acceleration duration of 161 days or 23 weeks with a cost to accelerate the project (cost slope) of Rp. 11,988,000.00 or 0.24% so that the total cost is Rp. 4,886,091,713 , 96

Keywords: time; cost; Critical Path Method (CPM); re-planning.

Abstrak

Keterlambatan pelaksanaan proyek disebabkan karena kurangnya pengendalian yang kurang tepat sehingga berpengaruh terhadap biaya dan waktu penyelesaian. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa waktu dan biaya proyek dari awal pelaksanaan sampai akhir dan merencanakan penjadwalan kembali (*rescheduling*) dengan *Critical Path Method* (CPM) pada Proyek Pembangunan Bank Jatim Cabang Pamekasan. Pada proyek ini mengalami keterlambatan 21 hari atau 3 minggu. Penjadwalan proyek membantu menunjukkan hubungan setiap aktivitas dengan aktivitas lainnya terhadap keseluruhan proyek, mengidentifikasi hubungan yang harus didahulukan lainnya, serta menunjukkan perkiraan waktu yang realistis untuk setiap aktivitas. *Critical Path Method* (CPM) membuat asumsi bahwa waktu aktivitas yang diketahui dengan pasti sehingga hanya diperlukan satu faktor waktu untuk setiap aktivitas. Salah satu keuntungan yaitu metode ini cocok untuk formulasi, penjadwalan, dan mengelola berbagai kegiatan disemua pekerjaan konstruksi, karena menyediakan jadwal yang dibangun secara empiris. Dengan menggunakan *Critical Path Method* (CPM) dapat diketahui jalur kritis pada proyek. Percepatan dilakukan pada jalur kritis dengan 3 alternatif yaitu alternatif penambahan jam kerja (lembur), alternatif *shift* kerja dan alternatif penambahan tenaga kerja. Dari ketiga alternatif diperoleh alternatif yang paling efisien yaitu alternatif *shift* kerja dengan durasi percepatan 161 hari atau 23 minggu dengan biaya untuk mempercepat proyek (cost slope) sebesar Rp 11.988.000,00 atau 0,24% sehingga biaya total cost sebesar Rp 4.886.091.713,96.

Kata Kunci: waktu; biaya; *Critical Path Method* (CPM); perencanaan kembali.

PENDAHULUAN

Ada tiga komponen keberhasilan dalam suatu proyek konstruksi, diantaranya adalah faktor biaya, mutu dan waktu. Dalam jangka waktu yang telah disediakan, seorang kontraktor harus mampu mengelola proyek konstruksi secara sistematis demi mencapai keberhasilan sesuai dengan perencanaan proyek tersebut. Namun kenyataannya kontraktor selaku pelaksana proyek sering tidak dapat menyelesaikan pekerjaan sesuai dengan waktu yang telah direncanakan. Kelancaran jalannya sebuah proyek dibutuhkan manajemen yang akan mengelola proyek dari awal hingga proyek berakhir, yakni manajemen proyek. Bidang manajemen proyek tumbuh dan berkembang karena adanya kebutuhan dalam dunia

industri modern untuk mengkoordinasi dan mengendalikan berbagai kegiatan yang kompleks.

Pembangunan Proyek Peningkatan Fasilitas dan Prasarana Fisik Gedung Bank BPR Jatim Cabang Pamekasan (meliputi pembangunan fasilitas ruang pelayanan nasabah, dan ruang kantor) diharapkan dapat meningkatkan kinerja pelayanan nasabah Bank BPR Jatim Cabang Pamekasan. Proyek ini direncanakan dapat diselesaikan dalam 26 minggu dengan anggaran biaya Rp. 4.874.103.713,96. Pada perencanaan proyek ini dapat diperkirakan selesai sesuai rencana, namun karena ada perubahan desain denah maka proyek ini berhenti selama 21 hari akibatnya proyek ini mengalami keterlambatan

yakni 21 hari dari rencana. Perubahan desain meliputi perubahan denah, struktur betonan, instalasi listrik dan perkabelan, instalasi AC, plafond, dan desain interior sebagai konsekuensi dari perubahan desain itu. Permasalahan keterlambatan pelaksanaan tersebut merupakan kajian yang cukup menarik untuk diteliti, maka peneliti ingin menganalisa bagaimana percepatan proyek serta pengaruh terhadap waktu dan biaya menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM). Analisa menggunakan CPM berguna untuk menjadwalkan dan mengendalikan proyek besar, serta jaringan grafis membantu melihat antar kegiatan secara cepat. Sehingga dapat menyusun kembali jadwal pelaksanaan proyek (*rescheduling*). Dengan demikian peneliti mampu mempercepat waktu proyek dan menghitung biaya yang timbul akibat percepatan dalam pembangunan Gedung Bank BPR Jatim cabang Pamekasan.

Proyek

Berdasarkan pendapat para ahli diatas, dapat diartikan proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang saling berkaitan untuk mencapai tujuan tertentu (bangunan/konstruksi) dalam batasan waktu, biaya dan mutu tertentu. Proyek konstruksi selalu memerlukan *resources* (sumberdaya) yaitu *man* (manusia), *material* (bahan bangunan), *machine* (peralatan), *method* (metode pelaksanaan), *money* (uang), *information* (informasi), dan *time* (waktu). Dalam Suatu proyek konstruksi terdapat tiga hal penting yang harus diperhatikan yaitu waktu, biaya dan mutu (Kerzner, 2006).

Manajemen Proyek

Menurut Bakhtiyar, dkk (2012), manajemen proyek terdiri dari tiga fase atau tahap, yaitu:

- 1) Perencanaan (*planning*) adalah kegiatan perencanaan mencakup penetapan sasaran, mendefinisikan proyek dan organisasi tim.
- 2) Penjadwalan (*schedulling*) adalah kegiatan ini menghubungkan antara tenaga kerja, uang dan bahan yang digunakan dalam proyek.
- 3) Pengendalian (*controlling*) adalah kegiatan ini mencakup pengawasan sumber daya, biaya, kualitas dan budget jika perlu merevisi, mengubah rencana, menggeser atau mengelola ulang sehingga tepat waktu dan biaya.

Waktu

Waktu adalah seluruh rangkaian saat ketika proses, perbuatan, atau keadaan berada atau berlangsung. Dalam hal ini, skala waktu merupakan interval antara dua buah keadaan / kejadian, atau bisa merupakan lama berlangsungnya kejadian.

Biaya

Biaya adalah biaya yang dikeluarkan untuk menjalankan suatu proyek. Kebijakan pembiayaan biasanya dipengaruhi oleh kondisi keuangan perusahaan yang bersangkutan. Perhitungan biaya proyek sangat penting dilakukan dalam mengendalikan sumber daya yang ada mengingat sumber daya yang ada semakin terbatas. Untuk itu, peran seorang *cost engineer* ada dua

yaitu, memperkirakan biaya proyek dan mengendalikan (mengontrol) realisasi biaya sesuai dengan batasan-batasan yang ada pada estimasi.

Pengendalian

Pengendalian adalah kegiatan bimbingan, dorongan, pemberian instruksi, dan mengadakan koordinasi antar berbagai kegiatan oleh atasan kepada bawahan dengan maksud agar pelaksanaan tugas dapat berjalan dengan lancar (Djojowiriono, 2002).

Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya (RAB) adalah besarnya biaya yang diperkirakan dalam pekerjaan proyek yang disusun berdasarkan volume dari setiap item pekerjaan pada gambar atau bestek. RAB diajukan oleh kontraktor pada saat terjadi penawaran, yang mana RAB ini dipakai patokan bagi kontraktor untuk mengajukan penawaran. Biaya ini disamping tergantung pada volume, juga sangat tergantung pada upah tenaga kerja dan karyawan, harga material yang dibutuhkan dan jasa kontraktor serta pajak.

Penjadwalan

Kunci utama keberhasilan melaksanakan proyek tepat waktu adalah perencanaan dan penjadwalan proyek yang lengkap dan tepat. Keterlambatan dapat dianggap sebagai akibat tidak dipenuhinya rencana jadwal yang telah dibuat, karena kondisi kenyataan yang tidak sesuai dengan kondisi saat jadwal tersebut dibuat (Proboyo, 1999).

Pengendalian Biaya

Menurut Soeharto (2001) pengendalian biaya merupakan langkah akhir dari proses pengelolaan biaya proyek, yaitu mengusahakan agar penggunaan dan pengeluaran biaya sesuai dengan perencanaan, berupa anggaran yang telah ditetapkan. Dengan demikian, aspek dan objek pengendalian biaya akan identik dengan perencanaan biaya, sehingga berbagai jenis kegiatan di kantor pusat dan lapangan harus selalu dipantau dan dikendalikan agar hasil implementasinya sesuai dengan anggaran yang telah ditentukan. Kemudian ada juga komponen biaya proyek yang perlu dipertimbangkan sebelum proyek selesai dan siap dioperasikan, yaitu modal tetap (*fixed capital*). Modal tetap adalah bagian dari biaya proyek yang dipakai untuk membangun instalasi atau menghasilkan produk proyek yang diinginkan. Modal tetap dibagi menjadi biaya langsung (*direct cost*) dan biaya tidak langsung (*indirect cost*).

