

Analisis Jalur Kritis dan Percepatan dengan Metode *Precedence Diagram Method* (PDM) dan Metode *Crashing* pada Pekerjaan Struktur Proyek Pembangunan Gedung

Aura Sekar Widyaningrum^{1),*)}, Empung²⁾, Hidayanto³⁾, dan Shanti Astri Noviani⁴⁾

^{1), 2), 3), 4), *)}Jurusan Teknik Sipil, Universitas Siliwangi, Tasikmalaya, INDONESIA

*Corresponding authors: 217011026@student.unsil.ac.id

Diserahkan 12 Desember 2025. Direvisi 20 Desember 2025. Diterima 08 Januari 2025

ABSTRAK Percepatan dalam pembangunan proyek adalah strategi yang diterapkan untuk menyelesaikan proyek lebih cepat dari jadwal yang direncanakan tanpa mengorbankan kualitas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tentang jalur kritis, yang lebih lanjut akan digunakan untuk analisis perubahan durasi dan biaya setelah percepatan. Penelitian ini menganalisis pekerjaan struktur pada Proyek Pembangunan Gedung Pelayanan dengan metode *Precedence Diagram Method* (PDM) untuk mendapatkan jalur kritis dengan *software*. Selain itu diterapkan pula metode *crashing* pada aktivitas yang berada di jalur kritis dengan alternatif penambahan tenaga kerja, penambahan jam lembur, serta kombinasi dari kedua alternatif tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hampir seluruh aktivitas pekerjaan berada pada jalur kritis, sehingga penjadwalan dengan metode PDM terbukti efektif dalam mengidentifikasi aktivitas yang memengaruhi penyelesaian proyek. Strategi percepatan yang diterapkan mampu mengurangi durasi proyek dengan variasi efektivitas, di mana kombinasi penambahan tenaga kerja dan jam lembur memberikan hasil paling optimal dengan peningkatan biaya yang relatif kecil. Penelitian ini juga merekomendasikan penggunaan metode PDM dalam proyek konstruksi karena kemampuannya dalam memetakan jalur kritis secara jelas. Kajian lebih lanjut diperlukan untuk menilai dampak percepatan terhadap kualitas pekerjaan, khususnya risiko penurunan mutu akibat jam lembur, serta penerapan pendekatan *Time Cost Trade Off* (TCTO) yang lebih komprehensif, mencakup aspek biaya material, peralatan, dan risiko keterlambatan, sehingga hasil perhitungan percepatan dapat lebih aplikatif.

KATA KUNCI *Crashing*, Durasi, Jalur Kritis, Metode PDM,

ABSTRACT Acceleration in project construction is a strategy implemented to complete a project faster than the planned schedule without compromising quality. This study aims to analyze the critical path, which is further used to assess changes in project duration and cost after acceleration. The research focuses on structural works of the Service Building Construction Project, employing the *Precedence Diagram Method* (PDM) with *software* to determine the critical path. In addition, the *crashing* method was applied to critical path activities using three alternatives, additional labor, overtime, and a combination of both. The results show that nearly all project activities lie on the critical path, indicating that PDM scheduling is effective in identifying activities that influence project completion. The acceleration strategies were proven to reduce project duration with varying levels of effectiveness, where the combination of additional labor and overtime provided the most optimal outcome with relatively minor cost increases. The study also recommends the use of PDM in construction projects due to its ability to clearly map the critical path. Further research is suggested to evaluate the impact of acceleration on work quality particularly the risk of quality reduction due to overtime and to apply a more comprehensive *Time Cost Trade Off* (TCTO) approach that includes material costs, equipment, and potential delay risks, to produce more applicable acceleration calculations.

