



Analisis Reduksi Durasi Proyek Metode Crashing Dengan Penambahan Waktu Kerja (Studi Kasus: SDN Werdi Bhuwana)

Putu Ira Pramesti Wiraningsih^{a,*}

^aProgram Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Udayana, Badung

*Corresponding author, email address: irawiraningsih@unud.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 21 Agustus 2024
Revised: 5 September 2024
Accepted: 20 September 2024
Available Online: 30 November 2024

Kata Kunci:

Metode Crashing, Percepatan,
Durasi Proyek, Waktu
Pelaksanaan, Lembur

ABSTRAK

Dalam pelaksanaannya, sebuah proyek konstruksi sering kali dihadapkan dengan tantangan untuk memenuhi target waktu yang singkat. Hal tersebut cukup sering ditemui pada proyek-proyek pemerintah yang terikat dengan waktu penyelesaian dan serah terima pekerjaan sebelum akhir tahun anggaran, baik secara teknis maupun administratif untuk keperluan penutupan buku. Terlebih lagi keterlambatan dalam proses perencanaan hingga pelelangan yang tidak bisa diprediksi mengakibatkan pekerjaan harus diselesaikan lebih cepat dari waktu yang direncanakan. Pada penelitian ini dilakukan reduksi terhadap waktu pelaksanaan proyek gedung sekolah, yaitu SDN Werdi Bhuwana dengan harapan reduksi sebesar 20% dari durasi rencana. Metode crashing program dengan penambahan waktu kerja atau lembur, dipilih sebagai solusi untuk menganalisis percepatan waktu penyelesaian proyek. Metode ini bertujuan untuk mengurangi durasi proyek dengan cara menambah sumber daya, namun tak jarang hal ini dapat mengakibatkan peningkatan biaya. Proyek pembangunan SDN Werdi Bhuwana dijadwalkan selesai dalam 160 hari dengan estimasi biaya sebesar Rp. 2.822.892.553. Hasil penelitian menunjukkan bahwa durasi proyek berhasil dipercepat menjadi 128 hari, namun percepatan ini mengakibatkan peningkatan biaya sebesar 179.638.613 sehingga total biaya proyek menjadi 3.002.531.166 atau meningkat sebesar 6,36%. Pemerintah atau dinas terkait sebagai pemberi anggaran perlu memperhatikan penambahan nilai ini dalam pembuatan Harga Perkiraan Sendiri (HPS) sebagai bentuk kompensasi atas reduksi waktu pelaksanaan pekerjaan yang ditawarkan.

ABSTRACT

In the implementation, a construction project is often faced with the challenge of meeting short time targets. This is quite often found in government projects that are bound by the completion time and handover of work before the end of the budget year, both technically and administratively for the purpose of closing the books. Moreover, delays in the planning process to the auction that cannot be predicted result in the work having to be completed faster than the planned time. In this case, a reduction was carried out on the implementation time of SDN Werdi Bhuwana with the hope of a reduction of 20% of the planned duration. The crashing program method with additional working hours was chosen as a solution to analyze the acceleration of the project completion time. This method aims to reduce the duration of the project by adding resources, but not infrequently this can result in increased costs. SDN Werdi Bhuwana is scheduled to be completed in 160 days with an estimated cost of Rp. 2,822,892,553. The results of the study showed that the project duration was successfully accelerated to 128 days, as the result it's increase in costs of 179,638,613 so the total cost became 3,002,531,166 (increased 6.36%). The government as budget providers need to pay attention to this additional value in making the Self-Estimated Price as a form of compensation for the reduction in the time for implementing the work offered.

Keywords:

Crashing Method,
Acceleration, Project
Duration, Implementation
Time, Overtime



1. PENDAHULUAN

Pengadaan pembangunan pada sektor-sektor penting seperti pendidikan dan pelayanan publik merupakan salah satu upaya pemerintah untuk mendukung pertumbuhan ekonomi dan meningkatkan kualitas kehidupan masyarakat. Proyek konstruksi, terutama yang bersifat publik atau berkaitan dengan pemerintah sering kali menghadapi tantangan dalam memenuhi target dari segi waktu maupun biaya. Keterlambatan dalam pelaksanaan proyek memberikand dampak yang signifikan terhadap pencapaian tujuan pembangunan, efisiensi penggunaan anggaran, dan kualitas hasil pekerjaan. Salah satu tantangan terbesar yang sering dihadapi pada proyek pemerintah adalah penyelesaian proyek sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan, terutama ketika proyek tersebut terikat dengan durasi tertentu seperti akhir tahun sebagai waktu untuk tutup buku anggaran bagi penanggungjawab atau bendahara pengeluaran (Pusdiklat Anggaran dan Pembendaharaan, 2018) dalam [16].

Selain itu keterlambatan dalam pelaksanaan proyek juga dipengaruhi oleh berbagai faktor diantaranya terdapat masalah teknis dalam proses perencanaan seperti adanya perubahan ruang lingkup pekerjaan, serta kendala dalam proses tender atau lelang seperti ketatnya persaingan, sulitnya verifikasi terhadap calon pemenang hingga masalah lain yang menyebabkan keterlambatan bahkan kegagalan tender. Proses pelelangan yang terlambat akan berdampak juga pada terhambatnya proses penandatanganan kontrak untuk memulai pekerjaan, sehingga durasi pekerjaan yang telah direncanakan oleh konsultan perencana tidak dapat tercapai. Misalnya pada sebuah proyek yang direncanakan selesai dalam waktu 6 bulan (180 hari kalender) tetapi proses tender pekerjaan dilakukan dari bulan Mei dan berlangsung selama 2 bulan, maka sisa waktu yang dimiliki kontraktor untuk menyelesaikan pekerjaan adalah kurang dari 5 bulan terlepas dari berbagai kegiatan administratif lainnya. Masalah ini perlu disikapi dengan strategi dan solusi dari berbagai pihak yang terlibat sehingga proyek dapat diselesaikan sesuai dengan waktu yang diharapkan.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menganalisis percepatan waktu penyelesaian proyek adalah metode crashing program. Metode ini digunakan untuk mengurangi durasi proyek dengan cara menambah sumber daya seperti tenaga kerja, jam kerja lembur, ataupun peralatan. Adapun percepatan durasi pekerjaan dengan metode ini akan memberikan dampak terhadap biaya pekerjaan. Penambahan sumber daya biasanya berujung pada peningkatan biaya yang perlu dipertimbangkan dengan cermat (Ningrum et al., 2017) dalam [13]. Metode crashing dipilih karena kemampuannya untuk mengurangi durasi proyek secara signifikan, dengan tujuan memenuhi permintaan pemilik proyek yang menginginkan proyek selesai dalam waktu yang lebih singkat (Sutciana et al., 2020) dalam [19], khususnya pada proyek pemerintah yang umumnya terikat dengan akhir tahun anggaran. Dalam penelitian ini, fokus diterapkan pada proyek pembangunan SDN Werdi Bhuwana, yang dijadwalkan selesai dalam 160 hari dengan estimasi biaya 2.822.892.553. Pemilik proyek menginginkan penyelesaian lebih cepat karena proyek harus selesai sebelum akhir tahun anggaran untuk keperluan penutupan buku. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan untuk menganalisis penerapan metode crashing guna mereduksi durasi proyek sebesar 20%, atau 32 hari, tanpa mengorbankan kualitas yang diinginkan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak penerapan metode crashing pada proyek pembangunan SDN Werdi Bhuwana dengan harapan dapat mengurangi durasi proyek sebesar 20% dan mengkaji peningkatan biaya yang terjadi akibat penerapan metode tersebut. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berfokus pada percepatan waktu tetapi juga dianalisis dampak biaya yang harus ditanggung akibat perubahan jadwal. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi pertimbangan para pengelola proyek tentang bagaimana mempercepat penyelesaian proyek meskipun harus berdampak pada penambahan biaya. Apabila permasalahan ini dihadapi pada saat perencanaan, akan sangat memungkinkan untuk memperhitungkan persentase penambahan biaya tambahan tersebut dalam perencanaan anggaran proyek. Sehingga hasil penelitian ini juga dapat digunakan oleh pihak pemerintah atau dinas terkait dalam menentukan keputusan yang lebih tepat terutama dalam mengelola proyek konstruksi yang memiliki tenggat waktu yang singkat dan memberikan instruksi kepada konsultan perencana untuk merencanakan Harga Perkiraan Sendiri (HPS) yang realistis dengan mempertimbangkan biaya tambahan yang ditimbulkan akibat rencana percepatan waktu pelaksanaan.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Manajemen Waktu Proyek