Pengendalian Waktu / Jadwal

Menurut Soeharto (2001) perencanaan proyek keseluruhan secara garis besar dilaksanakan pada taraf permulaan proyek dan selalu ditinjau ulang ketika perkembangannya tidak sesuai dengan rencana. Penjadwalan adalah pengaturan perincian yang dibutuhkan untuk melaksanakan rencana itu. Dimulai dengan taraf desain, dikembangkan pada waktu pemberian kontrak, kemudian dipakai sebagai dasar pengendalian pada saat pembelian subkontrak diadakan atau sampai konstruksi. Perencanaan dan penjadwalan bagian dari

pentusunan biaya integral. Jadwal itu menunjukkan persentase pekerjaan di tempat kerja, pekerjaan untuk diselesaikan, dan urutan pekerjaan itu sendiri. Laporan-laporan status biaya dan jadwal dibuat secara terpadu dan dibawah supervisi manajer yang sama, misalnya manajer kontrol.

Critical Path Methode (CPM)

Menurut soeharto (1999) CPM atau metode jalur kritis yaitu jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan dengan total jumlah waktu terlama dan menunjukkan kurun waktu penyelesaian proyek yang tercepat. Jadi, jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan pertama sampai pada kegiatan akhir proyek. Makna jalur kritis penting bagi pelaksana proyek, karena pada jalur ini terletak kegiatan-kegiatan yang bila pelaksanaannya terlambat akan menyebabkan keterlambatan proyek secara keseluruhan. Terkadang dapat dijumpai lebih dari satu jalur kritis dalam jaringan kerja. Sistematika dari proses penyusunan jaringan kerja (*network*) adalah sebagai berikut (Soeharto, 1999) :

- 1) Mengkaji dan mengidentifikasi lingkup proyek, menguraikan, memecahkannya menjadi kegiatan-kegiatan atau kelompok kegiatan yang merupakan komponen proyek.
- 2) Menyusun kembali komponen-komponen pada butir 1, menjadi mata rantai dengan urutan yang sesuai logika ketergantungan.
- 3) Memberikan perkiraan kurun waktu bagi masing-masing kegiatan yang dihasilkan dari penguraian lingkup proyek.
- 4) Mengidentifikasi jalur kritis (*critical path*) dan *float* pada jaringan kerja.

Setelah jalur kritis diketahui, langkah selanjutnya adalah melakukan percepatan proyek. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

- 1) Menentukan waktu percepatan dan menghitung biaya tambahan untuk percepatan setiap kegiatan.
- 2) Mempercepat waktu penyelesaian proyek dengan mengutamakan kegiatan kritis yang memiliki *slope* biaya terendah. Apabila upaya percepatan dilakukan pada aktivitas-aktivitas yang tidak berada pada lintasan kritis, maka waktu penyelesaian keseluruhan tidak akan berkurang.
- 3) Susun kembali jaringan kerjanya.
- 4) Ulangi langkah kedua dan berhenti melakukan upaya percepatan apabila terjadi pertambahan lintasan kritis. Apabila terdapat lebih dari satu lintasan kritis, maka upaya percepatan dilakukan serentak pada semua aktivitas yang berada pada lintasan kritis. Usahakan agar tidak terjadi penambahan atau pemindahan jalur kritis apabila diadakan percepatan durasi pada salah satu kegiatan.
- 5) Upaya percepatan dihentikan apabila aktivitas-aktivitas pada lintasan kritis telah jenuh seluruhnya (tidak mungkin ditekan lagi).
- 6) Hitung biaya keseluruhan akibat percepatan untuk mengetahui total biaya proyek yang dikeluarkan

Penjadwalan Kembali (*rescheduling*)

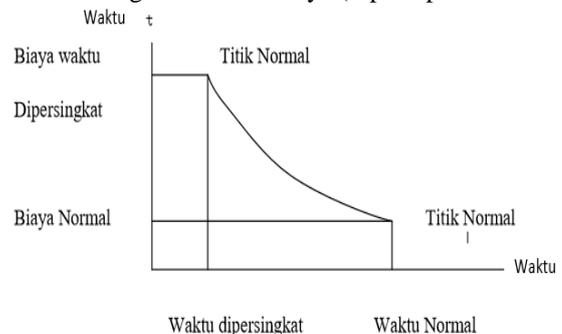
Akibat terjadinya keterlambatan pelaksanaan proyek, maka dilakukan penjadwalan kembali (*rescheduling*). Penjadwalan kembali dilakukan terhadap semua sisa pekerjaan, sisa volume pekerjaan, sisa biaya proyek, dan sisa waktu pelaksanaan. Penjadwalan kembali dilakukan pada minggu ke-5 sampai dengan minggu terakhir sesuai rencana proyek dilaksanakan yaitu minggu ke-26. *List* pekerjaan yang akan dijadwalkan kembali, kurva S penjadwalan kembali, hubungan logika pekerjaan dan pembentukan jaringan kerja dengan metode CPM.

Mempercepat Waktu Pelaksanaan

Penulis melakukan percepatan waktu pelaksanaan setelah dilakukan penjadwalan kembali. Dengan demikian, maka ada kemungkinan dalam mempercepat waktu pelaksanaan akan ada jam lembur dan jam kerja pada hari libur. Pekerjaan yang dilakukan percepatan adalah pekerjaan yang berada pada jalur kritis saja. Dalam mempercepat waktu pelaksanaan, penulis menggunakan beberapa alternatif penambahan jam kerja (lembur) dan kerja *shift* dalam perhitungannya. Lintasan kritis atau waktu kritis adalah jumlah waktu pelaksanaan didalam suatu event yang tidak boleh dilampaui dalam melaksanakan suatu rangkaian kegiatan

Metode Crashing

Crashing Project merupakan tindakan untuk mengurangi durasi keseluruhan pekerjaan setelah menganalisa alternatif-alternatif yang ada dari jaringan kerja. Bertujuan untuk mengoptimalkan waktu kerja dengan biaya terendah (Taufiqur Rahman, 2013:1). Seringkali dalam crashing terjadi trade-off, yaitu pertukaran waktu dengan biaya. Hal ini dapat digambarkan dalam bentuk grafik waktu-biaya (seperti pada Gambar 1).



Gambar 1. Grafik Waktu – Biaya

Sumber : Soeharto, 1997

Dalam crashing project, terdapat dua komponen waktu, yaitu:

- a) Waktu Normal (Normal Time), yaitu penyelesaian aktivitas dalam kondisi normal,
- b) Waktu Akselerasi (Crash Time), yaitu waktu terpendek yang paling mungkin untuk menyelesaikan aktivitas.

Dari dua komponen tersebut dapat diperoleh Total Waktu Akselerasi, dengan persamaan:

Total Waktu Akselerasi = Waktu Normal – Waktu Akselerasi (1)

Sementara komponen biaya dalam crashing project terbagi atas tiga, yaitu:

- Biaya Normal (Normal Cost), yaitu biaya langsung untuk menyelesaikan aktivitas pada kondisi normal.
- Biaya Akselerasi (Crash Cost), yaitu biaya langsung untuk menyelesaikan aktivitas pada kondisi waktu terpendek yang paling mungkin untuk menyelesaikan aktivitas.
- Biaya Akselerasi per Unit Waktu (Slope), yaitu biaya langsung untuk menyelesaikan aktivitas pada kondisi waktu terpendek dalam satuan waktu terkecil yang ditentukan, dengan menggunakan persamaan:
Biaya Akselerasi per Unit Waktu (Slope)
= Total Biaya Akselerasi ÷ Total Waktu Akselerasi (2)

Untuk melakukan crashing pada sebuah proyek, terdapat langkah-langkah untuk menyelesaikannya, yaitu:

- Gambar diagram jaringan untuk setiap kejadian.
- Hitung total waktu akselerasi, total biaya akselerasi, dan biaya akselerasi per unit waktu untuk setiap kejadian.
- Tentukan garis edar kritis dan lamanya waktu proyek.
- Pilih aktivitas pada garis edar kritis yang memiliki biaya akselerasi minimal, dan kurangi waktu aktivitas tersebut semaksimal mungkin.
- Perbaharui semua waktu kegiatan, jika batas waktu yang diinginkan telah tercapai, maka berhenti. Jika tidak, ulangi langkah 3.

