



**ANALISIS WAKTU BIAYA MENGGUNAKAN METODE CRASHING
DAN FAST TRACK GEDUNG DEWAN MASJID INDONESIA (DMI) DI
TENGGARONG**

Oleh

Muhammad Izzan Akbar Syahputra¹, Habir², Eswan³

^{1,2,3}Fakultas Teknik, Prodi Magister Teknik Sipil, Universitas 17 Agustus
1945 Samarinda, Indonesia

E-mail: ¹muhmmadizzan@gmail.com

Abstract

Proyek pembangunan Gedung Dewan Masjid Indonesia (DMI) di Tenggarong merupakan proyek konstruksi yang memiliki potensi keterlambatan akibat berbagai kendala teknis dan manajerial. Keterlambatan proyek dapat berdampak pada pembengkakan biaya serta menurunkan kinerja pelaksanaan proyek. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis percepatan waktu dan pengaruhnya terhadap biaya pelaksanaan proyek dengan menggunakan metode fast track dan crashing. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan studi kasus pada proyek Gedung DMI di Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur, dengan bantuan perangkat lunak Microsoft Project 2021 sebagai alat analisis penjadwalan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan metode fast track mampu mempercepat durasi proyek dari 180 hari menjadi 172 hari (pengurangan 8 hari) dengan total biaya sebesar Rp7.515.228.305,93 atau mengalami penghematan sebesar Rp33.550.126,37 (0,44%) dibandingkan biaya normal. Sementara itu, metode crashing mempercepat durasi proyek menjadi 173 hari (pengurangan 7 hari), namun meningkatkan total biaya menjadi Rp7.571.605.400,81 atau bertambah sebesar Rp22.826.968,51 (0,30%) dari biaya normal. Berdasarkan hasil analisis waktu dan biaya, metode fast track dinilai lebih efektif dan efisien karena mampu mempercepat penyelesaian proyek tanpa penambahan sumber daya yang signifikan serta memberikan penghematan biaya. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengambilan keputusan strategi percepatan pada proyek konstruksi sejenis

Keywords: *Fast Track, Crashing, Percepatan Proyek, Penjadwalan Konstruksi, Analisis Waktu Biaya*

PENDAHULUAN

Pembangunan Gedung Dewan Masjid Indonesia (DMI) di Tenggarong merupakan langkah penting dalam mendukung kegiatan keagamaan dan sosial masyarakat setempat. Dalam pelaksanaan proyek konstruksi masih sering menghadapi keterlambatan yang disebabkan oleh berbagai faktor seperti kendala logistik, keterlambatan pengadaan material, kurangnya koordinasi antarpelaku proyek, serta perubahan desain di tengah pelaksanaan. Keterlambatan ini dapat berdampak pada

pembengkakan biaya, tetapi juga pada reputasi kontraktor dan kepuasan pemilik proyek.

Sebagai langkah strategis, metode *Crashing* sering diterapkan sebagai solusi taktis untuk mempercepat penyelesaian kegiatan-kegiatan yang bersifat kritis dalam jalur proyek. Sementara itu, *Fast Track* memberikan ruang efisiensi dengan mempercepat siklus proyek melalui pelaksanaan pekerjaan yang tumpang tindih (*overlapping*) antar fase. Kombinasi kedua metode ini dapat menjadi strategi yang efektif untuk mengurangi risiko keterlambatan



dan meningkatkan produktivitas proyek konstruksi (Leach, 2014). Dengan metode *Fast Track* dan *Crashing Program* diyakini mampu mempercepat durasi proyek secara keseluruhan.

Namun dalam penerapan metode akselerasi seperti *crashing* dan *fast track* belum dilaksanakan secara sistematis. Selain itu, pemanfaatan teknologi dalam analisis perencanaan masih terbatas, khususnya penggunaan perangkat lunak manajemen proyek seperti Microsoft Project 2021 yang belum dioptimalkan. Di samping itu, diperlukan evaluasi retrospektif untuk meningkatkan efisiensi, karena meskipun proyek telah selesai, evaluasi menyeluruh terhadap efektivitas metode yang digunakan belum dilakukan sehingga pelajaran dan rekomendasi penting bagi proyek serupa di masa mendatang belum sepenuhnya diperoleh.