Manajemen proyek merupakan suatu disiplin ilmu dan praktik yang bertujuan untuk mencapai tujuan proyek melalui perencanaan, pengorganisasian, pengarahan, dan pengendalian sumber daya yang tersedia secara optimal. Tujuan utamanya adalah menyelesaikan proyek sesuai dengan ruang lingkup, jadwal waktu, anggaran biaya, dan standar mutu yang telah disepakati. Dalam konteks pelaksanaan proyek konstruksi, terutama proyek-proyek yang dibiayai oleh pemerintah, manajemen waktu menjadi aspek yang sangat kritical karena keterbatasan waktu yang dikaitkan dengan siklus anggaran tahunan. Manajemen proyek berarti kemampuan untuk mencapai optimasi biaya, waktu, dan mutu melalui kegiatan perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan pengendalian terhadap sumber daya yang ada (Umar, 2021) dalam [21].

Manajemen proyek bertujuan untuk memastikan bahwa proyek dapat diselesaikan sesuai dengan ruang lingkup, waktu, biaya, dan kualitas yang telah ditentukan (Fatkhurrohman, 2022) dalam [5]. Dalam konteks proyek konstruksi pemerintah, manajemen proyek menghadapi tantangan tambahan, terutama terkait regulasi, pengadaan, dan waktu pelaksanaan yang terbatas oleh anggaran tahunan. Banyak proyek pemerintah harus selesai sebelum akhir tahun anggaran untuk memastikan pembiayaan dapat dicairkan dan dipertanggungjawabkan. Hal ini membuat aspek manajemen waktu menjadi sangat krusial, karena keterlambatan pelaksanaan dapat berdampak besar pada efisiensi biaya dan keberhasilan proyek secara keseluruhan.

Tantangan besar pada proyek pemerintah adalah adanya regulasi yang kaku, mekanisme pengadaan yang panjang, serta batasan waktu penyerapan anggaran yang biasanya berakhir pada bulan Desember setiap tahun. Kondisi ini mendorong pelaksana proyek untuk menyelesaikan pekerjaan dalam waktu yang terbatas tanpa mengurangi kualitas. Apabila keterlambatan terjadi, maka konsekuensi yang dihadapi bisa sangat serius, mulai dari tidak terserapnya anggaran hingga kerugian reputasi instansi pelaksana dan kontraktor. Oleh karena itu, manajemen waktu dalam proyek bukan sekadar menentukan jadwal pelaksanaan, melainkan bagaimana jadwal tersebut dijalankan secara efisien dan adaptif di lapangan. Proyek konstruksi bersifat dinamis, menghadapi risiko eksternal seperti cuaca, kondisi medan, serta faktor sosial dan politik yang dapat berubah sewaktu-waktu. Oleh karena itu, diperlukan sistem manajemen waktu yang tidak hanya bersifat teoritis namun juga praktis dan responsif terhadap kondisi nyata.

2.2 Strategi Percepatan Proyek

Berbagai penelitian telah mengidentifikasi faktor-faktor keterlambatan dalam proyek konstruksi. Menurut Putri et al (2021) dalam [17], penyebab utama keterlambatan proyek konstruksi adalah karena adanya perubahan situasi sepanjang masa pelaksanaan proyek, cuaca buruk, terdapat perubahan desain, kesalahan desain atau spesifikasi, material, peralatan serta tenaga kerja yang kurang memadai. Pemmasalahan lainnya di Indonesia, keterlambatan sering kali terjadi akibat proses pengadaan yang memakan waktu lama. Pusdiklat Anggaran dan Pembendaharaan (2018) dalam [16] mencatat bahwa proyek-proyek pemerintah sering kali memulai tender pada pertengahan tahun, sehingga pelaksanaan proyek menjadi sangat terbatas waktunya. Hal ini menyebabkan jadwal pelaksanaan yang ideal menurut perencana tidak dapat diterapkan sepenuhnya di lapangan. Selain itu, faktor-faktor seperti keterbatasan tenaga kerja, ketidaktepatan estimasi durasi oleh konsultan, serta kendala administratif dalam proses pencairan anggaran turut menyumbang pada keterlambatan. Karena itu, diperlukan solusi praktis dan terukur untuk mengatasi keterlambatan tersebut agar proyek tetap dapat selesai sesuai dengan target waktu.

Terdapat dua metode utama dalam *schedule compression* yaitu fast tracking dan crashing. Metode Fast Tracking dilakukan dengan menjalankan beberapa aktivitas yang semula dijadwalkan secara berurutan menjadi paralel atau tumpang tindih (Lucmana et al., 2021) dalam [8]. Metode ini menghemat waktu namun cukup beresiko, karena aktivitas yang bergantung satu sama lain dikerjakan bersamaan akan meningkatkan potensi kesalahan dan konflik antar pekerjaan. Sedangkan metode Crashing Program dilakukan dengan menambahkan sumber daya pada aktivitas yang berada dalam lintasan kritis untuk mengurangi durasi aktivitas tersebut (Siregar and Lubis, 2024) dalam [18]. Metode Crashing memberikan durasi percepatan

proyek yang lebih efektif apabila dibandingkan dengan metode *Fast Track*, sehingga dapat mengurangi lebih banyak waktu dengan penghematan biaya yang lebih signifikan (Fitriah et al., 2024) dalam [6]. Selain itu, metode crashing sering digunakan ketika proyek harus diselesaikan lebih cepat karena permintaan pemilik proyek atau karena faktor eksternal seperti batas waktu anggaran, karena meskipun menambah biaya namun ia relatif lebih terkontrol dan tidak mengubah struktur aktivitas secara drastis yang dapat menyebabkan konflik antaraktivitas.

2.3 Metode Crashing Program

Crashing Program merupakan salah satu metode untuk mempercepat penyelesaian proyek dengan menambahkan sumber daya pada aktivitas-aktivitas kritis untuk mengurangi durasi proyek. Menurut Mora and Li (2001) dalam [12], penambahan sumber daya dalam hal ini dapat berupa penambahan waktu kerja atau lembur, penggunaan sistem shift, penambahan tenaga kerja, penggunaan alat berat dan kombinasi di antaranya. Menurut Matahelumual et al (2022) dalam [11] ketika melakukan crashing selalu akan berdampak pada peningkatan biaya proyek, karena tambahan sumber daya tersebut memerlukan kompensasi. Sehingga dalam pelaksanaan pekerjaan akan terjadi kondisi dimana terdapat reduksi durasi pekerjaan dengan peningkatan biaya yang efisien atau disebut Time Cost Trade Off (Anenda, 2020) dalam [2].