Alternatif Penambahan Jam Kerja (Lembur)

Crashing dengan menambahkan jam kerja akan mempengaruhi efisiensi proyek. Produktivitas untuk alternatif ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.6 sampai dengan 2.8.

- Produktivitas Harian = Volume ÷ Durasi Normal (3)
- Produktivitas/jam = Produktivitas Harian ÷ Jam Kerja Normal (4)
- Produktivitas sesudah *crash* = Produktivitas harian + (Total Waktu Lembur × Produktivitas/jam × %) (5)

Dari nilai produktivitas harian sesudah crash tersebut dapat dicari durasi penyelesaian proyek setelah dipercepat (*crash duration*) (Mila Nata, 2015:20).

- Crash Duration = Volume ÷ Produktivitas sesudah Crash (6)

Besarnya nilai *crash cost* dapat dihitung menggunakan persamaan di bawah ini.

- Biaya Upah Lembur Total = Jumlah pekerja × biaya lembur/jam (7)
- Crash Cost = Biaya Langsung Normal + Biaya UpahLemburTotal (8)

Alternatif Shift Kerja

Jumlah *shift* disesuaikan dengan kebutuhan proyek atau disesuaikan dengan perjanjian antara pemilik dengan pelaksana proyek. Produktivitas pada *shift* kerja dihitung dengan rumus 2.9. (Sani dan Septiropa, 2014 dalam Shitcha Atat, 2015:20).

$$\text{Produktivitas crashing} = \text{Produktivitas harian normal} \times \text{Jumlah shift} \quad (9)$$

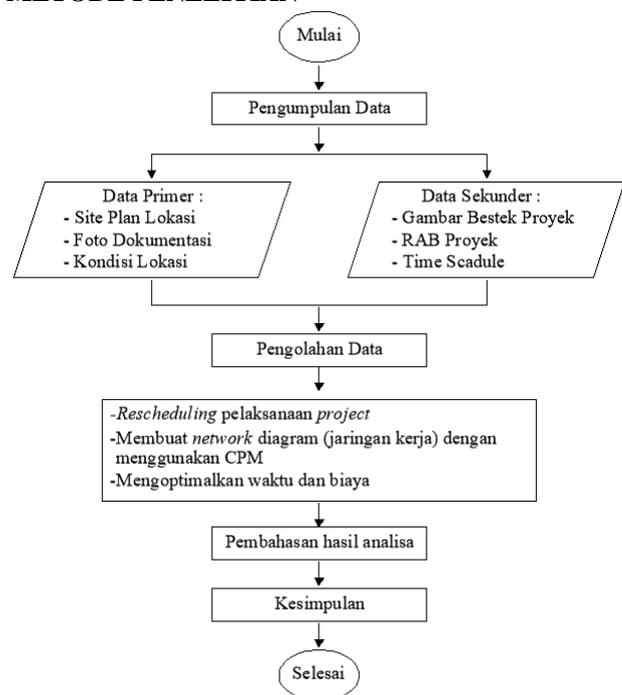
Penambahan Tenaga Kerja

Penambahan jumlah tenaga kerja akan mempengaruhi efisiensi proyek jika direncanakan dengan realistis dan memperhatikan beberapa faktor, yaitu daya tampung lokasi pekerjaan, kemudahan dan keleluasaan untuk melakukan pekerjaan, pengawasan terhadap tenaga kerja, dan keamanan kerja. Produktivitas penambahan tenaga kerja dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$\text{Produktivitas crashing} = (\text{Prod.harian normal} \times \text{Jumlah pekerja percepatan}) / (\text{Jumlah pekerja normal}) \quad (10)$$

Penelitian ini menggunakan asumsi penambahan tenaga kerja sebesar 25% dari jumlah tenaga kerja normal dengan pertimbangan luas lokasi proyek yang dikerjakan.

METODE PENELITIAN



Gambar 2. Bagan Alur Penelitian

PEMBAHASAN

Proyek yang ditinjau penelitian ini adalah Proyek Pembangunan Gedung Kantor Bank BPR Jatim Cabang Pamekasan, dengan :

Nilai Kontrak : Rp 4.874.103.713,00

Wakru Pelaksanaan : 182 hari kalender

Tanggal Pekerjaan dimulai: 5 Juni 2017

Tanggal Pekerjaan selesai : 5 Desember 2017

Tujuan dari pelaksanaan proyek adalah untuk dapat menyelesaikan pelaksanaan proyek perluasan gedung sesuai waktu dan biaya yang ditetapkan dengan tetap mempertimbangkan kualitas hasil akhirnya.

Menyusun Network Planning

Yang di maksud dengan jalur kritis pada langkah ini adalah jalur yang terdiri dari rangkaian kegiatan dalam lingkup proyek, yang apabila terlambat akan mengakibatkan keterlambatan proyek. Kegiatan pertama

yang harus dilakukan dalam pengolahan data penelitian ini yaitu membuat diagram jaringan kerja. Yang di maksud dengan jalur kritis pada langkah ini adalah jalur yang terdiri dari rangkaian kegiatan dalam lingkup proyek, yang apabila terlambat akan mengakibatkan keterlambatan proyek. Diagram jaringan kerja mempresentasikan kegiatan, nama kegiatan pendahulu, dan waktu pelaksanaan.

Urutan kegiatan dan durasi dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 1. Urutan kegiatan dan durasi

No.	URAIAN PEKERJAAN	KODE KEGIATAN	KEGIATAN SEBELUMNYA	DURASI (HARI)	JALUR KRITIS
A	BANGUNAN LANTAI 1				
I	PEKERJAAN PERSIAPAN				
1	Pekerjaan Bongkaran Gedung Lama	A		4	OK
2	Administrasi Perijinan	B		5	
3	Relokasi Bongkaran	C	A	4	
4	Pembuatan kantor sementara, dengan lantai plesteran	D	E	1	
5	Pembuatan gudang semen dan alat-alat	E	F	1	
6	Pembuatan bedeng buruh	F		1	
7	Mobilisasi dan Demobilisasi Peralatan	G		6	
8	Pembersihan Lokasi	H	C	6	
9	Uizet / Pasang Bouwplank	I		1	
II	PEKERJAAN TANAH				
1	Galian Pondasi Poor 120 x 150 cm t: 40cm	J	I	3	
2	Galian Pondasi Poor 60 x 60 cm t: 40cm	K	J	1	
3	Bor Strouse Pile	L	A	10	OK
4	Galian Pondasi Batu Kali	M	K	4	
5	Urugan Tanah Urutok Peninggian Lantai Bangunan + Pemadatan	N	AH	8	OK
6	Urugan Sirtu Padat Untuk Peninggian Lantai Bangunan	O	AH	3	
7	Pemadatan Tanah /20cm	P	AH	4	
8	Urugan Tanah kembali	R	AH	1	
9	Urugan Pasir	S	AH	2	
III	PEKERJAAN PASANGAN DAN PLESTERAN				
1	Pasang Anstamping Batu Kosongan	T	M	3	
2	Pasang Pondasi Batu Kali Tepi Batas Lahan Keliling	U	T	7	
3	Pasang Batu Merah Rollag 1:4	V	U	1	
4	Pasang Bata 1/2 bata lpe : 6ps	W	DE	7	OK
5	Plesteran Trasmir 1:4 Dinding	X	CL	2	
6	Plesteran 1:6 Dinding	Y	CL	7	OK
7	Acan	Z	Y	5	
8	Benangan Sudut	AA	Z	4	
9	Benangan Tali Air Kusen	AB	AA	2	
IV	PEKERJAAN BETON				
1	Beton Lantai Kerja t:7cm	AC	AD	1	OK
2	Strouse Pile	AD	L	15	OK
3	Beton Plat Poor 120x150 t:40cm	AE	AC	7	OK
4	Beton Plat Poor 60x60 t:40cm	AF	AC	2	
5	Beton Sloof 15x40	AG	AE	2	
6	Beton Kopel Sloof 30x40	AH	AE	8	OK
7	Beton Kolom Praktis 15x15	AI	N	1	
8	Beton Kolom 40x70	AJ	N	11	OK
9	Beton Kolom 40x40	AK	N	2	
10	Beton Balok Anak 40x60	AL	AO	8	
11	Beton Balok Anak 20X40	AM	AL	1	
12	Beton Balok Anak 30x40	AN	AM	4	
13	Beton Balok Induk 40x70	AO	AJ	10	OK
14	Plat Dag Lantai 2 t:12cm	AP	AO	20	OK
15	Beton Lisplank	AQ	W	2	
16	Beton Kanopi	AR	W	2	
17	Beton Tangga Pondasi	AS	AN	2	
18	Beton Tangga Plat Anak Tangga t:15cm	AT	AS	2	
19	Beton Plat Dag + Lisplank ATM t:12cm	AU	DE	1	
20	Beton Pagar 20x20 Depan Kiri Kanan Masuk Ke Lokasi Depan	AV	AP	1	

