



ANALISIS PERBANDINGAN ANTARA PENGGUNAAN METODE FAST TRACK DAN CRITICAL PATH METHOD (CPM) DALAM PERCEPATAN PROYEK KONSTRUKSI (STUDI KASUS: GEDUNG BERSAMA DI BALAI KOTA MALANG)

Amanda Lestari¹, Made Wena² dan Nemesius Bambang Revantoro³

¹Departemen Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang

²Departemen Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang

³Departemen Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang

Amanda Lestari, E-mail: amanda.lestari.1705236@students.um.ac.id

Made Wena, email: made.wena.ft@um.ac.id

Nemesius Bambang Revantoro, email: nemesius.bambang.ft@um.ac.id

Abstrak

Pemilihan metode percepatan konstruksi berperan penting untuk mempersingkat waktu pelaksanaan konstruksi. Pemilihan metode percepatan proyek ini ditujukan untuk mengendalikan kendala-kendala yang terjadi agar proyek dapat terselesaikan tepat waktu. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis berapakah percepatan waktu pada proyek Gedung Bersama yang memiliki keterlambatan -9,44% yang berdampak pada membengkaknya biaya operasional sebesar Rp4.288.752.196 dan harus membayar denda 1/mil atau sekitar Rp45.431.697/hari menggunakan metode Fast Track dan CPM sehingga diketahui perbedaan durasi percepatan dari kedua metode yang digunakan. Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif kuantitatif. Data penelitian terdiri dari data primer dan data sekunder. Tahapan dari penelitian ini adalah dimulai dengan studi literatur, kemudian pengumpulan data primer berupa Kurva S (time schedule), RAB, AHSP, dan laporan mingguan dan data sekunder berupa penelitian-penelitian terdahulu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa percepatan menggunakan metode Fast track menghasilkan durasi pengerjaan selama 142 hari sedangkan metode Critical Path Method menghasilkan durasi selama 144 hari. Sehingga terdapat perbedaan antara penggunaan dua metode tersebut untuk simulasi percepatan proyek Pembangunan Gedung Bersama di Balai Kota Malang yaitu metode Fast Track disimulasikan dapat selesai 2 (dua) hari lebih cepat dari durasi sisa dan metode CPM dapat selesai tepat sesuai durasi sisa yaitu 144 hari kerja.

Kata kunci: Metode percepatan; konstruksi; *fast track*, CPM; waktu

1. Pendahuluan

Sesuai dengan pernyataan Abdul (2016) pesatnya pembangunan fisik atau infrastruktur memicu mulai berkembangnya banyak perusahaan yang bekerja menjadi pelaksana dan juga perencana pembangunan. Kenyataan yang terjadi di lapangan, penggarapan pekerjaan proyek konstruksi kerap kali memperoleh hambatan baik yang telah diperhitungkan dan/ hambatan di luar perhitungan perencana (Sudarsono, dkk., 2017). Oleh karenanya diperlukan adanya pengendalian pada pekerjaan, sehingga proyek dapat terselesaikan dengan baik. Terbatasnya waktu dan dana yang dimiliki maka, diharapkan perencanaan yang baik serta matang sebelum proyek dilaksanakan. Kualitas pekerjaan dan pengelolaan proyek harus diperhatikan dengan cermat agar proyek dapat diselesaikan sesuai dengan planning durasi waktu dan anggaran biaya yang sudah direncanakan.

Beberapa alat bantu yang sudah tersedia saat ini antara lain menggunakan Fast Track dan Critical Path Method (CPM). Dalam metode ini durasi dan kesiapan sumber daya sangat

diperhitungkan juga dirinci mendetail. Perubahan durasi dan jumlah sumber daya yang didapatka dari data kurva S, laporan mingguan dan RAB ini sangat berpengaruh terhadap total biaya yang akan dihasilkan. Kedua metode ini dipilih karena memiliki keistimewaan dan perbedaan pada setiap metodenya. Fast Track memiliki keistimewaan yaitu dapat mempercepat durasi proyek konstruksi menjadi lebih singkat dengan cara menumpang tindihkan pekerjaan pada lintasan kritis sedangkan Critical Path Method (CPM) menekankan tepat biaya yang digunakan sehingga waktu dapat dipercepat dengan penambahan tenaga kerja dan jam lembur.