Metode ini dilakukan berdasarkan perhitungan cost slope, yaitu rasio antara selisih biaya percepatan terhadap selisih durasi normal dan durasi setelah crashing. Aktivitas yang memiliki cost slope terendah adalah yang paling efisien untuk dipercepat karena memberikan pengurangan waktu dengan biaya yang paling minimal. Dengan demikian, crashing dilakukan secara bertahap dan selektif, hanya pada aktivitas-aktivitas kritis yang memiliki *cost slope* rendah. Menurut (Heriyanto et al., 2023) dalam [7] proses crashing juga memerlukan pemantauan terhadap perubahan jalur kritis. Ketika satu aktivitas dipercepat, bisa jadi aktivitas lain yang semula tidak kritis menjadi bagian dari jalur kritis. Oleh karena itu, evaluasi ulang terhadap jalur kritis harus dilakukan setelah setiap iterasi crashing. Implementasi metode ini dapat dikombinasikan dengan penggunaan perangkat lunak manajemen proyek seperti Microsoft Project untuk memodelkan jalur kritis dan mengevaluasi dampak percepatan terhadap keseluruhan jadwal proyek (Astama et al., 2024) dalam [4]. Penelitian terdahulu telah mengkaji efektivitas metode crashing dalam proyek konstruksi, misalnya penelitian oleh Malifa et al. (2019) dalam [10] menunjukkan bahwa crashing dapat mengurangi durasi proyek hingga 15% dengan peningkatan biaya yang terkendali. Hal tersebut memperkuat alasan bahwa crashing adalah strategi yang layak, terutama pada proyek-proyek pemerintah yang tidak memiliki fleksibilitas tinggi terhadap waktu penyelesaian.

2.4 Penambahan Jam Kerja atau Lembur

Penambahan jam kerja lembur merupakan salah satu pendekatan untuk metode crashing yang paling sering digunakan karena tidak memerlukan penambahan tenaga kerja baru atau peralatan tambahan, terutama ketika penambahan tenaga kerja baru tidak memungkinkan yang diakibatkan oleh keterbatasan anggaran ataupun keterampilan teknis tertentu. Penambahan lembur tentu saja dapat meningkatkan produktivitas proyek secara signifikan, namun efeknya harus dihitung secara teliti karena produktivitas kerja saat lembur umumnya lebih rendah dibandingkan jam kerja normal (Anggraeni et al., 2017) dalam [3]. Penurunan produktivitas tersebut disebabkan oleh beberapa faktor, seperti kelelahan fisik dan mental, keterbatasan konsentrasi, dan penurunan moral kerja. Oleh karena itu, dalam perhitungan crashing yang melibatkan lembur, asumsi produktivitas yang digunakan harus realistis dan mempertimbangkan batas kemampuan tenaga kerja (Oktaviana et al., 2023) dalam [14]. Pemilihan lembur juga perlu dibatasi secara proporsional agar tidak menimbulkan efek jangka panjang terhadap kesehatan dan keselamatan kerja.

Maka dari itu dalam perhitungan crashing, produktivitas lembur umumnya diasumsikan tidak maksimal atau lebih rendah daripada jam kerja normal. Menurut Amin (2021) dalam [1], penambahan lembur dapat meningkatkan output pekerjaan dalam jangka pendek, tetapi pada durasi panjang justru dapat menurunkan produktivitas karena kelelahan tenaga kerja. Bahkan penurunan tingkat produktivitas tenaga kerja pada jam lembur bisa mencapai 7% dengan rata-rata produktivitas normal sebesar 63,41% menjadi

56,53% pada saat lembur. Menurut Sutrisno et al (2023) dalam [20], pemilihan alternatif penambahan jam kerja (lembur) juga 6-7% lebih efektif dalam mereduksi durasi total pekerjaan daripada alternatif penambahan tenaga kerja. Menurut Peraturan Presiden Nomor 35 (2021) dalam [15] pada praktik pemberian upah lembur di Indonesia, pihak pemberi kerja diharuskan untuk memberikan upah sebesar 1,5 kali dari upah normal per jam untuk jam pertama dan 2 kali untuk jam-jam berikutnya setelah waktu kerja normal. Maka dari itu sebelum mengambil keputusan untuk lembur, menurut Maganda and Witjaksana (2024) dalam [9] perlu dilakukan analisis yang lebih mendalam dari segi ekonomi dan realisasi pelaksanaannya di lapangan karena perlu diperhatikan juga bahwa penambahan waktu kerja akan berpengaruh pada penurunan faktor produktivitas kerja.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Gambaran Umum

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi kasus kuantitatif pada proyek Pembangunan Ruang Kelas Baru (RKB) SDN Werdi Bhuwana yang berlokasi di Kecamatan Mengwi, Kabupaten Badung. Proyek ini berada dibawah naungan Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (PUPR) Kabupaten Badung. Rencana awal waktu pelaksanaan proyek adalah selama 160 hari, yang kemudian akan dilakukan percepatan durasi pelaksanaan menggunakan metode crashing program. Metode ini digunakan dalam manajemen proyek untuk mempercepat penyelesaian proyek dengan menambahkan sumber daya atau memperpanjang jam kerja, dengan tujuan mengurangi durasi aktivitas tertentu, terutama yang berada pada lintasan kritis (critical path), tanpa mengorbankan ruang lingkup proyek.

Adapun dalam hal ini, metode crashing diterapkan dengan cara menambahkan jam kerja lembur sebanyak 4 jam per hari. Penambahan ini dilakukan dengan mempertimbangkan batas toleransi efisiensi kerja manusia saat lembur, dalam penelitian ini diasumsikan memiliki produktivitas sebesar 75% dari produktivitas kerja normal. Pendekatan ini dipilih karena secara praktis tidak memerlukan penambahan alat berat maupun rekrutmen tenaga kerja baru yang dapat berdampak pada perubahan struktur organisasi proyek.

3.2 Asumsi dan Parameter Dasar

Dalam melakukan analisis dengan metode crashing, beberapa asumsi penting yang digunakan sebagai acuan dasar diantaranya:

- Jam kerja normal adalah 8 jam/hari.
- Jam kerja tambahan atau lembur maksimal 4 jam/hari.
- Produktivitas tenaga kerja saat lembur adalah 75% dari produktivitas normal.
- Upah lembur pada jam ke-1 adalah senilai 1,5 kali upah normal per jam, sedangkan pada jam ke-2 hingga ke-4 adalah senilai 2 kali upah normal per jam.
- Harga satuan upah dihitung berdasarkan pembagian harga satuan tenaga kerja terhadap 8 jam kerja.
- Analisis dilakukan pada aktivitas-aktivitas yang ada dalam lintasan kritis, yang terlebih dahulu dianalisis dengan *Microsoft Project*.