V	PEKERJAAN PENUTUP LANTAI DAN DINDING				
1	Paving Block t:5cm K300	AW	W	8	
2	Keramik Lantai 20x20cm Km/Wc/T. Wudhu	AX	Y	2	
3	Keramik Lantai 40x40 cm /ATM/Pos Satpam/Genset	AY	AX	1	
4	Keramik Dinding Km/Wc	AZ	AY	2	
5	Keramik Lantai Tangga Lantai 1	BA	AZ	2	
6	Keramik Lantai Shaft	BB	BA	1	
7	Keramik Lantai ATM	BC	BB	1	
VI	PEKERJAAN BESI PENGGANTUNG DAN KACA				
1	Kusen pintu jendela tipe Pj1 (terpasang)	BD	AY	1	
2	Kusen pintu jendela tipe Pj2 (terpasang)	BE	AY	1	
3	Kusen pintu tipe P1 (terpasang)	BF	BD	1	
4	Kusen pintu tipe P2 (terpasang)	BG	BE	1	
5	Pasang pintu fiber KM	BH	AX	1	
6	Railing Tangga	BI	BA	4	
7	Pagar Besi Minimalis Depan Lokasi	BK	BI	4	
8	Pasang Kusen dan Daun Pintu Lengkap Ruang Genset	BL	BG	2	
VII	PEKERJAAN PENGECATAN				
1	Cat Dinding Luar	BM	AA	5	
2	Cat Dinding Dalam	BN	AA	7	
3	Cat Beton Exposed Plat Dag Dan Balok	BO	AA	7	
VIII	PEKERJAAN SANITASI DAN INSTALASI PLUMBING				
1	Closet Duduk	BP	AX	1	
2	Wall Hung Wastafel lengkap	BQ	AX	1	
3	Kran Air Bersih	BR	AX	1	
4	Pemipaan Air Bersih Ø 3/4"	BS	BT	1	
5	Pemipaan Air Kotor Ø 3"	BT	BV	1	
6	Pemipaan Air Kotoran Ø 4"	BU	N	2	
7	Pemipaan Air Drainase Ø 6"	BV	BU	4	
8	Bak Kontrol	BW	BU	3	
9	Meja Dapur Stainless	BX	Y	1	
10	Floor Drain	BZ	AX	1	
11	Jet Pump + Rumah Pompa	CA	BR	1	
12	Septictank Komunal	CB	N	3	
13	Resapan	CC	CB	3	
IX	PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK DAN PENERANGAN				
1	Pemasangan titik lampu XL 23 Watt	CD	Y	3	
2	Panel Sub Distribusi	CE	CD	1	
3	Panel Distribusi	CF	CE	1	
4	Panel Induk	CG	CF	1	
III	PEKERJAAN BETON				
1	Beton Kolom 40x70	CR	AP	12	OK
2	Beton Kolom 40x40	CS	AP	3	
3	Beton Kolom 30x30	CT	AP	1	
4	Beton Kolom Praktis 15x15	CU	AP	2	
5	Beton Balok 15x30	CV	DA	1	
6	Beton Balok Kanopi 15x20	CW	W	1	
7	Plat Kanopi t:10cm	CX	CW	2	
8	Beton Tangga Plat Anak Tangga t:15cm	CY	DA	5	
9	Beton Ruang Khazanah	CZ	DE	4	
10	Beton Balok 15x30	DA	DB	1	
11	Beton Balok Anak 40x60	DB	DC	8	
12	Beton Balok Anak 30x40	DC	DD	5	
13	Beton Balok Induk 40x70	DD	CR	10	OK
14	Plat Dag Lantai 3 t:12cm	DE	DD	20	OK
IV	PEKERJAAN PENUTUP LANTAI DAN DINDING				
1	Keramik Lantai Dalam Ruangan	DF	DW	5	OK
2	Keramik Lantai Teras	DG	DH	1	
3	Keramik Lantai Km/Wc	DH	DI	2	
4	Keramik Dinding Km/Wc	DI	DJ	4	
5	Keramik Lantai Tangga Lantai 1	DJ	DF	1	
V	PEKERJAAN BESI PENGGANTUNG DAN KACA DAN PLAFOND				
1	Kusen pintu tipe P2 (terpasang)	DK	DF	1	
2	Pasang pintu fiber KM	DL	DH	1	
3	Kusen pintu tipe P5 (terpasang)	DM	DK	1	
4	Kusen pintu tipe P6 (terpasang)	DN	DM	1	
5	Kusen jendela tipe j1 (terpasang)	DO	DN	1	
6	Kusen jendela tipe j2 (terpasang)	DP	DO	1	
7	Kusen jendela tipe j3 (terpasang)	DQ	DP	1	
8	Kusen jendela tipe j4 (terpasang)	DR	DQ	1	
9	Railing Tangga	DS	DJ	4	
10	Pasang Kusen Pintu Besi Brankas	DT	CZ	3	
11	Pagar Besi Minimalis Teras	DU	CN	5	
12	Finishing ACP Fasad	DV	CN	7	
13	Penutup Plafond Gybsum Board	DW	CN	4	OK
14	List Gypsum	DX	DW	2	
VI	PEKERJAAN PENGECATAN				
1	Cat Dinding Luar	DY	CO	5	
2	Cat Dinding Dalam	DZ	DF	5	OK
3	Cat Plafond	EA	DX	3	
VII	PEKERJAAN SANITASI DAN INSTALASI PLUMBING				
1	Closet Duduk	EB	DH	1	
2	Wastafel	EC	DH	1	
3	Kran Air Bersih	ED	DH	1	
4	Floor Drain	EE	DH	1	
5	Roof Drain	EF	DH	1	
6	Pemipaan Air Bersih Ø 3/4"	EG	EI	1	
7	Pemipaan Air Kotor Ø 3"	EH	CR	2	
8	Pemipaan Air Kotoran Ø 4"	EI	EH	2	
9	Standing Pipe 3"	EJ	CR	1	
10	Tandon Air @ 1MP	EK	EF	1	
VIII	PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK DAN PENERANGAN				
1	TL 40 Watt	EL	EQ	1	
2	Pemasangan titik lampu XL 23 Watt	EM	EL	1	
3	Panel Sub Distribusi	EN	ET	1	
4	Panel Distribusi	EO	EN	1	
5	Saklar	EP	EO	1	

6	Stop Kontak Dinding	EQ	EP	1	
7	Feeder dan Komisning	ER	EM	1	
8	Pekerjaan Instalasi Telephone	ES	CN	1	
9	Terminal BOX e/w LSA 1 x 10 pairs	ET	EW	1	
10	Instalasi Kabel Telepon ITC 2x2x0.6 mm ² dalam conduit PVC HI 20mm ²	EU	ES	1	
11	Pekerjaan Instalasi Data/LAN	EV	EU	2	
12	Patch Panel Cat5 8 Port / wallmount 2u	EW	EX	1	
13	Outlet Data Cat 6 e/w Modular Jack	EX	EZ	1	
14	Instalasi power wallmount, NYM 3x2,5 mm ² dalam conduit PVC HI 20mm ²	EY	EV	1	
15	Instalasi Kabel Data / LAN UTP Cable 4 Pairs (Cat 6) dalam conduit PVC HI 20mm ²	EZ	EY	2	
IX PEKERJAAN LAIN-LAIN					
1	Meja Counter	FA	DZ	3	OK
2	Finishing Interior Dinding Ruang Pelayanan	FB	FA	2	OK
C PEKERJAAN EKTERIOR LT.I & LT.II					
PEKERJAAN LANTAI II					
I. PEKERJAAN PASANGAN					
1	Pas. Partisi Gypsum 2 sisi rangka Hollow Galvanis 0,5mm	FC	DF	2	
II. PEKERJAAN KUSEN PINTU JENDELA					
1	Pas. Kusen Multiplex Lapis HPL	FD	DF	2	
2	Pas. Pintu Panil Multiplex Lapis HPL	FE	FD	1	
3	Pas. Kaca Polos 5mm	FF	FE	1	
4	Sealant	FG	FF	1	
D PEKERJAAN INTERIOR LT.II					
I PEKERJAAN LANTAI II (RUANG RAPAT)					
1	Meja Teller include granit	FH	DZ	3	
2	Meja CS	FI	DZ	2	
No. URAIAN PEKERJAAN KODE KEGIATAN KEGIATAN SEBELUMNYA DURASI (HARI) JALUR KRITIS					
3	Meja Slip	FJ	DZ	2	
4	Pas. Backdrop Teler dan CS	FK	DZ	3	
5	Pas. Backdrop ATM	FL	DZ	3	
6	Pas. Partisi Penyekat CS Multiplex Lapis HPL	FM	DZ	1	
7	Pas. Box Drop Plafond multiplex Lapis HPL	FN	DZ	1	
8	Pas. Kaca Polos Penyekat 8mm	FO	DZ	1	
9	Pas. Drop Multiplex Lapis HPL untuk Lampu sembunyi	FP	DZ	1	
10	Pas. Logo Bank BPR Jatim pada Backdrop Teller	FQ	DZ	2	
11	Pas. Logo Teller	FR	DZ	2	
12	Pas. Logo Customer Service	FS	DZ	2	
13	Pas. Partisi Dinding tinggi 84cm	FT	DZ	3	
14	Pas. Partisi Multiplex Lapis HPL pada Kolom	FU	DZ	3	
15	Pas. Liplank Multiplex Lapis HPL	FW	DZ	2	
16	Pas. Roll Blind	FX	DZ	1	
17	Pas. Backdrop Meeting	FY	DZ	2	
18	Pas. Wallpaper	FZ	DZ	1	