KEYWORDS *Crashing*, Critical Path, Duration, PDM Method

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan industri, proyek berskala besar dan kompleks membutuhkan manajemen yang efisien, tepat, dan aman. Keberhasilan pelaksanaannya sangat bergantung pada penerapan metode teknis yang efektif, sumber daya yang kompeten, serta pemanfaatan ilmu pengetahuan yang relevan (Schwab, 2019). Manajemen sendiri merupakan ilmu dalam mengelola kegiatan, baik skala kecil maupun besar. Dalam pelaksanaan suatu proyek, diperlukan manajemen proyek yang tepat, meskipun proyek bersifat sementara dan memiliki keterbatasan dalam hal waktu, anggaran, serta sumber daya (Noviani and Rachma, 2025). Perencanaan sebuah proyek menjadi acuan pada pelaksanaan proyek, yang selanjutnya menjadi standar pelaksanaan proyek yang meliputi spesifikasi teknik, jadwal dan anggaran biaya (Astari, Subagyo and Kusnadi, 2021).

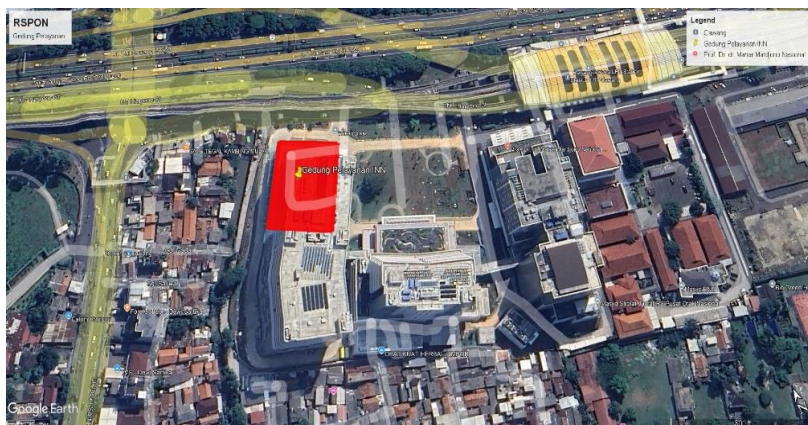
Ada 3 (tiga) kegiatan dari fungsi dasar manajemen proyek diantaranya perencanaan, pelaksanaan dan pengendalian. Dari ketiga kegiatan tersebut dilakukan beberapa pengendalian terhadap sumber daya pada suatu proyek yang meliputi tenaga kerja (*manpower*), peralatan (*machine*), bahan (*material*), uang (*money*), metode (*method*), dan informasi (*information*) (Akbar and Alfiah, 2024). Secara konseptual, manajemen proyek adalah semua kegiatan merencanakan, mengorganisasikan, mengarahkan, mengambil keputusan, dan mengendalikan sumber daya organisasi perusahaan untuk mencapai tujuan tertentu dalam waktu tertentu dengan sumber daya tertentu (Slamet, 2016). Proyek merupakan sebuah kegiatan di mana jumlah waktu dan sumber daya terbatas untuk hasil akhir yang diinginkan/ditentukan. Kegiatan proyek dibatasi oleh biaya, durasi, dan mutu yang merupakan tiga kendala untuk mencapai hasil akhir (Matahelumual et al., 2022). Dengan demikian, manajemen memiliki peran krusial dalam menentukan metode atau pendekatan teknis yang paling tepat dan efektif, sehingga sumber daya yang terbatas dapat dimanfaatkan secara optimal untuk mencapai hasil yang maksimal. Berbagai alat bantu telah dikembangkan untuk menyusun jadwal proyek, mulai dari yang sederhana hingga yang kompleks. Di antara metode yang paling umum digunakan adalah *Time Schedule*, *Network Planning*, *Bar Chart* (*Gantt Chart*), *Critical Path Method* (CPM), dan *Precedence Diagram Method* (PDM). Masing-masing metode memiliki karakteristik, kelebihan, serta keterbatasan yang berbeda, sehingga penggunaannya perlu disesuaikan dengan kebutuhan dan kompleksitas proyek yang dijalankan.