3.3 Analisis Crash Duration

Crash duration mengacu pada durasi pekerjaan baru setelah dilakukan percepatan. Percepatan dilakukan dengan menambah jam kerja, sehingga menghasilkan produktivitas tambahan. Adapun langkah-langkah perhitungan *crash duration* yaitu:

- a. Menghitung Produktivitas Harian (Ph)

$$P_h = \frac{V}{D_n} \quad (1)$$

Produktivitas harian dihitung dengan rumus diatas, dimana:

Ph : Produktivitas Harian

V : Volume Pekerjaan

Dn: Durasi Normal (hari)

b. Menghitung Produktivitas per Jam (P_j)

$$P_j = \frac{P_h}{8} \quad (2)$$

Produktivitas per jam dihitung dengan rumus diatas, dimana:

P_j : Produktivitas per Jam

P_h : Produktivitas Harian

c. Menghitung Produktivitas Tambahan dari Lembur (P_l)

$$P_l = P_j \times 0,75 \times 4 \quad (3)$$

Produktivitas lembur dengan asumsi 75% dari produktivitas normal dihitung dengan rumus diatas, dimana:

P_l : Produktivitas Lembur

P_j : Produktivitas per Jam

d. Menghitung Produktivitas Total (P_t)

$$P_t = P_h + P_l \quad (4)$$

Produktivitas total dihitung dengan rumus diatas, dimana:

P_t : Produktivitas Total

P_h : Produktivitas Harian

P_l : Produktivitas Lembur

e. Menghitung *Crash Duration* (D_c)

$$D_c = \frac{V}{P_t} \quad (5)$$

Produktivitas per jam dihitung dengan rumus diatas, dimana:

D_c : *Durasi Crashing* (hari)

V : Volume Pekerjaan

P_t : Produktivitas Total

Perhitungan ini dilakukan untuk semua aktivitas kritis guna mengetahui estimasi durasi baru setelah aktivitas diperpendek menggunakan tenaga lembur.

3.4 Analisis *Crash Cost*

Crash cost adalah total biaya baru yang harus dikeluarkan untuk menyelesaikan aktivitas lebih cepat menggunakan lembur. Biaya ini dihitung berdasarkan tambahan kompensasi upah yang harus dibayarkan kepada tenaga kerja sesuai regulasi ketenagakerjaan yang umum berlaku di Indonesia, yaitu 1 jam pertama dibayar senilai 1,5 kali upah normal per jam sedangkan untuk 3 jam berikutnya dibayar senilai 2 kali upah normal per jam (Peraturan Presiden Nomor 35, 2021) dalam [15]. Adapun langkah perhitungannya sebagai berikut:

a. Menghitung Upah per Jam (U_j)

$$U_j = \frac{\text{Harga Satuan Normal}}{8} \quad (6)$$

b. Menghitung Total Upah Lembur (U_l)

$$U_l = (U_j \times 1,5) + (U_j \times 3 \times 2) \quad (7)$$

c. Menghitung Harga Satuan Baru (H_s)

$$H_s = \text{Harga Satuan Normal} + U_t \quad (8)$$

d. Menghitung Upah Per Hari (U_d)

$$U_d = H_s \times \text{Jumlah Tenaga Kerja} \quad (9)$$

e. Menghitung Total Crash Cost (C_c)

$$C_c = U_d \times D_c \quad (10)$$

Perhitungan ini dilakukan untuk semua aktivitas yang berada di lintasan kritis, kemudian nilai Crash Cost dibandingkan dengan biaya normal untuk menilai efisiensi percepatan.

3.5 Analisis Cost Slope

Selanjutnya dilakukan perhitungan *cost slope* yang menjadi indikator untuk menentukan prioritas aktivitas yang paling efisien untuk dipercepat. Adapun *cost slope* dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Cost Slope} = \frac{\text{Crash Cost} - \text{Normal Cost}}{\text{Normal Duration} - \text{Crash Duration}} \quad (11)$$

Dalam hal ini, semakin rendah nilai *cost slope* maka semakin ekonomis aktivitas tersebut untuk dipercepat karena memberikan pengurangan durasi terbesar dengan biaya minimum. Maka dari itu, aktivitas-aktivitas dengan *cost slope* terendah diprioritaskan terlebih dahulu dalam proses crashing.

3.6 Pemodelan Penjadwalan

Perhitungan durasi baru (*crash duration*) kemudian dimasukkan ke dalam *Microsoft Project* untuk memperbarui jadwal proyek dan memantau dampaknya terhadap lintasan kritis proyek. Apabila terjadi perubahan lintasan kritis akibat percepatan aktivitas tertentu, maka dilakukan perhitungan ulang terhadap aktivitas-aktivitas baru yang kini menjadi kritis dengan tahapan-tahapan yang telah dilakukan sebelumnya. Hal ini membutuhkan ketelitian tinggi karena perubahan kecil dapat berdampak besar terhadap keseluruhan struktur jaringan kerja proyek. Proses ini dilakukan secara iteratif hingga tercapai target durasi baru yaitu mereduksi hingga 20% dari rencana awal waktu pelaksanaan.

3.7 Analisis Dampak dan Validasi Data

Setelah menyelesaikan semua tahapan diatas, maka akan didapatkan dampak secara ekonomi dan efisiensi waktu yaitu dari hasil perhitungan durasi proyek dan total biaya proyek setelah proses crashing. Kemudian untuk melakukan validasi, dapat melakukan perbandingan hasil perhitungan yang dilakukan dengan *Microsoft Excel* dengan data durasi dan biaya yang muncul pada *Microsoft Project*, apabila nilai durasi dan biaya pada program tersebut menunjukkan kesesuaian dengan hasil perhitungan manual maka dapat disimpulkan bahwa proses crashing berjalan sesuai rencana dan valid secara teknis.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Aktivitas pada Lintasan Kritis

Adapun setelah diinput dalam *Microsoft Project* kita dapat mengetahui lintasan kritis yang ada pada project tersebut. Pekerjaan-pekerjaan yang termasuk aktivitas kritis dalam proyek SDN Werdi Bhuwana ini adalah sebagai berikut:

Pekerjaan Lantai I

- 1 Pek. Bowplank dan Pengukuran
- 2 Pek. Galian tanahpondasi menerus
- 3 Pek. Urugan kembali tanah Pondasi menerus
- 4 Pek. Urugan peninggian lantai

- 5 Pek. Urugan pasir di bawah pondasi menerus
- 6 Pek. Urugan pasir di bawah lantai
- 7 Pek. Pasangan batu kosong
- 8 Pek. Pasangan pondasi batu kali 1 : 5
- 9 Pek. Pasang batu bataringan tbl. 12,5 cm dengan semen Instan
 Pek. Pelat Lantai T = 10 cm
- 10 a. Beton K.250
- 11 b. waremesh (Dalam 10 kg)
 Pek. Kolom 30 x 40 (K 250)
- 12 b. Pembesian
 Pek. Kolom 30 x 30 (K 250)
- 13 a. Beton K.250
- 14 b. Pembesian
- 15 c. Begesting 2 x Pakai
 Pek. Kolom 30 x 45 (K 250)
- 16 b. Pembesian
 Pek. Kolom 13x 40 (K 250)
- 17 a. Beton K.250
- 18 b. Pembesian
- 19 c. Begesting 2 x Pakai
- 20 Pek. Rangka Plafon Holow 40 x 40 x 0,4 mm
- 21 Pek. Pasang plafond fiber sement board eks. Shera
- 22 Pek. Shedow line 10 mm
- 23 Pek. Pengecatan Plafond Gypsum
- 24 Box Panel MCB
- 25 Instalasi titik lampu penerangan kabel NYM 3 x 2,5 mm² dalam konduit
- 26 Instalasi stop kontak biasa kabel NYM 3 x 2,5 mm dalam konduit
- 27 Instalasi stop kontak AC kabel NYM 3 x 2,5 mm
- 28 Pek. Instalasi telepone
- 29 Pek. Instalasi Kabel HDMI
- Pekerjaan Lantai II**
 Pek. Kolom 40 x 30 (K 250)
- 30 a. Beton K.250
- 31 b. Pembesian
- 32 c. Begesting
 Pek. Kolom 30 x 30 (K 250)
- 33 b. Pembesian
 Pek. Kolom 13 x 40 (K 250)
- 34 a. Beton K.250
- 35 b. Pembesian
- 36 c. Begesting
 Pek. Balok B1 250/500 (K 250)
- 37 a. Beton K.250
- 38 c. Begesting
 Pek. Balok B2 250/450 (K 250)
- 39 c. Begesting
 Pek. Balok B3 200/350 (K 250)
- 40 a. Beton K.250
- 41 c. Begesting
 Pek. Balok B4 150/400 (K 250)
- 42 a. Beton K.250
 Pek. Balok B5 200/350 (K 250)
- 43 a. Beton K.250
 Pek. Pelat Lantai + Bondek T = 15 cm
- 44 a. Beton K.250
- 45 b. waremesh M7 Dua layer
- 46 c. Smartdeck t = 1 mm

- 47 d. Begesting
Pek. Pelat Atap t= 10 cm
- 48 a. Beton K.250
- 49 b.waremesh M7 satu layer
- 50 c. Begesting
Pek. Ring Balok R1 200/350 (K 250)
- 51 c. Begesting
Pek. Ring Balok R2 20/30(K 250)
- 52 c. Begesting
Pek. Ring Balok R3 200/400(K 250)
- 53 c. Begesting
- 54 Pek. Balok Latei (Bingkai Kusen)
- 55 Pek. Pasang lantai keramik 40 x 40 cm
- 56 Pek. Pasang dinding keramik 40 x 40 cm
- 57 Pek. Pasang Plint keramik tangga 10 x 40 cm

Terdapat 57 aktivitas yang termasuk dalam lintasan kritis. Apabila item pekerjaan diatas mengalami keterlambatan maka keseluruhan waktu proyek juga akan bertambah atau terlambat. Begitupun sebaliknya, bila item pekerjaan diatas mengalami percepatan waktu pengerjaan maka proyek akan memungkinkan untuk dapat diselesaikan lebih cepat dari rencana.

4.1 Aktivitas Metode Crashing

Hasil analisis dari setiap tahapan Crash Duration, Crash Cost dan Cost Slope adalah sebagai berikut:

Crash Duration

Dalam hal ini diambil salah satu aktivitas sebagai contoh perhitungan yaitu Pekerjaan Pasangan Pondasi Batu Kali, dengan durasi normal untuk penyelesaian pekerjaan ini adalah 8 hari.

- a. Produktivitas Harian (Ph)
$$P_h = \frac{V}{D_n} = \frac{44,11}{8} = 5,51 \text{ m3/hari}$$
- b. Produktivitas per Jam (Pj)
$$P_j = \frac{P_h}{8} = \frac{5,51}{8} = 0,69 \text{ m3/hari}$$
- c. Produktivitas Lembur (Pl)
$$P_l = P_j \times 0,75 \times 4 = 0,69 \times 0,75 \times 4 = 2,07 \text{ m3/hari}$$
- d. Produktivitas Total (Pt)
$$P_t = P_h + P_l = 5,51 + 2,07 = 7,58 \text{ m3/hari}$$
- e. Menghitung Crash Duration (Dc)
$$D_c = \frac{V}{P_t} = \frac{44,11}{7,58} = 5,82 \approx 6 \text{ hari}$$

Sehingga didapatkan durasi crash (Dc) adalah 6 hari. Nilai Crash Duration tersebut kemudian digunakan untuk melanjutkan perhitungan Crash Cost.

Crash Cost

Mengacu pada AHSP terdapat 4 jenis tenaga kerja yang terlibat dalam Pekerjaan Pasangan Pondasi Batu Kali dengan koefisien kebutuhan tenaga kerja harian yaitu (1) 8,27 Pekerja; (2) 4,14 Tukang Batu; (3) 0,41 Kepala Tukang dan (4) 0,41 Mandor.

- a. Upah per Jam (Uj)
$$U_{j1} = \frac{\text{Harga Satuan Normal}}{8} = \frac{85.000}{8} = \text{Rp. } 10.625,00$$

$$U_{j2} = \frac{\text{Harga Satuan Normal}}{8} = \frac{85.000}{8} = \text{Rp. } 10.625,00$$

$$U_{j3} = \frac{\text{Harga Satuan Normal}}{8} = \frac{90.000}{8} = \text{Rp. } 11.250,00$$

$$U_{j4} = \frac{\text{Harga Satuan Normal}}{8} = \frac{110.000}{8} = \text{Rp. } 13.750,00$$
- b. Upah Lembur (Ul)
$$U_{l1} = (U_{j1} \times 1,5) + (U_{j1} \times 3 \times 2) = (10.625 \times 1,5) + (10.625 \times 3 \times 2) = 15.937,5 + 63.750$$

$$U_{l1} = \text{Rp. } 79.687,50$$

$$U_{l2} = (U_{j2} \times 1,5) + (U_{j2} \times 3 \times 2) = (10.625 \times 1,5) + (10.625 \times 3 \times 2) = 15.937,5 + 63.750$$

$$U_{l2} = \text{Rp. } 79.687,50$$

$$U_{l3} = (U_{j3} \times 1,5) + (U_{j3} \times 3 \times 2) = (11.250 \times 1,5) + (11.250 \times 3 \times 2) = 16.875 + 67.500$$

$$U_{l3} = \text{Rp. } 84.375,00$$

$$U_{l4} = (U_{j4} \times 1,5) + (U_{j4} \times 3 \times 2) = (13.750 \times 1,5) + (13.750 \times 3 \times 2) = 20.625 + 82.500$$

$$U_{l4} = \text{Rp. } 103.125,00$$

c. Harga Satuan Baru (Hs)

$$H_{s1} = \text{Harga Satuan Normal} + U_{t1} = 85.000 + 79.687,5 = \text{Rp. } 164.687,50$$

$$H_{s2} = \text{Harga Satuan Normal} + U_{t2} = 85.000 + 79.687,5 = \text{Rp. } 164.687,50$$

$$H_{s3} = \text{Harga Satuan Normal} + U_{t3} = 90.000 + 84.375 = \text{Rp. } 174.375,00$$

$$H_{s4} = \text{Harga Satuan Normal} + U_{t4} = 110.000 + 103.125 = \text{Rp. } 213.125,00$$

d. Upah Per Hari (Ud)

$$U_{d1} = H_{s1} \times \text{Jumlah Tenaga Kerja} = 164.687,5 \times 8,27 = \text{Rp. } 1.362.068,55$$

$$U_{d2} = H_{s2} \times \text{Jumlah Tenaga Kerja} = 164.687,5 \times 4,14 = \text{Rp. } 681.034,28$$

$$U_{d3} = H_{s3} \times \text{Jumlah Tenaga Kerja} = 174.375 \times 0,41 = \text{Rp. } 72.109,51$$

$$U_{d4} = H_{s4} \times \text{Jumlah Tenaga Kerja} = 213.125 \times 0,41 = \text{Rp. } 88.133,85$$

Sehingga didapat total upah per hari (Ud) adalah Rp. 2.203.346,19

e. Crash Cost (Cc)

$$C_c = U_d \times D_c = 2.203.346,19 \times 6 = \text{Rp. } 13.220.077,15$$

Sehingga didapatkan total nilai pada durasi crash (Cc) adalah Rp. 13.220.077,15. Sedangkan total nilai upah pada durasi normal tanpa penambahan lembur atau Normal Cost (Cn) adalah Rp. 9.097.687,50.

Cost Slope

Adapun untuk cost slope dilakukan perhitungan sebagai berikut.

$$\text{Cost Slope} = \frac{13.220.077,15 - 9.097.687,50}{8 - 6} = \text{Rp. } 2.061.194,82$$

Sehingga diketahui nilai cost slope dengan penambahan jam kerja (lembur) selama 4 jam/hari pada Pekerjaan Pasangan Pondasi Batu Kali adalah Rp. 2.061.194,82

Hasil Perhitungan

Seluruh tahapan Crashing dilakukan pada aktivitas-aktivitas yang ada pada lintasan kritis dimana terdapat 57 aktivitas kritis pada proyek SDN Werdi Bhuwana. Sehingga perhitungan dilakukan terhadap 57 pekerjaan. Diperlukan kombinasi yang baik dari kegiatan yang dipercepat durasi pelaksanaannya dengan biaya yang paling ekonomis. Dalam hal ini, semakin rendah nilai cost slope maka semakin ekonomis aktivitas tersebut untuk dipercepat karena memberikan pengurangan durasi terbesar dengan biaya minimum.

Maka *crashing* durasi dari pekerjaan dengan nilai *cost slope* terendah diprioritaskan, karena tujuannya adalah mempercepat proyek dengan tetap memperhatikan sisi ekonomis dari dilakukannya percepatan tersebut. Rekapitulasi dibuat untuk melihat pekerjaan mana yang memiliki *cost slope* termurah, hasil proses crashing tahap pertama dapat dilihat pada Tabel 1 dimana kolom paling kanan menunjukkan urutan pekerjaan dengan nilai cost slope terendah.

Tabel 1. Rekapitulasi cost slope pada crashing pertama

NO	Task Name	NORMAL		CRASHED		Δd	COST SLOPE	Rank Min.
		Duration (Dn)	Cost (Cn)	Duration (Dc)	Cost (Cc)			
1	Pek. Bowplank dan Pengukuran	2	2.134.665	2	4.135.913	0		
2	Pek. Galian tanahpondasi menerus	10	11.862.270	8	18.386.519	2	3.262.124	22
3	Pek. Urugan kembali tanah Pondasi menerus	3	1.417.440	3	2.746.290	0		
4	Pek. Urugan peninggian lantai	3	4.503.380	3	8.725.299	0		

5	Pek. Urugan pasir di bawah pondasi menerus	5	251.902	4	390.448	1	138.546	3
6	Pek. Urugan pasir di bawah lantai	2	437.570	2	847.792	0		
7	Pek. Pasangan batu kosong	5	1.780.350	4	2.759.543	1	979.193	10
8	Pek. Pasangan pondasi batu kali 1 : 5	8	9.097.688	6	13.220.077	2	2.061.195	19
9	Pek. Pasang batu bata ringan tbl. 12,5 cm dengan semen Instan	13	88.123.100	10	131.337.313	3	14.404.738	26
10	a. Beton K.250	3	11.008.474	3	21.328.919	0		
11	b. waresmesh (Dalam 10 kg)	4	1.753.853	3	2.548.568	1	794.715	9
12	b. Pembesian	4	2.771.058	3	4.026.694	1	1.255.636	14
13	a. Beton K.250	3	693.911	3	1.344.452	0		
14	b. Pembesian	3	720.829	3	1.396.607	0		
15	c. Begesting 2 x Pakai	4	2.395.800	3	3.481.397	1	1.085.597	12
16	b. Pembesian	3	1.193.501	3	2.312.409	0		
17	a. Beton K.250	2	72.896	2	141.235	0		
18	b. Pembesian	3	126.696	3	245.473	0		
19	c. Begesting 2 x Pakai	3	769.560	3	1.491.023	0		
20	Pek. Rangka Plafon Holow 40 x 40 x 0,4 mm	11	25.293.597	8	35.640.977	3	3.449.127	23
21	Pek. Pasang plafond fiber sement board eks. Shera	10	844.938	8	1.309.653	2	232.358	5
22	Pek. Shedow line 10 mm	4	2.717.741	3	3.949.217	1	1.231.476	13
23	Pek. Pengecatan Plafond Gypsum	6	2.962.915	5	4.783.874	1	1.820.958	18
24	Box Panel MCB	1	24.250	1	46.984	0		
25	Instalasi titik lampu penerangan kabel NYM 3 x 2,5 mm2 dalam conduit	3	1.115.850	3	2.161.959	0		
26	Instalasi stop kontak biasa kabel NYM 3 x 2,5 mm dalam conduit	4	519.000	3	754.172	1	235.172	6
27	Instalasi stop kontak AC kabel NYM 3 x 2,5 mm	2	259.500	2	502.781	0		
28	Pek. Instalasi telepon	3	51.900	3	100.556	0		
29	Pek. Instalasi Kabel HDMI	2	155.700	2	301.669	0		
30	a. Beton K.250	3	1.198.573	3	2.322.236	0		
31	b. Pembesian	4	3.038.397	3	4.415.171	1	1.376.774	15
32	c. Begesting	4	3.620.925	3	5.261.657	1	1.640.732	17
33	b. Pembesian	4	1.245.717	3	1.810.182	1	564.465	8
34	a. Beton K.250	2	69.251	2	134.174	0		
35	b. Pembesian	4	120.418	3	174.982	1	54.564	1
36	c. Begesting	3	365.541	3	708.236	0		
37	a. Beton K.250	2	788.535	2	1.527.787	0		
38	c. Begesting	7	4.083.750	6	6.781.942	1	2.698.192	20
39	c. Begesting	5	21.192.848	4	32.848.914	1	11.656.066	25
40	a. Beton K.250	2	3.040.766	2	5.891.484	0		
41	c. Begesting	4	7.086.531	3	10.297.616	1	3.211.085	21
42	a. Beton K.250	2	684.554	2	1.326.322	0		
43	a. Beton K.250	2	132.737	2	257.177	0		

44	a. Beton K.250	2	10.697.792	2	20.726.971	0		
45	b.waremesh M7 Dua layer	6	1.709.604	5	2.760.298	1	1.050.694	11
46	c. Smartdeck t = 1 mm	2	2.444.442	2	4.736.106	0		
47	d. Begesting	9	299.008	7	450.589	2	75.790	2
48	a. Beton K.250	2	456.614	2	884.690	0		
49	b.waremesh M7 satu layer	3	41.828	3	81.042	0		
50	c. Begesting	5	2.829.585	4	4.385.857	1	1.556.272	16
51	c. Begesting	3	4.488.041	3	8.695.580	0		
52	c. Begesting	4	950.493	3	1.381.185	1	430.692	7
53	c. Begesting	4	326.700	3	474.736	1	148.036	4
54	Pek. Balok Latei (Bingkai Kusen)	3	5.964.960	3	11.557.110	0		
55	Pek. Pasang lantai keramik 40 x 40 cm	10	37.574.075	8	58.239.816	2	10.332.871	24
56	Pek. Pasang dinding keramik 40 x 40 cm	3	395.588	3	766.451	0		
57	Pek. Pasang Plint keramik tangga 10 x 40 cm	3	5.528.454	3	10.711.380	0		

4.3 Hasil Iterasi dan Perubahan Lintasan Kritis

Seperti yang telah dipaparkan sebelumnya bahwa crashing dilakukan satu-persatu dari kegiatan dengan cost slope terendah, hal tersebut berpotensi membuat perubahan pada aktivitas-aktivitas yang dilalui oleh lintasan kritis. Perubahan lintasan kritis dapat diketahui dengan melihat satu-persatu perubahan pada *Gantt Chart* dalam *Microsoft Project* setelah memasukkan durasi dari *cost slope* terendah tadi.