Penelitian ini penting dilakukan untuk mengukur sejauh mana efektivitas dalam mempengaruhi waktu penyelesaian proyek, kebutuhan sumber daya tenaga kerja, serta dampaknya terhadap penjadwalan pengadaan material dan peralatan (PMI, 2017; Tjaturono & Indrasurya, 2002). Dengan analisis berbasis Microsoft Project 2021, penelitian ini akan memberikan gambaran terperinci mengenai metode *Crashing* dan *Fast Track*, serta bagaimana metode tersebut dapat diterapkan pada proyek-proyek serupa di masa depan.

LANDASAN TEORI

1. Manajemen dan Penjadwalan

Secara umum, manajemen dapat diartikan sebagai ilmu dan seni dalam mengelola organisasi melalui tahapan perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan pengendalian terhadap sumber daya yang terbatas untuk mencapai tujuan secara efektif dan efisien. Sedangkan penjadwalan merupakan salah satu elemen penting dari hasil perencanaan yang menyajikan informasi terkait rencana kegiatan dan kemajuan proyek. Hal ini meliputi kinerja sumber daya seperti biaya,

tenaga kerja, peralatan, dan material, serta rencana durasi dan progres waktu untuk mencapai penyelesaian proyek (Wijaya, 2010).

Penjadwalan proyek dapat dipahami sebagai bagian dari hasil perencanaan yang menetapkan jadwal pelaksanaan, kemajuan, serta pencapaian proyek, baik dari segi pemanfaatan sumber daya maupun penyelesaian durasi pekerjaan. Biasanya, urutan kegiatan dan hubungan antar aktivitas disusun secara rinci dalam penyusunan jadwal agar memudahkan pemilik maupun pelaksana proyek dalam mengawasi jalannya kegiatan (Wahyono dkk., 2016).

2. Metode *Crashing*

Percepatan durasi penyelesaian proyek merupakan upaya untuk menyelesaikan pekerjaan konstruksi dalam waktu yang lebih singkat dibandingkan dengan jadwal semula (*crash*). Proses *crashing* dilakukan secara sistematis, terencana, dan analitis dengan meninjau seluruh aktivitas proyek, terutama yang berada pada jalur kritis (Mahapatni, 2019). Metode *crashing* sendiri umumnya dilakukan melalui pemberlakuan lembur, penambahan jumlah tenaga kerja, maupun penambahan peralatan untuk mempercepat penyelesaian pekerjaan (Oetomo dkk., 2017). Terdapatnya 3 cara dalam percepatan durasi/durasi yaitu:

a. Metode lembur (*Overtime*)

Lembur (*overtime*) merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mempercepat penyelesaian proyek dengan cara menambah jam kerja tenaga kerja yang ada. Strategi ini umumnya diterapkan karena memaksimalkan pemanfaatan sumber daya yang tersedia di lapangan serta dinilai cukup efisien dalam mengendalikan biaya tambahan yang harus ditanggung kontraktor (Pratama, Fauzi, & Bahri, 2019).

Menurut ketentuan Peraturan Menteri No. 102/MEN/VI/2004 pasal 1 ayat 1, jam kerja normal ditetapkan 7 jam per hari dengan total 40 jam per minggu untuk 6 hari kerja, atau 8 jam per hari dengan total 40 jam per minggu



untuk 5 hari kerja. Pada praktiknya, lembur dilakukan dengan cara menambah jumlah jam kerja harian menggunakan tenaga kerja yang sama, tanpa menambah jumlah pekerja. Adapun tujuan utamanya adalah meningkatkan output harian sehingga kegiatan proyek dapat diselesaikan lebih cepat. Namun demikian, pelaksanaan lembur harus mempertimbangkan kondisi tenaga kerja, karena kelelahan berlebihan dapat menurunkan produktivitas.

Selain itu, peningkatan jam kerja tenaga kerja akan berdampak pada kenaikan biaya tenaga kerja dibandingkan dengan biaya kerja normal. Berdasarkan Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor KEP.102/MEN/VI/2004 pasal 3, 7, dan 11, perhitungan upah lembur memiliki ketentuan tersendiri. Untuk jam lembur pertama, pekerja berhak menerima sebesar 1,5 kali upah per jam normal, sedangkan untuk jam lembur berikutnya pekerja memperoleh 2 kali upah per jam normal.

b. Metode *shift*

Sistem kerja shift merupakan bentuk pengaturan waktu kerja yang memungkinkan pemanfaatan waktu secara optimal untuk menyelesaikan pekerjaan. Penerapan sistem ini sering digunakan sebagai solusi dalam memenuhi peningkatan kebutuhan produksi, karena dinilai mampu meningkatkan produktivitas perusahaan. Menurut KBBI, kerja shift diartikan sebagai giliran kerja, di mana setiap karyawan masuk secara bergantian pada waktu pagi, siang, atau malam.