Mempercepat waktu penyelesaian proyek adalah suatu usaha menyelesaikan proyek lebih awal dari waktu penyelesaian dalam keadaan normal. Dalam suatu keadaan tertentu antara umur perkiraan proyek dengan umur rencana proyek terdapat perbedaan. Umur rencana proyek biasanya lebih pendek dari pada umur perkiraan proyek. Umur perkiraan proyek ditentukan oleh lintasan kritis yang terlama waktu pelaksanaannya, dan waktu pelaksanaan tersebut merupakan jumlah lama kegiatan perkiraan dan kegiatan-kegiatan kritis yang membentuk lintasan tersebut. Sedang umur rencana proyek ditentukan berdasarkan kebutuhan manajemen atau sebab-sebab lain (Malifa, Dundu and Malingkas, 2019). Sedangkan proses *crashing* merupakan salah satu cara melakukan perkiraan dari variabel cost dalam menentukan pengurangan durasi yang paling maksimal dengan biaya yang paling ekonomis dari kegiatan yang masih mungkin untuk direduksi (Wiraningsih, 2024). Ada beberapa metode yang dapat digunakan dalam menangani masalah akibat keterlambatan waktu penyelesaian serta penjadwalan suatu proyek diantaranya yaitu PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) dan *Crashing Project* (Herianto, Mahdi and Asif, 2020). Berdasarkan beberapa hasil penelitian sebelumnya metode *Precedence Diagram Method* (PDM) dan *crashing* akan diterapkan pada Proyek Pembangunan Gedung Pelayanan untuk menganalisis jalur kritis dan mengevaluasi efektivitas percepatan proyek. Analisis didukung oleh *software* karena fitur-fiturnya yang memudahkan perencanaan, penjadwalan, dan pengendalian proyek. Selain itu, *software* juga membantu melakukan pencatatan dan pemantauan terhadap pengguna sumber daya manusia maupun yang berupa peralatan (Sumanto, Adi., Priyo, 2016).

2. METODE

2.1. Deskripsi dan Lokasi Penelitian

Proyek yang dijadikan lokasi penelitian ini merupakan Proyek Pembangunan Gedung. Gedung ini merupakan Gedung 11 lantai dan 1 lantai semi *basement*. Besar nilai anggaran proyek ini adalah Rp 75.407.768.693,44, dengan sumber dana berasal dari APBN (2023 & 2024). Adapun peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

2.2. Teknik Pengumpulan Data

Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data yang didapat dari data atau dokumen proyek berupa:

1. *Detail Engineering Design* (DED) pekerjaan struktur Proyek Pembangunan Gedung Pelayanan yang meliputi balok, kolom, dan pelat lantai.
2. Kurva S dan *time schedule* Gedung Pelayanan.
3. Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) yang digunakan dalam pembangunan Gedung Pelayanan yang terdiri dari harga material, upah pekerja, dan peralatan.
4. Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) yang digunakan dalam pembangunan Gedung Pelayanan yang terdiri dari harga material, upah pekerja, dan peralatan.
5. *Bill of Quantity* (BOQ) yang digunakan dalam pembangunan Gedung Pelayanan yang memuat tentang jenis pekerjaan, volume pekerjaan, dan satuan pekerjaan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Jalur Kritis

Pada penelitian ini analisis jalur kritis dapat diidentifikasi dengan cara meng-*input* data proyek ke dalam *software* yang mencakup 2 tahap, yaitu:

1. Menyusun penjadwalan proyek
Dalam merancang jadwal proyek, data yang dibutuhkan untuk keperluan analisis mencakup *Time Schedule*, BOQ, dan AHSP yang telah disusun berdasarkan perencanaan, guna mengidentifikasi jalur kritis proyek.
2. Menyusun *Precedence Diagram Method* (PDM)
Dilakukan penyusunan diagram kerja yang menggambarkan keterkaitan antar aktivitas dalam sebuah proyek dengan lambang atau node yang berisi nama aktivitas, durasi, *earliest start*, *earliest finish*, *latest start*, dan *latest finish*.

Hasil analisis menunjukkan bahwa hampir seluruh pekerjaan berada di jalur kritis kecuali pekerjaan dinding penahan tanah, pit lift, dan tangga. Hasil analisis yang sudah di dapat akan digunakan untuk analisis berikutnya yaitu, percepatan durasi proyek dengan alternatif penambahan pekerja, penambahan jam kerja (lembur), serta kombinasi dari kedua alternatif tersebut.