Terdapat beberapa faktor penentu yang digunakan untuk menentukan perencanaan penjadwalan proyek konstruksi yang baik khususnya ditujukan bagi estimator schedule yaitu keteraturan sistematis serta runtun pada tahapan perencanaan, kemampuan estimasi lama durasi pelaksanaan suatu item pekerjaan (Theongsal, 2016). Untuk mempercepat perkembangan pembangunan proyek konstruksi diperlukan upaya percepatan durasi proyek. Sehingga perlu analisa pengendalian waktu dalam menyelesaikan proyek konstruksi tersebut.

Penelitian ini merupakan simulasi perhitungan yang dilakukan pada proyek pembangunan Gedung Bersama di Balai Kota Malang dikarenakan proyek tersebut telah rampung dan disahkan pada Januari 2021 lalu. Pembangunan proyek tersebut telah mengalami keterlambatan pelaksanaan sejak awal pengerjaan dan memiliki keterlambatan cukup besar yaitu -9,44% yang menyebabkan Pejabat Pembuat Komitmen (PPK) merasa tidak nyaman dengan persentase keterlambatan tersebut. Oleh karenanya PPK membuat keputusan keterlambatan sebesar -9,44% tersebut sudah harus direduce atau dipercepat.

Keterlambatan sebesar -9,44% ini mengakibatkan terlambatnya pengerjaan proyek yang juga berimbas pada membengkaknya biaya operasi lebih kurang sebesar Rp4.288.752.196. Selain mengakibatkan membengkaknya biaya, keterlambatan ini juga dapat berakibat fatal bagi pelaksana yaitu mendapatkan sanksi penalti sebesar 1/mil per hari dari nilai kontrak sesuai yang tertera di dalam ketentuan Pasal 56 ayat (2) Perpres No 16 (2018). Dimana perhitungan ini merupakan nilai denda dari nilai kontrak sebelum Pajak Pertambahan Nilai (PPN) sesuai dalam Pasal 79 ayat (4) dan (5). Sehingga nilai penalti yang harus dibayarkan oleh pihak pelaksana selain PPN sebesar 10% adalah Rp45.431.697/hari.

2. Metode

Jenis penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif yang dilakukan dengan mengumpulkan data sekunder dan literatur terkait penelitian ini. Menurut Arikunto pada Imani & Furqon (2022), penelitian deskriptif kuantitatif merupakan metode yang digunakan untuk membuat deskripsi atau gambaran objektif tentang suatu keadaan dengan menggunakan angka melalui pengumpulan data, interpretasi data, serta tampilan dan hasil dari penelitian tersebut. Data yang digunakan dalam penelitian ini ialah data kualitatif, yaitu hasil dokumentasi yang berupa dokumen resmi berupa AHSP, Kurva S, laporan mingguan, dan RAB. Selanjutnya dilakukan suatu perhitungan untuk mendeskripsikan adakah perbedaan waktu yang dihasilkan dari kedua metode.

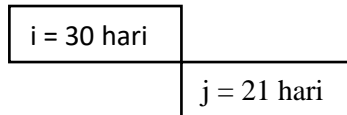
Pada penelitian ini jenis instrumen yang digunakan non test karena metode pengumpulan data yang digunakan adalah menggunakan dokumentasi untuk mendapatkan data penelitian. Data penelitian yang didapatkan berupa AHSP, Kurva S, laporan mingguan dan RAB yang kemudian divalidasi oleh pelaksana proyek.

3. Hasil

3.1. Analisis Metode Fast Track

1. Menghitung Durasi Percepatan Metode Fast Track

Setelah memiliki data jalur kritis pada penjadwalan dilakukan analisa fast track pada jalur kritis yang saling berhubungan. Percepatan durasi aktivitas pada lintasan kritis ini diikuti dengan perubahan hubungan antar aktivitas dari finish to start menjadi start to start.