Di Indonesia, pengaturan mengenai jam kerja shift diatur dalam Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2003. Dalam aturan tersebut, jam kerja pada shift pagi maupun shift malam tetap dihitung sebagai bagian dari jam kerja resmi di sektor tertentu, yaitu 8 jam per hari atau 40 jam per minggu. Perusahaan yang memberlakukan sistem ini wajib memberikan pengaturan serta kompensasi sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

c. Metode penambahan tenaga kerja

Penambahan tenaga kerja merupakan upaya meningkatkan jumlah pekerja untuk mempercepat penyelesaian suatu aktivitas. Dalam penerapannya, perlu diperhatikan kapasitas ruang kerja yang tersedia agar tidak menimbulkan kepadatan yang justru menghambat kinerja. Penambahan tenaga kerja pada suatu aktivitas juga tidak boleh mengganggu penggunaan tenaga kerja pada aktivitas lain yang berlangsung secara bersamaan. Selain itu, pengawasan yang memadai sangat penting, karena ruang kerja yang padat dengan supervisi yang minim dapat menyebabkan penurunan produktivitas pekerja.

3. Metode *Fast Track*

Metode fast track adalah salah satu teknik penjadwalan proyek yang memungkinkan penyelesaian pekerjaan dalam waktu lebih singkat dibandingkan dengan durasi normal. Kurniawan (2017) menjelaskan bahwa metode ini dilakukan dengan menerapkan prinsip pelaksanaan aktivitas secara paralel, yaitu mengubah hubungan jadwal pada jalur kritis dari Finish to Start menjadi Start to Start. Dengan demikian, durasi proyek dapat diperpendek sekaligus berpotensi menekan biaya. Keberhasilan penerapan metode fast track sangat dipengaruhi oleh kemampuan manajerial, ketelitian dalam perencanaan, serta kualitas komunikasi antar pihak yang terlibat di lapangan. Selain itu, metode ini memberikan berbagai keuntungan, di antaranya proyek dapat diselesaikan lebih cepat, reputasi pemilik proyek meningkat, serta membuka peluang lebih besar untuk bersaing di pasar yang kompetitif.

Fast-tracking merupakan salah satu metode percepatan proyek yang dilakukan dengan menjalankan aktivitas secara paralel (Wijanarko & Oetomo, 2019). Prinsip paralel ini diterapkan dengan mempercepat waktu mulai suatu pekerjaan dibandingkan jadwal normal. Dalam praktiknya, hubungan ketergantungan kegiatan diubah dari Finish to Start menjadi Start to Start pada jalur kritis



(Putra & Hartati, 2017). Penerapan metode fast-track pada penjadwalan berfokus pada pengaturan aktivitas yang berada di lintasan kritis. Dengan dukungan kemampuan manajerial yang baik, strategi ini dapat secara signifikan memperpendek durasi proyek (Sofia & Putri, 2021). Dari sisi biaya, metode fast-track dihitung dengan cara mengakumulasi pembiayaan kegiatan, baik yang berada di jalur kritis maupun non-kritis, sebagaimana perhitungan biaya normal. Namun demikian, metode ini tidak mengizinkan adanya penambahan jumlah tenaga kerja maupun biaya tambahan pada setiap aktivitas proyek (Adi dkk., 2016).

Menurut Nurhayati (2010) dalam melakukan penyusunan ulang dimungkinkan untuk jaringan kerja sehingga kegiatan-kegiatan kritis dapat dilakukan secara paralel untuk menggantikan cara pengerjaan yang seri. Salah satu metode yang paling umum dalam melakukan penyusunan ulang hubungan kegiatan-kegiatan ini adalah dengan mengganti hubungan finish-to-start menjadi hubungan start-to-start.

Williams (1995) dalam Kasim dkk. menyatakan bahwa proyek fast track dapat diselesaikan dengan durasi kurang dari 70% dibandingkan proyek yang dikerjakan secara tradisional. Konsep ini erat kaitannya dengan upaya memperpendek waktu pelaksanaan melalui tumpang tindih kegiatan maupun pendekatan rekayasa yang dilakukan secara bersamaan.

James (2012) menambahkan bahwa penerapan metode fast track dalam manajemen proyek mampu memberikan berbagai keuntungan, antara lain mempercepat waktu penyelesaian serta meningkatkan reputasi pemilik proyek, yang pada akhirnya dapat membuka peluang bisnis baru dalam pasar yang kompetitif.