Sumber : Hasil Analisa, 2020

Dari *network* diagram dapat diperoleh kegiatan jalur kritis. Berikut ini adalah jalur kritis yang dapat dijadwalkan ulang :

Tabel 2. Kegiatan jalur kritis

KODE	URAIAN PEKERJAAN	VOL.	SAT.	HARGA SATUAN	JUMLAH	DURASI (HARI)
A	Pekerjaan Bongkaran Gedung Lama	311.56	m ²	Rp 72,000	Rp 22,432,320	4
L	Bor Strouse Pile	1284.00	m	Rp 147,250	Rp 189,069,000	3
N	Urugan Tanah untuk peninggian lantai bangunan + pemadatan	950.50	m ³	Rp 137,250	Rp 130,456,125	8
W	Pasang Bata 1/2 bata 1pc : 6ps	440.87	m ²	Rp 102,226	Rp 45,068,200	7
Y	Pketeran 1.6 Dinding	615.60	m ²	Rp 46,106	Rp 28,383,026	7
AC	Beton lantai kerja t7cm	5.33	m ³	Rp 938,187	Rp 5,000,537	1
AD	Strouse pile	90.71	m ³	Rp 2,779,228	Rp 252,103,772	15
AE	Beton plat poor 120x150 t: 40cm	17.28	m ³	Rp 4,261,172	Rp 73,633,052	7
AH	Beton kopel sloof 30x40	25.02	m ³	Rp 5,259,292	Rp 131,587,486	8
AJ	Beton kolom 40x70	32.93	m ³	Rp 6,838,873	Rp 225,204,088	11
AO	Beton balok induk 40x70	29.49	m ³	Rp 7,116,353	Rp 209,861,250	10
AP	Plat dak lantai 2 t:12cm	50.45	m ³	Rp 5,247,635	Rp 264,743,186	20
CL	Pasang Batu Merah 1/2 Batu 1.6	695.60	m ²	Rp 102,226	Rp 71,108,127	10
CN	Pketeran Trasram 1.4 Dinding	1065.89	m ²	Rp 48,844	Rp 52,062,544	10
CR	Beton kolom 40x70	35.28	m ³	Rp 6,838,873	Rp 241,275,439	12
DD	Beton balok induk 40x70	29.49	m ³	Rp 7,116,353	Rp 209,861,250	10
DE	Plat dak lantai 2 t:12cm	51.56	m ³	Rp 5,247,635	Rp 270,568,061	20
DF	Keramik Lantai Dalam Ruangan	403.62	m ²	Rp 189,457	Rp 76,468,634	5
DW	Penutup plafond gypsum board	428.76	m ²	Rp 132,153	Rp 56,661,920	4
DZ	Cat dinding dalam	983.17	m ²	Rp 30,464	Rp 29,951,291	5
FA	Meja Counter	13.68	m	Rp 4,500,000	Rp 61,560,000	3
FB	Finishing Interior Dinding	138.83	m ²	Rp 295,000	Rp 40,953,375	2
TOTAL						182

Sumber : Hasil Analisa, 2020

Mempercepat kurun waktu penyelesaian Proyek (*Crasing : Time and Cost Trade Off*)

Dengan mempercepat waktu ini terlihat adanya kenaikan tarif tenaga kerja langsung. Dengan mempercepat waktu ini terlihat adanya kenaikan tarif tenaga kerja langsung akibat bertambahnya waktu kerja yang berupa waktu lembur. Alasan mengapa perlu diadakannya percepatan proyek adalah terjadinya keterlambatan dan atau proyek tersebut harus segera diselesaikan sesuai kontrak yang telah disepakati. Berikut cara – cara untuk mempercepat proyek :

- 1) Menambah kerja (lembur)
- 2) Menambah jumlah pekerja
- 3) Menggunakan *shift*

Crashing dengan Penambahan Jam Kerja (Lembur)

Dalam mempercepat durasi proyek biasanya dilakukan pada pekerjaan-pekerjaan yang memiliki lintasan kritis. Karena kegiatan-kegiatan yang memberikan pengaruh besar pada proyek berada pada jalur kritis tersebut. Adapun ketentuan rencana alternatif penambahan jam kerja ini adalah sebagai berikut :

- 1) Waktu kerja normal adalah 8 jam kerja per hari (08.00 – 17.00) dengan 1 jam istirahat (12.00 – 13.00), sedangkan kerja lembur dilakukan setelah waktu kerja normal selama 3 jam per hari (18.30 – 22.30).
- 2) Menurut Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor: KEP.102/MEN/VI/ 2004 pasal 11, upah untuk jam kerja (lembur) diperhitungkan sebagai berikut:
- 3) Untuk 1 jam kerja lembur pertama, upah yang harus dibayar adalah 1,5 kali upah sejam.
- 4) Untuk setiap jam kerja berikutnya, upah yang harus dibayarkan adalah 2 kali upah sejam. Produktivitas untuk jam kerja lembur diperhitungkan sebesar 60% dari produktivitas normal.

Dalam perhitungan crashing dengan alternatif penambahan jam kerja (lembur) dilakukan pada kegiatan jalur kritis.

Contoh perhitungan *crash duration* pada pekerjaan urugan tanah untuk peninggian lantai bangunan + pemadatan:

Produktivitas Harian = Volume ÷ Durasi Normal

$$= 950,50 \text{ m}^3 \div 8$$

$$= 118,81 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Produktivitas/jam = Produktivitas Harian ÷ Jam Kerja Normal

$$= 118,81 \div 8$$

$$= 14,85 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Produktivitas sesudah *crashing* = $118,81 + (3 \times 14,85 \times 60\%)$

$$= 145,545 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Crash Duration = Volume ÷ Produktivitas sesudah *Crash*

$$= 950,50 \text{ m}^3 \div 145,545 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\approx 7 \text{ hari}$$

Contoh perhitungan *crash cost* pekerjaan urugan tanah untuk peninggian lantai bangunan + pemadatan :

Biaya Upah Tukang :

Pekerja = Rp. 60.000 / 8jam = Rp. 7.500

Tukang = Rp. 80.000 / 8jam = Rp. 10.000

Kepala Tukang = Rp. 85.000 / 8jam = Rp. 10.625

Mandor = Rp. 90.000 / 8jam = Rp. 11.250

Biaya Lembur:

Jenis Pekerja = Jumlah Pekerja × [(1,5 × gaji 1 jam upah normal) + (2 × 2 × gaji 1 jam upah normal)]

Pekerja = 28 × ((Rp. 7.500,00 × 1,5) + (Rp.7.500,00 × 2 × 2))
= Rp. 1.155.000,00

Mandor = 1 × ((Rp. 11.250,00 × 1,5) + (Rp. 11.250,00 × 2 × 2))
= Rp. 61.875,00

Total Biaya lembur = Rp. 1.155.000,00 + Rp. 61.875,00
= Rp. 1.216.875,00

Crash Cost = Biaya pekerjaan + (Total biaya lembur × Crash Duration)
= Rp. 130.456.125,00 + (Rp. 1.216.875,00 × 7)
= Rp. 138.974.250,00

Contoh perhitungan *cost slope* pada pekerjaan urugan tanah untuk peninggian lantai bangunan + pemadatan :

$$\text{Cost Slope} = \frac{\text{Crash Cost} - \text{Normal Cost}}{\text{Durasi Normal} - \text{Crash Duration}}$$

$$= \frac{\text{Rp. 138.974.250,00} - \text{Rp. 130.456.125,00}}{8 - 7}$$

$$= \text{Rp. 8.518.125,00}$$

Tabel 3. Hasil perhitungan Cost Slope pada alternatif penambahan jam kerja (Lembur)