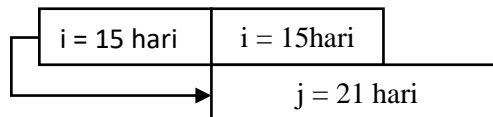


Gambar 1

Aktivitas i = Pekerjaan Struktur Lantai 1 Gedung C

Aktivitas j = Pekerjaan Struktur Lantai 2 Gedung C

Sesuai dengan ketentuannya bahwa durasi dipercepat selayaknya kurang dari 50%, oleh karena itu pada penelitian ini diasumsikan terlebih dahulu percepatan akan dilaksanakan sebesar 50%. Maka,



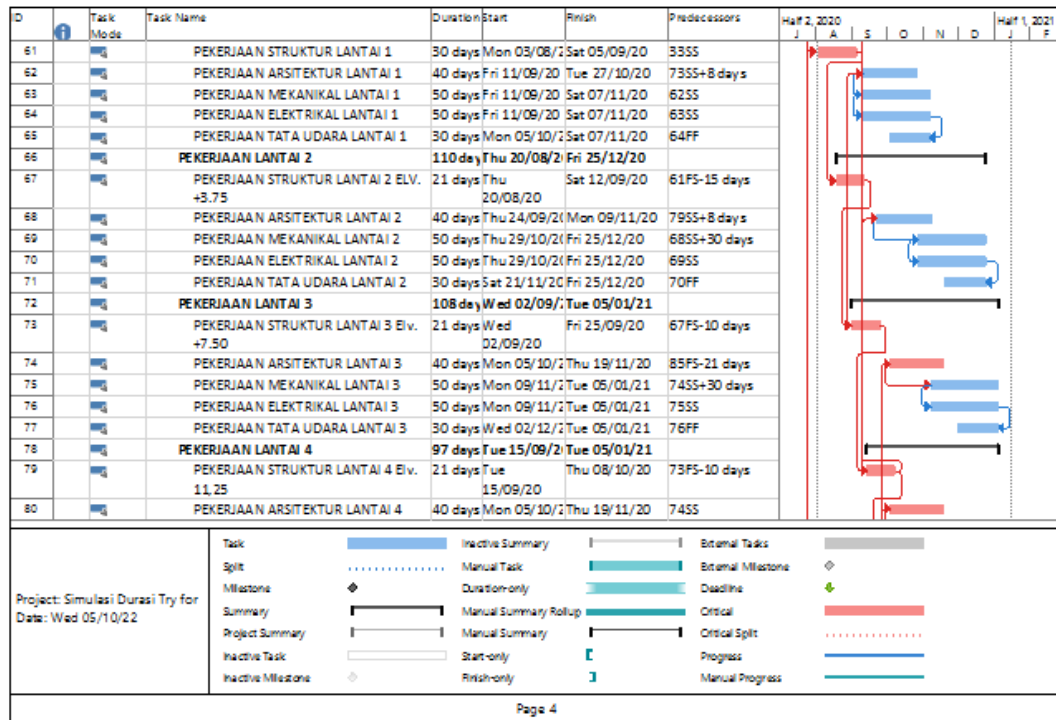
Gambar 2

Setelah melakukan *fast track* pada item pekerjaan kritis, proyek bisa selesai sesuai dengan waktu sisa yang ada dan tidak terjadi keterlambatan. Sehingga, hubungan aktivitas setelah dilakukan *fast track* dapat dilihat pada gambar 1.

Tabel 1 Hasil Percepatan Waktu Lintasan Kritis Metode Fast Track

Uraian Pekerjaan	ID	Predecessor	Predecessor	Percepatan
Pekerjaan Persiapan	2			-
Pekerjaan Gedung A				
Pekerjaan Struktur Lantai 1	5	2SS	2SS	-
Pekerjaan Gedung B				
Pekerjaan Struktur Lantai 1	33	5SS	5SS	-
Pekerjaan Gedung C/Penghubung				
Pekerjaan Struktur Lantai 1	61	33SS	33SS	-
Pekerjaan Struktur Lantai 2 Elv. +3.75	67	61	61SS+15	15 hari
Pekerjaan Struktur Lantai 3 Elv. +7.50	73	67	67SS+10	10 hari
Pekerjaan Arsitektur Lantai 3	74	85FS-10 days	85SS+21	21 hari
Pekerjaan Struktur Lantai 4 Elv. 11,25	79	73FS-10 days	73FS-10 days	-
Pekerjaan Arsitektur Lantai 4	80	74SS	74SS	-