Selanjutnya, menurut Tjaturono dan Mochtar (2009), metode fast track merupakan strategi pengelolaan penjadwalan konstruksi yang menekankan pada pelaksanaan aktivitas

secara paralel sehingga durasi proyek dapat lebih singkat dibandingkan dengan perencanaan awal.

Berdasarkan berbagai pendapat para ahli di atas, dapat disimpulkan bahwa metode fast track merupakan strategi pelaksanaan proyek yang memungkinkan pekerjaan selesai lebih cepat dibandingkan durasi normal. Metode ini dilakukan dengan menerapkan pendekatan yang berbeda dan lebih inovatif dalam manajemen konstruksi, sehingga seluruh aktivitas proyek dapat dilaksanakan secara lebih efektif dalam rentang waktu yang lebih singkat.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif, yang bertujuan untuk menganalisis pengaruh metode percepatan proyek (*crashing* dan *fast track*) terhadap durasi dan biaya pada proyek konstruksi. Penelitian ini juga mencakup pendekatan studi kasus pada proyek, dengan menggunakan perangkat lunak Microsoft Project 2021 sebagai alat bantu analisis. Adapun objek penelitian dalam studi ini mencakup durasi proyek, waktu pelaksanaan, dan biaya pekerjaan. Variabel bebas yang digunakan adalah durasi proyek atau lamanya waktu penyelesaian suatu kegiatan, sedangkan variabel terikatnya berupa waktu dan biaya yang dibutuhkan untuk melaksanakan proyek tersebut. Penelitian ini mengkaji bangunan Dewan Masjid Indonesia yang berlokasi di Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Percepatan waktu pelaksanaan dengan metode *fast track*

Untuk mengantisipasi keterlambatan proyek, diterapkan metode *fast track* pada sisa pekerjaan sehingga durasi penyelesaian dapat dipercepat. *Fast track* dilakukan dengan merubah urutan/logika hubungan aktivitas Finish-to-Start menjadi Start-to-Start sehingga pekerjaan yang semula harus selesai berurutan



bisa berjalan bersamaan. Ketentuan dalam penggunaan metode *fast track* adalah dengan melakukan percepatan durasi waktu < 50%, untuk mempermudah perhitungan dapat diamsuksikan bahwa percepatan dianggap sama dengan 50% dari waktu normal.

Pekerjaan yang akan dilakukan fast track adalah pekerjaan galian tanah pondasi dan bekisting (pekerjaan perkerasan parkir). Dilakukan permisalan pada pekerjaan, dimana untuk galian tanah pondasi dimisalkan dengan huruf (i) dan pekerjaan galian tanah pondasi dengan huruf (j).

$$I = 16 \text{ hari, } j = 21 \text{ hari}$$

$$\text{maka, } I = 50\% \text{ } 16 \text{ hari}$$

$$= 8 \text{ hari}$$

Adapun percepatan durasi dengan menggunakan fast track hanya dapat dilakukan selama 8 hari 50% dari durasi awal. Berdasarkan perhitungan, pekerjaan I telah mencapai 8 hari kerja maka pekerjaan j dimulai. Maka tidak diperbolehkan dalam penggunaan metode *fast track* jika pekerjaan j selesai lebih dulu dari pekerjaan i. Oleh karena itu, jika pekerjaan I berdurasi 8 hari maka dapat dilanjutkan dengan pekerjaan j. Sehingga *predecessor* pada pekerjaan j adalah 218SS+8 days.

Adapun durasi *Fast track* pada pekerjaan di lintasan kritis adalah sebagai berikut :

| ID | Pekerjaan | Durasi (Hari) | Predecessor | |
|--------|---|---------------|-------------|-------------------|
| | | | Normal | Percepatan (Hari) |
| 1.15.3 | | | | |
| 1 | Pekerjaan Halaman Sub struktur paving grass block | 7 | 175 | - |
| | | | | |
| 2 | Sirtu dipadatkan | 15 | 209SS | - |
| | | | | |
| 3 | Pekerjaan Saluran Drainase | 15 | 209SS | - |
| | | | | |
| 4 | Beton fc 19,3 Mpa (Setara K-225), Site Mix | 16 | 216SS | - |
| | | | | |