KODE	URAIAN PEKERJAAN	DURASI (HARI)	NORMAL COST	CRASH DURATION (HARI)	CRASH COST	COST SLOPE
A	Pekerjaan Bongkaran Gedung Lama	4	Rp 22.432,320	3	Rp 24.845,445	Rp 2.413,125
L	Bor Strouse Pile	3	Rp 189.069,000	2	Rp 189.990,250	Rp 921,250
N	Urugan Tanah untuk peninggian lantai bangunan + pemadatan	8	Rp 130.456,125	7	Rp 138.974,250	Rp 8.518,125
W	Pasang Bata 1/2 bata 1pc : 6ps	7	Rp 45.068,200	6	Rp 52.390,075	Rp 7.321,875
Y	Plesteran 1:6 Dinding	7	Rp 28.383,026	6	Rp 36.034,901	Rp 7.651,875
AC	Beton lantai kerja t:7cm	1	Rp 5.000,537	1		
AD	Strouse pile	15	Rp 252.103,772	13	Rp 274.402,834	Rp 11.149,531
AE	Beton plat poor 120x150 t: 40cm	7	Rp 73.633,052	6	Rp 80.212,427	Rp 6.579,375
AH	Beton kopel sloof 30x40	8	Rp 131.587,486	7	Rp 141.188,423	Rp 9.600,938
AJ	Beton kolom 40x70	11	Rp 225.204,088	10	Rp 238.919,713	Rp 13.715,625
AO	Beton balok induk 40x70	10	Rp 209.861,250	9	Rp 222.205,312	Rp 12.344,063
AP	Plat dak lantai 2 t:12cm	20	Rp 264.743,186	19	Rp 290.802,873	Rp 26.059,688
CL	Pasang Batu Merah 1/2 Batu 1:6	10	Rp 71.108,127	9	Rp 82.090,940	Rp 10.982,813
CN	Plesteran Trasram 1:4 Dinding	10	Rp 52.062,544	9	Rp 63.540,357	Rp 11.477,813
CR	Beton kolom 40x70	12	Rp 241.275,439	11	Rp 256.362,627	Rp 15.087,188
DD	Beton balok induk 40x70	10	Rp 209.861,250	9	Rp 222.205,312	Rp 12.344,063
DE	Plat dak lantai 2 t:12cm	20	Rp 270.568,061	19	Rp 296.627,748	Rp 26.059,688
DF	Keramik Lantai Dalam Ruang	5	Rp 76.468,634	4	Rp 82.449,884	Rp 5.981,250
DW	Penutup plafond gypsum board	4	Rp 56.661,920	3	Rp 59.910,358	Rp 3.248,438
DZ	Cat dinding dalam	5	Rp 29.951,291	4	Rp 34.557,541	Rp 4.606,250
FA	Meja Counter	3	Rp 61.560,000	2	Rp 63.780,625	Rp 2.220,625
FB	Finishing Interior Dinding Ruang Pelayanan	2	Rp 40.953,375	2		
TOTAL		182		161		Rp 198.283,594

Sumber : Hasil Analisa 2020

Hasil dari perhitungan diatas dapat diketahui biaya proyek sebagai berikut :

Keuntungan Kontraktor 10 %

$$= \text{Total biaya} \times 10\%$$

$$= \text{Rp. 4.874.103.713,96} \times 10\%$$

$$= \text{Rp. 487.410.371,39}$$

Rencana anggaran proyek

$$= \text{Total biaya} - \text{keuntungan kontraktor 10\%}$$

$$= \text{Rp. 4.874.103.713,96} - \text{Rp. 487.410.371,39}$$

$$= \text{Rp. 4.386.693.343,56}$$

Keuntungan kontraktor setelah percepatan

$$= \text{Keuntungan Kontraktor 10\%} - \text{Total Cost Slope}$$

$$= \text{Rp. 487.410.371,39} - \text{Rp. 198.283.594,00}$$

$$= \text{Rp. 289.126.777,65}$$

Biaya proyek dengan penambahan tenaga kerja

$$= \text{Rencana anggaran proyek} + \text{Total Cost Slope}$$

$$= \text{Rp. 4.386.693.343,56} + \text{Rp. 198.283.594,00}$$

$$= \text{Rp. 4.584.976.936,31}$$

Crashing dengan Penambahan Shift Kerja

Pekerjaan dipercepat dengan alternatif *shift* kerja dilakukan pada pekerjaan struktur kontruksi beton lantai 2, hal ini dilakukan karena mengingat durasi waktu dipercepat menjadi 161 hari saja, maka tidak perlu dipercepat untuk semua kegiatan jalur kritis.

Berikut contoh pekerjaan Beton kolom 40x70 untuk alternatif *shift* kerja:

$$\text{Produktivitas Harian} = \text{Volume} \div \text{Durasi Normal}$$

$$= 35,28 \text{ m}^3 \div 12$$

$$= 2,94 \text{ m}^3 / \text{hari}$$

$$\text{Produktivitas sesudah crashing} = \text{Prod. Harian Normal} \times \text{Jumlah Shift}$$

$$= 2,94 \times 2$$

$$= 5,88 \text{ m}^3 / \text{hari}$$

$$\text{Crash Duration} = \text{Volume} \div \text{Produktivitas sesudah crash}$$

$$= 35,28 \text{ m}^3 \div 5,88 \approx 6 \text{ hari}$$

Contoh perhitungan *crash cost* pekerjaan Beton kolom 40x70 :

Pekerja = Rp. 60.000,00/ hari
 Tukang = Rp. 80.000,00/ hari
 Kepala Tukang = Rp. 85.000,00/ hari
 Mandor = Rp. 90.000,00/ hari
 Shift Pertama = Jumlah Pekerja × Gaji Pekerja per hari
 Pekerja = 17 × Rp. 60.000,00 = Rp. 1.020.000,00
 Tukang = 10 × Rp. 80.000,00 = Rp. 800.000,00
 Kepala Tukang = 1 × Rp. 85.000,00 = Rp. 85.000,00
 Mandor = 1 × Rp. 90.000,00 = Rp. 90.000,00
 Shift Kedua = Jumlah Pekerja × Gaji Pekerja per hari
 Pekerja = 17 × Rp. 60.000,00 = Rp. 1.020.000,00
 Tukang = 10 × Rp. 80.000,00 = Rp. 800.000,00
 Kepala Tukang = 1 × Rp. 85.000,00 = Rp. 85.000,00
 Mandor = 1 × Rp. 90.000,00 = Rp. 90.000,00

Total Biaya *shift* kerja

$$= \text{Rp. 1.020.000,00} + \text{Rp. 800.000,00} + \text{Rp. 85.000,00} + \text{Rp. 90.000,00} + \text{Rp. 1.020.000,00} + \text{Rp. 800.000,00} + \text{Rp. 85.000,00} + \text{Rp. 90.000,00} = \text{Rp. 3.990.000,00}$$

Crash Cost = Biaya pekerjaan + (Total biaya shift kerja × Crash Duration)

$$= \text{Rp. 225.204.088,00} + (\text{Rp. 3.990.000,00} \times 6)$$

$$= \text{Rp. 265.251.439,44}$$

Contoh perhitungan *cost slope* pada pekerjaan beton kolom 40x70 :

$$\text{Cost Slope} = \frac{\text{Crash Cost} - \text{Normal Cost}}{\text{Durasi Normal} - \text{Crash Duration}}$$

$$= \frac{\text{Rp. 265.251.439,00} - \text{Rp. 225.204.088,00}}{12 - 6}$$

$$= \text{Rp. 3.996.000,00}$$

Tabel 4. Hasil perhitungan Cost Slope pada alternatif shift kerja

KODE	URAIAN PEKERJAAN	DURASI (HARI)	NORMAL COST	CRASH DURATION (HARI)	CRASH COST	COST SLOPE
A	Pekerjaan Bongkaran Gedung Lama	4	Rp 22,432,320	4	Rp -	
L	Bor Strouse Pile	3	Rp 189,069,000	3	Rp -	
N	Urugan Tanah untuk peninggian lantai bangunan + pemadatan	8	Rp 130,456,125	8	Rp -	
W	Pasang Bata 1/2 bata 1pc : 6ps	7	Rp 45,068,200	7	Rp -	
Y	Plesteran 1/6 Dinding	7	Rp 28,383,026	7	Rp -	
AC	Beton lantai kerja t7cm	1	Rp 5,000,537	1	Rp -	
AD	Strouse pile	15	Rp 252,103,772	15	Rp -	
AE	Beton plat poor 120x150 t:40cm	7	Rp 73,633,052	7	Rp -	
AH	Beton kopel shoof 30x40	8	Rp 131,587,486	8	Rp -	
AJ	Beton kolom 40x70	11	Rp 225,204,088	11	Rp -	
AO	Beton balok induk 40x70	10	Rp 209,861,250	10	Rp -	
AP	Plat dak lantai 2 t12cm	20	Rp 264,743,186	20	Rp -	
CL	Pasang Batu Merah 1/2 Batu 1/6	10	Rp 71,108,127	10	Rp -	
CN	Plesteran Trasram 1/4 Dinding	10	Rp 52,062,544	10	Rp -	
CR	Beton kolom 40x70	12	Rp 241,275,439	6	Rp 265,251,439,44	Rp 3,996,000
DD	Beton balok induk 40x70	10	Rp 209,861,250	5	Rp 229,841,249,97	Rp 3,996,000
DE	Plat dak lantai 2 t12cm	20	Rp 270,568,061	10	Rp 310,528,060,60	Rp 3,996,000
DF	Keramik Lantai Dalam Ruangan	5	Rp 76,468,634	5	Rp -	
DW	Penutup plafond gypsum board	4	Rp 56,661,920	4	Rp -	
DZ	Cat dinding dalam	5	Rp 29,951,291	5	Rp -	
FA	Meja Counter	3	Rp 61,560,000	3	Rp -	
FB	Finishing Interior Dinding Ruang Pelayanan	2	Rp 40,953,375	2	Rp -	
TOTAL		182		161		Rp 11,988,000