Pekerjaan Struktur Lantai 5 Elv. 15.00	85	79	79FS-10	10 hari
Pekerjaan Arsitektur Lantai 5/Atap	86	80SS+18 days	80SS+18 days	-
Pekerjaan Mekanikal Lantai 5	87	86SS+12days	86SS+21days	21 hari
Pekerjaan Elektrikal Lantai 5	88	87SS	87SS	-
Pekerjaan Tata Udara Lantai 5	89	88FF	88FF	-



Gambar 1. Hubungan aktivitas setelah penerapan fast track

2. Menghitung Kebutuhan Tenaga Kerja

Tabel 2. Perhitungan Kebutuhan Tenaga Kerja

Live and Applied Science, Volume 3

Nama Aktivitas	Volume	Durasi Normal (hari)	Produktivitas Grup Pekerja Per Hari	Pekerja (or/hr)	Tukang (or/hr)	K.Tukang (or/hr)	Mandor (or/hr)	Total
Pekerjaan Struktur Lantai 1 Gedung C/Penghubung	11.784,03	30	392,80	40	20	1	1	62
Pekerjaan Struktur Lantai 2 Gedung C/Penghubung	11.562,96	21	550,62	56	28	1	1	86
Pekerjaan Struktur Lantai 4 Gedung C/Penghubung	10.590,63	21	504,32	51	26	1	1	79
Pekerjaan Struktur Lantai 5 Gedung C/Penghubung	16.822,71	40	420,57	63	32	1	1	97
Pekerjaan Arsitektur Lantai 5 Gedung C/Penghubung	2.600,81	40	65,02	23	9	9	1	42

3.2. Perubahan Kebutuhan Tenaga Kerja di Lapangan

Tabel 3. Total Kebutuhan Penambahan Tenaga Kerja

No	Uraian Pekerjaan	Kebutuhan Pekerja (org)	Pengalihan Pekerja (org)	Penambahan (org)	Durasi (hari)
1	Pekerjaan Struktur Lantai 1 Gedung C/Penghubung	62	30		
2	Pekerjaan Struktur Lantai 2 Gedung C/Penghubung	86		20	15
3	Pekerjaan Struktur Lantai 4 Gedung C/Penghubung	79	-	-	
4	Pekerjaan Struktur Lantai 5 Gedung C/Penghubung	97	30	20	10
5	Pekerjaan Arsitektur Lantai 5 Gedung C/Penghubung	42	-	-	
Total Kebutuhan Penambahan Pekerja				40	25

1. Biaya Penjadwalan setelah Rescheduling Fast Track

Tabel 4. Total Penambahan Biaya Metode Fast Track

No	Jenis Percepatan	Nominal
1	Penambahan zat aditif	Rp 23,247,000.00
2	Tambahan Tenaga Kerja	Rp 90,000,000.00
3	Penambahan Jam Lembur	Rp 180,000,000.00
Total		Rp 293,247,000.00

3.3. Analisis Metode Critical Path Method (CPM)

1. Perhitungan Waktu Percepatan

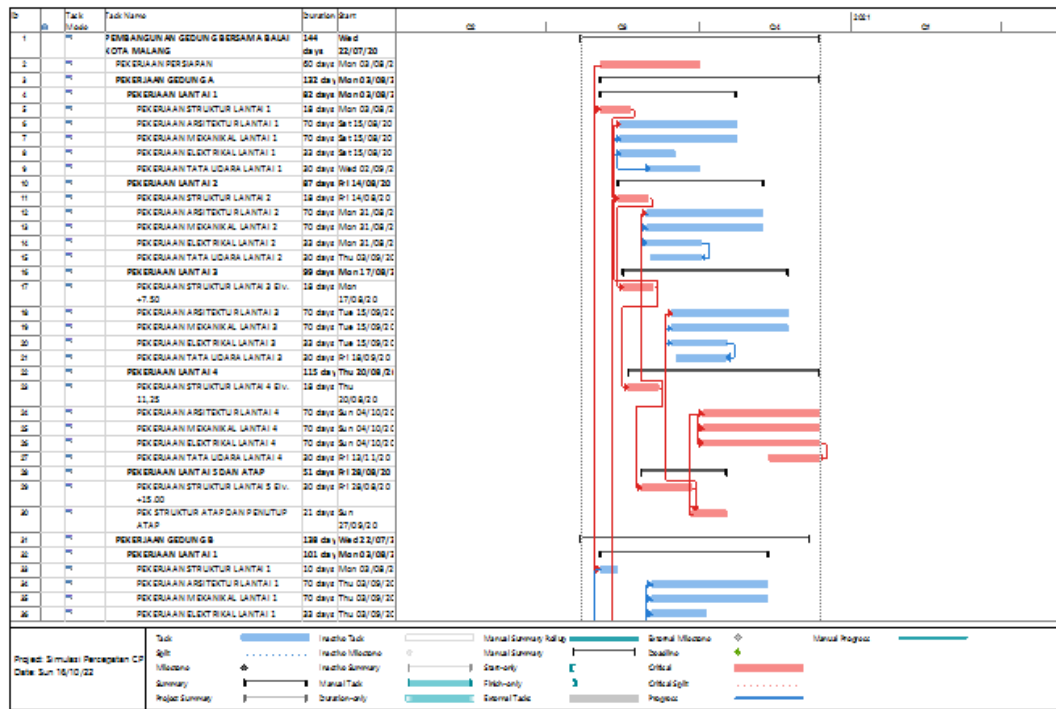
Tabel 5. Hasil Perhitungan Percepatan Waktu