| | | | | |
|---------------------------------------|--|----|--------------|---|
| b | Wiremesh M6, Single layer | 15 | 211SS | - |
| | | | | |
| d | Bekisting | 15 | 212SS | - |
| | | | | |
| 3 | Tutup mainhole plat baja | 15 | 213SS+7 days | - |
| | | | | |
| a | Pekerjaan perkerasan parkir | 16 | 214SS | - |
| | | | | |
| b | Beton fc 19,3 Mpa (Setara K-225), Site Mix | 16 | 214SS | - |
| | | | | |
| c | Wiremesh M6, Single layer | 16 | 216SS | - |
| | | | | |
| 4 | Bekisting | 16 | 217SS | 8 |
| | | | | |
| a | Pekerjaan Pagar Halaman | 21 | 218SS+8 days | - |
| | | | | |
| b | Galian tanah pondasi | 21 | 220SS | - |
| | | | | |
| c | Urugan pasir bawah pondasi | 21 | 221SS | - |
| | | | | |
| d | Pasangan batu gunung | 21 | 222SS | - |
| | | | | |
| Urugan tanah kembali Total Percepatan | | | | 8 |

Sehingga hasil analisis penerapan metode *fast track* pada penjadwalan proyek Gedung Dewan Masjid Indonesia (Dmi) Di Tenggara menunjukkan bahwa durasi proyek dapat dipangkas sebesar 8 hari, sehingga waktu pelaksanaan berkurang dari 180 hari kalender menjadi 172 hari kalender.

2. Percepatan waktu pelaksanaan dengan metode *crashing*.

Metode *crashing* berfokus pada percepatan aktivitas yang berada di jalur kritis, karena jalur tersebut tidak memiliki kelonggaran waktu sehingga menjadi salah satu penyebab



keterlambatan proyek. *Crashing* mempercepat penyelesaian dengan menambah sumber daya langsung: menambah pekerja, menambah jam kerja/shift atau lembur. Metode ini memerlukan perhitungan *crash duration*, *crash cost*, dan *cost slope* untuk memilih aktivitas yang dipercepat secara cost-efisien. Pada kasus ini, *crashing* menurunkan durasi dari 180 hari menjadi 173 hari bahwa durasi proyek dapat dipangkas sebesar 7 hari.

3. Pengaruh penjadwalan dengan metode *fast track* dan *crashing* terhadap biaya pelaksanaan

Penerapan *fast track* dalam penjadwalan bertujuan mempercepat durasi proyek tanpa penambahan sumber daya yang signifikan, melainkan dengan mengubah logika hubungan antar aktivitas sehingga beberapa pekerjaan dapat berjalan secara overlap. Dari rencana anggaran biaya proyek, total biaya proyek di rencanakan sebesar Rp.7.548.778.432,30, maka dengan di terapkannya metode *fast track* biaya proyek berkurang sebesar Rp. 13.234.780.419. Maka dari itu didapatkan penghematan biaya sebesar Rp. 33.550.126,3. total proyek setelah *fast track* tercatat mengalami penghematan dibanding perencanaan normal tercatat sebesar (0,44%) dibanding.

Sedangkan *crashing* dilakukan dengan menambahkan sumber daya langsung pada aktivitas jalur kritis, misalnya lembur pekerja, tambahan tenaga, atau penambahan shift. Penjadwalan memerlukan perhitungan *crash duration*, *crash cost*, dan *cost slope* agar percepatan dilakukan pada aktivitas paling efisien secara biaya. Dengan penerapan metode percepatan ini, total biaya ini sebesar Rp7.571.605.400,81, yang terdiri dari biaya langsung dan biaya tidak langsung. Pada pelaksanaannya, biaya proyek mengalami peningkatan sebesar Rp. 22.826.968,51 dari total biaya normal sebesar Rp7.548.778.432,30, meningkat dibanding kondisi normal sebesar 0,30%. Namun secara operasional, *crashing* berisiko menurunkan produktivitas jika lembur

berlebihan, sehingga perlu batasan lembur dan perhatian pada keselamatan kerja.

Durasi (hari) : Normal = 180, Fast Track = 173, Crashing = 172.

Total Biaya (Rp) : Normal = 7.548.778.432,30.

Fast Track = 7.571.605.400,81.

Crashing = 7.515.228.305,93.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa metode yang paling tepat diterapkan pada Proyek Pembangunan Gedung Pemerintah ex Puskesmas Rapak Mahang adalah metode *fast track*. Hal ini didasarkan pada besarnya pengurangan durasi yang dicapai serta pengaruh positif terhadap biaya proyek yang justru mengalami penurunan. Keunggulan metode *fast track* terletak pada percepatan yang dapat dilakukan tanpa perlu menambah pekerjaan maupun tenaga kerja tambahan. Berbeda dengan metode *crashing* yang meskipun mampu mempercepat waktu, namun memberikan dampak yang cukup signifikan terhadap peningkatan biaya proyek.