3.2. Penetapan Biaya Proyek

3.2.1. Biaya Langsung (*Direct Cost*)

Biaya langsung adalah semua biaya yang langsung berhubungan dengan pelaksanaan pekerjaan proyek konstruksi di lapangan. Unsur-unsur yang termasuk dalam biaya langsung adalah biaya upah, biaya material, biaya peralatan, dan biaya sub-kontraktor. Dalam penelitian ini biaya langsung yang didapatkan merupakan biaya aktual yang terjadi di lapangan yang berkaitan langsung dengan aktivitas proyek yaitu sebesar 90% dari nilai proyek sebelum PPN atau total nilai proyek sebelum PPN dikurangi profit dan *overhead*. Besar nilai anggaran proyek sebelum PPN adalah Rp 75.407.768.693,44, maka biaya langsung proyek adalah sebesar Rp 67.866.991.824,09.

3.2.2. Biaya Tidak Langsung (*Indirect Cost*)

Biaya tidak langsung atau yang biasa disebut biaya *overhead* adalah biaya yang tidak dapat dikaitkan secara langsung dengan aktivitas atau pekerjaan tertentu dalam suatu proyek, tetapi tetap diperlukan untuk mendukung kelangsungan dan keberhasilan proyek secara keseluruhan. Biaya tidak langsung adalah sebesar 10% dari nilai proyek sebelum PPN atau sebesar Rp 7.540.776.869,34.

3.3. Analisis Percepatan dengan Penambahan Tenaga Kerja

Sebelum menganalisis kebutuhan tenaga kerja untuk percepatan pekerjaan, terlebih dahulu perlu dipahami jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan dalam kondisi durasi kerja normal. Kebutuhan tenaga kerja dapat dicari menggunakan persamaan (1) berikut.

$$\text{Kebutuhan Tenaga Kerja} = \text{Volume} \times \text{Koefisien} \quad (1)$$

Setelah diketahui kebutuhan tenaga kerja maka analisis selanjutnya adalah perhitungan produktivitas tenaga kerja, yang dapat dicari menggunakan persamaan (2) berikut.

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Volume}}{\text{Durasi} \times \text{Jumlah tenaga kerja}} \quad (2)$$

Penyesuaian jumlah tenaga kerja dilakukan dengan penambahan sebesar 25% dari jumlah tenaga kerja yang ada. Angka 25% penambahan tenaga kerja adalah mengacu pada penelitian (Ali, 2024) yang juga memakai asumsi tersebut. Dalam penelitian tersebut terbukti bahwa penambahan 25% tenaga kerja masih berada pada batas optimal durasi berkurang, tetapi biaya total tidak bertambah karena penghematan biaya *overhead* menutupi kenaikan biaya upah. Penambahan tenaga kerja dapat dicari dengan persamaan (3) berikut.

$$\text{Jumlah penambahan tenaga kerja} = \text{tenaga kerja tersedia} \times (\text{tenaga kerja tersedia} \times 25\%) \quad (3)$$

Setelah dilakukan penambahan tenaga kerja maka analisis selanjutnya adalah menentukan durasi setelah *crashing*. Durasi setelah penambahan tenaga kerja dapat dicari menggunakan persamaan (4) berikut.

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas} \times \text{Jumlah tenaga kerja}} \quad (4)$$

Setelah mendapat jumlah tenaga kerja dan durasi akibat penambahan tenaga kerja, maka langkah selanjutnya adalah menganalisis upah tenaga kerja setelah *crashing*. berupa penambahan tenaga kerja sebesar 25% dari jumlah normal mampu menurunkan durasi menjadi 144,15 hari, atau lebih cepat 31,24 hari dari kondisi normal. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan jumlah tenaga kerja berpengaruh signifikan terhadap percepatan penyelesaian proyek. Upah pekerja (perhari) dan upah total dapat dicari menggunakan persamaan (5) dan (6) berikut.