Sumber : Hasil Analisa 2020

Hasil dari perhitungan diatas dapat diketahui biaya proyek sebagai berikut :

Keuntungan Kontraktor 10 %

$$= \text{Total biaya} \times 10\%$$

$$= \text{Rp. } 4.874.103.713,96 \times 10\%$$

$$= \text{Rp. } 487.410.371,39$$

Rencana anggaran proyek

$$= \text{Total biaya} - \text{keuntungan } 10\%$$

$$= \text{Rp. } 4.874.103.713,96 - \text{Rp. } 487.410.371,39$$

$$= \text{Rp. } 4.386.693.343,56$$

Keuntungan kontraktor setelah percepatan

$$= \text{Keuntungan Kontraktor } 10\% - \text{Total Cost Slope}$$

$$= \text{Rp. } 487.410.371,39 - \text{Rp. } 11.988.000,00$$

$$= \text{Rp. } 475.422.371,40$$

Biaya proyek dengan penambahan tenaga kerja

$$= \text{Rencana anggaran proyek} + \text{Total Cost Slope}$$

$$= \text{Rp. } 4.386.693.343,56 + \text{Rp. } 11.988.000,00$$

$$= \text{Rp. } 4.398.681.342,56$$

Crashing dengan Penambahan Tenaga Kerja

Percepatan dengan penambahan tenaga kerja dilakukan kegiatan pembetonan pada jalur kritis, hal ini dilakukan karena mengingat durasi waktu dipercepat menjadi 161 hari saja, maka tidak perlu dipercepat untuk semua kegiatan jalur kritis.

Berikut contoh pekerjaan beton kolom 40x70 untuk penambahan tenaga kerja :

Produktivitas Harian = Volume ÷ Durasi Normal

$$= 32,93 \text{ m}^3 \div 11$$

$$= 2,99 \text{ m}^3 / \text{hari}$$

Produktivitas sesudah crashing = Prod. Harian Normal × (total pekerja normal + total penambahan 25%) ÷ (total pekerja normal)

$$= 2,99 \text{ m}^3 \times ((29 \times 25\%) / 29)$$

$$= 3,71 \text{ m}^3 / \text{hari}$$

$$\text{Crash Duration} = \text{Volume} \div \text{Produktivitas sesudah crash}$$

$$= 32,93 \text{ m}^3 \div 3,71 \approx 9 \text{ hari}$$

Contoh perhitungan crash cost pekerjaan beton kolom 40x70 untuk penambahan tenaga kerja:

$$\text{Pekerja} = \text{Rp. } 60.000,00 / \text{hari}$$

$$\text{Tukang} = \text{Rp. } 80.000,00 / \text{hari}$$

$$\text{Kepala Tukang} = \text{Rp. } 85.000,00 / \text{hari}$$

$$\text{Mandor} = \text{Rp. } 90.000,00 / \text{hari}$$

Total penambahan upah = Jumlah penambahan Pekerja × Gaji Pekerja per hari

$$\text{Pekerja} = 4 \times \text{Rp. } 60.000,00 = \text{Rp. } 240.000,00$$

$$\text{Tukang besi} = 1 \times \text{Rp. } 80.000,00 = \text{Rp. } 80.000,00$$

$$\text{Tukang kayu} = 1 \times \text{Rp. } 80.000,00 = \text{Rp. } 80.000,00$$

$$\text{Tukang batu} = 1 \times \text{Rp. } 80.000,00 = \text{Rp. } 80.000,00$$

Total Biaya penambahan tenaga kerja :

$$= \text{Rp. } 240.000,00 + \text{Rp. } 80.000,00 + \text{Rp. } 80.000,00$$

$$+ \text{Rp. } 80.000,00 = \text{Rp. } 480.000,00$$

Crash Cost = Biaya pekerjaan + (Total penambahan upah × Crash Duration)

$$= \text{Rp. } 209.861.250,00 + (\text{Rp. } 480.000,00 \times 9)$$

$$= \text{Rp. } 229.524.088,00$$

Contoh perhitungan cost slope pada pekerjaan beton kolom 40x70 untuk penambahan tenaga kerja:

$$\text{Cost Slope} = \frac{\text{Crash Cost} - \text{Normal Cost}}{\text{Durasi Normal} - \text{Crash Duration}}$$

$$= \frac{\text{Rp. } 209.861.250,00 - \text{Rp. } 229.524.088,00}{11 - 9}$$

$$= \frac{\text{Rp. } 209.861.250,00 - \text{Rp. } 229.524.088,00}{11 - 9}$$

$$= \text{Rp. } 1.920.000,00$$

Tabel 5. Hasil perhitungan Cost Slope pada alternatif penambahan tenaga kerja

KODE	URAIAN PEKERJAAN	DURASI (HARI)	NORMAL COST	CRASH DURATION (HARI)	CRASH COST	COST SLOPE
A	Pekerjaan Bongkaran Gedung Lama	4	Rp 22,432,320	4		
L	Bor Strouse Pile	3	Rp 189,069,000	3		
N	Urugan Tanah untuk peninggian lantai bangunan + pemadatan	8	Rp 130,456,125	8		
W	Pasang Bata 1/2 bata 1pc : 6ps	7	Rp 45,068,200	7		
Y	Plesteran 1/6 Dinding	7	Rp 28,383,026	7		
AC	Beton lantai kerja t7cm	1	Rp 5,000,537	1		
AD	Strouse pile	15	Rp 252,103,772	12	Rp 259,303,772	Rp 2,400,000
AE	Beton plat poor 120x150 t:40cm	7	Rp 73,633,052	6	Rp 76,033,052	Rp 2,400,000
AH	Beton kopel shoof 30x40	8	Rp 131,587,486	7	Rp 134,947,486	Rp 3,360,000
AJ	Beton kolom 40x70	11	Rp 225,204,088	9	Rp 229,524,088	Rp 2,160,000
AO	Beton balok induk 40x70	10	Rp 209,861,250	8	Rp 213,701,250	Rp 1,920,000
AP	Plat dak lantai 2 t12cm	20	Rp 264,743,186	16	Rp 272,423,186	Rp 1,920,000
CL	Pasang Batu Merah 1/2 Batu 1/6	10	Rp 71,108,127	10		
CN	Plesteran Trasram 1/4 Dinding	10	Rp 52,062,544	10		
CR	Beton kolom 40x70	12	Rp 241,275,439	10	Rp 246,075,439	Rp 2,400,000
DD	Beton balok induk 40x70	10	Rp 209,861,250	8	Rp 213,701,250	Rp 1,920,000
DE	Plat dak lantai 2 t12cm	20	Rp 270,568,061	16	Rp 278,248,061	Rp 1,920,000
DF	Keramik Lantai Dalam Ruangan	5	Rp 76,468,634	5		
DW	Penutup plafond gypsum board	4	Rp 56,661,920	4		
DZ	Cat dinding dalam	5	Rp 29,951,291	5		
FA	Meja Counter	3	Rp 61,560,000	3		
FB	Finishing Interior Dinding Ruang Pelayanan	2	Rp 40,953,375	2		
TOTAL		182		161		Rp 20,400,000

Sumber : Hasil Analisa 2020

Hasil dari perhitungan diatas dapat diketahui biaya proyek sebagai berikut :

Keuntungan Kontraktor 10 %

$$= \text{Total biaya} \times 10\%$$

$$= \text{Rp. } 4.874.103.713,96 \times 10\%$$

$$= \text{Rp. } 487.410.371,39$$

Rencana anggaran proyek

- = Total biaya - keuntungan kontraktor 10 %
- = Rp. 4.874.103.713,96 - Rp. 487.410.371,39
- = Rp. 4.386.693.343,56

Keuntungan kontraktor setelah percepatan

- = Keuntungan Kontraktor 10% - Total Cost Slope
- = Rp. 487.410.371,39 - Rp. 20.400.000,00
- = Rp. 467.010.371,40

Biaya proyek dengan penambahan tenaga kerja

- = Rencana anggaran proyek + Total Cost Slope
- = Rp. 4.386.693.343,56 + Rp. 11.988.000,00
- = Rp. 4.407.093.342,56

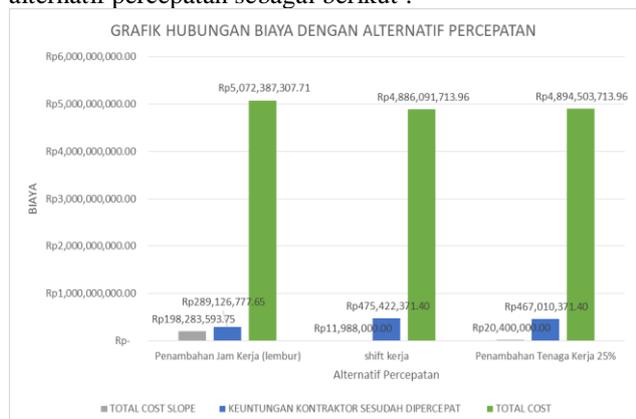
Setelah total cost slope semua alternatif diperoleh maka dapat dibuat tabel rekapitulasi biaya.