Uraian Pekerjaan	Durasi Normal (Hari)	Durasi Crash (Hari)	Devisiasi (Hari)
Pekerjaan Persiapan	60	60	0
Pekerjaan Gedung A			
Pekerjaan Struktur Lantai 1	30	12	18
Pekerjaan Gedung B			
Pekerjaan Struktur Lantai 1	30	16	14
Pekerjaan Gedung C/Penghubung			
Pekerjaan Struktur Lantai 1	30	10	20
Pekerjaan Struktur Lantai 2 Elv. +3.75	21	10	11
Pekerjaan Struktur Lantai 3 Elv. +7.50	21	9	12
Pekerjaan Arsitektur Lantai 3	40	17	23
Pekerjaan Struktur Lantai 4 Elv. 11,25	21	8	13
Pekerjaan Arsitektur Lantai 4	40	18	22
Pekerjaan Struktur Lantai 5 Elv. 15.00	27	17	10
Pekerjaan Arsitektur Lantai 5/Atap	40	17	23
Pekerjaan Mekanikal Lantai 5	50	18	32
Pekerjaan Elektrikal Lantai 5	50	22	28
Pekerjaan Tata Udara Lantai 5	30	11	19

Perhitungan waktu percepatan dilakukan dengan cara menambahkan tenaga kerja untuk mencapai waktu yang lebih singkat. Perhitungan waktu hanya dilakukan pada kegiatan yang sampai minggu ke-18 belum selesai dikerjakan atau belum dikerjakan sama sekali.

2. Diagram Jaringan Kerja Waktu Dipercepat

Setelah didapatkan hasil perhitungan waktu dipercepat maka selanjutnya dapat dibuat diagram jaringan kerja dan jalur kritis yang baru.



Gambar 2. Diagram Jaringan Percepatan dengan Metode CPM

Dengan dilakukan perhitungan percepatan menggunakan metode CPM, terdapat jalur kritis baru dengan waktu penyelesaian selama 144 hari yang menunjukkan bahwa proyek pembangunan Gedung Bersama di Balai Kota Malang dapat selesai sesuai dengan sisa durasi yang ada.

3. Menghitung Biaya Pekerjaan Jam Kerja Lembur

Tabel 6. Hasil Perhitungan Biaya Pekerjaan Jam Lembur

Uraian Pekerjaan	Biaya Normal (Rp)	Biaya Percepatan (Rp)	Total Biaya (Rp)
Pekerjaan Persiapan	573.024.705,88	-	-
Pekerjaan Gedung A			
Pekerjaan Struktur Lantai 1	555.142.810,06	16.110.000,00	571.252.810,06