$$\text{Upah pekerja (per hari)} = \text{Jumlah tenaga kerja} \times \text{Upah} \quad (5)$$

$$\text{Upah total} = \text{Jumlah upah pekerja (per hari)} \times \text{Durasi} \quad (6)$$

Hasil analisis menunjukkan bahwa biaya upah harian mengalami kenaikan menjadi Rp 65.958.680,43, atau bertambah sekitar 22%. Namun, tidak menimbulkan perubahan terhadap total biaya upah, yaitu tetap pada nilai semula. Hal ini dapat dijelaskan karena meskipun jumlah tenaga kerja meningkat, durasi proyek yang lebih singkat mengimbangi kebutuhan biaya tenaga kerja tambahan.

3.4. Analisis Percepatan dengan Penambahan Jam Kerja (Lembur)

Dalam menerapkan penambahan jam kerja atau lembur, perlu diperhatikan tingkat produktivitas pekerja. Hal ini disebabkan oleh kecenderungan menurunnya produktivitas seiring bertambahnya durasi kerja. Produktivitas tenaga kerja harian, produktivitas per jam, dan produktivitas lembur dapat dicari menggunakan persamaan (7), (8), dan (9) berikut.

$$\text{Produktivitas harian} = \frac{\text{Volume}}{\text{Durasi}} \quad (7)$$

$$\text{Produktivitas per jam} = \frac{\text{Produktivitas harian}}{\text{Jam kerja normal}} \quad (8)$$

$$\text{Produktivitas lembur} = \text{Jam lembur} \times \text{Koef. produktivitas} \times \text{Produktivitas per jam} \quad (9)$$

Setelah dilakukan analisis mengenai produktivitas, maka langkah selanjutnya adalah menganalisis durasi setelah ditambahkan jam lembur. Durasi setelah *crashing* dapat dicari menggunakan persamaan (10) berikut.

$$\text{Durasi setelah percepatan} = \frac{\text{Volume}}{\text{Prod. harian setelah percepatan}} \quad (10)$$

Alternatif menggunakan penambahan jam lembur, yang menghasilkan durasi 150,38 hari atau percepatan sebesar 25,01 hari. Apabila durasi pekerjaan setelah *crashing* sudah didapat, maka dilanjutkan dengan menganalisis upah tenaga kerja dengan penambahan jam lembur. Perhitungan upah lembur di Indonesia diatur dalam KEPMEN No. 102 Tahun 2004 tentang waktu kerja lembur dan upah kerja lembur. Pasal 9 ayat (1) Dalam hal upah pekerja/buruh dibayar secara harian, maka penghitungan besarnya upah sebulan adalah upah sehari dikalikan 25 (dua puluh lima) bagi pekerja/buruh yang bekerja 6 (enam) hari kerja dalam 1 (satu) minggu atau dikalikan 21 (dua puluh satu) bagi pekerja/buruh yang bekerja 5

(lima) hari kerja dalam 1 (satu) minggu. Dengan demikian upah tenaga kerja per jam normal dapat dihitung dengan persamaan (11) berikut.

$$\text{Upah tenaga kerja perjam normal} = \frac{\text{Upah pekerja perhari} \times 25}{173} \quad (11)$$

Perhitungan upah kerja jam lembur tertuang pada KEPMEN No. 102 Tahun 2004 Pasal 11 ayat poin (a) yaitu, untuk jam kerja lembur pertama harus dibayar upah sebesar 1,5 kali upah sejam, dan untuk jam lembur berikutnya sebesar 2 kali upah sejam. Perhitungan upah lembur pada jam pertama dapat dicari dengan persamaan (12) dan upah lembur berikutnya dapat dicari dengan persamaan (13) berikut.

$$\text{Upah lembur (jam pertama)} = 1.5 \times \text{Upah perjam} \quad (12)$$

$$\text{Upah lembur (jam ke-2, ke-3, ke-4)} = 2 \times \text{Upah perjam} \quad (13)$$

Setelah menghitung upah per jam, maka selanjutnya dilakukan perhitungan upah tenaga kerja setelah *crashing*. Untuk mencari upah per hari dan upah total dapat dicari menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Upah setelah percepatan} = \text{Upah normal} \times \text{Upah lembur perjam} \quad (14)$$

$$\text{Total upah setelah percepatan} = \text{Upah per hari setelah percepatan} \times \text{Durasi} \quad (15)$$

Berikutnya adalah analisis biaya dan durasi optimal, yaitu dengan membandingkan antara *cost slope* dan biaya *overhead*. Prinsip yang digunakan adalah bahwa nilai *cost slope* pada pekerjaan yang dipercepat tidak boleh melebihi besarnya biaya *overhead* per hari, sehingga percepatan tetap menghasilkan biaya total yang optimal. Perhitungan *cost slope* dapat ditentukan menggunakan persamaan (16) dan biaya /hari ditentukan menggunakan persamaan (17).

$$\text{Cost Slope} = \frac{\text{Biaya dipercepat} - \text{Biaya normal}}{\text{Durasi normal} - \text{Durasi dipercepat}} \quad (16)$$

$$\text{Overhead} = \frac{\text{Overhead}}{\text{Durasi}} \quad (17)$$

Nilai *overhead* per hari yang di dapat adalah Rp 43.090.153,54, yang artinya percepatan durasi dari tiap pekerjaan nilai *cost slope* tidak boleh melebihi dari nilai tersebut. Berdasarkan hasil perhitungan, upah harian dalam alternatif ini meningkat cukup signifikan, yaitu menjadi Rp 70.883.918,12. Terdapat lonjakan biaya sebesar 30,75%, hal ini menunjukkan bahwa jam lembur memberikan dampak percepatan yang lebih besar, namun peningkatan biaya yang jauh lebih tinggi. Penerapan alternatif kedua berupa penambahan jam lembur justru menghasilkan peningkatan biaya upah menjadi Rp 10.659.523.607,33 atau naik sebesar 12,11%, kondisi ini dapat dimaklumi mengingat adanya tambahan jam kerja yang menuntut kompensasi lebih tinggi bagi pekerja.

3.5. Analisis Percepatan dengan Penambahan Tenaga Kerja dan Jam Lembur

Pada analisis ini perhitungan jam lembur masih sama dengan perhitungan sebelumnya, hanya saja durasi dan jumlah pekerja yang digunakan merupakan hasil analisis dari penambahan 25% pekerja. Yang pertama dilakukan adalah menghitung produktivitas harian, produktivitas per jam, dan produktivitas lembur. Berikut adalah persamaan yang dapat digunakan untuk menghitung produktivitas pekerja.

$$\text{Produktivitas harian} = \frac{\text{Volume}}{\text{Durasi}} \quad (18)$$

$$\text{Produktivitas per jam} = \frac{\text{Produktivitas harian}}{\text{Jam kerja normal}} \quad (19)$$

$$\text{Produktivitas lembur} = \text{Jam lembur} \times \text{Koef. produktivitas} \times \text{Produktivitas per jam} \quad (20)$$

Setelah dilakukan analisis mengenai produktivitas, maka langkah selanjutnya adalah menganalisis durasi setelah ditambahkan jam lembur. Durasi setelah *crashing* dapat dicari menggunakan persamaan (21) berikut.

$$\text{Durasi setelah percepatan} = \frac{\text{Volume}}{\text{Prod. harian setelah percepatan}} \quad (21)$$

Berdasarkan hasil analisis, percepatan ini mampu memangkas waktu pelaksanaan sehingga pekerjaan dapat selesai dalam 122,48 hari atau 52,91 hari lebih cepat dari kondisi normal. Setelah mendapat hasil perhitungan durasi setelah percepatan, maka selanjutnya dilakukan perhitungan upah pekerja. Perhitungan upah lembur di Indonesia diatur dalam KEPMEN No. 102 Tahun 2004 tentang waktu kerja lembur dan upah kerja lembur. Pasal 9 ayat (1) Dalam hal upah pekerja/buruh dibayar secara harian, maka penghitungan besarnya upah sebulan adalah upah sehari dikalikan 25 (dua puluh lima) bagi pekerja/buruh yang bekerja 6 (enam) hari kerja dalam 1 (satu) minggu atau dikalikan 21 (dua puluh satu) bagi pekerja/buruh yang bekerja 5 (lima) hari kerja dalam 1 (satu) minggu. Dengan demikian upah tenaga kerja perjam normal dapat dihitung dengan persamaan (22) berikut.

$$\text{Upah tenaga kerja per jam normal} = \frac{\text{Upah pekerja perhari} \times 25}{173} \quad (22)$$

Perhitungan upah kerja jam lembur tertuang pada KEPMEN No. 102 Tahun 2004 Pasal 11 ayat poin (a) yaitu, untuk jam kerja lembur pertama harus dibayar upah sebesar 1,5 kali upah sejam, dan untuk jam lembur berikutnya sebesar 2 kali upah sejam. Perhitungan upah lembur pada jam pertama dapat dicari dengan persamaan (23) dan upah lembur berikutnya dapat dicari dengan persamaan (24) berikut.

$$\text{Upah lembur (jam pertama)} = 1.5 \times \text{Upah per jam} \quad (23)$$

$$\text{Upah lembur (jam ke-2, ke-3, ke-4)} = 2 \times \text{Upah per jam} \quad (24)$$

Setelah menghitung upah per jam, maka selanjutnya dilakukan perhitungan upah tenaga kerja setelah *crashing*. Untuk mencari upah per hari dan upah total dapat dicari menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Upah setelah percepatan} = \text{Upah normal} \times \text{Upah lembur per jam}$$

$$\text{Total upah setelah percepatan} = \text{Upah per hari setelah percepatan} \times \text{Durasi}$$

Berikutnya adalah analisis biaya dan durasi optimal, yaitu dengan membandingkan antara *cost slope* dan biaya *overhead*. Prinsip yang digunakan adalah bahwa nilai *cost slope* pada pekerjaan yang dipercepat tidak boleh melebihi besarnya biaya *overhead* per hari, sehingga percepatan tetap menghasilkan biaya total yang optimal. Perhitungan *cost slope* dapat ditentukan menggunakan persamaan (25) dan biaya *overhead*/hari ditentukan menggunakan persamaan (26).

$$\text{Cost Slope} = \frac{\text{Biaya dipercepat} - \text{Biaya normal}}{\text{Durasi normal} - \text{Durasi dipercepat}} \quad (25)$$

$$\text{Overhead} = \frac{\text{Overhead}}{\text{Durasi}} \quad (26)$$

Nilai *overhead* per hari yang di dapat adalah Rp 43.090.153,54, yang artinya percepatan durasi dari tiap pekerjaan nilai *cost slope* tidak boleh melebihi dari nilai tersebut. Alternatif ini menghasilkan biaya upah harian tertinggi, yaitu mencapai Rp 80.693.118,79, atau meningkat sebesar 48,85%. Dengan demikian, kombinasi dua metode percepatan tersebut memberikan percepatan maksimal, tetapi juga menimbulkan konsekuensi biaya yang paling besar. Namun total upah pekerja hanya meningkat sebesar Rp 9.883.293.189,94, atau naik sebesar 4%.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa pada pekerjaan struktur pembangunan Gedung Pelayanan, penjadwalan dengan metode *Precedence Diagram Method* (PDM) menghasilkan jalur kritis yang mencakup hampir seluruh aktivitas pekerjaan, kecuali pekerjaan tangga, dinding penahan tanah, dan *pit lift*. Durasi normal pelaksanaan pekerjaan struktur adalah 175 hari, namun dengan alternatif percepatan berupa penambahan 25% tenaga kerja durasi menjadi 144,15 hari (lebih cepat 17,71%), penambahan jam lembur menjadi 150,38 hari (lebih cepat 14,43%), dan kombinasi keduanya menjadi 122,48 hari (lebih cepat 29,14%). Dari sisi biaya, pada kondisi normal rata-rata upah harian tenaga kerja adalah Rp54.331.107,34 dengan total biaya Rp9.507.943.784,53. Analisis percepatan menunjukkan bahwa penambahan 25% tenaga kerja meningkatkan rata-rata upah harian 22% menjadi Rp65.958.680,43 dengan total biaya tetap, penambahan jam lembur meningkatkan rata-rata upah harian 30,75% menjadi Rp70.883.918,12 dengan total biaya naik 12,11% menjadi Rp10.659.523.607,33, sedangkan kombinasi kedua alternatif meningkatkan rata-rata upah harian 48,85% menjadi Rp80.693.118,79 dengan total biaya relatif stabil sebesar Rp9.883.293.189,94.

REFERENSI

- Akbar, M. Dwi and Alfiyah, S., 2024. Analisis Manajemen Kontruksi pada Proyek Pembangunan Gedung Pondok Pesantren Mambaul Ulum pada PT. Rajendra Pratama Jaya. *Gudang Jurnal Multidisiplin Ilmu*, 2(3), pp.104–109.
- Ali, D.T.S., 2024. *Analisis Jalur Kritis dan Percepatan dengan Metode Presedence Diagram Method (PDM) dan Metode Crashing pada Pekerjaan Struktur Proyek Pembangunan Gedung RS Kanker Dharmais*. Universitas Siliwangi.
- Astari, N.M., Subagyo, A.M. and Kusnadi, K., 2021. Perencanaan Manajemen Proyek dengan Metode CPM (Critical Path Method) dan PERT (Program Evaluation and Review Technique). *Konstruksia*, 13(1), pp.164–180. <https://doi.org/10.24853/jk.13.1.164-180>.
- Herianto, H., Mahdi, I. and Asif, M., 2020. Analisa Penerapan Metode Pert Dan Crashing Pada Perencanaan Jadwal Proyek (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung Sarana Diklat BKPSDM Kabupaten Ciamis). *Akselerasi : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 1(2), pp.19–27. <https://doi.org/10.37058/aks.v1i2.1498>.
- Malifa, Y., Dundu, A.K.T. and Malingkas, G.Y., 2019. Analisis Percepatan Waktu dan Biaya Proyek Konstruksi Menggunakan Metode Crashing (Studi Kasus: Pembangunan Rusun IAIN Manado). *Jurnal Sipil Statik*, 7(Juni), pp.681–688.
- Matahelumual, R., Jamlaay, O., Sahusilawane, T., Sipil, T., Politeknik, D. and Ambon, N., 2022. Analisa Percepatan Proyek Dengan Metode Crashing Program Pada Proyek Pembangunan Gedung Auditorium IAIN Kota Ambon. *Journal Agregate*, 1(1), pp.65–73.
- Noviani, S.A. and Rachma, I.N., 2025. Analisis Faktor Penyebab Waste dalam Pendekatan Lean Construction pada Beberapa Kontraktor. *Akselerasi : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 6(2), pp.62–68. <https://doi.org/10.37058/aks.v6i2.14239>.
- Schwab, K., 2019. *Revolusi Industri Keempat*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Slamet, K., 2016. Implementasi Mata Kuliah Manajemen Proyek dalam Bentuk Pelaksanaan Proyek Mini. *Pusdiklat Pengembangan SDM, BPPK*, 37(2), pp.121–141.
- Sumanto, Adi., Priyo, Mandiyo., 2016. Analisis Percepatan Waktu Dan Biaya Proyek Konstruksi Dengan Penambahan Jam Kerja (Lembur) Menggunakan Metode Time Cost Trade Off : Studi Kasus Proyek Pembangunan Prasarana Pengendali Banjir. *Semesta Teknika*, 19(1), pp.1–15. <https://doi.org/10.18196/st.v19i1.2233>.
- Wiraningsih, P.I.P., 2024. Analisis Reduksi Durasi Proyek Metode Crashing Dengan Penambahan Waktu Kerja (Studi Kasus: SDN Werdi Bhuwana). *Reinforcement Review in Civil Engineering Studies and Management*, 3(2), pp.94–108. <https://doi.org/10.38043/reinforcement.v3i2.6454>.