Selama proses crashing, terjadi 11 kali perubahan lintasan kritis. Perubahan ini terjadi akibat percepatan aktivitas yang membuat aktivitas non-kritis menjadi baru pada jalur kritis. Perubahan aktivitas pada lintasan kritis mengakibatkan harus dilakukannya dilakukan pembaruan durasi, biaya dan perhitungan ulang untuk seluruh tahapan metode crashing pada setiap aktivitas pada lintasan kritis yang baru dan dibuat dalam file baru juga sesuai dengan perhitungan di excel. Untuk setiap iterasi juga dilakukan pemodelan ulang pada *Microsoft Project*, dimana setiap aktivitas baru dievaluasi berdasarkan *cost slope* terkini dan dampaknya terhadap jalur kritis.

4.4 Hasil Analisis Dampak terhadap Biaya dan Waktu

Berdasarkan hasil analisis dan rekapitulasi dari seluruh aktivitas yang telah mengalami percepatan, dapat diketahui dampaknya terhadap waktu dan biaya sebagai berikut.

- Durasi proyek awal adalah 160 hari
- Durasi proyek setelah crashing adalah 128 hari
- Deviasi durasi proyek adalah 32 hari atau tereduksi sebesar 20% dari durasi awal
- Total biaya awal proyek adalah Rp. 2.822.892.553
- Total biaya proyek setelah crashing adalah Rp. 3.002.531.166
- Kenaikan biaya akibat crashing adalah Rp. 179.638.613

Persentase kenaikan biaya total adalah sebesar 6,36% dari total biaya awal sebagai kompensasi atas efisiensi waktu proyek yang cukup signifikan. Apabila dilakukan komparasi antara reduksi waktu dan peningkatan biaya yang terjadi maka dapat dikatakan bahwa untuk melakukan satu hari percepatan proyek setara dengan tambahan biaya sebesar Rp. 5.613.707.

4.5 Validasi Analisis

Data hasil perhitungan manual divalidasi dengan data durasi dan biaya yang muncul pada *Microsoft Project*. Adapun nilai durasi dan biaya dalam grafik *Gantt* dan kolom biaya telah menunjukkan kesesuaian dengan hasil perhitungan, sehingga dapat disimpulkan bahwa proses crashing berjalan sesuai rencana dan valid secara teknis. Output yang didapatkan pada *Microsoft Project* dapat dilihat pada Gambar 1 dan

Gambar 2, sedangkan hasil perhitungan pada Microsoft Excel dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Ta	Task Name	Resource Names	Cost	Duration	Start	Finish
Mc	RKB SDN 2 Werdi Bhuwana		Rp2.822.892.553,38	160 days	Wed 27/06/18	Mon 03/12/18

Gambar 1. Biaya dan durasi awal dengan pemodelan pada microsoft project

Ta	Task Name	Resource Names	Cost	Duration	Start	Finish
Mc	RKB SDN 2 Werdi Bhuwana		Rp3.002.531.165,88	128 days	Wed 27/06/18	Thu 01/11/18

Gambar 2. Biaya dan durasi akhir dengan pemodelan pada microsoft project

Tabel 2. Perhitungan biaya akhir atas reduksi waktu

NO	Task Name	DURATION			COST		
		Normal	Crashed	Δd	RAB Cost	Crash Cost	New Cost
1	Pek. Galian tanah pondasi menerus	10	6	4	11.862.270	11.491.574	23.353.844
2	Pek. Galian tanah pondasi Pile cap	4	3	1	3.223.920	6.894.944	10.118.864
3	Pek. Urugan pasir di bawah pondasi menerus	5	3	2	1.274.662	292.836	1.567.498
4	Pek. Pasangan batu kosong	5	3	2	4.218.558	2.069.657	6.288.215
5	Pek. Pasangan pondasi batu kali 1 : 5	8	6	2	21.108.311	11.016.731	32.125.042
6	b. waremesh (Dalam 10 kg)	4	3	1	62.348.690	2.548.568	64.897.258
7	a. Beton K.300	10	6	4	24.595.974	5.355.741	29.951.715
8	c. Pembesian	11	9	2	66.463.068	15.729.449	82.192.517
9	c. Pembesian	4	3	1	7.889.946	2.200.711	10.090.657
10	c. Pembesian	4	3	1	23.351.496	6.513.340	29.864.836
11	a. Beton K.250	4	3	1	181.608	61.111	242.720
12	b. Begesting Sloof	5	4	1	343.232	265.980	609.212
13	c. Pembesian	4	3	1	244.561	68.214	312.775
14	b. Pembesian	4	3	1	14.436.423	4.026.694	18.463.117
15	c. Begesting 2 x Pakai	4	3	1	3.438.864	3.481.397	6.920.261
16	Pek. Pasang kusen 5/13 kayu Bengkirai	8	6	2	11.823.862	5.747.949	17.571.811
17	Pek. Pasang Kaca tebal 5 mm	5	3	2	5.435.478	603.266	6.038.744
18	Pek. Pasang plafond fiber sement board eks. Shera	10	5	5	3.036.039	654.827	3.690.865
19	Pek. Polituran daun pintu + daun jendela	9	5	4	5.721.977	982.791	6.704.768
20	Instalasi stop kontak biasa kabel NYM 3 x 2,5 mm dalam conduit	4	3	1	8.148.400	754.172	8.902.572
21	b. Pembesian	4	3	1	627.342	174.982	802.324
22	b. Pembesian	6	5	1	8.313.365	2.061.168	10.374.533
23	c. Begesting	7	3	4	7.734.150	3.390.971	11.125.121
24	b. Pembesian	5	4	1	31.170.377	6.955.383	38.125.760
25	b. Pembesian	4	3	1	29.325.392	8.179.615	37.505.007
26	c. Begesting	4	3	1	13.421.070	10.297.616	23.718.686

27	b. Pembesian	4	3	1	4.575.017	1.276.091	5.851.108
28	c. Begesting	5	3	2	4.252.373	2.610.183	6.862.556
29	b. Pembesian	4	3	1	663.649	185.109	848.759
30	c. Begesting	4	3	1	442.651	339.634	782.285
31	b. waremesh M7 Dua layer	6	3	3	81.034.204	1.656.179	82.690.383
32	d. Begesting	9	3	6	1.982.458	193.109	2.175.568
33	c. Begesting	5	3	2	5.358.907	3.289.393	8.648.299
34	c. Begesting	4	3	1	1.800.123	1.381.185	3.181.308
35	c. Begesting	4	3	1	618.732	474.736	1.093.468
36	Pek. Pasang lantai keramik 40 x 40 cm	10	8	2	64.051.599	43.679.862	107.731.461
37	Pek. Pengecatan dinding + beton	7	6	1	35.023.743	12.733.445	47.757.189
Akumulasi penambahan biaya						179.638.613	

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, maka didapat kesimpulan dari rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dengan menggunakan metode crashing didapat bahwa durasi proyek berhasil dipercepat dari 160 hari menjadi 128 hari dengan penambahan waktu kerja atau lembur selama 4 jam pada aktivitas kritis.
2. Percepatan ini mengakibatkan peningkatan biaya sebesar 179.638.613 sehingga total biaya proyek menjadi 3.002.531.166 atau meningkat sebesar 6,36%.