Pekerjaan Gedung B			
Pekerjaan Struktur Lantai 1	239.309.842,89	13.250.000,00	252.559.842,89
Pekerjaan Gedung C/Penghubung			
Pekerjaan Struktur Lantai 1	756.801.896,69	30.570.000,00	787.371.896,69
Pekerjaan Struktur Lantai 2 Elv. +3.75	375.672.906,87	19.590.000,00	395.262.906,87
Pekerjaan Struktur Lantai 3 Elv. +7.50	368.670.786,39	19.410.000,00	388.080.786,39
Pekerjaan Arsitektur Lantai 3	531.239.803,96	18.690.000,00	549.929.803,96
Pekerjaan Struktur Lantai 4 Elv. 11,25	368.670.786,39	16.710.000,00	385.380.786,39
Pekerjaan Arsitektur Lantai 4	540.778.267,37	19.590.000,00	560.368.267,37
Pekerjaan Struktur Lantai 5 Elv. 15.00	589.595.882,92	20.870.000,00	610.465.882,92
Pekerjaan Arsitektur Lantai 5/Atap	194.792.277,20	17.790.000,00	212.582.277,20
Pekerjaan Mekanikal Lantai 5	113.902.097,20	15.990.000,00	129.892.097,20
Pekerjaan Elektrikal Lantai 5	4.785.923,00	18.690.000,00	23.475.923,00
Pekerjaan Tata Udara Lantai 5	3.068.842.742,00	14.910.000,00	3.083.752.742,00
TOTAL		242.170.000,00	

4. Hasil Biaya Percepatan

Pada pekerjaan struktur terdapat tambahan biaya untuk penambahan zat aditif atau cairan pengeras beton yang berfungsi untuk mempercepat umur beton dari yang sebelumnya 21 hari menjadi 7 hari sebesar Rp 23.247.000. Sehingga total biaya percepatan sesuai pada tabel 7.

Tabel 7. Total Penambahan Biaya Metode CPM

Jenis Biaya	Harga (Rp)
Tambahan Biaya Lembur	242.170.000
Penambahan zat aditif	23.247.000
Total	265.417.000

4. Pembahasan

1.2 Analisis Percepatan Proyek Berdasarkan Pengolahan Data

Penjadwalan aktivitas pada Proyek Pembangunan Gedung Bersama di Balai Kota Malang dilakukan pada aplikasi *Microsoft Project 2019*, dimulai dari aktivitas pada minggu ke-19 sampai selesai. Hal tersebut dikarenakan pada minggu ke-18 didapatkan keterlambatan sebesar - 9,44%. Penjadwalan yang telah disusun pada aplikasi *Microsoft Project* menunjukkan bahwa waktu penyelesaian proyek akibat adanya keterlambatan menjadi lebih lama dan melebihi jadwal yang seharusnya yaitu dengan sisa durasi selama 144 hari kerja.

2.2 Analisis Metode Fast Track

Dalam percepatan memakai metode *fast track* dilaksanakan menggunakan cara menarik aktivitas-aktivitas yang masuk pada lintasan kritis untuk dipercepat. Penjadwalan ulang pada proyek

pembangunan Gedung Bersama di Balai Kota Malang dilakukan mulai dari minggu ke-19. Data yang diperlukan dalam penyusunan jaringan berbentuk kurva S. Data tersebut kemudian dilakukan *input* pada program *Microsoft Project 2019*.

Berdasarkan hubungan aktivitas setelah penerapan *fast track* didapatkan total waktu pengerjaan menjadi 142 hari. Sehingga terjadi penghematan waktu sebesar 38 hari dari durasi keterlambatan namun menyebabkan pembengkakan biaya sebesar Rp293.247.000 yang juga memerlukan adanya alokasi dana untuk penyediaan tempat guna meletakkan material akibat pekerjaan yang dilaksanakan secara paralel. Percepatan durasi aktivitas pada lintasan kritis diikuti dengan perubahan hubungan antar aktivitas dari *finish to start* (FS) menjadi *start to start* (SS).

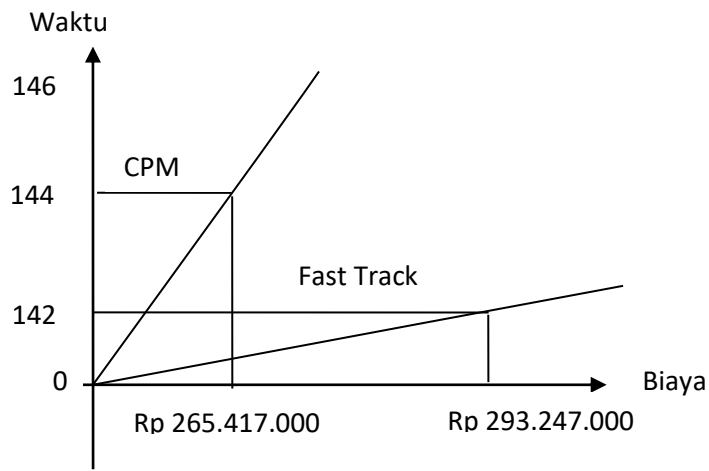
Penerapan metode *fast track* menyebabkan pengurangan biaya pada biaya tidak langsung, yaitu denda/*pinalty* dengan nilai sebesar Rp2.271.584.850,00. Namun juga menyebabkan adanya penambahan biaya pada biaya langsung, dikarenakan kebutuhan penambahan zat aditif sebagai bahan campuran beton, untuk mempercepat umur beton. Tidak hanya itu, penerapan metode *fast track* juga menyebabkan biaya kebutuhan upah bertambah, dikarenakan adanya pekerjaan yang dikerjakan secara tumpang tindih atau paralel. Besaran biaya yang dibutuhkan pada penerapan metode *fast track* yakni sebesar Rp293.247.000. Jika dibandingkan dengan kondisi yang sebenarnya atau membiarkan proyek diselesaikan dengan keterlambatan penerapan metode *fast track* mampu mereduksi biaya proyek sebesar 4,54% dari biaya keterlambatan.

3.2 Analisis Metode Jalur Kritis (*Critical Path Method*)

Setelah data yang diperlukan terisi pada aplikasi *Microsoft Project 2019*, dapat diketahui bahwa proyek dapat selesai dalam kurun waktu 180 hari kerja (dari sisa waktu pekerjaan 144 hari kerja). Selanjutnya dilakukan perhitungan durasi dan biaya percepatan untuk pekerjaan kritis

Setelah dilakukan perhitungan durasi dan biaya percepatan, dihasilkan durasi baru yaitu 144 hari dengan total kebutuhan pertambahan biaya adalah Rp265.417.000,00. Dengan dilakukannya *crash project* terjadi pengurangan durasi sebanyak 36 hari sehingga penyelesaian proyek dapat sesuai dengan jadwal rencana yang tersisa 144 hari kerja.

4.2 Analisis Perbedaan antara Metode *Fast Track* dan CPM



Gambar 3. Grafik Perbandingan Biaya dan Waktu (*Fast Track* dan CPM)

Berdasarkan analisis perbedaan yang dilakukan pada Proyek Pembangunan Gedung Bersama di Balai Kota Malang, dapat diketahui bahwa, penerapan kedua metode yang disarankan memiliki perbedaan pada durasi dan tambahan biaya yang dihasilkan. Pada gambar 2 dapat dilihat bahwa, penerapan metode *fast track* yang memakan biaya yang cukup besar dari biaya penerapan percepatan dengan menggunakan metode CPM. Namun, metode CPM memerlukan durasi lebih lama jika dibandingkan dengan metode *fast track*.

Hal ini juga dipengaruhi oleh metode pelaksanaan yang ada di lapangan. Pada metode *fast track*, metode yang diterapkan adalah metode tumpang tindih pekerjaan, dimana pekerjaan “j” dimulai ketika pekerjaan “i” sudah dikerjakan selama 50% dari durasi total. Pada metode *fast track* juga menggunakan bantuan penambahan zat adiktif sebagai sarana untuk mempercepat umur beton yang sudah di cor dari yang seharusnya 21 hari menjadi hanya 7 hari saja. Dalam hal ini, metode *fast track* mampu mempersingkat durasi kerja menjadi 142 hari dengan penambahan biaya sebesar Rp293.247.000. Sementara pada metode CPM,

metode yang digunakan adalah penambahan zat adiktif dan penambahan jam lembur pada pekerja dengan durasi yang tetap. Sehingga didapatkan durasi pengerjaan 144 hari dengan penambahan biaya zat adiktif dan upah lembur pekerja sebesar Rp265.417.000.

Berdasarkan hal tersebut, terdapat perbedaan durasi percepatan yang diperoleh dari analisa metode *Fast Track* dan CPM yaitu metode *Fast Track* dapat selesai 142 hari atau 2 hari lebih cepat dari metode CPM yang diakibatkan oleh perbedaan dalam penerapan metode pada pekerjaan di lapangan.

5. Simpulan

Berdasar dari hasil penelitian dan juga pembahasan mengenai analisis perbandingan optimalisasi waktu dengan menggunakan metode *Fast Track* dan *Critical Path Method* maka didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

Perhitungan simulasi percepatan proyek konstruksi pada Pembangunan Gedung Bersama dengan menggunakan metode *Fast track* menghasilkan durasi pengerjaan selama 142 hari sedangkan metode *Critical Path Method* menghasilkan durasi selama 144 hari. Sehingga, metode *Fast Track* disimulasikan dapat selesai 2 (dua) hari lebih cepat dari durasi sisa dan metode CPM dapat selesai tepat sesuai durasi sisa yaitu 144 hari kerja.

Terdapat perbedaan durasi percepatan yang diperoleh dari analisa metode *Fast Track* dan CPM yaitu metode *Fast Track* dapat selesai 142 hari atau 2 hari lebih cepat dari metode CPM yang diakibatkan oleh perbedaan dalam penerapan metode pada pekerjaan di lapangan.

Daftar Rujukan

- Apriliani, S. T. G. (2017). Optimasi Waktu dan Biaya Proyek Pembangunan Fasilitas Pelabuhan Waikelo NTT dengan Metode CPM. *Teaching and Teacher Education*, 12(1), 1–17.
- Caesaron Dino, A. T. (2015). Analisa Penjadwalan Waktu Dengan Metode Jalur Kritis Dan Pert Pada Proyek Pembangunan Ruko (Jl. Pasar Lama No.20, Glodok). *JIEMS Journal of Industrial Engineering & Management Systems*, 8(2), 59–82.
- Dannyanti, E. (2017). Optimalisasi Pelaksanaan Proyek Dengan Metode PERT dan CPM (Studi Kasus Twin Tower Building Pasca Sarjana Undip). *Universitas Diponegoro*, 10.
- Ikhsan, M. (2021). Analisis Biaya dan Waktu pada Proyek Konstruksi Menggunakan Metode Fast Track. *SIJIE Scientific Journal of Industrial Engineering*, 2(2), 80–85. <http://www.jim.unindra.ac.id/index.php/sijie/article/view/3914>
- Kustamar, Iskandar, T., & Winanto, E. (2017). Penerapan metode *Fast Track* untuk percepatan waktu pelaksanaan proyek pembangunan gedung ICUI, ICCU, dan NICU RSU Dr. Saifyul Anwar Malang. *Jurnal Teknik Sipil Info Manpro*, 7(1), 1–11.
- Muhammad, A. H. (2018). Optimasi Pelaksanaan Proyek Konstruksi Dengan Metode PERT dan CPM. *Jurnal Ecosystem*, 17, 698–709.
- Pedoman Penulisan Karya Ilmiah Universitas Negeri Malang. (2017). *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah*. Universitas Negeri Malang.
- Perpres No 16 tahun 2018. (2018). Peraturan Presiden (PERPRES) tentang Pengadaan

- Barang/Jasa Pemerintah. *Pemerintah Republik Indonesia*, 1, 1-5.
<https://jdih.lkpp.go.id/regulation/1001/peraturan-presiden-nomor-16-tahun-2018>
- Stefanus, Y. (2017). Analisis Percepatan Waktu Penyelesaian Proyek Menggunakan Metode Fast-Track Dan Crash Program. *Jurnal Media Teknik Sipil*, 15(1), 76.
<https://doi.org/10.22219/jmts.v15i1.4494>
- Sutciana, L. A., Maranatha, W., Mt, M., Ph, D., & Nainggolan, I. T. H. (2020). Penerapan Metode Fast Track Untuk Percepatan Penjadwalan (Studi Kasus : Pembangunan Gedung Laboratorium Vokasi dan Industri Kreatif Vokasi Tahap I Universitas Brawijaya). *Institut Teknologi Nasional*, 2(1), 1-7.
- Widjajanto, T., Perdana, S., & Rahman, A. (2019). Pelatihan Manajemen Proyek dengan Metode CPM (Critical Path Method) DI PT. Nitromukti Airtech Indonesia. *Jurnal Arsitektur*, 02(02), 105-110.