Tabel 6. Rekapitulasi biaya pada alternatif percepatan.

ALTERNATIF PERCEPATAN	DURASI		TOTAL COST SLOPE	KEUNTUNGAN KONTRAKTOR SESUDAH DIPERCEPAT	TOTAL COST BIAYA PROYEK + TOTAL COST SLOPE
	DURASI NORMAL (HARI)	CRASH DURATION (HARI)			
Penambahan Jam Kerja (lembur)	182	161	Rp 198.283.593.75	Rp 289.126.777.65	Rp 5.072.387.307.71
shift kerja	182	161	Rp 11.988.000.00	Rp 475.422.371.40	Rp 4.886.091.713.96
Penambahan Tenaga Kerja 25%	182	161	Rp 20.400.000.00	Rp 467.010.371.40	Rp 4.894.503.713.96

Sumber : Hasil Analisa 2020

Dari hasil perhitungan biaya yang ditampilkan pada semua alternatif percepatan dapat dilihat bahwa proses *crashing* yang dilakukan menghasilkan kenaikan pada biaya langsung dan penurunan pada keuntungan kontraktor. Selanjutnya hasil perhitungan biaya ditampilkan ke dalam grafik hubungan biaya dengan alternatif percepatan sebagai berikut :



Gambar 3. Grafik hubungan biaya dengan alternatif percepatan

Sumber : Hasil Analisa 2020

Dari grafik diatas dapat ditentukan bahwa ketiga alternatif mempunyai durasi yang sama yakni 161 hari tetapi mempunyai penambahan biaya yang berbeda tiap alternatif. Dari ketiga alternatif percepatan yang paling optimum adalah alternatif *shift* kerja dengan total *cost slope* sebesar Rp. 11.988.000,00 dan biaya total *cost* sebesar Rp. 4.888.091.713,96. Dan untuk alternatif yang mempunyai biaya paling besar adalah alternatif penambahan jam kerja (lembur) dengan biaya total *cost slope* Rp. 198.283.593,75 dan biaya total *cost* sebesar Rp. 5.072.387.307,71.

PENUTUP

Berdasarkan hasil analisa untuk mempercepat waktu pelaksanaan Proyek Pembangunan Bank BPR Jatim Cabang Pamekasan selama 161 hari kalender (23 minggu),

dapat dipercepat 21 hari dari perencanaan semula 182 hari kalender (26 minggu). Untuk kegiatan jalur kritis pada Proyek Pembangunan Bank BPR Jatim Cabang Pamekasan adalah kegiatan A, L, N, W, Y, AC, AD, AE, AH, AJ, AO, AP, CL, CN, CR, DD, DE, DF, DW, DZ, FA, dan FB.

Proyek Pembangunan Gedung Kantor Bank BPR Jatim Cabang Pamekasan memiliki biaya total *cost* normal sebesar Rp 4.874.103.713,56 dan dilakukan percepatan menggunakan 3 alternatif. Pada alternatif penambahan jam kerja (lembur) diperlukan 20 kali *crashing* dengan durasi proyek menjadi 161 hari diperoleh biaya untuk mempercepat proyek (*cost slope*) sebesar Rp 198.283.593,75 atau 4% sehingga biaya total *cost* sebesar Rp 5.072.387.307,71. Pada alternatif *shift* kerja diperlukan 3 kali *crashing* dengan durasi proyek menjadi 161 hari diperoleh biaya untuk mempercepat proyek (*cost slope*) sebesar Rp 11.988.000,00 atau 0,24% sehingga biaya total *cost* sebesar Rp 4.886.091.713,96. Pada alternatif penambahan tenaga kerja 25% diperlukan 9 kali *crashing* dengan durasi proyek menjadi 161 hari diperoleh biaya untuk mempercepat proyek (*cost slope*) sebesar Rp 20.400.000,00 atau 0,42% sehingga biaya total *cost* sebesar Rp 4.894.503.713,96.

Dari ketiga alternatif percepatan diperoleh yang paling efisien yaitu alternatif *shift* kerja diperoleh waktu percepatan 161 hari atau 23 minggu dengan biaya untuk mempercepat proyek (*cost slope*) sebesar Rp 11.988.000,00 atau 0,24% sehingga biaya total *cost* sebesar Rp 4.886.091.713,96.

Berdasarkan analisa yang sudah dilakukan dalam merencanakan waktu dan biaya masih banyak hal yang harus diperhatikan seperti kesiapan alat, kondisi tenaga kerja dan faktor cuaca, maka dari itu dengan menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM) jika memperhatikan hal diatas akan mendapatkan hasil yang optimal. Kegiatan pada jalur kritis perlu diberi perhatian, pengawasan dan rutin melakukan pengecekan untuk mengurangi resiko keterlambatan suatu proyek Untuk penelitian selanjutnya dapat digunakan metode dan alternatif lain dalam melakukan percepatan proyek

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kepada Kusnul Yakin, MT, Maulidya Octaviani B.,ST,M.MT, dan Wisnu Abiarto N, ST, MMT yang telah membimbing dan memberi arahan serta masukan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Agung, H. 2015. Analisa Pengendalian Manajemen Waktu dan Biaya Proyek Pembangunan Hotel dengan *Network CPM* (Studi Kasus : Batiqa Hotel Palembang). Skripsi. Tidak Diterbitkan. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah : Surakarta.

Dipohusodo, Istimawan,1996, Manajemen Proyek dan Konstruksi, Jilid 1,2 Kanisius, Yogyakarta

Elmaghraby, S. 1977, Activity Network. Wiley, New York, USA.

Djojowirono, S. 2000. Manajemen Konstruksi I Yogyakarta : Biro Penerbit KMTS Universitas Gajah Mada.

- Ervianto, W. I. 2002. *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta : Andi.
- Lay, M E D R. 2016. Analisa Pengendalian Proyek dengan Menggunakan Metode Nilai Hasil (Studi Kasus Gedung Kuliah Mipa Center Tahap 1 Universitas Brawijaya Malang). Skripsi. Fakultas Teknik dan Perencanaan. Institut Teknologi Nasional : Malang.
- Pebriani, N F. 2018, Analisa Kinerja Waktu dan Biaya dengan Metode *Earned Value Earned Value Analysis* (Studi Kasus Bangunan Gedung Auditorium IAIN Samarinda). Skripsi. Fakultas Teknik. Universitas 17 Agustus 1945 : Samarinda.
- Polii, Rovel Brando, dan D. R. O. Walangitan, Jermias Tjakra. 2017. Sistem Pengendalian Waktu Dengan Critical Path Method (CPM) Pada Proyek Kontruksi. *Teknik Sipil*, V(6), 363-371.
- Prayogi, A D. 2015. Percepatan Penjadwalan dan Waktu pada Bangunan Gedung dengan Menggunakan Metode *Critical Path Method (CPM)* dan Program *Evaluation Review Technique (PERT)* (Studi Kasus Proyek Bangunan Gedung Mall Dinoyo City Malang). Skripsi. Fakultas Teknik dan Perencanaan. Institut Teknologi Nasional : Malang.
- Soeharto, I. 1999. *Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional)*. Jilid satu. Jakarta : Erlangga.
- Soekoto, I. 1995. *Pengendalian Pelaksanaan Kostruksi (Construction Management)*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.
- Syah, M. S. 2004. *Manajemen Proyek Kiat Sukses Mengelola Proyek*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.
- Widiasanti, I., & Lenggogeni. 2013. *Manajemen Konstruksi*. Bandung : PT Remaja Rosdakarya.