Berdasarkan hasil dari penelitian ini, beberapa rekomendasi dan saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Pemerintah atau dinas terkait sebagai pemberi anggaran perlu memperhatikan peningkatan dari segi biaya yang ditimbulkan sebagai bentuk kompensasi atas reduksi waktu pelaksanaan pekerjaan yang ditawarkan.
2. Persentase peningkatan biaya pekerjaan ini perlu digunakan sebagai pertimbangan dalam menetapkan nilai overhead saat pembuatan Harga Perkiraan Sendiri (HPS) oleh konsultan perencanaan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amin, A.S. 2021. "Analisis Penurunan Tingkat Produktivitas Tenaga Kerja Akibat Jam Kerja Lembur Pada Pekerjaan Proyek Konstruksi."
- [2] Anenda, L.P. 2020. "Analisis Network Planning Pada Proyek Konstruksi Jalan Oleh CV.X Menggunakan Metode Program Evaluation Review Technique (PERT) - Critical Path Method (CPM) Dan Metode Crashing."
- [3] Anggraeni, E., Hartono, W., Sugiyarto. 2017. Analisis Percepatan Proyek Menggunakan Metode Crashing Dengan Penambahan Tenaga Kerja Dan Shift Kerja (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Hotel Grand Keisha, Yogyakarta). E-Jurnal Matriks Teknik Sipil, Vol. 5. pp. 605–614.
- [4] Astama, I.N.J., Suparta, D., Sujahtra, W. 2024. Analisis Percepatan Pelaksanaan Proyek Dengan Metode Crashing Pada Proyek Apartemen Kiara Ocean Place. Prosiding Seminar Nasional Ketekniksipil Bidang Vokasional XII. 3. .
- [5] Fatkhurrohman, D.A.H. 2022. Studi Efektivitas Penerapan Manajemen Proyek Pada Konstruksi Bendungan Pamukkulu. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- [6] Fitriah, Mustika, W., Talanipa, R., Ramadhan, S. 2024. Analisis Perbandingan Metode Fast Track Dan Metode Crashing Terhadap Efisiensi Biaya Dan Aktivitas Waktu Pelaksanaan. Jurnal Media Konstruksi, 9(4): 405–416.

- [7] Heriyanto, Yunus, A.I., Rachim, F. 2023. Studi Percepatan Pekerjaan Menggunakan Metode Crashing Pada Proyek Pembangunan Gedung (Studi Kasus: Kantor Pusat Unit Pelaksana Irigasi Modern Kabupaten Pinrang Provinsi Sulawesi – Selatan). *Jurnal Teknik Sipil (JUTEKS)*, 4(1): 1–13.
- [8] Lucmana, M.J.F., Santosa, A.A., Munasih. 2021. Analisis Percepatan Penjadwalan Dengan Metode Fast-Track Pada Proyek Lab For Science Policy And Communication Of The Jember University. *Student Journal GELAGAR*, 3(2): 26–32.
- [9] Maganda, D.F., Witjaksana, B. 2024. Analisis Percepatan Proyek Pembangunan Menggunakan Metode Crashing Dengan Penambahan Tenaga Kerja Dan Shift Kerja (Studi Kasus : Gedung Desain Komunikasi Visual Its Surabaya). *Jurnal Review Pendidikan Dan Pengajaran*, 7(4): 17053–17059.
- [10] Malifa, Y., Dundu, A.K.T., 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): 681–688.
- [11] Matahelumual, R., Jamlaay, O., Sahusilawane, T. 2022. Analisa Percepatan Proyek Dengan Metode Crashing Program Pada Proyek Pembangunan Gedung Auditorium IAIN Kota Ambon (Studi Kasus: Pembangunan Gedung Auditorium IAIN Kota Ambon). *Journal Agregate*, 1(1): 65–73.
- [12] Mora, F.P., Li, M. 2001. Dynamic Planning and Control Methodology for Design/Build Fast-Track Construction Projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 127(1): 1–17.
- [13] Ningrum, F.G.A., Hartono, W., Sugiyarto. 2017. Penerapan Metode Crashing Dalam Percepatan Durasi Proyek Dengan Alternatif Penambahan Jam Lembur Dan Shift Kerja (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Hotel Grand Keisha, Yogyakarta). *E-Jurnal Matriks Teknik Sipil*, 583–591.
- [14] Oktaviana, N., Werda, Arena, A., Hafiyyan, Q. 2023. Penerapan Metode Crashing (Penambahan Tenaga Kerja Dan Jam Kerja) Pada Pembangunan Struktur Gedung Kantor Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil*, 3(2): 18–25.
- [15] Peraturan Presiden Nomor 35. Perjanjian Kerja Waktu Tertentu, Alih Daya, Waktu Kerja dan Waktu Istirahat, dan Pemutusan Hubungan Kerja. , Pub. L. No. 35 (2021).
- [16] Pusdiklat Anggaran dan Pembendaharaan. 2018. Pembukuan dan Pertanggungjawaban Bendahara Pengeluaran. Bogor.
- [17] Putri, D.A., Muhtar, Gunasti, A. 2021. Penerapan Metode CPM Dan Crashing Pada Proyek Gedung Training Center Universitas Jember. *Jurnal Smart Teknologi*, 2(2).
- [18] Siregar, P.A.G., Lubis, Y. 2024. PERCEPATAN MENGGUNAKAN METODE CRASHING DENGAN PENAMBAHAN JAM KERJA PADA REKONSTRUKSI JALAN HUTA III NAGORI DOLOK PAMONGAN SUMATRA UTARA. *Buletin Utama Teknik*, 20(1).
- [19] Sutciana, L.A., W, M., Nainggolan, T.H. 2020. PENERAPAN METODE FAST TRACK UNTUK PERCEPATAN PENJADWALAN (Studi Kasus : Pembangunan Gedung Laboratorium Vokasi Dan Industri Kreatif Vokasi Tahap I Universitas Brawijaya). *E-Journal GELAGAR.Com*, 2(1).
- [20] Sutrisno, W.T., Beatrix, M., Fatmawati, L.E. 2023. Analisis Percepatan Waktu Dan Biaya Pada Proyek Pembangunan Gedung Sekolah Dasar Wachid Hasyim Kota Surabaya Menggunakan Metode Crashing. *PORTAL: Jurnal Teknik Sipil*, 16(1): 123–130.
- [21] Umar, M.A. 2021. Analisis Waktu dan Biaya dengan Metode Crashing, Overlapping dan Gabungan Crashing Overlapping.