KESIMPULAN

Berdasarkan latar belakang di atas, kesimpulan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Percepatan dengan metode *fast track* terhadap waktu, *fast track* dilakukan dengan merubah urutan/logika hubungan aktivitas Finish-to-Start menjadi Start-to-Start sehingga pekerjaan yang semula harus selesai berurutan bisa berjalan bersamaan. Hasil analisis penerapan metode *fast track* pada penjadwalan proyek Gedung Dewan Masjid Indonesia (Dmi) Di Tenggara menunjukkan bahwa durasi proyek dapat dipangkas sebesar 8 hari, sehingga waktu pelaksanaan berkurang dari 180 hari kalender menjadi 172 hari kalender.
2. Percepatan dengan metode *crashing* terhadap waktu, *crashing* mempercepat penyelesaian dengan menambah sumber daya langsung: menambah pekerja, menambah jam



kerja/shift atau lembur. Metode ini memerlukan perhitungan crash duration, crash cost, dan cost slope untuk memilih aktivitas yang dipercepat secara cost-efisien. Pada kasus ini, *crashing* menurunkan durasi dari 180 hari menjadi 173 hari bahwa durasi proyek dapat dipangkas sebesar 7 hari.

3. Pengaruh penjadwalan dengan metode *fast track* dan *crashing* pada penjadwalan terhadap biaya pelaksanaan

- a. Dengan pengaruh *fast track* dari rencana anggaran biaya proyek, total biaya proyek di rencanakan sebesar Rp.7.548.778.432,30, maka dengan di terapkannya metode *fast track* biaya proyek berkurang sebesar Rp.7.515.228.305,93. Maka dari itu didapatkan penghematan biaya sebesar Rp. 33.550.126,3. total proyek setelah *fast track* tercatat mengalami penghematan dibanding perencanaan normal tercatat sebesar (0,44%).
- b. Dengan pengaruh metode *crashing* percepatan ini, total biaya ini sebesar Rp7.571.605.400,81, yang terdiri dari biaya langsung dan biaya tidak langsung. Pada pelaksanaannya, biaya proyek mengalami peningkatan sebesar Rp. 22.826.968,51 dari total biaya normal sebesar Rp7.548.778.432,30, meningkat dibanding kondisi normal sebesar 0,33%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adi, K., Nugroho, S., & Rahmawati, D. (2016). Analisis percepatan proyek dengan metode fast track pada proyek konstruksi gedung. *Jurnal Teknik Sipil*, 12(2), 45–53.
- [2] Ervianto, W. I. (2005). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta: Andi.
- [3] Heizer, J., & Render, B. (2014). *Operations Management* (11th ed.). Boston: Pearson Education.
- [4] Husen, A. (2011). *Manajemen Proyek*. Yogyakarta: Andi Offset.
- [5] James, P. (2012). *Project Management for Construction*. New York: McGraw-Hill.
- [6] Kurniawan, A. (2017). Penerapan metode fast track dalam percepatan proyek konstruksi. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 8(1), 23–30.
- [7] Leach, L. P. (2014). *Critical Chain Project Management* (3rd ed.). Norwood: Artech House.
- [8] Mahapatni, A. (2019). Analisis percepatan durasi proyek dengan metode crashing pada proyek pembangunan gedung. *Jurnal Teknik Infrastruktur*, 5(2), 101–109.
- [9] Nurhayati. (2010). *Manajemen Proyek*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [10] Oetomo, W., Wijanarko, A., & Prasetyo, B. (2017). Evaluasi waktu dan biaya proyek dengan metode crashing. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, 19(1), 55–63.
- [11] Project Management Institute (PMI). (2017). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)* (6th ed.). Pennsylvania: PMI.
- [12] Putra, R., & Hartati, S. (2017). Studi penerapan fast track pada proyek konstruksi gedung bertingkat. *Jurnal Konstruksia*, 9(1), 67–75.
- [13] Soeharto, I. (1999). *Manajemen Proyek: Dari Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta: Erlangga.
- [14] Tjaturono, & Mochtar, I. B. (2009). Pengaruh metode fast track terhadap durasi pelaksanaan proyek konstruksi. *Jurnal Teknik Sipil*, 16(3), 145–152.
- [15] Wijaya, H. (2010). *Perencanaan dan Pengendalian Proyek*. Jakarta: Gramedia



HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN